

Stadsbyggnadsförvaltningen
Tjänsteskrivelse till kommunstyrelsen

Datum:
2025-06-04

Diarienummer:
KSN-2025-01783

Handläggare:
Marcus Nystrand

Inriktningsbeslut för teknisk försörjning för de sydöstra stadsdelarna

Förslag till beslut

Kommunstyrelsen beslutar

1. **att** med godkännande lägga förstudierapporter och promemorior enligt bilaga 1–5 till handlingarna, samt
2. **att** uppdra till stadsbyggnadsförvaltningen att arbeta fram ett nytt direktiv för ett projekt för teknisk försörjning i de sydöstra stadsdelarna med inriktningar enligt föredragningen.

Ärendet

Kommunstyrelsen beslutade den 13 december 2023 §280 om projektdirektiv för att ta fram kunskaps- och beslutsunderlag för inriktningsbeslut för teknisk försörjning inom ramen för utvecklingen i de sydöstra stadsdelarna där en hög grad av flexibilitet och lokala kretslopp möjliggör för en resurseffektiv försörjning och ett klimatpositivt samhälle.

Med teknisk försörjning avses infrastruktur för el, värme, kyla, IT, avfallsförsörjning samt VA-försörjning. Stadsbyggnadsförvaltningen, kommunledningskontoret och Uppsala Vatten och Avfall AB har analyserat alternativa utformningar av den tekniska försörjningen för de sydöstra stadsdelarna. Målsättningen har varit att rekommendera en inriktning för den tekniska försörjningen som på ett hållbart vis till högsta möjliga grad bidrar till målbilden för den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna.

Beredning

Stadsbyggnadsförvaltningen, kommunledningskontoret och Uppsala Vatten och Avfall AB har berett förslaget till inriktningsbeslut.

Föredragning

Projektet teknisk försörjning i de sydöstra stadsdelarna har undersökt teknik och system som kan möjliggöra lokala system och flöden samt bidra till en säker teknisk försörjning. För el, värme, kyla och IT har underlag för systemlösningar inklusive skalbarhet, finansiering och lämpliga affärs- och genomförandemodeller samt initiering av fortsatt arbete och process tagits fram. Med genomförandemodell avses här ansvar för genomförande, drift och finansiering.

Gällande avfalls- och VA-försörjning ges rekommendationer om utbyggnad i de sydöstra stadsdelarna utifrån målet att lösningarna ska bidra till en framtida resurseffektivitet tagits fram, se bilagor 4 och 5.

För värmeförsörjningen rekommenderas ett lågtemperaturssystem som inriktning. Det innebär ett värmenät förberett för lägre temperaturer än konventionell fjärrvärme. Systemet är flexibelt vad gäller värmekällor, kan återvinna lokal restvärme och ger förutsättningar för en klimatneutral värmeförsörjning, se bilaga 2. Rekommenderad genomförandemodell för detta system är att ett energibolag anlägger och driftar systemet samt att kommunen tar en roll som samverkare mellan fastighetsägare och energibolag för att tillse högsta möjliga anslutning till systemet. Denna genomförandemodell ger en låg ekonomisk risk för kommunen och kan bidra till måluppfyllelse. Parallellt med detta undersöker kommunen möjligheten till en tjänstekoncessionsupphandling av värmeförsörjningen till de sydöstra stadsdelarna, se bilaga 3.

Gällande elsystemet rekommenderas som inriktningsbeslut att förlägga ett mikronät. Nätet anläggs inledningsvis som testbädd i de första utbyggnadsetapperna av de sydöstra stadsdelarna. Ett konventionellt elnät kommer lagstyrt byggas ut av ett elnätsbolag. Ett mikronät är en kompletterande infrastruktur som utöver konventionellt elnät ger incitament till ökad andel lokal solelsproduktion med lägre klimatpåverkan från elanvändning samt bättre förutsättningar för att lokalt dela och lagra energi, se bilaga 2. Föreslagen genomförandemodell för ett mikronät är att Uppsala kommun i egen regi anlägger och driftar systemet. Denna genomförandemodell medför relativt låg finansiell risk för kommunen och ger samtidigt högre trovärdighet och incitament för anslutning, se bilaga 3.

För en ökad resurseffektivitet för energisystemet rekommenderas även att det inrättas ett stadsövergripande styrsystem som testbädd, inledningsvis i redan befintlig bebyggelse. Detta system ger förutsättningar att i större skala hantera variationer i effekt och bidra till reducerad energianvändning, se bilaga 2. Föreslagen genomförandemodell för stadsövergripande styrsystem är att Uppsala kommun i egen regi anlägger och driftar systemet. Detta då det är en relativt låg ekonomisk risk för kommunen samt då det skapar tillit och underlättar hög anslutningsgrad, se bilaga 3.

För IT-försörjning rekommenderas att kommunen behåller sin nuvarande roll och låter marknadens aktörer att anlägga och drifta ett fibernät i sydöstra stadsdelarna, se bilaga 1.

Utöver ovannämnda inriktningar som kommunstyrelsen har möjlighet att besluta om har Uppsala Vatten och Avfall AB beslutat om inriktning för vatten och avloppsförsörjningen (VA). Inriktningen är att fortsatt planera för ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna. Som del i det vidare arbetet föreslås fördjupade utredningar med fokus på de juridiska förutsättningarna för ett källsorterat system i delar av de sydöstra stadsdelarna, se bilaga 4.

Med det förslag till beslut som presenteras i detta ärende så uppfylls nuvarande projektdirektiv. Stadsbyggnadsförvaltningen kommer ta fram nytt projektdirektiv och organisation för ett projekt som har i uppdrag att realisera ovanstående inriktningsbeslut. Detta projekt inordnas inom ramen för fyrsårsavtalet.

Ekonomiska konsekvenser

Kostnader för fortsatt bemanning och utredningar ingår i det underlag som lämnats in till mål och budget för kommunstyrelsens räkning. Ett fortsatt projekt bedöms innebära en personalkostnad och tillhörande konsultkostnader motsvarande en huvudprojektledare samt tre delprojektledare. Nedan redogörs för andra projektspecifika kostnader för införandet av projektet.

Föreslaget inriktningsbeslut om ett mikronät som testbädd bedöms innebära en investering om 2,6 miljoner kronor och en driftskostnad om en miljon kronor per år inklusive personalkostnader. Investeringar väntas inledas år 2031. Faktiskt investeringsbeslut tas senare och påverkar då kommunstyrelsens budget.

Föreslaget inriktningsbeslut om ett stadsövergripande styrsystem som testbädd bedöms innebära en investering om tre miljoner kronor samt en driftskostnad om en miljon kronor per år inklusive personalkostnad. Investering väntas inledas år 2026. Faktiskt investeringsbeslut tas senare och påverkar då kommunstyrelsens budget.

Föreslaget inriktningsbeslut för värmeförsörjningen kräver ingen kommunal investering.

Föreslaget inriktningsbeslut för IT-försörjning kräver ingen kommunal investering.

Föreslaget inriktningsbeslut för VA-försörjningen kräver ingen kommunal investering.

Beslutsunderlag

- Tjänsteskrivelse daterad 4 juni 2025
- Bilaga 1, Teknisk försörjning: Förstudie kring IT-infrastruktur för de sydöstra stadsdelarna
- Bilaga 2, Teknisk försörjning: Förstudie om energisystem för de sydöstra stadsdelarna
- Bilaga 3, Promemoria om genomförandemodeller för energisystemet i de sydöstra stadsdelarna
- Bilaga 4, Spillvattenhantering sydöstra stadsdelarna beslutsunderlag, UVA-2024-01102-3
- Bilaga 5, Promemoria om framtida avfallsförsörjning

Stadsbyggnadsförvaltningen

Birgitta Pettersson
Stadsdirektör

Christian Blomberg
Stadsbyggnadsdirektör

RapportDatum:
2024-04-22Diarienummer:
KSN-2025-01783-2Handläggare:
Maria Thomtén

Teknisk försörjning: Förstudie kring infrastruktur för IT- och telekommunikation i de sydöstra stadsdelarna

Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning.....	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och mål.....	7
1.3 Avgränsningar	8
1.4 Genomförande.....	9
2 Den svenska fibermarknaden	10
2.1 Fibermarknadens värdenivåer	10
2.2 Fibernätägare.....	11
2.2.1 Stadsnät	11
2.2.2 Operatörsneutrala fibernät	12
2.3 Kommunernas roller i fibermarknaden	13
2.4 Uppsala kommuns nuvarande roll	13
2.4.1 Styrning	14
2.5 Fibermarknadens reglering och lagstiftning	14
2.5.1 Framtida regleringar	15
2.5.2 Rättsfall.....	15
3 Omvärldsförändringar ställer krav på digital infrastruktur	16
3.1 Digitalisering och ökande datamängder	16
3.2 Robust och säker infrastruktur	16
3.2.1 Säkerhetskrav via lagstiftning.....	16
3.2.2 Säkerhetskrav från fiberkunder.....	17
3.2.3 Branschstandard kring robust fiber	17
4 Förutsättningar och behov i de sydöstra stadsdelarna	18
4.1 Behov av fiberanslutning.....	19
4.2 Hållbarhet och resurseffektivitet	19
4.2.1 Begränsat grävarbete	20
4.2.2 Effektivt nyttjande av ekonomiska och materiella resurser.....	20
4.3 Potentiella nätägare i området.....	21
4.4 Framtida utveckling och innovation	21
5 Strategiutvärdering av möjliga roller för Uppsala kommun	22
5.1 Utvärderingens ramar	22
5.2 Aspekter för utvärdering.....	23
5.3 Kommunen som nätägare.....	24
5.3.1 Slutsatser kring rollen kommunen som nätägare.....	28
5.4 Kommunen anlägger kanalisation	29
5.4.1 Slutsatser kring rollen kommunen anlägger kanalisation	32
5.5 Kommunen behåller nuvarande roll	33

5.5.1	Slutsatser kring kommunen behåller nuvarande roll	34
6	Rekommendationer	35
6.1	Känslighetsanalys	35
6.2	Nästa steg för Uppsala kommun	36
	Referenser	38
	Bilaga 1: Definitioner och begrepp	40
	Bilaga 2: Budget fiberoptik	42

Sammanfattning

Enligt fyrspårsavtalet mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala ska nya stadsdelar växa fram i de sydöstra delarna av Uppsala under de kommande 30 åren. Inom projektet teknisk försörjning utreds utformningen av de tekniska försörjningssystemen för området i syfte att åstadkomma största möjliga resurseffektivitet. Resultaten från projektet ska ligga till grund för politiskt inriktningsbeslut. Denna förstudie utgör ett kunskaps- och beslutsunderlag kring infrastrukturen för IT- och telekommunikation, med fokus på utbyggnad av framtidssäkert och robust fibernät.

Den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna anger ambitionerna för utvecklingen av området och den tekniska infrastrukturen: Stadsmiljön är klimatpositiv med stöd av resurseffektiva, innovativa och flexibla tekniska försörjningssystem. Därtill ställer samhällets ökande behov av digitala tjänster och det rådande omvärldsläget krav på att den digitala infrastrukturen är robust, säker och i viss utsträckning också redundant. Fibernät utgör idag basen i den digitala infrastrukturen på grund av dess höga kapacitet och robusthet, och utbyggnad av fibernät i de sydöstra stadsdelarna är därför det naturliga teknikvalet för IT- och telekommunikation.

Med dessa förutsättningar som grund är förstudiens huvudfokus att utreda vilken roll Uppsala kommun bör ta vid utbyggnaden av fibernät i de sydöstra stadsdelarna. I dagsläget sker utbyggnaden av fibernät i Uppsala kommun på kommersiell basis genom marknadsaktörer, och kommunens roll är upprättare av planer, markägare, tillståndsgivare och samordnare för ledningsförläggning i samband med kommunala anläggningsprojekt.

Då fibernätet i de sydöstra stadsdelarna anläggs kan kommunen huvudsakligen välja mellan tre olika roller:

1. **Nätägare:** Kommunen anlägger ett kommunägt fibernät i de sydöstra stadsdelarna.
2. **Stötta utbyggnaden genom att anlägga kanalisation:** Kommunen anlägger kanalisation i utvalda stråk för att underlätta för kommersiella nätägare att senare anlägga fibernät.
3. **Nuvarande roll:** Kommersiella nätägare anlägger fibernät i området, och kommunen tar samma roll som i dagsläget.

Alternativen utvärderas i förstudien utifrån följande aspekter:

- Påverkan på kommunorganisationen och kommunens ekonomi,
- Möjligheten att fibernätet blir robust och säkert,
- Hållbarhet och resurseffektivitet,
- Risker och möjligheter.

Utvärderingen sammanfattas i tabell nedan. Resultaten visar att ett kommunägt passivt fibernät medför ekonomiska och organisatoriska risker för kommunorganisationen. Nyttan av ett kommunägt fibernät framstår som oviss. Även alternativet att anlägga kanalisation innebär viss ekonomisk risk för kommunen, och användbarheten av kanalisationen vid anläggning av framtida fibernät bedöms som osäker. Kommunens stadsbyggnadsförvaltning har tidigare erfarenheter av att anlägga kanalisation för att stötta anläggning av ledningar vilket inte har fungerat väl.

Åtminstone två stora nätägare förväntas anlägga fibernät i de sydöstra stadsdelarna oavsett vilken roll kommunen tar. Bedömningen är att de kan tillhandahålla säkra, robusta, operatörsneutrala nät och även redundant anslutning om kunder har behov av detta. Kommunen har etablerade processer för ledningssamordning och samförläggning av ledningar i kommunala anläggningsprojekt, och de fibernätägare som finns i områdets närhet är vana vid att samarbeta med kommunen.

Förstudien rekommenderar därför att kommunen lämnar åt marknadens aktörer att ansvara för utbyggnaden av fibernät i de sydöstra stadsdelarna och att kommunen intar samma underlättande roll som idag.

Sammanfattande tabell över utvärderingen av kommunens roll:

Aspekter för utvärdering	Kommunen som nätägare	Kommunen anlägger kanalisation	Kommunen behåller samma roll som idag
Beskrivning	Kommunen anlägger passivt fibernät, etablerade fibernätägare anlägger parallella nät. Kommunen får därmed en relativt liten marknadsandel.	Kommunen anlägger kanalisation i utvalda stråk för att underlätta för kommersiella nätägare att senare anlägga fibernät. Kommunen säljer kanalisationen då nätet anläggs.	Kommersiella nätägare anlägger fibernät. Kommunen bibehåller samma roll som i dagsläget kopplat till planläggning, tillstånd, mark och ledningssamordning inom kommunala anläggningsprojekt.
Organisation	Kräver kompetens och ny organisation, ca 7 tjänster under de 17 år som nätet byggs upp.	Kräver utökande av befintlig organisation, ca 3 tjänster under de 2 år som kanalisationen anläggs och säljs.	Ingen förändring av kommunens organisation.
Affärsanalys	Ekonomisk risk för kommunen. Beroende av hög utbyggnadstakt och att kommunen lyckas få marknadsandelar. Investering ca 25–30 miljoner kronor. Positivt nettonuvärde, break even år 2040.	Viss ekonomisk risk för kommunen om kanalisation anläggs utan att det finns avtal kring försäljning. Investering ca 6 miljoner kronor som förväntas återbetalas vid försäljning.	Ingen påverkan på kommunens ekonomi.
Robust och säker infrastruktur	Utmanande för kommunen att uppnå marknadens nivå av robusthet och säkerhet. Beroende av kompetens.	De stora kommersiella aktörernas fibernät lever upp till lag- och kundkrav kring säker och robust infrastruktur.	De stora kommersiella aktörernas fibernät lever upp till lag- och kundkrav kring robust och säker infrastruktur.

Aspekter för utvärdering	Kommunen som nätägare	Kommunen anlägger kanalisation	Kommunen behåller samma roll som idag
Hållbarhet och resurs-effektivitet	Ekonomisk hållbarhet: Ineffektivt användande av ekonomiska resurser då flera parallella fibernät anläggs. Kan dock gynna konkurrens och därigenom prisbilden för slutkund. Positivt för systemets skalbarhet. Ekologisk hållbarhet: Kan innebära ökat anläggningsarbete då flera parallella fibernät anläggs. Social hållbarhet: Oklar påverkan. Fibernätägarna i området avgör om parallella nät anläggs till alla områden.	Ekonomisk hållbarhet: Kostnadseffektivt då kommersiella nätägare sköter utbyggnad. Kan gynna konkurrens och därigenom prisbilden för slutkund. Ekologisk hållbarhet: Minskat behov av framtida grävarbete ger mindre ekologisk påverkan, bland annat i form av klimatutsläpp. Social hållbarhet: Oklar påverkan. Om utbyggnad till alla områden konkurrensutsätts avgörs främst av fastighetsägare i området.	Ekonomisk hållbarhet: Kostnadseffektivt då kommersiella nätägare sköter utbyggnad. Kan missgynna konkurrens och därmed prisbild för slutkund. Ekologisk hållbarhet: Kan innebära tillkommande grävarbete i framtiden vilket ger negativ ekologisk påverkan, bland annat i form av klimatutsläpp. Social hållbarhet: Oklar påverkan. Om utbyggnad till alla områden konkurrensutsätts avgörs främst av fastighetsägare i området.
Risker och möjligheter för kommunen	Risker: -Ekonomisk risk som ökar med sjunkande utbyggnadstakt -Organisatorisk risk -Utmaning att attrahera kompetens -Framtida lagförändringar och regleringar för fibernätägare är oklara. Möjligheter: -Möjliggör ökad konkurrens vilket kan ge lägre prisbild för slutkund -Kommunen behöver inte förlita sig på marknadsaktörer - Om ett fibernät i området skulle säljas till en tvivelaktig aktör kan kommunens nät utgöra ett alternativ för slutkunderna.	Risker: -Viss ekonomisk risk om kanalisation anläggs utan att det finns avtal kring försäljning -Oklarheter kring försäljning av kanalisation (när, till vem, till vilken kostnad?) -Det finns en risk att andra fiberaktörer vill anlägga egen kanalisation trots att kommunen gör det. Möjligheter: -Minskar risken för framtida grävarbeten -Kan bidra till ökad kapacitet i infrastrukturen - Ger kommunen möjlighet att anlägga ett eget fibernät i kanalisationen om behov skulle uppstå.	Risker: -Risk för begränsad konkurrens i området -Risk för tillkommande grävarbeten - Fiberinfrastruktur kan säljas till en tvivelaktig aktör någon gång i framtiden - Risk för inläsning hos hyresrätter vad gäller tjänsteleverantör. Möjligheter: -Den minst kostsamma rollen för kommunen -Organisatoriskt enkel -Följer inriktningen att marknaden sköter utbyggnad av fibernät i Uppsala kommun.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

År 2017 tecknades fyrspårsavtalet mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala (Uppsala kommun, 2018). Avtalet omfattar ytterligare två järnvägsspår mellan Uppsala och Stockholm, en ny tågstation söder om Bergsbrunna, nya kollektivtrafikstråk och fler bostadsområden i Uppsalas södra och sydöstra stadsdelar.

Projektet teknisk försörjning ingår i programmet för fyrspårsavtalet och ska leverera på ett av programmålen: ”Att etablera koncept och genomförandemodell för teknisk försörjning, klart 2024”. Projektet omfattar tekniska system som vatten, avlopp, hantering av avfall, energiförsörjning samt IT- och telekommunikation. Denna förstudie undersöker framtida infrastruktur för IT- och telekommunikation i de sydöstra stadsdelarna.

I och med utbyggnaden i de sydöstra stadsdelarna står Uppsala kommun inför en omfattande expansion och en möjlighet att i ett tidigt skede se över de tekniska försörjningssystemens utformning i syfte att uppnå en högre nivå av resurseffektivitet och möjliggöra ett klimatpositivt samhälle. Stora delar av området är i dagsläget inte bebyggt och saknar teknisk infrastruktur vilket gör att nya lösningar kan implementeras, både ur ett tekniskt och ett organisatoriskt perspektiv.

Enligt fyrspårsavtalet är en hög grad av innovation central i utbyggnaden av de nya stadsdelarna. En kapacitetsstark digital infrastruktur är en möjliggörare för innovationer inom områden som smarta städer och smarta fastigheter, ökad datainsamling och mätning drivet av hållbarhetsmotiv, trygghetsskapande åtgärder eller automatisering av självkörande fordon. Fibernät utgör idag basen i den digitala infrastrukturen på grund av dess höga kapacitet och robusthet. Utbyggnad av fibernät i de sydöstra stadsdelarna är därför det naturliga teknikvalet för IT- och telekommunikation.

Med grund i ovanstående utgår denna förstudie främst från organisatoriska perspektiv och utvärderar vilken roll Uppsala kommun bör ta vid utbyggnaden av fibernät i de sydöstra stadsdelarna. Kommunen byggde under 1990-talets slut upp ett stadsnät som avyttrades kring år 2000, och sedan dess har utbyggnaden av fibernät inom Uppsala kommun skötts av marknadsaktörer på kommersiella grunder. Kommunens nuvarande roll är upprättare av planer, markägare, tillståndsgivare och samordnare för ledningsförläggning vid kommunala anläggningsarbeten.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet teknisk försörjning är enligt projektdirektivet (KSN-2023-01908-1) att ta fram kunskaps- och beslutsunderlag gällande de tekniska försörjningssystem som ska byggas i de sydöstra stadsdelarna, med det övergripande effektmålet att skapa resurseffektiva försörjningssystem.

Syftet med denna förstudie är att uppfylla det projektmål som härrör till området IT- och telekommunikation: Att ta fram underlag som möjliggör för kommunen att på styrelse- och fullmäktigenivå senast 2024, fatta inriktningsbeslut för:

- Systemlösningar inklusive skalbarhet
- Finansiering samt lämpliga affärs- och genomförandemodeller av försörjningssystemen

- Initiering av fortsatt arbete och processer så att nytt/nya projekt ges förutsättningar att gå vidare

Förstudien undersöker vilken organisatorisk lösning som kan främja uppbyggnaden av ett framtidssäkert och robust fibernät som kan möta krav och behov från både lagstiftning och kunder.

Målsättningen med förstudien är att tillhandahålla ett kunskapsunderlag kring fibermarknaden och förutsättningarna för utbyggnad av fibernät i de sydöstra stadsdelarna samt en rekommendation kring vilken roll Uppsala kommun bör ta vid utbyggnaden av fibernät i området, vilket kan ligga till grund för framtida politiskt inriktningsbeslut.

1.3 Avgränsningar

Projektet teknisk försörjning är geografiskt avgränsat till att omfatta de sydöstra stadsdelarna av Uppsala och den kommande utbyggnad som där ska ske inom fyrsårsavtalet. Förstudien omfattar inte Uppsala kommunkoncerns behov vad gäller digital infrastruktur och IT-lösningar.

Systemet för IT- och telekommunikation består av olika värdenivåer, vilka beskrivs ingående i avsnitt 2.1. Förstudien utreder endast det passiva fibernätet, vilket är den grundläggande värdenivån i den digitala infrastrukturen. Övriga värdenivåer tillgodoses med fördel av marknadens aktörer.

Fibernäten är uppbyggda i olika topologier av nationella, regionala och lokala nät. Olika aktörer är ofta aktiva i olika nättopologier. Denna förstudie omfattar endast de olika nivåer som ryms inom det lokala fibernätet i de sydöstra stadsdelarna.

Gällande telekommunikation finns, förutom fibernäten, fyra nationella mobiloperatörer. Just nu pågår nationellt en utbyggnad av 5G-nät, det vill säga femte generationens mobilnät. 5G-nätet byggs ut av mobiloperatörer och förutsätter antenner och master som har en anslutning till ett fibernät. 5G-nätets utveckling är inte avgörande för vilken roll kommunen bör ta kring utbyggnad av fibernät i de sydöstra stadsdelarna, utan kommer att kunna säkerställas oavsett kommunens agerande. Därför behandlas 5G-nätets utveckling inte inom denna förstudie och hanteras endast genom att mobiloperatörerna är potentiella användare av det framtida fibernätet i de sydöstra stadsdelarna.

Det verksamhetsområde som utvecklas nära E4 visas inte i kartbilder över utbyggnadsordning och avgränsas också från de ekonomiska beräkningarna i kapitel 5. Orsaken till detta är att tidigare studier och kalkyler endast utgått från de områden som är belägna väster om järnvägen i de sydöstra stadsdelarna. Övriga analyser och slutsatser som presenteras i denna förstudie är dock också gällande för verksamhetsområdet.

1.4 Genomförande

Inom projektet teknisk försörjning har ett antal studier tidigare tagits fram inom området IT- och telekommunikation:

- Fibernät och 5G i Sydöstra staden – konceptstudie för Uppsala kommun (wsp/sustainable approach, 2021)
- Fibernät i de sydöstra stadsdelarna – hur kan kommunen agera? (Rala, 2021)
- PM Digital infrastruktur, en del av kommunens infrastrukturplan för området (Ramboll, 2023)

Inom denna förstudie har aktuell publik information kring lagstiftning, teknik, marknad och aktörer gått igenom. En stor mängd samtal med aktörer med olika roller inom marknaden för fibernät har hållits under perioden januari till och med mars 2024. Följande aktörer har bidragit med information till förstudien:

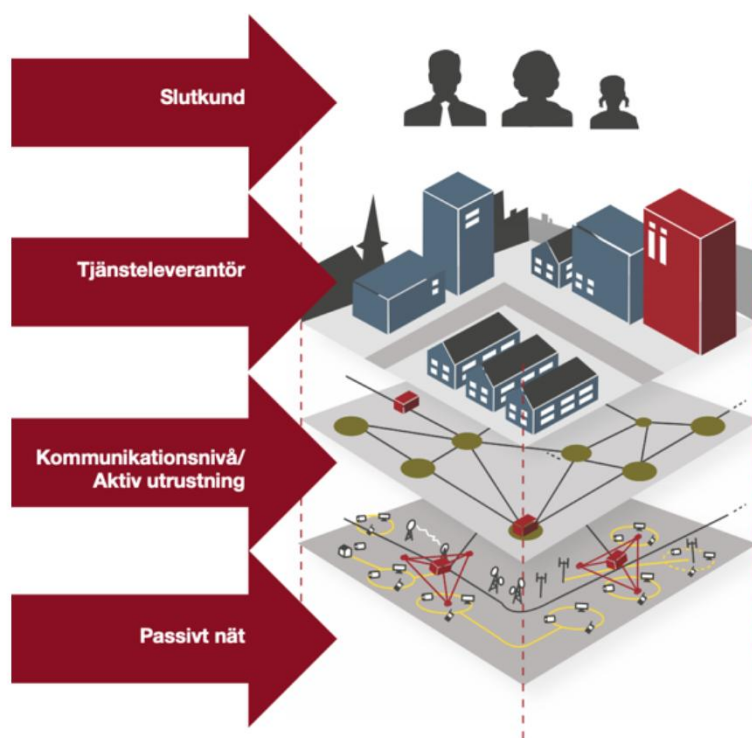
- Kommunalt ägda stadsnätorganisationer:
 - Fibra (dotterbolag till Mälarenergi, ägs gemensamt av Västerås, Hallstahammar och Strängnäs kommuner)
 - Stokab (ägs av Stockholms stad)
 - Utsikt (en del av koncernen Tekniska verken i Linköping som ägs av Linköpings kommun)
 - Hässleholms fibernät AB
 - Götene stadsnät
- Kommersiella fibernätägare:
 - Telia
 - Global Connect
- Ankarbygggherrar i sydvästra stadsdelsnoden:
 - K2A
 - Bonava
- Post- och telestyrelsen
- Svenska Stadsnätsföreningen
- Region Uppsala och Region Värmland
- Uppsala kommuns stadsbyggnadsförvaltning: Avdelningar för Mark och exploatering, Strategisk planering och Gata park natur.

2 Den svenska fibermarknaden

Efter telekommarknadens avreglering under 1990-talet skedde i Sverige en mycket snabb utveckling av optiska fibernät, i jämförelse med andra länder. Fibernät utgör idag basen i den digitala infrastrukturen och näten är väl utbyggda. Tillgången till digital infrastruktur med hög hastighet i Sverige är därför god. Den nationella målsättningen som anger att 98 procent av alla hushåll och företag bör ha tillgång till snabb uppkoppling på 1 Gbit/sekund år 2025 (Regeringskansliet, 2016) var nästintill uppfylld år 2022, då cirka 97 procent av alla hushåll och företag i Sverige hade tillgång till hastigheten 1Gbit/sekund eller fibernät i absoluta närheten (Post- och telestyrelsen, 2023a).

2.1 Fibermarknadens värdenivåer

Fiberinfrastrukturens värdekedja är generellt uppbyggd av ett antal värdenivåer som illustreras i Figur 1. Ansvaret mellan nivåerna kan skilja sig något mellan olika fibernät. I vissa nät är en och samma aktör ansvarig för flera delar, i andra fall är det olika aktörer som samarbetar.



Figur 1. Illustration över värdenivåer i ett fibernät (Rala, 2021)

Det *passiva fibernätet* är den grundläggande värdenivån i den digitala infrastrukturen och utgörs av optiska ledningar med tunna glas- eller plastfibrer, kanalisation, master och noder. Passiv fiber kallas också för svartfiber, då fibern inte är aktiverad med laser och därmed svart. Fibernätägaren ansvarar för nätets utbyggnad och för att ledningarna är hela och repareras om de skadas. Nätägaren hyr i sin tur ut nätet till en kommunikationsoperatör. I många nät är det dock nätägaren själv som också åtar sig den rollen.

Kommunikationsnivån omfattar elektronik och trafik. Kommunikationsoperatörer (KO) placerar ut aktiv utrustning i nätet, exempelvis lasrar, tekniska boxar och switchar, som gör att fibernätet tänds och skickar data och information via nätet. KO ansvarar för att

kommunikationen i nätet fungerar, och har ofta avtal med ett antal tjänsteleverantörer. KO ingår dessutom avtal med fastighetsägare.

Tjänsteleverantören är den som tillhandahåller tjänsteerbjudanden till slutkunderna, exempelvis internet, TV, telefoni, larm eller tjänster för smarta hem. Tjänsteleverantören är den aktör som har avtal med slutkunderna.

Slutkunderna består av många olika kundkategorier med olika behov av anslutning, exempelvis hushåll, företag och offentliga organisationer.

2.2 Fibernätägare

Inom den svenska fibermarknaden finns många nätägare, både stora och små offentliga och kommersiella aktörer. Vissa är verksamma nationellt och andra enbart regionalt eller lokalt. Inom vissa geografiska områden finns en dominerande fibernätägare medan det i andra geografiska områden finns flera jämnstora nätägare. Konkurrenssituationen varierar därmed mellan olika geografier.

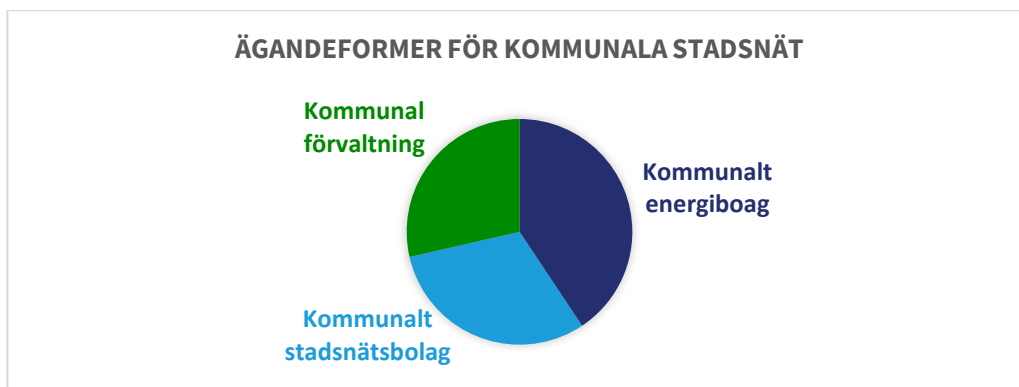
Några exempel på kommersiella nätägare är Telia, Tele2, Global Connect och Telenor. De offentligt ägda fibernäten ägs av kommuner och kallas för stadsnät.

2.2.1 Stadsnät

Ett stadsnät är ett lokalt fibernät, ofta geografiskt begränsat till en kommun. Enligt branschorganisationen Svenska Stadsnätsföreningens webbplats kring stadsnätsfakta finns det idag stadsnät i 200 av landets kommuner och stadsnäten äger sammantaget cirka 50 procent av all bredbandsinfrastruktur i Sverige (SSNF, u.å.). Två av de största stadsnätsaktörerna i Mälardalen är Stokab som ägs av Stockholms stad och Fibra som ägs gemensamt av Västerås, Hallstahammar och Strängnäs kommuner.

Ungefär 90 procent av alla stadsnät i Sverige är kommunalt ägda. De flesta stadsnät uppkom efter telekommarknadens avreglering, och drivkrafterna hos de kommuner som startade stadsnätsverksamhet var ofta att säkerställa utbyggnad av fibernät i den egna kommunen och att få rådighet över samhällsviktig infrastruktur. Stadsnäten gav också många kommuner en möjlighet att själva tillhandahålla IT-infrastruktur för interna behov. Några centrala förutsättningar för kommuner att etablera och behålla stadsnätsverksamhet i egen regi är att det har funnits en bred politisk samsyn kring frågan över tid, och att det också har funnits en tydlig strategi kring varför kommunen bör anlägga och äga näten.

De kommunala stadsnäten ägs, förvaltas och driftas på olika sätt. Organisationsformen varierar mellan drift i kommunal förvaltning och i offentligt ägt bolag. Enligt data från Svenska Stadsnätsföreningens webbplats kring stadsnätsfakta (SSNF, u.å.) är fördelningen av olika ägandeformer för de kommunalt ägda stadsnäten enligt Figur 2 nedan.



Figur 2. Procentuell fördelning av ägandeformer för kommunalt ägda stadsnät (data från SSNF, u.å.)

Stadsnäten skiljer sig också åt sinsemellan vad gäller vilken värdenivå de verkar på (se avsnitt 2.1). Den grundläggande nivån är att tillhandahålla passiv fiberinfrastruktur, men det finns också stadsnätsaktörer som är aktiva inom högre värdenivåer och säljer tjänster.

I dagsläget är det få kommuner som startar upp helt ny stadsnätsverksamhet. Vissa mindre kommuner har dessutom svårt att upprätthålla driften av nät som de tidigare har etablerat, bland annat på grund av de omfattande lagkrav som nätägarrollen ger upphov till. Därtill saknar en del kommuner resurser för att kunna attrahera tillräcklig kompetens och genomföra investeringar i utbyggnad av nät, vilket kan medföra att kommunala stadsnät avyttras till privata aktörer. Några exempel på stadsnät som sålts till privata nätägare under perioden 2013 – 2020 (Berg och Larsson, 2023):

- Nynäshamn (2013)
- Lindsberg (2014)
- Oskarshamn (2014)
- Aneby (2015)
- Gnesta (2015)
- Älvkarleby (2015)
- Östersund (2015)
- Ale (2016)
- Sala (2016)
- Berg (2017)
- Filipstad (2017)
- Trelleborg (2020)

Ett mer aktuellt exempel i Mälardalen är Östhammars kommun som sålde det lokala fibernätet till den kommersiella nätägaren Global Connect år 2023 (Östhammars kommun, 2023).

2.2.2 Operatörsneutrala fibernät

Operatörsneutrala fibernät (öppna fibernät) innebär att nätägaren på likvärdiga villkor tillgängliggör nätet på alla nivåer för marknadens aktörer, exempelvis genom att tillåta flera tjänsteleverantörer att erbjuda sina tjänster till slutkunderna i nätet.

Operatörsneutrala fibernät finns både hos kommersiella nätägare och inom offentligt ägda nät. Är fibernätet inte öppet kan nätägaren exempelvis begränsa antalet tjänsteleverantörer som får tillgång till nätet, vilket ger begränsade valmöjligheter för slutkunderna. Genom öppna nät kan kommunikationsoperatörer och tjänsteleverantörer däremot få tillgång till fiberinfrastruktur till en förutsägbar kostnad utan att själva behöva göra investeringar i fysisk infrastruktur. Idag förekommer invändningar mot hur väl konkurrensen i de öppna näten fungerar.

2.3 Kommunernas roller på fibermarknaden

Också kommuner som saknar stadsnätverksamhet har viktiga roller i utbyggnaden av fibernät. De roller kommuner kan ta beskrivs tydligt i exempelvis Region Uppsalas Strategi för digital infrastruktur i Uppsala län 2022–2030 (Region Uppsala, 2022). Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) har kommuner ett ansvar att i planarbetet ta hänsyn till elektroniska kommunikationer. Därtill är kommunen markägare och tillståndsgivare. Som markägare anger kommunen i markavtal vilka villkor som en nätägare behöver följa för att anlägga fiber på kommunal mark. Kommuner utfärdar grävtillstånd och bestämmer kostnadsnivåer för schakt genom schaktvillkor. Därtill ger kommuner bygglov för mobilmaster och tillåtelse att placera antenner för mobilnät på kommunala byggnader. Kommuner kan även välja att stimulera bredbandsutbyggnad med egna bidragsmedel eller att bygga kanalisation för fiber och hyra ut den till andra aktörer som anlägger fibernät.

Enligt Post- och telestyrelsens vägledning kring kommunernas roll på bredbandsmarknaden har kommunerna en stor betydelse för utbyggnaden av bredband och bör ta en aktiv och främjande roll (Post- och telestyrelsen, 2019). Kommunerna kan bidra till goda förutsättningar för konkurrens genom att ha transparenta rutiner och villkor samt tillämpa likabehandling av marknadsaktörer, exempelvis angående tillgång till mark och erhållande av grävtillstånd. Därtill bör kommuner eftersträva en god dialog med marknadsaktörer och underlätta samordning av grävarbeten och samförläggning av ledningar.

2.4 Uppsala kommuns nuvarande roll

Uppsala kommun startade sitt arbete med fibernät på samma sätt som flera andra kommuner i slutet av 1990-talet, och uppbyggnaden av ett stadsnät drevs av det kommunala bolaget Uppsala Energi. I samband med att energibolaget såldes år 2000 avyttrades också fibernätet. Därefter har utbyggnaden av fibernät inom Uppsala kommun skett på kommersiell basis genom marknadsaktörer. Idag finns en mängd aktiva fiberleverantörer inom Uppsala kommun. De största aktörerna som själva anlägger fibernät i det kommungeografiska området är Telia och Global Connect. De bygger öppna och operatörsneutrala fibernät, vilket innebär att deras nät är öppna för tjänsteleverantörer som vill erbjuda internettjänster till slutkund. Enligt statistik från Post- och telestyrelsens mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2022 är Global Connects marknadsandel 52 procent och Telias 36 procent i Uppsala kommun. Resterande 12 procent fördelas över åtta aktörer som bland annat utgörs av mindre fiberföreningar.

Tillgången till digital infrastruktur i Uppsala kommun är god. Enligt Post- och telestyrelsen var andelen hushåll som har tillgång till fast bredband via fiber eller i absolut närhet till fiberansluten byggnad i hela Uppsala kommun 97 procent år 2022. Andelen är lägre för de hushåll som finns utanför tätort och småort, där tillgången är 87 procent (Post- och telestyrelsen, 2023a).

Uppsala kommuns roll på fibermarknaden överensstämmer i huvudsak med beskrivningen i avsnitt 2.3 ovan: Kommunen är upprättare av planer, markägare, tillståndsgivare och samordnare för ledningsförläggning vid kommunala anläggningsarbeten. Uppsala kommun har markavtal för fiber med ett antal nätägare, vilket ger dem möjlighet att bygga fibernät på kommunal mark i Uppsalas kommungeografiska område. Kommunen ger inget ekonomiskt stöd för

bredbandsutbyggnad men arbetar för att främja bredbandsutbyggnaden i kommunen på andra sätt.

2.4.1 Styrning

Uppsala kommuns policy för digital transformation anger den politiska visionen att *göra Uppsala till en av Europas mest digitala platser år 2050* (Uppsala kommun, 2020). Policyn anger styrande principer för kommunkoncernens arbete för digital transformation på ett sätt som bidrar till kommunens övergripande mål. Digital transformation syftar på de verksamhetsförbättringar som är möjliga att genomföra med stöd av digital utveckling.

Uppsala kommun har i dagsläget inget enskilt politiskt styrdokument för bredbandsområdet. Kommunens tidigare bredbandsprogram syftade till att tydliggöra kommunens målsättning och ambitioner gällande utbyggnaden av bredband. Programmet med tillhörande handlingsplan upphävdes av kommunfullmäktige år 2022 då statistik visade att Uppsala kommun uppnått såväl det nationella som nästintill det kommunala bredbandsmålet i tätbebyggt område. Ett fortsatt behov av särskild styrning av bredbandsutbyggnad på landsbygden identifierades och omhändertas enligt kommunfullmäktiges beslut i annan styrning så som landsbygdsprogram, näringslivsprogram och översiktsplan (Uppsala kommun, 2022a).

2.5 Fibermarknadens reglering och lagstiftning

Post- och telestyrelsen bevakar marknaden för elektronisk kommunikation i Sverige och har uppgiften att skapa förutsättningar för en fungerande marknad med sund konkurrens och säkra kommunikationer. Myndigheten har ansvar för att aktivt och kontinuerligt bedöma både konkurrens- och säkerhetsläge på marknaden och vidta åtgärder om så behövs.

Marknaden regleras genom ett flertal lagstiftningar från både EU och nationell nivå, och dessa lagar skärps kontinuerligt. Exempel på nationell lagstiftning som ställer vissa krav på fibernätägare och deras verksamhet är Lag (2016:534) om åtgärder för utbyggnad av bredbandsnät (Utbyggnadslagen) och Lag (2022:482) om elektronisk kommunikation (LEK). Enligt Utbyggnadslagen kan den som vill bygga ut fast eller trådlöst bredband få tillträde till andras infrastruktur eller samordna sin utbyggnad med andra i syfte att hålla nere kostnader för utbyggnad av digital infrastruktur. Lagen erbjuder emellertid fibernätsägarna vissa undantag från kravet att erbjuda aktörer tillträde till sina nät varför lagens effektivitet ifrågasatts. LEK syftar bland annat till att förhindra eventuella konkurrensproblem och upprätthålla en effektiv konkurrens. Enligt LEK kan Post- och telestyrelsen införa regleringar för företag med betydande marknadsinflytande. Telia är den enda marknadsaktör som i dagsläget regleras på dessa grunder.

Därtill har Post- och telestyrelsen föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i nät och tjänster (PTSFS 2022:11) som ställer krav på nätägare vad gäller driftsäkerhet och robusthet. Föreskrifterna innehåller exempelvis klassificering av säkerhetsnivåer, åtgärder för redundans och reservkraftsystem samt krav på kontinuitetsplaner för höjd beredskap och krig. Om inte kraven i föreskrifterna efterlevs av nätägaren kan Post- och telestyrelsen ålägga viten. Vissa av de krav som ställs i driftsäkerhetsföreskrifterna är olika beroende på storlek av nätägare, vilket i det här fallet avser antal anslutningar. Ju fler kundanslutningar en nätägare har, desto högre krav ställer föreskrifterna på reservkraft och redundans i nätet.

2.5.1 Framtida regleringar

För att förbättra konkurrens och säkerhet på fibermarknaden inom EU förväntas ett antal lagändringar från EU-nivå vilket kommer att få en direkt påverkan på den svenska lagstiftningen. I det korta tidsperspektivet förväntas Gigabitinfrastrukturakten (EU-kommissionen, 2023) ersätta den befintliga svenska Utbyggnadslagen. På nationell nivå presenteras en ny förhandsreglering från Post- och telestyrelsen under 2024 som avser att underlätta konkurrenssituationen för villakunder, och Post- och telestyrelsens driftsföreskrifter kommer att omarbetas med anledning av EU-direktivet NIS 2 (EU, 2022). På sikt förväntas omfattande förändringar i lagstiftningen på fiberområdet, men hur dessa förändringar kommer att utformas är oklart i dagsläget. En tydlig drivkraft från EU är att åstadkomma en harmoniserad europeisk inre marknad för digital infrastruktur. Den svenska fibermarknaden har avsevärda skillnader gentemot marknaderna i andra europeiska länder: I många andra länder har utbyggnadstakten inte gått lika snabbt, och andra länder har generellt inte heller en lika fragmenterad struktur som den svenska fibermarknaden i och med förekomsten av många lokala stadsnät.

2.5.2 Rättsfall

Hässleholms kommun fattade år 2015 beslut om att inte ge privata företag tillgång till markavtal för att lägga ner fiberledningar. Motivet var att det allvarligt skulle försvåra kommunens egen fiberetablering. Konkurrensverket lämnade år 2017 in en stämningsansökan till Patent- och marknadsdomstolen vilket har resulterat i att Hässleholms kommun förbjudits att vägra upplåta kommunal mark till privata företag som vill lägga ner fiberkabel. Kommunen ska betala ett vite om 25 miljoner kronor om den bryter mot förbudet (Konkurrensverket, 2020).

3 Omvärldsförändringar ställer krav på digital infrastruktur

Tillgång till säker och robust digital infrastruktur är idag en grundförutsättning för att en kommun ska vara en attraktiv plats för boende, näringsliv och akademi samt för att möjliggöra en mer effektiv offentlig verksamhet. Ökad säkerhetspolitisk medvetenhet har bidragit till högre krav på robust och säker infrastruktur och den pågående digitala omställningen innebär att användningen av digital infrastruktur ökar kraftigt, vilket ställer krav på infrastrukturens kapacitet.

3.1 Digitalisering och ökande datamängder

Digitalisering är en global trend med drivkrafter i ökad konkurrenskraft, resurseffektivitet och hållbarhet. Organisationer inom alla sektorer i samhället genomgår just nu en digital omställning som innebär att den digitala infrastrukturen får allt fler användningsområden och de samlade datavolymer blir större: Utveckling av smarta, flexibla och innovativa tjänster där ett stort antal enheter kopplas samman i avancerade infrastrukturer såsom sakernas internet (Internet of Things, IoT), artificiell intelligens, digitala plattformar och molntjänster. Denna utveckling förväntas öka i framtiden vilket ställer högre krav på den digitala infrastrukturens överföringsförmåga och hastigheter.

Fibernät är en möjliggörare för digitalisering och överföring av större datamängder, då det är den snabbaste och mest kapacitetsstarka digitala infrastruktur som finns idag. Signalerna i fibernätet skickas via optiskt ljus och enorma mängder data kan därmed överföras per sekund. Post- och telestyrelsen konstaterar i uppföljningen av regeringens bredbandsstrategi 2023 att det finns få begränsningar när det gäller vilka tjänster som kan användas med en fiberuppkoppling, då de möjliggör hastigheter över 1 Gbit/sekund (Post- och telestyrelsen, 2023b).

3.2 Robust och säker infrastruktur

Samhällets digitalisering förutsätter tillförlitlig digital infrastruktur. Därtill har det rådande omvärldsläget bidragit till ett ökat säkerhetstänk också inom IT-området. Verksamheter behöver öka sin motståndskraft och säkerställa informationssäkerhet, IT-säkerhet och cybersäkerhet för att skydda sina tillgångar. De säkerhetsrisker som påverkar fiberinfrastrukturen är huvudsakligen av fysisk karaktär och handlar främst om avbrott i kommunikationsöverföringen. Avbrotten orsakas oftast av:

- 1) att en ledning i fibernätet grävs av,
- 2) elavbrott i någon del av fibernätet,
- 3) programvaruuppgaderingar i nätet.

Dessutom behöver nätägare i en alltmer osäker omvärld beakta risken för sabotage på den fysiska infrastrukturen. För att minska risken för avbrott ställer både lagstiftning, kunder och branschen själv krav på infrastrukturens uppbyggnad.

3.2.1 Säkerhetskrav via lagstiftning

Post- och telestyrelsen arbetar kontinuerligt med att utvärdera säkerhetsläget i fibernäten och vidta åtgärder för att säkra robustheten i näten. Så gör även

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som har det övergripande ansvaret för samhällets robusthet.

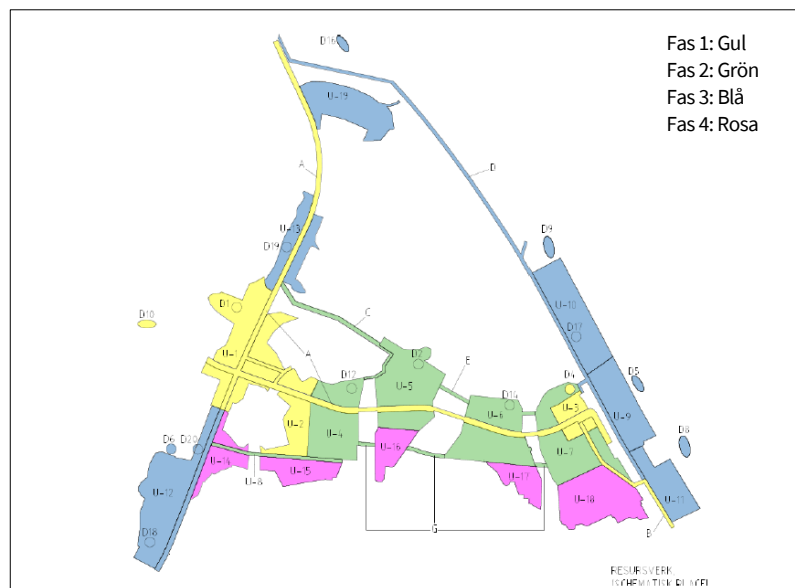
Nuvarande lagstiftning ställer säkerhetskrav på nätägare och flyttar också hela tiden fram positionerna, se avsnitt 2.5. Något som framförts av flera aktörer i olika sammanhang är att stora nätägare ofta har högre säkerhet i sina fibernät än vad lagen kräver. Det ligger i deras eget intresse att ha högre säkerhet då konsekvenserna av att inte uppfylla kraven är för kostsamma, både ekonomiskt och varumärkesmässigt.

3.2.2 Säkerhetskrav från fiberkunder

Somliga fiberkunder, exempelvis sjukhus eller verksamheter med omfattande eller kritiska digitala informationsflöden, har stora behov av robust och säker uppkoppling. Säkerheten behöver säkerställas på fler nivåer än den passiva fiberinfrastrukturen, och ur ett fibernätsperspektiv handlar det om att kunden själv behöver ställa krav på fiberanslutningens fysiska utformning: Redundans och geografisk åtskillnad i nätet innebär att kunden har flera fiberanslutningar som kommer från olika delar av nätet och som ansluts till fastigheten genom olika geografiska vägar. En redundant anslutning med geografisk åtskillnad är dock ofta kostsam för kunden. Redundans kan också uppnås på andra sätt, exempelvis genom att kunden både använder sig av trådlös och fast infrastruktur eller genom att ansluta till fler än en fiberleverantör.

3.2.3 Branschstandard kring robust fiber

Fibermarknaden är föränderlig och sättet att bygga, äga och förvalta fibernät varierar både mellan aktörer och över tid. Som stöd till dem som bygger eller upphandlar fibernät har ett stort antal aktörer genom Svenska Stadsnätetsföreningen, SSNF, samt Post- och telestyrelsen gemensamt tagit fram en standard för hur ett nät bör förläggas för att vara robust och driftsäkert, kallat ”Robust fiber” (Robust fiber, u.å.). Däri beskrivs de minimikrav som ska gälla när man planerar, projekterar, förlägger, dokumenterar och besiktar fibernät.



Figur 4. Föreslagen utbyggnadsordning i de sydöstra stadsdelarna (Ramboll, 2023).

De västra och östra områdena binds samman av boulevarden som i sin slutliga form förväntas inrymma spårväg, gator, cykelväg och gångstråk. Ledningar för teknisk försörjning kommer huvudsakligen att anläggas under gator i området. Boulevarden utgör ett viktigt stråk för att säkerställa teknisk försörjning från den västra delen av området till den östra stadsnoden. Arbetet med boulevarden kommer att utföras i två steg, skede 1 (år 2029) och skede 2 (år 2033–2034), och infrastruktur för teknisk försörjning kan därmed anläggas i samband med något av dessa steg.

4.1 Behov av fiberanslutning

Bebyggelsen inom de sydöstra stadsdelarna kommer att bestå av bostäder samt offentliga och privata verksamheter. Sett ur ett fibermarknadsperspektiv kommer området därigenom bestå av olika kundgrupper med olika behov vad gäller anslutning till fibernätet: Företag, offentliga aktörer, småhus, flerfamiljshus och mobiloperatörernas 5G-nät. Slutkunder med varierande behov ska få sina behov av digital kommunikation mötta. Vissa kunder kommer att efterfråga en relativt billig och basal lösning medan en del av företagen kommer att efterfråga driftsäkerhet på högsta nivå. Företag, verksamheter och eventuellt 5G-master kan ha stora behov av robust och säker infrastruktur. Dessa förväntas efterfråga redundant anslutning med geografisk åtskillnad i nätet.

Därtill förväntas att byggherrar i området har ramavtal med fiberleverantörer, vilket är ett vanligt förfarande inom fastighetsbranschen. Genom dessa ramavtal säkerställer byggherrarna fiberanslutning till sina fastigheter och fiberleverantörerna säkerställer kundunderlag. I dagsläget finns dock ingen information om vilka byggherrar som kommer att etablera sig inom området, och inte heller i vilken omfattning de framtida byggherrarna innehar ramavtal kring fiberanslutning.

4.2 Hållbarhet och resurseffektivitet

Uppsala kommun har ambitiösa klimatmål för hela det kommungeografiska området: Klimatneutralt 2030, klimatpositivt senast 2050 (Uppsala kommun, 2022b). Den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna anger därtill ambitionen att den framtida stadsmiljön i området är resurseffektiv och klimatpositiv (Uppsala

kommun, 2021). De tekniska försörjningssystemen ska vara resurseffektiva och flexibla med möjlighet att införliva nya tekniska lösningar. Sammantaget påverkar dessa ambitioner utformningen och anläggandet av fibernätet i de sydöstra stadsdelarna.

4.2.1 Begränsat grävarbete

Fiberinfrastrukturens största klimatpåverkan uppstår vid schaktning och grävarbete då ledningar anläggs. Grävarbete innebär också möjlig påverkan på känslig natur i närområdet och bör därmed i största möjliga mån begränsas i de sydöstra stadsdelarna. En hög grad av samförläggning bör eftersträvas, vilket innebär att flera ledningar från olika ledningsägare anläggs vid samma schakttillfälle.

Uppsala kommun arbetar redan idag för att främja och underlätta samförläggning av ledningar i samband med kommunala anläggningsprojekt. Inom stadsbyggnadsförvaltningen finns etablerade arbetssätt för att underlätta samförläggning genom ledningssamordning, vilket omfattar utförlig dialog och gemensamt planeringsarbete på detaljnivå med alla de ledningsägare som berörs. Kommunen har markavtal med flera av de stora ledningsägarna där generella villkor för anläggning av ledningar i kommunens mark anges. En utmaning som tidigare har förekommit är att affärsdrivna ledningsägare kan vara ovilliga att expandera sina nät om de inte har en färdig kundanslutning. Det kan göra det svårt för dem att gå med i samförläggning i ett tidigt skede. Uppfattningen hos företrädare för stadsbyggnadsförvaltningen är dock att fibernätägare generellt deltar i samförläggning.

Kommunen har i själva verket inga möjligheter att förhindra marknadsaktörer från att anlägga fibernät eller erhålla grävtillstånd efter kommunens anläggningsarbete är avslutat (se rättsfall från Hässleholms kommun under avsnitt 2.5.2).

Under åren 2019–2021 testade Uppsala kommuns stadsbyggnadsförvaltning att anlägga egen kanalisation i samband med större kommunala anläggningsprojekt i syfte att undvika grävarbete i efterhand. Idén var att förvaltningen skulle sälja rören till marknadsaktörer. Dessa försök resulterade i bristfällig dokumentation kring var kanalisationen fanns, sönderkörda rör, högre kostnad för projekten och låg grad av försäljning. Det visade sig att ledningsägarna hade specifika preferenser kring vilken kanalisation de ville använda och att upplägget inte var attraktivt för dem. Därför slutade stadsbyggnadsförvaltningen år 2022 att regelmässigt anlägga kommunalt ägd kanalisation. Idag anläggs ledningsägarnas egen kanalisation av kommunens upphandlade entreprenader i samband med kommunala anläggningsprojekt. Förläggning av fiber i befintliga områden, exempelvis villakvarter, görs som regel av fiberbolagen själva genom att söka schakttillstånd hos kommunen.

4.2.2 Effektivt nyttjande av ekonomiska och materiella resurser

Ett effektivt resursutnyttjande innebär bland annat att fibernätet bör utformas för att tillgodose de framtida kundbehov som finns i de sydöstra stadsdelarna. Ett redundant nät behöver inte anläggas för hela området om inte kunderna efterfrågar det. Samtidigt behöver nätet vara skalbart och flexibelt för att kunna möjliggöra fler anslutningar vid senare tillfällen. Så låga priser som möjligt till slutkund kan uppnås genom konkurrens i nätets olika värdenivåer. Det är därför eftersträvanvärt att flera parallella fibernät anläggs i de sydöstra stadsdelarna. Ju lägre kostnaden för samförläggning är desto bättre förutsättningar för etablering av parallell kanalisation som under lång tid framöver ger förutsättningar för konkurrens.

4.3 Potentiella nätägare i området

De aktörer som huvudsakligen anlägger fibernät inom Uppsala kommun är Telia och Global Connect. Båda aktörerna har fibernät intill området. Det finns därför anledning att anta att de har intresse av att anlägga fibernät i de sydöstra stadsdelarna.

De båda aktörerna uttrycker behov av att kommunen kallar till tidig planering för att åstadkomma samförläggning av ledningar. Kommunen bör tidigt initiera samordning och information där kommunen anger inriktningen för hur stadsdelarna ska utvecklas, med tydliga kartor och skedesindelningar. Dessa aktörer är vana vid att samarbeta med kommunen kring ledningssamordning och ser att återkommande samordningsmöten med ägare av samtliga ledningsslag behöver äga rum, men det finns inga behov av särskilda möten för fibernätägare.

4.4 Framtida utveckling och innovation

Enligt fyrspårsvalet (Uppsala kommun, 2018) är en hög grad av innovation central i utbyggnaden av nya stadsdelar. Innovationsperspektivet tillvaratas i denna förstudie genom att i ett tidigt skede analysera utbyggnaden av digital infrastruktur med avseende på resurseffektivitet och hållbarhet samt genom att ta tillvara lärdomar från tidigare projekt och bygga vidare på det stegvisa lärandet i Uppsala kommuns samhällsbyggnad.

De sydöstra stadsdelarna kommer att utvecklas under en tidsperiod på 25–30 år. Under den tidsperioden kommer också den digitala infrastrukturen att utvecklas och nya tekniska innovationer att uppstå.

5 Strategiutvärdering av möjliga roller för Uppsala kommun

Vid utbyggnaden av fibernät i de sydöstra stadsdelarna kan kommunen huvudsakligen välja mellan tre olika roller:

1. **Nätägare:** Kommunen anlägger ett passivt fibernät i de sydöstra stadsdelarna. Kommunen ansvarar för att äga, förvalta, driva och underhålla detta fibernät. Samtidigt förväntas också kommersiella nätägare anlägga parallella fibernät i området.
2. **Stötta utbyggnaden genom att anlägga kanalisation:** Kommunen anlägger kanalisation i utvalda stråk för att underlätta för kommersiella nätägare att senare anlägga fibernät. Kanalisationen ägs initialt av kommunen och säljs sedan till nätägare.
3. **Nuvarande roll:** Kommersiella nätägare anlägger fibernät i området. Kommunen bibehåller samma roll som i dagsläget kopplat till planläggning, tillstånd, mark och ledningssamordning inom kommunala anläggningsprojekt.

I följande avsnitt beskrivs alternativen mer utförligt och utvärderas utifrån ett antal aspekter som identifierats som väsentliga för att avgöra vilken roll kommunen bör ta.

5.1 Utvärderingens ramar

Då de sydöstra stadsdelarna är belägna nära Uppsala stad bedöms området vara attraktivt för kommersiella nätägare att anlägga fibernät i. Det kommer att finnas ett flertal 5G-operatörer i området som generellt är ovilliga att använda samma fibernät som konkurrenterna. Detta ger upphov till antagandet att flera fibernät kommer att etableras i området oavsett vilken roll kommunen tar, och att hela området kommer att täckas av utbyggnaden. De områden i Sverige som främst riskerar att stå utan fiberuppkoppling är fastigheter i glesbygd, vilket inte är fallet i de sydöstra stadsdelarna. Längs vilka sträckor som fiberledningarna dras kan komma att skilja sig åt beroende på vilken aktör som ansvarar för utbyggnaden. I alla alternativ antas att fibernäten byggs ut successivt i takt med att de olika områdena byggs ut.

Förstudien omfattar inte kommunkoncernens interna behov av IT-infrastruktur, trots att det i samtal med andra kommuner identifierats som ett viktigt perspektiv med stor påverkan på kommunens agerande. Det interna behovet av IT-infrastruktur för Uppsala kommun är en fråga som kommunens IT-organisation ansvarar för. Om kommunorganisationen framåt identifierar ett behov att anlägga kanalisation och ett passivt fibernät för interna behov så finns den möjligheten i alla de tre alternativ som utvärderas.

5.2 Aspekter för utvärdering

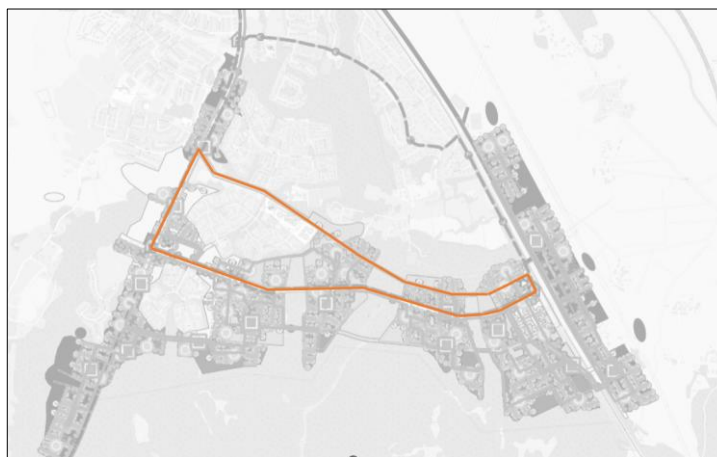
Vilken roll som kommunen bör ta utvärderas utifrån ett antal aspekter som beskrivs i tabellen nedan.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Organisation	Den organisation och kompetens som krävs inom kommunen för att åta sig den aktuella rollen.
Affärsanalys	Analys av kostnader och intäkter för kommunorganisationen, storleken av den ekonomiska risken. Driftskostnader och kapitalkostnader beräknas.
Robust och säker infrastruktur	Möjligheter till att fibernätet i området blir säkert och robust: - Att nätägare följer lagstiftning och krav. - Att nätet byggs redundant med geografisk åtskillnad av ledningar då behov av detta finns hos kunderna. - Att nätet byggs enligt branschstandard för robust fiber. Omfattar också möjligheten för kommunen att få rådighet över samhällsviktig infrastruktur.
Hållbarhet och resurseffektivitet	Ekonomisk hållbarhet: - Effektivt nyttjande av ekonomiska resurser. - Låga priser till slutkund, vilket möjliggörs genom god konkurrens. - Skalbarhet/flexibilitet, det vill säga möjligheten att ansluta fler kunder till fibernätet vid ett senare tillfälle. Ekologisk hållbarhet: - Effektivt nyttjande av materiella resurser. - Begränsat grävarbete i området. Social hållbarhet: - Fiberutbyggnaden omfattar alla områden oavsett socioekonomisk status. - Kunder har valmöjlighet vad gäller tjänsteleverantör.
Risker och möjligheter	Risker och möjligheter för kommunorganisationen som följer av varje alternativ.

5.3 Kommunen som nätägare

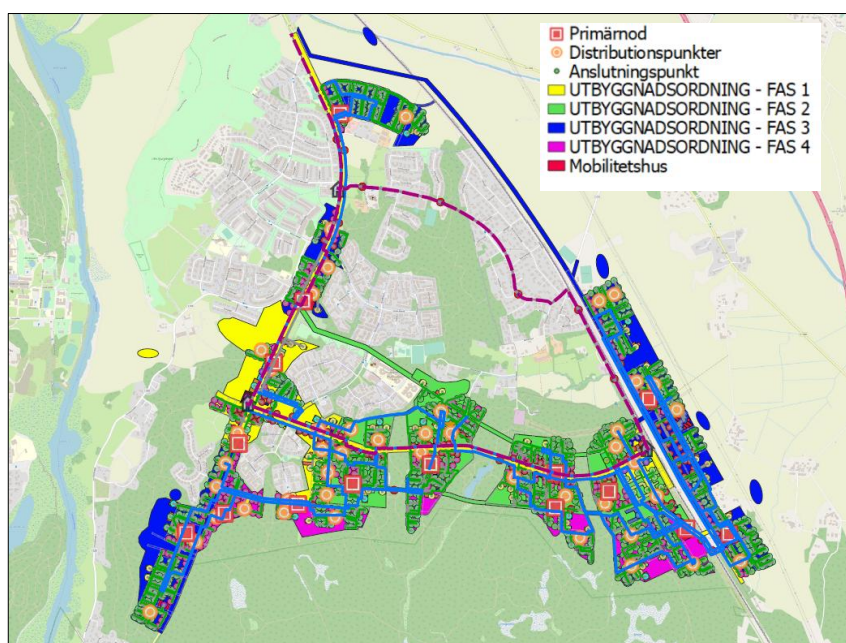
Alternativet innebär att Uppsala kommun anlägger ett passivt fibernät i de sydöstra stadsdelarna, så kallad svartfiber. Kommunen antar rollen som nätägare och behöver därmed ta det ansvar som nätägare åläggs enligt lag (se avsnitt 2.5). Kommunen ansvarar för att äga, förvalta, driva och underhålla svartfibernätet. Kommunens nät måste vid några punkter koppla upp sig mot någon annan nätägars nationella fibernät, men vilken nätägare detta skulle vara eller villkoren för en sådan uppkoppling är inte utrett.

Kommunen anlägger initialt fibernät i ett huvudstråk enligt Figur 5, mellan den västra stadsdelsnoden och den östra stadsnoden samt längs en parallell sträcka längre norrut. Nätets huvudstråk anläggs i ringstruktur för att skapa redundans på områdesnivå. Kommunen antas lägga tre kanalisationsrör med svartfiber i huvudstråket. Därefter anläggs nät fram till fastighetsgräns i en utbredning som illustreras i Figur 6.



Figur 5. Schematisk skiss över fibernätets huvudstråk

Det passiva nätet omfattar kanalisation, fiberledningar, utrymmen för noder samt brunnar/kopplingsskåp vid fastighetsgräns.



Figur 6. Möjlig utbredning för ett kommunalt fibernät i de sydöstra stadsdelarna (Ramboll, 2023).

Samtidigt förväntas kommersiella nätägare också anlägga parallella fibernät i området. Det innebär att kommunens nät inte kommer att ansluta hela kundunderlaget. Denna utvärdering utgår från att kommunen uppnår en marknadsandel på 20 procent av alla kunder. Antagandet baseras på att det kommer att finnas minst tre nätägare i området. Kommunen kan inte förväntas ta en lika stor marknadsandel som stora kommersiella nätägare då dessa redan har etablerade varumärken och relationer eller avtal med kunder, exempelvis ramavtal med byggaktörer. Enligt avsnitt 2.4 är Global Connects nuvarande marknadsandel 52 procent och Telias 36 procent i Uppsala kommungeografiska område. Övriga åtta aktörer på marknaden i Uppsala kommun har tillsammans inte mer än 12 procent.

Eftersom konkurrensen i området bedöms vara hög kan kommunen inte förvänta sig att kunna ta ut anslutningsavgifter. Kommunen behöver teckna avtal med en eller flera kommunikationsoperatörer för att sköta den aktiva nivån i fibernätet (se avsnitt 2.1). Kommunikationsoperatörerna betalar en nätavgift till nätägaren. Uppsala kommun antas kunna ta ut marknadsmässiga nätavgifter i området. Antaganden kring anslutningsavgifter och nätavgifter baseras på information från likvärdiga nätägare, och kalkylen nedan utgår från ett genomsnitt av de avgifter som angivits. Uppgifterna är emellertid ungefärliga eftersom nätbolagen inte anger exakta avgiftsnivåer. Dessa kan dessutom variera kraftigt mellan områden med stor och liten konkurrens. Den aktör som kan tillhandahålla de mest kostnadseffektiva lösningarna är den som kan förväntas få flest affärer, det vill säga flest kunder.

