

Dagvattenutredning

Kronåsen 1:1 och 1:14, Uppsala
2025-03-04

Författare	Johan Sandström Lundh, Linnea Eriksson, Christoffer Grunewald
Beställare:	Vasakronan via Liljevall
Beställarens projektnummer:	
Konsultbolag:	Structor Vatten & Miljö Uppsala AB
Uppdragsnamn:	Dagvattenutredning Kronåsen 1:1 och 1:14
Uppdragsnummer:	1475
Datum:	2025-03-04
Uppdragsledare:	Johan Sandström Lundh
Handläggare/utredare:	Johan Sandström Lundh Linnea Eriksson Christoffer Grunewald
Granskare:	Per Askling
Status:	Granskningshandling

Sammanfattning

I Polacksbacken, cirka två kilometer sydväst om Uppsala centralstation, detaljplaneras det inom fastigheterna Kronåsen 1:1 och 1:14 för möjliggörande av nya byggrätter för laboratorium och kontor i anslutning till Uppsala Science Park. Föreliggande dagvattenutredning syftar till att beskriva de förändringar gällande dagvatten som förväntas uppstå i samband med planerad exploatering.

Utredningsområdet ligger inom avrinningsområdet till ytvattendraget Fyrisån och inom tillrinningsområdet till Uppsalaåsen, där Fyrisån och Uppsalaåsen utgör recipient för dagvatten respektive grundvatten från utredningsområdet. Infiltrationsförutsättningarna för dagvatten bedöms vara låga till måttliga inom utredningsområdet. Att notera är dock att delar av utredningsområdet anses vara viktiga områden för grundvattenbildning till Uppsalaåsen, både ur ett kvantitativt samt kvalitativt perspektiv, och riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet ska följas.

Utifrån Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering så ska 20 mm nederbörd tas omhand, vilket medför en erforderlig fördröjningsvolym på 141 m³. Denna fördröjningsvolym föreslås, i enlighet med Uppsala kommuns riktlinjer och Vattenprogram, uppnås genom regnbäddar, infiltrationsytor och regnåtervinning (toalettpolning inom en av tre planerade byggnader).

Med föreslagna dagvattenlösningar och släckvattenzon följs Uppsala Vattens riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet enligt känslighetsklass Ha.

Föroreningsberäkningarna indikerar att den årliga föroreningsbelastningen för samtliga studerade ämnen kommer att minska med föreslagna dagvattenåtgärder för utredningsområdet som helhet. De föreslagna förändringarna inom utredningsområdet bedöms därför ha en positiv inverkan på recipientens möjligheter att uppnå god status, givet att föreslagna lösningar för dagvattenhantering genomförs.

Förutsatt att föreslagna skyfallsåtgärder utförs förväntas den planerade ombyggnationen inte öka översvämningsrisken, varken inom utredningsområdet, kringliggande områden eller områden nedströms. Föreslagen höjdsättning bör avvattna gårdsytor och hårdgjorda ytor mot lokalgatorna, som i sin tur avvattnas till nedströms dike vidare mot Fyrisån. Då höga flöden kan förväntas längs planerade lokalgator är det särskilt viktigt att beakta höjdsättning av färdigt golv och entréer. Vid planerade garagedfarter bör det finnas en upphöjning eller ränna som försvårar inflöde mot garagedfarten.

Innehåll

1. Inledning.....	6
2. Kommunal riktlinjer för dagvattenhantering	7
3. Underlag och tidigare utredningar	8
4. Förutsättningar för dagvattenhantering	9
4.1. Befintlig och planerad markanvändning	9
4.1.1. Befintlig markanvändning	9
4.1.2. Planerad markanvändning	10
4.2. Markförutsättningar och grundvatten	11
4.2.1. Jordarter	11
4.2.2. Grundvatten	13
4.2.3. Föroreningar	13
4.3. Avvattningsvägar	13
4.3.1. Befintliga avvattningsvägar	14
4.3.2. Planerade tekniska avrinningsområden	16
4.4. Vattenskyddsområde och känslighetsklassning avseende grundvatten	16
4.5. Recipienter	17
4.5.1. Ytvattenrecipient: Fyrisån	18
4.5.2. Grundvattenrecipient: Uppsalaåsen-Uppsala	19
5. Dagvattenberäkningar	20
5.1. Beräkningsmetodik	20
5.1.1. Dimensionerande flöden	20
5.1.2. Fördröjning enligt Uppsala Vattens riktlinjer	20
5.2. Resultat flödesberäkning	21
5.3. Resultat fördröjningsvolym	22
6. Förslag till dagvattenhantering	23
6.1. Systemlösning för dagvattenhantering	23
6.2. Principlösningar	27
6.2.1. Regnbäddar	27
6.2.2. Alternativ dagvattenlösning: Gröna tak	29
7. Föroreningar	30
7.1. Bedömning av recipientpåverkan	32
7.1.1. God ekologisk status	32
7.1.2. God kemisk status	33
7.1.3. Sammantagen bedömning	34
8. Skyfallshantering	35
8.1. Dagens översvämningssituation	35

8.2. Hantering av skyfall i planerad situation.....	36
8.2.1. Principer för skyfallshantering	36
8.2.2. Sekundära avrinningsvägar och översvämningsvolym.....	37
9. Slutsats och rekommendationer	40
Referenser	41