Ungefärliga avgiftsnivåer från nätägare till kommunikationsoperatör:

Villor	165 kr/mån
Flerfamiljshus:	2000 kr/mån
Företag:	1250 kr/mån
Offentlig förvaltning:	1250 kr/mån

Organisation

Kommunen antas bilda ett kommunalt bolag för fibernätverksamheten, nischat för upplåtelse och drift av passiv fiber. Initialt krävs en relativt omfattande organisation för att bygga upp ett nytt fibernät. Storleken på organisationen som antas inom förstudien baseras på information från likvärdiga fibernätägare. Med ledning av bemanningen i andra kommunalt ägda nätbolag kommer åtminstone följande funktioner att behöva fyllas:

- Projektledning/VD: 0,5 heltidstjänst
- Upphandling och samordning av fiberdragning: 2 heltidstjänster
- Installatörer/tekniker: 2 heltidstjänster
- Bokföring och administration: 1 heltidstjänst
- Säljare: 1 heltidstjänst
- Jurist: 0,5 heltidstjänst

Sammanlagt krävs åtminstone 7 heltidstjänster under nätets uppbyggnadsfas. Då nätet är fullt utbyggt och går in i driftsfas kan två heltidstjänster utgå (upphandling och samordning). Organisationens behöver också IT-system med kartfunktion för att dokumentera ledningar och övervaka nätet. Detta är under förutsättning att nätet ska

leverera marknadsmässig kvalitet och redundans. Kvalitetsnivåer utöver det innebär ytterligare kostnader.

Affärsanalys för utbyggnadstakt från den fördjupade översiktsplanen

Antaganden:

- Utbyggnadstakt enligt den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna (Uppsala kommun, 2021)
- 100 % lånefinansiering
- Låneränta 4,5 %
- Diskonteringsränta 7,5 %
- Drifts- och underhållskostnader för fibernätet inkluderar endast personalkostnader eftersom materialkostnaderna i sammanhanget är små.
- Anläggningens ekonomiska livslängd är 30 år. Därför har intäkter, kostnader och avskrivningar samma tidsperspektiv. Investeringarna förväntas emellertid vara klara 2050.

*Ekonomiska indikationer för kommunen, kronor
(för detaljer se Bilaga 2: Budget fiberoptik, scenario FÖP)*

Nettonuvärde Rörelseresultat	22 745 110
Diskonteringsfaktor	7,5%
Totala investeringar 2033–2050, kr	28 166 890
Antal meter fiber	44 497
Kostnad per meter, kr	633
Break even, år	2040
Ägartillskott till break even	-25 506 236
Totala intäkter 2033–2063	391 874 682
Totala rörelsekostnader 2033–2063	142 000 000
Totala avskrivningar 2033–2063	22 965 505
Totalt rörelseresultat 2033–2063	226 909 177

Vilken utbyggnadstakt och omfattning som kan uppnås för de sydöstra stadsdelarna är osäkert. En beräkning av ekonomiska indikationer för halverad utbyggnadstakt i området presenteras därför i känslighetsanalysen, se avsnitt 6.1.

Robust och säker infrastruktur

Genom att anlägga och äga ett passivt fibernät behöver kommunen leva upp till de lagkrav som ställs på nätägare. Enligt avsnitt 2.5 ställer exempelvis Post- och telestyrelsens driftsäkerhetsföreskrifter (PTSFS 2022:11) krav på reservkraft och redundans. I vilken utsträckning som kommunens nät lever upp till lagkrav, och i vilken utsträckning kommunen lyckas anlägga ett konkurrenskraftigt nät till en konkurrenskraftig kostnad, är helt och hållet beroende av att anställd eller inhyrd personal har rätt kompetens.

Nätet anläggs i ringstruktur vilket ger redundans på områdesnivå. Kommunens passiva fibernät kommer behöva anlägga noder i området, vilket inte alla andra nätägare är tvungna att göra då de redan har befintliga säkra noder på andra ställen i Uppsala. Ju fler noder ett nät har i ett område, desto fler utsatta objekt vilket ökar risken för intrång, sabotage och fel.

Kommunen får rådighet över robusthet, redundans och säkerhet i det kommunägda fibernätet men inte över övriga fibernät i området.

Hållbarhet och resurseffektivitet

- **Ekonomisk hållbarhet:**
 - Att kommunen anlägger ett passivt fibernät bedöms inte vara ett effektivt nyttjande av ekonomiska resurser givet att andra nätägare kommer att etablera fibernät i området. Fiberutbyggnad kommer att säkerställas utan kommunens inblandning.
 - Dock innebär en kommunal etablering att det finns fler nätägare inom den lokala fibermarknaden, vilket gynnar konkurrensen och kan innebära lägre priser till slutkund.
 - Därtill kan kommunens passiva fibernät underlätta skalbarhet i systemet om övriga nätägare exempelvis skulle missbedöma framtida kapacitetsbehov vid anläggning av fibernätet.
- **Ekologisk hållbarhet:** Om kommunen lägger ett parallellt nätverk intill övriga nätägars nät ökar storleken på det schaktarbete som behövs samt mängden kanalisation och ledningar i marken, vilket har en negativ inverkan på miljön.
- **Social hållbarhet:** Att kommunen anlägger fibernät möjliggör att även fiberutbyggnaden till socioekonomiskt svaga områden kan konkurrensutsättas. Emellertid är det inte säkert att någon annan nätägare väljer att anlägga fibernät till sådana fastigheter om kommunen gör det. Dessutom brukar fastighetsägarna kräva en stor del av intäkterna från sådana uppkopplingar, vilket kan äventyra affären för kommunen.

Risker och möjligheter

Risker

- Att anlägga ett passivt fibernät på spekulation innebär en ekonomisk risk för kommunen på grund av osäkerhet kring marknadsandelar och avgiftsnivåer. En marknadsandel på 20 procent för kommunen förefaller optimistisk, och risken för att marknadsandelen blir mindre är inte obetydlig.
- Det finns en risk att utbyggnadstakten i de sydöstra stadsdelarna blir lägre än vad den fördjupade översiktsplanen anger.
- Ett kommunägt passivt fibernät innebär även en organisatorisk risk eftersom kommunens fibernät kanske inte generar tillräcklig lönsamhet. Kommunen riskerar i förlängningen att äga ett bolag som bedriver en olönsam verksamhet med årliga underskott.
- Det finns en risk att det kommer att vara svårt för ett så litet kommunalt fiberbolag att attrahera rätt kompetens (kan möjligen lösas genom att nödvändig kompetens hyrs in).
- Framtida lagförändringar och regleringar av nätägare kan ändra förutsättningarna till kommunens nackdel.

Möjligheter

- Att kommunen anlägger ett passivt fibernät kan skapa bättre förutsättningar för konkurrens vilket kan ge lägre priser för slutkunderna.
- Kommunen slipper förlita sig på att marknadens aktörer och gällande regelverk erbjuder slutkunderna robust fiber till för slutkunderna konkurrenskraftiga priser.

- Om ett annat fibernät i området skulle säljas till en tvivelaktig aktör kan kommunens nät utgöra ett alternativ för denne nätägares kunder.

5.3.1 Slutsatser kring rollen kommunen som nätägare

Kommunens fibernät kommer att utsättas för konkurrens av starka marknadsaktörer i de sydöstra stadsdelarna. Bedömningen är att dessa aktörer kommer att etablera fibernät i området oavsett om kommunen anlägger ett nät eller inte.

Samhället blir alltmer beroende av tillförlitlig datakommunikation vilket ställer krav på säkra och robusta nät och i vissa fall också redundant fiberanslutning. Medvetenheten kring säkerhetsfrågorna blir allt större och branschen såväl som lagstiftare och reglerande myndigheter uppdaterar kontinuerligt sina rekommendationer och regelverk. Kommersiella nätägare är beroende av att kunna erbjuda den redundans och säkerhet som deras kunder efterfrågar. Därför har de byggt upp organisation och etablerade rutiner för att säkerställa tillräcklig och kostnadseffektiv redundans, robusthet och säkerhet i sina nät. Givet att Uppsala kommun i dagsläget saknar kompetens och erfarenhet inom området kommer det att vara en utmaning att bygga upp en organisation med rutiner som kan ge lika bra garantier för redundans, säkerhet och kostnadseffektivitet som etablerade nätägare.

Många av de befintliga kommunalt ägda stadsnäten etablerades för 25–30 år sedan på basen av tydlig och stabil politisk styrning och strategiska drivkrafter för att säkerställa utbyggnad av fibernät i kommungeografin. Idag är situationen en annan då fibernäten i stadsnära områden är väl utbyggda och marknaden innehåller väletablerade aktörer i konkurrens. Mycket få kommuner som inte har stadsnätsverksamhet kvar från fiberoptikens tidiga utbyggnadsår har valt att etablera helt nya stadsnät. Tvärtom har flera stadsnät sålts till kommersiella aktörer.

En del kommuner ser det som en samhällsnytta att ha rådighet över digital infrastruktur ur krisberedskapssynpunkt. Att Uppsala kommun etablerar ett fibernätverk innebär dock inte att kommunen automatiskt kommer att nå samtliga slutkunder i de sydöstra stadsdelarna eftersom kommunens marknadsandel inte kommer att uppgå till 100 %. Kommunen kan inte förhindra konkurrens om slutkunderna och det finns heller inget annat sätt för kommunen att uppnå full rådighet över den digitala infrastrukturen.

Att anlägga ett heltäckande fibernätverk fram till fastighetsgräns i de sydöstra stadsdelarna i enlighet med den fördjupade översiktsplanen skulle innebära en investering på 25–30 miljoner kronor. Till det tillkommer driftkostnader, i huvudsak bestående av personalkostnader. Med den utbyggnadstakt som anges i den fördjupade översiktsplanen kommer investeringen i ett passivt fibernätverk över en 30-årsperiod ge ett positivt nettonuvärde med en diskonteringsränta på 7,5 % och med rådande nätagifter och anläggningskostnader. Tidpunkten då intäkter och kostnader är lika stora (break even) uppnås år 2040. Kommunen behöver därmed ligga ute med finansiering under flera år fram till dess att anläggningen börjar leverera positivt rörelseresultat. Med en halverad utbyggnadstakt kommer även rörelseresultatet att vara negativt, vilket tydliggörs i känslighetsanalysen i avsnitt 6.1.

De nyttor som ett kommunägt fibernät skulle kunna medföra är förbättrade möjligheter till konkurrens i området och skalbarhet i den digitala infrastrukturen.

Alternativet för kommunen att gå in i en nätägarroll bedöms föra med sig ekonomiska och organisatoriska risker för kommunorganisationen. Dessa bedöms överväga de eventuella nyttor som rollen kan medföra.

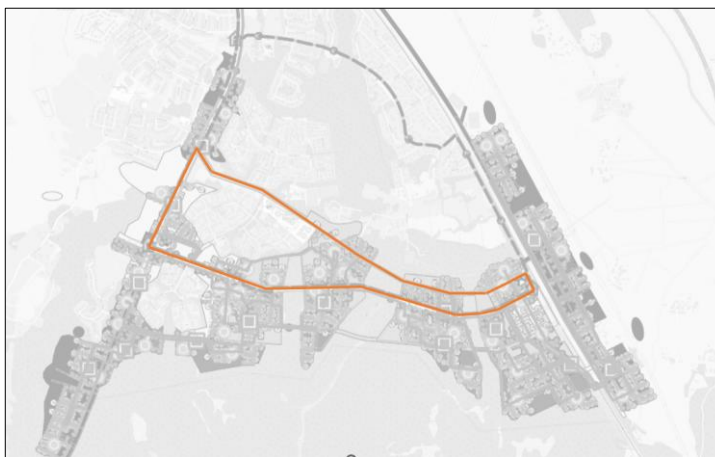
5.4 Kommunen anlägger kanalisation

Alternativet innebär att kommunen anlägger kanalisation i utvalda stråk för att underlätta för kommersiella nätägare att senare anlägga fibernät. Kommunen säljer denna kanalisation till nätägarna, men behöver äga den fram tills en aktör köpt den.

Den samlade erfarenheten från dialoger inom förstudien är att det är svårt att skapa en affär genom att upplåta och sälja kanalisation till ledningsägare, bland annat på grund av att ledningsägarna har specifika preferenser kring vilken kanalisation de vill använda sig av. Att upplåta kanalisation bedöms inom denna utvärdering vara uteslutet på grund av den affärsrisk och de administrativa och avtalsmässiga åtaganden som det innebär. Att sälja kanalisation kan vara möjligt om den anpassas efter de tänkta köparnas specifikationer redan från början.

Kommunen bör endast överväga att anlägga och sälja kanalisation om nätägarna inte själva kan bekosta tidig kanalisation i vissa stråk, exempelvis på grund av att det dröjer alltför lång tid innan de kommer att ha kunder i området. Om förläggning av övriga ledningsslag sker i ett tidigt skede för en viss sträcka och fibernätägarna är ovilliga att anlägga kanalisation vid den tidpunkten kommer fiberledningar inte att kunna samförläggas med de andra ledningsslagen. Det ger en risk för att grävarbete kommer att uppstå senare. Det är enbart i dessa fall som kommunen bör anlägga kanalisation som senare säljs till nätägarna.

Kommunen behöver säkerställa tidig och kontinuerlig dialog med nätägare för att identifiera hur de vill anlägga fibernätet och i vilka sträckor som kanalisation bör anläggas. Kommunen tillgodoser nätägarnas preferenser vad gäller val av kanalisationsrör och sträckning för att öka möjligheterna att kanalisationen används. För att kunna göra en beräkning av möjlig omfattning och kostnader inom denna utvärdering antas att kommunen initialt anlägger kanalisation enligt skiss i Figur 7, med möjlighet att i senare skede besluta om att även anlägga kanalisation hela vägen ut till slutkunderna.



Figur 7. Schematisk skiss där utvalda stråk för anläggning av kanalisation är markerade i orange.

Kanalisation anläggs av kommunen längs boulevarden, mellan den västra stadsdelsnoden och den östra stadsnoden. För att åstadkomma redundans på områdesnivå anläggs också kanalisation längs en parallell sträcka längre norrut. Totalt uppgår sträckan till 6 900 meter och motsvarar sträckan för huvudstråk i avsnitt 5.3. Kommunen antas anlägga sex kanalisationsrör längs denna sträcka, som alla säljs till olika nätägare i ett senare skede.

Organisation

Kommunen behöver ålägga en del av förvaltningsorganisationen att ansvara för kanaliseringen under den tid som kommunen har den i sin ägo samt ansvara för dokumentation och avtal. Initialt krävs också en organisation för att anlägga kanaliseringen. Åtminstone följande funktioner behöver fyllas:

- Upphandling och samordning av kanalisationsdragningen: 1 heltidstjänst
- Installatörer/tekniker: 1 heltidstjänst
- Bokföring och administration: 1 heltidstjänst

Sammanlagt krävs åtminstone 3 heltidstjänster under kanaliseringens uppbyggnadsfas. I driftsfasen kan en heltidstjänst utgå (upphandling och samordning) och då alla kanalisationer är avyttrade kan resterande organisation utgå. Organisationen behöver också IT-system med kartfunktion för att dokumentera kanaliseringen.

Affärsanalys

Antaganden:

- Det behövs motsvarande tre heltidstjänster i två år för att anlägga kanalisation enligt Figur 7 och sälja den.
- Investeringen är helt lånefinansierad och förvärvaren tar över lånen vid förvärvet.
- Försäljningsintäkten motsvarar rörelsekostnaden.

*Ekonomiska indikationer för kommunen, kronor
(för detaljer se Bilaga 2: Budget fiberoptik, kanalisation)*

Totala investeringar 2033	6 175 000
Antal meter kanalisationsstråk	6 900
Kostnad per meter	895
Försäljningsintäkt 2033	6 000 000
Totala rörelsekostnader 2026–2050	6 000 000
Totala avskrivningar 2026–2050	0
Totalt rörelseresultat 2026–2050	0

Robust och säker infrastruktur

Möjligheten att fibernätet i området blir säkert och robust bedöms som god. De samtal med olika aktörer på marknaden som hållits inom ramen för denna förstudie ger kommunen anledning att lita på att kommersiella nätägare lever upp till lagstiftningens krav på säkerhet och robusthet. Redundans och geografisk åtskillnad av ledningar kommer att erhållas till de kunder som efterfrågar det. Utöver lagstiftning och kundkrav finns också en tydlig branschstandard för robust fiber (Robust fiber, u.å.), vilken följs av marknadens aktörer.

Eftersom de fiberaktörer som redan har nät i närheten av området finns på delvis olika ställen och bygger sina nät olika kommer de i praktiken inte att leverera redundans på exakt samma sätt. Det är bra för redundansen som helhet men innebär också att den svårigen kan planeras för av någon utomstående på förhand.

Kommunen får inte rådighet över fiberinfrastruktur inom området, men får delvis rådighet över kanaliseringen under utvecklingsfasen. Kommunen kan inte anses få full rådighet över kanaliseringens placering eftersom den anläggs enligt nätägarnas preferenser.

Hållbarhet och resurseffektivitet

- **Ekonomisk hållbarhet:**
 - Kommersiella nätägare sköter utbyggnaden. De behöver agera så kostnadseffektivt som möjligt för att kunna hålla nere kostnader och därmed attrahera kunder.
 - Att kommunens kanalisering används av nätägarna för att möjliggöra fiberutbyggnad innebär ett effektivt nyttjande av ekonomiska resurser givet att grävarbeten i senare skeden skulle innebära ökade kostnader både för nätägarna och för kommunen. Att gräva upp en färdigställd gata innebär förslitningar på väginfrastrukturen som i förlängningen är fördyrande för kommunen.
 - Om en nätägare tidigt anlägger fibernät i de sydöstra stadsdelarna finns det en risk att andra nätägare avstår från att anlägga parallella fibernät då de kan förvänta sig att ansluta en mindre andel av områdets slutkunder. Den första nätägaren kan redan ha bundit upp en övervägande majoritet av kunderna genom att vara först i området. Om kommunen anlägger kanalisering som kan säljas till andra nätägare till en lägre kostnad än vad ett nytt schaktarbete hade kostat kan kommunen bidra till ökad konkurrens på marknaden, vilket kan gynna prisbilden för slutkunder.
 - Det är oklart hur skalbart fibernätet blir, men de kommersiella nätägarna bedöms ha god förmåga att bedöma framtida behov.
- **Ekologisk hållbarhet:**
 - Att kommersiella nätägare anlägger fibernätet bedöms vara ett effektivt nyttjande av materiella resurser givet att nätet dimensioneras rätt.
 - Framtida grävarbeten kan minska om kommunen lyckas med att anlägga kanaliseringen på ett sätt som är attraktivt för nätägarna.
- **Social hållbarhet:** Fiberutbyggnaden till socioekonomiskt svagare områden konkurrensutsätts kanske inte, vilket innebär att kunderna i dessa områden kan få begränsade valmöjligheter vad gäller tjänsteleverantörer. Detta avgörs emellertid främst av fastighetsägaren.

Risker och möjligheter

Risker

- Kommunen tar en ekonomisk risk om kanaliseringen anläggs utan att det finns avtal med någon nätägare om att de ska köpa kanaliseringen i ett senare skede.
- Oklarheter kring när, till vem och till vilken värdering kommunen ska sälja kanaliseringen.
- Kommunen kommer att ha begränsad kontroll över var fibernätverket är anlagt om kommunen inte anlägger kanalisering hela vägen fram till slutkund. Detta antas dock inte få stora konsekvenser.
- Det finns en risk att andra fiberaktörer vill anlägga egen kanalisering trots att kommunen anlägger kanalisering.

Möjligheter

- Kommunen minskar risken för framtida grävarbeten i boulevarden.
- Fler aktörer som äger kanalisation ger fler alternativ för slutkunderna och bidrar till ökad kapacitet och möjlighet till konkurrens i infrastrukturen som helhet.
- Ger kommunen möjlighet att anlägga ett eget fibernät i den egna kanalisationen om behov skulle uppstå.

5.4.1 Slutsatser kring rollen kommunen anlägger kanalisation

Uppsala kommun har tidigare anlagt egen kanalisation för ledningsdragning, vilket inte givit förväntat resultat utan snarare negativa erfarenheter (se avsnitt 4.2.1). Även andra aktörer vittnar om svårigheter att anlägga, hålla ordning på och lyckas upplåta eller sälja kanalisation till ledningsägare. Det finns en risk att kanalisationen förstörs eller att kommunen med tiden tappar kunskap om var kanalisationen är belägen. För att hantera den risken behöver relationshandlingar upprättas som visar var kanalisationen finns, och dessa handlingar behöver omhändertas av en organisation.

Att kommunen anlägger kanalisation innebär ett ekonomiskt risktagande då kommunen inte kan vara säker på att kunna sälja kanalisationen till nätägare om inte avtal upprättas. De möjliga nyttor som kommunal kanalisation skulle kunna medföra är minskat grävarbete i efterhand och förbättrade möjligheter till konkurrens i området.

Att anlägga kanalisation bör enbart komma i fråga om nätägarna inte är beredda att bekosta kanalisationen i vissa sträckor. En möjlig sådan sträcka är boulevarden som förbinder den västra stadsdelsnoden och den östra stadsnoden eftersom kundunderlaget i den östra stadsnoden kommer på plats cirka tre år efter byggnationen i de västra delarna påbörjats. Då boulevarden byggs i etapper förefaller det dock mycket sannolikt att ledningsägarna har stora möjligheter att gå med i samförläggning. Det finns möjlighet att anlägga kanalisation och ledningar i boulevarden så sent som år 2033/2034, vilket är i samma tidsperiod som verksamheterna i den östra stadsnoden ska öppna. Sannolikheten att kommunen skulle behöva anlägga kanalisation framstår därför som liten.

Kommunens befintliga processer för ledningssamordning och samförläggning är väl etablerade. Det finns fibernätägare i området som är vana vid att samarbeta med kommunen kring ledningssamordning och samförläggning med andra ledningsslag. De nätägare som vill gräva i efterhand behöver betala en högre kostnad än vad samförläggningen innebär. Därför är det mycket sannolikt att nätägarna deltar i ledningssamordning och samförläggning i de sydöstra stadsdelarna.

Baserat på erfarenhet från Uppsala kommun och andra aktörer är det utmanande att realisera detta alternativ. Risken för att kanalisationen inte kommer att användas av marknadsaktörerna överväger de möjliga fördelarna.

5.5 Kommunen behåller nuvarande roll

Alternativet innebär att kommersiella nätägare anlägger fibernät i de sydöstra stadsdelarna. Kommunen antar samma roll som idag genom att säkerställa tidig och kontinuerlig dialog med ledningsägare inom de kommunala anläggningsarbeten som ska genomföras i området, vilket antas resultera i att fiberledningarna samförläggs med andra ledningsslag.

Organisation

Inga behov av förändring i kommunorganisationen.

Affärsanalys

Inga ekonomiska åtaganden för kommunorganisationen.

Robust och säker infrastruktur

Samma situation som i avsnitt 5.4: Möjligheten att fibernätet i området blir säkert och robust bedöms som god. De samtal med olika aktörer på marknaden som hållits inom ramen för denna förstudie ger kommunen anledning att lita på att kommersiella nätägare lever upp till lagstiftningens krav på säkerhet och robusthet. Redundans och geografisk åtskillnad av ledningar kommer att erhållas till de kunder som efterfrågar det. Utöver lagstiftning och kundkrav finns också en tydlig branschstandard för robust fiber (Robust fiber, u.å.), vilken följs av marknadens aktörer.

Eftersom de fiberaktörer som redan har nät i närheten av området finns på delvis olika ställen och bygger sina nät olika kommer de i praktiken inte att leverera redundans på exakt samma sätt. Det är bra för redundansen som helhet men innebär också att den svårigen kan planeras för av någon utomstående på förhand.

Hållbarhet och resurseffektivitet

- **Ekonomisk hållbarhet:**
 - Kommersiella nätägare sköter utbyggnaden. De behöver agera så kostnadseffektivt som möjligt för att kunna hålla nere kostnader och därmed erbjuda konkurrenskraftiga priser.
 - Om en nätägare tidigt anlägger fibernät i de sydöstra stadsdelarna finns det en risk att andra nätägare avstår från att anlägga parallella nät då de kan förvänta sig att ansluta en mindre andel av områdets slutkunder. Den första nätägaren kan redan ha bundit upp en övervägande majoritet av kunderna genom att vara först i området. Detta missgynnar konkurrensen, vilket kan påverka prisbilden för slutkunderna.
 - Det är oklart hur skalbart fibernätet blir, men de kommersiella nätägarna bedöms ha god förmåga att bedöma framtida behov.
- **Ekologisk hållbarhet:**
 - Att kommersiella nätägare anlägger fibernätet bedöms vara ett effektivt nyttjande av materiella resurser givet att nätet dimensioneras rätt.
 - Det finns en risk för tillkommande grävarbeten om nätägarna inte investerar i tillräckligt stor kapacitet från början.
- **Social hållbarhet:** Fiberutbyggnaden till socioekonomiskt svagare områden konkurrensutsätts kanske inte, vilket innebär att kunderna i dessa områden kan få begränsade valmöjligheter vad gäller tjänsteleverantörer. Detta avgörs emellertid främst av fastighetsägaren.

Risker och möjligheter

Risker

- Det finns en risk att konkurrensen blir begränsad i området, men Post- och telestyrelsen reglerar allt strängare vilka priser nätägare med en dominerande ställning på marknaden får ta ut.
- Det finns en risk för tillkommande grävarbeten efter det att gatunätet är etablerat.
- Det finns en risk att den nätägare som äger fibernät och/eller kanalisation i området kan säljas till en tvivelaktig aktör någon gång i framtiden.
- Risk för inlåsning hos hyresrätter: Det finns erfarenheter från andra områden där hyresrätter blir låsta till en specifik tjänsteleverantör genom avtal.

Möjligheter

- Rollen är den minst kostsamma för kommunen och innebär minst ekonomisk risk.
- Rollen är organisatoriskt enkel för kommunen.
- Rollen följer kommunens nuvarande inriktning att kommersiella nätägare ansvarar för utbyggnad av fibernät.

5.5.1 Slutsatser kring kommunen behåller nuvarande roll

Inom Uppsala kommun anläggs fibernäten idag av kommersiella nätägare. Åtminstone två nationellt aktiva nätägare har fibernätverk i anslutning till de sydöstra stadsdelarna och bedöms ha intresse för att anlägga fibernät i området.

Kommunen har anledning att lita till nätägarnas möjligheter att upprätthålla säkra och robusta nät. Därtill förväntas de företag som etablerar sig i den östra stadsnoden vid den nya järnvägsstationen ställa höga krav på redundans och säkerhet för sin fiberanslutning, varför det finns anledning att tro att nätägarna kommer att erbjuda detta.

För att säkerställa sund konkurrens på marknaden och minska risken för grävarbete i efterhand behöver kommunen erbjuda samtliga ledningsägare möjlighet till samförläggning inom kommunala anläggningsprojekt. Detta kommer att ställa krav på kommunens samordning och kommunikation. Samordningen behöver ske i synnerligen god tid. Den kommunala organisationen är medveten om de utmaningar detta innebär.

De fibernätägare som finns i områdets närhet är vana vid att samarbeta med kommunen kring samförläggning. Möjligheterna bedöms som goda för nätägarna att delta i ledningssamordning och samförläggning inom hela området, också längs med boulevarden, enligt samma resonemang som anges i avsnitt 5.4.1.

Uppsala kommuns nuvarande roll och fibermarknaden i Uppsala bedöms vara fungerande. Därmed blir slutsatsen att kommunen bör behålla samma roll som i dagsläget i den framtida fibermarknaden för de sydöstra stadsdelarna.

6 Rekommendationer

Givet förstudiens syfte och avgränsning är rekommendationen att Uppsala kommun behåller sin nuvarande roll vid utbyggnaden av fibernäten i de sydöstra stadsdelarna och överlåter på marknadens aktörer att utveckla dem.

Mot bakgrund av föregående kapitel kan det konstateras att det finns anledning för Uppsala kommun att ha tillit till kommersiella nätägare och att de krav som ställs på dem från lagstiftning och kunder säkerställer tillfredsställande säkerhet, robusthet, redundans, konkurrens och priseffektivitet i nätet.

De ekonomiska och organisatoriska riskerna för kommunen att anlägga ett passivt fibernät i konkurrens med kommersiella nätägare överstiger de eventuella fördelar som skulle kunna följa av att kommunen tar en fibernätägarroll.

De konkurrens- och miljömässiga fördelarna med att anlägga kanalisation i vissa sträckor aktualiseras endast om de kommersiella nätägarna inte vill anlägga sina kanalisationer när gatunätet färdigställs, exempelvis längs med boulevarden.

Det finns nationella fibernätägare i geografisk närhet kring de sydöstra stadsdelarna. Om kommunen i god tid bjuder in samtliga marknadens nätägare och samordnar utbyggnaden med dem bedöms sannolikheten som stor att några av dem kommer att etablera fibernät i de nya stadsdelarna, och också att de kommer att delta i samförläggning av ledningar. Kommunen bör däremot underlätta för fibermarknadens aktörer att etablera robusta och säkra fibernätverk i de sydöstra stadsdelarna genom att bjuda dessa till informations- och dialogmöte redan under 2024, företrädesvis samtidigt som övriga ledningsägare sammankallas och därefter bibehålla en nära dialog med dem.

6.1 Känslighetsanalys

Ett sviktande konjunkturläge och andra omvärldsfaktorer kan medföra att utbyggnaden i de sydöstra stadsdelarna blir mindre omfattande än indikerat i den fördjupade översiktsplanen. Enligt Uppsala kommuns översiktsplan 2016 beräknas exempelvis bara 10 000 nya bostäder byggas inom de sydöstra stadsdelarna. Om detta scenario skulle bli verklighet samtidigt som färre verksamheter etableras nära järnväg och inom verksamhetsområdet är behovet av fibernät mindre omfattande vad gäller antal kundanslutningar. Sannolikt kommer området dock fortfarande att innehålla en variation av kundtyper med olika behov av fiberanslutning.

En annan möjlig utveckling är att området byggs ut i samma omfattning men att utbyggnadstakten blir lägre. Detta skulle kunna innebära att utbyggnaden genomförs ända fram till år 2080 – 2090. Ett sådant scenario innebär ökad ekonomisk risk för kommunorganisationen i de alternativ där kommunen anlägger ett fibernät eller kanalisation eftersom nätets och kanalisationens uppbyggnadsfas kommer att kvarstå under en längre tid. Detta innebär högre kostnader för kommunen avseende personal och organisation, och att det tar längre tid innan intäkter och kostnader är lika stora.

För att kvantifiera den ökade ekonomiska risken som en halverad utbyggnadstakt kan medföra har ytterligare en affärsanalys genomförts avseende ett kommunägt fibernät med justerad utbyggnadstakt. Utöver utbyggnadstakten följer affärsanalysen samma förutsättningar som i avsnitt 5.3, exempelvis vad gäller nätets utbredning och investeringar.

Affärsanalys för kommunägt fibernät, halverad utbyggnadstakt jämfört med fördjupad översiktsplan

Antaganden:

- Hälften så snabb utbyggnadstakt som den fördjupade översiktsplanen
- 100 % lånefinansiering
- Låneränta 4,5 %
- Diskonteringsränta 7,5 %
- Drifts- och underhållskostnader för fibernätet inkluderar endast personalkostnader eftersom materialkostnaderna i sammanhanget är små.
- Anläggningens ekonomiska livslängd är 30 år. Därför har intäkter, kostnader och avskrivningar samma tidsperspektiv. För jämförbarhet med affärsanalysen i avsnitt 5.3 omfattas investeringar för tidsperioden 2033–2050 även om området inte är fullt utbyggt vid 2050.

*Ekonomiska indikationer för kommunen, kronor
(för detaljer se Bilaga 2: Budget fiberoptik, justerat scenario)*

Nettonuvärde Rörelseresultat	-12 163 422
Diskonteringsfaktor	7,5%
Totala investeringar 2033–2050, kr	16 653 863
Antal meter fiber	25 699
Kostnad per meter, kr	648
Break even, år	2049
Ägartillskott till break even	-43 878 453
Totala intäkter 2033–2063	226 011 445
Totala rörelsekostnader 2033–2063	142 000 000
Totala avskrivningar 2033–2063	14 138 851
Totalt rörelseresultat 2033–2063	69 872 594

Rekommendationen att Uppsala kommun bör behålla samma roll som i dagsläget kvarstår om utbyggnaden blir mindre omfattande än planerat och också om utbyggnadstakten i de sydöstra stadsdelarna blir lägre än planerat. Detta eftersom den valda lösningen är den mest flexibla. Det rekommenderade alternativet omfattar löpande dialog med kommersiella fibernätägare vilket ger möjlighet för kommunen att ge kontinuerliga uppdateringar kring utbyggnadsplaner. De kommersiella nätägarna bedöms relativt enkelt kunna anpassa nätets omfattning efter förändrade förutsättningar givet en tidig kommunikation och samordning från kommunens sida.

6.2 Nästa steg för Uppsala kommun

Dialog med marknadsaktörer:

- I förstudien har framkommit att det finns behov av tidig, tydlig och kontinuerlig dialog mellan nätägare inom fibermarknaden och kommunorganisationen för att underlätta utbyggnaden av fibernät i området och samförläggning av ledningar i samband med kommunala anläggningsprojekt. Kommunen bör säkerställa att sådan dialog inleds utan dröjsmål och vara tydlig med avsedd utbyggnadsordning och tidsplaner. Vid förändringar i planer behöver detta kommuniceras till marknaden snarast möjligt.

- Ett första informationsmöte för samtliga ledningsägare som anlägger fibernät i Uppsala kommun bör hållas redan under 2024 för att ge en uppdatering kring planerna för de sydöstra stadsdelarna och processen framåt.

Kommunens interna behov av IT-infrastruktur i de sydöstra stadsdelarna:

- I förstudien har kommunens interna behov av IT-infrastruktur avgränsats. Om kommunen ser ett behov av ett internt passivt fibernät i området finns fortfarande möjligheten till att anlägga ett sådant. Kommunens IT-stab bör därför undersöka behovet och snarast meddela eventuella behov till projektet teknisk försörjning samt föreslå eventuella justeringar i den interna organisationen.

Referenser

- Berg, Anton. & Larsson, Daniel. 2023. *Kommunernas dilemma. En kvalitativ studie om privatiseringen av de svenska stadsnäten*. Handelshögskolan vid Göteborgs universitet.
<https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/75327/H22%20FEK345%20Arkivex%2022%2023%2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EU. 2022. *Europaparlamentets och Rådets direktiv (EU) 2022/2555 av den 14 december 2022. NIS 2-direktivet*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02022L2555-20221227&qid=1711311897000>
- EU-kommissionen. 2023. *Förslag till Europaparlamentets och Rådets förordning om åtgärder för att minska kostnaderna för utbyggnad av gigabitnät för elektronisk kommunikation och om upphävande av direktiv 2014/61/EU (Gigabitinfrastrukturakten)*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/gigabit-infrastructure-act>
- Konkurrensverket. 2020. *Hässleholm får inte vägra privata företag tillgång till mark för att lägga ner fiber*. Pressmeddelande från den 17 december.
<https://www.konkurrensverket.se/informationsmaterial/nyhetsarkiv/hassleholm-far-inte-vagra-privata-foretag-tillgang-till-mark-for-att-lagga-ner-fiber/>
- Post- och telestyrelsen. (2019). *Kommunernas roll på bredbandsmarknaden – en vägledning*.
https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/ovrigt/ovrig-extern-info/pts_brochure_09.pdf
- Post- och telestyrelsen. (2023a). *PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2022*. (Rapportnummer PTS-ER-2023:13).
<https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2023/internet/mtbbk-bredbandskartlaggning/mobiltacknings--och-bredbandskartlaggning-2022.pdf>
- Post- och telestyrelsen. (2023b). *Uppföljning av regeringens bredbandsstrategi 2023*. (Rapportnummer PTS-ER-2023:23).
<https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2023/internet/uppfoljning-av-regeringens-bredbandsstrategi-2023.pdf>
- PTSFS 2022:11. *Post- och telestyrelsens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i nät och tjänster*. Post- och telestyrelsens författningssamling.
https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/foreskrifter/internet/nya-lek/ptsfs-2022_11-om-sakerhet-i-nat-och-tjanster.pdf
- Rala. (2021). *Fibernät i de sydöstra stadsdelarna. Hur kan kommunen agera?*
- Regeringskansliet. (2016). *Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi*.
<https://www.pts.se/globalassets/sverige-helt-uppkopplat-2025-slutlig.pdf>
- Region Uppsala. (2022). *Strategi för digital infrastruktur i Uppsala län 2022–2030*. Antagen av Regionstyrelsen 2022-04-26.
<https://regionuppsala.se/globalassets/samverkanswebben/regional->

[utveckling/samverkan-inom-regional-utveckling/infrastruktur/tga-strategi-for-digital-infrastruktur-i-uppsala-lan.pdf](https://www.regiongav.se/utveckling/samverkan-inom-regional-utveckling/infrastruktur/tga-strategi-for-digital-infrastruktur-i-uppsala-lan.pdf)

Robust fiber. (u.å.) Hämtad 21 mars 2024, från <https://robustfiber.se/>

SFS 2010:900. *Plan- och bygglag*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan-och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/

SFS 2016:534. *Lag om åtgärder för utbyggnad av bredbandsnät*.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2016534-om-atgarder-for-utbyggnad-av_sfs-2016-534/

SFS 2022:482. *Lag om elektronisk kommunikation*.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2022482-om-elektronisk-kommunikation_sfs-2022-482/

Svenska Stadsnätetsföreningen. (u.å.). *Stadsnätetsfakta*. Hämtad 21 mars, 2024, från <https://www.ssnf.org/sveriges-stadsnat/>

Uppsala kommun. (2016). *Översiktsplan 2016 för Uppsala kommun*. Beslutad av kommunfullmäktige den 12 december 2016.
<https://www.uppsala.se/kommun-och-politik/publikationer/2017/oversiktsplan-2016/>

Uppsala kommun. (2018). *Avtal om fyrspårsinvestering i ostkustbanan, spårburen kollektivtrafik på Ultunalänken samt större områden för bostadsbyggande och hållbar stadsutveckling*. Beslutades av kommunfullmäktige 29 januari 2018.

Uppsala kommun. (2020). *Policy för digital transformation*. Beslutad av kommunfullmäktige den 8 juni 2020.
<https://www.uppsala.se/contentassets/998180813dd5470da393aae65529c3b5/policy-for-digital-transformation.pdf>

Uppsala kommun. (2021). *Fördjupad översiktsplan för de sydöstra stadsdelarna*. Beslutad av kommunfullmäktige den 13 december 2021.
<https://www.uppsala.se/kommun-och-politik/publikationer/2021/fordjupad-oversiktsplan-for-de-sydostra-stadsdelarna/>

Uppsala kommun. (2022a). *Kommunfullmäktiges protokoll måndagen den 31 januari 2022. § 17 Uppföljning av program och planer 2021*.
<https://www.uppsala.se/contentassets/67b5c022eef64452bdd1b7dad55f4447/protokoll-kommunfullmaktige-2022-01-31--justerat.pdf>

Uppsala kommun. (2022b). *Miljö- och klimatprogram*. Beslutad av kommunfullmäktige den 30 maj 2022.
<https://www.uppsala.se/contentassets/5d36faebce83404888c3a4677bad5584/miljo--och-klimatprogram.pdf>

Östhammars kommun. (2023, 15 februari). *Försäljning av Östhammars stadsnät*.
<https://www.osthammar.se/sv/nyheter/2023/forsaljning-av-osthammars-stadsnat/>

Bilaga 1: Definitioner och begrepp

Begrepp/definition	Förklaring
Aktiv fiber, upplyst fiber, tänd fiber	En fiberledning som är kopplad till aktiv utrustning. Den aktiva utrustningen utgörs av elektronik som exempelvis switchar och lasrar som skickar information via ljussignaler i fiberledningarna.
Bredband	Bredband är ett samlingsnamn för tekniker för snabb dataöverföring. Ofta skiljer man mellan fast bredband och mobilt bredband. Fast bredband är en anslutning till internet via kabel. Exempel på tekniker för fast bredband är fiber, ADSL/VDSL eller kabel-TV. Mobilt bredband använder sig av mobilnätet för anslutning till internet.
Digitalisering	Övergång till användning och lagring av information i digital form i organisationer och samhälle.
Fibernät	Fibernät är en form av fast bredbandsanslutning för digital kommunikation. Fibernätet består av optiska ledningar och data överförs med hjälp av ljussignaler i fibrerna. Stora mängder data kan överföras i hög hastighet vilket gör att fibernät är den mest kapacitetsstarka digitala infrastrukturen idag.
Fyrspårsavtalet	Fyrspårsavtalet är ett avtal mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala som omfattar ytterligare två tågspår mellan Uppsala och Stockholm, en ny tågstation söder om Bergsbrunna, nya kollektivtrafikstråk och fler bostadsområden i de södra och sydöstra stadsdelarna av Uppsala.
Fördjupad översiktsplan	Fördjupning av översiktsplan är ett planinstrument som är lämpligt att använda för att utreda samband, åtgärder och konsekvenser inom ett mer avgränsat geografiskt område och med betydligt högre detaljeringsgrad, än den kommuntäckande översiktsplanen.
IoT, Internet of Things	Sakernas internet är ett samlingsnamn för de tekniker som gör att vardagsföremål med inbyggd elektronik och internetuppkoppling kan styras eller utbyta data över nätet.
Kanalisation	Kanalisation är de strukturer som ger utrymme och skydd för ledningar: Olika typer av rör med plats för kablar och ledningar.
Kommunikationsoperatör (KO)	Den aktör i fibermarknaden som ansvarar för elektronik och trafik i ett fibernät. KO placerar ut aktiv utrustning i nätet, exempelvis lasrar, tekniska boxar och switchar, som gör att nätet tänds och skickar data och information via nätet.
LEK	Lagen om elektronisk kommunikation
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
Nätägare, fibernätägare	Aktörer som tillhandahåller den fysiska infrastrukturen i form av optiska ledningar, nätnoder och teknikutrymmen genom vilken digital information leds
Operatörsneutralt fibernät, öppet fibernät	Operatörsneutrala fibernät kallas också öppna fibernät och innebär att nätägaren på likvärdiga villkor ger andra aktörer tillgång till fibernätet, exempelvis att flera tjänsteleverantörer kan erbjuda sina tjänster till slutkunderna.
Optisk fiber/ fiberoptisk kabel	En kabel/ledning som innehåller en eller flera optiska fibrer. De optiska fibrerna är mycket tunna trådar gjorda av glas eller plast, med ungefär samma tjocklek som ett hårstrå.
Passiv fiber, svartfiber	Passiv infrastruktur med fiberoptiska kablar utan ansluten utrustning i ändarna som lyser upp kabeln. Därför kallas passiv fiber också svartfiber (den är nedsläckt, alltså ”svart”).

PTS	Post- och telestyrelsen
Redundans	Redundans innebär att det finns en överflödlig mängd av något. Inom teknik och kommunikation används redundans för att säkerställa att det finns backup- eller dubblerade system i händelse av fel eller avbrott. Redundans är en extra förbindelse som löper parallellt med den primära anslutningen. Den utgör backup och tar över om fiberuppkopplingen går ner.
Stadsnät	Ett lokalt begränsat fibernätverk med större utsträckning än exempelvis ett företagsnät, ofta geografiskt avgränsat till en kommun.
Telekom	Telekommunikation, som även kallas telekom, betyder överföring av information över avstånd med hjälp av tekniska hjälpmedel. Det handlar om all form av röst-, data- och videoöverföringar. Det innefattar olika tekniker som telefoni, fiberoptik, satelliter, radio, tv och internet. Det är ett brett begrepp, som kan beskriva en hel bransch.
Tjänsteleverantör	Den aktör i fibernätets värdekedja som erbjuder tjänster till slutkund, exempelvis i form av TV, internet eller telefoni.
Värdenivå	En annan benämning på en del i värdekedjan för fibernät. Sammantaget visar värdenivåerna vilka aktörer som verkar inom fibermarknaden och deras roller.
Översiktsplan	I översiktsplanen beskriver kommunen sin syn på hur den fysiska miljön ska utvecklas på lång sikt. Översiktsplanen ska vara vägledande för hur mark- och vattenområden ska utvecklas och ange grunddragen för användning av mark och bebyggelse i hela kommunen. Varje kommun ska ha en aktuell översiktsplan.
5G mobilnät	Femte generationens mobilnät som tillhandahåller mobilt internet. 5G-nätet förutsätter antenner och master som har en anslutning till ett fibernät.

Bilaga 2: Budget fiberoptik

Antaganden svartfiber

Kostnader (siffror från GPN)		Kr/löpm	
Schakt		30	
Geotextil		20	
Ledningsbädd		40	
Läggning av rör		10	
Markeringsband		4	
Kringfyllnad		50	
Tre rör		150	
TOTALT		304	3
Byggherrepåslag (inkl arbete m stenar och träd etc)	22%		
		371	

Rörelsekostnader	
Skötsel	
Reparationer och (underhåll)	
Försäkringar	
Fastighetsskatt / fastighetsavgift	
Övriga förvaltnings- och rörelsekostnader (Adm)	
Personalkostnader	7 000 000
· Projektledning/VD: 0,5 heltidstjänst	500 000
· Upphandling och samordning av fiberdragning: 2 heltidstjänster	2 000 000
· Installatörer/tekniker: 2 heltidstjänster	2 000 000
· Bokföring och administration: 1 heltidstjänst	1 000 000
· Säljare: 1 heltidstjänst	1 000 000
· Jurist: 0,5 heltidstjänst	500 000
Årslönekostnad per person	1 000 000

Intäkter	
Nätavgifter, kr/mån	
Villor	165 Genomsnitt från Hässleholm Fibernät, Fibra och Götene Fiber
Flerfamiljshus	2 000 Genomsnitt från Hässleholm Fibernät, Fibra och Götene Fiber
Företag	1 250 Genomsnitt från Hässleholm Fibernät, Fibra och Götene Fiber (mycket ungefärlig siffra - beror helt på konkurrenssituationen)
Offentlig förvaltning	1 250 Genomsnitt från Hässleholm Fibernät, Fibra och Götene Fiber (mycket ungefärlig siffra - bygger på antagandet att samma som för företag)
Anslutningsavgifter	0 Eftersom vi kommer att konkurrera med såväl Telia som Global Connect på marknaden är antagandet från dem vi talat med att vi inte kommer kunna ta ut några anslutningsavgifter.

Diverse antaganden	
Kommunens marknadsandel	20%
Byggnation Huvudstråk	2033
Startår distributionsnät	2033
Slutår distrubtionsnät	2050
Antal år distributionsnät	17
Avskrivningstid kanalisation och svartfiber, år	30
Diskonteringsränta	7,5%
Låneränta	4,5%

Investerings svartfiber

[illegible]

*Boulevarden plus grøna VA-ledningen

Justerat Scenario	Varav UK bygger		Kanaler			Brunnar/skåp			Siter			Grävkostnad		Geotextil		Ledningsbådd		Läggning av rör		Fiberoptik		Markeringsband		Kringflytnad		Byggherreplädag		Totalt	
	Meter	% Löpmeter	Antal	Kostnad/m	Total	Antal	Kostnad/st	Total	Antal	Kr/st total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	Pris/m	Total	0%		
Huvudstråk	6 900	100%	6 900	3	50	1 035 000	41	8 000	331 200																				
Federnät	6 731	100%	6 731	3	50	1 009 712	40	8 000	323 108	3	250 000	750 000	30	207 000	20	138 000	40	276 000	10	69 000	50	1 035 000	40	27 600	50	345 000	22%		5 140 836
Primary distribution	18 063	20%	3 613	3	50	541 895	22	8 000	173 406				30	201 942	20	134 628	40	269 256	10	67 314	50	1 009 712	4	26 926	50	336 571	22%		4 122 885
Distribution	42 273	20%	8 455	3	50	1 268 186	51	8 000	405 820				30	108 379	20	72 253	40	144 505	10	36 126	50	541 895	4	14 451	50	180 632	22%		2 212 521
Drop	10 710	0%	0	3	50	0	0	8 000	0				30	253 637	20	169 092	40	338 183	10	84 546	50	1 268 186	4	33 818	50	422 729	22%		5 177 921
TOTAL	84 677		25 699										30	0	20	0	40	0	10	0	50	0	4	0	50	0	22%		16 653 863

Investeringar svartfiber per år

SCENARIO FÖR År		2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	
Huvudstråk*									5 140 836																															
Feeder nät									485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	485 010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Primary distribution									260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	260 297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distribution									609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	609 167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drop									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totalt	0	0	0	0	0	0	0	0	6 495 310	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	1 354 474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akkumulerat	0	0	0	0	0	0	0	0	6 495 310	7 849 784	9 204 257	10 558 731	11 913 205	13 267 679	14 622 152	15 976 626	17 331 100	18 685 574	20 040 047	21 394 521	22 748 995	24 103 469	25 457 942	26 812 416	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	28 166 890	
Avskrivningstid, år	30																																							
Avskrivningar	0	0	0	0	0	0	0	0	216 510	261 659	306 809	351 958	397 107	442 256	487 405	532 554	577 703	622 852	668 002	713 151	758 300	803 449	848 598	893 747	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	
Räntekostnader	0	0	0	0	0	0	0	0	292 289	353 240	414 192	475 143	536 094	597 046	657 997	718 948	779 899	840 851	901 802	962 753	1 023 705	1 084 656	1 145 607	1 206 559	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	
JUSTERAT SCENARIO																																								
År		2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	
Huvudstråk*									5 140 836																															
Feeder nät									242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	242 505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primary distribution									130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	130 148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distribution									304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	304 584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drop									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totalt	0	0	0	0	0	0	0	0	5 818 073	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	6 777 237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akkumulerat	0	0	0	0	0	0	0	0	5 818 073	6 495 310	7 172 547	7 849 784	8 527 020	9 204 257	9 881 494	10 558 731	11 235 968	11 913 205	12 590 442	13 267 679	13 944 915	14 622 152	15 299 389	15 976 626	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	16 653 863	
Avskrivningstid, år	30																																							
Avskrivningar	0	0	0	0	0	0	0	0	193 936	216 510	239 085	261 659	284 234	306 809	329 383	351 958	374 532	397 107	419 681	442 256	464 831	487 405	509 980	532 554	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	
Räntekostnader	0	0	0	0	0	0	0	0	261 813	292 289	322 765	353 240	383 716	414 192	444 667	475 143	505 619	536 094	566 570	597 046	627 521	657 997	688 473	718 948	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424		

Intäkter svartfiber

SCENARIO FÖP

Antal abonnenter (Rala)	Brutto- antal	Anslutnings- grad	Kommunens marknadsandel	Netto	Anslutnings- avgift/enh	Anslutnings- avgift totalt	Nätavgift/ enh	Årsavgift tot	Enheter/år	Anslavg/år	Tillkommande årsavg/år
Villor	6 500	78%	20%	1 014	0	0	1 980	2 007 720	60	0	118 101
Lägenheter (justerat -2400)	16 000	65%	20%	2 080	0	0	0	0	122	0	0
Företag	650	100%	20%	130	0	0	15 000	1 950 000	8	0	114 706
Offentlig förvaltning	125	100%	20%	25	0	0	15 000	375 000	1	0	22 059
Flerfamiljshus	2 325	100%	20%	465	0	0	24 000	11 160 000	27	0	656 471
Totalt						0		15 492 720	218	0	911 336

normalpris ink moms 20 000

Justerat scenario

Antal abonnenter (Rala)	Brutto- antal	Anslutnings- grad	Kommunens marknadsandel	Netto	Anslutnings- avgift/enh	Anslutnings- avgift totalt	Nätavgift/ enh	Årsavgift tot	Enheter/år	Anslavg/år	Tillkommande årsavg/år
Villor	3 250	78%	20%	507	0	0	1 980	1 003 860	30	0	59 051
Lägenheter (justerat -2400)	8 000	65%	20%	1 040	0	0	0	0	61	0	0
Företag	325	100%	20%	65	0	0	15 000	975 000	4	0	57 353
Offentlig förvaltning	63	100%	20%	13	0	0	15 000	187 500	1	0	11 029
Flerfamiljshus	1 163	100%	20%	233	0	0	24 000	5 580 000	14	0	328 235
Totalt						0		7 746 360	109	0	455 668

Intäkter svartfiber per år

Intäkter Scenario FÖP	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063
Tillkommande Årsavgift								911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	911 336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akkumulerat	0	0	0	0	0	0	0	911 336	1 822 673	2 734 009	3 645 346	4 556 682	5 468 019	6 379 355	7 290 692	8 202 028	9 113 365	10 024 701	10 936 038	11 847 374	12 758 711	13 670 047	14 581 384	15 492 720	16 404 056	17 315 393	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	
Andrättningsavgift								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalt								911 336	1 822 673	2 734 009	3 645 346	4 556 682	5 468 019	6 379 355	7 290 692	8 202 028	9 113 365	10 024 701	10 936 038	11 847 374	12 758 711	13 670 047	14 581 384	15 492 720	16 404 056	17 315 393	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	

Avgifter Justerat Scenario	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063
Tillkommande Årsavgift								455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668	455 668
Akkumulerat					0	0	0	455 668	911 336	1 367 005	1 822 673	2 278 341	2 734 009	3 189 678	3 645 346	4 101 014	4 556 682	5 012 351	5 468 019	5 923 687	6 379 355	6 835 024	7 290 692	7 746 360	8 202 028	8 657 696	9 113 365	9 569 033	10 024 701	10 480 369	10 936 038	11 391 706	11 847 374	12 303 042	12 758 711	13 214 379	13 670 047	14 125 715
Andrättningsavgift								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalt					0	0	0	455 668	911 336	1 367 005	1 822 673	2 278 341	2 734 009	3 189 678	3 645 346	4 101 014	4 556 682	5 012 351	5 468 019	5 923 687	6 379 355	6 835 024	7 290 692	7 746 360	8 202 028	8 657 696	9 113 365	9 569 033	10 024 701	10 480 369	10 936 038	11 391 706	11 847 374	12 303 042	12 758 711	13 214 379	13 670 047	14 125 715

Budget svartfiber, scenario FÖP

BUDGET SVARTHEDS SYDÖSTRA STADEN																																							
SCENARIO FÖP	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	
RÖRELSEINÅTÄKTER	0	0	0	0	0	0	911 336	1 822 673	2 734 009	3 645 346	4 556 682	5 468 019	6 379 355	7 290 692	8 202 028	9 113 365	10 024 701	10 936 038	11 847 374	12 758 711	13 670 047	14 581 384	15 492 720	16 404 056	17 315 393	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	
Anslutningsavgifter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arsavgifter	0	0	0	0	0	0	911 336	1 822 673	2 734 009	3 645 346	4 556 682	5 468 019	6 379 355	7 290 692	8 202 028	9 113 365	10 024 701	10 936 038	11 847 374	12 758 711	13 670 047	14 581 384	15 492 720	16 404 056	17 315 393	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	18 226 729	
RÖRELSEKOSTNADER	0	0	0	0	1 000 000	2 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	6 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	
Personalkostnader	0	1 000 000	2 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	6 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	
RÖRELSERESULTAT FÖRE AVSKRIVNINGAR	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 088 664	-5 137 327	-4 265 991	-2 354 654	-443 138	468 019	1 379 355	2 290 692	4 202 028	5 113 365	6 024 701	6 936 038	7 847 374	8 758 711	9 670 047	10 581 384	11 492 720	12 404 056	13 315 393	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	14 226 729	
Avskrivningar	0	0	0	0	0	0	216 510	261 659	306 809	351 958	397 107	442 256	487 405	532 554	577 703	622 852	668 001	713 151	758 300	803 449	848 598	893 747	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	938 896	
RÖRELSERESULTAT	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 597 463	-5 792 227	-4 988 991	-3 181 755	-1 376 519	-571 283	25 763	891 590	1 758 138	3 624 335	4 490 512	5 356 700	6 222 887	7 089 074	7 955 362	8 821 449	9 687 636	10 553 824	11 465 140	12 376 497	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833	13 287 833		
FRANKSALLA POSTER	0	0	0	0	0	0	292 289	353 240	414 192	475 143	536 094	597 046	657 997	718 948	779 899	840 851	901 802	962 753	1 023 705	1 084 656	1 145 607	1 206 559	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	
Räntekostnader och liknande intäkter	0	0	0	0	0	0	292 289	353 240	414 192	475 143	536 094	597 046	657 997	718 948	779 899	840 851	901 802	962 753	1 023 705	1 084 656	1 145 607	1 206 559	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	1 267 510	
Räntekostnader och liknande kostnader	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RESULTAT FÖRE SKATT	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 597 463	-5 792 227	-4 988 991	-3 181 755	-1 376 519	-571 283	233 953	1 039 189	2 844 425	3 649 661	4 454 897	5 260 133	6 065 370	6 870 606	7 675 842	8 481 078	9 286 314	10 197 650	11 108 987	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	12 020 323	
INKOMSTSKATT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50 066	222 387	608 707	781 028	953 348	1 125 660	1 297 989	1 470 310	1 642 630	1 814 951	1 987 271	2 182 297	2 377 323	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	2 572 349	
NETTORESULTAT	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 597 463	-5 792 227	-4 988 991	-3 181 755	-1 376 519	-571 283	183 887	816 803	2 235 178	2 868 634	3 501 549	4 134 465	4 767 380	5 400 296	6 033 211	6 666 127	7 299 043	8 015 353	8 731 663	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974	9 447 974		
Nettonuvärde Rörelseresultat	22 745 130																																						
Diskontoreringsfaktor	7,5%																																						
Totala investeringar 2033-2063, kr	28 166 890																																						
Antal meter fiber	44 497																																						
Kostnad per meter, kr	633																																						
Break even, år	2040																																						
Ägertillskott till Break even	-25 506 236																																						
Totala intäkter 2033-2063	391 874 682																																						
Totala rörelsekostnader 2033-2063	142 000 000																																						
Totala avskrivningar 2033-2063	22 965 505																																						
Totalt rörelseresultat 2033-2063	226 909 177																																						

Budget svartfiber, justerat scenario

BUDGET SVARTHET SVÖDSTRA STADEN																																							
JUSTERAT SCENARIO	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	
RÖRELSEINTÄKTER	0	0	0	0	0	0	0	455 668	911 336	1 367 005	1 822 673	2 278 341	2 734 009	3 189 678	3 645 346	4 101 014	4 556 682	5 012 351	5 468 019	5 923 687	6 379 355	6 835 024	7 290 692	7 746 360	8 202 028	8 657 696	9 113 365	9 569 033	10 024 701	10 480 369	10 936 038	11 391 706	11 847 374	12 303 042	12 758 711	13 214 379	13 670 047	14 125 715	0
Anslutningsavgifter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Anslogifter	0	0	0	0	0	0	0	455 668	911 336	1 367 005	1 822 673	2 278 341	2 734 009	3 189 678	3 645 346	4 101 014	4 556 682	5 012 351	5 468 019	5 923 687	6 379 355	6 835 024	7 290 692	7 746 360	8 202 028	8 657 696	9 113 365	9 569 033	10 024 701	10 480 369	10 936 038	11 391 706	11 847 374	12 303 042	12 758 711	13 214 379	13 670 047	14 125 715	0
RÖRELSEKOSTNADER	0	0	0	0	1 000 000	2 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	6 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	
Personalkostnader	0	0	0	0	1 000 000	2 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	7 000 000	6 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	
RÖRELSEKOSTNAD FÖRE AVSKRIVNINGAR	0	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 544 332	-6 088 664	-5 632 995	-5 177 327	-4 721 659	-4 265 991	-3 810 322	-3 354 654	-2 898 986	-2 443 318	-1 987 650	-1 531 982	-1 076 314	-620 646	-164 978	80 710	326 982	783 054	1 239 126	1 694 198	2 149 270	2 604 342	3 059 414	3 514 486	3 969 558	4 424 630	4 879 702	5 334 774	5 789 846	6 244 918	6 699 990	7 155 062	
Avskrivningar	0	0	0	0	0	0	0	193 996	216 510	239 085	261 659	284 234	306 809	329 383	351 958	374 532	397 107	419 681	442 256	464 831	487 405	509 980	532 554	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129	555 129
Resultat före skatt	0	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-6 738 268	-6 305 174	-5 872 080	-5 448 987	-5 005 839	-4 572 799	-4 139 705	-3 706 612	-3 273 518	-2 840 424	-2 407 330	-1 974 236	-1 541 142	-1 108 048	-674 954	-241 860	120 098	296 036	672 074	1 128 106	1 584 138	2 039 170	2 494 202	2 949 234	3 404 266	3 859 298	4 314 330	4 769 362	5 224 394	5 679 426	6 134 458	6 589 490	
FINANSIELLA POSTER	0	0	0	0	0	0	0	261 813	292 289	322 765	353 240	383 716	414 192	444 667	475 143	505 619	536 094	566 570	597 046	627 521	657 997	688 473	718 948	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424
Räntesubventioner och liknande intäkter	0	0	0	0	0	0	0	261 813	292 289	322 765	353 240	383 716	414 192	444 667	475 143	505 619	536 094	566 570	597 046	627 521	657 997	688 473	718 948	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424
Räntekostnader och liknande kostnader	0	0	0	0	0	0	0	261 813	292 289	322 765	353 240	383 716	414 192	444 667	475 143	505 619	536 094	566 570	597 046	627 521	657 997	688 473	718 948	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424	749 424
RESULTAT FÖRE SKATT	0	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-7 000 081	-6 597 463	-6 194 845	-5 792 227	-5 389 609	-4 986 991	-4 584 373	-4 181 755	-3 779 137	-3 376 519	-2 973 901	-2 571 283	-2 168 665	-1 766 047	-1 363 429	-960 811	-558 193	-155 575	244 807	2 897 476	3 353 144	3 808 812	4 264 480	4 720 149	5 175 817	5 631 485	6 087 153	6 542 822	6 998 490	7 454 158	7 909 826	8 365 494	8 821 163
INKOMSTSKATT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50 066	222 387	608 707	781 028	953 348	1 125 669	1 297 989	1 470 310	1 642 630	1 814 951	1 987 271	2 182 297	2 377 323	2 572 349	2 752 349	2 927 349	3 102 349	3 277 349	3 452 349	3 627 349	3 802 349	3 977 349	4 152 349	4 327 349	
RESULTAT EFTER SKATT	0	0	0	0	-1 000 000	-2 000 000	-7 000 081	-6 597 463	-6 194 845	-5 792 227	-5 389 609	-4 986 991	-4 584 373	-4 181 755	-3 779 137	-3 376 519	-2 973 901	-2 571 283	-2 168 665	-1 766 047	-1 363 429	-960 811	-558 193	-155 575	244 807	2 897 476	3 353 144	3 808 812	4 264 480	4 720 149	5 175 817	5 631 485	6 087 153	6 542 822	6 998 490	7 454 158	7 909 826	8 365 494	8 821 163
Nettonvärde Rörelseresultat	-12 163 422																																						
Diskonteringsfaktor	7,5%																																						
Totala investeringar 2033-2050	16 653 863																																						
Antal meter fiber	25 699																																						
Kostnad per meter, kr	648																																						
Break even, år	2049																																						
Årslängd till break even	-43 878 453																																						
Totala intäkter 2033-2063	226 011 445																																						
Totala rörelsekostnader 2033-2063	142 000 000																																						
Totala avskrivningar 2033-2063	14 138 851																																						
Totalt rörelseresultat 2033-2063	69 872 594																																						

Kanalisation

[illegible]

Stadsbyggnadsförvaltningen
Rapport

Datum:
2024-11-15

Diarienummer:
KSN-2025-01783-3

Handläggare:
Marcus Nystrand

Teknisk försörjning: Förstudie om energisystem för de sydöstra stadsdelarna

Sammanfattning	5
1 Inledning.....	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Syfte och mål	10
1.3 Avgränsningar.....	10
1.4 Metod.....	10
2 Introduktion till energisystem	13
2.1 El.....	13
2.1.1 Samhällets behov av el.....	13
2.1.2 Elproduktion	13
2.1.3 Kapacitetsbrist.....	14
2.2 Värme och ånga.....	14
2.2.1 Samhällets behov av värme	15
2.2.2 Värmeproduktion och lagring.....	15
2.3 Kyla	15
2.3.1 Samhällets behov av kyla	16
2.4 Energigaser	16
2.5 Andra komponenter i energisystemet.....	16
2.5.1 Byggnaden	16
2.5.2 Stödproduktion	16
2.5.3 Smart styrning	16
3 Aktörer, lagrum och verktyg för styrning.....	18
3.1 Aktörer i Uppsalas energisystem.....	18
3.2 Lagrum för styrning av energisystemets utformning	18
3.3 Kommunens verktyg för att styra utvecklingen	19
3.3.1 Marknadssamverkan	19
3.3.2 Upphandling	20
3.3.3 Samägande	21
3.3.4 Egen förvaltning eller bolag	22
3.4 Finansieringsmöjligheter	22
3.4.1 Marknadssamverkan	22
3.4.2 Offentlig finansiering.....	22
3.4.3 Egen investering eller samägandeskap	23
4 Behov och förutsättningar	24
4.1 Stadsdelen	24
4.1.1 Befintlig infrastruktur.....	25
4.1.2 Geologi.....	25
4.1.3 Kapacitetsbrist i elnätet.....	26
4.2 Energibehov i de sydöstra stadsdelarna	26

4.2.1	Elbehov.....	26
4.2.2	Värmebehov.....	28
4.2.3	Kylbehov.....	29
5	Utvärdering av systemval.....	31
5.1	El.....	32
5.1.1	Nollalternativet: Produktion från övriga Sverige.....	33
5.1.2	Kraftvärme	34
5.1.3	Solkraft med mikronät.....	36
5.1.4	Stödproduktion med batteriparker	39
5.1.5	Småskalig kärnkraft	41
5.1.6	Sammanfattning, utvärdering av systemval för el	44
5.2	Värme	46
5.2.1	Nollalternativet: konventionell fjärrvärme.....	46
5.2.2	Lågtemperaturssystem för fjärrvärme.....	48
5.2.3	Vätgasproduktion som spillvärmekälla.....	51
5.2.4	Biokolsproduktion som värmekälla.....	54
5.2.5	Solvärme med värmelager	57
5.2.6	Sammanfattning, utvärdering av systemval för värme	60
5.3	Kyla	62
5.3.1	Fjärrkylasystem	62
5.4	Andra komponenter i energisystemet.....	64
5.4.1	Smart styrning	64
5.5	Olika byggstandarders inverkan	65
5.6	Testbäddsförslag	66
5.7	Avfärdade förslag	68
5.8	Sammanfattning av utvärderade systemval	69
6	Genomförande och nästa steg.....	70
6.1	Rekommenderade systemval för energisystemet	70
6.2	Genomförandemodeller	70
6.2.1	El.....	71
6.2.2	Värme.....	73
6.2.3	Övrigt	75
6.2.4	Sammanfattning av genomförande.....	76
6.3	Risikanalys	77
6.4	Klimatanalys.....	77
6.5	Visionsroadmap	80
Bilaga A –	Introduktion till energisystem.....	81
A.1	El	81
A.1.a	Produktion	81

A.1.b Distribution och lagring.....	82
A.2 Värme	83
A.2.a Produktion	83
A.2.b Distribution och lagring.....	84
A.3 Kyla.....	85
A.3.a Produktion	85
A.3.b Distribution och lagring.....	86
Bilaga B - Testbäddsförslag.....	87
B.1 Mikronät	87
B.2 Nudging	87
B.3 Cykelarkaden	88
B.4 Minivindkraftverk	89
B.5 Gröna väggar.....	90
B.6 Tredimensionella klätterväxter	91
B.7 Permeabel betong.....	92
B.8 Cool roofs	92
B.9 Energieffektiva fönster.....	93
B.10 Alger för bekämpning av luftföroreningar.....	93
B.11 Energia sospeso.....	93
B.12 Återbruk av infrastruktur för energilagring	94
B.13 Sammanfattning	94
Bilaga C - Ekonomiska beräkningar	95
Nettonuvärde	95
Internränta.....	96
Återbetalningstid	96
Ägartillskott innan nollpunkt (break even)	96
C.1 Kraftvärme	97
C.2 SMR	99
C.3 Mikronät.....	101
C.4 Vätgas.....	103
C.5 Biokol	105
C.6 Lågtemperaturssystem.....	107
C.7 Solvärme.....	109
C.8 Fjärrkyla	111
C.9 Resursanspråkstagande	113

Sammanfattning

Enligt fyrspårsavtalet mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala ska nya stadsdelar växa fram i de sydöstra delarna av Uppsala under de kommande 30 åren. Inom projektet teknisk försörjning utreds utformningen av de tekniska försörjningssystemen för området. Projektet ska leverera på ett av fyrspårsavtalets program mål: ”Att etablera koncept och genomförandemodell för teknisk försörjning, klart 2024”. Det övergripande effektmålet med projektet är att skapa resurseffektiva tekniska försörjningssystem i de sydöstra stadsdelarna. Resultaten från projektet ska ligga till grund för politiskt inriktningsbeslut. Denna förstudie utgör ett underlag kring infrastrukturen för energisystemet, som består av flera delar, bland annat el, värme, energigaser och kyla.