Bilaga 1 – Avvattningsplan Kronåsen 1:1 och 1:14

Bilaga 2 – StormTac Kronåsen 1:1 och 1:14

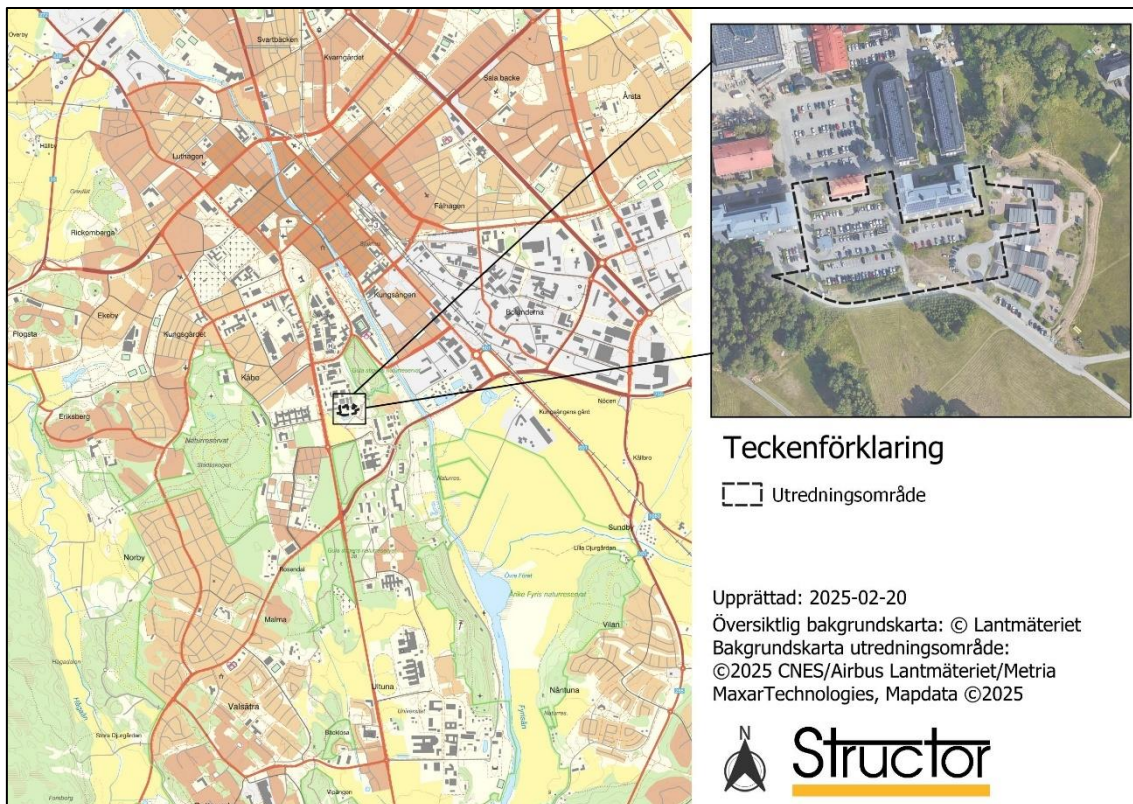
Bilaga 3 – Skyfallshantering Kronåsen 1:1 och 1:14

1. INLEDNING

I Polacksbacken, cirka två kilometer sydväst om Uppsala centralstation, detaljplaneras det inom fastigheterna Kronåsen 1:1 och 1:14 för möjliggörande av nya byggrätter för laboratorium och kontor i anslutning till Uppsala Science Park.

I samband med detaljplanearbetet har Structor fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för detaljplaneområdet. Syftet med dagvattenutredningen är att utreda nybyggnationens påverkan på dagvattenbildningen och bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration eller fördröjning. Dagvattenutredningen syftar även till att studera hur marken kan höjdsättas för att undvika lokala vattenansamlingar och översvämningar. Utredningen avgränsas av planerat detaljplaneområde (svartstreckad linje i Figur 1-1), härnåter benämnt *utredningsområdet*.

Utredningsområdet är beläget mellan ett hårdgjort område i norr (Uppsala Science Park) och ett grönområde i väster, söder och öster (Exercisfältet). I de östra delarna av utredningsområdet har det tidigare funnits en tillfällig förskola, men den har monterats ned.



Figur 1-1. Översiktsskarta med utredningsområdets lokalisering.

2. KOMMUNALA RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Utredningen följer Uppsala kommuns checklista för små detaljplaner (Uppsala Vatten, 2022) och baseras på Uppsala kommuns övergripande riktlinjer för dagvattenhantering, som definieras utförligt i kommunens vattenprogram (Uppsala Vatten, 2021). Inom dagvattenhandboken formulerar Uppsala kommun (2016) följande övergripande mål för hantering av dagvatten:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta recipienthänsyn
- Berika stadslandskapet

För att uppnå ovanstående mål gäller enligt Uppsala kommuns vattenplan (2021) bland annat följande:

- Nederbörd är en resurs som ska skördas, samlas upp, och nyttjas för samhällsbyggnadens olika vattenfunktioner och behov.
 - Samhällsbyggnadsplaneringen skapar utrymme för multifunktionella anläggningar som ger mervärden ur fler perspektiv än bara dagvattenrening
 - Nederbörd samlas i fler växtbäddar i gatumiljöer för att utveckla grönska som ett skydd mot värmeböljor
 - Nederbörd skördas som skapar en mer attraktiv stadsmiljö med lägre risk för översvämning och minskade konsekvenser vid torka
 - Anpassning utifrån förändrade klimatförhållanden som skyfall och ökad variation i vattenståndet i sjöar och vattendrag
- Renat dagvatten är en resurs som ska användas som en del av effektiv vattenanvändning och bidra till minskad förorening av yt- och grundvatten
 - Dagvatten uppehålls och renas innan vidare avledning
 - Trafikdagvatten uppehålls och renas med hjälp av anläggningar för grönska innan vidare avledning
 - Innovativ rening prövas i områden med krav på yteffektiva lösningar
 - Renat dagvatten recirkuleras för olika ändamål där det nyttjas för bevattning, klosettwater mm.

Enligt Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark (Uppsala Vatten, u.å.) ska fastigheter som inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.

3. UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

Följande underlag har legat till grund för den fullständiga dagvattenutredningen:

- Planerade VA-ledningar, erhållet av Vasakronan 2023-11-23.
- Situationsplan, daterad 2025-01-28.
- PM Miljöteknisk markundersökning kvarteret Underofficeren, Ramboll, 2023-10-27.
- PM Geoteknik, Ramboll, 2023-10-26.
- Markteknisk undersökningsrapport, Geo- och Miljöteknisk, Ramboll, 2023-10-26.
- Riskbedömning av grundvattenpåverkan Sten Sture förskola, Ramboll, oktober 2023.
- PM Dagvatten, Kronåsen Uppsala, Structor Mark Uppsala AB, 2023-08-31
- Risk- och släckvattenutredning, Briab, utkast 2023-11-16.

Utredningen använder sig av koordinatsystem SWEREF 99 18 00 med höjdsystem RH 2000 om inget annat anges.

4. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

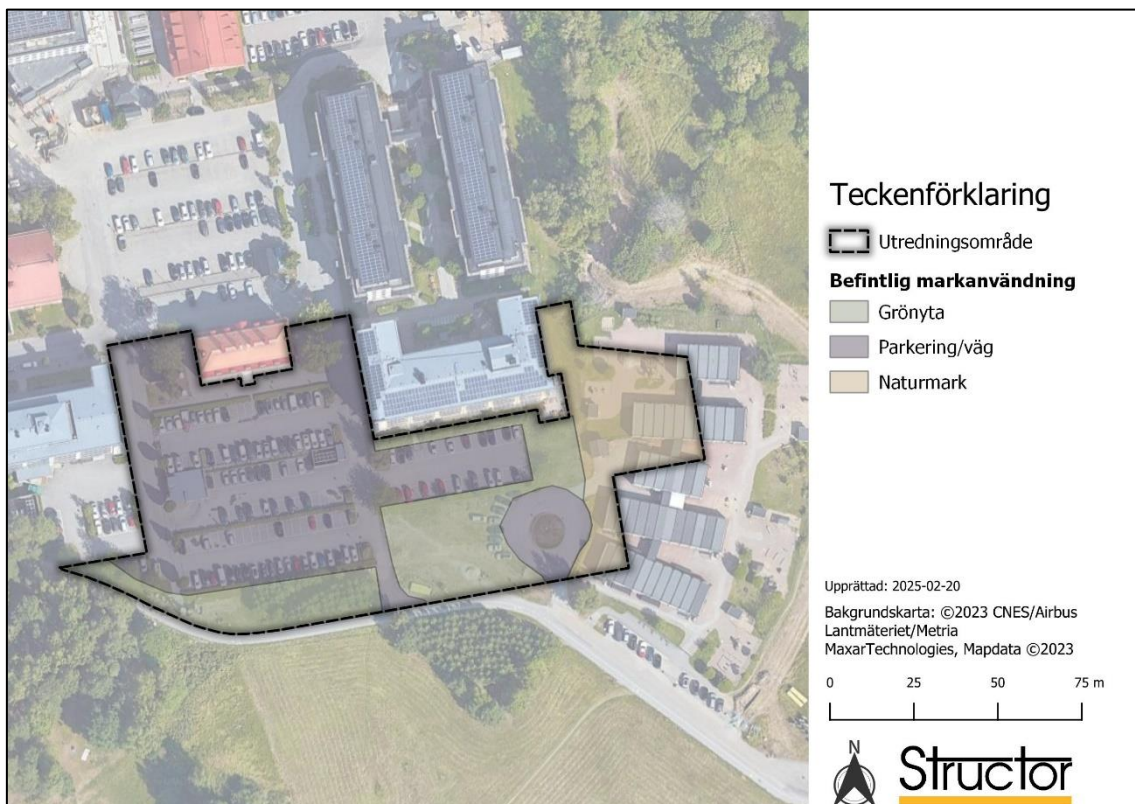
I följande kapitel ges en beskrivning av befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet, avvattningsvägar, markförhållanden och aktuella recipienter.

4.1. Befintlig och planerad markanvändning

4.1.1. Befintlig markanvändning

Markanvändningen inom utredningsområdet utgörs idag av grönytor (gräsyta och ytor med träd) parkeringsytor med tillhörande vägar och naturmark, se Figur 4-1. Tabell 4-1 visar areorna för respektive markanvändningskategori. Använda avrinningskoefficienter har ansatts enligt P110. Tidigare skolbyggnader (moduler) är idag bortmonterade och på platsen finns inga byggnader. Marken inom skolområdet har täckts med fyllnadsjord och definieras som "naturmark". På fastigheterna Kronåsen 1:1 och 1:14 finns ett befintligt underjordiskt garage.

Enligt Länsstyrelsens karttjänst (2023) finns inga markavvattningsföretag mellan utredningsområdet och recipienten och enligt Riksantikvarieämbetets tjänst Fornsök finns inga fornlämningar inom utredningsområdet.



Figur 4-1. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

Tabell 4-1. Areor, avrinningskoefficienter och reducerad area för befintlig markanvändning.