Kommunens mål om ett klimatneutralt Uppsala till år 2030 och ett klimatpositivt Uppsala till år 2050, den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna och Uppsala kommuns energiprogram 2050 anger ambitionerna för utvecklingen av området och den tekniska infrastrukturen. Med dessa målsättningar har denna förstudie undersökt och utvärderat olika tekniska systemval för energisystemet. Med systemval avses i denna rapport teknik och infrastruktur som bidrar till energiförsörjningen. Förstudiens utgångspunkt är att energisystemet ska tillgodose de framtida energibehoven i de sydöstra stadsdelarna och i hög grad bidra till kommunens målpuppfyllelse.

Denna förstudie genomfördes i samverkan mellan Uppsala kommun, Stiftelsen för samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle (STUNS) och Uppsala universitet.

De tekniska systemvalen utvärderades i förstudien enligt följande aspekter:

- hållbarhet och resurseffektivitet
- robusthet och resiliens
- synergier och skalbarhet
- ekonomi
- risker och möjligheter

Förstudien omfattade en känslighetsanalys med en lägre utbyggnadstakt fram till år 2050. Detta visade att utbyggnadstakten inte påverkar den slutgiltiga rekommendationen vad gäller systemval. Därtill har framtida slutkundspriser för energi analyserats för olika systemval.

Förstudien resulterade i rekommendationer kring tekniska systemval och föreslog även hur dessa kan genomföras: tidsuppskattning för utbyggnad, möjliga finansieringsmodeller, vilka aktörer som behövs och möjliga roller för kommunen.

Områdets förutsättningar



Figur 0. Planerade produktionsstarter för de sydöstra stadsdelarna.

Byggnationen påbörjas först i den västra stadsdelsnoden i Sävja och i den östra stadsnoden kring den nya järnvägsstationen. Kommande spårväg förbinder noderna, och efter nodernas byggnation kommer stadsdelarna att byggas upp längs med spårvägen.

I den västra stadsdelsnoden finns infrastruktur för fiber, vatten, avlopp, el och fjärrvärme. Den kommande östra stadsnoden saknar helt teknisk försörjning. I sydost planeras för ett större verksamhetsområde. Mot sydost och söder finns kommungränsen till Knivsta och naturreservatsgränsen för Natura 2000-området Norra Lunsen.

Förstudiens resultat

Förstudien visade att det är möjligt att åstadkomma ett resurseffektivt och klimatneutralt energisystem i de sydöstra stadsdelarna. Det finns också en möjlighet att energisystemet kan bli klimatpositivt, främst genom utformningen av värmesystemet.

El

I dagsläget finns det ingen storskalig elproduktion i Uppsala kommun. Elnätet i de sydöstra stadsdelarna kommer att anläggas av den elnätsägare som har koncession för området. Förstudien analyserade olika tekniker som kan bidra till mesta möjliga fossilfri, lokal elproduktion i de sydöstra stadsdelarna.

- Solceller har bäst förutsättningar för lokal elproduktion. Beräkningar visade att installation av solceller på alla lämpliga tak på årsbasis kan producera lika mycket el som konsumeras av stadsbebyggelsen.
- För att maximera lokal produktion av el via solceller och öka möjligheten att fördela el-energi mellan fastigheter rekommenderas att ett mikronät etableras. Mikronät är småskaliga elsystem som kan distribuera och lagra elektricitet lokalt. Ett mikronät ger incitament till ökade solcellsinstallationer samt förutsättningar för nya affärsmodeller där fastighetsägare kan bidra till ett effektivare elsystem. Ett mikronät kan i ett första steg etableras som en testbädd i den östra stadsnoden.
- Mikronät är en ny företeelse varför roller och ansvar inte ännu är helt definierade. Fastighetsägare som ansluter sig till mikronätet vill troligtvis ha en trygg aktör med långsiktigt perspektiv för förvaltningen av mikronätet. Därför rekommenderas att Uppsala kommun blir huvudman för mikronätet.

Värme

I dagsläget tillgodoses värmebehovet i Uppsala stad i huvudsak genom fjärrvärme baserat på konventionell teknik med höga temperaturer och delvis avfallsförbränning med visst fossilt innehåll. I förstudien utvärderades olika varianter av centraliserade värmesystem samt olika individuella värmelösningar.

- För värmeförsörjningen rekommenderas att ett fjärrvärmesystem anläggs i området, nämligen ett lågtemperaturssystem med flera mindre värmekällor. Ett lågtemperaturssystem har lägre förluster i systemet än konventionell fjärrvärme och större möjligheter att kunna tillvarata spillvärme. Dessutom kan många olika typer av värmekällor anslutas och bidra till värmeförsörjningen, vilket gör systemet resurseffektivt och flexibelt. Ett lågtemperaturssystem ger förutsättningar för affärsmodeller där spillvärme från bebyggelsen kan nyttiggöras.
- Möjliga värmekällor till värmesystemet är spillvärme från bebyggelsen inklusive verksamhetsområdet samt vätgas- eller biokolsproduktion. Spillvärme räknas som klimatneutral värme. Dock förväntas bostadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna på årsbasis ha brist på spillvärme varför andra värmekällor kan bli nödvändiga.
- Inledningsvis kan de östra delarna av de sydöstra stadsdelarna värmas av temporära pelletspannor tills andra tillräckligt stora värmekällor finns på plats. Eventuella vätgas- eller biokolsanläggningar kan förläggas i verksamhetsområdet vid Mora stenar.
- Rekommendationen är att kommunen skapar förutsättningar för att ett lågtemperaturssystem samt värmekällor anläggs i de sydöstra stadsdelarna. Detta genom dialog och affärsutveckling tillsammans med energimarknadsaktörer, däribland lokala aktörer.
- Etableringar av vätgas- eller biokolsproduktion kan möjliggöras på flera sätt beroende på anläggning och teknik: av energimarknadsaktörer, genom samägande mellan kommunen och energimarknadsaktörer, eller inom kommunens verksamhet. Detta bör utredas vidare.

Kyla

I förstudien utvärderades ett centraliserat fjärrkylasystem samt individuella kylalösningar för fastigheter genom kylmaskiner.

- Förstudiens beräkningar visade att ett centraliserat fjärrkylanät för stadsbebyggelsen troligtvis inte kan etableras till god ekonomi. Individuella lösningar – såsom kylmaskiner i varje fastighet - ökar elkonsumtionen sommartid. Detta kommer leda till en högre elanvändning men samtidigt produceras mer el från solceller när kylbehovet är som störst. Om en verksamhetsetablering med större kylbehov förläggs i verksamhetsområdet vid Mora stenar kan de ekonomiska förutsättningarna för ett centraliserat fjärrkylanät i området förändras.

Testbäddar och övrigt

Testbäddar är miljöer där teknik, system och organisation kan testas och utvärderas.

- Tillsammans med marknadsaktörer och det lokala innovationssystemet, exempelvis STUNS, kan Uppsala kommun löpande utveckla och utvärdera testbäddar på liknande sätt som samhällsbyggandet i Rosendal.
- Ett stadsövergripande styr- och övervakningssystem rekommenderas för att bidra till ökad resurseffektivitet. Ett sådant system består av mätare runtom stadsdelarna och fastigheterna som kan mäta exempelvis trafikflöden och energi- och vattenförbrukning. Den data som mätarna genererar kan sedan analyseras för ge signaler som kan minska effekttoppar och energianvändning. Ett stadsövergripande styr- och övervakningssystem kan i första hand etableras som en testbädd i de första etapperna.
- Rekommendationen är att kommunen tar ansvar för att utveckla, implementera och drifva styrsystemet. Detta för att skänka trygghet till marknadsaktörer för att koppla upp sig mot det, vara garanten för en säker GDPR-hantering samt att enklare kunna möjliggöra för forskning den data som systemvalet genererar.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

År 2017 tecknades fyrspårsavtalet mellan Uppsala kommun, staten och Region Uppsala. Avtalet omfattar ytterligare två järnvägsspår mellan Uppsala och Stockholm, en ny tågstation söder om Bergsbrunna, nya kollektivtrafikstråk och fler bostadsområden i Uppsalas södra och sydöstra stadsdelar.

Projektet teknisk försörjning ingår i programmet för fyrspårsavtalet och ska leverera enligt programålet ”Att etablera koncept och genomförandemodell för teknisk försörjning, klart 2024”. Projektet omfattar tekniska system som vatten, avlopp, hantering av avfall, energiförsörjning samt IT- och telekommunikation.

Denna förstudie undersöker framtida systemval för energisystemet. Med energisystemet avses infrastruktur för produktion och distribution (inklusive lagring) av främst el, värme, kyla och ånga, men även olika energigaser som biogas och vätgas. Med systemval avses i denna rapport teknik och infrastruktur som bidrar till energiförsörjningen.

Stora delar av de sydöstra stadsdelarna är i dagsläget obebyggda och saknar teknisk infrastruktur vilket gör att nya tekniska och organisatoriska lösningar kan implementeras. Utbyggnaden av de sydöstra stadsdelarna bör ske med hög grad av innovation i enlighet med fyrspårsavtalet. Detta kan ske genom testbäddar, miljöer där teknik, system och organisation kan testas och utvärderas, gärna genom samverkan mellan offentliga aktörer, forskningsaktörer och näringsliv.

Utbyggnaden av de sydöstra stadsdelarna innebär möjligheter för Uppsala kommun att i ett tidigt skede se över de tekniska försörjningssystemens utformning för att uppnå kommunens målsättningar och avtal. De styrande dokument som legat till grund för denna rapport är kommunens miljö- och klimatprogram¹ med mål om klimatneutralitet och klimatpositivt senast år 2050, energiprogram 2050², översiktsplan 2016³ samt den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna⁴. Den senare innehåller ambitionen om ett resurseffektivt och klimatpositivt samhälle och indikerar att energiförsörjningen ska bygga på cirkulära processer och lokal produktion samt att energisystemet ska kunna hantera variationer i effektbehov.

Denna förstudie undersöker vilka teknik- och systemval som kan bidra till målluppfyllelse, både för hela området och i testbäddsformat. Förutom risker och möjligheter med olika systemval undersöks även ekonomi och framtida skalbarhet för alternativen, liksom hur systemvalen kan realiseras och vilken roll Uppsala kommun bör ta i genomförandet.

¹ [Miljö- och klimatprogram \(uppsala.se\)](https://www.uppsala.se/miljo-och-klimatprogram)

² [energi/program-kf-2018-03-15.pdf \(uppsala.se\)](https://www.uppsala.se/energi/program-kf-2018-03-15.pdf)

³ [Översiktsplan 2016 - Uppsala kommun](https://www.uppsala.se/oversiktsplan-2016)

⁴ [uppsala.se/contentassets/b10f912d4da64f69b0f2fb8469f485cf/01_fordjupad-oversiktsplan-for-de-sydostra-stadsdelarna.pdf](https://www.uppsala.se/contentassets/b10f912d4da64f69b0f2fb8469f485cf/01_fordjupad-oversiktsplan-for-de-sydostra-stadsdelarna.pdf)

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet teknisk försörjning är enligt projektdirektivet (KSN-2023-01908-1) att ta fram kunskaps- och beslutsunderlag gällande de tekniska försörjningssystemen som ska byggas i de sydöstra stadsdelarna, med det övergripande effektmålet att skapa resurseffektiva försörjningssystem.

Syftet med denna förstudie är att uppfylla det projektmål som hör till området energi: Att ta fram underlag som möjliggör för kommunen att på styrelse- och fullmäktigenivå senast 2024, fatta inriktningsbeslut för:

- Systemlösningar inklusive skalbarhet
- Finansiering samt lämpliga affärs- och genomförandemodeller av försörjningssystemen
- Initiering av fortsatt arbete och processer så att nytt/nya projekt ges förutsättningar att gå vidare

Förstudien undersöker olika tekniska och organisatoriska lösningar som kan främja uppbyggnaden av ett framtidssäkert och robust energisystem som bidrar till att uppfylla Uppsala kommuns målsättningar. Målet med förstudien är att tillhandahålla kunskapsunderlag kring lämpliga energisystemval för de sydöstra stadsdelarna, rekommendation angående kommunens roll samt förslag på väg framåt. Förstudien kommer att utgöra underlag för framtida politiskt inriktningsbeslut.

1.3 Avgränsningar

Förstudien undersöker energiförsörjning för de sydöstra stadsdelarna inklusive verksamhetsområdet vid Mora stenar. Resultat från denna förstudie kan tillämpas även i andra delar av kommungeografin om de stödjer kommunens måluppfyllelse.

1.4 Metod

Arbetet med denna rapport har genomförts enligt följande steg:

- Omvärldsbevakning av intressanta tekniker och organisationsformer samt av liknande stadsbyggnadsprojekt internationellt och nationellt.
- En första, övergripande, utvärdering av teknik och organisationsformer. Utvärderingar inkluderar ekonomi, mognadsgrad, risker och möjligheter samt måluppfyllelse. De systemval som bedömdes som mest realistiska har därefter analyserats vidare.
- En djupare analys av teknik, ekonomi, lämplighet för de sydöstra stadsdelarna och möjliga organisationsformer inklusive finansieringsmöjligheter och marknadsaktörer.

Från och med september 2023 har arbetet med denna förstudie genomförts i samverkan mellan Uppsala kommun, Stiftelsen för samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle (STUNS) och Uppsala universitet. En forskargrupp vid Institutionen för samhällsbyggnad och industriell teknik, avdelningen för byggteknik och byggd miljö har bidragit med omvärldsbevakning, ämnesgranskning och framtagning av en digital modell för att modellera energisystem. Denna modell har

sedan använts av STUNS för att simulera och utvärdera olika systemval. STUNS har även bidragit med omvärldsbevakning.

Inom projektet teknisk försörjning har ett antal rapporter och vetenskapliga arbeten tidigare tagits fram för området energi, se nedan. Dessa rapporter utgör grunden för arbetet med denna förstudie.

- Identification of waste heat sources in Uppsala – with potential use in Bergsbrunna as a case study (KTH, Vattenfall, 2018)
- Utredning multikulvert (WSP, 2021)
- Fördjupad förstudie för vätgas i Uppsala (Ramböll, 2021)
- Eleffekt och -produktion i sydöstra stadsdelarna (Sweco, 2022)
- Lokal produktion av energi och elkraft för sydöstra stadsdelarna (Sweco, 2022)
- Biochar and district heating – the path to negative emissions (Uppsala universitet, 2023)
- Möjlighet till installation av mikronät (Uppsala universitet, 2024)
- Climate and economic LCA of building materials in a new city district in Uppsala (Uppsala universitet, 2024)
- Powering the Future – Electric Vehicle Charging Needs and Infrastructure in Uppsala's Southeast district (Uppsala universitet, 2024)
- Möjligheterna för upprättning av en biokolsanläggning inom Uppsala kommun (Uppsala universitet, 2024)
- The prospects of district heating in the Southeastern city district in Uppsala (Uppsala universitet, 2024)
- Biokolsanläggning i Uppsala kommun – En förprojekterande studie motiverad av hållbarhets- och lönsamhetsperspektiv (Uppsala universitet, 2024)
- Säsongslagring och innovativt lågtemperaturssystem värmer Europas regioner (Vattenfall, 2024)
- Solelpotential i Uppsalas sydöstra stadsdelar – En jämförelse av scenarier för optimerad solenergiproduktion och energianvändning (Uppsala universitet, 2024)
- Infrastrukturplan sydöstra stadsdelarna (WSP, 2023)

Därtill har en genomgång av aktuell offentlig information kring lagstiftning, teknik, marknad och aktörer genomförts. En stor mängd samtal med aktörer med olika roller inom energi- och fastighetsbranschen har genomförts under perioden januari 2023 till och med juli 2024. Följande aktörer har bidragit med information till förstudien:

- Vattenfall
- Örebro bostäder
- Tekniska verken i Linköping
- Stockholm exergi

- Luleå hamn
- E.On
- Ankarbygggherrarna i den västra stadsdelsnoden i de sydöstra stadsdelarna: K2A och Bonava
- Forskare på Uppsala universitet, Sveriges lantbruksuniversitet, KTH och RISE
- Knivsta kommun
- Riksdagen
- Mark och miljödomstolen
- Uppsala vatten och avfall AB
- Uppsala kommun, stadsbyggnadsförvaltningen: Avdelningar för mark och exploatering, strategisk planering och gata, park och natur
- Uppsala kommun, kommunledningskontoret: Hållbarhetsavdelningen och ekonomistaben
- Setterwalls advokatbyrå

2 Introduktion till energisystem

Detta kapitel ger en kort introduktion till energisystemet och dess kopplingar till samhällsbyggnad. Begreppet energisystem syftar på produktion, distribution och lagring av flera energislag: El, värme, kyla, ånga samt energigas som biogas och vätgas. Energislagen beskrivs nedan var för sig, men i flera fall finns synergier mellan olika energislag samt med annan teknisk infrastruktur som vatten, avlopp och avfall. För mer information om respektive energislag, se Bilaga A – Introduktion till energisystem.

Det är av vikt att skilja på effekt och energi. Effekt är storleken på den momentana tillförseln av energi och mäts i watt (W). Energi är hur mycket effekt som tillförts under en tid och mäts i watt-timmar (Wh). Denna rapport kommer nästan uteslutande använda de prefixade enheterna megawatt (MW, miljoner watt) och gigawatt-timmar (GWh, miljarder watt-timmar) för en bekvämare hantering i samhällsbyggnadsskala.

En väldigt hög effekt två gånger på ett dygn med minimal effekt däremellan kan erhålla samma mängd energi som jämn men låg effekt under dygnet. En låg och jämn effekt är önskvärd vid samhällsbyggnad. Det är effekten som är dimensionerande vid samhällsbyggandet.

2.1 El

Hela Nordens elsystem är sammanlänkat genom både elnät – där el flödar både inom och mellan länder - och marknad, med en gemensam börs för elhandel. Elsystemet är en samhällskritisk infrastruktur och designas därför med en hög grad av resiliens och redundans. El är även svårt att lagra i större kvantiteter vilket innebär att produktion och konsumtion behöver balanseras i varje ögonblick.

2.1.1 Samhällets behov av el

Det totala elbehovet i Sverige har sedan åttiotalet varit konstant trots ökande befolkning och tillväxt, detta tack vare energieffektivisering. På grund av en alltmer elektrifierad transport- och industrisektor har elbehovet ökat under senare år. Prognoser förutspår även ett kraftigt ökande elbehov framåt. Elkonsumtionen varierar över dygnet och har ett visst temperaturberoende i och med ökad konsumtion på vinterhalvåret på grund av uppvärmningsbehov och mer belysning.

I samhället används el till drift av fastigheter, uppvärmning av en del av fastighetsbeståndet, annan infrastruktur samt industrier och verksamheter. Till skillnad från värme har olika byggnadstekniska val mindre påverkan på fastighetselkonsumtionen då till exempel ett passivhus i praktiken drar lika mycket fastighetsel som ett konventionellt hus. Däremot kan olika flexibilitetslösningar – där användare flyttar sin elkonsumtion i tiden – bidra till ett bättre resurs- och elsystemutnyttjande.

2.1.2 Elproduktion

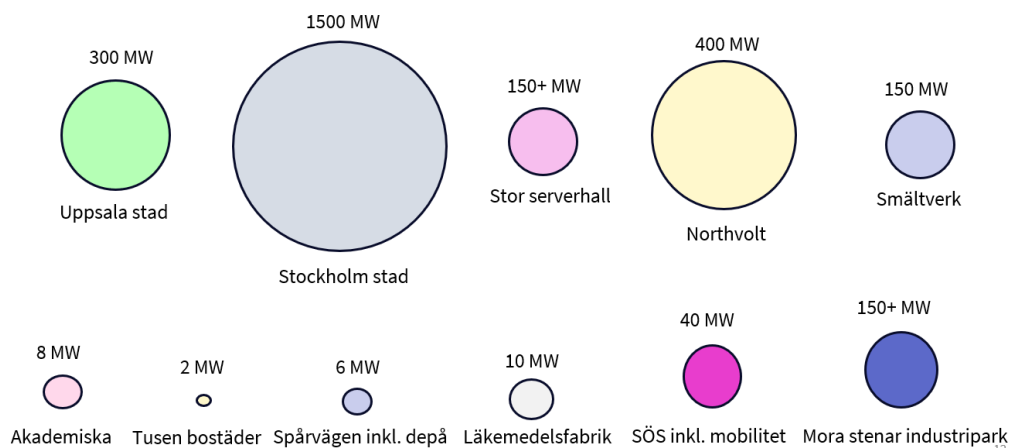
Elsystemet är i hög grad centraliserat, vilket innebär att majoriteten av all elproduktion sker i större anläggningar och att elen därefter distribueras långa sträckor till användare genom elnäten. Vad gäller produktion av el är det av vikt att skilja på planerbar kraft och intermittent kraft. Planerbara energikällor som kärnkraft och

vattenkraft kan ligga som en bas i produktionen samt styras för att matcha konsumtionen. Intermittenta energikällor kännetecknas oftast av väderberoende kraftslag som vindkraft och solkraft och behöver därför balanseras av annan produktion eller lagring för att matcha konsumtionen.

I dagsläget finns det ingen storskalig kraftproduktion i Uppsala kommun. Tidigare fanns elproduktion genom kraftvärme i Bolandsverket om 120 MW el; det är förberett för kraftproduktion om 30 MW men i nuläget stund är inget investeringsbeslut taget. Solkraft ger majoriteten av den lokala elproduktionen, vilket dock utgör en liten del av det totala årsbehovet. I dagsläget finns en solcellspark i Fyrislund och flera större solcellsparksetableringar väntas under kommande år. Solcellsinstallationer har ökat den senaste tiden och uppgår för närvarande till 77 MW av kommunens mål om 100 MW till år 2030. Således har Uppsala kommun – likt majoriteten av övriga landet – historiskt sett förlitat sig på nationell kraftproduktion som distribueras till området.

2.1.3 Kapacitetsbrist

Kapaciteten i elnätet som förser Uppsala stad har varit begränsad, men pågående förstärkningar i transmissionsnätet kommer att bidra till en ökad överföringsförmåga. Uppsala stad har i nuläget ett abonnemang om cirka 300 MW men genom stegvisa förstärkningar av stamnätet kommer detta öka till 900 MW omkring år 2035. Däremot växer Uppsala stad och både befintliga verksamheter som vill expandera och tillkommande verksamheter gör att det blir hårdnande konkurrens om el-effekten. Förstärkningarna i stamnätet är nödvändiga för att hantera en naturligt ökande belastning och kommer därför troligtvis inte leda till något större överskott på effekt. En visualisering av storlekar på behov av el-effekt åskådliggörs i Figur 2.1.



Figur 2-1. Exempel på maximala el-effekter. SÖS är de sydöstra stadsdelarna.

Ett relativt nytt fenomen i elsystemet är även kapacitetsbrist vid överproduktion av el, främst solel. En för stor punktvis produktion av intermittent el kan verka ansträngande på elnätet och försämra elkvaliteten. Detta då främst lokalnäten inte är dimensionerade för att hantera en stor inmatning av el.

2.2 Värme och ånga

Till skillnad från elsystemet som är sammanlänkat på nationell nivå finns värmesystem endast på lokal nivå, där fjärrvärme är vanligast. Det är möjligt med decentraliserade värmesystem – det vill säga att varje fastighet löser sin egna värmeförsörjning via exempelvis värmepumpar – men värmepumpar i stor skala för en stadsdel bidrar till

höga el-effekter vintertid, något som bidrar till risk för kapacitetsbrist i elnätet. Fjärrvärme är en mogen och driftsäker teknik med storskalighetsfördelar.

2.2.1 Samhällets behov av värme

För bostadshus, vårdinrättningar, offentliga byggnader och kontorsfastigheter (hädanefter kallat stadsbebyggelse) används värme till uppvärmning och tappvarmvatten. Tekniskt sett är en värmekälla om 50–60 °C tillräcklig för att tillgodose dessa behov.

Vissa industrier konsumerar också värme för sin produktion, då i form av så kallad processånga som sker vid högt tryck och temperaturer över 100 °C. Där det inte finns central ångproduktion och distributionsnät sker ångproduktionen lokalt inom anläggningen med en egen ångpanna.

Med ett nordligt klimat är säsongvariationerna för värme naturligt stora med åtskilliga växlingar även mellan år beroende på temperaturvariationer. Värmeanvändning för en byggnad påverkas av bland annat materialval (såsom bättre isolering och fönster) och teknikval (exempelvis återvinning av värme från ventilation). Ett maximikrav på energikonsumtion för en byggnad sätts av Boverkets byggregler, men många byggherrar väljer att certifiera sin fastighet med olika standarder såsom miljöbyggnad, vilka ofta har striktare krav på energianvändning. Industrier har inga särskilda krav på energianvändning för de delar av en fastighet som är industriklassade.

Boverkets byggregler för energikonsumtion har under decennierna stramats åt och påverkas av EU-lagstiftning som succesivt skärps. Svensk byggstandard har dock historiskt haft energisnålare krav än europeisk byggstandard. Ett exempel på energieffektiv byggstandard är passivhus som förlitar sig på spillvärme från exempelvis elektronikutrustning och människor inom fastigheten för sin uppvärmning än enbart uppvärmning via tillförd energi.

2.2.2 Värmeproduktion och lagring

Inom Uppsala kommun finns ett fjärrvärmeverk med tillhörande distributionsnät som ägs av Vattenfall. Fjärrvärmen i Uppsala är ett tredje generationens fjärrvärmesystem vilket innebär en framledningstemperatur runt 85 °C och returledningstemperatur runt 45 °C. Anslutningsgraden till fjärrvärme i Uppsala stad är över 90 procent och affärsmodell samt teknik finns för att tillvarata spillvärme från exempelvis en industri eller ett badhus. Dock är detta inte särskilt väl utnyttjat. I Uppsala finns även ett ångnät där majoriteten av kunderna utgörs av verksamheter i Fyrislundsområdet.

Möjligheten att lagra värme är större än för el. Värme kan lagras mellan säsonger eller dygn och för att hantera variationer i värmeproduktion. Värmelager utgörs exempelvis av exempelvis ackumulatortankar, bergrum, akvifärer eller groplager. Värmelager är dock utrymmeskrävande och värmeläckage från dessa lager är betydande.

2.3 Kyla

Central produktion och distribution av kyla benämns som fjärrkyla. I Sverige existerar cirka ett trettiootal anläggningar. I Uppsala finns ett fjärrkylanät som ägs av Vattenfall och som i huvudsak tillhandahåller kyla till industrikunder. Ett fjärrkylasystem liknar fjärrvärme men pumpar runt kallt vatten i stället för varmt.

2.3.1 Samhällets behov av kyla

Fjärrkylan används som komfortkyla (luftkonditionering) av främst kontorslokaler, men även vissa bostadslokaler. Därtill används fjärrkylan som processkyla till kylrum (restauranger, butiker, etc) eller industri. Komfortkyla efterfrågas nästan uteslutande under sommarmånaderna medan processkyla har jämnare efterfrågan över året. Under årets kallare månader kan fastighetsägare tillgodogöra sig kyla från utomhusluft. Beroende på hur utomhustemperaturen kommer att förändras till följd av klimatförändringar kan behovet av kyla komma att öka i framtiden.

2.4 Energigaser

Energigaser omfattar naturgas, biogas, fordonsgas, gasol och vätgas som tillsammans utgör cirka 3 procent av Sveriges energimix. På Kungsängens gård sker lokal produktion av biogas från matavfall och slam i regi av Uppsala Vatten och Avfall (UVAB). Det främsta användningsområdet är som drivmedel till kollektivtrafikbussar men biogas kan även användas för att driva en gasturbin som ger el och värme.

Vätgas är en vanlig industrigas och fossilfri produktion av vätgas sker främst med en elektrolysör. I elektrolysprocessen spjälkas vatten med el till vätgas och syrgas. Även spillvärme erhålls i elektrolysprocessen. Vätgas kan användas till både energilager och drivmedel samt har synergier med biogasproduktion.

2.5 Andra komponenter i energisystemet

2.5.1 Byggnaden

Byggnader är en del av energisystemet, både som producent och flexibel konsument. Detta genom att exempelvis installera solceller varpå byggnaden blir en elproducent, och med hjälp av ackumulatortankar och smart styrning kan värmeeffektbehovet minska eller flyttas i tid. Trenden är att större och mer innovationsinriktade byggherrar möjliggör för sina fastigheter att bli prosumenter (både producent och konsument av energi) eller fleximenter (att bidra till jämnare resursutnyttjande genom att flytta sin förbrukning i tid). Således är fastigheterna och byggherrarna viktiga delar i ett resurseffektivt energisystem.

2.5.2 Stödproduktion

Ett nytt tillskott i energisystemet är stödproduktion, exempelvis via batteriparker eller biogasturbiner. Dessa är större anläggningar (i storleken 1–100 MW) som blir en del i elsystemet. Tekniskt sett är batterier ingen producent av el då de laddas med el från elnätet, men de kan ge en stödjande funktion genom att laddas när elen är billig eller när det finns ett överskott för att sedan återföra el in i nätet vid lokal underproduktion eller kapacitetsbrist.

2.5.3 Smart styrning

Under de senaste åren har potentialen i smartare styrning och övervakning av energisystemet påvisats. Detta för att öka resurseffektiviteten via exempelvis klokare energianvändning eller minska toppar i effektbehov genom solceller eller batterier. Smart styrning kan bidra till både energieffektivisering och en billigare elnota genom

att undvika energikonsumtion under timmar när energi är mer kostsam. Några exempel på smart styrning av energianvändning inkluderar styrmedelsbaserade lösningar där det kan vara dyrare att snabbladda en elbil vid kapacitetsbrist, eller rent tekniska lösningar där ett digitalt styrsystem optimerar resursutnyttjandet. Styrsystem kräver en hög grad av IT-säkerhet och det är svårt för olika aktörers system att kommunicera med varandra. På stadsnivå finns inga styrsystem på marknaden annat än exempelvis ett fjärrvärmenäts övervakningssystem. Däremot är det tekniskt genomförbart att skapa ett övervakningssystem som kan förbättra energisystemet.

3 Aktörer, lagrum och verktyg för styrning

Detta kapitel beskriver huvudaktörerna i Uppsalas energisystem samt de lagrum och verktyg som kommunen kan tillämpa för att påverka utformningen av det framtida energisystemet. Kapitlet avslutas med en redogörelse för olika finansieringsalternativ.

3.1 Aktörer i Uppsalas energisystem

Uppsala kommun har inget kommunägt energibolag men inom kommungeografin finns flera energiaktörer. Vattenfall värme är den största aktören med fjärrvärme-, fjärrkyla- och ångnät i Uppsala stad, främst försörjt via Bolandsverket. Vattenfall har också ett separat fjärrvärmenät med produktionsenheter som försörjer Storvreta. Solör bioenergi äger och driftar mindre fjärrvärmenät i Björklinge, Bältinge, Gåvsta, Vattholma och Vänge. Uppsala Vatten och Avfall är även energiproducent via sin biogasproduktion. Fastighetsägare med större solcellsanläggningar är el-producenter.

Elnäten i området ägs av olika aktörer beroende på spänningsnivå: Affärsverket svenska kraftnät äger transmissionsnätet som transporterar el långa sträckor i Sverige. Det underliggande regionnätet ägs av Vattenfall eldistribution⁵. Vad gäller lokalnät är Vattenfall eldistribution den största aktören, men även Upplands Energi äger ett lokalnät runt Harbo-Björklinge-Alunda.

Energibolag har flera olika affärsmodeller beroende på verksamhet. Energibolagens intäkter består i regel av en anslutningsavgift vid nyanslutning till ett distributionsnät, en abonnemangs- eller effektagift, en nätavgift och en energiavgift. Till detta kommer skatt och moms. Värt att notera är att industrier har en lägre elskatt.

Energiförsörjning faller under kommunal kompetens enligt kommunallagen. Den får skötas inom förvaltningen enligt självkostnadsprincipen. Ett kommunalt energibolag får bedriva verksamhet på affärsmässig grund. Strategisk och viss operativ kompetens inom området bedöms finnas inom Uppsala kommunkoncern.

3.2 Lagrum för styrning av energisystemets utformning

Energiområdet styrs av en mängd lagar och regler från nationell nivå och EU-nivå. Energimarknadsinspektionen är ansvarig myndighet för att tillse regelefterlevnad och tillsyn på energimarknaden.

Vad gäller framtida elnät i de sydöstra stadsdelarna har Vattenfall koncession för området och har därmed ansvar för att anlägga elnätet, detta enligt ellagen⁶. Vattenfall är enligt lag skyldiga att ansluta kunder och bygga ut elnätet för att möta kommande behov. Prognos över kommande behov görs årligen med underlag från Uppsala kommuns stadsbyggnadsförvaltning. På fjärrvärmesidan råder dock inget krav på koncession och olika marknadsaktörer är fria att etablera ett distributionsnät.

Fjärrvärmelagen⁷ reglerar bland annat avtal, leveransskyldigheter och tillträde till rörledningar för fjärrvärme.

⁵ Notera att Vattenfall värme och Vattenfall eldistribution är två separata bolag inom samma koncern

⁶ [Ellag \(1997:857\) | Sveriges riksdag \(riksdagen.se\)](#)

⁷ [Fjärrvärmelag \(2008:263\) | Sveriges riksdag \(riksdagen.se\)](#)

Enligt ledningsrättslagen⁸ kan kommunen eller annan energimarknadsaktör få rätt till att utnyttja en fastighet för att dra ledning eller etablera ett verk för energisystemet. Uppsala kommun är den dominerande markägaren för geografin för de sydöstra stadsdelarna och verksamhetsområdet vid Mora stenar.

Enligt en dom i Stockholms tingsrätt⁹ var det inte förbjudet för Växjö kommun att år 2015 kravställa anslutning till ett utpekad värmesystem¹⁰ för samtliga fastigheter vid nyexploatering. Utöver detta har kommunen planmonopol och kan styra delar av samhällsbyggnaden.

Då energiområdet är en möjliggörare för klimatomställning sker nu en utveckling av målsättningar och styrmedel inom området, både på EU-nivå och nationell nivå. Öppningar i ellagen och utlåtande från Skatterättsnämnden tillåter nya angreppssätt för solcellsinstallationer, EU:s klimatpaket Fit for 55¹¹ kommer beröra stora delar av energisystemet, liksom förändringar av EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS)¹². Ambitionen från EU är att säkra den europeiska energiförsörjningen och gå mot ett resurseffektivt, fossilfritt energisystem på en gemensam marknad.

3.3 Kommunens verktyg för att styra utvecklingen

Beroende på grad av involvering, säkerställande av måluppfyllelse samt organisatorisk och finansiell risk finns flera olika instrument som kommunen kan använda för att säkerställa implementeringen av ett visst tekniskt försörjningssystem. Detta är ett jämkande mellan egen rådighet kring systemets utveckling visavi risker. Olika instrument kan kombineras för att öka rådighet och måluppfyllelse. Nedan redogörs för några exempel.

Genom en systematisk nulägesanalys (SWOT-analys) kan Uppsala kommuns roll och uppdrag tydliggöras i olika perspektiv. Perspektivens styrkor (**S**trength) och svagheter (**W**eakness) utgår från organisationens resurser, uppdrag och mål. Perspektiven möjligheter (**O**pportunities) och hot (**T**hreats) speglar omvärlden såsom exempelvis marknadens utveckling, lagstiftning och teknikutveckling.

3.3.1 Marknadssamverkan

Genom samverkan med energimarknadsaktörer – men även till viss del via kravställningsförmåga vid markanvisningsavtal eller liknande – kan Uppsala kommun tillsammans med marknaden tillse energiförsörjningen. Exempel inkluderar byggherredialoger för att implementera en ny teknik eller att kommunen ingår långsiktiga avtal för exempelvis energiköp till kommunens verksamheter. Det senare för att ge trygghet till en marknadsaktör som genom minskad risk kan genomföra en investering.

Marknadssamverkan kan ske inom kommunens stadsbyggnadsförvaltning och uppskattas till en halvtidstjänst under några års tid.

En SWOT-analys för instrumentet marknadssamverkan åskådliggörs i Tabell 3.1.

⁸ [Ledningsrättslag \(1973:1144\) | Sveriges riksdag \(riksdagen.se\)](#)

⁹ [stockholms-tr-t-9248-13-dom-2015-11-16.pdf \(copenhageneconomics.com\)](#)

¹⁰ Anslutning till det kommunala fjärrvärmebolaget

¹¹ [Fit for 55 - The EU's plan for a green transition - Consilium \(europa.eu\)](#)

¹² [EU Emissions Trading System \(EU ETS\) - European Commission \(europa.eu\)](#)

Tabell 3-1. SWOT-analys av marknadssamverkan.

	Fördelar som verkar för att nå uppsatta mål	Utmaningar som motverkar möjligheten att nå uppsatta mål
Interna perspektiv som beror på kommunens interna processer	S Minimal ekonomisk risk för kommunen Kan ske inom stadsbyggnadsförvaltningens linjeorganisation	W Minimal rådighet över framtida utveckling och rådighet Minimal styrning mot måluppfyllelse och synergier
Externa perspektiv som beror på omvärlden	O Naturlig marknad och kunddialog erhålls Hög kompetensgrad hos marknaden	T Varierande priser för slutkund ty marknadsstyrning Minimala möjligheter till insatser förmånliga för klimatomställningen

3.3.2 Upphandling

Lagen om upphandling av koncessioner (LUK¹³), men även lagen om upphandling inom försörjningssektorerna (LUF¹⁴) kan vara tillämplig på utbyggnad av energiförsörjning. Detta innebär att kommunen kan upphandla en aktör att utföra en funktion eller uppgift såsom värmeförsörjning genom så kallade koncessioner. Det gör att kommunen själv inte behöver betala för funktionen, underhållet eller driftskostnaderna. Systemet finansieras genom intäkter från användarna. Om en koncession inte är lönsam för en aktör kan den inte kräva kompensation från kommunen. En upphandling via LUK behöver vanligtvis annonseras och en grupp av leverantörer får delta i en upphandling via LUF.

Det är även möjligt att via dessa lagrum arbeta med offentlig-privat samverkan där en aktör eller konsortium upphandlas för att exempelvis tillse energiförsörjningen för en stadsdel. Koncessionen kan innehålla funktionskrav som klimatpositivitet. Denna organisatoriska form är relativt ovanlig och oprövad i Sverige, men vanligare på kontinenten och i USA där den också applicerats för energisystem. Kontakt med marknadsaktörer inom denna bransch visar på att Uppsala har ett intressant fall som skulle locka aktörer.

En upphandling av infrastruktur uppåt miljardklassen kan hanteras internt inom kommunen med en projektledare med upphandlings- och juriststöd om totalt två heltidstjänster under minst ett år.

En SWOT-analys för detta instrument åskådliggörs i Tabell 3.2

¹³ [Lag \(2016:1147\) om upphandling av koncessioner | Sveriges riksdag \(riksdagen.se\)](#)

¹⁴ [Lag \(2016:1146\) om upphandling inom försörjningssektorerna | Sveriges riksdag \(riksdagen.se\)](#)

Tabell 3-2. SWOT-analys av upphandling.

	Fördelar som verkar för att nå uppsatta mål	Utmaningar som motverkar möjligheten att nå uppsatta mål
Interna perspektiv som beror på kommunens interna processer	S Lägre finansiell risk för kommunen Kan hanteras av stadsbyggnadsförvaltningens linjeorganisation Styrning mot högre måluppfyllelse	W Kan bli komplex upphandling som kostar resurser och juridikstöd Kräver resurser för att övervaka resultaten över tid
Externa perspektiv som beror på omvärlden	O Naturlig marknad erhålls Får hög kompetensgrad av aktör Möjliggör för marknadsaktör att ta samhällsansvar	T Kan leda till ökade kostnader för slutkund Komplex konsortium kan vara svårt att övervaka

3.3.3 Samägande

Detta instrument innebär att kommunen tillsammans med en marknadsaktör investerar i och samäger infrastruktur. Att dela den finansiella risken kan uppmuntra en marknadsaktör till etablering och Uppsala kommun behöver inte ta en operativ roll för infrastrukturen.

På grund av organisatoriska skäl sköts samägande lämpligt i ett nytt kommunalt bolag. Graden av involvering och ekonomisk storhet i samägandet bestämmer storleken på personalstyrkan, som minst två deltidstjänster. Ett delägt kommunalt bolag kräver löpande ägarstyrning och därmed management-resurser från kommunen. Att sätta upp ett nytt kommunalt bolag bedöms ta motsvarande en heltidstjänst ett år.

En SWOT-analys för detta instrument åskådliggörs i Tabell 3.4.

Tabell 3-3. SWOT-analys av samägande.

	Fördelar som verkar för att nå uppsatta mål	Utmaningar som motverkar möjligheten att nå uppsatta mål
Interna perspektiv som beror på kommunens interna processer	S Kan höja kompetens internt Delad ekonomisk risk Relativt hög rådighet över systemval och infrastruktur Uppsala kommun kan delegera det operativa ansvaret	W Olika målbilder där marknadsaktör vill verka vinstdrivande Komplex organisationsform ty multipla bolag
Externa perspektiv som beror på omvärlden	O Delat ansvar och risk kan leda till större investeringar Större tillgång på kapital och kompetens	T Marknadsaktör kan dra sig ur/gå i konkurs Den kommunala rådigheten kan minska med delat ägande

3.3.4 Egen förvaltning eller bolag

Med detta instrument startar Uppsala kommun ett nytt bolag (eller ny organisation inom förvaltningen) som investerar i och driftar någon del av det tekniska försörjningssystemet.

Av organisatoriska skäl sköts egen förvaltning lämpligast i ett nytt kommunalt bolag som till fullo äger och driftar infrastrukturen. Graden av involvering och ekonomisk storhet i samägandet bestämmer storleken på personalstyrkan, som minst två deltidstjänster. Ett helägt kommunalt bolag kräver löpande ägarstyrning och därmed management-resurser från kommunen. Att sätta upp ett nytt kommunalt bolag bedöms minst ta motsvarande en heltidstjänst ett år.

En SWOT-analys för detta instrument åskådliggörs i Tabell 3.5.

Tabell 3-4. SWOT-analys av eget bolag eller inom egen förvaltning.

	Fördelar som verkar för att nå uppsatta mål	Utmaningar som motverkar möjligheten att nå uppsatta mål
Interna perspektiv som beror på kommunen interna processer	S Full rådighet över systemval och infrastruktur	W Kan saknas kompetens inom Uppsala kommun idag Finansiell risk för Uppsala kommun Tidskrävande att bygga upp organisationen
Externa perspektiv som beror på omvärlden	O Möjlighet till måluppfyllelse gällande klimatomställningen Förebild för samhällsbyggnad	T Nationella styrmedel och dess utveckling Konjunktürkänsligt

3.4 Finansieringsmöjligheter

3.4.1 Marknadssamverkan

Detta alternativ innebär att kommunen via marknadsdialoger, markanvisningsavtal eller liknande låter marknaden ombesörja alla investeringsbehov. Med god lärdom från stadsutvecklingen i Rosendal – där marknadssamverkan ledde till innovation och nytänkande inom bland annat arkitektur och boendeformer under dialog med kommunen – kan detta alternativ vara intressant.

Marknadssamverkan kan minimera finansiell risk för kommunen och marknaden kan komma med förslag på innovation och testbäddar. Risker är att det tekniska försörjningssystemet kan bli fragmenterat och suboptimerat om skalfördelar missas genom att många aktörer är inblandade.

3.4.2 Offentlig finansiering

Om en teknik eller infrastruktur har hög innovationshöjd och ger möjlighet till både forskning och marknadsverifikation i testbäddsformat bedöms det som att sannolikheten för att få offentlig finansiering är god. Förslag på offentlig finansiering kan vara via de nationella forskningsprogrammen från exempelvis Energimyndigheten eller internationella programmen som EU:s Horisont. Dock är merparten av offentliga

utlysningar inriktade på forskning eller tester i mindre format och utlysningarna är oftast utformade för att finansiera personalkostnader; för hårdvara och materiella investeringar är möjligheterna färre och mindre. Dessutom ges oftast bara finansiering för infrastruktur under projektets gång, normalt några år, vilket vanligtvis understiger teknisk livslängd för infrastruktur.

Möjligheter med offentlig finansiering är att kunna testa idéer och tekniker, locka till sig näringsliv, forskning och internationella kontakter samt finansiellt stöd. Risker inkluderar att få mindre pengar till teknik och hamna med tillkommande administration som kräver löpande resurser från kommunens sida.

3.4.3 Egen investering eller samägandeskap

Om kommunen tar egna investeringar - både för ett helägt systemval eller med en marknadsaktör delägt systemval – finns flera möjligheter till investering. En förmånlig lösning är lån via europeiska investeringsbanken (EIB) som har skräddarsydda lösningar för offentliga infrastrukturinvesteringar. Arbetsgruppen för denna förstudie har identifierat möjligheten till att delta i workshoppar i regi av EIB där projektidéer testas och olika parter som investerare, finanscoacher och teknikexperter matchas ihop. En ansökan för att delta i en workshopserie har skickats in och svar väntas hösten 2024.

Möjligheter med egna investeringar är egen rådighet över det tekniska försörjningssystemet och möjlighet att styra mot större måluppfyllelse. Riskerna är primärt finansiella och organisatoriska.

4 Behov och förutsättningar

Detta kapitel redogör för de kommande energi- och effektbehoven för de sydöstra stadsdelarna inklusive förutsättningarna för området.

Beräkningar för energi- och effektbehov för de sydöstra stadsdelarna har genomförts utifrån data om byggplaner från projekt inom fyrspårsavtalet. Resultat av *energi*behoven för stadsbebyggelsen finns tillgängliga på timnivå men redovisas i detta kapitel som totalbehovet per år. För *effekt* redovisas beräknat maximalt effektbehov under året, vilket är dimensionerande.

4.1 Stadsdelen

En känslighetsanalys har utförts och för stadsbebyggelsen har två scenarion analyserats:

- Utbyggnad enligt den fördjupade översiktsplanen om 21 500 bostäder till år 2050.
- Lägre utbyggnadstakt för ett bostadsbestånd om 10 000 bostäder år 2050.

För verksamhetsområdet vid Mora stenar redovisas tre scenarion:

- Scenario A: Industriområde med två större industrier¹⁵, fem mindre¹⁶ industrier, resursverk¹⁷ samt eventuellt ett energiverk.
- Scenario B: Industriområde med en större industri, tre mindre industrier, ett resursverk samt eventuellt ett energiverk.
- Scenario C: Industriområde med fem mindre industrier, ett resursverk samt eventuellt ett energiverk.

Uppskattad maximal el-effekt redovisas för fullt utbyggt industriområde enligt ovan. De energiflöden som behövs till verksamhetsområdet beror på vilken typ av verksamhet som etableras där. Då planerna för verksamhetsområdet ännu är i tidigt skede finns ingen information om vilka typer av verksamheter som kommer att etableras där. Ånga eller kyla kan krävas för vissa typer av industriella processer, men inte för alla. En trend är att industrin går mer och mer mot en helt elektrifierad process, vilket gör att effektbehovet för el kan uppskattas på en övergripande nivå. Inga antaganden om storleksordningar för industriprocessernas behov av värme, ånga och kyla kan dock redovisas för verksamhetsområdet. Eventuella behov av dessa energibärare antas i förstudiens beräkningar tillgodoses genom individuella lösningar inom verksamheterna.

Ett uppskattat värme- och elenergibehov för själva fastigheterna, och inte processerna, för ett fullt utbyggt verksamhetsområde enligt scenario C motsvarar en sjättedel av värme- och elenergibehovet för 21 500 bostäder.

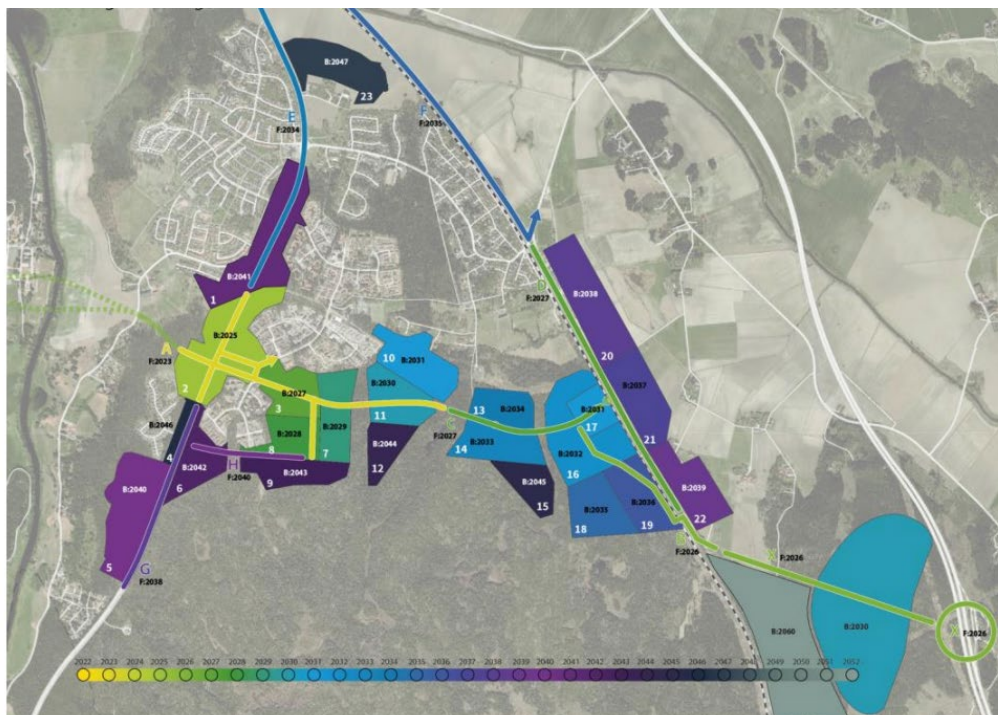
¹⁵ En större industri definieras i denna rapport som en högre energiintensiv bebyggelse med ett markanspråk om runt tio hektar. Motsvarande St Eriks eller Cytiva för en lokal kontext

¹⁶ En mindre industri definieras i denna rapport som energikrävande bebyggelse om två till fyra våningar med ett markanspråk upp till fem hektar.

¹⁷ Ett resursverk är ett vattenreningsverk som tar tillvara resurser och nyttor i högre grad än konventionella verk.

4.1.1 Befintlig infrastruktur

Byggnationen av de sydöstra stadsdelarna kommer påbörjas i de västra delarna parallellt med etablering av ett nytt område i de östra delarna i närheten av den nya järnvägsstationen Uppsala S. Vidare byggs staden från dessa östra och västra noder längs med spårvägsdragningen för att sedan mötas i mitten, se Figur 4-1.



Figur 4-1. Planerade produktionsstarter för de sydöstra stadsdelarna.

Västra noden har befintlig infrastruktur för fiber, vatten, avlopp, el och fjärrvärme. Med minimal förstärkning av den befintliga fjärrvärmeanslutningen kan de första etapperna försörjas med värme. Fjärrkyla saknas i närområdet till västra noden. Den östra noden saknar helt teknisk försörjning.

Verksamhetsområdet vid Mora stenar upptar en yta om cirka 100 hektar.

4.1.2 Geologi

Geologin i området är generellt grunda lerlager på berg. De sydöstra stadsdelarna angränsar till de norra delarna av Natura 2000-området Lunsen där stora områden är våtmarker. Sprickbildning i berg kan äventyra ytvattnet i Lunsen¹⁸ vilket leder till att geologisk lagring av energi via exempelvis borrhålslager (bergvärme) i större skala bedöms som en mycket hög risk i dagsläget. Energimängderna som de sydöstra stadsdelarna väntas använda pekar mot att tiotusentals borrhål måste borraras. Öster om järnvägen är risken för påverkan på Lunsen mindre, varför borring eller motsvarande kan undersökas som alternativ där i framtida utredningar.

¹⁸ Från framtagna infrastrukturplan för de sydöstra stadsdelarna (WSP, 2023).

4.1.3 Kapacitetsbrist i elnätet

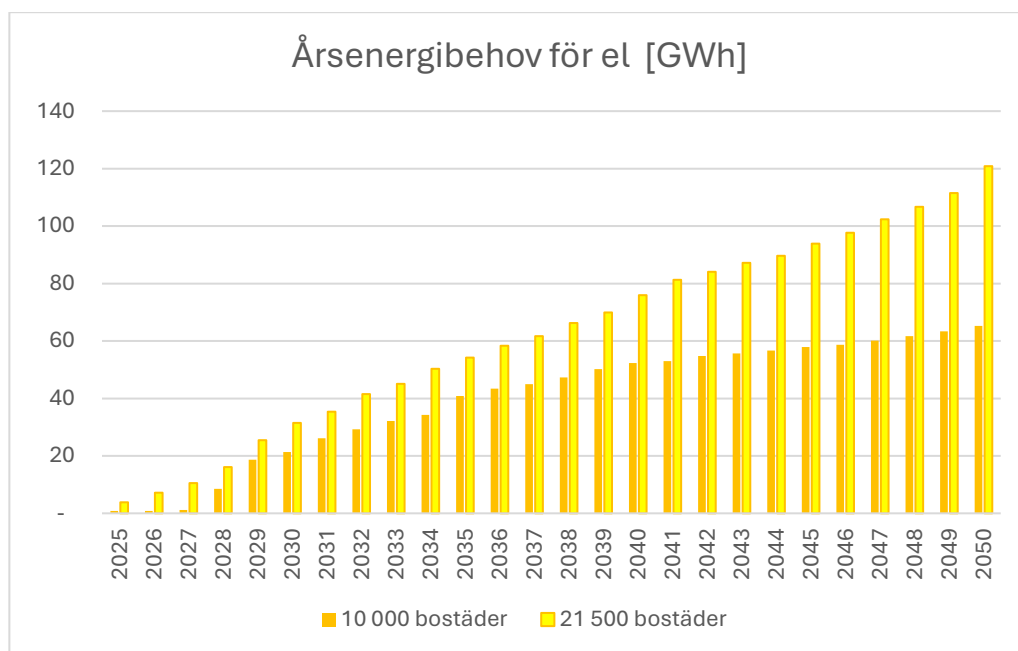
Det är tekniskt möjligt att inte förlägga ett centralt värmesystem i de sydöstra stadsdelarna, utan låta samtliga fastigheter tillgodose sin egna värmeförsörjning via värmepumpar. Denna lösning kommer att leda till stort behov av el-effekt kalla dagar, en tidpunkt då kapaciteten i elnätet redan är ansträngd. En storskalig värmepumpslösning förvärrar således kapacitetsbristen för Uppsala kommun.

4.2 Energiförbrukning i de sydöstra stadsdelarna

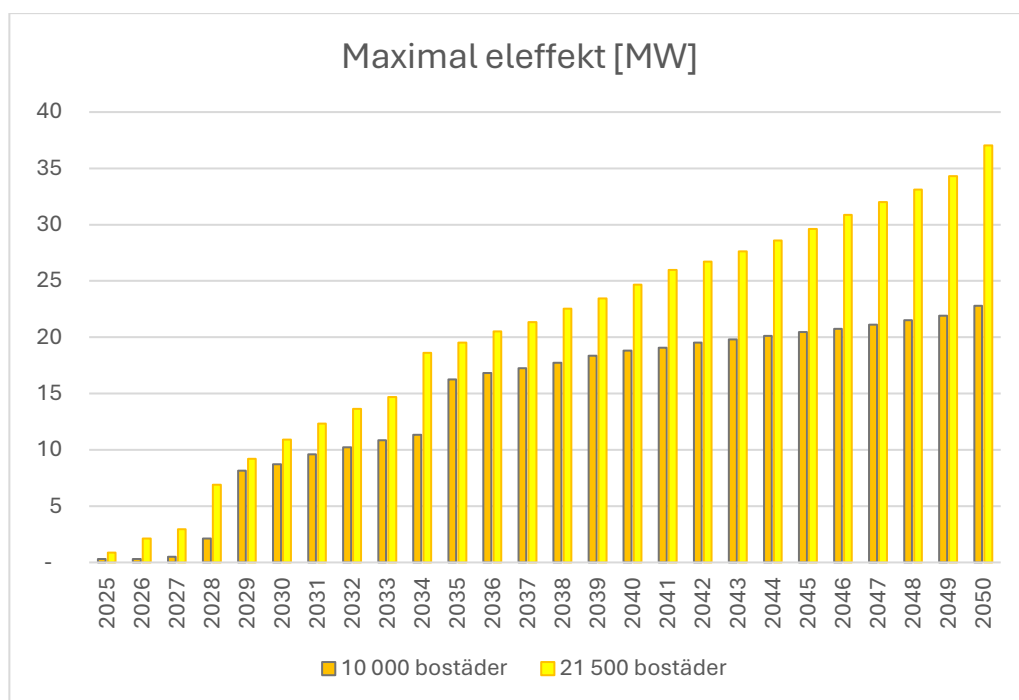
Detta delkapitel redogör för de beräknade energi- och effektbehoven för de sydöstra stadsdelarna.

4.2.1 Elbehov

Årsenergiförbrukning respektive maxeffekter för el per bostadsscenario redovisas i Figur 4-2 respektive Figur 4-3. Behovet inkluderar all förbrukning från bostäder, lokaler och mobilitet inklusive spårvägen men energibehovet omfattar inte verksamhetsområdet vid Mora stenar. Det redovisade elbehovet är framtagna hjälp av energisystemmodeller från Uppsala universitet. Värdena stämmer väl överens med beräkningar från Vattenfall och Sweco som använt andra metoder för uppskattning av behovet.

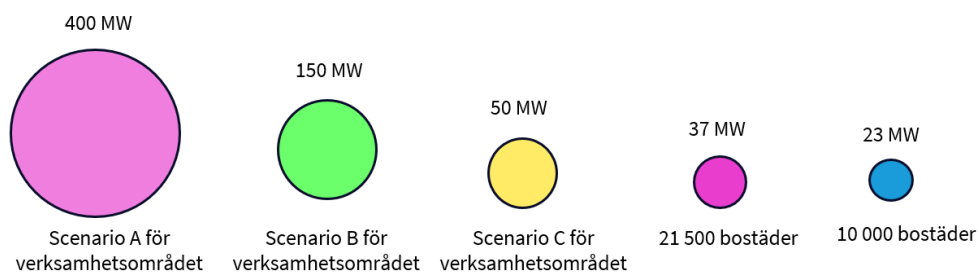


Figur 4-2. Årsenergiförbrukning för el för respektive bostadsscenario för de sydöstra stadsdelarna inklusive mobilitet men exklusive verksamhetsområdet.



Figur 4-3. Maximalt eleffektbehov för respektive bostadsscenario för de sydöstra stadsdelarna inklusive mobilitet men exklusive verksamhetsområdet. Som jämförelse har Uppsala stad ett maxeffektbehov kring 300 MW.

För ett uppskattat el-effektbehov för verksamhetsområdet vid Mora stenar för olika scenarier och en jämförelse mot stadsbebyggelsen, se Figur 4-4.

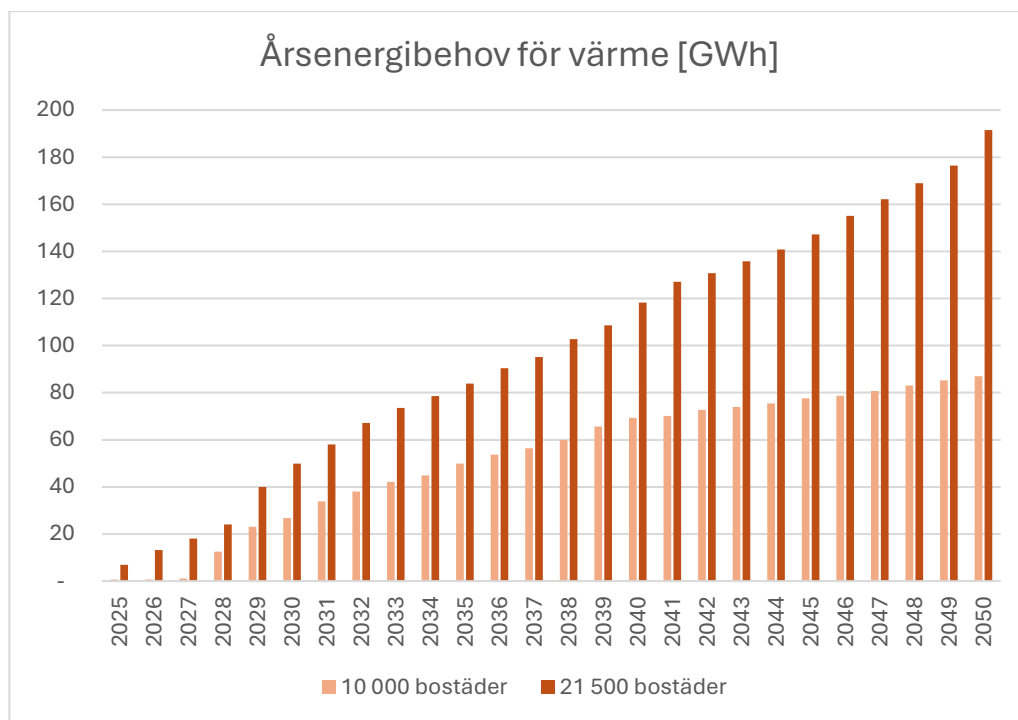


Figur 4-4. Uppskattat maximalt el-effektbehov för de sydöstra stadsdelarna och verksamhetsområdet vid Mora stenar vid full utbyggnad år 2050¹⁹.

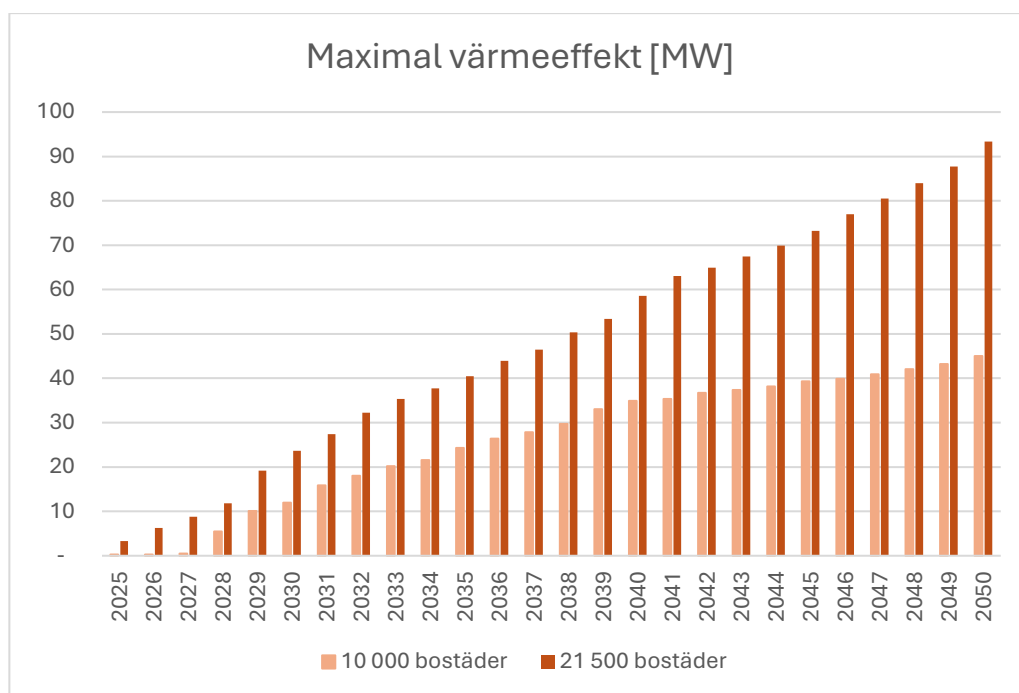
¹⁹ Scenario A: Industriområde med två större industrier, fem mindre industrier, resursverk samt eventuellt ett energiverk. Scenario B: Industriområde med en större industri, tre mindre industrier, ett resursverk samt eventuellt ett energiverk. Scenario C: Industriområde med fem mindre industrier, ett resursverk samt eventuellt ett energiverk.

4.2.2 Värmebehov

Årsenergibehov respektive maxeffekter för värme per bostadsscenario redovisas i Figur 4-5 respektive Figur 4-6. Behovet inkluderar all förbrukning från bostäder och lokaler men inte verksamhetsområdet vid Mora stenar. Värmebehovet är framtagna hjälp av modeller Uppsala universitet. Värdena stämmer väl överens med beräkningar från Vattenfall som använt andra metoder för uppskattning av behovet.



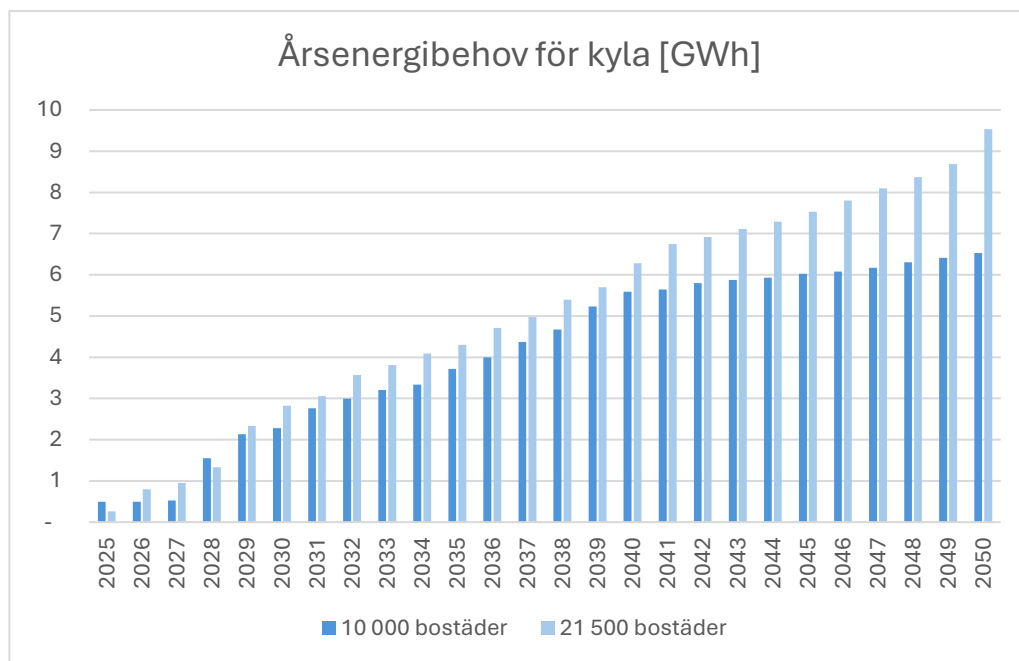
Figur 4-5. Årsenergibehov för värme för respektive bostadsscenario för de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet. Som jämförelse produceras cirka 1 300 GWh fjärrvärme per år i Vattenfalls anläggningar i Uppsala.



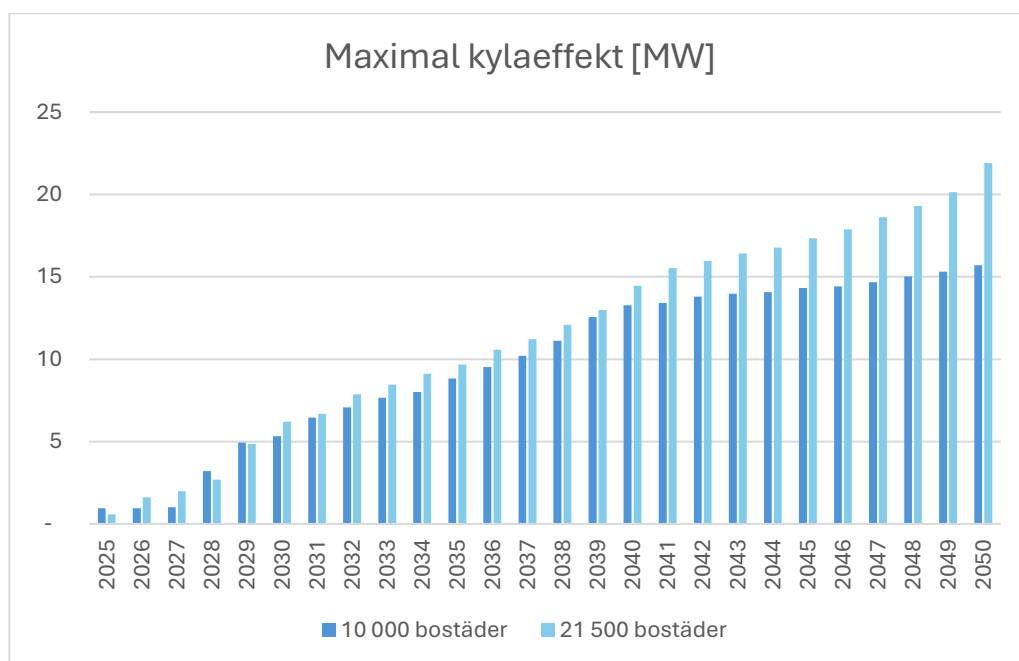
Figur 4-6. Maximalt värmeeffektbehov för respektive bostadsscenario för de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet. Som jämförelse har Vattenfalls fjärrvärmeverk i Uppsala en maxkapacitet om 825 MW.