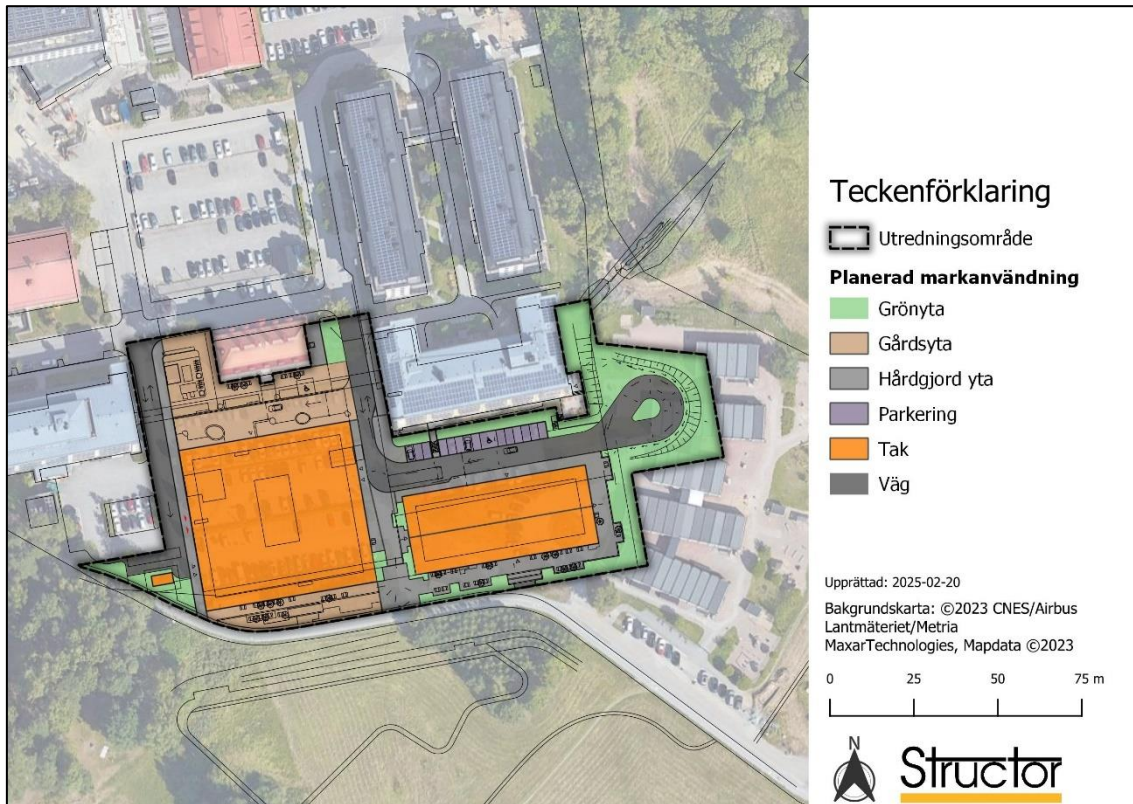
Befintlig markanvändning	Area [m ²]	ϕ	Red.area [m ²]
Grönyta	2620	0,1	262
Parkering/Väg	6530	0,8	5224
Naturmark	1830	0,1	183
Summa	10 980	0,52⁽¹⁾	5669

Befintlig markanvändning	Area [m ²]	ϕ	Red.area [m ²]
Grönyta	2620	0,1	262
Parkering/Väg	6530	0,8	5224
Naturmark	1830	0,1	183
Summa	10980	0,52⁽¹⁾	5669

⁽¹⁾ Sammanvägd ϕ = Summa reducerad area/Summa area

4.1.2. Planerad markanvändning

I planerad situation kommer befintlig parkering att rivas då det planeras för två byggnader, som kommer inrymma laboratorium och kontorslokaler. Utredningsområdet kommer även inkludera tillhörande gårdsytor och hårdgjorda ytor, lokalgator och grönytor. Planerad markanvändning, baserad på situationsplan daterad 2025-01-28, visas i Figur 4-2 och Tabell 4-2 visar areor för respektive markanvändningskategori. Med gårdsyta avses en schablon som innefattar en blandning av hårdgjorda ytor, som exempelvis gång- och cykelvägar, och genomsläppliga ytor som grönytor, grusade gångar och planteringar. Använda avrinningskoefficienter har ansatts enligt P110 eller markanvändningskategori enligt StormTac.



Figur 4-2. Planerad markanvändning inom utredningsområdet (situationsplan daterad 2025-01-28).

Tabell 4-2. Areor, avrinningskoefficienter och reducerad area för planerad markanvändning.

Planerad markanvändning	Area [m ²]	ϕ	Red.area [m ²]
Grönyta	2 034	0,1	203
Gårdsyta	1 643	0,5	822
Hårdgjord yta	1 643	0,7	1 150
Parkering	199	0,8	160
Tak	3 836	0,9	3 452
Väg	1 625	0,8	1 300
Summa	10 980	0,65⁽¹⁾	7 087

⁽¹⁾ Sammanvägd ϕ = Summa reducerad area/Summa area

4.2. Markförutsättningar och grundvatten

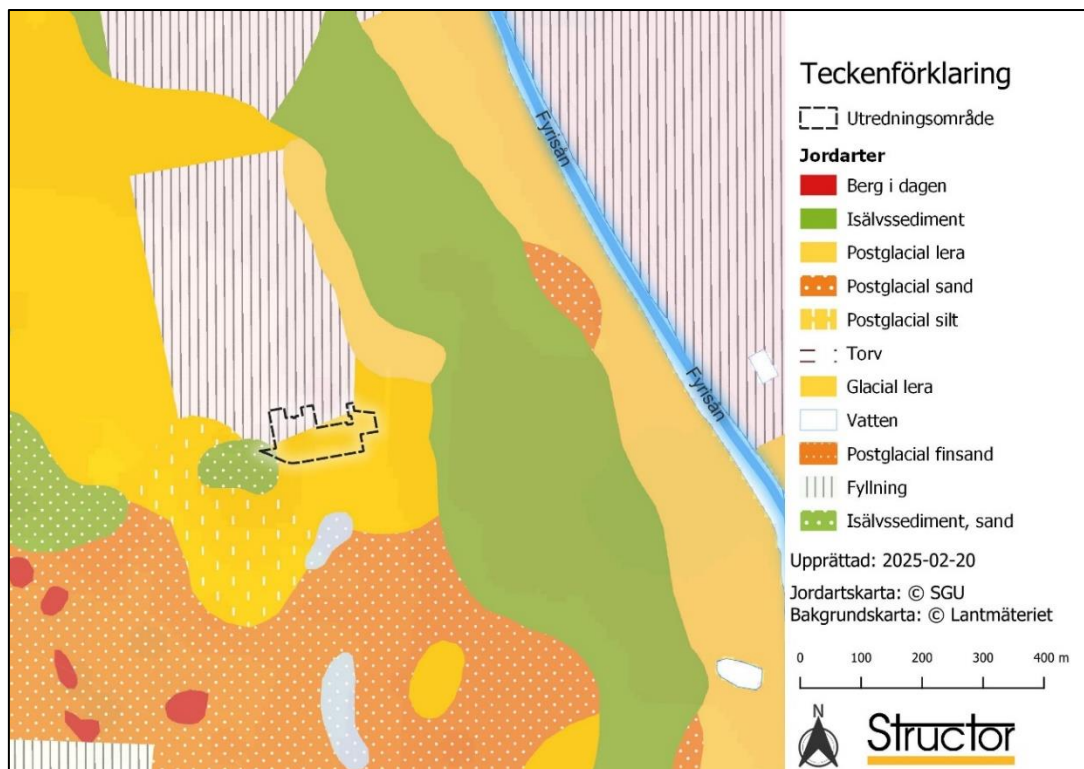
4.2.1. Jordarter

Jordarterna runtomkring utredningsområdet består enligt SGU:s jordartskarta, Figur 4-3, av postglaciala jordarter (ler, silt och sand), isälvsediment och sandig morän. Inom utredningsområdet återfinns främst postglacial lera och sandigt isälvsediment. Jorddjupet varierar mellan 10 – 30 meter i utredningsområdet enligt SGU:s jorddjupskarta, se Figur 4-4.

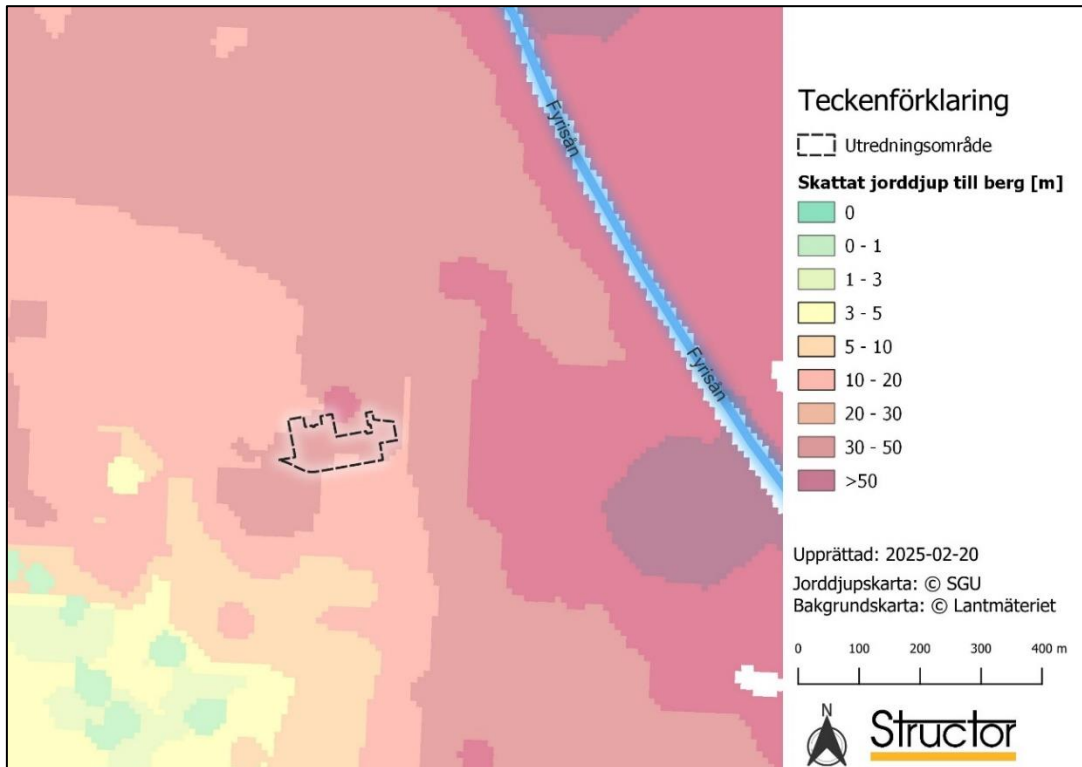
En mer detaljerad beskrivning av de geotekniska och geologiska förhållandena inom utredningsområdet ges i PM Geoteknik upprättad av Ramboll (2023a), där jordlagerföljderna redovisas inom utredningsområdet. I allmänhet består jordlagerföljderna av fyllnadsmaterial som underlagras av två lager, först en naturligt lagrad lerig sandig siltig torrskorpelera och sedan finkornig friktionsjord. Generellt påträffas lerjordar till som djupast cirka +20, motsvarande cirka 5 – 6 meter under befintlig marknivå

Enligt Ramboll (2023a) återfinns inom utredningsområdets västra delar, under området för planerad byggnad, ett lerlager (med mäktigheter som varierar mellan 3 – 10 meter) under lagret av torrskorpelera. Inom utredningsområdets centrala och östra delar återfinns inget tätande lerlager mellan torrskorpelera och friktionsjorden.

Utredningsområdet bedöms generellt ha en låg genomsläpplighet eftersom större delar av området består av kohesionsjordar som brukar beskrivas impermeabla. Torrskorpelera, som förekommer inom utredningsområdet, innebär dock att det kan finnas sprickor i leran genom vilka vattnet kan rinna med högre hastighet ned till friktionsjorden.