4.2.3 Kylbehov

Årsenergibehov respektive maxeffekter för fjärrkyla för bostäder och lokaler i de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet vid Mora stenar redovisas i Figur 4-7 respektive Figur 4-8. Beräkningarna utgår från statistik för kylbehov för olika typer av fastigheter.



Figur 4-7. Årsenergibehov för fjärrkyla för fastigheter i de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet. Som jämförelse produceras årligen cirka 150 GWh fjärrkyla i Uppsala, främst till industrin.



Figur 4-8. Maxeffektbehov för fjärrkyla för fastigheter i de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet.

5 Utvärdering av systemval

Detta kapitel beskriver och utvärderar lämpliga systemval²⁰ för det framtida energisystemet i de sydöstra stadsdelarna. Analysen i det här kapitlet är oberoende av vilken aktör som genomför systemvalet. En utvärdering av möjliga genomförandemodeller för rekommenderade systemval presenteras i kapitel 6.

Utvärderingen av systemval presenteras per energislag (el, värme och kyla). Varje systemval beskrivs och utvärderas på samma sätt: Först beskrivs dess teknik och funktion, därefter presenteras en ekonomisk analys för implementering av systemvalet. Därpå följer en utvärdering av hållbarhet och resurseffektivitet, robusthet och resiliens, synergier och skalbarhet samt ekonomi. Även risker och möjligheter för varje systemval redovisas. Varje systemval utvärderas och sammanfattas enligt Tabell 5.1.

Tabell 5-1. Aspekter för utvärdering av systemval i denna förstudie

Aspekter för utvärdering	Beskrivning	Motivering
Hållbarhet och resurseffektivitet	Systemvalets påverkan på ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet. Särskilt utvärderas möjligheten till klimatneutralitet eller klimatpositivitet samt lokalt resursutnyttjande	Agenda 2030: Delmål 11.6: Minska städernas miljöpåverkan Agenda 2030: Delmål 12.2: Hållbar förvaltning och användning av naturresurser Agenda 2030: Delmål 7.1: Tillgång till modern energi för alla Agenda 2030: Delmål 7.2: Öka andelen förnybar energi i världen Agenda 2030: Delmål 9.1: Skapa hållbara, motståndskraftiga och inkluderande infrastrukturer Energiprogram 2050: Tillståndsmål 2: Resurseffektiv energiförsörjning med högt nyttjande av lokala resurser och slutna kretslopp Energiprogram 2050: Tillståndsmål 3: Tillgängligt, tryggt, jämlikt och integrerat energisystem Miljö- och klimatprogrammet: Övergripande mål: Klimatneutralt Uppsala 2030 för ett klimatpositivt Uppsala senast 2050 Mål & Budget 2024: Uppdrag 20: Öka takten i klimatomställningen för att minska växthusgasutsläppen och nå målet om ett klimatneutralt Uppsala 2030 och klimatpositivt Uppsala senast 2050
Robusthet och resiliens	Hur säkert systemvalet är mot störningar.	Agenda 2030: Delmål 11.B: Implementera strategier för inkludering, resurseffektivitet och katastrofriskreducering

²⁰ Ett systemval är i denna rapport teknik och infrastruktur som bidrar till energiförsörjningen

	Motståndskraft respektive återhämtningsförmåga för systemet	
Synergier och skalbarhet	Om systemvalet har synergier med andra tekniska försörjningssystem samt om det är skalbart över tid	Energiprogram 2050: Tillståndsmål 1: Sammankopplade samhällssystem ger synergivinster Energiprogram 2050: Tillståndsmål 2: Resurseffektiv energiförsörjning med högt nyttjande av lokala resurser och slutna kretslopp
Ekonomi	Bedömning av den ekonomiska möjligheten för systemvalet oavsett aktör som tar investeringen	Uppsala kommuns fokusmål 1: Uppsala ska säkra en stark ekonomi och värna välfärden Uppsala kommuns fokusmål 2: Uppsala ska ha ett välmående näringsliv och skapa fler jobb
Risker och möjligheter	Redogörelse för risker och möjligheter för systemvalet	Agenda 2030: Delmål 7A: Tillgängliggör forskning och teknik samt investera i ren teknik

I Tabell 5.2 redovisas de ekonomiska antaganden som använts i samtliga utvärderingar, om inte annat anges.

Tabell 5-2. Ekonomiska antaganden som använts i samtliga utvärderingar.

Kundpris fjärrvärme	850 kr/MWh
Kundpris el för hushåll	1,2 kr/kWh
Kundpris el för industri	1 kr/kWh
Kundpris fjärrkyla	900 kr/MWh
Försäljningspris producerad el	0,4 kr/kWh
Låneränta	4,5 %
Försäkringsavgift	1 % av CAPEX per år
Personalkostnader	1 mnkr/person och år
Bolagsskatt	20,6 %
Inflation	2 %
Diskonteringsränta	7,5 %
Beräkningsperiod	Varierar, vanligtvis teknisk livslängd

Under utvärderingen har ett antal systemval avfärdats. Dessa presenteras i Tabell 5.30 i slutet av detta kapitel.

5.1 El

Gällande elförsörjningen i de sydöstra stadsdelarna är förstudiens ansats att maximera lokal produktion av fossilfri el för att så långt som möjligt täcka det kommande behovet och minimera behovet av överföring från andra delar av landet. Då Vattenfall har koncession för elnätet i området ansvarar de för att bygga ut elnätet baserat på prognoser från kommunen. Denna utvärdering avser därför endast produktionskällor för el. De systemval för kraftproduktion som presenteras är:

- Nollalternativet: Produktion från övriga Sverige
- Kraftvärme
- Solkraft med mikronät
- Stödproduktion med batteriparker
- Småskalig kärnkraft (SMR)

I Tabell 5.3 och Tabell 5.4 redovisas det kommande ungefärliga elbehovet respektive eleffektbehovet för representativa årtal. För fullständiga data se kapitel 4.2.1.

Tabell 5-3. Elbehov i GWh per år

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	21	52	65
21 500	32	76	121

Tabell 5-4. Maximalt eleffektbehov i MW

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	9	19	23
21 500	11	25	37
Industriscenario A			400
Industriscenario B			150
Industriscenario C			50

5.1.1 Nollalternativet: Produktion från övriga Sverige

I nollalternativet produceras el på annan plats i landet och transporteras via elnäten till de sydöstra stadsdelarna. Eventuell lokal elproduktion från exempelvis solceller kan säljas till det lokala elnätet om det inte nyttjas direkt i exempelvis en fastighet. I dagsläget sker kraftförsörjningen inom Uppsala kommun på detta sätt.

Skandinavien och Sverige har en låg klimatpåverkan från kraftproduktion, hög självförsörjandegrad och ett robust och resilient elsystem. En utvärdering av nollalternativet för el åskådliggörs i Tabell 5.5.

Tabell 5-5. Utvärdering av nollalternativet för el.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Låg klimatpåverkan, generellt låga elpriser jämfört med resten av Europa
Robusthet och resiliens	Hög robusthet: 99,98 % leveranssäkerhet
Synergier och skalbarhet	God skalbarhet
Ekonomi	Ekonomiskt rimligt då det sker konventionellt och via säkra prognoser
Risker och möjligheter	Potentiellt svårt att maximera solcellsproduktion ty det råder nätbegränsningar Trygg och standardiserad drift Risk att elproduktionen i Sverige inte är tillräckligt stor för att täcka behoven nationellt

Risk att elnäten inte byggs ut i tid

5.1.2 Kraftvärme

Systemvalet innebär att ett bibränsleeldat kraftvärmeverk etableras vid verksamhetsområdet vid Mora stenar. Verket tillgodoser både kraftproduktion och värmeförsörjning för de sydöstra stadsdelarna och dimensioneras efter det kommande värmebehovet. Bränslet antas vara träflis. Ett kraftvärmeverk har planerbar kraftproduktion vilket gör att produktionen kan styras för att möta det varierade behovet över dygnet och året. Ett kraftvärmeverk är inte direkt skalbart utan ett verk kommer inledningsvis vara överdimensionerat. Detta kan mitigeras med mindre

Kraftvärmeproduktionen skulle tillgodose 98 % el-behovet av behovet för bostäderna i de sydöstra stadsdelarna vid full utbyggnad till år 2050. Hela värmebehovet tillgodoses. Logistikbehovet blir cirka tio lastbilar med trädbränsle per dag.

Markanspråk för ett kraftvärmeverk i denna skala är upp till fem hektar inklusive bränslelager. Uppskattad byggnationstid inklusive projektering och tillståndprocesser är fem år.

5.1.2.1 Ekonomisk analys

Uppskattat investeringsbehov för ovannämnda anläggning är 2 500 mkr exklusive ett distributionsnät för värme (som uppskattas till 1 200 mkr). Fasta driftkostnader är 28 mkr/år exklusive bränsle. Rörliga driftkostnader är 8 mkr/år. Teknisk livslängd för ett kraftvärmeverk är 25 år men förlängs med återinvestering. Beräkningsperioden blir med två återinvesteringar och således 65 år.

Intäkter från värmeförsäljning antas årligen vara 600 kr/MWh för energiavgifter samt 400 kr/kW för abonnemangsavgifter. Intäkter från elförsäljning antas vara 400 kr/MWh per år. Se Tabell 5.6 för ekonomiska nyckeltal.

Tabell 5-6. Nyckeltal för ett bibränsleeldat kraftvärmeverk.

Beräkningsperiod	2035–2100
Nettonuvärde	-1 762 mkr
Internränta	Negativ
Totala investeringar	3 687 mkr
Återbetalningstid	Återbetalas ej under beräkningsperiod
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	5 000 mkr

En känslighetsanalys där intäkter samt bränsle- och investeringskostnader varieras med 50 procent visar idel negativa nettonuvärden.

I beräkningarna antas verket endast leverera värme till de sydöstra stadsdelarna, vilket innebär att det mycket sällan körs på full effekt. Om produktionen skulle köras på full effekt större delen av året²¹ skulle det producera ungefär 560 GWh värme och 340

²¹ 6200 fullasttimmar jämfört med de 2122 fullasttimmarna som behövs för att tillgodose värmebehovet i de sydöstra stadsdelarna

GWh²² el, vilket motsvarar ungefär 300 procent av behovet i de sydöstra stadsdelarna för respektive energislag. Detta skulle kräva omkring 400 kton eller 30 lastbilar med bränsle per dag, om inte järnväg kan användas. Nettonuvärdet blir även här negativt, även under antagandet att all värme kan säljas. Detta innebär att investeringen är olönsam under hela beräkningsperioden fram till och med år 2100.

5.1.2.2 Utvärdering

Ett biobränsleeldat kraftvärmeverk genererar el och värme med låg klimatpåverkan. Moderna verk har även hög standard på rökgasrening varför luftkvaliteten inte bedöms påverkas negativt. Om skogsråvaran har lokalt ursprung blir även möjligheten till resurseffektivitet stor. Däremot är behovet av biomassa stort och i Uppsala kommun finns redan två värmeverk²³. Därav kan konkurrens om lokalt biobränsle uppstå vilket riskerar ett högt värmepris för konsumenter och näringsliv.

Kraftvärme är en beprövad teknik med få driftstörningar, varför robustheten bedöms som god. Vad gäller resiliens är verket beroende av en fungerande logistik. Vid störningar av elsystemet på regional eller nationell nivå kan kraftvärme agera som en lokal produktionsenhet av både el och värme.

Ett kraftvärmeverk har få synergier med övriga tekniska försörjningssystem utöver kopplingen mellan el och värme och innovationshöjden är låg. Inledningsvis när de sydöstra stadsdelarna byggs ut är dessutom ovanstående kraftvärmeverk överdimensionerat. Verket och distributionsnätet kan byggas samman med Uppsala stads befintliga infrastruktur för ökad redundans.

Risker med ett kraftvärmeverk inkluderar en osäker bränsleprismarknad framgent, att en konkurrenssituation om biobränsle kan uppstå samt låg innovationshöjd. Möjligheter inkluderar en lokal och klimatvänlig försörjning av både el och värme samt ett robust system.

5.1.2.3 Sammanfattning

En sammanfattande utvärdering redogörs för i Tabell 5.7

Tabell 5-7. Utvärdering av systemvalet kraftvärmeverk.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Låga klimatutsläpp, viss möjlighet till lokalt resursutnyttjande, risk för höga energikostnader
Robusthet och resiliens	Hög robusthet ty väletablerad teknologi och hög resiliens
Synergier och skalbarhet	Inga synergier och låg innovationshöjd Skalar dåligt med utbyggnadsordningen då värmeverk inte är modulära
Ekonomi	Svaga ekonomiska förutsättningar
Risker och möjligheter	Kan leda till konkurrens om biobränsle och högre värmepriser Kraftvärmeproduktion är planerbar

²² Detta motsvarar att utöver stadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna kan en femtedel av Uppsala stads värmebehov tillgodoses, liksom årsebehovet för en större industri

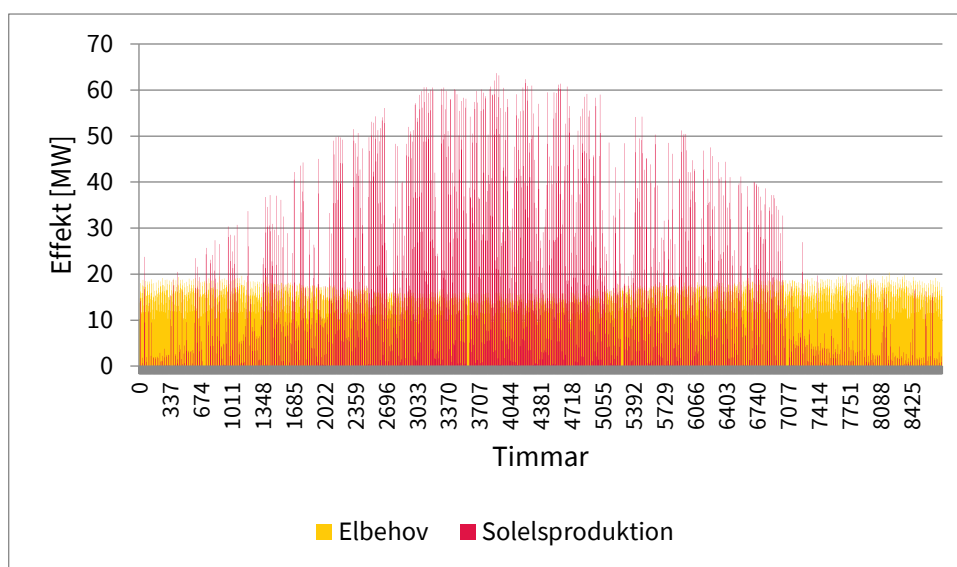
²³ Bolandsverket och verket vid SLU's Lövsta gård

På grund av svaga ekonomiska förutsättningar och redan befintlig infrastruktur i Uppsala stad **rekommenderas inte systemvalet ny kraftvärme som en del av energisystemet i de sydöstra stadsdelarna.**

5.1.3 Solkraft med mikronät

Kommande krav från EU om solcellsinstallationer vid nybyggnation²⁴ kommer att innebära att solkraft behöver implementeras på byggnader i de sydöstra stadsdelarna. Dock är rådande nationella styrmedel sådana att maximering av solkraft på lämpliga takytor inte uppmuntras²⁵.

Beräkningar visar att om mängden solceller maximeras genom att installationer görs på samtliga lämpliga tak i de sydöstra stadsdelarna erhålls en elproduktion som på årsbasis men inte per timma matchar konsumtionen, se Figur 5.1. Det kan konstateras att produktion och konsumtion ungefär matchar på årsbasis oavsett mängden fastigheter och etappfas.



Figur 5-1. Beräknad solelsproduktion och elbehov för de fullt utbyggda sydöstra stadsdelarna.

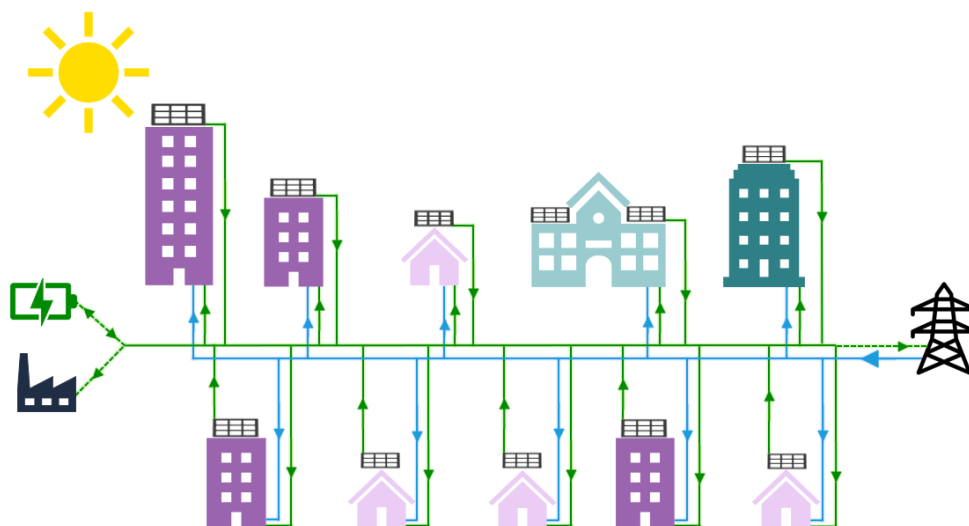
En betydande lokal överproduktion av solkraft kan dock verka menligt på distributionsnätet om det resulterar i en kraftig lokal utmatning av el. Därför bör producerad el huvudsakligen konsumeras direkt eller lagras lokalt. Att installera ett batteri är kostnadsdrivande för en byggherre. Som lösning på att både kunna flytta energi mellan fastigheter och bespara byggherrar större investeringar kan ett mikronät (även kallat icke koncessionspliktigt nät, IKN) vara av intresse.

Ett mikronät fungerar som ett parallellt nät jämsides lokalnätet med anslutningar till samtliga fastigheter. Ett mikronät är av enklare teknisk karaktär och mindre dimension än ett lokalnät, se Figur 5.2.

²⁴ [Energy Performance of Buildings Directive \(europa.eu\)](http://europa.eu)

²⁵ Elkostnaden består av elnätsavgift, energipris och elskatt (och moms). När en solcellskilowattimme konsumeras internt i en fastighet sparar man hela denna kostnad. Men om en fastighet har överproduktion säljs denna ut på nätet för enbart energipris (som oftast är lägre sommardagtid då allt fler nu har solceller och elhandel sker på en spotmarknad).

Eventuell överproduktion från en fastighet kan matas ut på mikronätet och användas i en annan fastighet, till ett industriområde eller ett energilager inom samma mikronät. Kvälls- och nattid kan el som lagrats i energilager matas tillbaka via mikronätet till fastigheterna; nya, lokala affärsmodeller kan skapas och fastighetsägare kan få en bättre affär i att installera solceller, och de behöver inte ta en stor investering för ett eget energilager. Sammantaget ger ett mikronät incitament till installation av mer lokal och fossilfri elproduktion samt nya möjligheter till att nyttja denna produktion. Dessutom kan mikronätet ge ett skydd mot överproduktion och därmed menlig elkvalitet samt möjligheter till nya affärsmodeller.



Figur 5-2. Schematisk skiss över ett konceptuellt mikronät. El produceras av solceller som installerats på byggnadernas tak och distribueras i det lokala mikronätet (gröna linjer). Då en självförsörjning om 100% inte är möjlig krävs anslutning till det konventionella lokala nätet (blå linjer).

Nyligen har förändringar i ellagen möjliggjort för mikronät, och flertalet mikronät är under konstruktion i Sverige. Dessa organiseras och drivs vanligtvis som samfälligheter eller under offentlig förvaltning. Mjukvara och lösningar för mätning och debitering på lokala energimarknader existerar. Marknadsdialoger från Ulleråker har visat på positiv inställning till mikronät från byggherrar.

Detta systemval innebär att ett mikronät anläggs i de sydöstra stadsdelarna kopplat till de solceller som installeras på byggnader i området²⁶. Inledningsvis implementeras mikronät i östra stadsnoden som en testbäddsmiljö för att utvärdera och vidareutveckla funktioner för vidare uppskalning i de sydöstra stadsdelarna.

Jämfört med annan teknisk infrastruktur är förläggning av ett mikronät är inte kostnadsdrivande om det samplaneras och -förläggs med övriga ledningsdragningar. Inte heller anslutning till mikronätet är kostnadsdrivande för byggherrar.

²⁶ Alla lämpliga takytor förses med solceller

5.1.3.1 Ekonomisk analys

Uppskattad kostnad för ett mikronät inom östra stadsnoden är om det samförläggs med övrig infrastruktur 2,6 mnkr. Den östra stadsnoden är i denna rapport den första etappen (se områdesnummer 16–17 i Figur 4-1). Löpande årskostnader beräknas till 1 mnkr i främst personalkostnader. Teknisk livslängd är 30 år och förlängs med återinvestering. Den aktör som investerar i nätet har i beräkningar en intäktskälla motsvarande en elnätsavgift om 20 öre per kWh (som jämförelse kan nämnas att ”normal” elnätsavgift är 33 öre/kWh). Observera att all elanvändning slutligen beskattas för, varför detta upplägg inte undviker skatt. Energilager ingår således inte i kalkylen – den affären är separat med goda förutsättningar.

Byggherrar antas ta kostnader för solceller på sina fastigheter och eventuella energilager investeras av marknadsaktörer när incitament kommer på plats.

Två personer dedikeras heltid för att under tre år projektera teknik och affärsutveckla mikronätet. För drift av mikronätet antas åtgå motsvarande en heltidstjänst fördelad på en ekonom och en drifttekniker. För ekonomiska nyckeltal för ett mikronät i den östra stadsnoden, se Tabell 5.8.

Tabell 5-8. Ekonomiska nyckeltal för ett mikronät i östra stadsnoden.

Beräkningsperiod	2028–2065
Nettonuvärde	4,4 mnkr
Internränta	11 %
Totala investeringar	2,6 mnkr
Återbetalningstid	12 år
Ägartillskott till nollpunktsresultat	6,8 mnkr

5.1.3.2 Utvärdering

En maximerad solkraftsproduktion ger upphov till ökad lokal fossilfri elproduktion som sommartid kan tillse det mesta av behovet för stadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna och delar av behovet för verksamhetsområdet vid Mora stenar.

Produktion av solceller är koncentrerad till ett land, men europeisk och inhemsk produktionskapacitet är under uppbyggnad. Även råvaror för solcellsproduktion existerar inom Europa och mindre mängder sällsynta jordartsmetaller åtgår vid produktion. Då solinstrålning driver kraftproduktionen nyttjas lokala resurser. En ökad andel solkraft kommer troligtvis att innebära lägre elpriser under sommarhalvåret.

Ett mikronät (inklusive energilager) ökar även möjligheten till ö-drift: Att de sydöstra stadsdelarna till viss del kan elförsörjas enbart lokalt vid större strömbrott om systemet utformas för det. Således ökar robusthet och resiliens vid ett mikronät, liksom att detta kan agera stödjande mot det konventionella elnätet som slipper hantera stora mängder solkraft och därför kan byggas mer rationellt då man slipper bygga för mycket intermittent produktion.

Skalbarheten för ett mikronät är helt linjär med bebyggelseutvecklingen och inga större engångsinvesteringar finns förutom att bygga upp affärsmodellerna. Synergier med övrig teknisk infrastruktur kan hittas om överskottselen sommartid används för lagring eller bidrar till industriområdets elkonsumtion.

Då mikronätet med solkraft inte ger 100 % självförsörjandegrad kommer stödjande el från andra delar av Sverige nätet behöva köpas in. En självförsörjningsgrad om 100 %

är inte heller rimligt att uppnå då detta skulle kräva stora energilager, exempelvis stora batterier eller stora arealer för vattendammar till vattenkraft. Därför kommer fastigheterna i området att behöva två separata anslutningspunkter till elnät: En anslutning till mikronätet och en till lokalnätet. Denna dubbelanslutning kommer dock inte att leda till någon högre kostnad för slutkund och minimal extrakostnad för byggherrar jämfört med att bara använda det vanliga lokalnätet. Det beror framför allt på att egenanvändningen är tillräckligt hög och att den fasta avgiften för lokalnätet inte blir dominerande för totalpriset för el.

En risk med att anlägga ett mikronät är att systemet är relativt obeprövat och att eventuella kommande styrmedel kan påverka förutsättningarna för mikronät. Ytterligare en utmaning är att ett mikronät involverar flera aktörer som måste samverka över tid. Möjligheterna med ett mikronät är däremot stora då det kan främja en ökad lokal kraftproduktion, energidelning mellan aktörer och nya affärsmöjligheter.

5.1.3.3 Sammanfattning

För en sammanfattning av ett solkraftskopplat mikronät se Tabell 5.9.

Tabell 5-9. Utvärdering av systemvalet solkraftskopplat mikronät.

Aspekter för utvärdering	Analys
Hållbarhet och resurseffektivitet	Ökad lokal fossilfri elproduktion och resursutnyttjande
Robusthet och resiliens	Ökar möjligheten till ö-drift och lokal reservkraft i form av energilager
Synergier och skalbarhet	Skalbarheten bedöms som mycket god Synergier med övrig teknisk försörjning vid nyttjande av överskottsel
Ekonomi	Viss ekonomisk risk i både storlek och framtida marknader. Osäkerhet kring kommande styrmedel
Risker och möjligheter	Risker är av finansiell och organisatorisk karaktär samt att mikronät är en ny marknad Möjligheter inkluderar nya affärsmodeller och ökad lokal kraftproduktion Ett mikronät i denna skala är bland de första i världen vilket är både en risk och en möjlighet

För att kunna maximera lokalt producerad solkraft **rekommenderas att systemvalet solkraft med mikronät etableras**, i första steg som testbädd i östra stadsnoden.

5.1.4 Stödproduktion med batteriparker

Detta systemval innebär att en större batteripark etableras vid verksamhetsområdet vid Mora stenar för att motarbeta kapacitetsbrist i elnätet. I praktiken sker ingen lokal produktion då batteriet behöver laddas upp – detta sker nattetid eller andra vid tidpunkter då nätet är mindre belastat – men om kapacitetsbrist uppstår laddar batteriet ut och stödjer det lokala nätet.

En batteripark kan generera intäkter på tre sätt:

- Genom så kallat energi-arbitrage (att köpa in el billigt och sälja dyrare, mest på dygnsbasis; kräver stora volymer och har hög risk).

- Genom deltagande på en lokal flexibilitetsmarknad (ger ersättning för att stödja lokalnätet genom en marknadslösning, liknande den lokala marknad som Vattenfall tidigare drivit i Uppsala kommun).
- Genom att bidra med stödtjänster i svenska kraftnäts stödtjänstmarknader (ger ersättning för att stödja transmissionsnätet med exempelvis frekvensreglering).

Batteriparker är högaktuella och lönsamma i Sverige just nu, men hur framtida ersättningar ser ut är ovisst. Denna förstudie har för de ekonomiska beräkningarna använt sig av den tyska marknadens intäktsmodeller som är mer mogna och lägre.

Ett markanspråk för en batteripark om 25 MW el (motsvarande cirka en tiondel av Uppsala stads maxeffektbehov eller stadsbebyggelsen och verksamhetsområdets maxeffektbehov fram till 2040) är upp till en hektar. Batteriparken bör driftas för att få intäkter via stödtjänstmarknader under hela året men bör också dedikerat stödja det lokala elnätet vid tidpunkter då elnätet är ansträngt.

5.1.4.1 Ekonomisk analys

Uppskattat investeringsbehov för ovannämnda anläggning är 120 mnkr. Fasta driftkostnader är 170 tkr/år. Teknisk livslängd beror på driftssätt men antas vara tio år. Detta ger ekonomiska nyckeltal enligt Tabell 5.6.

Tabell 5.6. Nyckeltal för en batteripark

Beräkningsperiod	2033–2043
Nettonuvärde	250 mnkr
Internränta	19 %
Återbetalningstid	2 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	5 mnkr

5.1.4.2 Utvärdering

En batteripark bidrar inte till lokal produktion men har en stödjande funktion för elnätet med i dagsläget lönsam ekonomi trots en stor investering. Batteriparker är driftssäkra och även om en anläggning enligt ovan är överdimensionerad i de första utbyggnadsetapperna kan den stödja elnätet i övriga Uppsala stad. Vad gäller hållbarhet innebär råvarorna till ett batteri gruvdrift. Vilken typ av batteri som väljs - så kallad batterikemi - kan innebära olika jordartsmetaller i innehållet.

Risker med en batteripark är att investeringen är stor och att den framtida utvecklingen av stödtjänstmarknader är osäker. Därtill behöver säkerställas att en batteripark även ger nytta i det lokala nätet. Risken för brand kan hanteras med brandceller och sprinkling. Möjligheter inkluderar att frigöra effekt i elnätet och möjliggöra utveckling av området innan förstärkningar i transmissionsnät och eventuell lokal produktion kommer på plats. En batteripark kan även kopplas mot ett mikronät enligt kapitel 5.1.3 för att laddas med lokalt producerad, fossilfri energi.

5.1.4.2 Sammanfattning

En sammanfattande utvärdering redogörs för i Tabell 5.7

Tabell 5.7. Utvärdering av systemvalet batteripark.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Val av batterikemi viktigt för hållbarhet Behöver återvinnas efter teknisk livslängd
Robusthet och resiliens	Hög robusthet ty väletablerad teknologi
Synergier och skalbarhet	Inga synergier med andra tekniska system, men innovationshöjd i kombination med ett mikronät Batterier är modulära och kan skala med utbyggnadsordning
Ekonomi	Mycket goda ekonomiska förutsättningar
Risker och möjligheter	Behöver säkerställa nyttiggörande i det lokala nätet Avlastar elnätet tills nätförstärkningar och produktion är på plats Uttaget av el från batteriparker kan planeras i tiden

En batteripark visar på goda möjligheter och förutsättningar att avlasta elnätet men ger ingen lokal produktion. Dock, då Uppsala har drabbats av kapacitetsbrist under längre tid är batteriparker intressant att tillämpa överallt i kommungeografin. **Därför rekommenderas att systemvalet batteriparker undersöks vidare** men inte är den enda lösningen för kraftförsörjning för de sydöstra stadsdelarna.

5.1.5 Småskalig kärnkraft

Detta systemval innebär att småskalig kärnkraft (SMR, Small Modular Reactor) anläggs i Uppsala kommun, antingen inom verksamhetsområdet vid Mora stenar eller annat lämpligt industriområde (detta då det inte krävs absolut närhet till de sydöstra stadsdelarna).

Skillnaden mellan SMR och den kärnkraft som Sverige har idag är framför allt storleken på reaktorn, med en installerad el-effekt om upp till 300 MW för en SMR (jämfört med storskalig kärnkraft om 1 000 MW). Idén med SMR är att minska kostnaden genom att serieproducera reaktorerna och därmed förkorta ledtider och minska barriärer för att investera i ny kärnkraft.

SMR är ganska nytt i diskussionen om kärnkraft men har förekommit tidigare. På 1950-talet planerades det att bygga SMR i stora städer. Värmeeffekten är cirka tre gånger större än den elektriska vilket skapar stor potential att utnyttja restvärmen som fjärrvärme om reaktorn kan placeras centralt.

I dagsläget finns det ett 80-tal reaktorkoncept för SMR som varierar mycket i installerad effekt, från 2 MW upp till över 300 MW, samt varierar hur långt de har kommit i utvecklingen. Just nu pågår stora projekt i Kanada och Estland där flertalet reaktorer är under byggnation. Det finns även fyra SMR-anläggningar som i dagsläget är klara. Dessa finns i Argentina, Kina och Ryssland. Serieproduktion finns i mindre skala.

För denna förstudie har en lättvattenmodererad reaktor om 300 MW eleffekt²⁷ undersökts (vilket ger 900 MW värmeeffekt, mer än Uppsala och Knivsta stads sammanlagda värmebehov). Reaktorn antas ha en kapacitetsfaktor på 95 % som ger 8 320 drifttimmar om året och producerar el till regionnätet i Uppsala län samtidigt som värmen kopplas till ett fjärrvärmenät där så är möjligt; resterande värme kyls bort i ett intilliggande kyltorn. Markanspråket är fem hektar inklusive säkerhetsavstånd.

Byggnationstid inklusive projektering men exklusive tillståndsprocesser är fem till sju år. Tillståndsprocesser kan ta upp till tio år. Ekonomiska nyckeltal under rådande styrmedel presenteras i Tabell 5.10.

5.1.5.1 Ekonomisk analys

Tabell 5-10. Nyckeltal för SMR

Beräkningsperiod	2035–2135
Nettonuvärde	-3 113 mnkr
Internränta	Negativ
Totala investeringar	5 818 mnkr
Återbetalningstid	Investeringen återbetalas ej under beräkningsperioden
Ägartillskott till nollpunktsresultat	10 190 mnkr

5.1.5.2 Utvärdering

Kärnkraft är en laddad fråga i den svenska energidebatten och då SMR är en relativt ny företeelse är tillståndsprocesserna oklara. Emellertid möjliggör SMR för planerbar kraft på en relativt liten yta. Uppsala kommun har nära tillgång till kompetensförsörjning inom kärnkraft, både via utbildning och forskning på Uppsala universitet samt närhet till Forsmarks kärnkraftverk.

Vad gäller hållbarhet ger SMR fossilfri kraft, dock med slutförvaringsfrågan för kärnbränslet att ta hänsyn till samt lokala miljöpåverkningar vid gruvdrift. En kraftig lokal produktion av el stärker robustheten och resiliensen för kommunens kraftförsörjning. Om värmen från processerna tillvaratas finns kopplingar mellan olika energislag.

Risker med SMR ligger framför allt i den ekonomiska investeringen, den nationella debatten och politiska oenigheten om kärnkraft. Därtill har ny kärnkraft inte etablerats i Sverige sedan 1980-talet. Tekniken är dock mogen då flera SMR fungerar på samma sätt som dagens befintliga kärnkraftverk varpå säkerhet, rutiner och kunskap är väl inarbetade. Däremot är den nytänkta affärs- och uppförandemodellen för SMR inte på plats än vilket är en risk med att vara en föregångare. Ledtider, tillstånd, ansökningar och serieproduktion är aspekter som riskerar att vara mycket tidskrävande och ekonomiskt belastande utöver den investering som tekniken i sig medför. I nuläget pågår arbete på både nationell och EU-nivå för att förenkla för ny SMR, men tidshorizonten är fortfarande oklar. Möjligheterna med ny kärnkraft handlar om en stadig och planerbar elproduktion i stor skala med potentiell värmeanvändning

²⁷ Detta motsvarar hela de sydöstra stadsdelarnas bostäders behov plus stora delar av Uppsala stads behov

beroende på läge och placering. Även produktion mot stamnätet kan erhållas och Uppsala skulle ligga i framkant i Sveriges linje kring ny kraftproduktion.

Utveckling väntas ske på styrmedelssidan för småskalig kärnkraft framgent. Det drivande i det negativa nettonuvärdet är en personalkostnad för 100 personer – detta för ett rådande lagrum som kräver minst 100 anställda per reaktor oavsett storlek. Denna siffra stämmer bra om en omskalning sker från hur många anställda Forsmarks kärnkraftverk har per installerad effekt. Däremot är idén med SMR att förenkla driften och underhållet vilket gör denna personalstyrka stor. Dylika styrmedel kommer troligtvis ses över under kommande tid.

5.1.5.3 Sammanfattning

En sammanfattning av SMR som systemval återfinns i Tabell 5.11.

Tabell 5-11. Sammanfattning av SMR som systemval.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Fossilfri kraft Slutförvaringsfrågan återstår Lokal miljöpåverkan vid gruvdrift
Robusthet och resiliens	Ökar robusthet lokalt ty tillförlitlig planerbar kraft Hög resiliens
Synergier och skalbarhet	Koppling mellan el och värme God skalbarhet ty SMR är modulärt
Ekonomi	Stor investering på en osäker marknad
Risker och möjligheter	Risker med SMR är dels den ekonomiska investeringen, dels att tillståndsprocesser inte är standardiserade Möjligheter är att SMR producerar fossilfri el till konkurrenskraftiga priser Stadig baskraft

SMR är ett möjliggörande systemval med störst kraftproduktionspotential jämfört med kraftvärme och solkraft. Dock föreligger stora risker och oklarheter med teknikmognadsgrad, tillståndsprocesser och allmänhetens inställning. Därför är **rekommendationen att inte gå vidare med SMR som lösning för de sydöstra stadsdelarna** men att fortsatt undersöka systemvalet inom kommunorganisationen på grund av dess potential för lokal kraftförsörjning.

5.1.6 Sammanfattning, utvärdering av systemval för el

En sammanfattning av de analyserade systemval för elförsörjningen för de sydöstra stadsdelarna återfinns i Tabell 5-12.

Tabell 5-12. Sammanfattning av analyserade systemval för elförsörjning.

	El från övriga Sverige	Kraftvärme	Mikronät	Batteripark	SMR
Hållbarhet och resurs-effektivitet	Låg klimatpåverkan, generellt låga elpriser jämfört med resten av Europa	Låga klimatutsläpp, viss möjlighet till lokalt resursutnyttjande, risk för höga energikostnader	Ökad lokal fossilfri elproduktion och resurs-utnyttjande	Val av batterikemi viktigt för hållbarhet Behöver återvinnas efter teknisk livslängd	Fossilfri kraft Slutförvaringsfrågan återstår Lokal miljöpåverkan vid gruvdrift
Robusthet och resiliens	Hög robusthet: 99,98% leveranssäkerhet	Hög robusthet ty väletablerad teknologi och hög resiliens	Ökar möjligheten till ö-drift och lokal reservkraft i form av energilager	Hög robusthet ty väletablerad teknologi	Ökar robusthet lokalt ty tillförlitlig planerbar kraft Hög resiliens
Synergier och skalbarhet	God skalbarhet	Inga synergier och låg innovationshöjd Skalar dåligt med utbyggnadsordningen då värmeverk inte är modulära	Skalbarheten bedöms som mycket god Synergier med övrig teknisk försörjning vid nyttjande av överskottsel	Inga synergier med andra tekniska system, men innovationshöjd i kombination med ett mikronät Batterier är modulära och kan skala med utbyggnadsordning	Koppling mellan el och värme God skalbarhet ty SMR är modulärt
Ekonomi	Ekonomiskt rimligt då det sker konventionellt och via säkra prognoser Total investering: inte applicerbart Nettonuvärde: inte applicerbart	Svaga ekonomiska förutsättningar	Viss ekonomisk risk i både storlek och framtid och osäkerhet kring kommande styrmedel Total investering: 2,6 mnkr Nettonuvärde: 4,4 mnkr	Goda ekonomiska förutsättningar Total investering: 120 mnkr Nettonuvärde: 250 mnkr	Stor investering på en osäker marknad Total investering: 5818 mnkr Nettonuvärde: -3113 mnkr

Risker och möjligheter	Potentiellt svårt att maximera solcellsproduktion ty nät-begränsningar	Kan leda till konkurrens om biobränsle och högre värmepriser Kraftvärmeproduktion är planerbar	Risker är av finansiell och organisatorisk karaktär samt att mikronät är en ny marknad	Behöver säkerställa nyttiggörande i det lokala nätet	Risker med SMR är dels den ekonomiska investeringen och dels att tillstandsprocesser inte är standardiserade
	Trygg och standardiserad drift		Möjligheter inkluderar nya affärsmodeller och ökad lokal kraftproduktion	Avlastar elnätet tills nätförstärkningar och produktion är på plats Uttaget av el från batteriparker kan planeras i tiden	Möjligheter är att SMR producerar fossilfri el till konkurrenskraftiga priser Stadig baskraft
	Risk att elproduktionen i Sverige inte är tillräckligt stor för att täcka behoven nationellt		Ett mikronät i denna skala är bland de första i världen vilket är både en risk och en möjlighet		
	Risk att elnäten inte byggs ut i tid				
Rekommendation		Ingen ny kraftvärme	Gå vidare: Etablera ett mikronät som testbädd	Undersök vidare	Undersök vidare

5.2 Värme

Bebyggelsen som växer fram i den västra noden kan försörjas med värme genom befintligt fjärrvärmenät. Området kring den nya järnvägsstationen, den östra noden, saknar dock helt värmeförsörjning i dagsläget. Det innebär att ny värmeförsörjning behöver anläggas i takt med att bebyggelsen där utvecklas och tas i bruk. Individuella lösningar såsom värmepumpar och bergvärmelösningar är inte aktuella på grund av Uppsalaområdets elkapacitetsbrist samt områdets geologi (se kapitel 4.1.2). Beräkningar visar även att ett centraliserat system är mer resurseffektivt än individuella lösningar. Beräkningar visar även att känslighetsanalysen om antal bostäder inte påverkar den slutgiltiga rekommendationen vad gäller systemval.

Då värmebehovet inledningsvis är relativt lågt men växande kan bebyggelsen till en början försörjas med värme från temporära pellets pannor lokaliserade i verksamhetsområdet vid Mora stenar. När ett tillräckligt stort värmebehov finns kan en större värmekälla implementeras. Detta gäller för alla systemval som beskrivs nedan.

De systemval för värmeförsörjning som presenteras är:

- Nollalternativet: Konventionell fjärrvärme
- Lågtemperaturssystem
- Vätgasproduktion
- Biokolsproduktion
- Solvärme med värmelager

Ett kraftvärmeverk är ett annat möjligt systemval för värmeområdet. Då kraftvärme både producerar el och värme utvärderas detta systemval i kapitel 5.1.2.

I Tabell 5-13 och Tabell 5-14 redovisas det kommande ungefärliga värmebehovet respektive värmeeffektbehovet för representativa årtal för stadsbebyggelsens i de sydöstra stadsdelarna. Se avsnitt 4.2.2 för fullständiga data.

Tabell 5-13. Värmeenergibehov i GWh per år

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	27	69	87
21 500	50	118	191

Tabell 5-14. Maximalt effektbehov för värme i MW

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	12	35	45
21 500	23	59	93

5.2.1 Nollalternativet: konventionell fjärrvärme

Nollalternativet för de sydöstra stadsdelarnas värmeförsörjning är konventionell fjärrvärme från Bolandsverket. Det innebär att värme produceras genom förbränning och temperaturerna i nätet är höga.

Förslaget innebär att tillkommande bebyggelse i västra noden ansluts till konventionell fjärrvärme och kopplas in mot befintligt fjärrvärmenät. Inledningsvis försörjs de östra stadsdelarna med värme från temporära pellets pannor med ett konventionellt fjärrvärmesystem. När en tillräckligt stor kundbas finns i de östra delarna är det ekonomiskt och dimensioneringsmässigt motiverat att dra en större ledning från Bolandsverket till den östra noden i samförläggning med kommande dricksvattenledning. Därtill kan den östra och västra noden kopplas ihop med rörledningar längs med spårvägens sträckning. Kapaciteten i Vattenfalls befintliga anläggningar i Uppsala kan tillgodose allt kommande värmebehov för de sydöstra stadsdelarna.

Delar av bränslet för fjärrvärmen från Bolandsverket består av avfall. Sedan år 2002 får avfall inte läggas på deponi i Sverige. Enligt målsättningar på både nationell nivå och inom Uppsala kommun bör återanvändning och materialåtervinning öka, men allt material kan eller bör inte materialåtervinnas. Avfallsförbränning är en samhällstjänst som tar tillvara energin i det avfall som inte kan eller bör materialåtervinnas.

Det avfall som förbränns innehåller dock fossil plast som ger upphov till klimatutsläpp vid förbränning. Det är möjligt att genom olika lösningar minska utsläppen från avfallsförbränning, exempelvis genom eftersortering av avfall eller koldioxidinfångning (*Carbon Capture and Storage* eller *Carbon Capture and Utilization*, CCS/CCU). Dessa lösningar innebär dock investeringar som kan leda till ett högre slutkundspris för värme.

5.2.1.1 Utvärdering

Konventionell fjärrvärme nyttjar redan befintlig infrastruktur, och trots en fossil andel i bränslemixen utgör avfallsförbränning en samhällstjänst då energin i avfallet nyttiggörs. Det finns möjliga lösningar som kan minska klimatpåverkan från befintligt system, men då dessa medför investeringar kan de påverka framtida värmepris.

Konventionell fjärrvärme är en robust teknik med få avbrott. Bränsle finns delvis att finna inom landet. Att koppla samman de sydöstra stadsdelarna med övriga Uppsala stad ökar också redundansen i systemet. Skalbarheten är god då tillfälliga pellets pannor kan tillgodose det tidiga värmebehovet innan tillräckligt stor kundbas finns för att ge en ekonomisk och dimensioneringsmässig rimlighet. En tidig större ledningsdragning från Bolandsverket till de sydöstra stadsdelarna är en framtung investering.

Konventionell fjärrvärme har högre temperaturer i värmeledningarna vilket gör att tillgodogörande av mer lågtempererad värme som spillvärme blir svårare eller dyrare att genomföra.

5.2.1.2 Sammanfattning

En sammanfattning av systemvalet konventionell fjärrvärme presenteras i Tabell 5-15.

Tabell 5-15. Analys av konventionell fjärrvärme för de sydöstra stadsdelarna

Aspekter för utvärdering	Analys
Hållbarhet och resurseffektivitet	Nyttjar redan befintlig infrastruktur Samhällstjänst/systemnytta genom nyttiggörande av energin i avfallet Ej klimatpositiv/neutral värme

	Troligtvis samma värmepris för hela staden
Robusthet och resiliens	Fjärrvärme är robust pga etablerad teknik Sammanbindning av nätet mellan östra och västra noderna ökar redundans
Synergier och skalbarhet	Synergi med avfallshantering Skalbart med utbyggnadsordningen
Ekonomi	Bättre ekonomiska förutsättningar ty kan nyttja befintlig infrastruktur
Risker och möjligheter	En möjlighet till trygg och standardiserad drift Risk att byggherrar inte vill bygga ty de efterfrågar utsläppssnål fjärrvärme

Konventionell fjärrvärme i Uppsala har i dagsläget en relativt hög klimatpåverkan och sämre möjligheter att nyttja spillvärme, särskilt lågtempererad värme. **Därför rekommenderas att det värmesystem som etableras i de sydöstra stadsdelarna inte dimensioneras för konventionellt höga temperaturer.** Vid behov kan befintligt fjärrvärmenät nyttjas som värmekälla. Dessutom rekommenderas att på sikt - när staden vuxit fram längs med boulevarden - binda ihop de sydöstra stadsdelarna med befintligt värmenät i västra stadsnoden för att öka redundansen i Uppsala stads värmenät.

5.2.2 Lågtemperaturssystem för fjärrvärme

Systemvalet innebär att det anläggs ett nytt fjärrvärmenät i de sydöstra stadsdelarna som är anpassat för lägre temperaturer. Nätet kan drivas med flertalet mindre värmekällor, däribland spillvärme – exempelvis från avloppsvatten, industriprocesser och bebyggelse - och är därmed mer resurseffektivt än ett konventionellt nät. Ett lågtemperaturssystem är dessutom flexibelt vad gäller värmekällans temperatur, och nätet kan inledningsvis drivas med temporära pellets pannor tills tillräckliga spillvärmekällor finns på plats i de sydöstra stadsdelarna. Systemet kan även ha konventionell fjärrvärme från Bolandsverket som en möjlig värmekälla. Ett lågtemperaturssystem kan även på sikt kopplas ihop med Uppsala stads befintliga fjärrvärmesystem för att öka redundansen.

Har spillvärmen för låg temperatur kan denna effektivt höjas med värmepumpar. Beräkningar visar att stadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna på årsbasis kommer att ha brist på spillvärme, varför ytterligare värmekällor behövs.

Kommande industrietableringar i verksamhetsområdet vid Mora stenar kan vara lämpliga spillvärmekällor till värmenätet. Goda exempel inkluderar producerande grön industri som batteri- eller solcellstillverkning, life science-industri som läkemedelstillverkning eller serverhallar. Många industriprocesser ger upphov till överskottsvärme, även kallat spillvärme. Bedömningen är att kommande verksamhetsetableringar, om de är av kunskapsintensiv karaktär, kan ha tillräckligt mycket spillvärme för att tillgodose hela värmebehovet för de sydöstra stadsdelarna.

Spillvärme från industriprocesser är en möjlighet men inte en förutsättning för värmesystemet. Kommunen har begränsade möjligheter att styra vilken typ av verksamhet som etableras i verksamhetsområdet, och bör heller inte premiera verksamheter med stora spillvärmemängder enbart för tillgång till värmeförsörjning. Finns inte tillräckligt med spillvärme från fastigheter kan andra, kompletterande värmekällor etableras för att tillgodose värmebehovet, se kapitel 5.2.3 och 5.2.4.

Det är av vikt att spillvärmen är jämn över dygn, säsonger och konjunkturer. Detta är fallet gällande serverhallar. Dessutom kan serverhallar byggas snabbt vilket innebär att spillvärmen snabbt kan tillhandahållas. Däremot skiljer sig serverhallar mot andra typer av industrier då de inte bidrar till den lokala samhällsutvecklingen på samma sätt, exempelvis är antal arbetstillfällen per eleffekt-enhet lägre. Serverhallarnas nyttoeffekter kan vägas mot att de kräver stor eleffekt och till följd skapar ett indirekt elbaserat värmesystem.

Vanligtvis behöver en näringslivsaktör enligt ovan investera i kyllösningar för att bli av med överskottsvärmen från produktion. Med ett spillvärmesystem kan detta undvikas och spillvärmen kan oftast säljas till ett mycket lågt pris eller till och med gratis. Emellertid fordrar detta att spillvärmenätet är tillgängligt hela tiden – även sommartid – eljest måste en näringslivsaktör investera i ett separat kylsystem för de stunder då spillvärme inte kan matas till lågtemperaturnätet. Det är därför av vikt att spillvärmesystemet kan tillvarata spillvärme året om.

5.2.2.1 Ekonomisk analys

Uppskattad kostnad för ett lågtemperaturnät inklusive inledande pellets pannor för de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet vid Mora stenar är:

För scenariot med 21 500 bostäder är det totala investeringsbehovet 1 200 mnkr. För scenariot med 10 000 bostäder är investeringsbehovet 300 mnkr²⁸. Investeringar fördelas under byggnadsåren i båda fallen.

Rören i ett lågtemperaturnät har grövre dimensioner jämfört med konventionell fjärrvärme, men storleken på ledningarna är inte kostnadsdrivande, framför allt är det grävarbetet som påverkar kostnaderna. Värmedistributionsnätet antas samförläggas med övrig infrastruktur för att reducera grävkostnaderna med hälften. Teknisk livslängd för ett värmedistributionsnät är 70–100 år.

Under uppbyggnadsfasen fram till 2050 antas personalstyrkan bestå av fem personer och i driftsfasen fyra personer. I fallet med 10 000 bostäder till 2050 antas personalstyrkan minska med en person.

Som intäkter räknas dels en anslutningsavgift om 45 tkr per fastighet, en årlig abonnemangsavgift om 400 kr/kW och en nätavgift om 250 kr/MWh²⁹. Ekonomiska nyckeltal för ett värmenät försörjande 21 500 respektive 10 000 bostäder återfinns i Tabell 5-16.

Tabell 5-16. Ekonomiska nyckeltal för lågtemperaturssystem med nätavgift om 250 kr/MWh.

Beräkningsperiod	2026–2141	
	21 500 bostäder	10 000 bostäder
Utbyggnadsscenario	21 500 bostäder	10 000 bostäder
Nettonuvärde	-335 mnkr	- 68 mnkr
Internränta	5 %	6 %

²⁸ Anledningen till ett billigare nät för 10 000 bostäder är att bebyggelsen är koncentrerad till längs med spårvägen med betydligt mindre grävarbete jämfört med fallet med 21 500 bostäder.

²⁹ Snittpriset för fjärrvärme i Uppsala stad är omkring 1033 kr/MWh samt en årsavgift på 4290 kr, inklusive energi- och nätavgift. Således är ett antagande om 250 kr/MWh ett lågt antagande om intäkt.

Totala investeringar	1 537 mnkr	384 mnkr
Återbetalningstid	41 år	36 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	1 186 mnkr	287 mnkr

Ovanstående ekonomiska nyckeltal ger sämre förutsättningar för en investering, mest drivet av ett lågt antagande om nätavgift. Om spillvärme är en del av värmekällorna kan denna vara billigare. Med ett antagande om en nätavgift om 600 kr/MWh och ett fjärrvärmepris om nuvarande 1033 kr/MWh erhålls följande ekonomiska nyckeltal.

Tabell 5-17. Ekonomiska nyckeltal för lågtemperaturssystem med nätavgift om 600 kr/MWh.

Beräkningsperiod	2026–2141	
Utbyggnadsscenario	21 500 bostäder	10 000 bostäder
Nettonuvärde	89 mnkr	74 mnkr
Internränta	8 %	9 %
Totala investeringar	1 537 mnkr	384 mnkr
Återbetalningstid	29 år	26 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	553 mnkr	126 mnkr

5.2.2.2 Utvärdering

Spillvärme räknas som klimatneutral och nyttiggör en resurs – ett överskott av värme – som annars skulle bortslösas eller innebära en kostnad att hantera genom kylning. Troligtvis ger ett lågtemperaturssystem en låg värmeproduktionskostnad om tillräckliga mängder spillvärme finns inom de sydöstra stadsdelarna.

Affärsmodeller behöver komma på plats mellan värmnätoperatören och spillvärmeaktörer. Resiliens och robusthet är något lägre än ett konventionellt fjärrvärmnät då fler tekniska komponenter och aktörer är inblandade i systemet. Systemvalet är mycket flexibelt då i princip vilken värmekälla som helst kan anslutas, varför det finns en framtidssäkring i systemvalet.

Märk väl att värmedistributionsnät är en stor och framtung investering där nätoperatören vill riskminimera. Det är därför viktigt att anslutningsgraden är mer eller mindre heltäckande så att tillräckligt kundunderlag finns. Några vägar för att minimera risken för nätoperatören kan vara att kommunen verkar för en så hög anslutningsgrad som möjligt, eller att kommunen står för den initiala investeringen som sedan förs vidare till nätägare och exploatörer.

Synergier finns genom att fastigheterna blir en producerande enhet i energisystemet. Skalbarheten för systemvalet ökar om de sydöstra stadsdelarna kan byggas ut i takt med verksamhetsområdet, samt att det finns tillräckliga incitament för alla inblandade aktörer att bidra till systemvalet.

Risker med ett lågtemperaturssystem inkluderar en framtung investering för nätägaren samt osäkerheten i att etableringen av en spillvärmekälla sker i takt med stadsbebyggelsen. Andra risker är att fastigheterna som etableras i främst verksamhetsområdet inte kan erbjuda tillräckliga mängder spillvärme eller inte är villiga att erbjuda värme till nätet. I detta fall måste kompletterande värmekällor tillkomma. Möjligheter inkluderar klimatneutral värme och tillvaratagande av

spillvärme. En annan möjlighet är att i princip vilken värmekälla som helst kan anslutas till nätet.

5.2.2.3 Sammanfattning

En sammanfattning av lågtemperaturssystem finns i Tabell 5-.

Tabell 5-18. Utvärdering av systemvalet lågtemperaturssystem.

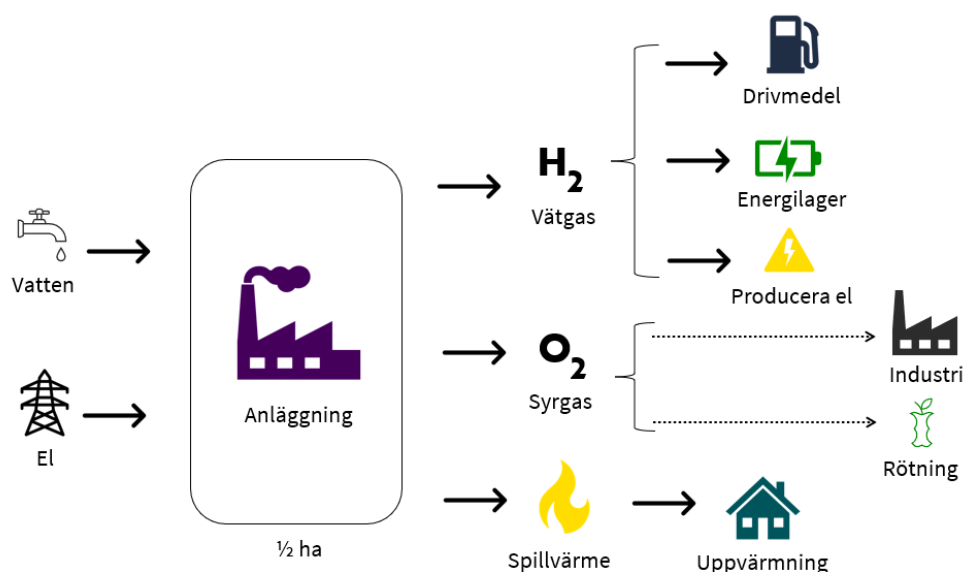
Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Klimatneutral värme Nyttiggör restströmmar i form av spillvärme Troligtvis billig värme
Robusthet och resiliens	Ökad robusthet om det byggs ihop med befintligt nät Spillvärmekällorna beroende av andra aktörer än nätägaren
Synergier och skalbarhet	Kan göras skalbart med utbyggnadsordning om verksamhetsområdet taktar med stadsbyggnaden
Ekonomi	Dyr grundinvestering Kan få gynnsamma ekonomiska förutsättningar
Risker och möjligheter	En risk med spillvärme är att det kan bli ett indirekt elbaserat värmesystem med ett stort behov av eleffekt till verksamheten som tillför värmen Nätet är flexibelt vad gäller temperaturnivåer

På grund av möjligheten till klimatneutral värme och ökat lokalt resursutnyttjande rekommenderas systemvalet lågtemperaturssystem för de sydöstra stadsdelarna. Även om den initiala värmeförsörjningen har högre temperaturer innebär ett lågtemperaturssystem en framtidssäkring då systemet senare kan konverteras om till lägre temperaturer. Detta gäller inte för konventionell fjärrvärme.

5.2.3 Vätgasproduktion som spillvärmekälla

Systemvalet innebär att en vätgasproduktionsanläggning används som kompletterande spillvärmekälla till ett lågtemperaturnät i de sydöstra stadsdelarna. Vätgasproduktionen kan etableras i verksamhetsområdet vid Mora stenar.

Vätgasproduktion sker med el och vatten och ger upphov till vätgas, syrgas och spillvärme, se Figur 5.3 för systembeskrivning. Anläggningen dimensioneras för att med spillvärme kunna försörja värmeenergiebehovet den i östra stadsnoden. Detta motsvarar en anläggning i storleksordningen 8 MW el.



Figur 5-3. Principskiss över en vätgasanläggning och dess potentiella flöden.

Den producerade vätgasen säljs primärt som drivmedel men kan även användas som energilager eller till att producera el. Det finns även synergier med ett eventuellt resursverk vid verksamhetsområdet vid Mora stenar.

Markanspråkstagande blir cirka en halv hektar inklusive lagringskapacitet. Vattenbehovet blir omkring 7300 m³ per år. Producerad vätgas blir cirka 700 ton, motsvarande årsbehovet för 5 000 bilar.

Uppskattad byggnationstid inklusive projektering och eventuella tillståndprocesser är fyra år.

5.2.3.1 Ekonomisk analys

Uppskattat investeringsbehov för ovannämnda anläggning uppgår till 100 mnkr exklusive ett distributionsnät. Fasta driftkostnader är 42 mnkr/år inklusive en heltidstjänst samt elkostnader. Observera att distributionsnätet för värmen inte ingår i dessa kalkyler; intäkten för värmepriset nedan är satt så att en nätoperatör även kan ta en nätagift enligt kapitel 5.2.2.1 och därmed klara sin investering för värmenätet.

Teknisk livslängd är 15 år men förlängs med återinvestering. Anläggningens intäkter kommer från försäljning av vätgas, spillvärme och metan³⁰. Kalkylen antar att anläggningen initialt enbart säljer den producerade vätgasen. Om det anläggs ett nytt resursverk i området kommer det även finnas möjlighet att använda vätgas till produktion och försäljning av metan. Tabell 5 ger ekonomiska indikationer.

Tabell 5-19. Ekonomiska nyckeltal för en vätgasanläggning.

Beräkningsperiod	2026–2056
Nettonuvärde	- 101 mnkr
Internränta	Negativ
Totala investeringar	140 mnkr

³⁰ Metan (CH₄) är ett kolväte som utgör den största beståndsdelen i bio- och naturgas.

Återbetalningstid	Investeringen återbetalas ej under beräkningsperioden
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	132,77 mnkr

Anledningen till en ekonomi med sämre förutsättningar ovan är att vätgasanläggningen bara går med full kapacitet några få timmar om året. Om istället en mindre vätgasanläggning anläggs kan den gå maximal kapacitet under årets alla driftstimmar men bara bidra med en del av det totala värmebehovet. Anläggningen blir således en delproducent av värme men de ekonomiska förutsättningarna bättre.

5.2.3.2 Utvärdering

Värmen från vätgasproduktion är i detta fall klimatneutral. Dessutom produceras ett lokalt, förnybart producerat drivmedel med låga utsläpp. Värt att nämna är att produktion av vätgas som senare lagras och görs om till el igen vid exempelvis kapacitetsbrist har stora förluster av energiinnehållet. Det är därför önskvärt att använda billig el eller överskottsel för vätgasproduktionen. Överskottsel från solceller i mikronätet, se kapitel 5.1.3, är ett alternativ.

En vätgasanläggning ger möjligheten till ett lokalt producerat drivmedel och energilager vilket även ökar robusthet och resiliens för Uppsala som helhet. Dock behöver fordonsflottor bytas ut till vätgasdrivna fordon. Detta medför en potentiell ökad miljöpåverkan om en fordonsflotta behöver bytas ut i förtid. Gällande personbilsflottan finns i dagsläget enbart en vätgasdriven modell på marknaden.

Vätgasproduktion har goda synergimöjligheter med andra tekniska försörjningssystem, främst biogas och VA, och är en mogen teknik samtidigt som det är en omogen marknad. Vätgasproduktion i mindre skala möjliggör maximering av fullasttimmar för vätgasproduktionen och därmed bättre ekonomi

Möjligheter med denna lösning är en utsläppsfri värmekälla, hög innovationshöjd, goda synergier med övriga tekniska system och möjliggörande av energilager samt lokalt producerat drivmedel. Risker med denna lösning är en hög finansiell risk samt en omogen marknad.

5.2.3.3 Sammanfattning

En sammanfattning av systemvalet med vätgasproduktion som värmekälla visas i Tabell 5.

Tabell 5-20. Utvärdering av systemvalet vätgasproduktion.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Klimatneutral spillvärme, lokal drivmedelsproduktion, stora förluster om vätgasen används till elproduktion
Robusthet och resiliens	Ökar resiliens om vätgas blir ett lokalt nyttjat drivmedel
Synergier och skalbarhet	Skalbart om flera moduler byggs på Synergier med andra tekniska system, till exempel mikronät samt biogasproduktion
Ekonomi	Dyr investering och hög finansiell risk
Risker och möjligheter	En risk är osäker marknad för vätgas

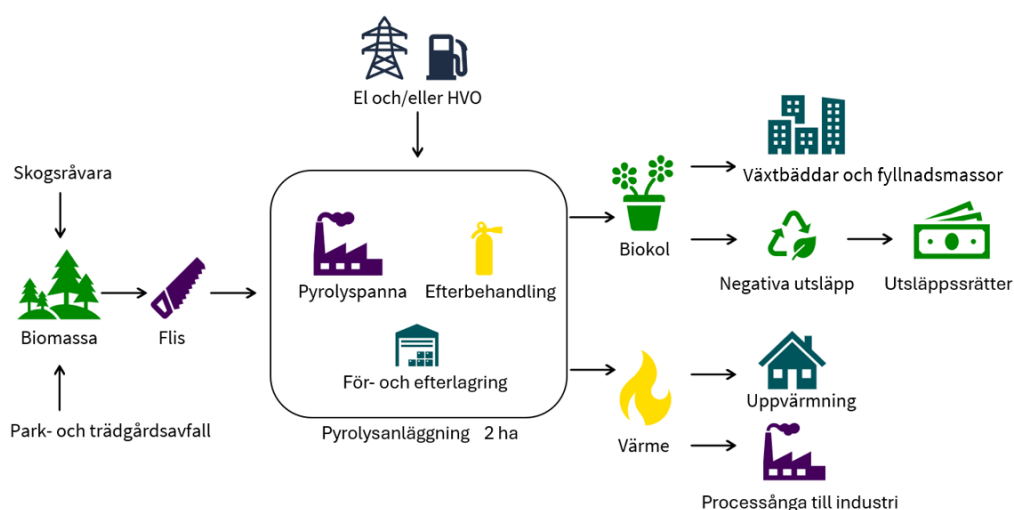
Möjligheter är att vätgas är ett lokalt energilager och lokalproducerat drivmedel

På grund av osäker marknad och stor finansiell risk för en storskalig anläggning men synergier med övriga tekniska system **är rekommendationen att vätgasproduktion undersöks vidare som en av flera möjliga småskaliga spillvärmekällor i de sydöstra stadsdelarna.**

5.2.4 Biokolsproduktion som värmekälla

Systemvalet innebär att en biokolsanläggning etableras i verksamhetsområdet vid Mora stenar. Som bränsle till denna tillförs dels park- och trädgårdsavfall från kommunens verksamheter, dels lokal skogsråvara. Värmen från processen kan tillgodogöras i de sydöstra stadsdelarna genom fjärrvärmenät – med fördel ett lågtemperaturnät som även kan tillvarata spillvärme. Det producerade biokolet kan användas vid kommunens markexploatering.

Vid produktion av biokol erhålls utsläppsrätter (CORCs³¹) som antingen kan säljas lokalt inom geografin för att tillgodogöra en utsläppsminskning inom kommungeografin, eller behållas och bokföras som kolsänkor i Uppsala kommuns klimatredovisning. Se Figur 5.4 för en systemöverblick.



Figur 5-4. Systemprincip för en biokolsanläggning.

En storlek på en biokolsanläggning är 5 MW värme³² motsvarar det maximala värmeeffektbehovet för östra stadsnoden. Anläggningen driftas för att matcha värmebehovet under året. En tredjedel av bränslebehovet kan tillgodoses av park- och trädgårdsavfall³³ och resten av skogsråvara. Observera att producerad biokol blir knappa 6 000 ton³⁴, överstigande kommunens nuvarande inköp av biokol som är cirka 25 ton per år.

³¹ Carbon dioxide Removal Certificate

³² Observera att detta är en i dagsläget stor biokolsanläggning

³³ Motsvarande allt park- och trädgårdsavfall Uppsala kommun idag hanterar

³⁴ Denna mängd motsvarar att fylla grusgropen mellan stadshuset och UKK med ett 25 centimeters lager med biokol

Markanspråkstagande blir cirka två hektar, inklusive bränslelager, anläggning, efterlager och kontorsbyggnad. Logistikbehovet blir cirka 150 lastbilar årligen för bränslet som transporteras in till anläggningen och hälften så många lastbilar för det biokol som transporteras ut från anläggningen. Uppskattad byggnationstid inklusive projektering och tillståndsprocesser är fem år.

5.2.4.1 Ekonomisk analys

I investeringskalkylen för en biokolsanläggning om 5 MW har följande antaganden gjorts:

Det initiala investeringsbehovet är 270 mnkr inklusive den fordonsflotta som behövs för drift av anläggningen. Teknisk livslängd är 30 år med en återinvestering om 175 mnkr efter 15 år. Fyra heltidsanställda väntas driva anläggningen. Årlig driftskostnad är 15 mnkr och intäktsströmmar presenteras i Tabell 5. Observera att distributionsnätet för värmen inte ingår i dessa kalkyler; intäkten för värmepriset nedan är satt så att en nätoperatör även kan ta en nätavgift enligt kapitel 5.2.2.1 och därmed klara sin investering för värmenätet.

Tabell 5-21. Intäkter från biokolsproduktion

Intäkt värme	600 kr/MWh
Intäkt biokol	5 kr/kg
Intäkt utsläppsrätter (CORCs)	2640 kr/ton

Detta ger ekonomiska indikatorer som visas i Tabell 5.

Tabell 5-22. Nyckeltal för biokolsanläggningen.

Beräkningsperiod	2026–2056
Nettonuvärde	-71 mnkr
Internränta	5 %
Totala investeringar	402 mnkr
Återbetalningstid	14 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	283,79 mnkr

Anledningen till en ekonomi med sämre förutsättningar ovan är att biokolsanläggningen bara går med full kapacitet några få timmar om året. Om istället en mindre biokolsanläggning anläggs kan den gå maximal kapacitet under årets alla driftstimmar men bara bidra med en del av det totala värmebehovet. Anläggningen blir således en delproducent av värme.

En dylik anläggning blir på 2 MW värme (producerar knappa hälften av årsenergibehovet för den östra noden). Markanspråk blir lika ovan, med producerad biokol och logistikbehov knappa hälften enligt ovan

Det initiala investeringsbehovet är 125 mnkr inklusive den fordonsflotta som behövs för drift av anläggningen. Teknisk livslängd är 30 år med en återinvestering om 80 mnkr efter 15 år. Fyra heltidsanställda väntas driva anläggningen. Årlig driftskostnad är 8 mnkr

Detta ger ekonomiska indikatorer för en mindre biokolsanläggning enligt Tabell 5-23. Ekonomiska nyckeltal för en mindre biokolsanläggning.

Tabell 5-23. Ekonomiska nyckeltal för en mindre biokolsanläggning.

Beräkningsperiod	2026–2056
Nettonuvärde	-3 mnkr
Internränta	7 %
Totala investeringar	150 mnkr
Återbetalningstid	13 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	118 mnkr

5.2.4.2 Utvärdering

En biokolsanläggning nyttjar lokala restströmmar och ger upphov till både en värdefull biprodukt och klimatpositiv värme. Beräknad årlig kolsänkepotential från ovanstående anläggning är 11 ton koldioxidekvivalenter. Detta innebär att bebyggelsen i östra stadsnoden³⁵ är klimatneutral efter cirka fem års drift om de negativa utsläppen från biokolsproduktionen skulle tillräknas hit. Emellertid är skogsråvara ett relativt dyrt bränsle och framtida marknad för både CORCs och biokol är osäker, varför värmepriset kan bli högt för värmekunderna.

Pyrolysisprocessen kan vara mer svårhanterad än konventionell förbränning, vilket innebär att robustheten i detta systemval är osäker tills anläggningen är intrimmad och trygg drift är säkrad. Det behöver därför finnas en back up-lösning som en pelletspanna för att uppnå full robusthet (ingår i kalkylen ovan). Resiliensen bedöms som god då bränslet inhämtas lokalt och teknikleverantörer finns inom Europa.

Synergier finns med samhällsbyggnadsprocessen. Skalbarheten är dock sämre. Det är tekniskt möjligt att allt eftersom de sydöstra stadsdelarna byggs ut utöka biokolsanläggningen för att tillgodose värmebehovet. Emellertid blir då den erforderliga biomassan av den storlek att den måste tillgodoses av enbart skogsråvara, något som blir svårt att besörjas lokalt, driver upp värmepriset, konkurrerar med andra lokala värmeverk och kräver järnväg in till anläggningen för att klara av logistikbehovet.

5.2.4.3 Sammanfattning

En sammanfattning av biokolsproduktion som värmekälla återfinns i Tabell 5.

Tabell 5-24. Utvärdering av systemvalet biokolsvärme.

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Klimatpositiv värmekälla Tillvaratar restströmmar Använder lokala resurser, ger lokala resurser
Robusthet och resiliens	Problem med driftstörningar påverkar robusthet Om nätet byggs ihop med stadens nät ökar redundans
Synergier och skalbarhet	Synergier med samhällsbyggnadsprocessen ty fyllnadsmassor och dagvattenhantering

³⁵ Inräknat här är bara byggnaderna och dess drift i östra stadsnoden. Kvartersmark är inte inräknat.

	Viss skalbarhet då modulärt via fler pannor
Ekonomi	Oklar marknad framåt och sämre ekonomi i större skala
Risker och möjligheter	En risk är att produktionen av biokol är kraftigt överdimensionerad Möjligheter inkluderar klimatpositivt energisystem och innovationshöjd

På grund av osäker marknad och stor finansiell risk för en storskalig anläggning men klimatpositivitet och synergier med samhällsbyggnadsprocessen **är rekommendationen att biokolvärme undersöks vidare som en av flera möjliga småskaliga värmekällor i de sydöstra stadsdelarna.**

5.2.5 Solvärme med värmelager

Detta systemval innebär att solfångare etableras som värmekälla till ett lågtemperaturnät, i kombination med ett värmelager. Från år 2035 – då värmebehovet bedöms tillräckligt stor – kan systemvalet förse hela den östra noden med värme. Den västra noden förses med värme från befintligt fjärrvärmennät.

Då takförlagda solfångare kräver mer komplicerad rördragning än solceller placeras solfångarna på en gemensam anläggning eller möjligtvis på ett färre antal större tak. Marknaden för solvärme i Sverige är i dagsläget liten men Energimarknadsinspektionen menar att solvärme är ett konkurrenskraftigt alternativ främst där avfallsförbränning eller spillvärmekällor saknas.

Att implementera solvärme i de sydöstra stadsdelarna innebär att den östra noden i princip blir självförsörjande på värme från 2035.

Då solvärmens främst produceras under sommarmånaderna krävs ett säsongslager för att förse stadsdelen med värme under vinterhalvåret. Detta säsongslager kan bland annat vara antingen ett groplager eller borrhålslager. Groplager kräver normalt sett markdjup innan berg på minst 11 meter (lerdjupet i området kring de sydöstra stadsdelarna är generellt sett grundare än detta). Ett borrhålslager (bergvärme) kan leverera förhållandevis liten värmeeffekt men har fördelen att marken kan lättare nyttjas till annat. Kostnaden är ungefär lika stor för respektive lösning. Värmelagret bör etableras öster om järnvägen där den geologiska risken är mindre, se kapitel 4.1.2. Värmelagret etableras under solfångarna.

Om möjlighet finns att utan geologisk risk borra totalt några tusental borrhål i de norra delarna av området och öster om järnvägen, finns möjlighet att lagra ungefär en tredjedel av årsvärmebehovet för 21 500 bostäder.

5.2.5.1 Ekonomisk analys

Följande antaganden har legat till grund för den ekonomiska kalkylen visas i Tabell 5.

Tabell 5-25. Ekonomiska antaganden för solvärme med lager

Kostnad värmelager	5 mnkr/GWh
Kostnad solfångare	3,5 mnkr/MW
Producerad värme av solfångare	400 kWh/m ² *år

Markkostnad	400 kr/m ²
Årsbehov värme östra delarna	82 GWh
Effektbehov värme östra delarna	43 MW
Markbehov solfångare och värmelager	30 ha
Personal uppbyggnadsfas	8
Personal driftsfas	4

Ekonomiska indikatorer visas i Tabell 5-.

Tabell 5-26. Ekonomiska nyckeltal för en systemlösning med solvärme och lager

Beräkningsperiod	2035–2075
Nettonuvärde	-221 mnkr
Internränta	3 %
Totala investeringar	865 mnkr
Återbetalningstid	23 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	980 mnkr

5.2.5.2 Utvärdering

Solvärme har låga utsläpp och kostnader vid drift. Markanspråket är dock stort vilket gör det orealistiskt att implementera i denna skala. Marknaden för solfångare och värmelager i Sverige är dessutom liten vilket innebär stora osäkerheter vad gäller både ekonomi och kompetens.

Värmelager i sig, utan storskalig solvärme, kan däremot fylla en viktig funktion i kombination med andra systemlösningar: i ett lågtemperaturssystem kan överskottsvärme under sommarmånaderna användas för att fylla på lagret, snarare än att det behöver fläktas bort. Det ger även en ekonomisk trygghet för en lågtemperaturnätägare med ett värmelager. Därför bör möjligheterna till ett bergvärmelager med borrhål öster om järnvägen eller i de norra delarna av de sydöstra stadsdelarna utredas vidare. Genom smart styrning av lagret kan effektopparna minskas, vilket reducerar behovet av kostsamma effektreserver.

5.2.5.3 Sammanfattning

Utvärderingen av systemvalet med solvärme och säsongslager visas i Tabell 5.

Tabell 5-27. Slutsats av systemvalet med solvärme och säsongslager

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Låg klimatpåverkan i driftsfas Mycket stora markanspråk
Robusthet och resiliens	Känsligt för extremväder Den östra noden kan bli självförsörjande på värme
Synergier och skalbarhet	Få synergier och dålig skalbarhet på grund av markanspråk
Ekonomi	Dåliga ekonomiska förutsättningar och omogen marknad
Risker och möjligheter	En risk är osäker kompetensförsörjning

På grund av sämre ekonomiska förutsättningar och stort markanspråkstagande rekommenderas inte systemvalet storskalig solvärme med värmelager. Däremot har ett mindre värmelager en stödjande funktion till ett lågtemperaturnät och **det rekommenderas att undersöka möjligheterna till bergvärmelager på mindre geologiskt känsliga platser vidare.**

5.2.6 Sammanfattning, utvärdering av systemval för värme

En sammanfattning av analyserade systemval för värmeförsörjningen återfinns i Tabell 5-.

Tabell 5-28. Sammanfattning av analyserade systemval för värmeförsörjningen.

	Fjärrvärme	Lågtemperaturssystem	Vätgas	Biokol	Solvärme
Hållbarhet och resurseffektivitet	Nyttjar redan befintlig infrastruktur Samhällstjänst/systemnytta genom nyttiggörande av energin i avfallet Ej klimatpositiv/neutral värme Troligtvis samma värmepris för hela staden	Klimatneutral värme Nyttiggör restströmmar i form av spillvärme Troligtvis låg produktionskostnad för värme	Klimatneutral spillvärme, lokal drivmedelsproduktion, stora förluster om vätgasen används till elproduktion	Klimatpositiv värmekälla Tillvaratar restströmmar Använder lokala resurser, ger lokala resurser	Låg klimatpåverkan i driftsfas Mycket stora markanspråk
Robusthet och resiliens	Fjärrvärme är robust pga etablerad teknik Sammanbindning av nätet mellan östra och västra noderna ökar redundans	Ökad robusthet om det byggs ihop med befintligt nät Spillvärmekällorna beroende av andra aktörer	Ökar resiliens om vätgas blir ett lokalt nyttjat drivmedel	Problem med driftstörningar påverkar robusthet Om nätet byggs ihop med stadens nät ökar redundans	Känsligt för extremväder Den östra noden kan bli självförsörjande på värme
Synergier och skalbarhet	Synergi med avfallshantering Skalbart med utbyggnadsordningen	Kan göras skalbart med utbyggnadsordning om verksamhetsområdet taktar med stadsbyggnaden	Skalbart om flera moduler byggs på Synergier med andra tekniska system, till exempel mikronät samt biogasproduktion	Synergier med samhällsbyggnadsprocessen ty fyllnadsmassor och dagvattenhantering Viss skalbarhet då modulärt via fler pannor	Få synergier och dålig skalbarhet på grund av markanspråk
Ekonomi	Ekonomiskt gångbart	Stor grundinvestering Troligtvis lågt produktionspris för värme	Stor investering och hög finansiell risk	Oklar marknad framåt och sämre ekonomi i denna skala Total investering: 402 mnkr	Svaga ekonomiska förutsättningar och omogen marknad

		Total investering 1537 mnkr Nettonuvärde: -335 mnkr	Total investering: 140 mnkr Nettonuvärde: -101 mnkr	Nettonuvärde: -71 mnkr	Total investering: 865 mnkr Nettonuvärde: -221 mnkr
Risker och möjligheter	En möjlighet till trygg och standardiserad drift Risk att byggherrar inte vill bygga ty de efterfrågar utsläppssnål fjärrvärme	En risk med spillvärme är att det är ett indirekt elbaserat värmesystem med ett stort behov av eleffekt till verksamheten som tillför värmen Risk att utbyggnadsordningen av stadsbebyggelsen och verksamhetsområdet inte går i takt Nätet är flexibelt vad gäller temperaturnivåer	En risk är osäker marknad för vätgas Möjligheter är att vätgas är ett lokalt energilager och lokal-producerat drivmedel	En risk är att produktionen av biokol är kraftigt överdimensionerad Möjligheter inkluderar klimatpositivt energisystem och innovationshöjd	En risk är osäker kompetens-försörjning
Rekommendation	Rekommenderas ej i första läget	Gå vidare med systemvalet	Täcker inte allt värmebehov, men kan vara intressant i mindre skala	Täcker inte allt värmebehov, men kan vara intressant i mindre skala	Rekommenderas ej

5.3 Kyla

Det fjärrkylanät som finns i Uppsala stad kan inte expanderas till de sydöstra stadsdelarna eftersom det skulle innebära för stora energiförluster. De framtida behoven av kyla inom området måste därför antingen tillgodoses av kylmaskiner inom varje byggnad eller genom ett nytt fjärrkylanät, vilket utvärderas här.

I Tabell 5- och Tabell 5- redovisas det kommande ungefärliga kylbehovet respektive kyleffektbehovet för bostadsbebyggelsen för de sydöstra stadsdelarna för representativa årtal. För fullständiga data se kapitel 4.2.3.

Tabell 5-29. Kylbehov i GWh per år för de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet.

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	2,3	5,6	6,5
21 500	2,8	6,3	9,5

Tabell 5-30. Kyleffektbehov i MW för de sydöstra stadsdelarna exklusive verksamhetsområdet.

Antal bostäder	2030	2040	2050
10 000	5,3	13,3	15,7
21 500	6,2	14,5	21,9

5.3.1 Fjärrkylasystem

Systemvalet innebär att ett fjärrkylanät etableras i de sydöstra stadsdelarna, med utgångspunkt i den östra stadsnoden. Produktionen av kyla sker inledningsvis med en central kylmaskin placerad i lämplig byggnad nära östra stadsnoden eller i verksamhetsområdet vid Mora stenar. Kylmaskinen driftas för att matcha komfortkylbehovet. Troligtvis sker endast drift under sommarmånaderna då frikyla från utomhusluft finns att tillgå övrig tid. När fler stadsdelar växer fram expanderas nätet och tillkommande kylmaskiner installeras.

Två fjärrkylanät har utvärderats: ett större nät som ansluter alla planerade hus högre än fyra våningar, vilket enligt plan motsvarar 808 höghus. Därtill har ett mindre nät utvärderats som endast ansluter höghusen i östra stadsnoden. Markanspråkstagandet för kylmaskiner som tillgodoser samtliga behov är mindre än en hektar.

5.3.1.1 Ekonomisk analys

Uppskattat investeringsbehov för ett fjärrkylanät i de sydöstra stadsdelarna är 680 mnkr för att ansluta alla 808 flerbostadshus alternativt 100 mnkr för ett nät som ansluter höghus i östra stadsnoden. Investeringar i nät och tillkommande kylmaskiner fördelas under byggnationsåren. Se Tabell 5- för övriga antaganden.

Tabell 5-31. Beräknade fall för fjärrkyla med nät och anläggning

Antal anslutna fastigheter	808 (alla höghus)	101 (endast östra stadsnoden)
Max kyleffekt	19,8 MW	2,8 MW
Energibehov	8,7 GWh	1,3 GWh

Antal anställda	5 (4 i driftsfas)	3 (1,5 i driftfas)
Kostnad fjärrkylanät	680 mnkr	100 mnkr
Kostnad fjärrkylamaskin (4 mnkr/MW)	79 mnkr	11,2 mnkr
Kylfaktor (kylenergi per elenergi)	2,5	
Intäkter kylenergi	900 kr/MWh	
Intäkter kyleffekt	800 kr/kW	
Anslutningsavgift	45 000 kr/fastighet	

Detta ger ekonomiska indikatorer som redovisas i Tabell 5-.

Tabell 5-32. Ekonomisk kalkyl för fjärrkyla med nät och anläggning

Beräkningsperiod	2026–2140	
Antal anslutna fastigheter	808 (alla höghus)	101 (endast östra stadsnoden)
Nettonuvärde	-563 mnkr	- 125 mnkr
Internränta	0 %	0,3 %
Totala investeringar	975 mnkr	116 mnkr
Återbetalningstid	108 år	107 år
Ägartillskott till nollpunktsomsättning	1 681 mnkr	345 mnkr

5.3.1.2 Utvärdering

Även om kylbehovet i bostäder väntas öka med ett varmare klimat i framtiden finns det låga finansiella förutsättningar med att etablera ett fjärrkylanät. Dialoger med byggherrar visar också på att marknaden inte är villig att ta extra kostnader för anslutning till ett fjärrkylanät för bostäder.

Andra lösningar än fjärrkylasystem – exempelvis solavskärmning, gröna uterum som minskar förekomsten av värmeöar och decentraliserade kylmaskiner per fastighet – väntas kunna tillgodose kylbehovet utan att påverka elbehovet i för hög grad. Vad gäller kylmaskiner matchar deras tillkommande elanvändning även solcellsproduktionen av el.

Observera att ovanstående gäller beräkningar för enbart komfortkyla för de sydöstra stadsdelarna. Om en industrietablering med ett större året-runt-kylbehov tidigt etableras i verksamhetsområdet vid Mora stenar ändras behovsprofilen och det kan bli aktuellt med ett centralt fjärrkylanät.

5.3.1.3 Sammanfattning och slutsats

På grund av sämre ekonomiska förutsättningar rekommenderas inte att anlägga ett fjärrkylanät enbart för komfortkyla i bostäder men att undersöka kommande industrietablerings behov. Kylbehov och värmeöar kan minska med fysisk planering.

5.4 Andra komponenter i energisystemet

5.4.1 Smart styrning

Idag är ett styr- och övervakningssystem standard i fastigheter. Systemet är en kombination av hårdvara, exempelvis mätare, och mjukvara som bland annat kan mäta och automatisera tekniska installationer och energiflöden, vanligtvis per byggnad. Ett styrsystem är föremål för en rigorös IT-säkerhet och vanligtvis har en fastighetsägare byggt in sig mot en leverantör (åtminstone på mjukvarusidan).

Detta systemval föreslår att introducera ett överliggande styr- och övervakningssystem på stadsdelsnivå. Liknande satsningar har gjorts i Helsingfors. Tanken är att fastighetsägare fortsatt använder sig av egna styr- och övervakningssystem, men till detta införs ett överliggande system som kan mäta och övervaka på en högre nivå för att exempelvis styra bort toppar i energianvändning eller hitta hur överskottsenergies bäst kan flyttas mellan byggnader inom ett avgränsat område. Även trafik- och personflöden kan mätas och optimeras med ett dylikt system.

På grund av det etablerade säkerhetstänket bedöms det bli svårt att kravställa mot fullständig integration av alla fastighetsägares system mot det överordnade systemet. Men om det överordnade systemet kan ge signaler eller indikationer mot ett underliggande system utan att tumma på IT-säkerhet eller personlig integritet finns möjligheter till att övervaka och styra på stadsdelsnivå. Det är av vikt att den aktör som tar det överliggande systemet är en garant för GDPR.

5.4.1.1 Ekonomisk analys

Uppskattad tid att bygga upp ett stadsdelsövergripande styrsystem bedöms vara en heltidstjänst plus konsultstöd under ett par år.

Uppskattat investeringsbehov för att drifta ett stadsdelsövergripande styrsystem bedöms vara 2 mnkr per år fördelat på två heltidstjänster, mätare, konsultstöd och mjukvarulicenser.

Då ett stadsdelsövergripande styrsystem ger besparingar huvudsakligen till andra aktörer i systemet redovisas ingen ekonomisk kalkyl enligt denna förstudies struktur. Men indikativt är att om ett stadsdelsövergripande styrsystem kan minska värme- och elbehovet för en stad om 10 000 bostäder med 2 procent årligen, är dessa energimängder värda 2 mnkr utöver andra värden. Energibesparingar, ökad resurseffektivitet och nyttor realiseras även i kommunens egna fastigheter i de sydöstrastadsdelarna.

5.4.1.2 Utvärdering

Ett stadsdelsövergripande styrsystem är ett möjliggörande steg för den resurseffektiva och digitala staden. Förutom energi kan även andra delar av det sociotekniska systemet – som vatten, trafik. Rörelsemönster och allmän plats-utnyttjande - mätas, analyseras och förbättras. God tillgång till data med hög kvalitet skulle även kunna gagna forskning.

Att införliva ett stadsdelsövergripande styrsystem på testbäddsnivå i de inledande etapperna av de sydöstra stadsdelarna är ett möjligt alternativ.

5.4.1.3 Sammanfattning och slutsats

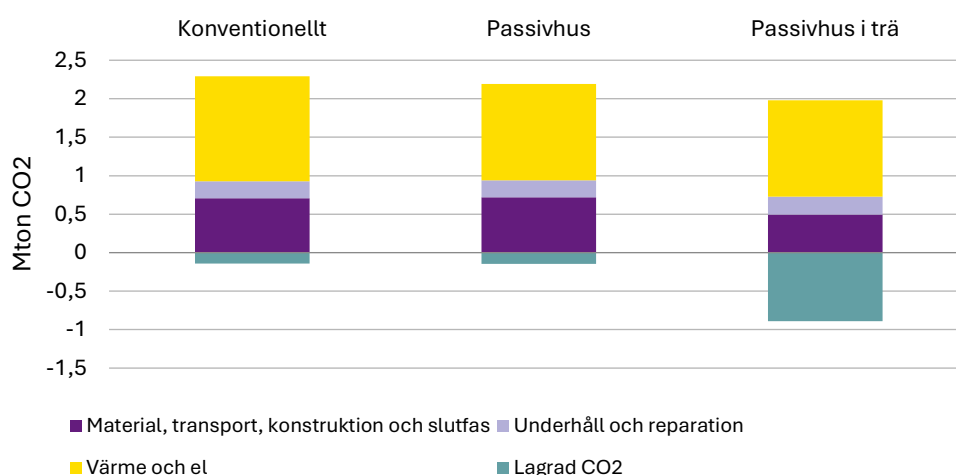
Tabell 5-33. Utvärdering av smart styrning

Aspekter för utvärdering	Beskrivning
Hållbarhet och resurseffektivitet	Kan öka resurseffektiviteten
Robusthet och resiliens	IT-säkerhet viktigt Blir ännu ett system i samhället
Synergier och skalbarhet	Synergier med hela det sociotekniska systemet
Ekonomi	Kostnader och intäkter tillfaller inte fullt ut aktören som tar kostnaden för styrsystemet men ger troligtvis en samhällsekonomisk vinst på totalen
Risker och möjligheter	Risk för komplex integration med andra styrsystem Möjliggör optimering av flöden

På grund av möjligheter till bättre resursutnyttjande och innovationshöjd rekommenderas att gå vidare med systemvalet smart styrning och implementera det som testbädd för de första etapperna.

5.5 Olika byggstandarders inverkan

En livscykelanalys har genomförts för olika byggstandarders inverkan på koldioxidutsläpp och åskådliggörs i Figur 5-5. Beräkningar utfördes som om hela stadsdelen om 21 500 bostäder byggdes samtidigt och utvärderades efter 50 år. För utsläpp från energi användes siffror för lokal fjärrvärme och skandinavisk el. Endast utsläpp från bostäder, ej kvartersmark och vägar, samt energiförbrukningen för bostäderna är inkluderat i beräkningarna. Mobilitet, anläggning av infrastruktur som vägar och nät är inte inkluderat.

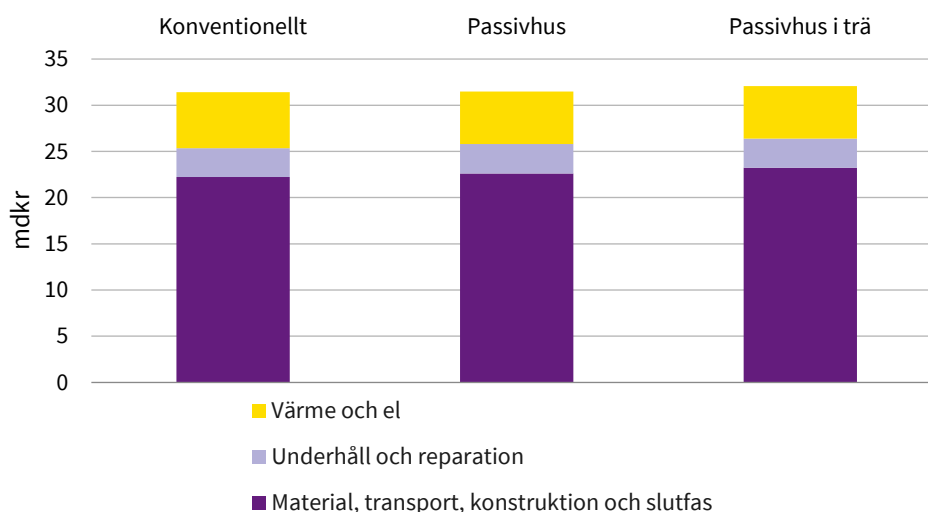


Figur 5-5. Livscykelanalys för olika byggstandarder för stadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna. Siffrorna gäller 21 500 bostäder.

Resultaten visar att byggnader som uppfyller standarden för passivhus över tid har minimal påverkan på klimatutsläppen kontra konventionell standard. Detta då konventionell standard redan är energieffektiv, samt att tappvarmvatten är drivande för energikonsumtionen och vars behov är oberoende av byggnadsstandard. Dessutom kräver passivhus mer isoleringsmaterial vilket kan innebära större

klimatutsläpp från material. Däremot erhålls en betydande utsläppsminskning om stadsbebyggelsen görs till stor del i trä, i synnerhet om man tar hänsyn till det inlagrade kolet.

Även beräkningar på livscykelkostnader för de olika byggstandarderna har genomförts och visar på minimala skillnader, se Figur 5-6.



Figur 5-6. Livscykelkostnad för olika byggstandarder för stadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna, antagen diskonteringsränta på 5,5 %. Siffrorna gäller 21 500 bostäder.

Vid byggnation är det önskvärt att minimera särkravställningar mot byggherrar. **Med en ringa vinst i klimatutsläpp för passivhus rekommenderas därför att inte kravställa passivhusstandard.**

Även vissa smärre lösningar - som något större ackumulatortank eller optimerade varmvattenflöden - är inte kostnadsdrivande för byggherrar men kan ge mycket bättre resursutnyttjande om det införs på stadsdelsnivå. **Därför rekommenderas att via byggherredialoger även uppmuntra till flexibla byggnader**, exempelvis genom tekniska lösningar som kan jämna ut byggnadens effektbehov eller arkitektur och design som minskar energibehoven, exempelvis fönsterdesign och solskydd.

5.6 Testbäddsförslag

För att driva innovation och främja hållbar stadsbyggnadsutveckling bör de sydöstra stadsdelarna vara ett centrum för testbäddar. Figur 5-7 visar på möjliga testbäddar. Dessa samt flera förslag på testbäddar är beskrivna i bilaga B - Testbäddsförslag. En testbädd kan vara på byggnads-, detaljplans- eller stadsnods-nivå.

Rekommendationen är att kommunen via marknadssamverkan och stödd av det lokala innovationssystemet och forskningsaktörer tillsammans löpande bör utveckla testbäddar när staden växer fram.

Billboards för att synliggöra energi

Gröna väggar minskar kylbehov



Energilager i källaren

Offentlig konst är energiproducent



Algodling (binder in femtio gånger mer kol än träd) i offentlig miljö pressas till biodrivmedel



Figur 5-7. Testbäddsförslag.

5.7 Avfärdade förslag

Förstudien har undersökt många alternativ för systemval som avfärdats och därför inte beskrivs närmare i denna rapport. Alternativ som avfärdats i tidigt skede presenteras i Tabell 5-34.

Tabell 5-34. Sammanställning av avfärdade energisystemförslag inklusive motivering.

Teknik	Beskrivning	Motivering till avslag
Småskalig vattenkraft	Mindre vattenkraftverk i Fyris- och Sävjaån	För liten potential (2 MW) Oklart med miljötillstånd
Byggnadsintegrerad vindkraft	Småskalig vindkraft på hustak och längs vägar/järnväg	För liten potential (2–4 MW) Omogen och resursineffektiv teknik
Vindkraft	Konventionell vindkraft vid Mora stenar	Försvarsmaktens stopp mot större vindkraftverk
Värmepumpar	Värmepumpslösning på central nivå/värmepumpar i varje fastighet	Ger ett elbaserat värmesystem som förvärrar el-effekttoppar
Bergvärme	Nyttja energi i berg/använda berg som energilager	För stor geologisk risk kopplat till Lunsen
Passivstaden	Kravställa passivhusstandard	Ger liten reduktion av CO ₂ sett över tid och extra krav mot marknaden
Central avloppsvärme	Återvinna värme från avlopp på kvartersnivå	För icke slutna system kan för kallt avloppsvatten kan ge problem med avloppsrening. Då bättre att återvinna värme centralt i reningsverket
Femte generationens fjärrvärme	Tekniskt avancerat system med integrerade värmenät, kylanät och värmepumpar som balanserar energier mellan hus	Kräver energilager eller stor tillgång till spillvärme rationell Tekniskt avancerat och elbaserat värmesystem, oklar robusthet Inte testat i denna skala
Ånga från Bolandsverket	Dra ångledning från Bolandsverket till Mora stenar	För mycket förluster Inte ekonomiskt motiverat
Sop- och tvättsug i större skala	För att minska tunga transporter och drivmedelsbehov	Avfärdat av Uppsala Vatten och Avfall
Gaskombiverk	Biogasturbin för att göra el och värme	Åtgår för stora mängder biogas och dyrt
Trerörssystem för värme	Ett rör fram för värme, ett rör fram för tappvarmvatten, ett rör tillbaka	För stora förluster. Inga vinster jämfört ett konventionellt eller lågtemperaturssystem
Moderna braskaminer	Varje fastighet har en egen, moderna braskamin	Mycket logistik för bränsle Oklart med tillstånd för förbränning Brandrisk ökar

5.8 Sammanfattning av utvärderade systemval

Nedan sammanfattas de rekommendationer denna förstudie kommit fram till genom teknisk och ekonomisk utvärdering av olika systemval.

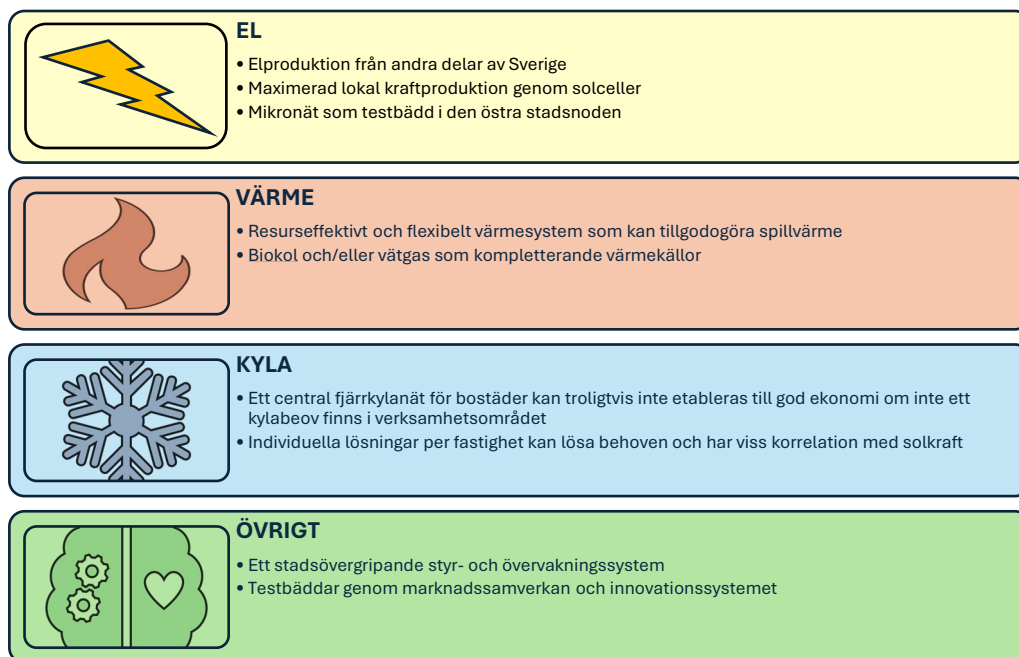
- För elförsörjningen bygger Vattenfall eldistribution ut elnätet efter prognoser från kommunen. El produceras på andra platser i landet och överförs till de sydöstra stadsdelarna.
- Solceller har bäst förutsättningar för lokal elproduktion. Beräkningar visade att installation av solceller på alla lämpliga tak på årsbasis kan producera lika mycket el som konsumeras av stadsbebyggelsen.
- För att maximera lokal produktion av el via solceller och öka möjligheten att fördela el-energi mellan fastigheter rekommenderas att ett mikronät etableras. Ett mikronät kan i ett första steg etableras som en testbädd i den östra stadsnoden.
- För värmeförsörjningen rekommenderas att ett fjärrvärmesystem anläggs i området, nämligen ett lågtemperaturssystem med flera mindre värmekällor. Många olika typer av värmekällor kan anslutas och bidra till värmeförsörjningen, vilket gör systemet resurseffektivt och flexibelt. Ett lågtemperaturssystem ger förutsättningar för affärsmodeller där spillvärme från bebyggelsen kan nyttiggöras.
- Möjliga värmekällor till värmesystemet är spillvärme från bebyggelsen inklusive verksamhetsområdet samt vätgas- eller biokolsproduktion. Dock förväntas bostadsbebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna på årsbasis ha brist på spillvärme varför andra värmekällor kan bli nödvändiga.
- Inledningsvis kan de östra delarna av de sydöstra stadsdelarna värmas av temporära pellets pannor tills andra tillräckligt stora värmekällor finns på plats. Eventuella vätgas- eller biokolsanläggningar kan förläggas i verksamhetsområdet vid Mora stenar.
- Ett centralt fjärrkylanät för bostäder och kontor kan troligtvis inte etableras med goda ekonomiska förutsättningar. Stadsbebyggelsen kan tillgodose tillse sina egna individuella kylbehov med kylmaskiner. Om en verksamhet med större kylbehov etableras i verksamhetsområdet kan förutsättningarna ändras.
- Ett stadsövergripande styr- och övervakningssystem rekommenderas för att bidra till ökad resurseffektivitet. Ett stadsövergripande styr- och övervakningssystem kan i första hand etableras som en testbädd i de första etapperna.
- Tillsammans med marknadsaktörer och det lokala innovationssystemet, exempelvis STUNS, kan Uppsala kommun löpande utveckla och utvärdera testbäddar på liknande sätt som samhällsbyggandet i Rosendal.

6 Genomförande och nästa steg

Detta kapitel undersöker hur de förslagna systemvalen kan realiseras, inklusive vilken roll kommunen kan ta samt vilken tidplan och resursanspråkstagande som kan bli aktuellt. Därtill presenteras risker och klimateffekter som associeras till de rekommenderade valen.

6.1 Rekommenderade systemval för energisystemet

Se Figur 6-1 för en sammanfattning av de rekommenderade systemvalen.



Figur 6-1 Sammanfattning av rekommendationer för energisystemet för de sydöstra stadsdelarna

De rekommenderade systemvalen visar på att det är möjligt att etablera ett energisystem som är klimatneutralt, tillvaratar restströmmar och som har ett högt lokalt resursutnyttjande. Med hänsyn till värmesystemet har rekommendationen även möjlighet till att bli klimatpositivt. Systemvalen täcker de framtida energibehoven i de sydöstra stadsdelarna och bidrar till måluppfyllelse för kommunens mål.

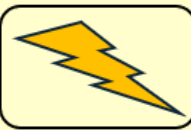
En total investeringskostnad för ett lågtemperaturnät, ett mikronät, en klokt dimensionerad batteripark, biokolsanläggning och vätgasanläggning samt ett stadsövergripande styrsystem är cirka 1 500 mnkr.

6.2 Genomförandemodeller

Nedan redogörs för förslag till hur de föreslagna systemvalen kan implementeras. Rekommendationen är att nuvarande projekt teknisk försörjning avslutas och ett nytt genomförandeprojekt startas. Detta projekt uppskattas kräva en heltidstjänst i projektledning utöver de resurser som beskrivs nedan.

Då rekommendationen för området kyla inte innebär någon etablering av ett centralt system beskrivs det inte vidare.

6.2.1 El



EL

- Elproduktion från andra delar av Sverige
- Maximerad lokal kraftproduktion genom solceller
- Mikronät som testbädd i den östra stadsnoden

Elförsörjning från andra delar av Sverige

Elförsörjningen för de sydöstra stadsdelarna tillses genom att på konventionellt sätt koppla stadsdelen mot det nationella elsystemet. Detta sköts av befintliga elnätsägare.

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Vattenfall som har koncession och bygger ut lokal- och regionnätet
 - Svenska kraftnät som har koncession och bygger ut transmissionsnätet
 - Nationella och skandinaviska energibolag för produktion
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** Uppsala kommun behöver samverka med nätägarna Vattenfall och Svenska kraftnät. Genom regelbundna prognosmöten med Vattenfall ger kommunen säkrare prognoser för utbyggnad av lokalnätet. Kommunen bör bevaka Svenska kraftnäts förstärkningar av transmissionsnätet. Därtill kan kommunen bedriva påverkansarbete på nationell nivå för ökad elproduktion.
- **Resurser från kommunen:** Inga utöver befintlig kommunorganisation och arbete.
- **Tidplan:** Löpande.

Solkraft med mikronät

En maximal produktion av lokal solkraft sker genom att byggherrar och fastighetsägare installerar solceller på sina fastigheter. En huvudman som installerar och förvaltar ett mikronät ger ökade incitament till att installera solceller och möjlighet till nya affärsmodeller.

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Byggherrar och fastighetsägare i de sydöstra stadsdelarna för solcellsinstallation
 - Aktörer som vill etablera energilager
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** Då mikronät är en ny företeelse är rollerna i dagsläget oklara och det är osäkert vilka marknadsaktörer³⁶ som kan etablera ett mikronät. Bedömningen är att Uppsala kommun genom befintlig kompetens

³⁶ Ett av Sveriges enda – ännu inte driftsatta – mikronät är upplagt som en samfällighet mellan privata byggherrar och det offentliga Örebro bostäder

och konsultstöd kan hantera en etablering av ett mikronät, antingen via upphandling eller inom egen förvaltning. Därför rekommenderas att kommunen är initiativtagare till att anlägga och driva mikronätet. En offentlig huvudman för mikronätet ger också säkrare förutsättningar och ett långsiktigare perspektiv för drift för aktörer som ingår i mikronätet. Ett mikronät är inte en konkurrerande verksamhet utan ett marknadsöverbyggande verktyg och kommer byggas upp i nära dialog med lokalelnätsägaren.

- **Resurser från kommunen:** För inledande affärsutveckling, framtagande av programhandlingar och samprojektering med övriga ledningslag uppskattas behovet till två heltidstjänster under tre år samt cirka 250 tkr per år i konsultstöd. Utöver detta krävs stöd med 200 timmar per år från andra avdelningar inom kommunen under tre års tid, främst upphandling och juridik.

För driftsfasen för en testbädd i den östra noden uppskattas behovet till 2,6 mnkr i totala investeringar och en heltidstjänst för drift.

- **Tidplan:** Ytterligare utredning, affärsutveckling och projektering genomförs under åren 2025–2026, slutprojektering åren 2027–2028 följt av byggnation och driftsättning med start 2030. Se även Figur 6-2.

	Marknadsdialoger Affärsutveckling Programhandling		Projektering Systemhandling		Byggnation				Driftstart
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Personalkostnader	1 500	2 000	2 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Stöd från andra avdelningar		200	200	200					
Konsultstöd	100	250	250	250	50	50	50	50	50
Investering						1 600	1 000		
TOTALT	1 600	2 450	2 450	1 450	1 050	2 650	2 050	1 050	1 050

Figur 6-2. Tidslinje och resursbehov i tusentals kronor för implementering av ett mikronät.

Batteriparker

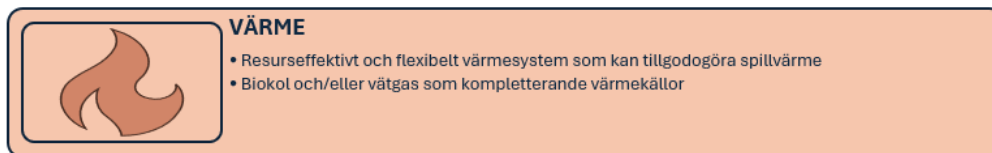
Batteriparker etableras i anslutning till de sydöstra stadsdelarna. Dessa möjliggör både högre utnyttjande av den lokalt producerade solkraften och stödfunktioner vid kapacitetsbrist i elnätet.

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Huvudman för mikronätet
 - Batteriparksaktörer
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** För att säkerställa att en batteriparksaktör stödjer det lokala nätet rekommenderas att Uppsala kommun tar en deltagande roll. Detta kan vara att via markanvisningsavtal eller markförsäljningsklausuler kravställa att batteriparkerna under vissa förutsättningar ska stödja det lokala nätet, alternativt att ingå i ett samägandeskap för att uppnå detta.
- **Resurser från kommunen:** Beroende på var i kommungeografin en eventuell etablering sker kan detta hanteras av stadsbyggnadsförvaltningens

linjeorganisation. Vid eventuellt samägande kan ett nytt, mindre bolag bildas och en investering om runt 60 mnkr bli aktuell beroende på storlek.

- **Tidplan:** Kan ske löpande.

6.2.2 Värme



Lågtemperaturssystem

Ett värmedistributionsnät anpassat för lägre temperaturer anläggs i de sydöstra stadsdelarna. Kommande bebyggelse och industrietableringar utgör möjliga värmekällor, liksom biokols- och vätgasproduktion.

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Energimarknadsaktörer
 - Kommande industrietableringar och byggherrar
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** Rekommendationen är att kommunen skapar förutsättningar för att ett lågtemperaturssystem samt värmekällor anläggs i de sydöstra stadsdelarna. Detta genom dialog och affärsutveckling tillsammans med energimarknadsaktörer, däribland lokala aktörer.

Det finns flera olika roller som kommunen kan ta, exempelvis enligt kapitel 3.3 att vara en aktiv part i marknadssamverkan, genomföra upphandling eller samägande.

- **Resurser från kommunen:** Den för kommunen mest resurskrävande rollen kan bli att ett lågtemperaturssystem realiserar genom offentlig-privat samverkan mellan kommunen och en energimarknadsaktör. Därför tar förstudiens förslag till budget i Figur 6-3 höjd för detta alternativ.

För att utreda kommunens roll samt inleda marknadsdialoger beräknas åtgå en heltidstjänst under minst ett år samt 300 timmars stöd från andra avdelningar inom kommunen och 2 mnkr i juridiskt konsultstöd och geologiska undersökningar. Dessa utredningar väntas resultera i en rekommendation för fortsatt arbete och en tydligare modell för genomförande. Rekommenderad genomförandemodell implementeras under 2026–2027.

Utöver detta *kan* det bli aktuellt för kommunen att ta en investering för förläggning av nätet i samverkan med kommande nätoperatör om det visar sig att detta krävs för att nätet ska etableras. Denna kostnad kan senare vidareförmedlas till nätoperatören och exploatörer. En uppskattad investeringskostnad är i storleksordningen 50 mnkr per år.

- **Tidplan:** Tidslinjen för ett lågtemperaturnät blir således fördjupad utredning av genomförandemodell under 2025, implementering av rekommenderad

genomförandemodell under 2026–2027. Projektering och byggstart åren 2027–2032 för driftsättning till 2033. Se även Figur 6-3.

	Fördjupad utredning		Implementering		Projektering och byggnation				Driftstart
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Personalkostnader	1 000	1 000	1 000	200	200	200	200		
Stöd från andra avdelningar	300	400	500						
Konsultstöd	2 000	6 000	2 000						
Eventuell investering						50 000	50 000	50 000	
TOTALT	3 300	7 400	3 500	200	200	50 200	50 200	50 000	-

Figur 6-3. Tidslinje och resursbehov i tusental kronor för implementering av ett lågtemperatursystem.

Biokols- och vätgasproduktion som kompletterande värmekällor

Energibolag och/eller Uppsala kommun investerar i kompletterande värmekällor.

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Ägaren av lågtemperatursnätet
 - Energibolag
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** Beroende på vilken teknik och storlek på anläggning som avses finns flera olika roller för kommunen att ta. Både vilken roll och vilken storlek och typ av systemval bör utredas vidare.

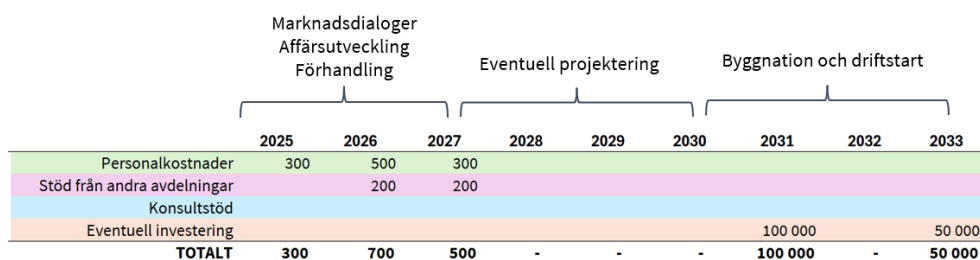
För en vätgasproduktionsanläggning finns största möjliga nytta och affär om denna förläggs invid ett eventuellt framtida resursverk. Lämplig genomförandemodell är här egen investering och drift för att kunna nyttja samtliga flöden till bästa samhällsekonomi.

För en biokolsanläggning är ett delägarskap mellan en marknadsaktör och ett kommunalt bolag ett alternativ. I ett delägarskap går kommunen in med finansiering av investering, trädgårdsavfall, eventuellt annat biobränsle och efterfrågan på biokol; en marknadsaktör går in med investering och kompetens.

- **Resurser från kommunen:** Att utreda möjliga etableringar och ha dialoger med marknaden bedöms vara en deltidstjänst under tre år med stöd från andra avdelningar om cirka 200 timmar per år.

En största investering för Uppsala kommun för en klokt dimensionerad vätgasanläggning ligger runt 100 mnkr med positivt nettonuvärde. En största investering i en klokt dimensionerad delägd biokolsanläggning ligger på 50 mnkr för Uppsala kommun med positivt nettonuvärde. I båda fallen är detta utöver de resurser som krävs för att bilda ett nytt bolag.

- **Tidplan:** Vidare utredning och dialoger med marknadsaktörer kan pågå åren 2025–2027 med projektering och byggstart åren därefter. Se figur 6–4.



Figur 6-4. 4Tidslinje och resursbehov i tusental kronor för utredningar om kompletterande systemval.

6.2.3 Övrigt

ÖVRIGT

- Ett stadsövergripande styr- och övervakningssystem
- Testbäddar genom marknadssamverkan och innovationssystemet

Styrssystem för de sydöstra stadsdelarna

- **Aktörer som krävs för genomförande**
 - Byggherrar och fastighetsägare i de sydöstra stadsdelarna
 - Leverantörer av styrsystem
 - Uppsala kommun
- **Kommunens roll:** Rekommendationen är att kommunen tar ansvar för att utveckla, implementera och drifva systemet. Detta för att skänka trygghet till marknadsaktörer för att koppla upp sig mot det, vara garanten för en säker GDPR-hantering samt att enklare kunna möjliggöra för forskning den data som systemvalet genererar. Dessutom finns andra fördelar för kommunen om den har full rådighet över systemet, exempelvis optimering av trafikflöden och energibesparingar i de egna fastigheterna.
- **Resurser från kommunen:** Inledningsvis krävs en heltidstjänst plus konsultstöd om 250 tkr samt stöd från andra avdelningar om 100 timmar per år under uppskattningsvis tre år för att utveckla nätet. Därpå är uppskattad investering för ett styrsystem knappa 2 mnkr per år inklusive personalkostnader. Driften kan skötas inom koncernen på en heltidstjänst. De kommunala bolagen är lämpade att utveckla och driva detta.
- **Tidplan:** Föreslagen tidslinje för ett stadsstyrssystem blir förstudier och framtagande av programhandlingar åren 2025–2026, projektering och systemutveckling åren 2027–2028 och byggnation och driftsättning med start 2029. Se även Figur 6-5.

6.3 Riskanalys

Risker av betydande vikt, eller som inte tidigare är hanterade i denna förstudie, redovisas i Tabell 6-2.

Tabell 6-2. Analys av risker, hur de kan undvikas och konsekvenser.

Risk	Hur risken undviks	Lösning vid inträffad risk
Utbyggnadstakten blir sådan att inget energibolag har möjlighet att etablera ett värmenät	Aktiv marknadsdialog Stödja energibolag via exempelvis markanvisningsavtal	Andra värmelösningar än lågtemperatursystem, exempelvis luftvärmepumpar
Spillvärmeproducenter etableras inte i verksamhetsområdet vid Mora stenar ³⁷	Aktiv marknadsdialog, dedikerad samordnare för fyrspårsavtalet.	Fjärrvärme levereras via transmissionsledning från Bolandsverket eller annan värmeproduktionsanläggning etableras vid verksamhetsområdet
Det finns ingen marknadsaktör som vill eller kan bygga fjärrvärmenät ³⁸	Aktiv marknadsdialog och samarbete med entreprenör Att Uppsala kommun går in med en investering för nätutbyggnad	Decentraliserat värmesystem med värmepumpar i respektive hus. Givet nätförstärkningar från Svenska kraftnät är det inget teknisk problem, men bidrar inte till systemnyttor. I ett sådant fall bör koppling till centralt styrsystem krävas för att minska effekttoppar.
Mikronätet blir ett misslyckande ³⁹	Noga utredning innan slutgiltigt beslut om etablering. Invänta utvärdering från Tamarinden i Örebro och samarbete med forskningsaktörer för att dela utredningskostnader.	Systemet är endast byggt i testbäddsskala och kräver i sammanhanget förhållandevis små investeringar.
Styrsystemet blir aldrig funktionellt ⁴⁰	Noga genomförd rekrytering. Samarbete med andra kommuner och forskningsprojekt.	Förhållandevis liten investering och kompetens har byggts upp inom kommunen. Kostnadsdelning genom samarbete med forskningsaktörer.

6.4 Klimatanalys

Om de sydöstra stadsdelarna byggs enligt nollalternativen och med traditionella byggmaterial blir de förväntade utsläppen per år från byggnation av fastigheter och drift enligt figur 6-7. Nollalternativet för elförsörjningen är att el produceras på annan plats i landet och transporteras via elnäten till området. Nollalternativet för värmeförsörjningen är konventionell fjärrvärme från Bolandsverket. Notera att utsläpp

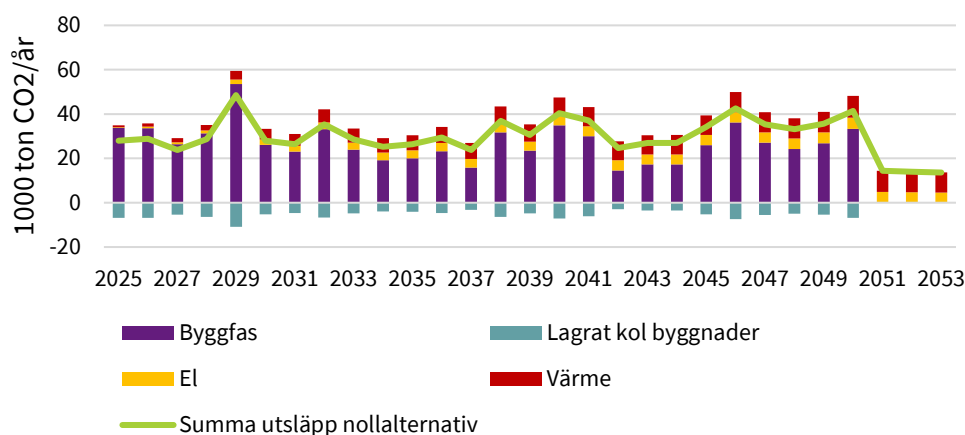
³⁷ Kan bero på utebliven effektleverans från SvK, juridiska eller marknadsmässiga faktorer.

³⁸ Kan bli fallet om endast ett fåtal byggherrar är villiga att bygga hus i området, så att marknadsunderlaget för fjärrvärmedistributören blir för litet.

³⁹ Kan bero på den osäkra marknaden, nya lagrum som ändrar förutsättningarna, för lite solcellsinstallation, brist på kompetens eller energipriser.

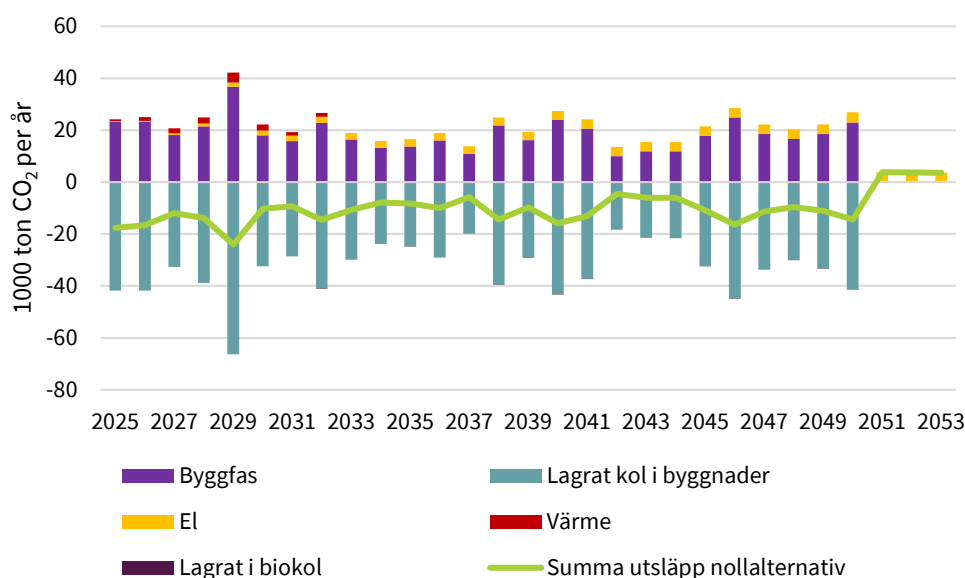
⁴⁰ Kan bero på bristande kompetens, systemets komplexitet eller ovilja att ansluta till systemet.

från byggnation av infrastruktur som vägar och grävarbete inte är inkluderat.



Figur 6-6. Utsläpp per år från byggnation och energiförsörjning om de sydöstra stadsdelarna byggs enligt nollalternativets standard.

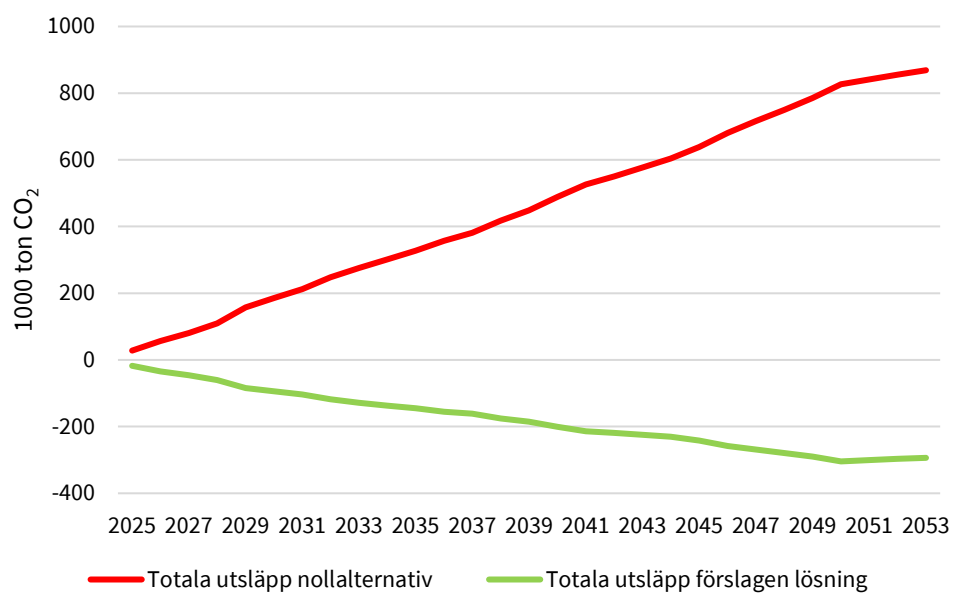
Om de sydöstra stadsdelarna istället byggs enligt föreslagna systemlösningar inklusive träbyggnation blir utsläppen per år enligt Figur 6-8. Notera att den inlagrade kolen samtliga år överstiger utsläppen.⁴¹



Figur 6-7. Utsläpp per år från byggnation och energiförsörjning om de sydöstra stadsdelarna byggs enligt föreslagen standard.

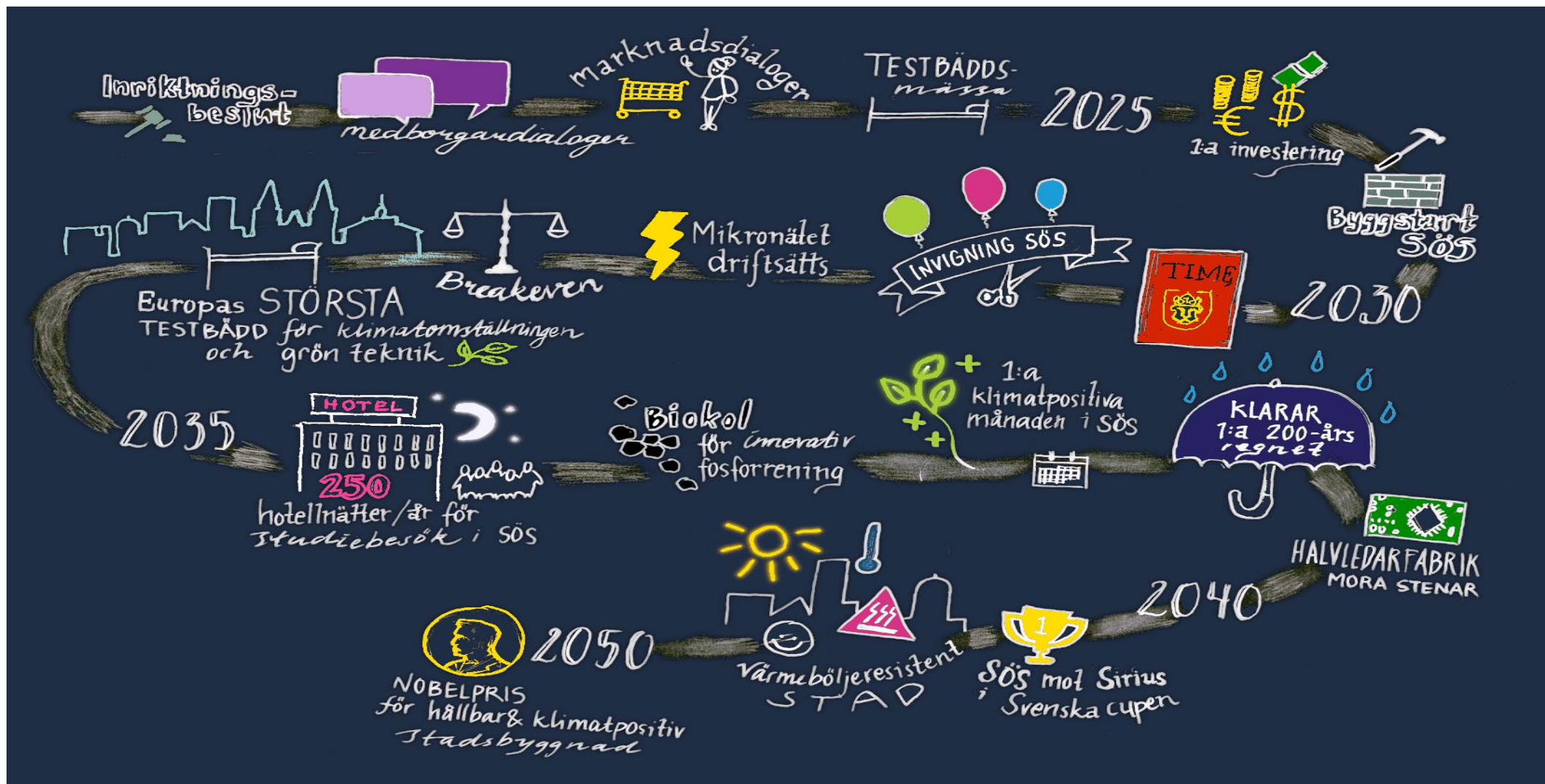
De kumulativa utsläppen från fastigheter och energiförsörjning visas i Figur 6-9. Notera hur det föreslagna alternativet agerar som kolsänka om det lagrade kolet räknas som negativa utsläpp.

⁴¹ Från mellan 2030 – 2032 antas utsläppen från värmen vara noll då spillvärmesystemet antas vara i drift. Utsläppen från el antas vara 70 g/kWh och minska med 3 % årligen då omkring hälften av elen kommer från egenproducerad solex med 40 g kWh.



Figur 6-8. Kumulativa utsläpp från fastigheter och energiförsörjning för nollalternativet respektive föreslagna lösningen

6.5 Visionsroadmap



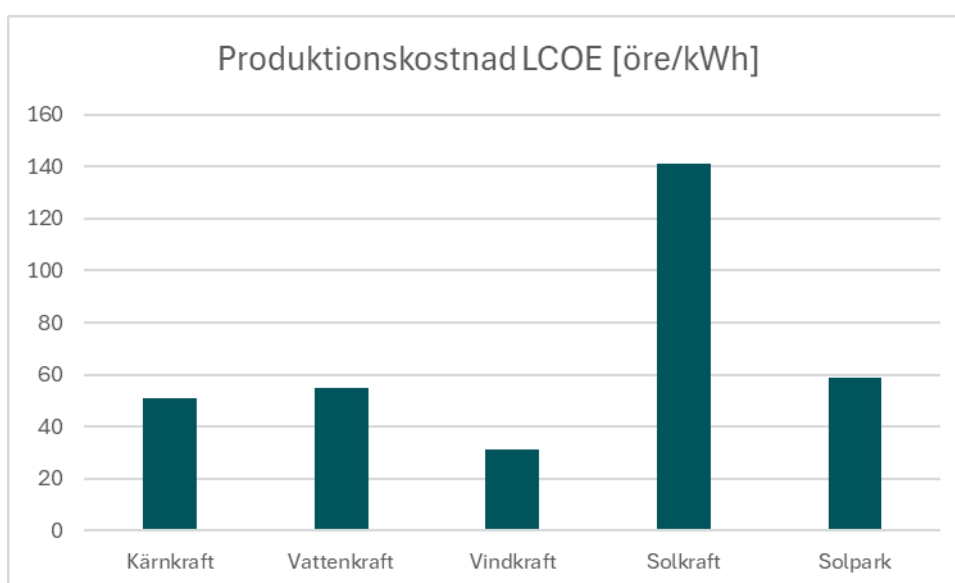
Bilaga A – Introduktion till energisystem

Denna bilaga redogör mer i detalj för produktion och distribution för olika energislag.

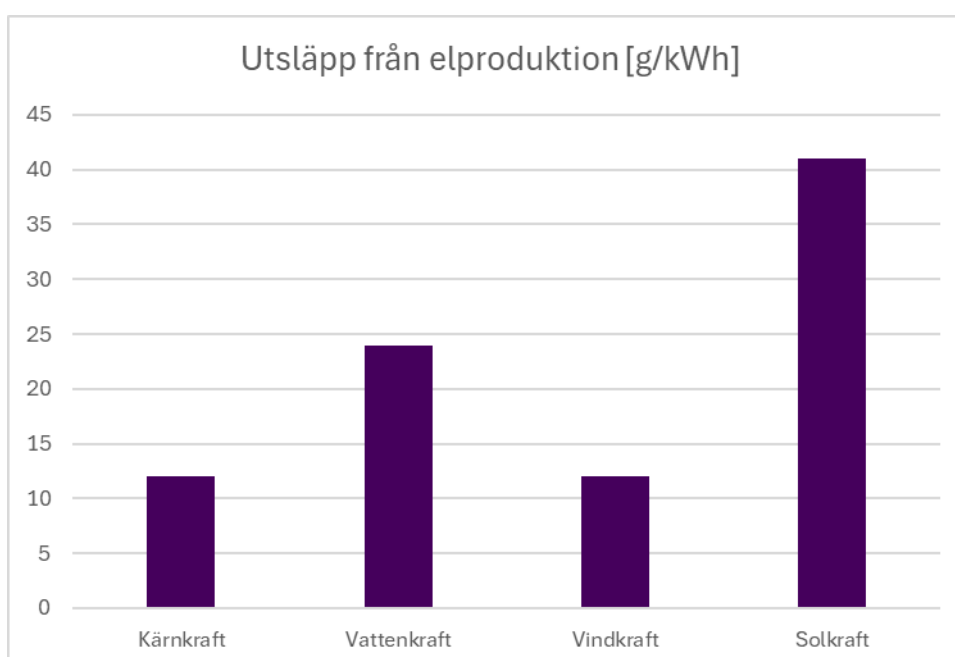
A.1 El

A.1.a Produktion

Kraftproduktion har betydande skalfördelar men även betydande investeringsbehov. Beroende på hur el produceras får den olika mycket klimatpåverkan och produktionskostnad, se figur A.1 och A.2.



Figur A.1. Produktionskostnad (LCOE) för fem olika kraftslag. Solkraft innebär husinstallationer och solpark innebär en storskalig anläggning. Källa: Energiforsk (2021)



Figur A.2. Utsläpp från fyra olika kraftslag. Källa: Vattenfall (2023)

På nationell nivå är det vattenkraften i norr och kärnkraften som bidrar till majoriteten av produktionen, med alltmer ökande tillskott av vindkraft och solkraft. Lokal produktion sker främst via kraftvärme och byggnadsintegrerade solceller där producerad kraft nyttiggörs lokalt. Den svenska elproduktionen ägs framför allt av både privata och kommunala energibolag.

A.1.b Distribution och lagring

Distributionsnätet för el är nationellt uppdelat på tre nivåer: Stamnät, regionnät och lokalnät. Stamnätet kan liknas vid motorvägarna och ägs och förvaltas av Svenska kraftnät (SvK). Här distribueras el långa sträckor från större produktionsanläggningar.

Regionnätet kan liknas vid landsvägar och ägs och förvaltas av stora elnätbolag, i Uppsala kommun Vattenfall. Här distribueras elen från stamnätet vidare ut på regional nivå. Även lokal kraftproduktion kan mata in i regionnätet.

Lokalnätet kan liknas vid stadsvägar och ägs och förvaltas både av större elnätbolag och kommunala elnätbolag. Även mikroproduktion kan mata in på lokalnätet. För de sydöstra stadsdelarna är Vattenfall lokalnätsägare.

Ellagen stipulerar att det råder koncession på elnätssidan, det vill säga geografiskt begränsade monopol. På senare tid har öppningar skett i lagstiftningen där det tillåts att upplåta och drifta icke koncessionspliktiga nät (IKN, även kallat mikronät) på mindre lokal nivå, se kapitel 5.1.3. Ett elnätbolag får enligt lagen inte äga egen produktion, varför aktörer som Vattenfall har produktion och distribution i separata bolag.

På grund av en ökad elektrifiering av samhället har begränsningar eller flaskhalsar i distributionsnätet uppkommit på platser runtom i landet. Detta kallas kapacitetsbrist (som är att skilja från effektbrist – för lite produktion, sällan förekommande i Sverige). Uppsala kommun är drabbat av kapacitetsbrist. Nuvarande abonnemangsstorlek för Uppsala stad är cirka 300 MW. Förstärkningar av omkringliggande elnät förekommer dock vilket kommer leda till ökad överföringsförmåga in till kommunen, se figur 3.

El är svårt att lagra. Närmst i tanken är batterier som nu börjar komma upp i skala och samtidigt som inköpspriset minskar något. Fördelen med batterier är hög energidensitet medan nackdelen är pris och råvaruförbrukningen i dessa. Olika batterikemier existerar med olika klimatpåverkan och innehåll av metaller och mineraler.

Vätgas är en annan möjlighet för energilagring. Vid billigt elpris eller överskottsproduktion tillverkas vätgas av vatten och el. Vätgasen kan lagras över dygn eller säsonger och kan senare konverteras tillbaka till el och vattenånga. Fördelar med vätgas är att denna har flera användningsområden såsom energilager och drivmedel medan nackdelen är en omogen marknad. Vid större skalor kan vätgas även konverteras om till ammoniak för långtidslagring.

Ytterligare en möjlighet till energilagring är via pumpkraft. I detta fall används billig el eller överskottsproduktion för att pumpa upp vatten i exempelvis ett vattentorn. När produktion behövs släpps vattnet tillbaka genom en turbin som genom en generator producerar el. En fördel med pumpkraft är att det är en enkel teknik medan en nackdel är att den är skrymmande.

Andra energilagringstekniker som ger el existerar men inte i större skala varför de utelämnas i denna rapport.