Figur 4-3. Jordarter enligt SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000 - 100 000 (SGU 2023), hämtad från SGU:s WMS-tjänst. Utredningsområdet har markerats med en röstreckad linje.



Figur 4-4. Jorddjup enligt SGU:s jorddjupskarta med en upplösning på 10x10 m (SGU 2023), hämtad från SGU:s WMS tjänst. Utredningsområdet har markerats med en svartstreckad linje.

4.2.2. Grundvatten

Det finns tre grundvattenrör inom utredningsområdet och grundvattennivåmätningar har endast utförts den 15 och 19 september 2023, vilket är en för kort period för att bedöma min- och maxnivåer för grundvattnet då grundvattennivåerna varierar över tid beroende på nederbörd och årstid. Enligt Ramboll (2023b) var två grundvattenrör dessutom torra under mättillfällena och det tredje hade en högsta nivå på +2,27.

4.2.3. Föroreningar

Inga potentiella föroreningar finns utpekade inom utredningsområdet enligt Länsstyrelsen i Uppsala läns webbtjänst.

Den miljötekniska undersökningen som Ramboll (2023c) genomfört innehåller 21 jordprover från åtta provtagningspunkter med jordskruv. Proverna har tagits varje halvmeter, ner till två meters djup. Provtagning har skett i övervägande del i östra delen av utredningsområdet (eller öster om utredningsområdet).

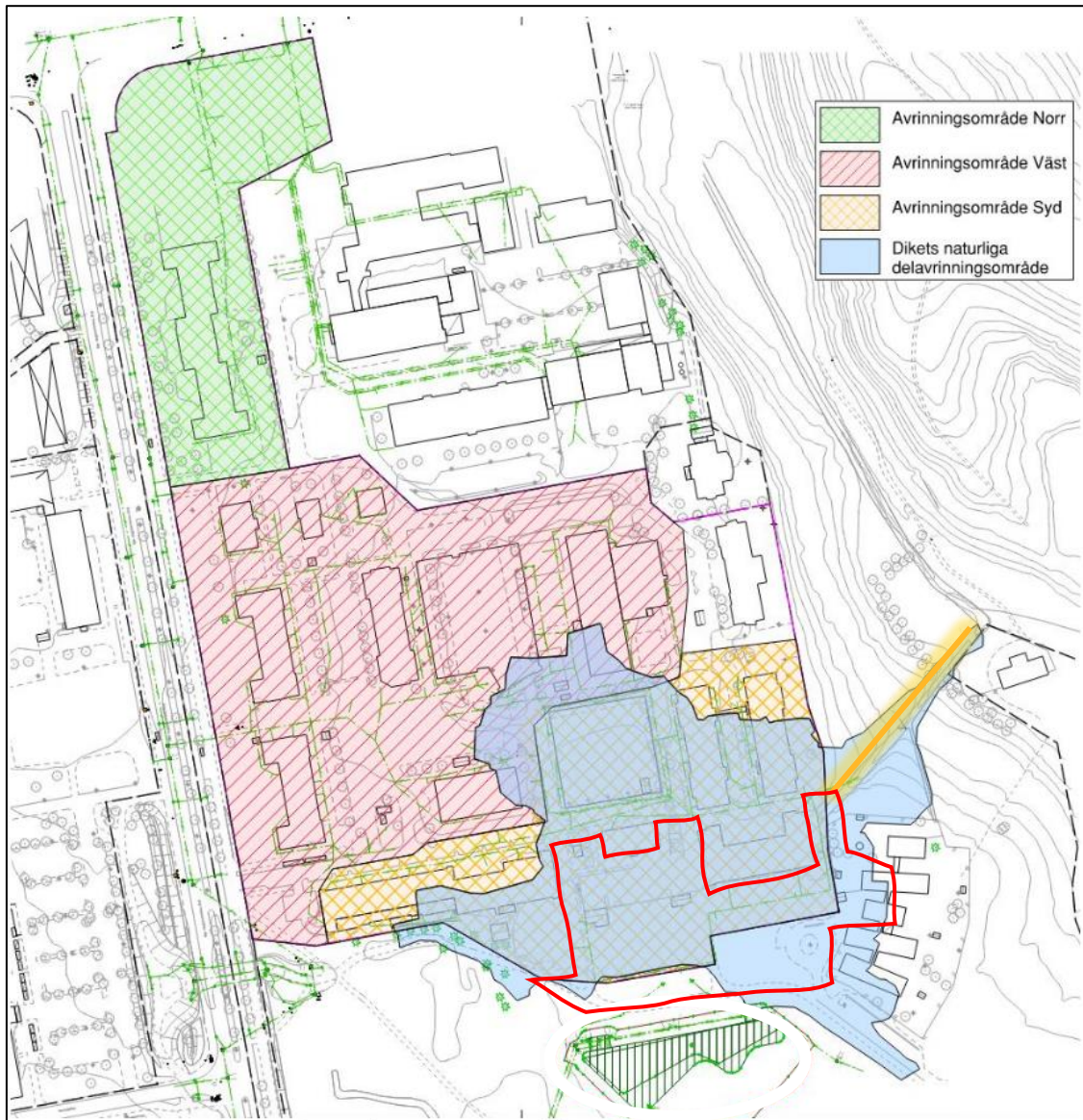
Analysresultatet visar att en provtagningspunkt utanför utredningsområdets östra del påvisade en högre halt av kobolt, bly och PAH-H än det generella riktvärdet för känslig markanvändning. Utöver detta prov påvisade inga analyser halter som överskrider det generella riktvärdet för känslig markanvändning.