A.2 Värme

A.2.a Produktion

Värme kan produceras på flertalet sätt som redogörs för nedan. Notera att värmeproduktion kan ske inom en fastighet (tänk en kamin i en villa), men skalfördelar och rationalitet kan nås vid större, urbana skalor. På systemnivå brukar värmesystem på produktionssidan vara modulära eller skalbara med flera produktionsenheter som startas upp allteftersom värmebehovet ökar.

Fjärrvärme/Kraftvärme

På stadsnivå är fjärrvärme - central förbränning i en anläggning med ett stadsövergripande distributionsnät – vanligt förekommande i Sverige. Kopplas detta till en turbin för elproduktion erhålls kraftvärme. Fjärrvärmeverk kan även producera ånga men det är alltid ett separat distributionsnät för ånga då andra tryck förekommer i detta nät. Fjärrvärme kräver logistik in till verket för bränslehantering.

Genom förbränning värms vatten upp till omkring kokpunkten och distribueras runtom i samhället där det används i fastigheter; svalare vatten kommer tillbaka till verket och produktionscykeln startas om. Valet av bränsle kan inkludera returträ, biomassa eller avfall och påverkar utsläppen och produktionskostnader, liksom logistiken för att inhämta och eventuellt bearbeta bränslet.

I Uppsala är bränslemixen cirka 40 procent biomassa och 60 procent avfall vilket på grund av plast i avfallet ger något högre utsläpp än rikssnittet. På platser där en verksamhet eller industri har mycket högt tempererad spillvärme (säg ett smältverk) kan även denna kopplas till fjärrvärmenätet. Spillvärme anses vara utsläppsfri. Fjärrvärme är en mogen och driftsäker teknik med befintlig infrastruktur och aktör i Uppsala. Ett ångnät finns också i Uppsala.

Värmepumpar

Värmepumpar nyttjar värmen som finns i luften, jorden, vattnet eller berggrunden genom att låta denna värme överföras med hjälp av ett kylmedium. Däremot krävs det att värmepumpen är ansluten till el. Värmepumpar behöver omkring en tredjedel av den el som krävs vid ett direktverkande el-värmesystem. En fördel med värmepumpar är att det blir möjligt att nyttja spillvärme och lägre temperaturer för värmeförsörjning, se nedan.

Ursprungligen använt i mindre skala och hus för hus, har nu värmepumpstekniken mognat och applicerats i större skala såsom flerbostadshus eller på kvartersnivå. Inom en fastighet kan en värmepumpslösning kräva ett något större teknikrum (och eventuellt grövre rördimensioner) än vid fjärrvärmeanslutning; det är fullt rimligt att konstruera ett större centraliserat system för stadsdelsnivå givet att en tillåtande infrastruktur anläggs. Oavsett en effektiv användning av el blir ändå värmesystemet elbaserat och kommer belasta elnätet kalla vinterdagar när det är ett stort elbehov i samhället i övrigt.

Spillvärme/Lågtemperatur

Som nämnt är en temperatur om cirka 60 °C fullt tillräcklig för att tillgodose värmebehovet för bebyggelse. Detta ger möjligheter till uppvärmning utan

förbränning. Givet att en spillvärmekälla finns, är det därför möjligt att konstruera ett så kallat lågtemperatursnät. Detta liknar principen för fjärrvärme men utan central förbränning och lägre temperaturer i distributionsnätet. Dessa lägre temperaturer ger mindre värmeförluster i systemet. Spillvärme kan exempelvis erhållas från marken (kallat geotermi), ett restvärmeflöde från ett verksamhetsområde eller överskottsvärme från en grannfastighet.

Med lägre temperaturer krävs grövre dimensioner för rören i distributionsnätet. Ibland kan även värmepumpar behöva ingå i systemet för att höja temperaturer på spillvärmes, exempelvis vid lägre temperaturer på spillvärmes än vad som krävs. Fördelen med ett lågtemperatursnät är förmågan att tillvarata spillvärmes. Spillvärme räknas vanligtvis som utsläppsfri.

Solfångare

Solfångare är (oftast) takmonterade anläggningar där solinstrålning värmer upp ett slutet vätskeburet system. Denna värme kan senare tillgodogöras i en fastighet eller ett kvarter. En solfångaranläggning producerar vanligtvis lägre temperaturer än förbränningsanläggning men tillräckligt för att tillgodose både uppvärmning och tappvarmvatten. Takmonterade solfångare konkurrerar med solceller, men det är fullt rimligt att kombinera dessa tekniker för både värme- och elproduktion.

Fördelar med solfångare är möjligheten till en gratis värmekälla som är utsläppsfri; nackdelar inkluderar att värmeproduktion endast sker dagtid och under de varmare årstiderna och därför matchar solfångare dåligt med värmebehovet för en svensk stad varför någon form av värmelager eller annan lösning behövs under vinterhalvåret.

Pyrolys

Pyrolys är en teknik där förbränning sker under syrefattiga förhållanden. Om bränslet är biomassa resulterar detta i värme och biokol. Pyrolys är värmevärdemässigt inte lika effektiv som fullständig förbränning, men ger möjligheten till en kolsänka om biokolet används till markbearbetning. Vanligtvis är förbränningstemperaturen hög och ger högvärdig värme. I övrigt är systemet lika fjärrvärme ovan.

Gas

I Sverige är vattenburna värmesystem vanligast förekommande i samhället, men internationellt förekommer gasburna system, exempelvis i Storbritannien och Östeuropa. Där distribueras naturgas i ett stadsnät för lokal förbränning i en gaskamin per fastighet eller lägenhet. En möjlighet för de sydöstra stadsdelarna vore lokalt producerad biogas som bränsle för ett dylikt system.

A.2.b Distribution och lagring

Oavsett värmekälla och -bärare måste energin vid ett centralt system distribueras runtom staden. Grövre dimensioner är i detta fall en diameter överstigande 50 centimeter. Lågtemperaturssystem kräver större dimensioner för att transportera samma mängd värme under samma tidsrymd.

Vattenburna system är alltid slutna, högtemperaturssystem är trycksatta och ledningar är uteslutande isolerade och markförlagda. Förläggning sker med säkerhetsavstånd till annan infrastruktur såsom VA-nät och elnät.

Ett stadsövergripande distributionssystem för värme har en kallad varm och kall sida, den förra för att distribuera hetvatten till fastigheter och undercentraler, den senare för att återtransportera svalare vatten tillbaka till värmekällan. Värmedistributionsnät är en finansieringstung infrastruktur där markarbete är en betydande kostnadspost. Skalfördelar finns och flerbostadshus och radhus är attraktivare att ansluta till ett fjärrvärmenät än villaområden. För det senare kan det innebära en dyrare anslutningsavgift för byggherre eller slutkund.

Relativt nytt på marknaden är kallat trerörssystem. Dessa består av två ”varma” rör – ett med högre temperatur för tappvarmvatten, ett med lägre temperatur för uppvärmning av lokaler – samt ett ”kallt” rör som samlar de båda varma rören retur. Trerörssystem kan möjliggöra för ökat spillvärmeutnyttjande men uppvisar större förluster än både konventionella nät och renodlade lågtemperaturssystem.

A.3 Kyla

A.3.a Produktion

Nedan redogörs för olika produktionssätt för fjärrkyla. Vanligt förekommande är att ett fjärrkylasystem inte uteslutande förlitar sig på ett produktionssätt utan har en blandning av flera.

Verkningsgraden vid kylproduktion ökar med storlek varför driften av fjärrkylasystem är billigare än enskilda köldaggregat. Affären för fjärrkyla är oftast unik per kund (med separata förhandlingar och avtal) och betydligt mer vanligt förekommande bland industrikunder än privatkunder. På nationell nivå har nätlängden ökat för varje år, vilket kan anses indikera att fler abonnenter önskar ha tillgång till fjärrkyla. Åren med hög sommartemperatur har haft betydligt högre energileverans.

Frikyla

Djupare hav och sjöar liksom berggrund och underjordiskt vatten kan nyttjas året om för en billig och utsläppsfri tillgång till kyla. Vid frikyleanvändning åtgår endast el för att hålla systemet driftsatt.

Kylmaskin

Kylmaskiner eller kompressorkyla är att likna vid ett kylskåp och producerar kyla medelst el. En restprodukt blir spillvärme. Utsläpp från nyssnämnd produktion beror på hur elen producerats. Kylmaskiner är en mogen och i sammanhanget lättdriftad teknik.

Absorptionskyla

Absorptionskyla innebär att producera kyla med hjälp av värme. På grund av lägre verkningsgrad än kylmaskiner krävs billig värme för att få lönsamhet. Utsläpp beror på vilken bränslemix värmen har.

Under sommaren – när värmebehovet är lågt – kan fjärrvärmeanläggningar ha ett överskott av värme. För att slippa vädra bort värmen kan den i stället nyttiggöras i en absorptionsanläggning och producera kyla som under samma period är extra efterfrågad.

A.3.b Distribution och lagring

Distributionsnätet för fjärrkyla liknar i stort det för fjärrvärme enligt ovan. Eventuellt kan mindre dimensioner på rören förekomma. Värt att notera är att ytterligare två rör (fram- och tillbakaledning) måste samsas med VA-nät, elnät och eventuellt värmenät. Kyla är svårt att lagra i andra former än frikyla enligt ovan.

Bilaga B - Testbäddsförslag

För att driva innovation och främja hållbar stadsbyggnadsutveckling är så kallade testbäddar nödvändiga. Med testbäddar åsyftas utveckling av nya produkter, processer och tjänster vilket innebär att system kan prövas och utvärderas innan det implementeras i större skala. Då testbäddar definieras av innovativ utveckling är samarbete mellan offentliga aktörer, forskningsaktörer och näringslivet att föredra. I den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna, inklusive Bergsbrunna framgår det att stadsdelen bör utvecklas med mål om att vara klimatpositiv. Detta för att nå klimatmålen för hela Uppsala kommun. Därtill beskrivs det att stadsdelen har stor potential för utveckling av nya lösningar som sedan kan skalas upp och implementeras i andra stadsdelar. Detta initierar att de sydöstra stadsdelarna bör omfatta testbäddsmiljöer för innovativa energilösningar. Nedan presenteras förslag på möjliga testbäddslösningar i de sydöstra stadsdelarna.

B.1 Mikronät

Förslaget om att anlägga ett mikronät i den östra stadsnoden kan betraktas som en testbädd. Genom att anlägga ett icke koncessionspliktigt (IKN) likströmsnät (DC) kan el producerad via solceller handlas mellan byggnader via en separat nätanslutning. På så vis kan lokal och fossilfri el produceras och nyttjas inom lokala energigemenskaper vilket ger möjligheter till nya affärsmodeller och ett resilient elnät. Genom att utveckla och testa mikronätet i den östra stadsnoden kan kunskaper kring tekniken, affärsmodeller och förvaltning utvecklas. Samtidigt minimeras kostnaden för investeringar då mikronätet testas i mindre skala. Om systemet visar på goda resultat kan det sedan skalas upp och implementeras i andra stadsdelar.

Konceptet om lokala energigemenskaper där byggnader delar el har utforskats av andra aktörer i Sverige. Bland annat har Örebro Kommun och Örebro Bostäder implementerat konceptet i det nya bostadsområdet Tamarinden beläget i Örebro. Där planeras det för att områdets fem byggaktörer ska delta i utvecklingen av att dela energi i ett lokalt energisystem. Elnätet som ska anläggas i Tamarinden kommer ägas gemensamt där drift och underhåll sköts av en samfällighetsförening. För att undersöka nyttoeffekterna av energidelning via ett IKN-nät undersöker det statliga forskningsinstitutet RISE tillsammans med forskare från KTH projektet Tamarinden.

I mars 2024 meddelade Skatterättsnämnden att solcellsanläggningarna ska betraktas som separata enheter även i de fall producerad el delas via ett IKN-nät. Således ökar incitamenten till energidelning. Dock kan Skatteverket överklaga Skatterättsnämndens beslut till Högsta förvaltningsdomstolen men i dagsläget styrker beskedet incitamenten till att anlägga ett mikronät i de sydöstra stadsdelarna.

B.2 Nudging

Den engelska termen nudging handlar om att se till individers beteendemönster och ”knuffa i rätt riktning” utan att begränsa individers valmöjligheter. Det handlar om att belysa den automatiska, intuitiva och rutinmässiga dimensionen i en individs handling för att således kunna förenkla för människor att göra rimliga val, framför allt gällande beteenden som ofta inte reflekteras över. Strategier bakom nudging-kampanjer kan vara att

1. Standardisera miljömässiga alternativ

2. Utforma den fysiska miljön i riktning med budskapet
3. Utforma information anpassat till budskapet
4. Låta normer uppmärksammas

Flertalet experimentella studier visar dock att bevisen på kostnadseffektivitet och långsiktiga effekter är bristfälliga. Dessutom kräver nudging stor förståelse för individens beslutsprocess varpå utformningen är tidskrävande. Däremot finns flertalet exempel på hur nudging har använts. Till exempel uppmanar den fysiska miljön i Kungälv till hållbart resande genom att prioritera olika färdsätt. Bland annat finns cykelparkeringar närmast destinationen följt av kollektivtrafik och sist bilparkering. Ett annat exempel är Köpenhamn som underlättat för cyklister genom att bygga speciella cykelbroar, säkra parkerings- och förvaringsmöjligheter och konstruerat fotstöd i korsningar för cyklister som väntar på grönt ljus. I Eskilstuna kan implementeringen av färgsortering av sopor betraktas som nudging. Förutom att invånarna får ta del av en sorteringsguide tillhandahålls avfallspåsar i olika färger som på så vis underlättar sorteringen.

I de sydöstra stadsdelarna kan nudging användas för att uppmärksamma det innovativa energisystemet och för att utforma den fysiska miljön till att främja hållbara alternativ. Exempelvis kan billboards pryda de så kallade mobilitetshubbarna där information om energi, effekt, hållbarhet och klimat blir ett naturligt inslag för medborgarna i de sydöstra stadsdelarna. Hur dessa bör utformas samt att de inte blir allt för energikrävande och vilken nivå på informationen som är rimlig behöver övervägas noga. Dessutom bör det utredas hur informationen kan förväntas mottas av medborgarna för att inte skapa en känsla av propaganda och inskränkningar. Potentialen med informativa billboards kan ändå bedömas vara stor då de kan nyttjas till kunskapsspridning genom att till exempel synliggöra energiförbrukningen i realtid, informera om koldioxidavtryck och miljöpåverkan. Detta kan således bedömas gynna klimatomställningen.

Ett ytterligare exempel på nudging i de sydöstra stadsdelarna är planering av den fysiska miljön sådan att återvinning underlättas. Det bör finnas en utarbetad rutin som möjliggör för medborgare utan körkort eller bil till att återvinna på ett smidigt sätt. Att återvinna ska vara en självklarhet för medborgarna i de sydöstra stadsdelarna.

Ett tredje exempel på nudging kan vara att främja hållbart resande dels genom att informera om vinsterna av att resa med låg miljöpåverkan och dels genom att utforma den fysiska infrastrukturen förmånligt för cyklister och kollektivtrafiken. Utöver att till exempel parkeringsmöjligheter ses över (likt Kungälv) kan den nedan beskrivna cykelarkaden vara ett förslag på nudging för att uppnå en klimatsmartare mobilitet.

B.3 Cykelarkaden

För att främja hållbart resande mellan Uppsala centrum och de sydöstra stadsdelarna stadsnod bör potentialen för en väderskyddad cykelbana utredas och övervägas. Denna cykelbana på ungefär 7 km kan erbjuda cyklister skydd mot vädret vilket under vintertid även innebär en naturligt snöfri cykelbana. I samband med att sträckan vid Sävja är hårt drabbad av vind kan en väderskyddad cykelbana öka incitamenten för cykelpendling mellan de sydöstra stadsdelarna och Uppsala centrum. Cyklister som skadas allvarligt beror i 80 % av fallen på singelolyckor där en stor del kan minskas genom drift- och underhållsinsatser av cykelbanorna. En väderskyddad cykelbana bör potentiellt minska den andelen samtidigt som kostnaden för drift- och

underhållsinsatser bör minska i och med besparingar för sopning, halkbekämpning, sandupptagning och röjning av växter.

Om fler väljer att ersätta bilresor med cykling kan koldioxidutsläppen och trängsel i bil- och kollektivtrafiken minska. Dessutom kan ökat cyklande till följd av en väderskyddad cykelbana leda till bättre folkhälsa då vardagsmotionen ökar samt som cyklisten utsätts för mindre trafikbuller och skadliga miljöfaktorer. Därtill möjliggör en väderskyddad cykelbana för teknisk installation som exempelvis tillgänglig takyta för solceller och rördragning längs takets insida.

En väderskyddad cykelbana är dessutom i enlighet med den nationella cykelstrategin som regeringen beslutade om 2017. Strategin syftar till att bland annat öka cykeltrafikens roll i samhällsplaneringen, främja pendlingsresor med cykel, främja en säker cykeltrafik och planera för mer funktionella cykelvägnät.

En väderskyddad cykelbana kan i flertalet aspekter antas främja cyklande. Således kan det potentiellt ansökas om Naturvårdsverkets klimatinvesteringsstöd Klimatklivet. Klimatklivet ger stöd till bland annat utbyggnation av cykelvägar vid viktiga bytespunkter, cykelbanor som möjliggör längre sträckor på cykel och åtgärder som främjar arbetspendling med cykel. En ansökan om stöd bör kunna visa på klimatnyttan till följd av minskade utsläpp varpå följande beräkning har gjorts.

Antal personer i arbetsför ålder i de sydöstra stadsdelarna	$50\,000 \cdot 0.6 = 30\,000$
Antal av dessa som är sysselsatta (80 %)	$30\,000 \cdot 0.8 = 24\,000$
Antal av dessa som arbetspendlar till Uppsala centrum (70%)	$24\,000 \cdot 0.7 = 16\,800$
Antal av dessa som antas pendla med bil (30%)	$16\,800 \cdot 0.3 = 5\,040$
Antal personer som antas ersätta bilpendling med cykelpendling (om 15% antas cykla i stället för att åka bil till följd av den väderskyddade cykelbanan)	$5\,040 \cdot 0.15 = 756$
Antal km som ersätts med cykel varje dag (om var och en av dessa antas pendla 15km till och från Uppsala Centrum)	$756 \cdot 15 = 11\,340$
Ersatt sträcka per år [km/år] (om antalet resdagar är 250 per år (enligt Naturvårdsverket))	$11\,340 \cdot 250 = 2\,835\,000$
Beräknad utsläppsminskning per år [kg CO ₂ /år]= Ersatt sträcka per år $\cdot 0.14$ [kg CO ₂ /km] (genomsnittliga utsläppet var 140 gCO ₂ /km år 2021)	$2\,835\,000 \cdot 0.14 = 396\,900$

Sammanfattningsvis kan en väderskyddad cykelbana leda till att koldioxidutsläppen minskar med 397 ton CO₂/år.

B.4 Minivindkraftverk

Som nämnts i tabellen om avfärdade förslag är konventionell vindkraft vid Mora stenar inte aktuellt på grund av Försvarmaktens intressen. Inte heller är byggnadsintegrerad vindkraft tillräckligt utvecklad för att vara ett alternativ till energisystemet i de sydöstra stadsdelarna. Däremot finns så kallade "Arbre á vent"- vindträd. Denna typ av vindkraftverk liknar ett träd där de gröna bladen utgörs av vertikalaxlade vindturbiner. I januari 2023 invigdes ett sådant träd i Göteborg, se Figur B.1. Detta träd är nio meter högt och har en krona som är 10 meter bred. Kronan som rymmer 30 gröna vindturbiner kan generera el från 2,5 m/s vind och har en maximal effekt på 5 kW.

Elgenereringen sker genom magneter som således gör vindträdet ljudlöst. Vindträdet i Göteborg som dessutom har 20 mindre solpaneler monterade förväntas producera 20-40 MWh el per år vilket kan motsvara upp till 10 lägenheters årliga elbehov. Trädet kostade cirka 1 mnkr. Detta är en ringa kostnad då ett vindträd i de centrala delarna av de sydöstra stadsdelarna kan fungera som offentlig konst vilket också kan vara en form av nudging. Genom att synliggöra energisystemet kan bilden av de sydöstra stadsdelarna som en klimatpositiv stadsdel förstärkas. Dessutom integreras grön teknik i den moderna stadsbebyggelsens arkitektur.



Figur B.1. Vindträd i Göteborg. Källa: Ny Teknik (2023)

B.5 Gröna väggar

Det finns många möjligheter till arkitektur som kan främja hållbar stadsbebyggelse. En sådan är gröna väggar, se exempel i Figur B.2. Det finns många fördelar med att nyttja byggnaders väggar till vertikala odlingar. Förutom att de skapar en levande landskapsbild kan de verka positivt på miljön och klimatet. Bland annat kan gröna väggar gynna den biologiska mångfalden genom att erbjuda vegetation för insekter att övervintra i och som fåglar kan bygga bo i. Dessutom kan gröna väggar ta upp luftföroreningar genom bladvävnaden, minska slitage på fasaden på grund av UV-ljus och slagregn samt reducera ljudnivåer genom att till exempel reflektera och sprida ljudet eller absorbera det. Då gröna väggar kan leda till fuktproblem bör utformningen ske i samråd med experter. Utöver det bidrar gröna väggar till resiliens mot klimatförändringar då de har en god vattenhanteringsförmåga och kan reducera extrema temperaturer. Detta genom att dels skugga väggar och dels kyla omgivningen genom avdunstande kylning. Det senare innebär att växternas transpiration (processen där växterna avger vattenånga) kan absorbera värme vilket således kan resultera i ett svalare mikroklimat. Det finns alltså stor teoretisk potential i att gröna väggar kan gynna klimatet och miljön. Därför bör potentialen av gröna väggar i de sydöstra stadsdelarna undersökas i form av en testbädd.



Figur B.2. Exempel på grön vägg på Lunds universitetsbibliotek. *Källa: Skonkworks (2022)*

B.6 Tredimensionella klätterväxter

På samma sätt som gröna väggar genererar ekosystemtjänster genom att nyttja fasader för att integrera växtlighet i urbana miljöer kan tredimensionella klätterväxter nyttjas i stadsbebyggelse då det inte finns utrymme för träd med dess rotsystem och krona. Med tredimensionella klätterväxter menas att klätterväxter växer kring klättestöd som utformats för att efterlikna träd, se Figur B.3. Dessa kan dessutom utformas för att erbjuda sittplatser vid basen av klättestödet. En fördel med klätterväxter är att de kräver betydligt mindre jordvolym än träd och då de ej bildar stammar växer grönskan snabbt fram. Potentialen för tredimensionella klätterväxter utreddes i ett examensarbete utfört vid SLU år 2022. Sedan dess har konceptet vidareutvecklats och i dagsläget finns ett sådant klättestöd på marknaden. Hur väl tredimensionella klätterväxter lämpar sig i de sydöstra stadsdelarna bör utredas i form av en testbädd. Detta för att bland annat säkerställa vilka typer av växter som är anpassade för den lokala kontexten och vilka nyttoeffekter konceptet har för det lokala ekosystemet.



Figur B.3. Exempel på tredimensionell klätterväxt. Källa: Nola (2023)

B.7 Permeabel betong

Permeabel betong även så kallad genomsläpplig betong är en blandning av grovkornigt material, vatten och cement. Till följd av grovkornigheten skapas hålrum som möjliggör för dränering. Stabiliteten för beläggningar med denna betong är mycket god men kan påverkas negativt i kalla klimat. Om detta utgör ett hinder för implementation i de sydöstra stadsdelarna bör utredas. Denna typ av betong kan användas i områden med lätt trafik som till exempel gång- och cykelvägar och parkeringsplatser. Genom att betongen tillåter att vatten flödar genom materialet är beläggningen effektiv för att hantera regnvatten. Detta leder bland annat till återfyllning av grundvatten och filtrering av föroreningar. Dessutom minskar genomsläpplig betong risken för översvämningar. Ytterligare en fördel med genomsläpplig betong är att den kan minska den urbana värmeöeffekten. Detta då denna typ av beläggning har ljus färg och således reflekterar ljuset vilket leder till låg värmeabsorption. Vilken potential det finns i att använda permeabel betong i de sydöstra stadsdelarna bör utredas i form av en testbädd. Detta för att utvärdera i vilken utsträckning denna beläggningstyp är lämplig och för att fördelarna av den effektiva vattenhanteringen nyttjas maximalt. Testbädden kan även utvärdera detta i relation till kostnad och de underhållsinsatser som krävs.

B.8 Cool roofs

Vid urban stadsbebyggelse kan arkitekturen utformas för att bidra till ett bättre mikroklimat. Ett exempel på detta är så kallade cool roofs vilket innebär att hustak målas i vitt. Till följd av detta kan solens strålar reflekteras vilket resulterar i ett behagligare och jämnare inomhusklimat till lägre energiförbrukning då behovet av AC

minskar. Dessutom förlänger denna åtgärd takets livslängd som annars tar stor skada av solens UV-strålning. Framför allt tyder forskning på att vitmålade tak kan minska lokala värmeöffekter. Hur stora effekterna av vitmålade tak kan bli i de sydöstra stadsdelarna bör utforskas i en testbädd.

B.9 Energieffektiva fönster

Att fönster kan påverka såväl inomhusklimatet som energiförbrukningen är inget nytt. Det har således länge talats om betydelsen av välisolerade fönster. På senare år har även tekniker utvecklats för att kontrollera värmeinsläpp vilket kan regleras efter det nordiska klimatets solvärmevariationer. Hur detta kan implementeras i de sydöstra stadsdelarna bör undersökas i en testbädd. Energiförbrukningen bör gynnas positivt av insatser relaterade till fönster och dess potential bör undersökas i testbädden.

B.10 Alger för bekämpning av luftföroreningar

I Serbiens huvudstad Belgrad har man undersökt en ny metod för att minska stadens luftföroreningar - "Liquid tree"- ett 600 liter stort akvarium fyllt med alger, se Figur B.4. Algerna ska i denna "photo-bioreactor" binda koldioxid från luften och producera syre genom dess fotosyntes. En av forskarna bakom projektet menar att dessa alger är 10 till 50 gånger mer effektiva på att binda koldioxid än träd. Förutom akvariet erbjuder designen möjlighet till sittplatser och att ladda mobilen. Denna lösning för att förbättra luftkvaliteten kan lämpa sig i urbana miljöer då de kräver ytterst lite markanspråk och samtidigt kan integreras i stadsbebyggelsen genom dess sittplatser. Potentialen för att använda alger till att minska luftföroreningar i de sydöstra stadsdelarna bör undersökas i en testbädd.



Figur B.4. "Liquid Tree" i Belgrad. Källa: Sarajevo Times (2024)

B.11 Energia sospeso

"Energia sospeso" har på sätt och vis sitt ursprung i den italienska staden Neapel. Detta koncept är inget mindre än en modern och energirelaterad version av "caffé sospeso". En napolitansk tradition som innebär att man betalar i förväg för en extra kopp kaffe som vid ett senare tillfälle kan ges till en behövande. Traditionen har funnits sedan lång tid tillbaka och har varit och är än idag en symbol för solidaritet, generositet och

gemenskap. Ett “Energia sospeso” är tänkt att bygga på samma värdegrund. Konceptet handlar om energigemenskaper där individuella gärningar ger kollektiva vinster för klimatet och för andra individer. Det finns många exempel på hur “Energia sospeso” hade kunnat implementeras i samhället. Exempelvis hade en kund eller företag kunnat betala för ett valfritt antal kWh i samband med den egna energiräkningen. Dessa kWh som då är förbetalda skulle sedan kunna fördelas på andra kunder som ansökt om “Energia sospeso” och vars behov för stödet granskats av energileverantören. “Energia sospeso” hade i denna bemärkelse kunnat vara en insats för att minska energifattigdom i Sverige. Det finns otaliga möjligheter med “Energia sospeso” som kunnat utvecklats i en testbäddsmiljö.

B.12 Återbruk av infrastruktur för energilagring

I samband med att intermittenta energikällor implementeras i allt större utsträckning växer behovet av att kunna lagra energi. Den konventionella pumpkraften i anslutning till dammar har stor påverkan på det lokala ekosystemet och vattendraget. Idag finns dock andra lösningar för att anlägga pumpkraft som till exempel Pumped Hydro Storage som nyttjar nedlagda gruvor till dess anläggningar. Tekniken som bygger på en cirkulär process låter vatten från en övre reservoar passera en turbin som således genererar el under vattnets färd mot den lägre reservoaren. Vid tillfällen då det finns överskottsel pumpas vattnet från den lägre reservoaren till den övre. I Bergsbrunna står idag ett vattentorn (Lillskogen 1:91) som är övergivet. Ett testbäddförlag är därför att utforska hur vattentornet med dess befintliga infrastruktur kan nyttjas som energilager i form av pumpkraft. Om förutsättningarna är goda finns stora synergier mellan detta potentiella energilager och utbredningen av mikronät i de sydöstra stadsdelarna.

B.13 Sammanfattning

Avslutningsvis kan det konstateras att det finns väldigt mycket på gång som har stor potential att göra skillnad för klimatet och miljön. Det finns många innovativa dellösningar på klimatkrisen som är för bra för att inte testas i en svensk kontext och därför bör de sydöstra stadsdelarna bli ett nav för testbäddar relaterade till energisektorn. För de testbäddsförslag som nämnts ovan finns i många fall redan en lösning färdig att implementeras. Det handlar i dessa fall om att utreda vilken potential lösningarna har i Uppsala kommun. I andra fall krävs mer forskning varpå de sydöstra stadsdelarna kan bli ett centrum för forskning och utveckling. Förutom att testbäddar på sikt kan möjliggöra för Uppsala kommun att nå en högre grad av måluppfyllelse kräver miljön och klimatet att alla tar ett ansvar. Genom att utforska lösningar i testbäddsformat minimeras risker samtidigt som Uppsala kommun tar ett stort ansvar i arbetet mot klimatkrisen.

Bilaga C - Ekonomiska beräkningar

Allmänna antaganden

Diskonteringsränta	7,5 %
Låneränta	4,5 % på icke avskrivna tillgångar
Beräkningsperiod	Varierar, i regel så att hela investeringarna är avskrivna
Bolagsskatt	20,6 %
Inflation	2 %
Försäkringsavgift	1 % av totala investeringar

Prisantaganden

Kundpris fjärrvärme [kr/MWh]	850 (inkluderar årsavgift) distributör tar 250 kr/MWh
Fjärrvärme effektpris [kr/KW]	800 fördelas lika mellan distributör och producent
Anslutningsavgift till fjärrvärme / fjärrkyla [tkr/fastighet]	45
Elpris hushåll [kr/kWh]	1,2
Elpris industry (lägre skatt) [kr/kWh]	1
Kylenergi [kr/MWh]	900 (inkluderar årsavgift)
Kyleffekt [kr/kW]	800

Rörelseresultat

Rörelseresultatet visar ekonomiskt resultat för *rörelsen inklusive avskrivningar*.
investeringskostnader ingår inte som en del i rörelseresultatet.

EBITDA	Intäkter – rörelsekostnader (ej skatter och ränta)
EBIT	Intäkter – rörelsekostnader – avskrivningar
Finansiella poster	4,5% ränta på icke avskrivna tillgångar (ackumulerade investeringar – ackumulerade avskrivningar) All CAPEX är lån
Resultat före skatt	EBIT – finansiella poster
Skatt	20,6 % på positivt resultat efter skatt
Nettoresultat	Resultat före skatt – skatt

Kassaflöde

Kassaflödet visar beräknade in- och utbetalningsflöden under vald kalkylperiod.
Kassaflödet beräknas genom att återlägga avskrivningarna till nettoresultatet och subtrahera investeringsutgifterna.

Nettoresultat + avskrivningar – investeringar. Se figur Figur 24.

Nettonuvärde

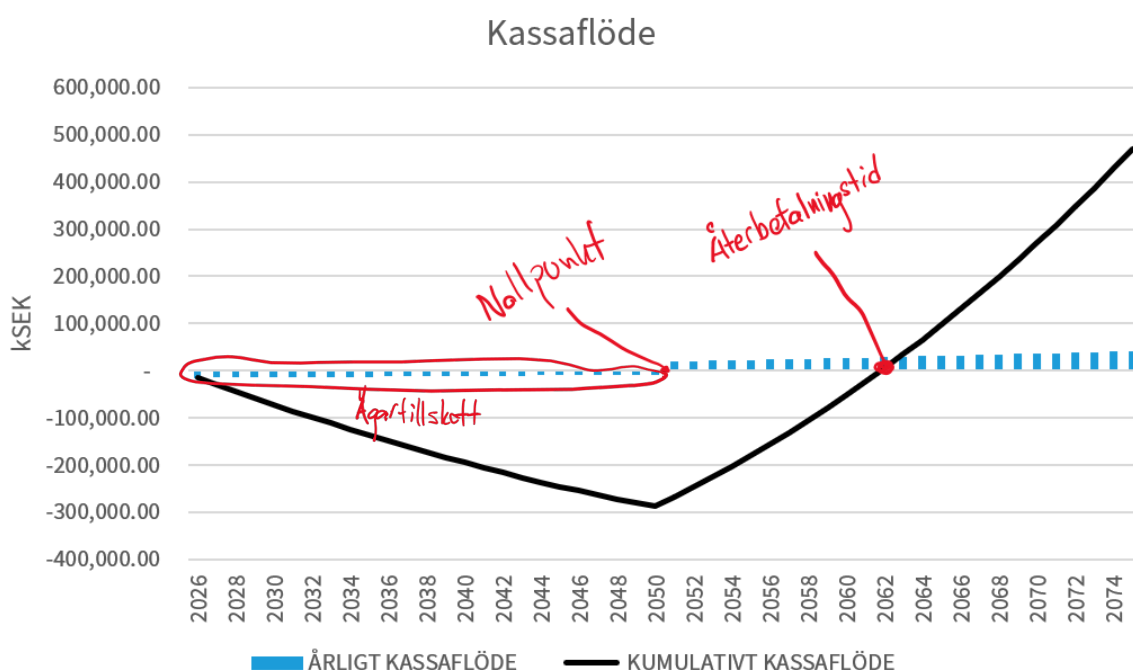
Nettonuvärdet är en nuvärdesberäkning av alla framtida kassaflöden relaterade till en investering. Vid beräkning av nettonuvärdet ingår antaganden om investeringarnas storlek, avskrivningstider, rörelsens resultat, låneränta, diskonteringsränta, bolagsskatt, inflation och försäkringsavgift.

Nettonuvärdet har beräknas genom Excels NPV-funktion på det årliga kassaflödet under beräkningsperioden. Nettonuvärdet ger en inblick i en investerings framtida värde.

Internränta

Investeringen är lönsam om internräntan är positiv. Storleken på internräntan anger hur lönsam en investering är över tid. Om investeringen inte är lönsam anges ingen internränta.

Beräknas genom att Excels IR-funktion på det årliga kassaflödet under beräkningsperioden.



Figur 24. Visualisering av kassaflöde.

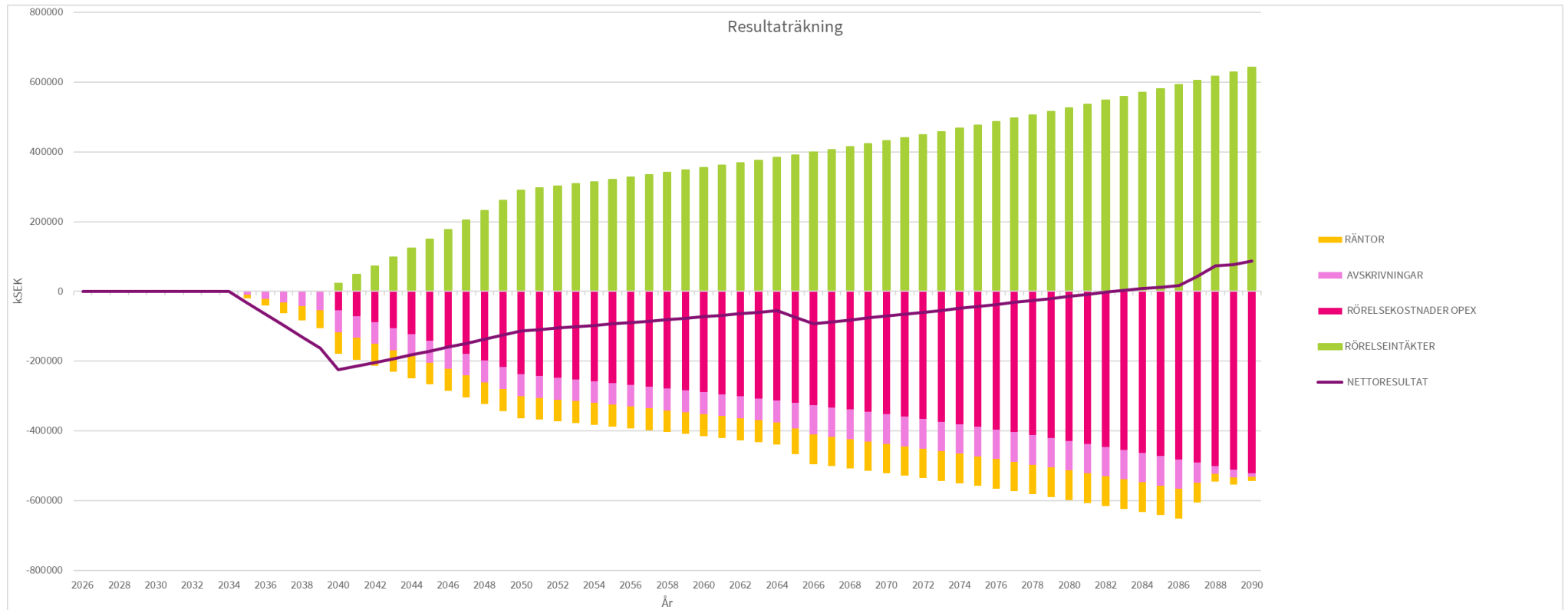
Återbetalningstid

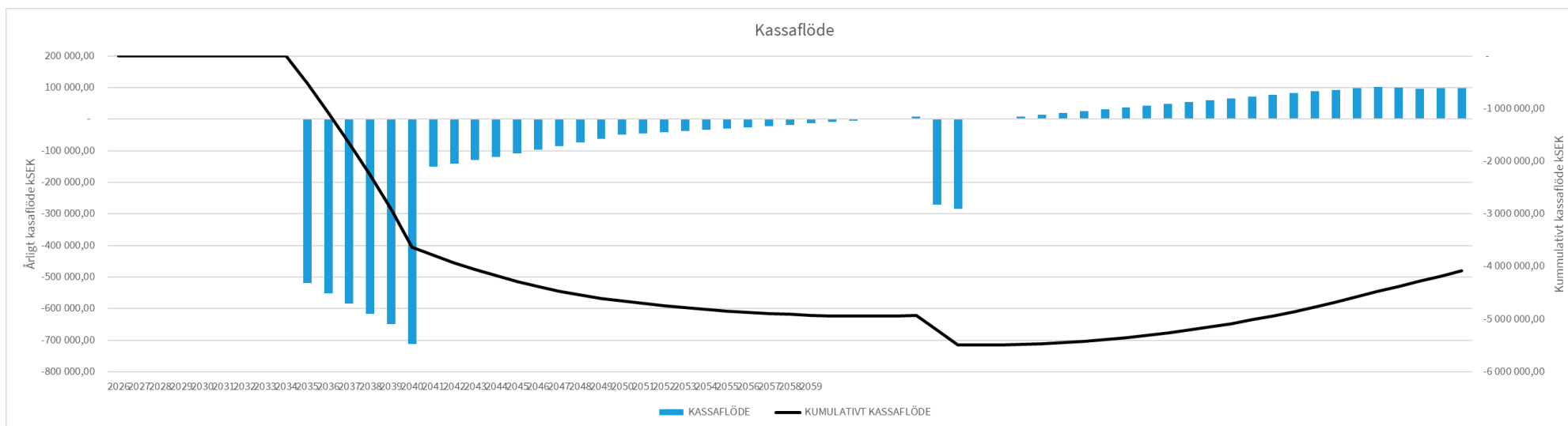
Innevarande års kassaflöde adderas till föregående år. En initialt stor investeringsutgift medför ett negativt kassaflöde vid investeringstidpunkten. Kassaflödet från rörelsen adderas sedan succesivt tills kumulativa summa blir noll. Återbetalningstiden är den period och det antal år fram till tidpunkten när det ackumulerade överskottet från rörelsen är lika stor som utbetalningen för investeringen, se figur Figur 24.

Ägartillskott innan nollpunkt (break even)

Break-even är det enskilda år då det ackumulerade kassaflödet från investeringen och rörelsen blir positivt. Ägartillskott innan nollpunkt är summan av negativa kassaflöden fram till detta år, se figur Figur 24.

C.1 Kraftvärme

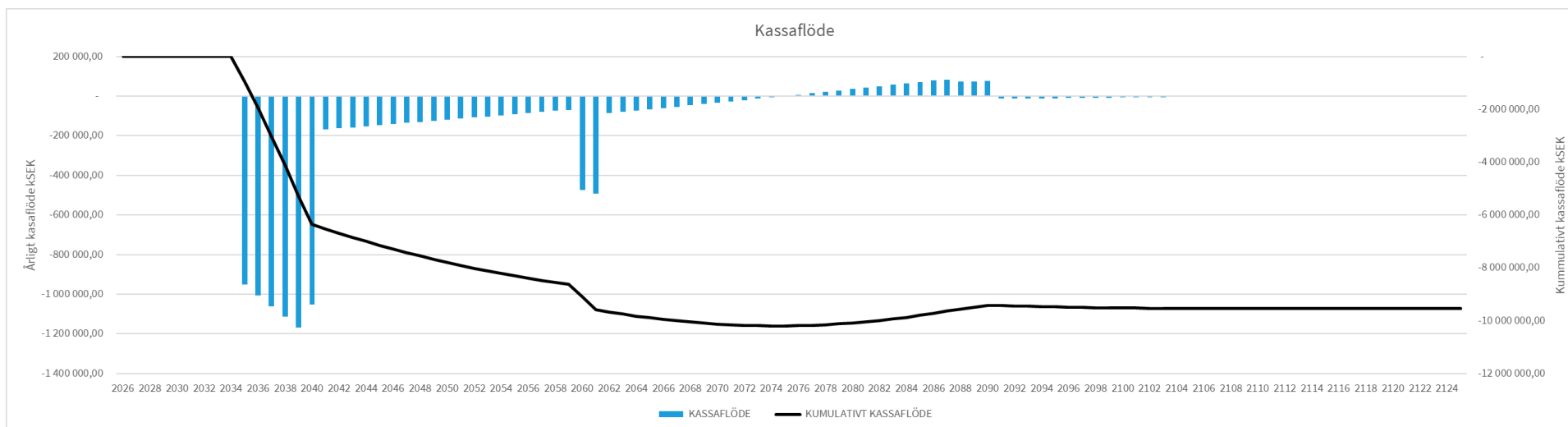




Nettonuvärde kassaflöde	- 1 756 686
IRR	-3%
Diskonteringsfaktor	7,50%
Totala investeringar	3 687 760
Totala avskrivningar	3 687 760
Kvarvarande avskrivningar	-
Totala intäkter	19 603 058
Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt	16 160 766
Tot rörelseresultat	- 245 468
Break even år	#SAKNAS!
Ägartillskott till Break even	4 942 110,26

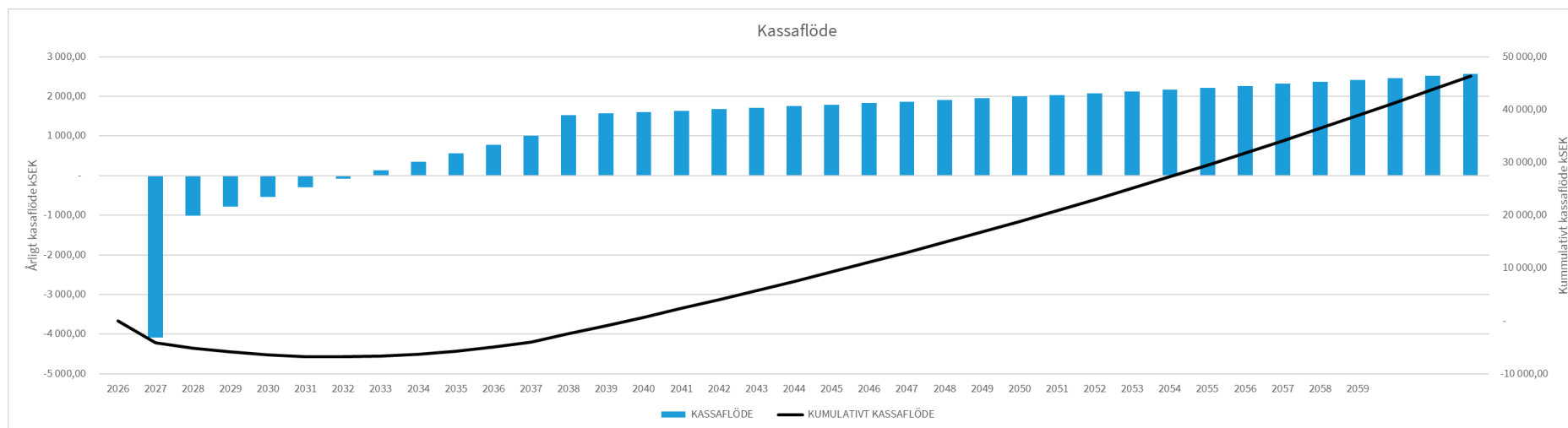
C.2 SMR



**Nettonuvärde kassaflöde****- 3 113 647****Internränta****-9%****Diskonteringsfaktor****7,50%****Totala investeringar****5 817 972****Totala avskrivningar****5 817 972****Kvarvarande avskrivningar****-****Totala intäkter****67 954 778****Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt****65 229 759****Tot rörelseresultat****- 3 092 953****Break even år****#SAKNAS!****Ägartillskott till Break even****10 193 709,87**

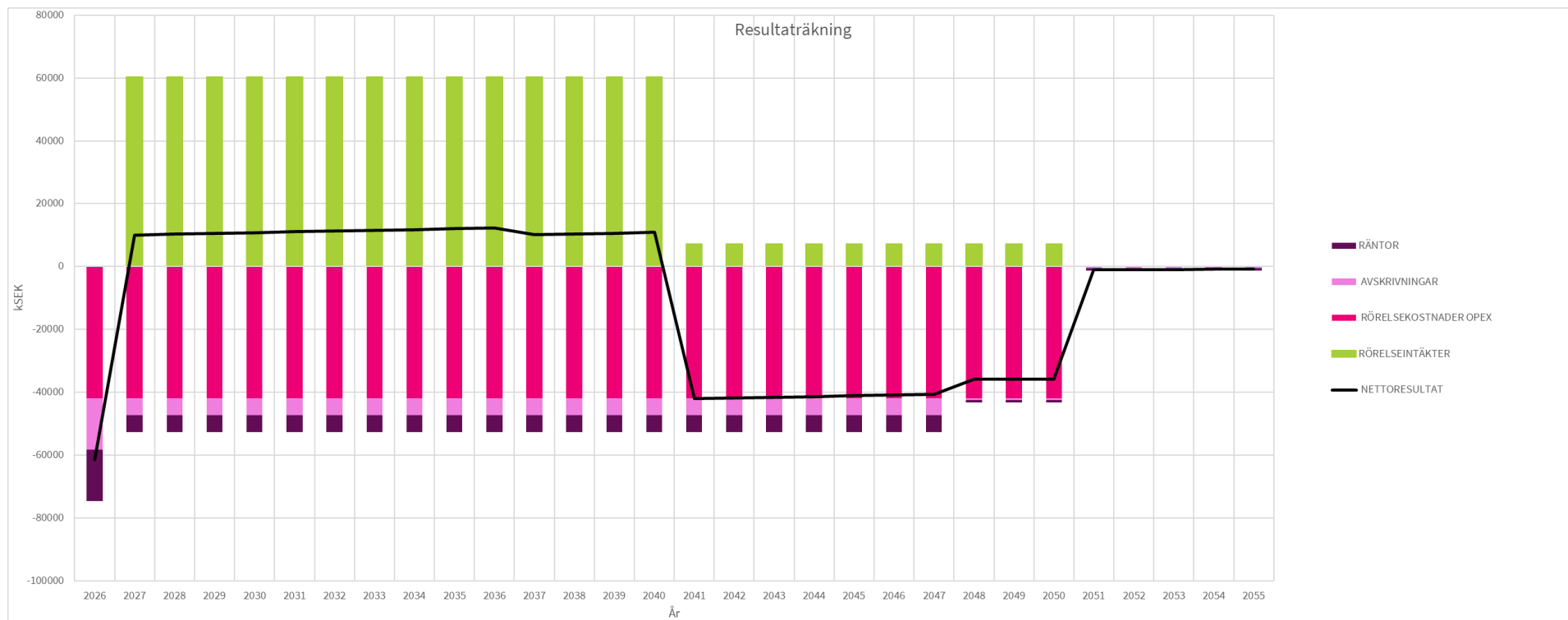
C.3 Mikronät

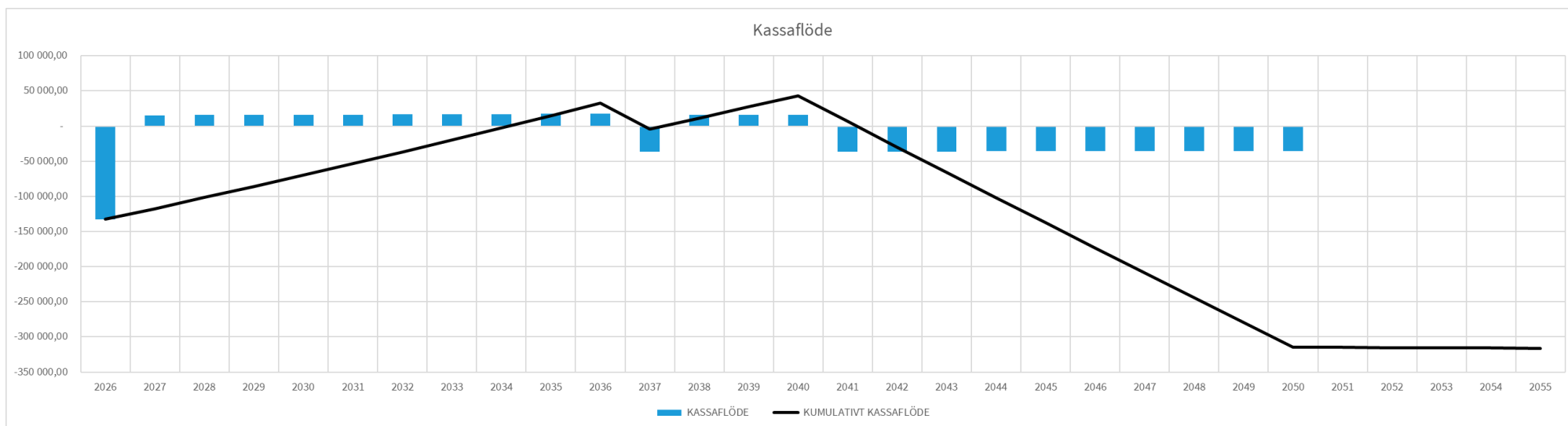




Nettonuvärde kassaflöde	4 469
	11%
Diskonteringsfaktor	7,50%
Totala investeringar	2 582
Totala avskrivningar	2 582
Kvarvarande avskrivningar	-
Totala intäkter	120 304
Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt	56 117
Totalt rörelseresultat	61 604
Break even år	2040
Ägartillskott till Break even	6 781,71

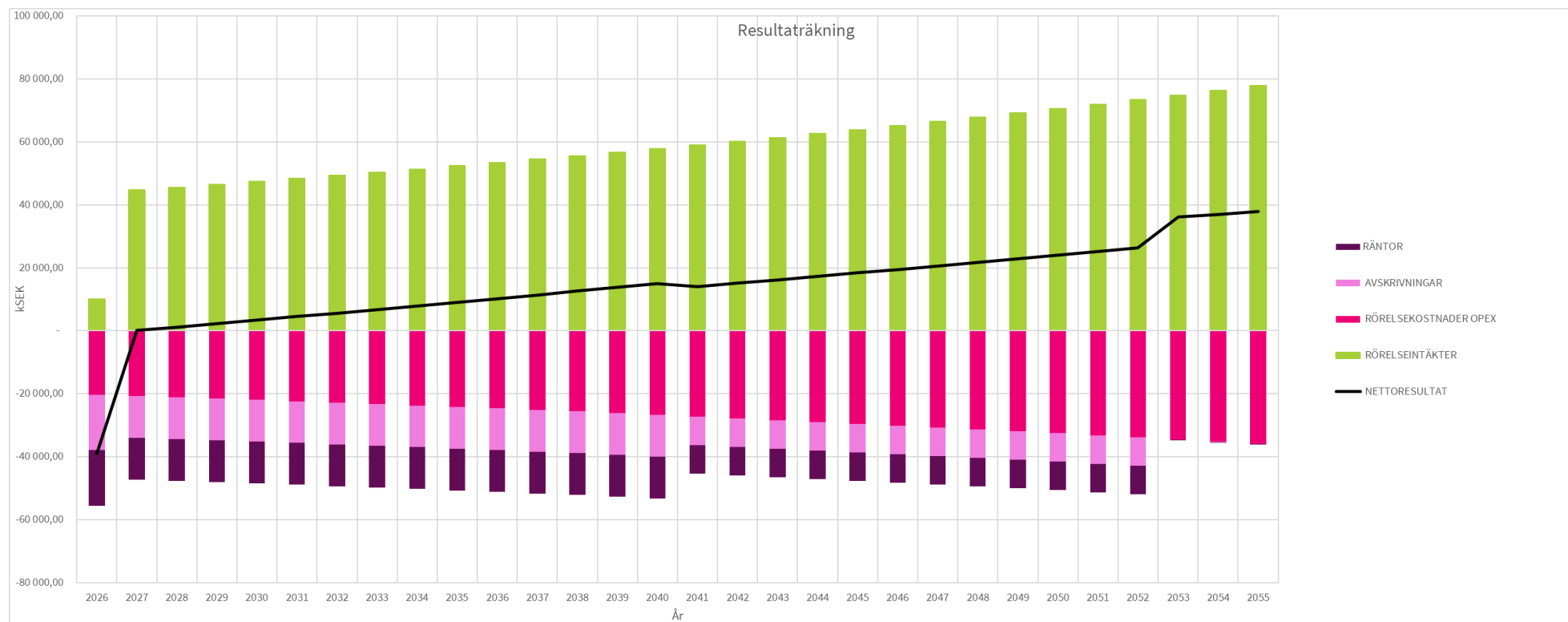
C.4 Vätgas

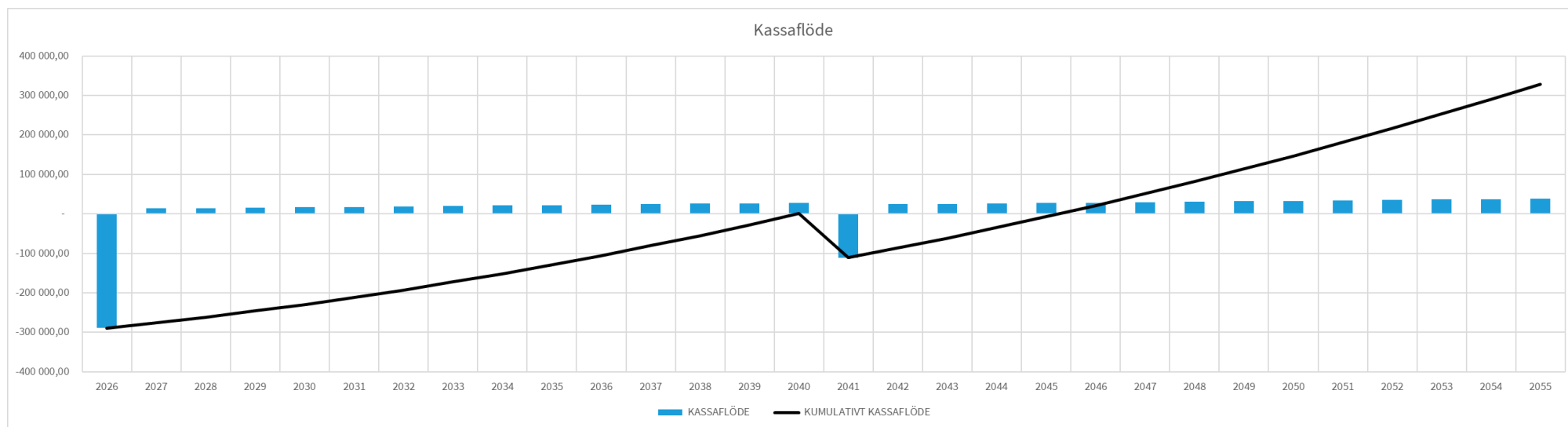




Nettonuvärde kassaflöde	- 101
Diskonteringsfaktor	7,50%
Totala investeringar	140
Totala avskrivningar	134
Kvarvarande avskrivningar	6
Totala intäkter	917
Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt	1 050
Break even år	2035
Ägartillskott till Break even	132,77

C.5 Biokol

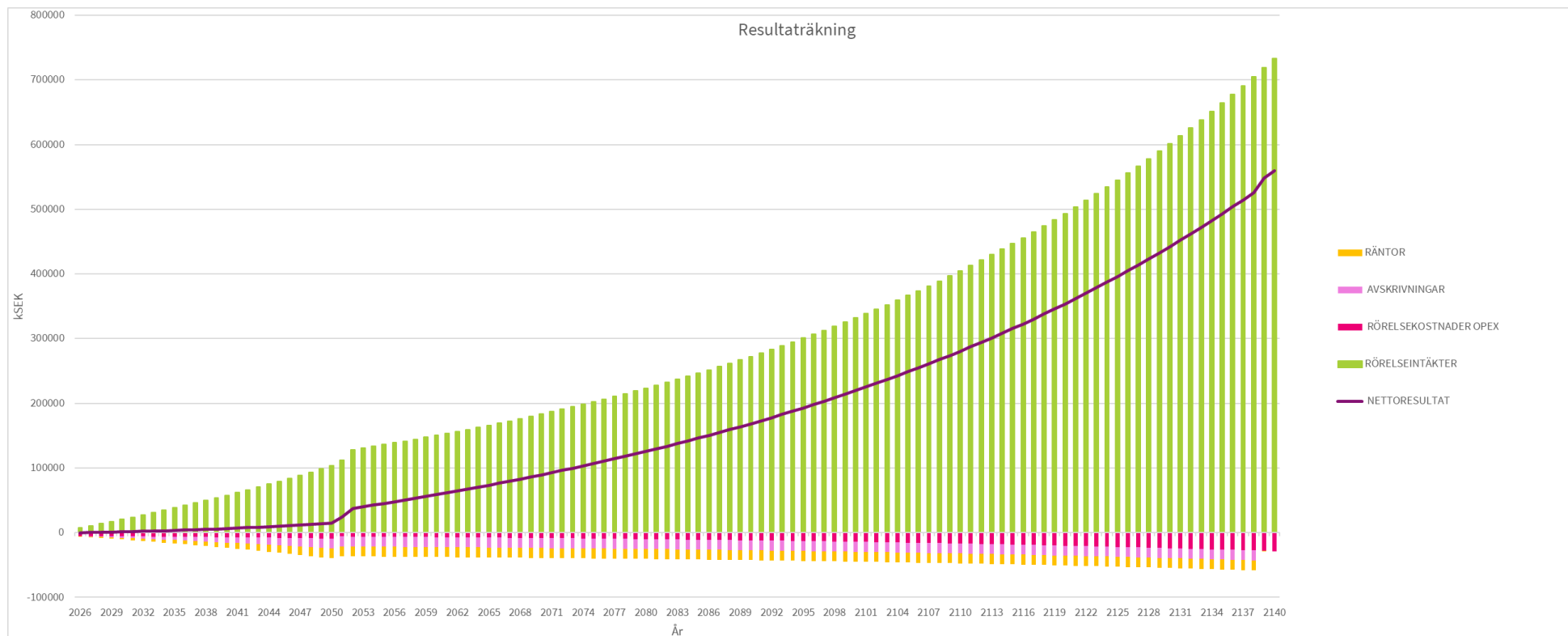


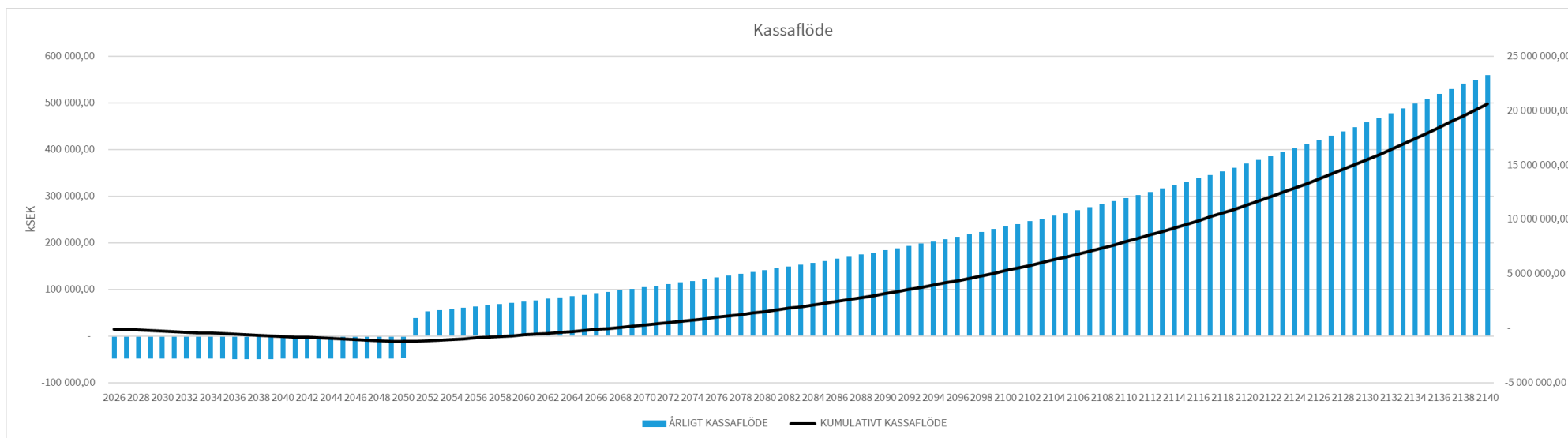


Tot rörelseresultat	654,37
År till break even	14
IR	5%

Nettonuvärde kassaflöde	- 71
Diskonteringsfaktor	7,50%
Totala investeringar	402
Totala avskrivningar	312
Kvarvarande avskrivningar	90
Totala intäkter	1 745
Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt	821
Break even år	2040
Ägartillskott till Break even	289,07

C.6 Lågtemperaturssystem



**Nettonuvärde kassaflöde****- 338 791****IRR****5,0%**

Diskonteringsfaktor

7,50%**8% på sysselsatt kapital:**

Totala investeringar

1 537 454

Totala avskrivningar

1 537 454

Kvarvarande avskrivningar

-

Totala intäkter

32 404 657

Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt

1 470 960**29 396 242**

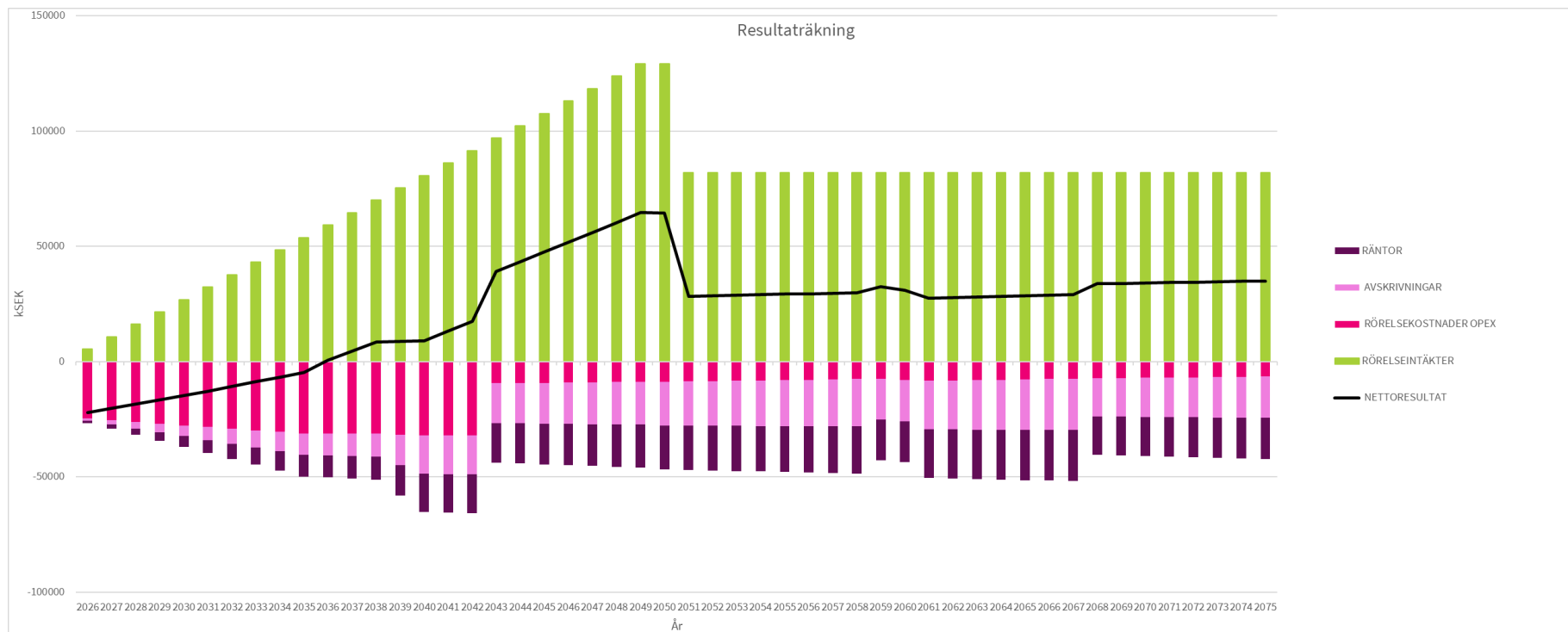
Break even år

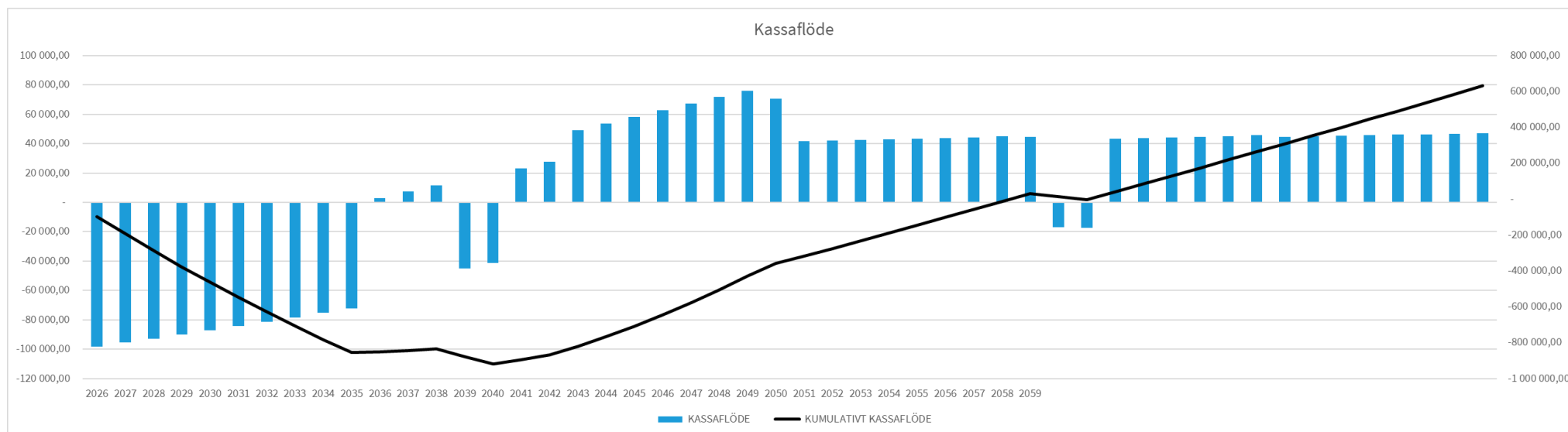
2067

Ägartillskott till Break even

1 205 694,70

C.7 Solvärme





RESULTAT

Nettonuvärde kassaflöde

- 426 998

Diskonteringsfaktor

7,5%

Totala investeringar

1 261 774

Totala avskrivningar

772 548

Kvarvarande avskrivningar

489 226

Totala intäkter

3 793 960

Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt

764 788

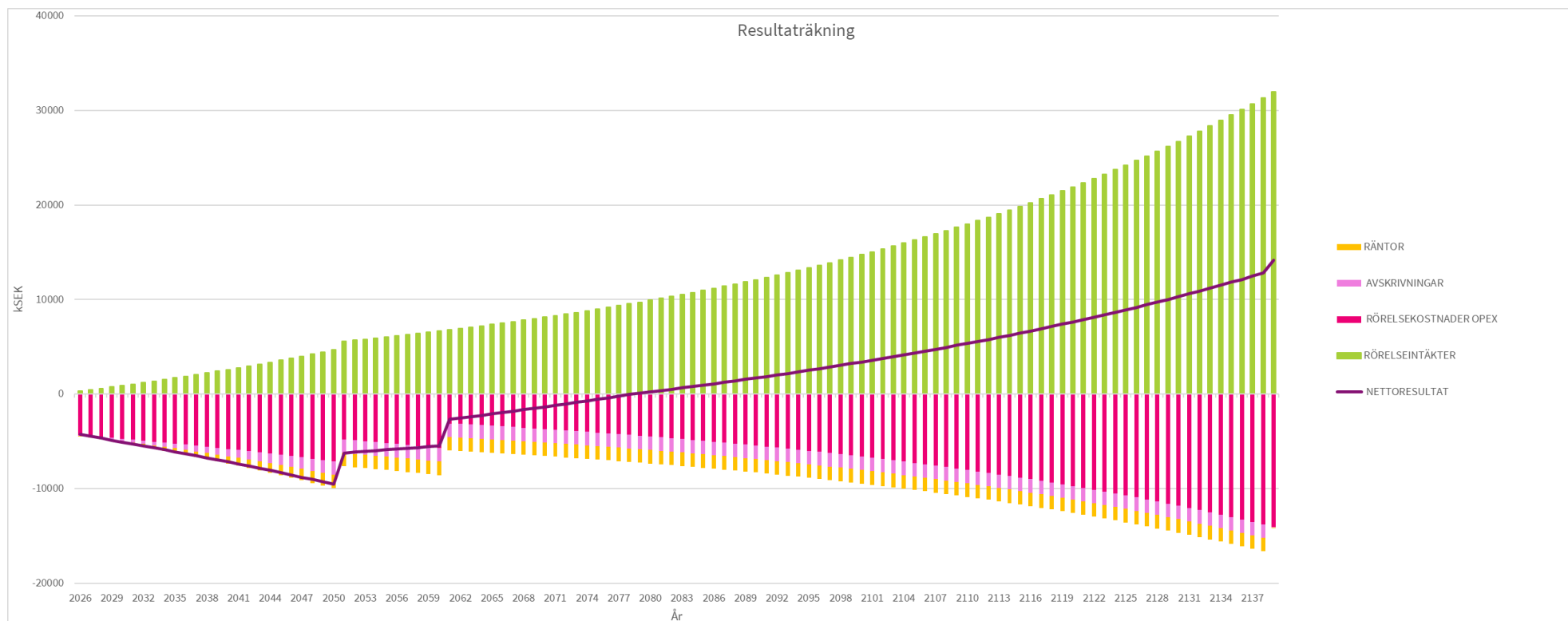
Break even år

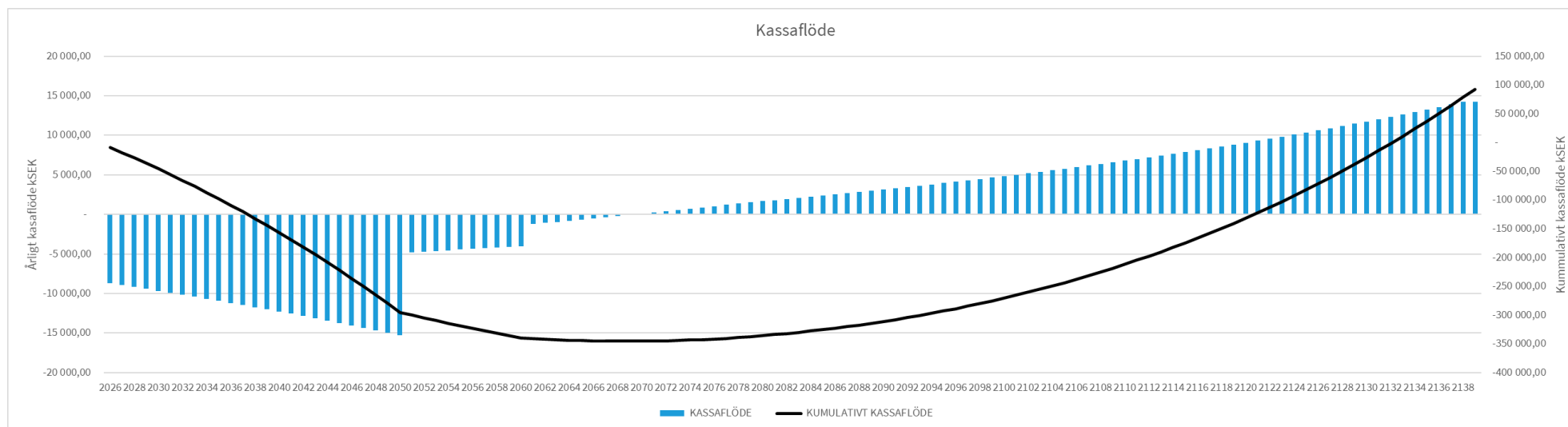
2059

Ägartillskott till Break even

17 177 516

C.8 Fjärrkyla





Nettonuvärde kassaflöde	-	125 145
Internränta		0,3%
Diskonteringsfaktor		7,50%
 Totala investeringar		142 830
Totala avskrivningar		142 830
Kvarvarande avskrivningar		-
Totala intäkter		1 408 494
Totala rörelsekostnader exl. ränta och skatt		766 740
Tot rörelseresultat		498 925
Break even år		2133
Ägartillskott till Break even		345 404

C.9 Resursanspråkstagande

[illegible]

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Projekttledning	Personalkostnader	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
	Stöd från andra avdelningar									
	Konsultstöd	150	150	150						
	Investering									
	TOTALT	1 150	1 150	1 150	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

[illegible]

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Mikronät	Personalkostnader	1 500	2 000	2 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
	Stöd från andra avdelningar		200	200	200					
	Konsultstöd	100	250	250	250	50	50	50	50	50
	Investering						1 600	1 000		
	TOTALT	1 600	2 450	2 450	1 450	1 050	2 650	2 050	1 050	1 050

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Lågtemp	Personalkostnader	1 000	1 000	1 000	200	200	200	200		
	Stöd från andra avdelningar	300	400	500						
	Konsultstöd	2 000	6 000	2 000						
	Eventuell investering					50 000	50 000	50 000		
	TOTALT	3 300	7 400	3 500	200	50 200	50 200	50 200	-	-

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Biokol et al	Personalkostnader	300	500	300						
	Stöd från andra avdelningar		200	200						
	Konsultstöd									
	Eventuell investering							100 000		100 000
TOTALT		300	700	500	-	-	-	100 000	-	100 000

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Styrssystem	Personalkostnader	1 000	1 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
	Stöd från andra avdelningar		100	100	35	35	35	35	35	35
	Konsultstöd	300	300	500	500	500	500	500	500	500
	Investering				500	500	500	500	500	500
	TOTALT	1 300	1 400	2 600	3 035	3 035	3 035	3 035	3 035	3 035

Stadsbyggnadsförvaltningen

PromemoriaHandläggare:
Marcus Nystrand

Promemoria om genomförandemodeller för energisystemet i de sydöstra stadsdelarna

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Metod	3
Värmesystem.....	4
Övergripande risker med systemvalet	5
Riskvärdering av genomförandemodeller.....	6
Rekommendation	6
Mikronät.....	6
Övergripande risker med systemvalet	8
Riskvärdering av genomförandemodeller.....	8
Rekommendation	9
Stadsövergripande styrsystem	9
Övergripande risker med systemvalet	10
Riskvärdering av genomförandemodeller.....	11
Rekommendation	11

Sammanfattning

Som en del av fyrspårsavtalet har en förstudie genomförts kring framtidens energisystem i sydöstra Uppsala. Denna promemoria kompletterar förstudien genom att presentera rekommenderade genomförandemodeller för de föreslagna tekniska systemen samt klargör Uppsala kommuns roll i respektive modell. Med en genomförandemodell avses ansvar för genomförande, drift och finansiering av ett tekniskt system.