4.3. Avvattningssvagar

4.3.1. Befintliga avvattningsvägar

Dagvattnets avvattningsvägar följer terrängen, som inom utredningsområdet är relativt flack, med en generell lutning ner åt öster. Utredningsområdet har generellt en marknivå på cirka +25. Den högsta marknivån återfinns i den norra delen av parkeringsplatsen i nordväst (cirka +27) och lägst marknivå finns i öster (cirka +24) där markens sluttning utanför utredningsområdet ökar ned mot förskolan i dalen (vid cirka +14) vidare mot befintligt skyfallsdike till Fyrisån (cirka +1).

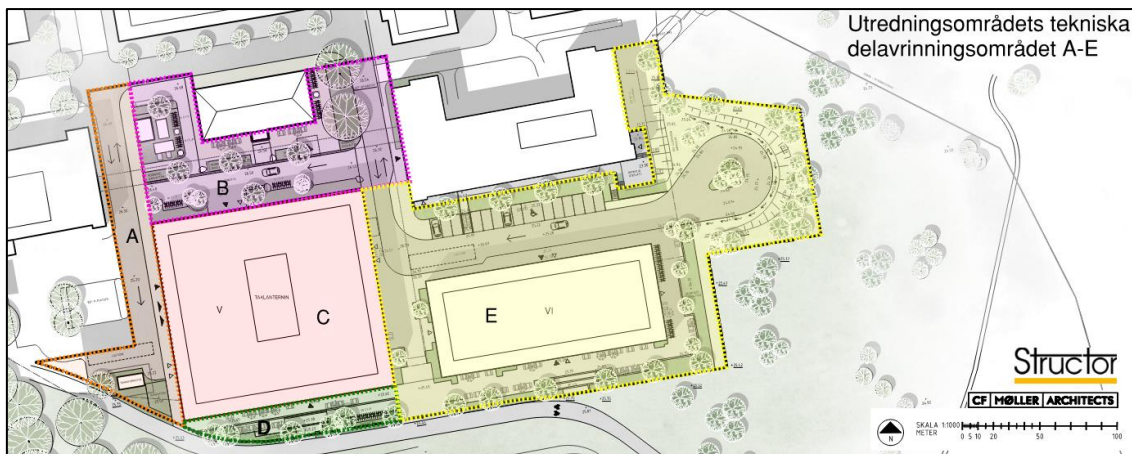
Avrinningen sker till ett dagvattendike nordöst om utredningsområdet, se Figur 4-5, dels naturligt (ytligt), dels genom dagvattenledningar (Structor Mark Uppsala, 2023). Genom diket avvattnas vattnet till nedströms skyfallsdike som leder vattnet vidare till Fyrisån. Det finns idag inga kända reningsanläggningar för dagvattnet inom utredningsområdet, (Ramboll 2023b).



Figur 4-5. Tekniska och naturliga avrinningsområden i Uppsala Science Park och ungefärligt utredningsområdet (röd linje). Nordöst om utredningsområdet finns ett dagvattendike (tjock orange linje), dit avrinning sker från avrinningsområdet till nedströms skyfallsdike, som leder dagvattnet vidare till Fyrisån. I figuren visas den tidigare förskolebyggnaden, numera nedmonterad. Figuren är modifierad från PM Dagvatten Kronåsen Uppsala, upprättad av Structor Mark Uppsala (2023).

4.3.2. Planerade tekniska avrinningsområden

I Figur 4-6 redovisas de planerade tekniska delavrinningsområdena A – E inom utredningsområdet. Area, avrinningskoefficient och reducerad area för respektive delavrinningsområde redovisas i Tabell 4-3. Indelningen bygger på den planerade byggnationens höjdsättning med taklutningar, vägbanornas lutning och gårdarnas gestaltning.



Figur 4-6. Planerade tekniska delavrinningsområden A – E inom utredningsområdet.

Tabell 4-3. Area och reducerad area för respektive planerade tekniskt delavrinningsområde A – E.

Delavrinningsområde	Area [m²]	Red. area [m²]
Delavrinningsområde A	977	636
Delavrinningsområde B	1 616	866
Delavrinningsområde C	2 506	2 255
Delavrinningsområde D	440	220
Delavrinningsområde E	5 441	3 110
Summa totalt	10 980	7 087

4.4. Vattenskyddsområde och känslighetshetsklassning avseende grundvatten

Utredningsområdet är beläget inom tillrinningsområdet till Uppsalaåsen och inom yttre skyddszon för Uppsalaåsens vattenskyddsområde. Enligt skyddsföreskrifterna för vattenskyddsområdet innebär detta att dispens behöver sökas vid markarbeten djupare än en (1) meter över högsta grundvattennivå. Avloppsledningar för hushållsspillvatten och tillhörande brunnar som nyinstalleras skall vara täta. Avloppsledningar skall underhållas så att risk för förorening av vattentäkt undviks. För yttre skyddszon finns inga särskilda skyddsföreskrifter för dagvattenhantering.

Uppsalaåsen utgör en viktig grundvattenförekomst och är en dricksvattenresurs för större delen av befolkningen i Uppsala kommun. För att säkerställa skyddet av

grundvattenförekomsten har Uppsala kommun beslutat om riktlinjer för markanvändning inom grundvattentäktens tillrinningsområde.