Värmesystem

För värmesystemet föreslås ett flexibelt lågtemperaturssystem. Rekommenderad genomförandemodell för detta system är att *ett energibolag anlägger och driftar systemet och kommunen tar en roll som samverkare*. Detta visade sig vara det mest balanserade valet, med låg ekonomisk risk och med möjlighet att nå målen genom aktiv dialog med fastighetsägare och energibolag. Kommunen bör även parallellt utreda koncessionsupphandling som ett komplement för ökad måluppfyllelse.

Mikronät

Ett konventionellt elnät kommer, i enlighet med lagstiftningen, att byggas ut av koncessionshavaren i de sydöstra stadsdelarna. Utöver detta elnät föreslås ett mikronät som testbädd i de första utbyggnadsetapperna i de sydöstra stadsdelarna för att ge incitament till ökad solcellsinstallation och förutsättningar för att dela och lagra energi lokalt. Med en testbädd menas här en fysisk miljö där organisationer kan samverka för att testa och utveckla teknik, samverkansformer, produkter, tjänster och affärsmodeller. Testbädden syftar till att testa teknik, samverkansformer och affärsmodeller och ger underlag till beslut om systemet ska skalas upp i takt med utbyggnaden och införlivas i hela de sydöstra stadsdelarna. Eftersom det inte finns någon etablerad marknadsaktör och ett behov av långsiktighet för teknisk infrastruktur, rekommenderas att kommunen själv agerar *huvudman, anlägger och driftar ett mikronät*. Denna genomförandemodell medför låg finansiell risk, och ger samtidigt högre trovärdighet och incitament för anslutning. En testbädd kan skalas upp i takt med utbyggnadsordningen.

Stadsövergripande styrsystem

Ett stadsövergripande styrsystem föreslås initialt som testbädd i redan bebyggd miljö. Med en testbädd menas här en fysisk miljö där organisationer kan samverka för att testa och utveckla teknik, samverkansformer, produkter, tjänster och affärsmodeller. Testbädden syftar till att testa teknik, samverkansformer och affärsmodeller och ger underlag till beslut om systemet ska implementeras i de sydöstra stadsdelarna. Ett sådant system gör det möjligt att använda energi mer effektivt genom att minska förluster och samordna olika energislag, såsom värme och el. Rekommendationen är att kommunen tar rollen som *huvudman, anlägger och driftar ett styrsystem*, då det skapar tillit och underlättar hög anslutningsgrad. Även här är den finansiella risken låg och kommunen har redan kompetens inom området.

Inledning

Inom fyrspårsavtalet har projektet teknisk försörjning i de sydöstra stadsdelarna genomfört en förstudie kring det framtida energisystemets uppbyggnad. Förstudien resulterade i rekommendationer kring tekniska systemval som bidrar till kommunens måluppfyllelse. Som ett komplement till förstudien presenteras i denna promemoria rekommenderade genomförandemodeller för förstudiens systemval samt kommunens roll.

Med en genomförandemodell avses ansvar för genomförande, drift och finansiering av ett tekniskt system. Detta inkluderar vilka aktörer och roller som krävs inklusive Uppsala kommuns roll.

Analyserna och bedömningarna är gjorda ur kommunens perspektiv, det vill säga vilket åtagande och vilken risk som kommunen tar för respektive genomförandemodell

Metod

Förstudien rekommenderar olika tekniska systemval för energisystemet: värmesystem, mikronät för el samt stadsövergripande styrsystem. För varje tekniskt systemval har olika genomförandemodeller identifierats och beskrivits. Här ingår en omvärldsbevakning om liknande genomförandemodell finns eller utförts, vilka resurser, aktörer och roller som krävs (inklusive kommunens roll), en kostnads- och nyttokalkyl samt en tidslinje för modellen.

Alla genomförandemodeller har sedan riskanalyserats. Riskanalysen har genomförts från ett kommunperspektiv och belyst de risker som blir kopplade till kommunens roll i respektive genomförandemodell.

De riskkategorier som analyserats och en förklaring till dem är:

- **Måluppfyllnad** – hjälper denna genomförandemodell till att uppfylla kommunens och fyrspårsavtalets mål i stort?
- **Mognad** – är denna genomförandemodell enkel och standardiserad att göra, eller är det nytt eller komplicerat?
- **Genomförande** – finns det en risk att genomförandet av systemvalet inte blir av eller försenas eller fördyras?
- **Organisation** – innebär denna genomförandemodell resurser och kompetenser i kommunens organisation?
- **Ekonomi** – innebär denna genomförandemodell en investering av kommunen?

Samtliga genomförandemodeller analyserades enligt ovanstående riskkategorier, och placerades in på en fyrgradig skala. Slutligen sammanvägdes riskkategorierna till en samlad bedömning för genomförandemodellen. Riskkategorierna var likaviktade.

När alla genomförandemodeller för ett systemval riskanalyserats valdes de genomförandemodeller med högre risk bort och en rekommendation till genomförandemodell föreslogs. Analyserna gjordes av tjänstepersoner inom fyrspårsavtalet.

I kommande avsnitt presenteras även en identifiering och hantering av risker för respektive systemval.

Värmesystem

Förstudiens teknik- och systemrekommendation för värmesystemet var ett flexibelt och resurseffektivt lågtemperaturssystem. De aktörer som krävs är fastighetsägare som kopplar sig mot systemet samt ett eller flera energibolag som anlägger och driftar det.

Total investeringskostnad för ett sådant system för 21 500 bostäder till år 2050 uppskattas till 1,2 mdkr. Det går att få ekonomi i systemet och för en huvudman blir uppskattade årliga kostnader 60 mnkr, uppskattade årliga intäkter 100 mnkr¹, om samtliga fastigheter ansluts till värmesystemet. Systemets lönsamhet hänger nära samman med hur många fastigheter som ansluts. För att det ska vara ekonomiskt hållbart krävs en anslutningsgrad på minst 75–80 procent.

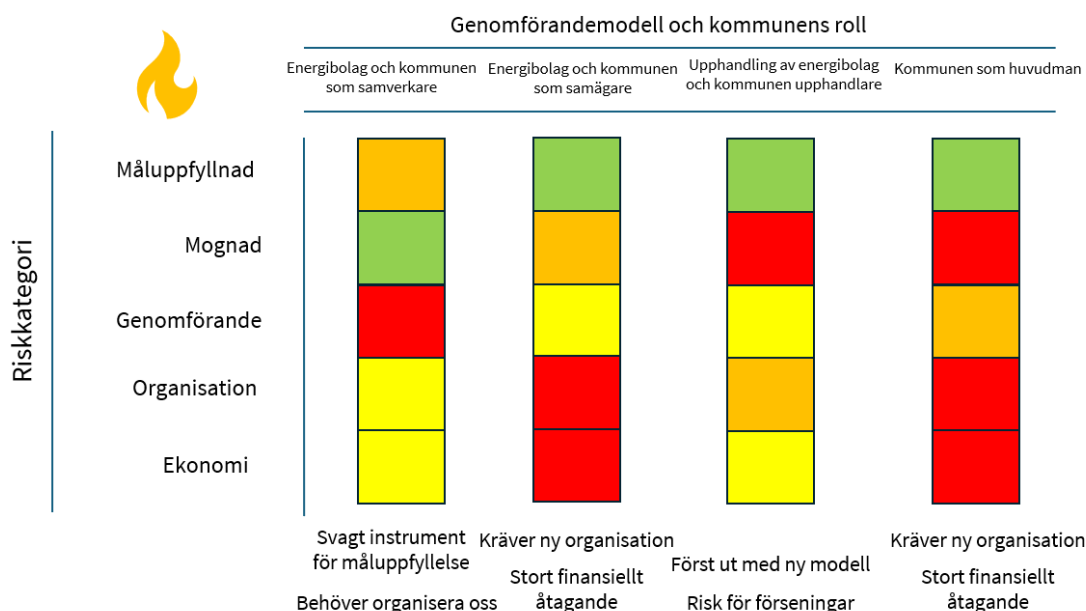
Fyra olika genomförandemodeller för värmesystemet identifierades och analyserades. Nedan följer en beskrivning av dessa samt kommunens roll för varje genomförandemodell.

- **Energibolag och kommunen som samverkare** – kommunen tar en aktiv roll inom samhällsbyggnadsprocessen och har en tät och god dialog med byggherrar och energibolag för att tillse att ett värmesystem anläggs av ett energibolag
- **Energibolag och kommunen som samägare** – kommunen delar på investering, driftskostnader och intäkter för värmesystemet tillsammans med ett energibolag
- **Upphandling av energibolag och kommunen som upphandlare** – kommunen genomför en koncessionsupphandling² av värmeförsörjning för de sydöstra stadsdelarna
- **Kommunen som huvudman** – kommunen anlägger systemet och tar full investering, driftskostnader och intäkter i egen förvaltning eller kommunalt bolag

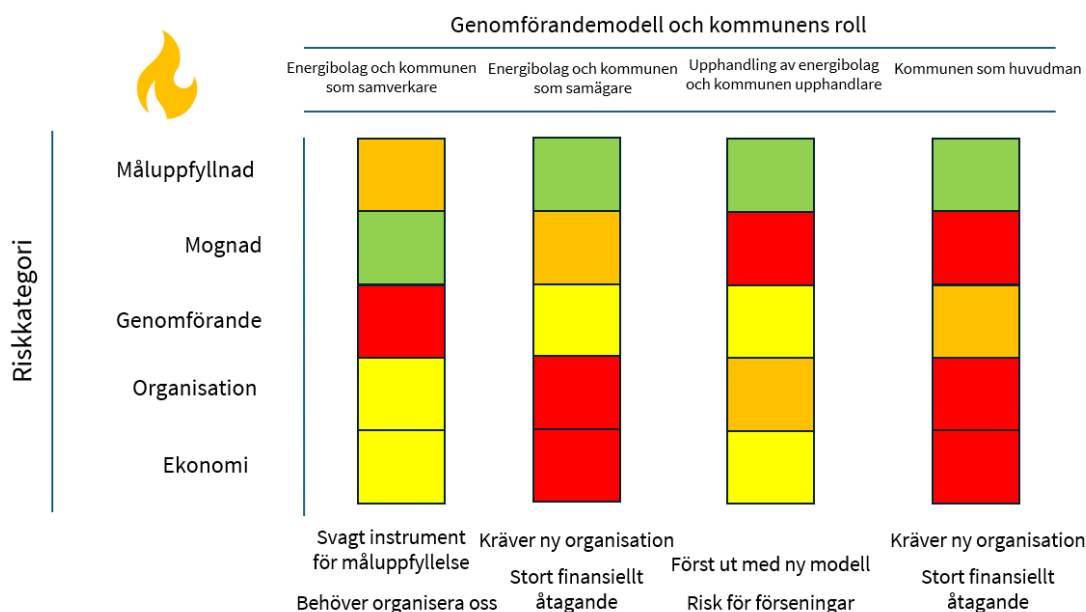
En sammanfattning av riskanalysen för genomförandemodeller för värmesystemet inklusive anteckningar åskådliggörs i

¹ Investeringskostnaden är relativt linjär, det vill säga ett system med en tiondel av fastigheterna har en tiondels investeringsbehov.

² En tjänstekoncessionsupphandling är att upphandla leverans av en tjänst för ett avgränsat geografiskt område.



Figur 1.



Figur 1. Sammanfattning av riskanalys av olika genomförandemodeller och kommunens roll för värmesystemet inklusive anteckningar.

Övergripande risker med systemvalet

Utöver de risker som bedömts kring genomförandemodellerna finns risken att byggherrar väljer en annan värmeförsörjning än föreslaget system. Detta påverkar anslutningsgraden till systemet (hur många av totalantalet fastigheter som är anslutna till systemet) och ger en ökad finansiell risk för den som anlägger systemet (färre kunder till samma investeringskostnad). Det saknas lagstöd för kommunen att föreskriva fastighetsägare att ansluta till ett visst värmesystem. Kommunen saknar även lagstöd för att peka ut vem som anlägger ett värmesystem.

Ovanstående risk kan hanteras genom att kommunen tar en aktiv roll och har en tät dialog med både byggherrar och energibolag, alternativt arbetar med kravställning i markanvisningsprocesser eller liknande – utan att ställa tekniska särkrav - för att få så många fastigheter som möjligt att ansluta till systemet.

Ytterligare en risk är att det lokala energibolaget Vattenfall värme aviserat om en översyn av sin verksamhet, det vill säga en analys för att utvärdera fortsatt ägande av sin fjärrvärme³. Befintlig fjärrvärme i Uppsala stad kan i framtiden således få en annan ägare än nuvarande. Denna risk hanteras genom fortsatt nära dialog med Vattenfall värme och att följa processen och ta fram strategier för olika scenarier.

Andra risker är att utbyggnadstakten för de sydöstra stadsdelarna blir sådan att inget energibolag vill eller har möjlighet att etablera ett värmenät. Denna risk hanteras genom en öppen och aktiv marknadsdialog med samtliga aktörer samt att stödja dessa med de verktyg som kommunen har med samhällsbyggnadsprocessen. Risker hanteras även av att värmesystemet är flexibelt och (inledningsvis) kan stödjas av andra teknikval, exempelvis värmepumpar.

Ytterligare en risk med systemvalet är att det inte kommer finnas tillräckligt mycket spillvärme i området för att täcka hela värmebehovet. Detta kan hanteras med stöd från andra värmekällor, exempelvis pellets pannor eller befintlig fjärrvärme. Denna risk kan hanteras genom att reservera plats för stödjande värmekällor inklusive dess tillhörande infrastruktur.

Riskvärdering av genomförandemodeller

Genomförandemodellerna där kommunen tar rollen som samägare eller huvudman innebär stora finansiella åtaganden vilket innebär en större samlad risk för kommunen. Marknadsdialoger med energibolag har visat på att det finns intresse att etablera lågtemperaturssystem i de sydöstra stadsdelarna.

Vilka egenskaper ett värmesystem skall ha kan till viss del styras av kommunen via en koncessionsupphandling. En koncessionsupphandling är en komplex process – särskilt så för infrastruktur med lång teknisk livslängd – och är en ovanlig modell i Sverige vilken innebär en risk. En risk är även att situationen att ett upphandlat energibolag går i konkurs och vilket ansvar kommunen då får för fortsatt värmeförsörjning för fastigheter. Hur denna risk bäst hanteras genom avtal eller andra möjligheter kan utredas i kommande projektfas.

Vad gäller genomförandemodellen med kommunen som samverkare åligger en risk att systemet som anläggs blir annorlunda än föreslagen lösning och därmed inte bidrar till kommunens måluppfyllelse. Dock innebär denna genomförandemodell minimal organisatorisk och finansiell risk för kommunen.

För att hantera risken med låg måluppfyllelse kan kommunen styra mot högre sådan genom en koncessionsupphandling.

Rekommendation

Sammantaget resulterade riskanalysen i följande rekommendation kring genomförandemodell för värmesystemet och kommunens roll:

- **Kommunen rekommenderas att i första hand ta rollen som samverkare** för att genom en aktiv roll gentemot energibolag och byggherrar tillse att energibolag anlägger värmesystem enligt målbild i de sydöstra stadsdelarna
- Parallellt bör kommunen **fortsätta att utreda möjligheterna med koncessionsupphandling** för att säkra måluppfyllelse. Detta för att hantera risken att samverkan inte ger tillräcklig måluppfyllelse, och därmed ta en mer

³ Resultatet av översynen väntas tidigast våren 2026.

aktiv roll mot att styra mot kommunens mål. Rollen som samverkare kan ge underlag till en eventuell framtida upphandlingsprocess

Mikronät

Förstudiens teknik- och systemrekommendation för elsystemet var ett mikronät. Ett konventionellt elnät kommer, i enlighet med lagstiftningen, att byggas ut av koncessionshavaren i de sydöstra stadsdelarna. Ett mikronät anläggs parallellt med det konventionella elnätet för att ge incitament till ökad solcellsinstallation och förutsättningar för att dela och lagra energi lokalt. Ett mikronät kan också ge förutsättningar för bättre samhällsekonomi då den konventionella elnätsägaren inte behöver dimensionera sitt elnät för att hantera stor solesproduktion⁴. Det är ett ovanligt men beprövat system.

De aktörer som krävs är fastighetsägare som kopplar sig mot systemet och investerar i solceller och lagring, teknikleverantörer samt en huvudman som anlägger och driftar systemet. Då mikronät är en relativt ny företeelse i energisystemet är aktörsroller ännu inte etablerade. Det finns ett fåtal exempel på aktörer eller aktörskonstellationer som anlägger och driftar mikronät i andra delar av Sverige, men det existerar ingen tydlig rollfördelning på marknaden. Förstudiens rekommendation är att anlägga ett mikronät som testbädd i de första utbyggnadsetapperna av de sydöstra stadsdelarna. Med en testbädd menas här en fysisk miljö där organisationer kan samverka för att testa och utveckla teknik, samverkansformer, produkter, tjänster och affärsmodeller.

Testbädden för ett mikronät blir ett avgränsat geografiskt område⁵ där teknik och affär testas och utvärderas. Utvärdering av testbädden bör göras löpande utifrån ett antal på förhand uppsatta kriterier, exempelvis effekter på installationer av förnybar elproduktion och lagring, teknisk prestanda, användarnytta och ekonomi. Utvärderingen ligger till grund för framtida beslut om uppskalning till flera etapper i de sydöstra stadsdelarna.

Investeringskostnad för en testbädd i området kring den nya järnvägsstationen i de sydöstra stadsdelarna är 2,6 mnkr. Återbetalningstiden är ca 11 år och systemet har en teknisk livslängd på 30 år. Uppskattad investeringskostnad för ett mikronät för 21 500 bostäder i de sydöstra stadsdelarna är 50 mnkr.

Tre olika genomförandemodeller för mikronätet identifierades och analyserades. Nedan följer en beskrivning av dessa samt kommunens roll för varje genomförandemodell.

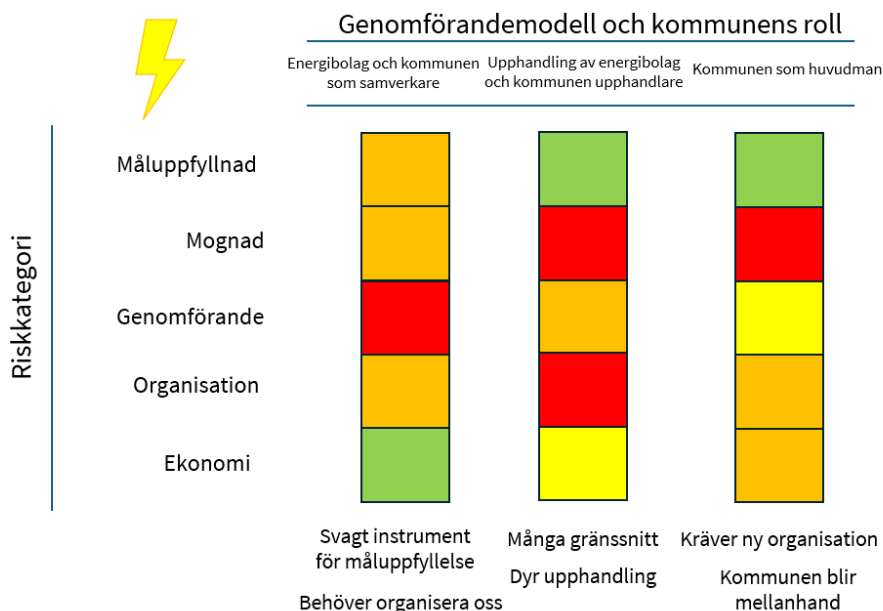
- **Energibolag och kommunen som samverkare** – kommunen tar en aktiv roll inom samhällsbyggnadsprocessen och har en tät och god dialog med byggherrar och energibolag för att tillse att mikronätet kommer på plats och används
- **Upphandling av energibolag och kommunen som upphandlare** – kommunen genomför en upphandling av funktionen av och tjänsten för ett mikronät inklusive drift av detta

⁴ Till exempel, en solig midsommarafton kan det vara mycket solex som produceras men lite el som används i en stadsdel med många solceller. Ett konventionellt elnät måste vara dimensionerat för att hantera detta. Ett mikronät kan hjälpa till genom att minska mängden solex som skickas ut i det vanliga elnätet.

⁵ Exempelvis området kring Uppsala S

- **Kommunen som huvudman** – kommunen anlägger och driftar ett mikronät och tar full investering, driftskostnader och intäkter i egen förvaltning eller kommunalt bolag

En sammanfattning av riskanalysen för genomförandemodeller för mikronätet inklusive anteckningar åskådliggörs i Figur 2.



Figur 2. Sammanfattning av riskanalys av genomförandemodeller och kommunens roll inklusive anteckningar för respektive modell för mikronät.

Övergripande risker med systemvalet

Utöver de risker som bedömts kring genomförandemodellerna föreligger en risk att testbädden för ett mikronät inte blir fullt nyttjad då antal fastigheter som ansluter sig till mikronätet blir suboptimal. Detta genom att samma tröskelinvestering krävs oavsett hur många fastigheter som ansluter sig, men kundunderlaget och därmed intäkterna blir mindre med färre anslutna fastigheter. Denna risk hanteras genom utredning och marknadsdialog innan slutligt investeringsbeslut tas.

Riskvärdering av genomförandemodeller

Energibolag med kommunen i en samverkansroll som genomförandemodell innebär en högre risk för utebliven måluppfyllnad då det i dagsläget inte finns tydliga marknadsaktörer att samverka med. Visserligen finns komponenter för att bygga upp ett mikronät på marknaden, men de initiativ som finns nationellt är på testbäddsnivå eller i kooperativ verksamhet.

Genomförandemodellen för upphandling innebär personal- och konsultkostnader för upphandling och uppföljning av denna. Detta anspråkstagande blir troligtvis i paritet med att anlägga och drifta mikronätet i egen regi då det troligtvis blir fråga om en tjänstekoncessionsupphandling – en komplicerad och i Sverige ovanlig process.

Då fenomenet mikronät är relativt nytt kan fastighetsägare tveka att ansluta sig till det om inte en garanti för långsiktighet och trovärdighet finns. Mesta möjliga anslutning och medverkan är vital för lönsamhet och framgång för mikronätet. Att en icke-

vinstdrivande offentlig aktör står som huvudman för mikronätet kan ge denna långsiktighet.

Rekommendation

Sammantaget resulterade riskanalysen i följande rekommendation kring genomförandemodell för mikronätet och kommunens roll:

- **Kommunen tar rollen som huvudman**, detta då den finansiella risken är relativt liten samt att kommunen troligtvis blir en trygg huvudman som ger fastigheter incitament till att ansluta sig

Stadsövergripande styrsystem

Detta systemval innebär att etablera ett stadsövergripande styrsystem som ger förutsättningar för bättre resurseffektivitet och energianvändning. Tekniken är vanligt förekommande i fastigheter men oprövat i större skala, såsom stadsdelar.

Ett stadsövergripande styrsystem kan göra det möjligt att använda energi och effekt mer resurseffektivt. Ett exempel är att minska toppar i uttaget av el-effekt i en stadsdel genom att styrsystemet skickar signaler⁶ till flera fastigheter om att tillfälligt sänka ventilationen – utan att inomhuskomforten påverkas negativt. Om bara en fastighet sänker ventilationen ger det en minimal effektminskning; på aggregerad fastighetsnivå kan betydligt högre effektminskningar åstadkommas. Ett annat exempel kan vara att arbeta med kallad prognosstyrning: Om det väntas bli en kall vardagsmorgon kan ett stadsövergripande styrsystem skicka signaler till fastigheter om att börja värma upp byggnaderna sent på natten – när elen troligtvis är billigare och inga toppar i uttag av el-effekt förekommer. Kompetens kring styrsystem finns inom Uppsala kommunkoncern.

De aktörer som krävs är fastighetsägare som kopplar sig mot systemet, leverantörer av teknik och IT-infrastruktur samt en huvudman som anlägger och driftar systemet. Även forskningsaktörer bör ha ett intresse då erhållna data kan gagna forskning. Förstudiens rekommendation är att anlägga ett stadsövergripande styrsystem som testbädd. Med en testbädd menas här en fysisk miljö där organisationer och samverka för att testa och utveckla teknik, samverkansformer, produkter, tjänster och affärsmodeller.

Testbädden för ett stadsövergripande styrsystem blir ett avgränsat geografiskt område där teknik och affär testas och utvärderas. Utvärdering av testbädden bör göras löpande utifrån ett antal på förhand uppsatta kriterier, exempelvis teknisk prestanda, användarnytta, samhällsnytta och ekonomi. Utvärderingen ligger till grund för framtida beslut om uppskalning till andra bebyggda områden.

Nytan av ett stadsövergripande styrsystem är fördelad över flera parter. Nyttan kan exempelvis vara energibesparingar. Den aktör som tar investering och huvudmannaskap för ett stadsövergripande styrsystem kan få en nytta med minskad energi- och effektanvändning i sina egna fastigheter – exempelvis i de kommunala

⁶ Detta innebär inte att det stadsövergripande styrsystemet styr fastigheternas interna styrsystem, utan endast kommunicerar med det och ger signaler

fastigheterna om kommunen är huvudman. Men nyttan kan även tillfalla andra fastigheter som är uppkopplade mot det stadsövergripande styrsystemet men inte tar någon investering i det.

Affärsmodellerna för ett stadsövergripande styrsystem är inte fullt utredda. En möjlighet är en abonnemangstjänst för fastigheter som är uppkopplade men inte investerar i systemet. Det kan även finnas en möjlighet att nå en ökad nytta på systemnivå och sedan fördela nyttor eller kostnadsbesparingar till anslutna fastigheter.

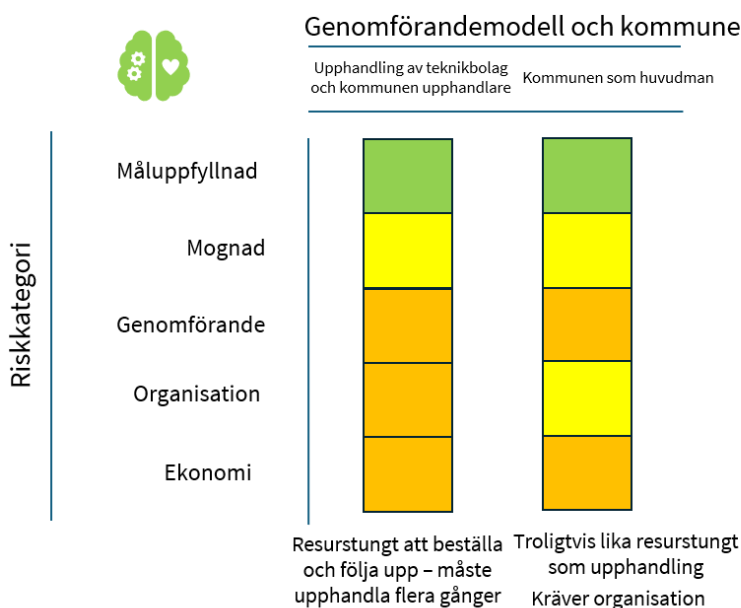
Det finns en möjlighet att etablera en testbädd i redan bebyggd miljö. Ett exempel är att utveckla, testa och utvärdera ett stadsövergripande styrsystem för befintliga kommunala fastigheter, eventuellt i samverkan med några privata aktörer. Eftersom inflytt och driftstart av fastigheter i de sydöstra stadsdelarna ligger flera år fram i tiden, och eftersom styrsystemet inte kräver stora investeringar, kan arbetet påbörjas i närtid i en annan del av kommungeografin. Detta möjliggör att ett stadsövergripande styrsystem kan vara redo att implementera i de första etapperna av de sydöstra stadsdelarna.

Resursbehov för en initial testbädd är uppskattningsvis två heltidstjänster samt 3 mnr i investering. Om utvärderingen faller väl ut kan testbädden skalas upp till att omfatta hela området – uppskattad investeringskostnad för detta är fem miljoner kronor och uppåt beroende på ambitionsnivå.

Två olika genomförandemodeller för det stadsövergripande styrsystemet identifierades och analyserades. Nedan följer en beskrivning av dessa samt kommunens roll för varje genomförandemodell.

- **Upphandling av teknikbolag och kommunen som upphandlare** – kommunen genomför en upphandling av funktionen av och tjänsten för ett stadsstyrsystem inklusive drift av detta
- **Kommunen som huvudman** – kommunen anlägger och driftar ett stadsstyrsystem och tar full investering, driftskostnader och intäkter i egen förvaltning eller kommunalt bolag

En sammanfattning av riskanalysen för genomförandemodeller för ett stadsövergripande styrsystem inklusive anteckningar åskådliggörs i Figur 3.



Figur 3. Sammanfattning av genomförandemodeller och kommunens roll inklusive anteckningar för ett stadsstyrsystem.

Övergripande risker med systemvalet

Utöver de risker som bedömts kring genomförandemodellerna föreligger en risk att testbädden för ett stadsstyrsystem inte blir funktionellt eller till fullo utnyttjat. Detta kan dels bero på oförmåga att hålla ihop utvecklingen och driften av systemet, dels att antalet fastigheter som ansluter sig till systemet blir för få för att i stort minska stadsdelens effekt- eller energibehov. Samarbete med teknikleverantörer, fastighetsägare och andra kommuner och forskningsprojekt kan hantera denna risk. Risken minimeras även då systemet först införlivas som testbädd. Denna risk kan ytterligare minimeras i både investeringsstorlek och tidshorisont genom att implementera testbädden i redan bebyggd miljö, exempelvis för befintliga kommunala fastigheter.

Riskvärdering av genomförandemodeller

För att så många fastigheter som möjligt väljer att ansluta sig till systemet, är en trovärdig, neutral och säker huvudman önskvärd. Kommunen kan ta denna roll.

För samtliga genomförandemodeller krävs insatser och resursbeläggning. Genomförandemodellen för upphandling innebär stora anspråk på intern arbetstid för upphandling och uppföljning av denna. Detta anspråkstagande blir troligtvis i paritet med att anlägga och drifva styrsystemet i egen regi då det troligtvis blir fråga om en tjänstekoncessionsupphandling – en komplicerad och i Sverige ovanlig process.

Rekommendation

Sammantaget resulterade riskanalysen i följande rekommendation kring genomförandemodell för stadsövergripande styrsystem och kommunens roll:

- **Kommunen tar rollen som huvudman**, detta då den finansiella risken är relativt liten samt att kommunen troligtvis blir en trygg huvudman som ger fastigheter incitament till att ansluta sig. Testbädden etableras i första hand i redan bebyggd miljö för att utvärdera dess lämplighet i de sydöstra stadsdelarna.

Datum

2025-01-21

Spillvattenhantering sydöstra stadsdelarna

Beslutsunderlag inriktningsbeslut spillvattenhantering
sydöstra stadsdelarna

Dokumenthistorik

Version	Datum	Ändrad av	Utförda förändringar
0	250121		Förkortad version till Uppsala Vattens styrelse

Innehåll

1. Inledning	3
2. Syfte	4
3. Målgrupp och omfattning	4
4. Resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna	5
Målbild.....	5
Från avloppsreningsverk till resursverk	5
Planeringsförutsättningar	8
Utbyggnadsplan sydöstra stadsdelarna	8
Källsorterat avloppssystem i infrastrukturplanen.....	10
Planeringsförutsättningar för ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna	12
Övergripande juridiska förutsättningar	13
Juridiska förutsättningar för källsorterande avloppssystem.....	14
Återanvändning av renat spillvatten.....	14
Samhällsekonomisk analys	15
5. Scenarioanalys resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna.....	15
Scenarion	16
Scenario A. Kungsängsverket 2.0 - Behandling av spillvatten i en blandad fraktion	16
Scenario B. Resursverk med blandat spillvatten i SÖS.....	17
Scenario C. Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS.....	18
Scenario D. Lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå i SÖS	19
Scenario E. Resursverk med slutna system i SÖS.....	21
Scenarioanalys - jämförelse baserat på SWOT-analys	22
Sammanvägd bedömning och jämförelse av scenarios.....	23
Miljö- och klimatpåverkan och Cirkulärt Uppsala	24
Resiliens	26
Ekonomi	26
Genomförbarhet	27
Slutsats scenarioanalys	27
6. Sammanfattande slutsatser	28
7. Förslag till inriktningsbeslut	31
8. Relaterade dokument	31

1. Inledning

I takt med att samhället utvecklas ökar även behoven och kraven på en långsiktig hållbar vatten- och avlopps (VA)-försörjning där förändrade förutsättningar då det gäller klimat, miljö och förändrat omvärldsläge inkluderas.

Uppsala kommun planerar att bygga en ny stadsdel sydöst om Uppsala, "de sydöstra stadsdelarna", och bedriver projektet "Teknisk försörjning" inom det program som initierats med anledning av fyrspårsavtalet som upprättats med staten. Uppsala Vatten deltar i projektet och ansvarar för planeringen av bland annat VA. Detta underlag och föreliggande förstudie om framtidens spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna utgör en leverans till Projekt Teknisk försörjning där Uppsala kommun och Uppsala Vatten gemensamt utreder utformningen av de framtida tekniska försörjningssystemen för att åstadkomma resurseffektiva system. Underlaget utgör även leverans kopplat till Uppdrag 19 från Mål och budget 2024–2026 samt Uppdrag 24 i Mål och budget 2025–2027. I dessa uppdrag har Uppsala Vatten och Avfall AB tillsammans med Kommunstyrelsen fått i uppdrag att: *"Utreda ett nytt resursverk (vattenreningsverk) och andra alternativ för framtidens VA-lösning i Uppsala utifrån ekonomiska och miljömässiga hållbarhetsperspektiv"*.

Uppsala Vatten har utrett olika lösningar för spillvattenhantering med fokus på resursåtervinning i den nya stadsdelen. Utredningarna har genomförts utifrån tekniska, juridiska, ekonomiska och miljömässiga hållbarhetsaspekter. Spillvattenhanteringen planeras utifrån förutsättningarna i den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna (FÖP) för att kunna ta emot och hantera spillvatten för i storleksordningen 60 000 personekvivalenter, varav cirka 10 000 personer är anslutna till allmänt VA idag. Förstudien har undersökt förutsättningarna för både ett system med blandat spillvatten och möjligheten att ha en andel källsorterade fraktioner, där svartvatten och BDT-vatten (vatten från bad, disk och tvätt) hanteras separat. Förstudien har inte omfattat beslut kring teknikval eller någon djupare processutredning vad gäller ledningsnät eller resursverk för spillvattenrening.

Inom förstudien har fem delrapporter tagits fram, vilka ligger till grund för beslutsunderlaget.

1. PM Målbild och drivkrafter
2. PM Planeringsförutsättningar
3. PM Kunskapssammanställning
4. PM Fortsatta utredningar och tidslinje
5. Ordlista och begreppsförklaring

I PM Kunskapssammanställning finns en mer ingående beskrivning av spillvattenrening och källsorterande system där erfarenheter sammanställts från både Sverige och internationellt.

I bilaga Ordlista och begreppsförklaring finns en begreppslista för att underlätta förståelsen av förstudien.

2. Syfte

”Förstudie resursverk” beskriver den strategiska vägen fram till ett möjligt resursverk eller andra resurseffektiva lösningar för spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna i Uppsala. Syftet med förstudien har varit att ta fram en kommungemensam plan och inriktning för det fortsatta arbetet med spillvattenhanteringen i de nya stadsdelarna.

Detta underlag är en sammanställning av resultaten i förstudien och utgör ett beslutsunderlag för inriktning för den fortsatta implementeringen av VA-försörjningen i de sydöstra stadsdelarna.

3. Målgrupp och omfattning

Målgrupp för detta underlag och inriktningsbeslut är Uppsala Vatten och Avfall AB och dess styrelse samt Uppsala kommun genom projektet Teknisk försörjning där Stadsbyggnadsförvaltningen (SBF) och Kommunledningskontoret (KLK) finns representerade. Förstudien syftar till att ta fram en målbild och inriktning för spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna och genomförs på en övergripande, strategisk nivå. Inom projektet har därför en definition, målbild och en drivkraftsanalys som belyser Uppsala Vattens drivkrafter och hinder med ett möjligt resursverk tagits fram. För att kunna leverera en övergripande strategisk plan behöver planeringsförutsättningar definieras. Dessa har sammanställts i PM Planeringsförutsättningar som inkluderar de utbyggnadsplaner som beskrivs i den fördjupade översiktsplanen (FÖP) för de sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna och den infrastrukturplan som tagits fram för de sydöstra stadsdelarna (Infrastrukturplan sydöstra stadsdelarna, 2023). Förstudien har utgått från den färdigställda infrastrukturplanen, den föreslagna utbyggnadsordningen samt att det kommer bli ett blandat spillvatten med möjlighet till att delar av området har ett källsorterat spillvatten. De juridiska förutsättningarna utgör en central del i planeringsförutsättningarna och beskrivs i PM planeringsförutsättningar. Juridiken påverkar planering, och genomförandet av ny VA-infrastruktur samt möjligheter att återvinna och återföra resurser från spillvatten. I planeringsförutsättningarna beskrivs behovet av nya affärsmodeller och samverkan med till exempel kommunen, byggherrar, angränsande verksamheter och etableringar för att möjliggöra återvinning av värme, tekniskt vatten (vatten som inte uppfyller dricksvattenkvalitet) och näringsämnen från spillvattnet.

En kunskapssammanställning kring källsorterande lösningar och resursverk har tagits fram och sammanfattas i PM Kunskapssammanställning. Där beskrivs även olika scenarios för den framtida spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna och de jämförs med den planerade om- och tillbyggnationen av Kungsängsverket, Uppsalas största avloppsreningsverk.

Eftersom förstudien har genomförts på en övergripande strategisk nivå omfattas inte beslut kring teknikval eller någon djupare processutredning. Inom förstudien har förslag på fortsatta utredningar och möjliga testbäddar tagits fram. Föreslagna utredningar

kommer vara mer djupgående och utgöra underlag inför de framtida beslut som behöver fattas kring spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna. I PM Fortsatta Utredningar och tidslinje beskrivs detta mer detaljerat.

4. Resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna

Förstudien har utrett och belyst olika scenarier för en resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna. Detta avsnitt sammanfattar resultaten från PM Målbild och drivkrafter, PM Planeringsförutsättningar samt PM Kunskapssammanställning.

Målbild

I Uppsala Vatten och Avfalls ägardirektiv framgår att:

Bolaget ska vara en föregångare i resurshushållning, cirkulärt näringsutnyttjande och minskad relativ vattenförbrukning och implementera det i utbyggnaden av ny vatten- och avloppsinfrastruktur

Med utgångspunkt i ägardirektivet har en målbild för spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna tagits fram.

En resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna ska följa inriktningen i ägardirektivet genom att:

- *På ett hållbart och samhällsekonomiskt sätt förädla spillvatten till resurser som kommer till nytta för samhället som helhet*
- *Spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna ligger i framkant och möjliggör cirkulära lösningar på samhällsnivå genom att dra nytta av möjligheterna som nya VA-anläggningar och nya etableringar i närområdet skulle medföra*
- *Etablera en robust och klimatneutral spillvattenhantering som bidrar till samhällsnytta i Uppsala*

Från avloppsreningsverk till resursverk

Avloppsreningsverken har fått en alltmer central roll i omställningen till mer cirkulära och hållbara samhällen där resurser i spillvattnet tas tillvara och detta samtidigt som behovet av en mer långtgående rening ökar. Ett resursverk, till skillnad från ett avloppsreningsverk, byggs med avsikten att i ännu större utsträckning ta hand om de resurser som återfinns i spillvattnet. Spillvatten kan delas upp i BDT¹- och svartvatten (även kallat grå- respektive klosettwater). Det går att bygga ett resursverk som tar emot ett spillvatten och/eller ett källsorterat spillvatten. Spillvattnet består till 70–80 % av BDT-vatten och svartvattnet innehåller huvuddelen av alla näringsämnen samt organiskt material i spillvattnet.

¹ Vatten från bad, dusch och tvätt

Ett BDT-vatten är renare än ett blandat spillvatten eftersom det innehåller mindre organiskt material och lägre halter av patogener, vilket gör det lättare att rena och återvinna som tekniskt vatten² än ett blandat spillvatten. Det går också att återanvända värmen i BDT-vattnet direkt i fastigheten, men det är då viktigt att säkerställa att reningsprocessen i resursverket inte kommer påverkas negativt av att vattentemperaturen i det inkommande vattnet sänks. Det går också att utvinna energi från både det renade spillvattnet och BDT-vattnet från reningsverket genom värmewäxling med en värmepump. Uppsala Vatten har ett samarbete med Vattenfall för återvinning av värmen i det utgående renade spillvattnet från Kungsängsverket. Värmen som återvinns distribueras ut på fjärrvärmenätet. Om spillvattnet källsorteras möjliggörs även en separat behandling av svartvattnet som kan leda till ökad biogasproduktion i och med att mer organiskt material rötas. Ytterligare en möjlighet är att återvinna mer näringsämnen, såsom kväve, som i reningsprocessen för ett blandat spillvatten till stor del avgår från vattenfasen till luft i form av kvävgas och till viss del lustgas. Det ger upphov till en negativ klimatpåverkan som kan minskas om svartvattnet samlas in separat.

En viktig förutsättning vid spillvattenhantering är en fungerande insamling och transport av spillvattnet till avloppsreningsverket. Vattnet leds traditionellt i ett ledningsnät med självfallssystem och med pumpstationer som lyfter vattnet när topografin kräver det. När källsorterande fraktioner samlas in i hushåll behöver transport av svartvattnet ske med vakuumsystem för att inte späda ut den mer koncentrerade svartvattenfraktionen. Vattenförbrukningen minskar med ett vakuumsystem, uppskattningsvis skulle en 15–20 % vattenbesparing kunna uppnås sett till en medelsvensks vattenförbrukning. Fördelen med det konventionella självfallssystemet är att det är driftsäkert och har lågt underhållsbehov. Den potentiella energin utnyttjas även i höjdskillnader fram till pumpstation eller reningsverk. Acceptansen i samhället är hög för systemet. Nackdelarna är att ovidkommande vatten, så kallat tillskottsvatten³ har en förmåga att tränga in i ledningsnätet. Vid regnväder är det inte ovanligt att merparten av vattnet som transporteras i spillvattensystemet är tillskottsvatten. Detta medför merkostnader i form av ökad energiåtgång i pumpstationer och reningsverken, ökad kemikalieförbrukning och risk för ökade störningar, vilket ger en mindre effektiv reningsprocess. Även risken för bräddningar ökar både i pumpstationer och vid reningsverken. I PM Kunskapssammanställning finns mer information om hur rening och transport av spillvatten och ett separerat BDT- och svartvatten görs.

I Sverige finns idag källsorterande system implementerade i olika skala med både lokal hantering (uppsamling av svartvatten i tank och rening av BDT-vatten i markbäddar) och centraliserad hantering i ett resursverk. I Helsingborg byggs en ny stadsdel i

² Uppsala Vatten definierar tekniskt vatten enligt: Tekniskt vatten är ett samlingsbegrepp för vatten som erbjuds till kunden eller används inom den egna VA-verksamheten, men som inte uppfyller dricksvattenkvalitet. Tekniskt vattnet kan användas för ändamål såsom bevattning och i industriella processer där det inte krävs att vatten uppnår dricksvattenkvalitet.

³ Tillskottsvatten är det vatten som utöver spillvatten finns i spillvattenledningar. Tillskottsvatten kan bestå av anslutet dagvatten, anslutet dräneringsvatten, samt vatten som läcker in från marken om ledningarna inte är täta.

Oceanhamnen med tre separata ledningar för svartvatten, BDT-vatten och matavfall från köksavfallskvarnar. Anläggningen, RecoLab, togs i drift 2021 och när hela området är utbyggt år 2030 kommer 320 lägenheter och flera kontorsfastigheter vara anslutna och utgöra en belastning motsvarande 2 100 pe⁴. Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp (NSVA) och Helsingborgs stad planerar även för installation av källsorterande system i den nya stadsdelen Östra Ramlösa med 3 000 bostäder och ett sjukhus för cirka 10 000 personer. Det primära syftet med att källsortera spillvattnet i Östra Ramlösa har varit att minska belastningen i en redan högbelastad ledning in till Öresundsverket.

Gotland har erfårit perioder av vattenbrist och i stadsdelen Visborg planeras ett källsorterat system implementeras med syfte att minska vattenförbrukningen och möjliggöra återvinning av det renade BDT-vattnet. Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) och Stockholms stad utreder utformning och projektförutsättningar för ett sorterande avloppssystem i de senare etapperna av Norra Djurgårdsstaden. De källsorterande systemen har avgränsats till området Loudden med 4 000 bostäder och närhet till en pilotanläggning som drivs av KTH och IVL (SWIC - Sjöstadsverket Water Innovation Centre). En prioriterad drivkraft för etablering av källsorterande system för SVOA är ett minskat inflöde till Henriksdals reningsverk samt potentialen av vattenbesparing genom till exempel återanvändning av behandlat BDT-vatten.

Det finns även erfarenheter av källsorterande lösningar på mer lokal nivå, till exempel i Munga utanför Västerås och i Bälinge utanför Uppsala. I Munga har ett fritidshusområde med cirka 280 fastigheter byggts om till ett källsorterande system där svartvattnet leds till tre tankar med hjälp av ett LTA-system (Lätt Trycksatt avlopp). Tankarna töms några gånger i veckan varefter svartvattnet hygieniseras⁵ med urea⁶ och långtidslagras hos lantbrukare innan det sprids på åkermark. BDT-vattnet behandlas lokalt i en markbädd via infiltration innan vattnet släpps ut i ett närliggande dike. I Bälinge utanför Uppsala finns ett källsorterande system där svartvattnet transporteras med vakuum. Systemet installerades i slutet av 60-talet som en vattenbesparande åtgärd för att minska utsläppt vattenmängd från avloppsreningsverket i Bälinge och därmed få erforderliga miljötillstånd. Vakuumsystemet finns kvar men reningsverket är ombyggt till en pumpstation där de separerade fraktionerna blandas innan det pumpas vidare in till Kungsängsverket.

Ett antal städer i Europa har också infört källsorterande VA-system. Några städer är Gent i Belgien, Vigo i Spanien och Hamburg i Tyskland. Skalan varierar mellan mindre, fastighetsnära lösningar på kvartersnivå till att omfatta en hel stadsdel med upp till 1 200 pe. Drivkrafterna varierar, för vissa syftar implementeringen av källsorterande

⁴ Personekvivalent, pe, anger den genomsnittliga mängd föroreningar i avloppsvatten som en person ger upphov till per dag.

⁵ Hygienisering är en process där sjukdomsframkallande mikroorganismer avdödas så att risken för smittspridning blir acceptabelt liten

⁶ Urea är ett kvävegödningsmedel som genom hygienisering medför att bakterier och virus dör samtidigt som gödsevärdet ökar.

lösningar att öka möjligheten att återvinna vatten och värme från BDT-vattnet och för andra att också nyttja den ökade biogaspotentialen i svartvattnet.

Det är också möjligt att producera dricksvatten direkt från renat spillvatten, så kallat Direct Potable Reuse eller på svenska kallat "Direkt återanvändning av dricksvatten (DPR)". I förestående förstudie kallas det för ett slutet VA-system. En erfarenhetssammanställning har genomförts av ett antal utbyggda slutna VA-system i världen (Rapport Slutna VA-System 24.08.20). Den inkluderar en handfull anläggningar där utgående renat spillvatten genomgår ytterligare rening i ett så kallat återvinningsverk för att sedan kunna återanvändas som dricksvatten. Kartläggningen pekar på att införandet av återvinningsverk medför höga investeringskostnader och hög energiförbrukning jämfört med konventionell dricksvattenproduktion med råvatten från yt- och grundvattenkällor. Utredningens övergripande slutsats är att det främst är motiverat att återvinna renat avloppsvatten då det förekommer långvarig och akut brist på råvatten för dricksvattenproduktion.

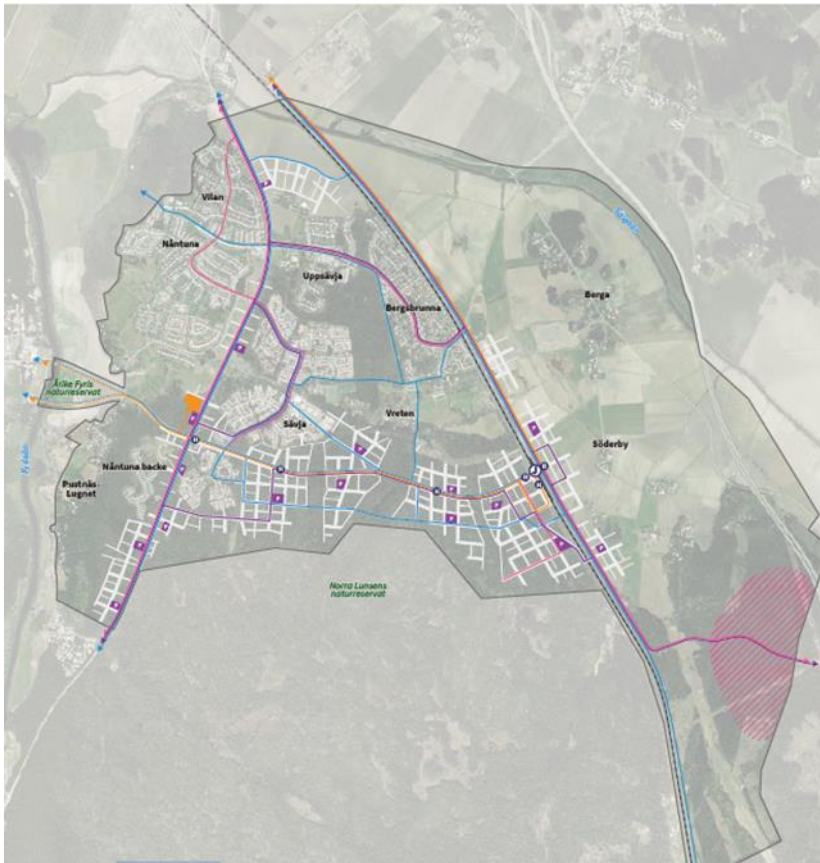
Planeringsförutsättningar

PM Planeringsförutsättningar inkluderar en sammanfattning av de delar som berör VA i de utbyggnadsplaner som finns beskrivna i den fördjupade översiktsplanen för de Sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna (FÖP) och områdets framtagna infrastrukturplan samt ett avsnitt kring planeringsförutsättningarna för ett möjligt framtida resursverk. I det här avsnittet beskrivs planeringsförutsättningarna översiktligt för att ge en grundläggande förståelse för utgångspunkten och förutsättningarna i förstudien. En mer ingående beskrivning finns i PM Planeringsförutsättningar.

Utbyggnadsplan sydöstra stadsdelarna

Planen omfattar utvecklingen av sju nya stadsdelar i de sydöstra stadsdelarna och ska vara vägledande i kommande utveckling av området. I FÖP anges ett tillkommande antal bostäder om 21 500 vilket skulle motsvara cirka 56 000 personer.

I FÖP finns ett utpekad utredningsområde för verksamheter i områdets sydöstra del, markerad med rosa skraffering i Figur 1. I FÖP framgår vad markanvändningen i detta område syftar till: *"Verksamhetsområde för lager och logistik, småindustri som exempelvis verkstäder och produktionslokaler av olika slag, återvinningscentral, avloppsreningsverk, "kretsloppsverk" och solcellsanläggning mm. Avloppsreningsverk kan placeras här om lokaliseringsbeslut fattas. Vid behov kan även ny brandstation lokaliseras hit".*

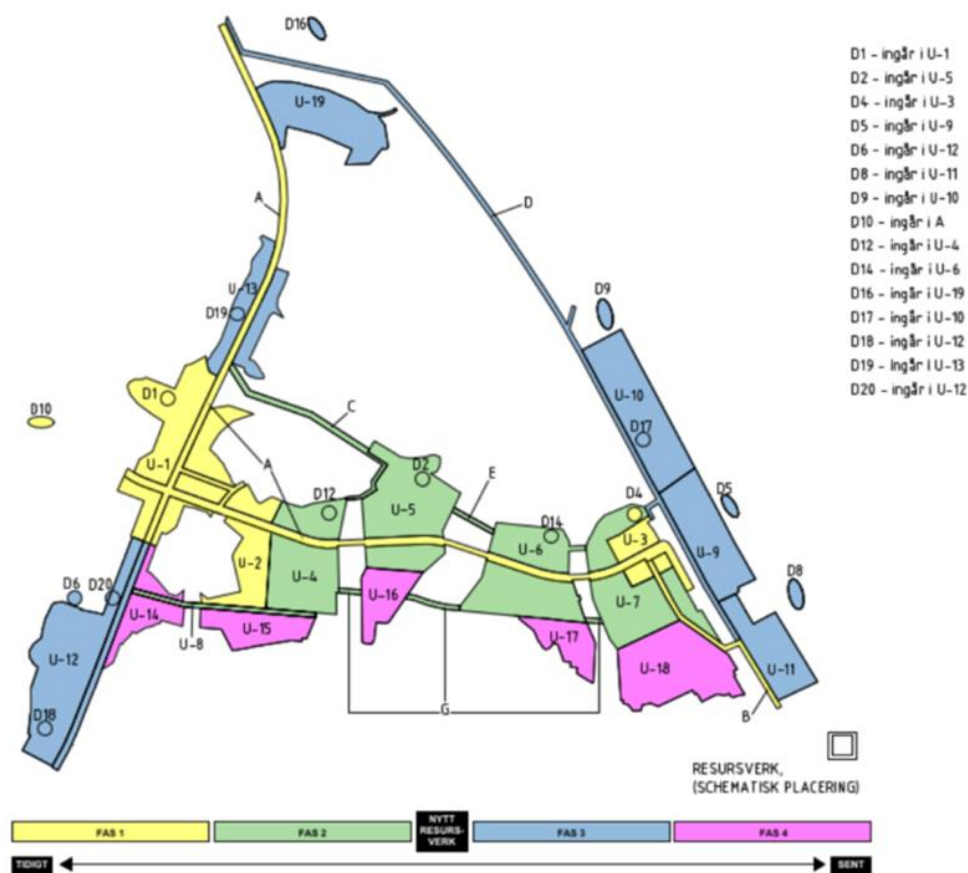


Figur 1 Planområdet med befintliga bostäder och utredningsområde för verksamheter sydöst inom den fördjupade översiktsplanen. Området har markerats med rosa skraffering. Bilden är hämtad från den fördjupade översiktsplanen.

I FÖP framgår att utbyggnaden av de nya stadsdelarna i de sydöstra stadsdelarna och vidareutvecklingen av de befintliga stadsdelarna ska ske med utgångspunkt av resurseffektivitet och målet om en klimatpositiv stad.

Uppsala kommun har under 2023 tagit fram en infrastrukturplan för planområdet som omfattas av FÖP. Det övergripande målet för Infrastrukturplanen var att ta fram förutsättningar och riktlinjer för utformning av gator och teknisk försörjning inför kommande detaljplaner i området och innehöll förslag på ledningsdragningar, spill-, dag- och dricksvattenledningar. Infrastrukturplanen behövde vara genomförbar enligt dagens gällande lagkrav och riktlinjer. Inom ramen för Infrastrukturplanen undersöktes också förutsättningar och principer för införande av källsorterande avloppssystem i den nya stadsdelen. Det presenteras vidare i kommande avsnitt men innebär i korthet att spillvattnet källsorteras i en svartvattenfraktion (fekalier) och en BDT-vattenfraktion som transporteras och hanteras i separata ledningssystem till resursverket.

FÖP-området har i infrastrukturplanen delats in i olika regioner, zoner och utbyggnadsfaser. Figur 2 visar området indelat i zoner benämnt med U-1 till U-19 samt områdets föreslagna utbyggnadsfaser, Fas 1 till Fas 4. Infrastrukturplanen föreslår att fas 3 och fas 4 byggs ut efter det att ett eventuellt resursverk står färdigt. Föreslagen utbyggnadsordning baseras på kommunens önskemål och inkluderar även behoven för lämplig utbyggnadsordning av den tekniska infrastrukturen.



Figur 6. Utbyggnadsordning.

Gul: Fas 1 Grön: Fas 2 Blå: Fas 3

Lila: Fas 4

Resursverk tas i drift mellan Fas 2 och 3.

Figur 2 Utbyggnadsordningen indelad i fyra faser. Området indelad i 19 zoner U1 till U 19. Källa: Figur 6 från Infrastrukturplanen.

Källsorterat avloppssystem i infrastrukturplanen

Infrastrukturplanen inkluderade en översiktlig utredning kring vad det skulle innebära att införa källsorterande system i delar av de sydöstra stadsdelarna. Slutsatserna presenteras nedan, och kommer behöva kompletteras med mer djupgående tekniska och juridiska utredningar innan ett eventuellt beslut om att införa källsorterande system.

Den tekniska lösningen för källsorterat avloppssystem som studerats i Infrastrukturplanen består av att svartvattnet leds i ett vakuumsystem där avloppet förflyttas mot resursverket i ledningar av mindre dimensioner än självfallsledningar med hjälp av undertryck. BDT-vattnet från bad, disk och tvätt leds i ett parallellt självfallssystem, även det mot resursverket för behandling.

Infrastrukturplanen visar att det planeringsmässigt är möjligt att införa källsorterade lösningar i delar av området. Hur stor andel är starkt beroende av utbyggnadsordningen och när områdena behöver ha fått VA installerat. Stora delar av planområdet planeras att vara byggt innan ett eventuellt resursverk kan stå färdigt (se etappindelning i Figur

3). Detta innebär att de delar som byggs innan ett eventuellt resursverk är klart kommer att behöva anslutas som samlat avlopp, det vill säga separering av svart- och BDT-vatten är inte möjligt. Om provisoriska lösningar skulle accepteras, i vilka spillvattenfraktionerna initialt separeras inom fastigheten för att sedan provisoriskt en tid blandas innan de släpps till befintlig spillvattenanläggning, skulle vissa områden kunna förberedas för källsorterat avloppssystem.

Infrastrukturplanens slutsats är att maximal andel av området som skulle kunna byggas ut med källsorterat avloppssystem om provisoriska lösningar skulle accepteras är cirka 55 % av den planerade utbyggnaden, region 5–8, se Figur 3. Detta är framtaget utifrån den då gällande utbyggnadsordning och områdets topografi. Regionerna 5–8 bedöms ha bättre förutsättningar för separering, än regionerna 1–4. Infrastrukturplanen utgår ifrån att de östra delarna exploateras i sin helhet efter det att resursverket är färdigbyggt.

Dock är slutsatserna i Infrastrukturplanen att provisoriska lösningar med ett källsorterat system i den nya stadsdelen över en längre period är utmanande. Utifrån detta perspektiv skulle det enbart vara ett mindre område där provisorier inte skulle krävas i större utsträckning, cirka 17 % av den planerade utbyggnaden, motsvarande cirka 4 200 bostäder. Bedömningen bygger på att området öster om järnvägen (region 7 och 8 i Figur 3) planeras att byggas ut efter att resursverket är i drift och då behövs inga provisoriska lösningar, samt att det ligger geografiskt nära resursverket. Om hela området kan räknas in är dock starkt beroende av hur kommunen väljer utbyggnadsordning.



Figur 17. Regionindelning av planområdet samt föreslagen gatu- och kvartersstruktur.

Figur 3 Regionindelning av planområdet samt föreslagen gatu- och kvarterstruktur. Källa: Figur 17 i Infrastrukturplanen

De slutsatser som Infrastrukturplanen drar bygger på den utbyggnadsordningen som kommunen angav vid framtagandet av planen. Vid ändringar av utbyggnadsordning, behöver analysen av hur stor del av området som kan omfattas av ett källsorterat system ses över. Infrastrukturplanen pekar på att om utbyggnaden av de nya stadsdelarna går långsammare än beräknat så kan det öka förutsättningarna för att större områden ska kunna ansluta sig till ett källsorterande system förutsatt att resursverket står klart i mitten av 2040-talet och möjliggör en anslutning av källsorterade fraktioner utan längre tid med provisorier.

Det kommer vara en viktig förutsättning för beslut om byggnation av möjliga källsorterande lösningar att såväl juridik som teknik har utretts vidare och utgör del av beslutsunderlaget.

Planeringsförutsättningar för ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna

Ett möjligt resursverk i de sydöstra stadsdelarna skulle lokaliseras i de sydöstra delarna av FÖP-området i det verksamhetsområde som planeras i Mora stenar. Uppsala kommun planerar för att påbörja arbetet med att detaljplanlägga verksamhetsområdet under 2025. Området kommer bli uppdelat i två planer som kommer starta vid olika tidpunkter. Den första planen förväntas gå ut på samråd under 2025 och antas 2028 och

den andra planeras gå ut på samråd under 2027 och antas 2030. I samband med att detaljplanearbetet påbörjas behöver Uppsala Vatten kunna kommunicera en lämplig placering och ytbehov för resursverket till kommunen.

Övergripande juridiska förutsättningar

En mer omfattande beskrivning av gällande lagkrav och juridiska förutsättningar för spillvattenhantering finns i PM Planeringsförutsättningar. Där beskrivs även identifierade juridiska utmaningar vid implementering av källsorterande lösningar och införandet av möjliga nya vattentjänster som kan bli aktuella för att möjliggöra en långtgående återvinning av resurser från spillvatten i ett möjligt framtida resursverk.

Det finns ett flertal EU-direktiv som påverkar avloppsvattenreningen i Sverige, bland annat EUs reviderade avloppsdirektiv (2024/3019), slamdirektivet (86/278/EEG), miljökvalitetsnormsdirektivet (2008/105/EG) och dricksvattendirektivet (2020/2184).

Ett nytt avloppsdirektiv beslutades under 2024. Det nya direktivet innebär skärpta krav på rening av avloppsvatten från tätbebyggelse och inkluderar även tydligare krav för att åstadkomma återanvändning av avloppsresurser och cirkuläritet. Direktivet inkluderar även ökade krav på mätning av växthusgasemissioner och energineutralitet vilket kommer bidra till att åtgärder som främjar minskad klimatpåverkan och att större fokus på att bidra till klimatneutralitet i samhället aktualiseras. Det beslutade avloppsdirektivet är ett minimidirektiv vilket under de kommande åren ska implementeras i svensk lagstiftning.

Även slamdirektivet håller på att revideras och flertalet utredningar och förslag har presenterats. Mycket tyder på att det reviderade slamdirektivet kommer innebära skärpta gränsvärden för slam på åkermark, krav på hygienisering, ökad kontroll av slam som används i till exempel jordförbättringsmaterial och ökat behov av återföring av fosfor till åkermark.

Regleringen över den allmänna VA-försörjningen på nationell nivå kommer till stor del från lagen om allmänna vattentjänster (LAV). Utbyggnad, drift och underhåll av den allmänna VA-anläggningen finansieras genom uttag av avgifter enligt kommunens VA-taxa. Dessa avgifter får inte vara större än de kostnader som är nödvändiga för att anlägga och driva den allmänna VA-anläggningen. Syftet med regleringen är att säkerställa att de som är anslutna till den allmänna VA-anläggningen inte ska behöva stå för kostnader som syftar till att ge nytta för en annan/större grupp av samhället, som till exempel vägar.

Uppsala Vatten bygger ut och sköter spillvattenanläggningarna i kommunen där det inte är långsiktigt hållbart att ha enskilda avloppslösningar utifrån ett miljö- och hälsoperspektiv. Skyldigheten kommunen har genom bolaget vad gäller spillvatten är att bygga ut anläggningar fram till fastighetsgräns, och därifrån avleda och rena spillvattnet innan det återförs till naturen. Reningen av spillvatten regleras både i de miljötillstånd som behöver finnas för avloppsreningsverk, samt i Naturvårdsverkets föreskrifter om rening och kontroll av utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse (NFS 2016:6). I

miljötillstånden regleras ramarna för avloppsreningsverket och vilka utsläppsvillkor som ska gälla.

Juridiska förutsättningar för källsorterande avloppssystem

LAV styr inte vilken teknik som används för att bortleda och rena avloppsvattnet, så länge den uppfyller de krav som kan ställas med hänsyn till skyddet för människors hälsa och miljön samt med hänsyn till intresset av en god hushållning med naturresurser. Vid utformning av VA-anläggningen har alltså huvudmannen möjlighet att välja hur VA-anläggningen ska utformas, så länge kostnaden är att anses som nödvändig i enlighet med LAV 30 §.

Om källsorterande avloppssystem väljs för en allmän VA-anläggning, behöver BDT- och svartvatten separeras. De fastigheter som ansluts till en sådan allmän VA-anläggning behöver i det fallet ha en VA-installation som separerar avloppsvattnet. I bygglovsprocessen prövas hur fastigheters VA-försörjning ska se ut. Om VA-huvudmannen byggt ett källsorterat VA-system behöver det säkerställas att fastigheten kan ansluta till det. Det innebär att fastigheternas VA-installationer behöver vara anpassade till den allmänna VA-anläggningen oavsett val av teknisk lösning. Det är dock inte rättsligt prövat hur långt en VA-huvudman kan gå när det gäller motiveringen av den allmänna VA-anläggningens högre skydd för människors hälsa och miljön. Källsorterade system i sig har inte heller prövats juridiskt, vilket för med sig osäkerheter. Det system med källsorterat avloppssystem som finns i Bålinge idag motiverades vid genomförandet med att det behövdes för att få miljötillstånd för utsläpp till recipient⁷. I fortsatta utredningar behöver motiven för ett källsorterat system ses över ytterligare.

Återanvändning av renat spillvatten

Återanvändning och tillhandahållande av renat spillvatten, så kallat tekniskt vatten, är ingen vattentjänst i LAV. Det innebär att avgifterna i VA-taxan inte får finansiera det. Det finns dock inget i LAV som hindrar att ett VA-bolag har affärsdrivande delar som särredovisas och ligger utanför VA-huvudmannens uppdrag. VA-huvudmannen har enligt LAV ingen skyldighet att förse verksamheter med dricksvatten som inte är ämnat för motsvarande hushållsändamål. Tjänsten att producera och leverera tekniskt vatten skulle därmed kunna bedrivas som en affärsverksamhet. Vid tillhandahållandet måste kommunalrättsliga och konkurrensrättsliga bestämmelser efterlevas. Det innebär bland annat att självkostnadsprincipen (2 kap 6 § kommunallagen), likställighetsprincipen (2 kap. 3 § kommunallagen) och principen om kommunal näringsverksamhet (2 kap. 7 § kommunallagen) måste följas. Även produktansvarslagen, PAL, och EU:s kemikaliedirektiv, Reach, gäller alltid oavsett vilken typ av vatten som ska användas och hur och var detta ska recirkuleras (Johansson et al., 2022⁸).

⁷ Recipient är en sjö, vattendrag eller grundvatten som får motta dagvatten, bräddvatten och/eller renat avloppsvatten.

⁸ Johansson, M., Albinsson, M., och Regnell, F., (2022) Juridiska utmaningar när avloppsvatten blir tekniskt vatten. Svenskt Vatten Utveckling. Rapport Nr 2022-3. Tillgänglig: [svu-rapport-2022-03.pdf](#).

Sverige har, förutom implementering av EU förordningen (2020/741) om minimikrav för återanvändning av vatten, inte tagit fram en egen lagstiftning eller regelverk som specifikt behandlar återanvändning av vatten inom olika användningsområden.

Samhällsekonomisk analys

I den samhällsekonomiska analysen som genomfördes inom MACRO-projektet⁹ över olika VA-system i Norra Djurgårdsstaden översteg kostnaderna de nyttor som gick att prissätta. VA-systemet som enbart bestod av ett källsorterat system hade högst nytto-/kostnadskvot. Det vill säga för det systemet täcks kostnaderna upp i högst grad av de resulterande nyttorna. VA-systemen i MACROs samhällsekonomiska analys anses vara jämförbara med de VA-system som studeras i de sydöstra stadsdelarna (se beskrivningen av scenarierna i avsnitt 5 Scenarioanalys resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna). För en mer djupgående och representativ analys av scenarierna i de sydöstra stadsdelarna rekommenderas att en samhällsekonomisk analys genomförs som en del av de planerade utredningar som beskrivs i tidslinjen fram till ett möjligt resursverk.

Ytterligare en slutsats från MACROs samhällsekonomiska analys är att den fördelningsanalys som gjordes visar på att nyttorna med alla tre system bedöms tillfalla en bredare allmänhet i Stockholmsregionen samt även aktörer inom VA-verksamheten och lantbruket. Samtidigt kan de faktiska kostnaderna för drift och investering till största delen falla på VA-huvudmannen och VA-kollektivet. För VA-huvudmannen uppstår en fråga om det enligt lagen om allmänna vattentjänster (LAV) innebär en nödvändig kostnad att investera i mer hållbara och långsiktigt samhällsekonomiskt lönsamma system eller inte. Det tydliggör behovet av att lyfta frågan om att finansiera, kretsloppsanpassa samt öka resurshushållning och hållbarhet inom spillvattenhantering genom till exempel källsorterande avlopp, inte enbart kan eller bör bäras av VA-kollektivet ensamt.

5. Scenarioanalys resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna

Scenarioanalys är en metod för att systematiskt utforska framtiden genom att skapa olika scenarier som visar på alternativa framtida situationer och möjliga vägar framåt från dagens nuläge. Denna typ av analys används ofta inom strategisk planering.

Den genomförda scenarioanalysen och de ingående scenarierna beskrivs kortfattat i detta underlag, se PM Kunskapssammanställning för en mer djupgående beskrivning och analys.

⁹ MACRO står för MAt i Cirkulära RObusta system. Det var ett Vinnova finansierat projekt som projektledes av Stockholms stad. Syftet var att öka kunskapen om hur man kan öka återvinning av resurser ur avloppsvatten genom källsortering i urban miljö och planera för att implementera sorterande avloppssystem i Stockholm och Visby. Projektet hade slutseminarium i början av december 2022 (Macro – Mat i cirkulära robusta system (macrosystem.se)).

Scenarion

Fem olika framtida scenarion för hantering av spillvatten i de sydöstra stadsdelarna (SÖS) har identifierats. Dessa är:

- A. Kungsängsverket 2.0 - Behandling av spillvatten i en blandad fraktion
- B. Resursverk med blandat spillvatten i SÖS
- C. Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS
- D. Lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå i SÖS
- E. Resursverk med slutna system i SÖS

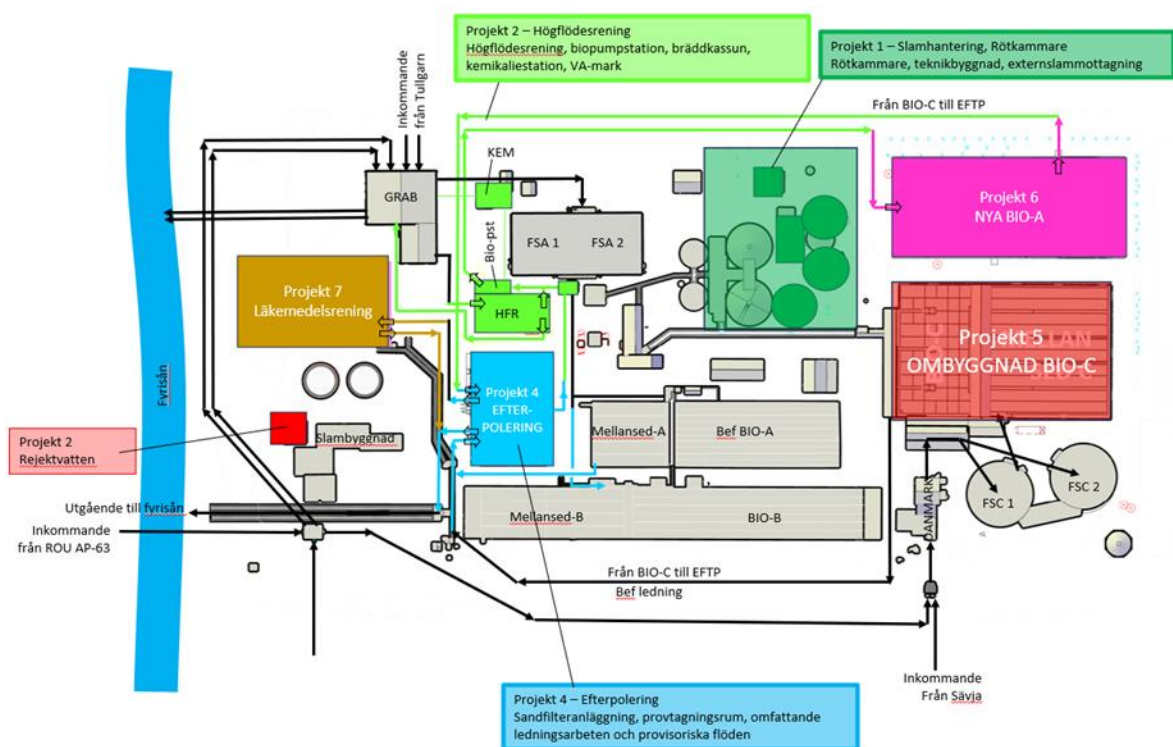
Scenario A, Kungsängsverket 2.0, utgör grundscenario vilken resterande scenarion, B-E, jämförs mot.

Scenario A. Kungsängsverket 2.0 - Behandling av spillvatten i en blandad fraktion

Scenario A, Kungsängsverket 2.0, är grundscenario. I scenariot leds BDT- och svartvatten från hushåll till ledningsnätet där det blandas med industrispillvatten. Industrispillvattnet har ofta genomgått föregående rening innan det släpps till spillvattennätet eftersom krav ställs på att det ska motsvara hushållsspillvattenkvalitet. Utöver spillvatten från hushåll och industrier utgörs inkommande spillvatten till Kungsängsverket också av tillskottsvatten, som kommer in i ledningsnätet via inläckage eller felkopplat dagvatten. Andelen tillskottsvatten ökar vid nederbörd, och har legat mellan 32–39 % på årsbasis de senaste fem åren. Slammet är Revaq-certifierat och återförs till jordbruksmark och biogasen kan användas som till exempel fordonsgas.

Framtida Kungsängsverket, 2.0, är dimensionerat för 330 000 pe och uppgraderas för att möta framtida behov av ökad kapacitet, mer långtgående reningskrav och att fortsatt möjliggöra en återföring av resurser i form av näringsämnen och mull, energibärande gaser och värme. Den mer långtgående reningen ökar även möjligheterna att i framtiden kunna rena vattnet ytterligare för leverans av tekniskt vatten. Kungsängsverket kommer fortsatt ha mekanisk, kemisk och biologisk rening och därtill ett tillkommande reningssteg för avskiljning av mikroföroreningar inklusive en förbehandling med efterpolering i sandfilter. Det planeras också för en separat rejektvattenrening för den mer koncentrerade vattenfasen som avskiljs vid avvattning av slam och en högflödesrening¹⁰ för att minimera effekterna av högflödessituationer orsakade av bland annat regn eller snösmältning. I Figur 4 visas en översiktlig layout över verket.

¹⁰ Högflödesreningen syftar till att rena en del av spillvattenflödet vid tillfällen då inkommande flöde är för högt för att behandlas i Kungsängsverkets huvudrening. Det innebär att det i stället för att brädda orenat spillvatten kan passera igenom högflödesreningen, där framför allt fosfor, organiskt och suspenderat material avskiljs.



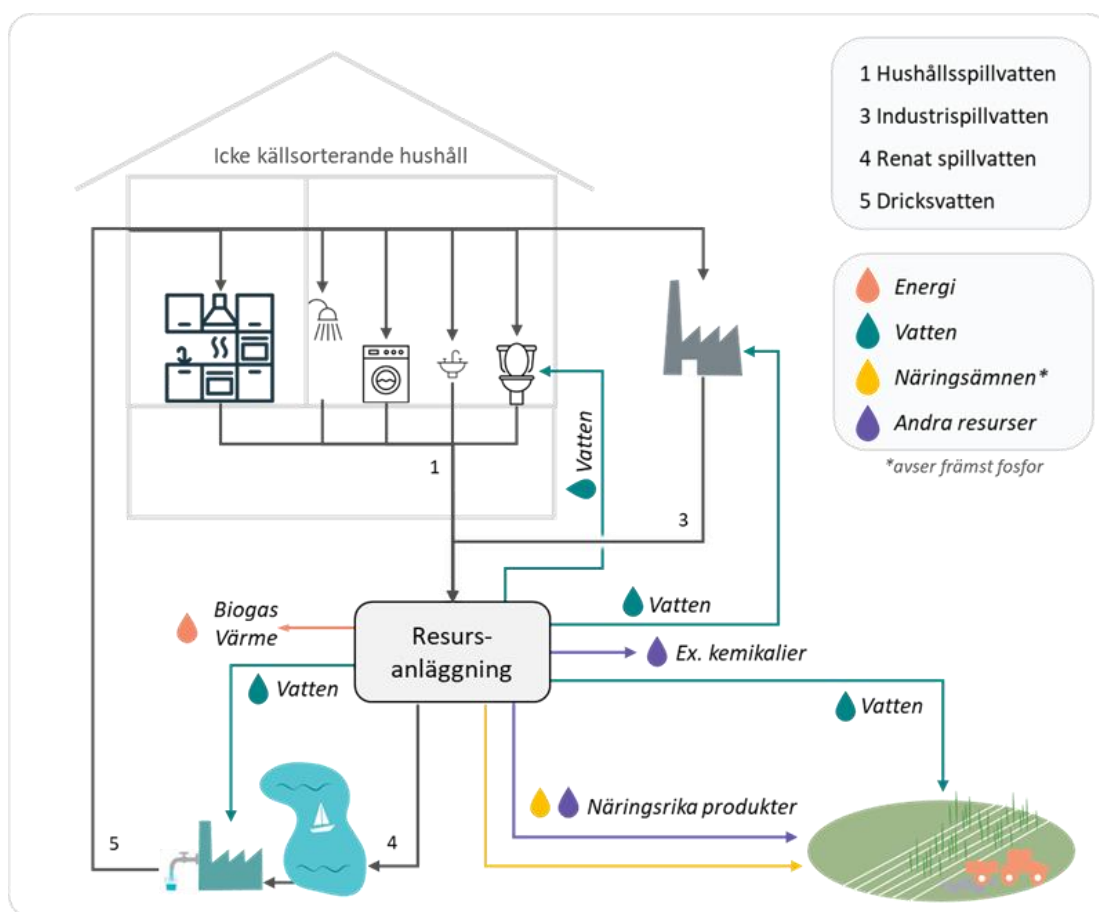
Figur 4 Översiktlig layout och projektprogram Kungsängsverket 2.0

Scenario B. Resursverk med blandat spillvatten i SÖS

I scenario B, resursverk med blandat spillvatten i SÖS, etableras ett nytt resursverk för behandling av ett blandat spillvatten i de sydöstra stadsdelarna för rening av såväl spillvatten från befintliga som nya stadsdelar. BDT- och svartvatten från hushåll leds tillsammans till det allmänna ledningsnätet där det blandas med en viss andel industrispillvatten. Industrispillvattnet kan behöva genomgå föregående rening innan det släpps till spillvattennätet. Nätet kommer både bestå av befintliga, äldre, ledningar och nya ledningar. Kapaciteten för resursverket planeras till 60 000 pe och beräknas vara på plats 2040–2045. Recipienten antas vara Ekoln, men det behöver utredas närmare i nästa skede.

Scenariot kan beskrivas med stöd av illustrationen av en resursanläggning hämtad från en syntesrapport som tagits fram på uppdrag av Naturvårdsverket (Figur 5, Baresel et al., 2024¹¹). Återvinning av renat spillvatten från resursverket för spolning av toaletter i hushållen ingår inte i scenariot.

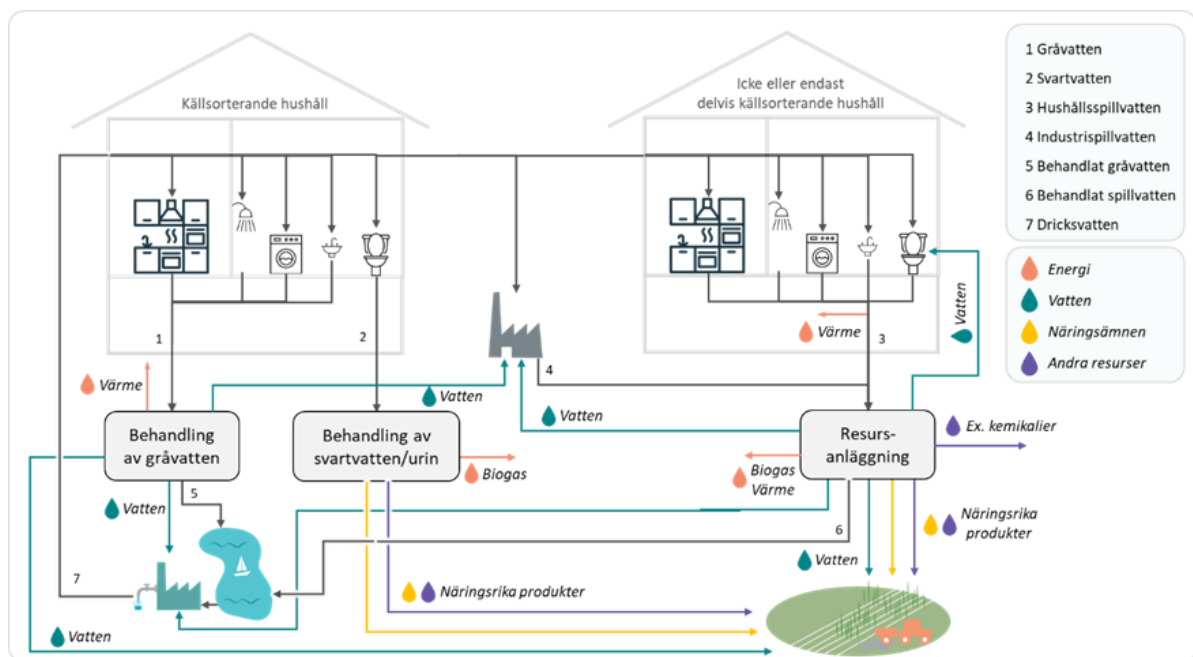
¹¹ Baresel et al., (2024) Återvinning och återanvändning av resurser från avlopp - Vägen framåt för Sverige baserat på kunskap och erfarenheter från praktiken. Naturvårdsverket. Rapport 7166. ISBN 978-91-620-7166-0. Hämtad: Återvinning och återanvändning av resurser från avlopp



Figur 5 Schematisk överblick över Scenario B, resursverk med blandat spillvatten i SÖS. Färgade pilar illustrerar de vägar för återanvändning alternativt återvinning av resurser som huvudsakligen är aktuella i scenariot (Baresel et al., 2024). Återvinning av renat spillvatten från resursverket för spolning av toaletter ingår ej i scenariot.

Scenario C. Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS

Scenario C, resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS, planeras för att ha en centraliserad hantering av både källsorterade (BDT- respektive svartvatten) och blandade spillvattenfraktioner i samma anläggning. BDT-vattnet leds med självfall och svartvattnet leds till resursverket med vakuumsystem. Spillvatten från industrin kan behöva genomgå föregående rening innan det släpps till spillvattennätet tillsammans med det blandade spillvattnet. Scenariot kan jämföras med alternativ III ("Samhällsanpassat kombinationssystem med både källsorterat och blandat spillvatten") i Naturvårdsverkets syntesrapport (Baresel et al., 2024) (Figur 6).

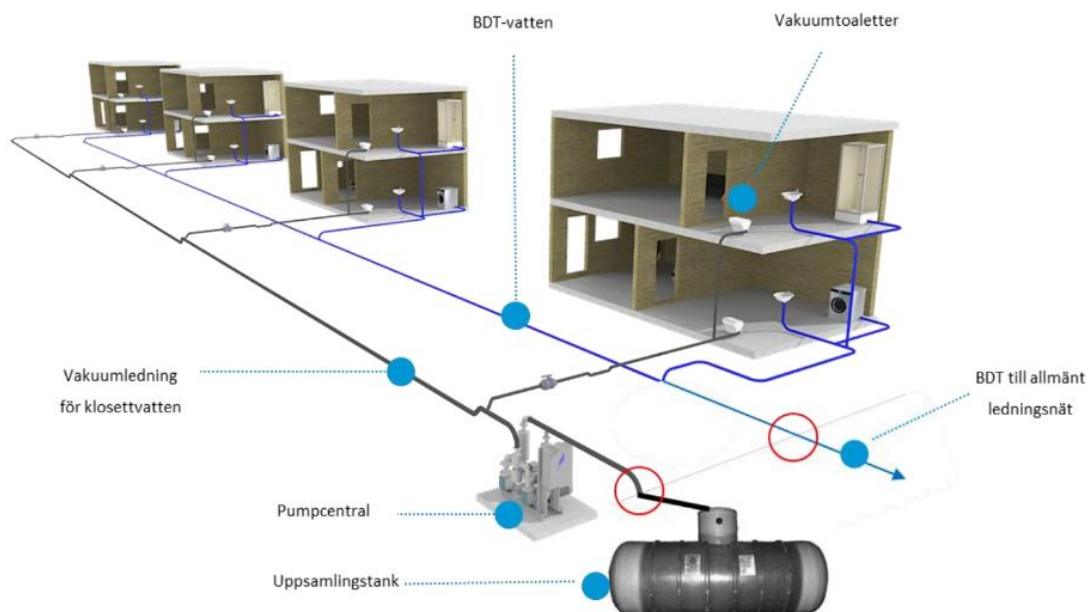


Figur 6 Schematisk överblick över ett Samhällsanpassat kombinationssystem med både källsorterat och blandat spillvatten. Färgade pilar illustrerar de vägar för återanvändning alternativt återvinning av resurser som huvudsakligen är aktuella i scenariot (Baresel et al., 2024). Återvinning av renat spillvatten från resursverket för spolning av toaletter ingår ej i scenariot.

Kapaciteten för resursverket planeras till 60 000 pe och beräknas vara på plats 2040–2045. Recipienten antas vara Ekoln, men det behöver utredas närmare i nästa skede. Andelen källsorterade fraktioner är inte fastställd men i scenarioanalysen antas den vara mellan 20–50 %. 20 % källsorterande fraktioner i de sydöstra stadsdelarna skulle motsvara cirka 4 300 bostäder och en belastning på cirka 10 000 pe. Det är ett betydligt större källsorterande system än de som finns i Sverige idag.

Scenario D. Lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå i SÖS

I scenario D, lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå i SÖS, källsorteras spillvattnet i två fraktioner, BDT- och svartvatten, och omhändertas lokalt på kvartersnivå. BDT-vattnet renas genom infiltrering i markbäddar och svartvattnet transporteras med vakuumsystem till uppsamlingstankar i kvarteret (Figur 7). I det här scenariot omfattas enbart alla nybyggda områden i de sydöstra stadsdelarna av källsortering på kvartersnivå. Spillvatten från verksamheter behöver sannolikt tas omhand på annat sätt vilket är en osäkerhet som inte utretts vidare i denna förstudie.

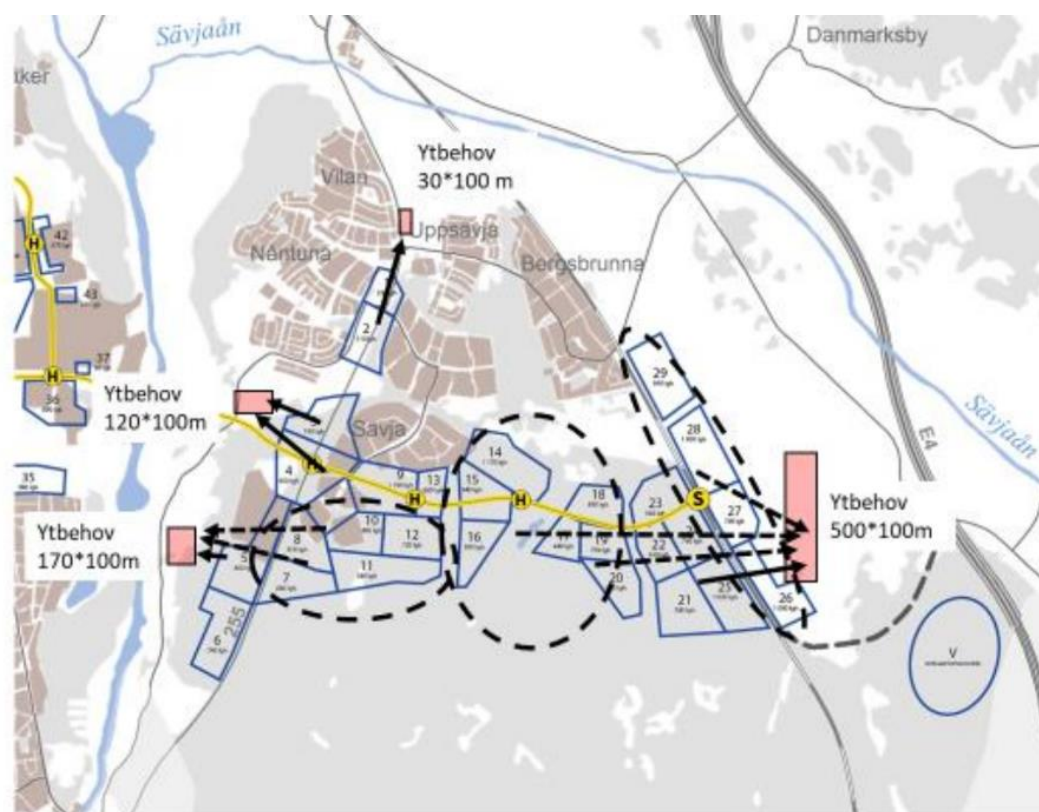


Figur 7 Schematisk beskrivning av vakuumsystem för svartvatten och separat hantering av BDT-vatten. Källa: Ecoloop (2020)¹².

Kapaciteten antas vara drygt 50 000 pe och systemet kommer byggas ut efterhand att de sydöstra stadsdelarna byggs ut fram till 2050. Det skulle krävas cirka 80 tankar för uppsamling av svartvatten i staden och tömningsfrekvensen beräknades vara cirka en tömning per tank och vecka, det vill säga drygt 4 000 tömningar per år. Svartvattnet transporteras därefter till lagringstankar placerade i närheten av lantbruk där avloppsfraktionen kan spridas efter ureabehandling. Ingen behandling av läkemedelsrester är möjlig och ingen biogas produceras från svartvattnet.

BDT-vattnet infiltreras och renas i markbäddar vilket är en utrymmeskrävande teknik. I Figur 8 har BDT-anläggningarna placerats ut över de sydöstra stadsdelarna motsvarande en total yta på cirka 8 ha. Det renade BDT-vattnet leds till omgivande vattendrag, Sävjaån respektive Fyrisån. Dessa tillkommande utsläpp till Sävjaån och Fyrisån är ett potentiellt hinder för att den enklare lokala reningen i markbäddar ska vara genomförbar. I PM Kunskapssammanställning beskrivs scenariot utförligare.

¹² Ecoloop., (2020) *Fördjupad förstudie avseende källsorterande avloppslösningar för nya stadsdelar i Knivsta och Uppsala*. Projektnummer: 2020–2053

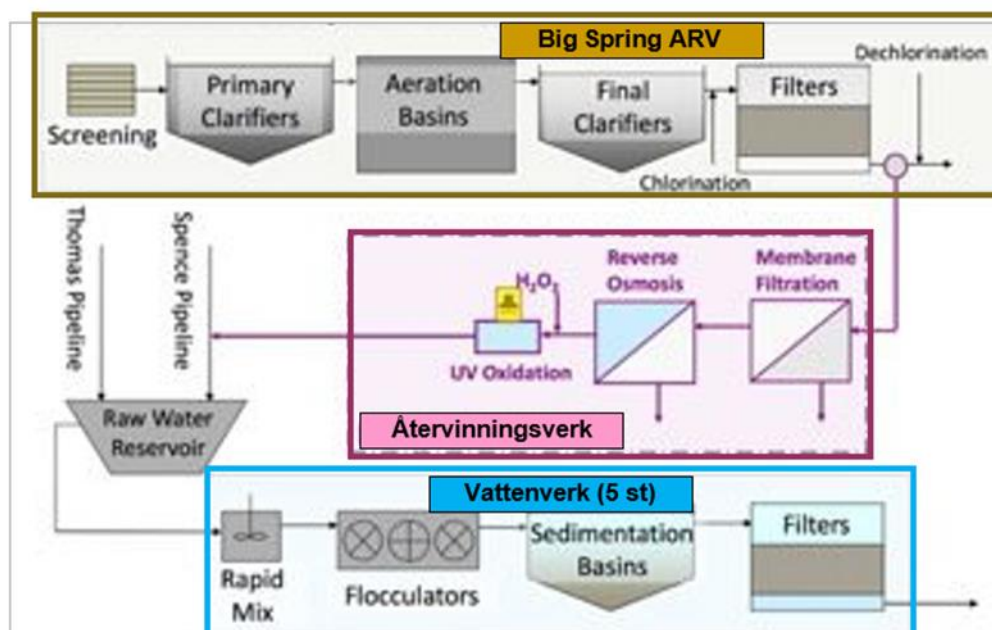


Figur 8 Lokalisering av BDT-anläggningar för nytillkommande bostäder i de sydöstra stadsdelarna illustreras i de rosa rektanglarna.

Scenario E. Resursverk med slutna system i SÖS

I scenario E, resursverk med slutna system i SÖS, renas en blandad spillvattenfraktion från hushåll och andra verksamheter till råvattenkvalitet för att sedan användas som råvatten vid produktion av dricksvatten. På så sätt uppnås ett mer slutet VA-system med långtgående återvinning av det renade spillvattnet. Spillvatten från industrin kan behöva genomgå föregående rening innan det släpps till spillvattennätet tillsammans med det blandade spillvattnet. Spillvattnet kommer först att genomgå en spillvattenrening i ett resursverk och därefter genomgå ytterligare rening i ett så kallat återvinningsverk. Vanligtvis är dessa steg någon form av filter såsom ultrafiltrering och/eller omvänd osmos samt desinficering med till exempel UV-ljus, se exempel från Big Spring i Colorado Figur 9. Kapaciteten för resurs- och återvinningsverket i de sydöstra stadsdelarna antas uppgå till 60 000 pe. I PM Kunskapssammanställning beskrivs scenariot utförligare. I rapporten *Rapport Slutna VA-System 240820* redovisas fler exempel på slutna VA-system i världen och hur de fungerar (Sweco, 2024¹³).

¹³ Sweco. (2024) *Slutna VA-System 240820*. På uppdrag av Uppsala Vatten och Avfall AB



Figur 9 Illustration över vattenåtervinning- och reningsprocessen i Big Spring i Colorado, USA (bild Swecos rapport).

Scenarioanalys - jämförelse baserat på SWOT-analys

För att jämföra de olika scenarierna med varandra utvärderades de utifrån fem aspekter; Miljö- och klimatpåverkan, Cirkulärt Uppsala, Resiliens, Ekonomi och Genomförbarhet. I den drivkraftsanalys som genomförts inom förestående förstudie identifierades de som viktigast för bolaget. Mer går att läsa i PM Målbild och drivkrafter. I Tabell 1 beskrivs aspekterna utförligare.

Tabell 1 Beskrivning av de aspekter som scenarierna utvärderats på i SWOT-analysen

Aspekt	Beskrivning
Miljö- och klimatpåverkan - Påverkan på recipient - Påverkan på mark - Utsläpp av växthusgaser - Klimatneutralitet	Utsläpp av renat spillvatten, näringsämnen, mikroföroreningar och bräddningar <i>till recipient</i> jämförs mellan scenarierna samt hur långtgående spillvattnet renas. När slam och andra möjliga produkter som produceras vid resursverket inklusive återvunnet vatten används på åkermark eller för andra ändamål sker en <i>påverkan på mark</i> med tillförsel av nyttigheter såsom till exempel näringsämnen och mull samtidigt som det finns en risk för tillförsel av metaller, läkemedelsrester och organiska föroreningar. <i>Utsläpp av växthusgaser</i> avser hela reningsprocessen och jämförs översiktligt mellan scenarierna. En <i>klimatneutral spillvattenhantering</i> innebär att det, utifrån ett klimatperspektiv, bidrar med nytta till samhället som ersätter fossila alternativ, möjliggör kolinlagring samtidigt som utsläpp av växthusgaser och klimatpåverkan minimeras.

Aspekt	Beskrivning
Cirkulärt Uppsala - Resurshushållning - Cirkuläritet	Spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna ska vara resurseffektiv och en del av ett <i>Cirkulärt Uppsala</i>. Detta genom <i>Effektiv dricksvattenanvändning</i>, en <i>Cirkulär återanvändning av näringsämnen</i> på åkermark och att vara <i>Energineutralt</i> med nyttjandet av energi i form av biogas och värme i spillvattnet. För att kunna återanvända resurserna i spillvattnet krävs att det finns en mottagare, både extern och intern. Samarbete med övriga samhällsaktörer är därför viktigt.
Resiliens - Robusthet och redundans - Säkerhet och beredskap	Resiliens innebär att spillvattenhanteringen behöver ha en förmåga att <i>motstå, anpassa sig efter och snabbt återhämta sig från förändringar och kriser</i>. Spillvattenhanteringen behöver vara <i>resilient</i> och <i>robust</i> för att kunna hantera klimatförändringar, förändrad demografi, en förändrad omvärld samt i värsta fall kris och krig och samtidigt upprätthålla sin funktion. Säkerhet och beredskap innebär att spillvattenhanteringen ska vara säker och skyddad från yttre hot och vid påverkan ha en beredskap för att hantera den, till exempel tillgång till reservkraft.
Ekonomi - Investering - Drift	<i>Ekonomi</i> innebär att spillvattenhanteringen i de sydöstra stadsdelarna bedöms utifrån en övergripande jämförelse av uppskattade <i>investeringskostnader</i> och <i>driftkostnader</i>.
Genomförbarhet - Teknikmognad - Juridik - Fysisk planering (<i>markanspråk, transportbehov och skalbarhet</i>)	Teknikmognad avser hur länge tekniken har funnits på marknaden och om det finns andra referenser nationellt och internationellt som använder likande teknik i fullskala. Juridik avser en översiktlig jämförelse av juridiska förutsättningar för spillvattenhanteringen. Fysisk planering avser bland annat spillvattensystemets behov av mark och lokalisering, logistik och transporter samt möjlighet att skalas upp för att kunna hantera ett ökat antal anslutna.

Sammanvägd bedömning och jämförelse av scenarios

Utifrån resultatet i SWOT-analysen sammanställdes en jämförelse mellan scenarierna där scenario A Kungsängsverket 2.0, utgör grundscenariot, vilken de resterande fyra scenarierna värderades mot. Värderingen gjordes utifrån en sjugradig skala, där jämförelsescenariot, Scenario A, i ljusblått, utgör grundscenariot. Ljusgrön och grön värderas högre än grundscenariot (där grön är högst) och gult, orange och rött värderas lägre än grundscenariot (där rött är lägst och orange är näst lägst) (Tabell 2).

Tabell 2 Sammanvägd bedömning och jämförelse av de studerade scenarierna. Scenario A, i ljusblått, utgör grundscenariot. Ljusgrön och grön värderas högre än grundscenariot (där grön är högst) och gult, orange och rött värderas lägre än grundscenariot (där rött är lägst och orange är näst lägst).

Aspekt	A Kungsängs- verket 2.0	B Resursverk med blandat spillvatten i SÖS	C Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS	D Lokala lösningar på kvarters- nivå i SÖS	E Resursverk med slutna system i SÖS
Miljö- och klimatpåverkan					
Cirkulärt Uppsala					
Resiliens					
Ekonomi					
Genomförbarhet					

Lägst			Grundscenariot			Högst
-------	--	--	----------------	--	--	-------

Miljö- och klimatpåverkan och Cirkulärt Uppsala

Scenario A, Kungsängsverket 2.0, kommer ha en långtgående rening med ett etablerat uppströmsarbete, vilket bidrar till att näringsämnen och mull kan återvinnas genom användning av avloppsreningsverkets hygieniserade slam på åkermark. Den långtgående reningen kommer även möjliggöra produktion av tekniskt vatten för intern användning. Lokalisering och befintlig infrastruktur bedöms begränsande idag då det gäller möjligheterna till mer långtgående industriell symbios och leverans av tekniskt vatten till närliggande verksamheter. På årsbasis utgörs mellan 32–40 % av inkommande spillvatten till Kungsängsverket av tillskottsvatten. Det leder till en mindre resurseffektiv reningsprocess och ökade utsläpp till recipient jämfört med övriga scenarios där nytt ledningsnät byggs. Med ett nytt ledningsnät minskar andelen tillskottsvatten initialt radikalt. I scenarierna (C och D) med källsorterade fraktioner då vakuumteknik används för transport av svartvatten, kommer inget tillskottsvatten att läcka in och fraktionen kommer vara mer koncentrerad och möjliggöra en mer resurseffektiv spillvattenrening för svartvatten samt mindre utsläpp till recipient.

Utsläppsvillkoren bedöms skärpas i framtiden och samtliga scenarios inkluderar en långtgående rening med undantag för scenario D med lokala källsorterande lösningar på kvartersnivå där ingen långtgående rening av mikroföroreningar och läkemedelsrester sker. De lokala recipienterna (Sävjaån och Fyrisån) är mycket känsliga, vilket är en risk vid implementering av enklare lokal rening av BDT-vatten i markbäddar där även en

möjlig negativ grundvattenpåverkan identifierats som en risk. Ytterligare en nackdel med scenario D är att rening av spillvatten från de nya stadsdelarnas verksamheter behöver säkerställas eftersom detta inte inkluderas i scenariot. Scenario D har fördelar såsom att vattenförbrukningen minskar och att en hög återvinning av näringsämnen, inklusive kväve, möjliggörs vid återföring av svartvatten till åkermark. Även lustgasemissionerna minskar eftersom svartvattnet inte behöver renas från kväve. Mängden vatten som släpps ut kommer vara lägre än i de andra scenarierna då hela området omfattar ett källsorterat system och att svartvattnet transporteras bort. En osäkerhet som identifierats är avsättningen av svartvattenfraktionen då det gäller avtal och affärsmodeller med användare samt myndighets- och framtida lagkrav.

Slamhanteringen i scenario D med uppsamling i tank och hygienisering med urea är det enda scenariot där biogasproduktion saknas. Detta är en nackdel eftersom biogasen inte kan användas som fossilfritt drivmedel (fordonsgas) eller för el- och värmeproduktion. Det vägs dock till viss del upp av fördelen att risken för metanutsläpp från slambehandlingen minskar utan rötning. Den omfattande logistiken med transport av slam i scenario D kommer bidra till en negativ klimatpåverkan.

I scenario C, resursverk med behandling av både blandade och källsorterade fraktioner, har fördelen att en separat svartvattenbehandling ökar möjligheterna att återvinna mer kväve och minska lustgasemissioner och dessutom förväntas biogasproduktionen öka markant. Det beror på att svartvattnet inte genomgår någon rening utan behandlas direkt i en rötkammare. I de scenarion som har delvis eller helt källsorterade fraktioner, scenario C och D, fås ett slam med högre kvalitet på grund av att de ämnen (metaller, kemikalier med mera) som återfinns i BDT-fraktionen sorterats bort. Separat BDT-vattenhantering i scenario C och scenario D, underlättar återvinning av såväl värme som vatten på fastighetsnivå. Ett resursverk med en andel källsorterade fraktioner (Scenario C) ökar potentialen för återvinning av näringsämnen, energi och vatten. En ny anläggning i det planerade verksamhetsområdet kan planeras för att möjliggöra synergier och industriell symbios med angränsande verksamheter. Detta gäller för samtliga scenarier med en ny, centraliserad anläggning (Scenario B, C och E), även om potentialen för mer långtgående återvinning bedöms högst i Scenario C tack vare de källsorterade fraktionerna.

I Scenario E "Resursverk med återvinning av spillvatten till dricksvatten" kompletteras ett resursverk för behandling av ett blandat spillvatten med ytterligare rening i ett så kallat återvinningsverk för att det renade spillvattnet ska renas till råvattenkvalitet och kunna återanvändas som dricksvatten. Det mer slutna systemet i scenario E har en mycket långtgående rening med mindre utsläpp till recipient, utöver utsläpp vid bräddning. Scenario E ger en långtgående cirkulär vattenhantering i de sydöstra stadsdelarna men till priset av en mycket hög energi- och resursförbrukning. Det finns även en osäkerhet kring acceptans och kvalitetskrav för återvunnet spillvatten som råvatten för dricksvattenproduktion samt en osäkerhet kring hur restströmmar från reningen omhändertas.

Möjligheten att använda det renade spillvattnet som tekniskt vatten av olika kvalitet skiljer sig mellan scenarierna. I scenario C är det möjligt att uppnå ett tekniskt vatten av extra hög kvalitet från BDT-fraktionen. I samtliga alternativ, förutom alternativ D, är det

möjligt att använda det renade spillvattnet i industriella processer. I scenario D är det enbart möjligt att använda orenat BDT-vatten på kvartersnivå.

För samtliga scenarier gäller att det finns osäkerheter kring gällande och framtida lagstiftning som påverkar möjligheterna att återvinna till exempel tekniskt vatten och slam/svartvatten. Dessutom finns en osäkerhet kring marknaden för återvunna produkter, varför det är viktigt att affärsmodeller och avtal kommer på plats för att minska riskerna kring detta.

Resiliens

Framtidens spillvattenhantering behöver vara resiliент och robust för att kunna hantera klimatförändringar, förändrad demografi och ha en förmåga att motstå och snabbt återhämta sig från förändringar och kriser. Kungsängsverket 2.0 (Scenario A) är och kommer vara en robust och driftsäker anläggning, ha en beprövad teknik samt en infrastruktur på plats för användning och distribution av biogas och värme. I ett långt perspektiv, på 50 års sikt, är det sannolikt att en eventuellt ytterligare tillbyggnation av Kungsängsverket kan bli en utmaning på grund av platsbrist, komplex geoteknik och närheten till Uppsala stad som växer. Resiliensen för spillvattenhanteringen i Uppsala bedöms öka om ett kompletterande avloppsreningsverk planeras i de sydöstra stadsdelarna (Scenario B, C och E). Med två reningsverk som kan omhänderta spillvatten ökar robustheten i systemet. Möjligheterna att bygga in flexibilitet som möjliggör ett omledande av spillvatten mellan verken skulle ge ytterligare resiliens. En nyetablering av en central hantering av spillvatten skulle även öka möjligheterna till att spillvattenhanteringen planeras utifrån ett kris- och beredskapsperspektiv med en uttalad funktion i det civila försvaret samt hantering av konsekvenserna av ett förändrat klimat. En fördel med scenario D (Lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå) är att hanteringen av spillvattnet inte är beroende av en central spillvattenhantering. Dock medför källsorterande system ett behov av vakuumteknik på fastighets- och kvartersnivå vilket är teknik under utveckling och ett obeprövat system i denna skala (gäller även scenario C).

I scenario C bedöms ett resursverk som både har rening av en blandad spillvattenfraktion och två källsorterade fraktioner öka resiliensen och flexibiliteten då verket har fler alternativ för rening och behandling av både spillvatten och slam.

Samtliga scenarion, förutom scenario D, är beroende av el- och värmeförsörjning och leverans av kemikalier. Det finns dock en möjlighet att använda den producerade biogasen på verken för att producera el och värme och på så sätt bli självförsörjande på energi.

Scenario E (resursverk med slutna system) ger en ökad resiliens för spillvattenhantering och råvattenproduktion eftersom det ökar antalet anläggningar i Uppsala. De risker som finns kring att det är en obeprövad teknisk lösning för råvattenproduktion och att det är en avancerade teknik som krävs med betydande behov av energi och kemikalier är en stor nackdel och risk ur ett beredskapsperspektiv.

Ekonomi

Fördjupade ekonomiska utredningar har inte genomförts inom ramen för denna förstudie men några övergripande slutsatser kan dras vid jämförelse av scenarierna A-E.

Samtliga scenarier B-E innebär nyinvesteringar. Behovet av ett resursverk i scenario B, C och E i de sydöstra stadsdelarna styrs av utbyggnadstakt i såväl de sydöstra stadsdelarna som i Uppsala i stort.

Det finns skalfördelar med en central hantering av spillvatten vilket medför lägre driftkostnader vid behov av långtgående rening och slambehandling.

Både investerings- och driftkostnaden kommer bli avsevärt högre för Scenario E än för de andra alternativen då ytterligare ett verk ska byggas och driftas. Det är även en obeprövad teknik för rening av spillvatten till dricksvattenkvalitet i Sverige, vilket medför risker. Det finns idag ett behov av att säkra råvattentillgång och kapacitet för framtiden i Uppsala. Mot bakgrund av att det idag inte finns någon känd akut, långvarig, råvattenbrist bedöms det orimligt att motivera de kraftiga investerings- och driftkostnadsökningarna och osäkerheter som finns kopplat till återvinning av spillvatten till dricksvattenkvalitet.

Innan vidare utredningar, behöver det fastställas vilka kostnader som ska tas av VA-kollektivet och skattekollektivet. Det kommer också vara viktigt att göra en fördjupad kostnads-nyttoanalys där kostnaderna för implementeringen av källsorterande system vägs mot samhällsnyttorna som möjligheterna med ökad återvinning, minskad klimatpåverkan och minskade utsläpp medför.

Genomförbarhet

En nackdel som identifierats med scenario B, C och E är att tekniker för kväveåtervinning kräver resurser i form av energi och kemikalier och är i behov av fortsatt teknikutveckling. En nackdel med scenario D är att BDT-reningen i markbäddar har ett stort ytbehov och det krävs en omfattande logistik med transporter och utrymme för lagring och tömning svartvattentankar. Det finns också en risk för lukt- och bullerproblem vid lagring och tömning av tankarna.

Genomförbarheten av Scenario E försvåras eftersom det både är tekniskt och juridiskt obeprövat att producera råvatten av renat spillvatten i Sverige. Det faktum att det krävs en avancerade teknik med betydande behov av energi och kemikalier är dessutom en stor nackdel och risk ur ett beredskapsperspektiv.

Källsorterande system har ett behov av vakuumteknik på fastighets- och kvartersnivå vilket är en teknik under utveckling och ett förhållandevis obeprövat system i denna skala vilket påverkar genomförbarheten för både scenario C och D. En annan identifierad risk i scenario C är att implementering av källsorterande system i delar av de sydöstra stadsdelarna kan innebära mer komplext genomförande med fler ledningar samt behov av provisorier som försvårar genomförbarheten och ökar kostnaderna.

Det finns juridiska osäkerheter för införande av källsorterade system. En osäkerhet är om det kan bekostas av VA-kollektivet eller inte. Det har inte prövats i svensk domstol än.

Slutsats scenarioanalys

Baserat på resultatet av scenarioanalysen och de utvärderade aspekterna Miljö- och klimatpåverkan, Cirkulärt Uppsala, Resiliens, Genomförbarhet och Ekonomi, föreslås att

de fortsatta utredningarna om spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna fokuserar på scenarierna:

- A. Spillvatten behandlas i Kungsängsverket 2.0
- B. Resursverk med blandat spillvatten i SÖS
- C. Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS

Scenario D och E föreslås ej utredas vidare, motiven till detta beskrivs nedan.

Scenario D med lokala lösningar skulle bidra till en ökad cirkuläritet av näringsämnen, särskilt kväve, och minskade växthusgasemissioner men har en mindre långtgående rening och ingen biogasproduktion. Scenariot bedöms orimligt att genomföra i denna skala som omfattar hela sydöstra staden. Dels för att BDT-vattenrening i markbäddar är väldigt ytkrävande och svårt att inrymma, dels eftersom källsorterande system har ett behov av vakuumteknik på fastighets- och kvartersnivå vilket är en teknik under utveckling och ett obeprövat system i denna skala. Det krävs en omfattande logistik med transporter, utrymmen för lagring och tömning av svartvattentankar, vilket bedöms orimligt ur ett genomförandeperspektiv.

Scenario E med slutna system bedöms bidra till en mer långtgående cirkuläritet och resiliens för spillvattenhantering och råvattenproduktion eftersom det ökar antalet anläggningar i Uppsala. Men de risker som finns kring att det är en obeprövad teknisk lösning för råvattenproduktion och att det krävs en avancerade teknik med betydande behov av energi och kemikalier är en stor nackdel och risk ur ett beredskapsperspektiv. Mot bakgrund av att det idag inte finns någon känd akut råvattenbrist i Uppsala bedöms det orimligt att motivera de kraftiga investerings- och driftkostnadsökningarna där även genomförbarheten bedöms svår med en teknisk lösning som är både tekniskt och juridiskt oprövad.

Samtliga scenarios innebär ökade kostnader jämfört med grundscenariot Kungsängsverket 2.0 varför en fördjupad kostnad-nyttoanalys behöver tas fram för de scenarion som blir aktuella att ta vidare i det fortsatta arbetet (Scenario A, B, och C). I analysen behöver även konsekvenserna av en lägre utbyggnadstakt och framtida kapacitetsbehov beaktas innan beslut om och när ett nytt resursverk kan byggas i de sydöstra stadsdelarna.

6. Sammanfattande slutsatser

Baserat på resultatet av scenarioanalysen föreslås att de fortsatta utredningarna om spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna fokuserar på scenarierna:

- A. Spillvatten behandlas i Kungsängsverket 2.0
- B. Resursverk med blandat spillvatten i SÖS
- C. Resursverk med både blandat och källsorterat spillvatten i SÖS

Det finns både stora möjligheter och utmaningar med att bygga ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna. Ett resursverk är helt i linje med den fördjupade

översiktsplanens målsättning för utvecklingen av stadsdelarna. Resursverket kommer att kunna vara med och bidra till cirkulära lösningar genom att resurserna i spillvattnet tas omhand, såsom näringsämnen, energi och vatten. En förutsättning för att kunna uppnå det är att Uppsala Vatten tidigt börjar samverka med kommunen och andra intressenter av resurserna i spillvattnet. Det är i tidiga skeden och dialoger som bolaget kan identifiera de behov som behöver tillgodoses över en längre tid. För att få möjlighet att påverka området krävs en stor insats för att bygga relationer och nätverk mellan exempelvis arkitekter, exploatörer, företag och andra intressenter.

Infrastrukturplanen visar att det är planeringsmässigt möjligt att införa källsorterade lösningar i delar av området, 17–55 %. Hur stor andel är starkt beroende av utbyggnadsordningen och när områdena behöver ha fått VA installerat samt behov av provisoriska lösningar. De slutsatser som Infrastrukturplanen drar, bygger på den utbyggnadsordning som kommunen angav vid framtagandet av planen. Vid ändringar av utbyggnadsordning, behöver analysen av hur stor del av området som kan omfattas av ett källsorterat system ses över.

Möjligheten för verksamheter att använda tekniskt vatten i sina processer beror också av utbyggnadsordningen i verksamhetsområdet. Det mest fördelaktiga är att resursverket finns på plats när verksamheterna etableras, men det kan även vara möjligt att de inledningsvis har provisoriska lösningar för vattenförsörjningen.

Ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna skulle ha en lägre andel tillskottsvatten än Kungsängsverket och ha större möjligheter att uppnå en mer resurseffektiv rening. En ny anläggning skulle möjliggöra utformning av slambehandling och nya tekniker som möjliggör en mer långtgående resursåterföring, synergier och industriell symbios med kringliggande verksamheter. Denna möjlighet bedöms vara ännu större om en andel av inkommande spillvatten utgörs av källsorterande fraktioner eftersom det ökar möjligheterna till resursutvinning samtidigt som det även minskar en negativ påverkan på miljön och klimat. Källsorterade system bedöms försvåra genomförbarheten, både på grund av att det är ett förhållandevis obeprövat system tekniskt och ökar komplexiteten i planering och genomförande. Dessutom finns juridiska utmaningar i dagens lagstiftning som behöver beaktas, bland annat behöver de tillkommande kostnaderna för ett källsorterat system kunna motiveras.

Innan vidare utredningar initieras behöver det fastställas vilka kostnader som ska tas av VA-kollektivet och skattekollektivet. Det kommer också vara viktigt att göra en fördjupad kostnads-nyttoanalys där kostnaderna för implementeringen av källsorterande system vägs mot samhällsnyttorna som möjligheterna med ökad återvinning, minskad klimatpåverkan och minskade utsläpp medför.

I Sverige finns idag källsorterade system implementerade i olika skala med både lokal hantering (uppsamling av svartvatten i tank och rening av BDT-vatten i markbäddar) och centraliserad hantering i ett resursverk. Bland annat i Munga utanför Västerås där källsorterat spillvatten behandlas lokalt och i Helsingborg där fraktionerna renas i RecoLab som är ett resursverk för utveckling av lösningar för återvinning av resurser i ett källsorterat spillvatten. Ett antal städer i Europa har också infört källsorterande VA-system. Några städer är Gent i Belgien, Vigo i Spanien och Hamburg i Tyskland. Skalan

varierar mellan mindre, fastighetsnära lösningar på kvartersnivå till att omfatta en hel stadsdel med upp till 1 200 pe. Drivkrafterna varierar, för vissa syftar implementeringen av källsorterande lösningar att öka möjligheten att återvinna vatten och värme från BDT-vattnet och för andra att också nyttja den ökade biogaspotentialen i svartvattnet.

Kungsängsverket 2.0 är en robust och driftsäker anläggning med beprövad teknik, men med de möjligheterna ett nytt resursverk skulle ge bedöms Uppsalas spillvattenhantering bli ännu mer resilient och flexibel med ett verk till. Två reningsverk skulle öka kapaciteten på sikt och möjliggöra att spillvatten kan fördelas mellan anläggningarna. Samtliga scenarion, förutom scenario D, är beroende av el- och värmeförsörjning och omfattande leveranser av kemikalier. Det finns dock en möjlighet att använda den producerade biogasen för att producera el och värme och på så sätt bli självförsörjande på energi. Det är också möjligt att använda det renade spillvattnet som tekniskt vatten internt på verken för att öka graden av självförsörjning. Sammanfattningsvis kan resurser i spillvattnet bidra till en resiliens och ökad beredskap vid kris eller krig där till exempel näringsämnen kan användas lokalt som gödselmedel och biogas för att producera drivmedel, el och värme.

Transport av spillvatten är en central del för att åstadkomma ett system med resurseffektiv spillvattenhantering. Det konventionella självfallssystemet har fördelen att det är driftsäkert och har lågt underhållsbehov och acceptansen i samhället är hög för systemet. Nackdelarna är att tillskottsvatten har en förmåga att tränga in i ledningsnätet och vid regnväder är det inte ovanligt att merparten av vattnet som transporteras i spillvattensystemet är tillskottsvatten. Detta medför merkostnader i form av energi i pumpstationer och reningsverk, ökad kemikalieförbrukning, orsakar störningar och ger en mindre effektiv reningsprocess. Även risken för bräddningar ökar både i pumpstationer och vid reningsverk. Ett resursverk i de sydöstra stadsdelarna skulle ha en mindre andel tillskottsvatten tack vare nytt ledningsnät med mindre inläckage och färre felkopplingar av dagvatten. Eventuell källsortering av spillvatten med transport med vakuum och trycksatta system för transport av svartvattenfraktionen skulle minska vattenförbrukning med cirka 15–20 % och inläckage ytterligare.

De största drivkrafterna i utformningen av en resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna är *Klimatneutralt resursverk*, *Hög resiliens* och *Cirkulärt Uppsala*. Ett möjligt resursverk behöver vara en del av samhället för att möjliggöra att målsättningarna kring resurseffektiv spillvattenhantering uppnås. Tidig dialog bör föras med kommunpolitiken, byggherrar, kommunen och möjliga framtida etableringar som kan vara mottagare och del i en symbios. I dialogen är det viktigt att Uppsala Vatten är tydlig med att bolaget själva inte kan planera för och driva ett resursverk utan det förutsätter att andra aktörer är aktiva och är del av infrastrukturlösningar på samhällsnivå.

Det kommer vara viktigt för Uppsala Vatten att vara en del av planeringen av de sydöstra stadsdelarna och det nya verksamhetsområdet för att ta tillvara på den möjlighet som en ny stadsdel innebär då det gäller att implementera en resurseffektiv, resilient och långsiktigt hållbar spillvattenhantering. Detta innebär att det fortsatta

arbetet behöver resurssättas och planeras i en gemensam konstellation med kommunen och näringslivet.

7. Förslag till inriktningsbeslut

Förstudiens resultat och rekommendationer bygger på förutsättningarna i den fördjupade översiktsplanen för de sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna och områdets infrastrukturplan.

Baserat på den förstudie som genomförts kring alternativ för resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna och ett möjligt resursverk föreslås följande inriktningsbeslut:

- att utreda hur Kungsängsverket 2.0 (Scenario A) kan hantera spillvattenflödena från de sydöstra stadsdelarna i symbios med övrig stadsutveckling
- att parallellt fortsätta planera för ett möjligt resursverk (Scenario B och C) för en mer resurseffektiv spillvattenhantering i de sydöstra stadsdelarna
- att inte fortsätta utreda alternativen med slutna system (Scenario E) och lokala lösningar med källsortering på kvartersnivå (Scenario D)
- att resursverket planeras utifrån att en viss andel källsorterade fraktioner kan vara aktuellt.

8. Relaterade dokument

Detta underlag baseras på resultatet av ett antal delrapporter som tagits fram inom ramen för Förstudie resursverk.

1. PM Målbild och drivkrafter
2. PM Planeringsförutsättningar
3. PM Kunskapssammanställning
4. PM Fortsatta utredningar och tidslinje
5. Ordlista och begreppsförklaring

Teknisk försörjning

Avfallshanterings utformning för att bidra till cirkulära flöden och avfallsförebyggande åtgärder

Innehåll

1	Bakgrund	2
2	Syfte	2
3	Förutsättningar för avfallshantering utifrån nuvarande behov och lagstiftning	3
3.1	Fastighetsnära insamling	3
3.2	Återvinningscentral.....	3
3.3	Utformningen av stadsdelarna	3
4	Möjliga lösningar cirkulär Multihubb.....	4
4.1	Multihubb	4
	Bilagor	5

1 Bakgrund

Ett av Uppsala kommuns nuvarande utvecklingsprojekt har arbetsnamnet "de Sydöstra stadsdelarna" och handlar om planering för hållbar utveckling av ca 20 000 nya bostäder och tusentals arbetsplatser invid en ny järnvägsstation och en ny spårväg i de södra delarna av Uppsala. Uppsala kommun har tagit fram en fördjupad översiktsplan som innehåller prioriteringar om att stadsdelen ska vara både produktiv, livskraftig samt resurseffektiv och klimatpositiv.

Utbyggnaden av de nya stadsdelarna kommer att ske under lång tid. Planeringen av de nya stadsdelarna behöver därför beakta att avfallshantering, lagstiftning och konsumtionsmönster förändras över tid. Det innebär att områdets avfallsutrymmen behöver planeras med flexibilitet för att kunna anpassas till förändrat antal avfallsfraktioner och förändrade avfallsmängder. Stadsdelen behöver planeras så att invånarna får tillgång till återvinningscentral.

En viktig aspekt för stadsdelen är att den ska vara resurseffektiv och klimatpositiv. För att nå planens prioriteringar utreder kommunen om multihubbar kan möjliggöra och stimulera till hållbara livsstilar och därmed stödja utvecklingen av en stadsmiljö i enlighet med den fördjupade översiktsplanens prioriteringar. Uppsala Vatten och Avfall bidrar till kommunens stadsutvecklingsprojekt med fokus på bolagets ansvar för cirkulära flöden och avfallsförebyggande åtgärder.

Kommunens förslag till multihubbar innefattar funktioner för hållbar mobilitet, cirkuläritet, social integration och framtidens tekniska försörjningssystem. Exempel på dessa funktioner kan vara: cykelverkstad, återbruksverkstad, festlokal för uthyrning, varuutlämningskåp, lokal för delningstjänster och reparationer, kollektiv energilagring, bilpooler eller andra mobilitetslösningar, etc. Multihubben ersätter således inte behovet av återvinningscentral utan syftar till att vara ett komplement där insamling av vissa fraktioner kan ske för boende i området.

2 Syfte

Syftet med förestående PM är att beskriva förutsättningarna för avfallshantering utifrån nuvarande behov och lagstiftning samt att beskriva hur framtidens avfallsförsörjning kan bidra till avfallsförebyggande och cirkulära flöden i de Sydöstra stadsdelarna.

3 Förutsättningar för avfallshantering utifrån nuvarande behov och lagstiftning

3.1 Fastighetsnära insamling

Fastighetsnära insamling är ett lagkrav från och med 1 januari 2027 och kommer att tillämpas i hela Uppsala. Det innebär att alla hushåll i Uppsala ska kunna få restavfall, matavfall, tidningar, plast-, pappers-, metall- och glasförpackningar hämtade vid fastighetsgränsen, eller i nära anslutning till den.

Fastighetsnära insamling syftar till att öka sorteringsgraden och därmed se till att mer material återvinns och att materialet cirkuleras till nya förpackningar och produkter. Avfall Sveriges statistik visar att det nu är 75 kommuner som har infört fastighetsnära insamlingar för en- och tvåfamiljshus. Den totala mängden insamlade förpackningar och returpapper per person är betydligt högre i kommuner med fastighetsnära insamling¹. Rapporten visar också att kunder med möjlighet att lämna sin sortering fastighetsnära är nöjdare².

3.2 Återvinningscentral

Planeringen av de nya stadsdelarna innebär även att det kommer att behövas en ny återvinningscentral i anslutning till de Sydöstra stadsdelarna. Återvinningscentral behövs för att möta nuvarande och framtida lagkrav och kan även bidra till innovation och omställningen till en cirkulär ekonomi.

Det finns idag lagkrav på sortering av materialslag som hanteras vid återvinningscentral. Återvinningscentral behövs även för att klara miljö kvalitetsmål gällande ökad återanvändning och materialåtervinning av kommunalt avfall. Insamling vid återvinningscentral utgör även möjlighet för testbäddar för forskning och utveckling.

3.3 Utformningen av stadsdelarna

Uppsala Vatten strävar efter att erbjuda likvärdig service till alla invånare i kommunen. Utifrån befolkningstäthet och stadsplanering så fördelas återvinningscentraler på strategiska platser i staden och i kransorterna.

¹ Avfall Sverige. *Nu är hushållsavfall i siffror här*. (2023). [Nu är Hushållsavfall i siffror här - Avfall Sverige](#) (Hämtad 2025-02-13)

² Avfall Sverige. *Fastighetsnära insamling ger bättre sortering*. (2020). [Fastighetsnära insamling ger bättre sortering - Avfall Sverige](#) (Hämtad 2025-02-13)

4 Möjliga lösningar cirkulär Multihubb

För att ta fram förslag till multihubbars utformning för att bidra till cirkulära flöden och avfallsförebyggande har Uppsala Vatten anlitat IVL Svenska Miljöinstitutet. Resultaten från IVL:s utredningar finns sammanställt i rapporterna (se även Bilaga 1):

1. Bedömning Uppsala Vatten och Avfalls juridiska förutsättningar att arbeta avfallsförebyggande utifrån tidigare utredningar – delleverans 1
2. Benchmark kommuners cirkulära och avfallsförebyggande funktioner
3. Behov av cirkulära och avfallsförebyggande funktioner
4. Möjliga lösningar cirkulär Multihubb

4.1 Multihubb

Multihubbarnas huvudsyfte är att bidra med mobilitetslösningar men på ett övergripande plan ska de uppfylla såväl, ekonomiska, som ekologiska och sociala hållbarhetsmål genom att främja hållbara livsstilar och agera i avfallsförebyggande syfte.

Avfallsbranschen har en riktlinje som hänvisar till att insamlingen av avfall vid ny- och ombyggnation även ska omfatta lösningar för minst följande återbruks- och avfallsfraktioner³:

- Returpapper, t.ex. tidningar
- Elektronik, ljuskällor och batterier
- Grovavfall
- Återbruk
- Textil

Utformningen av stadsdelarna, befolkningsstrukturen och socioekonomiska aspekter påverkar även vilka funktioner som ska finnas i multihubbarna. Uppsala Vatten fortsätter arbetet med att utreda hur multihubbar kan formas för att tillmötesgå behovet av insamlingen av bland annat fler avfallsfraktioner för att främja cirkulära flöden i takt med förändrad avfallslagstiftning och konsumtionsmönster.

Likaså kommer bolagets informationsinsatser om avfallsförebyggande åtgärder fortsätta utvecklas med förändrad avfallshantering.

³ Avfall Sverige. Handbok för avfallsutrymmen - Riktlinjer för utformning av avfalls utrymmen vid ny- och ombyggnation. ver. 1.0. 2023.

Frågeställningar som bolaget ska fortsätta jobba vidare med:

- Utifrån medborgardialogen som utförs inom ramarna för Net Zero Cities vårterminen 2025, utreda vilka avfallsförebyggande funktioner som ska främjas i multihubbarna.
- Dimensionera för insamling återbruks- och insamlingsfraktioner i enlighet med Avfall Sveriges riktlinjer vid ny- och ombyggnationer.
- Delta i utredning om affärsmodeller och samverkansformer.
- Anpassa kommunikationsinsatser för att främja cirkulära lösningar och avfallsförebyggande åtgärder för allmänheten i relation till multihubben.

Uppsala Vatten kommer således att arbeta vidare genom att bidra till cirkulära flöden och avfallsförebyggande.

Bilagor

Bilaga 1 **Utredningar IVL**