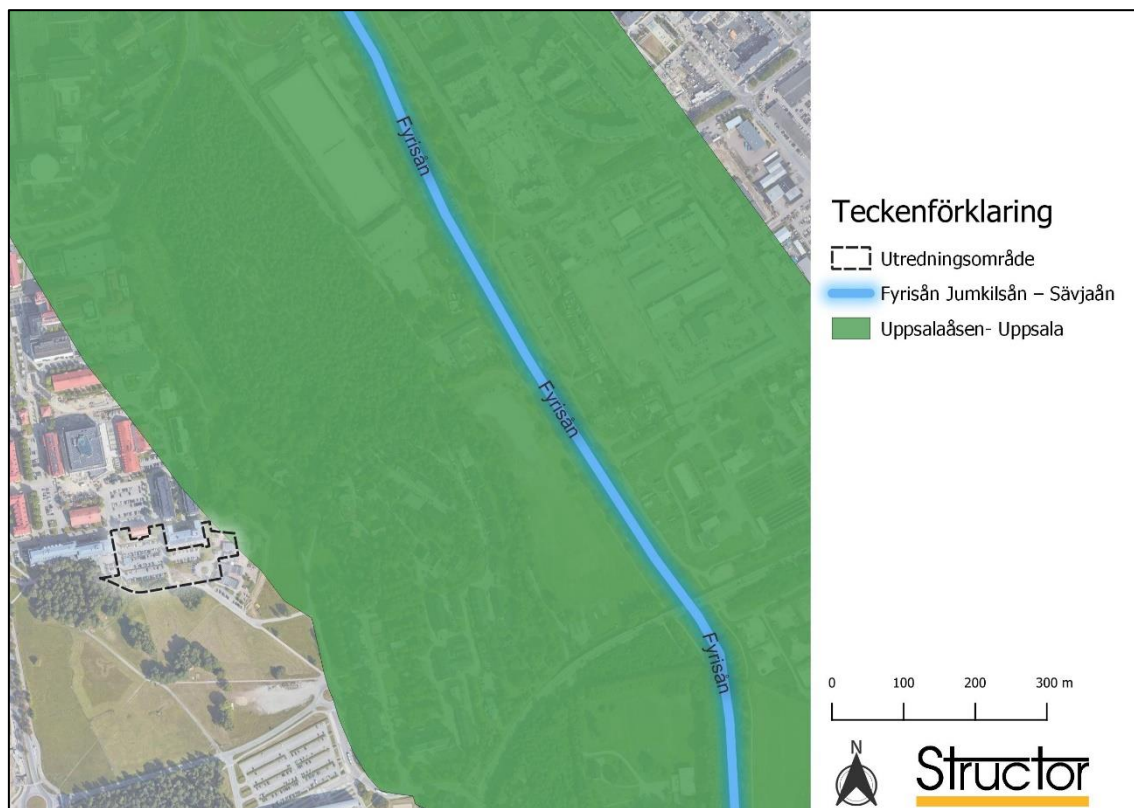
Utredningsområdet har känslighetsklass Ha och Hd enligt Ramboll (2023d). Känslighetsklassen Ha och Hd innebär enligt Uppsala Vattens riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet (2021) att området saknar tillräckligt med naturligt skyddande lerlager mellan grundvatten och eventuell utsläppskälla. Det innebär att eventuella föroreningar riskerar att infiltrera genom marklagret till grundvattnet och Uppsalaåsen som grundvattenförekomst. Därför är det viktigt att ta hänsyn till skarpare riktlinjer när dagvattensystem utformas. Då jordlagerföljden inom utredningsområdet inte är homogent utformas dagvattensystemet efter känslighetsklass Ha, som är en högre känslighetsklassificering än Hd.

Följande principer gäller för känslighetsklass Ha kopplat till dagvatten:

- Släckvattenzon ska anläggas vid nybyggnation. I samband med åtgärder och schakt runt befintlig byggnad ska släckvattenzon anläggas. Släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen.
- Dagvatten från tak får infiltreras så länge det finns en släckvattenzon.
- Dagvatten från GC-väg får infiltreras i grönområden. Vid GC-väg i direkt anslutning till gata gäller samma principer som för väg och gata och där bör rening av dagvattnet ske i tät växtbädd, därefter ska det ledas bort från zonen i ledningar.
- Ledningar ska ha garanterat täta skarvar (krympmuff eller dylikt). Tätskikt under ledningsgrav behövs inte förutsatt att tillräckligt med naturligt tätt jordlager (lera) finns kvar. Annars ska ledningsgraven utformas med tätskikt för att eventuell förorening inte ska kunna nå extremt känslig zon via ledningsgraven. Ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen. Avrinningen ska inte kunna nå extremt känslig zon.
- Översvämningssvatten får ledas mot grönytor för fördröjning och infiltration.
- Renat dagvatten kan ytligt ledas till denna zon (Ha) förutsatt att det inte passerar extremt känslig zon efteråt.

4.5. Recipienter

Enligt VISS (2023a) finns det två recipienter som kan komma att beröras av dagvattnet från utredningsområdet via infiltration eller ytlig avrinning, se Figur 4-7. En av recipienterna är vattendraget Fyrisån (SE663992-160212) och den andra är grundvattenförekomsten Uppsalaåsen-Uppsala (SE664296-160193). Recipienternas rådande status och miljö kvalitetsnormer sammanfattas i Tabell 4-4.



Figur 4-7. Utredningsområdet och de recipienter som kan kopplas till dagvattnets infiltration eller ytvavrinning.

Tabell 4-4. Recipienternas rådande status och miljö kvalitetsnormer.

Ytvattenrecipient – Fyrisån	Ekologisk status	Kemisk status	MKN Ekologisk status	MKN Kemisk status
Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån (SE663992-160212)	Måttlig	Uppnår ej god	Måttlig 2033	God 2027
Grundvattenrecipient – Uppsalaåsen-Uppsala	Kvantitativ status	Kemisk status	MKN Kvantitativ status	MKN Kemisk status
Uppsalaåsen-Uppsala (SE664296-160193)	God	Otillfredsställande	God	God 2027

4.5.1. Ytvattenrecipient: Fyrisån

Fyrisån har, enligt VISS (2023a), *måttlig* ekologisk status och *Uppnår ej god* kemisk status. Den ekologiska statusen för Fyrisån baseras på kvalitetsfaktorerna övergödning, särskilt förorenade ämnen (ammoniak och diklofenak) och konnektivitet och morfologi (till följd av vandringshinder).

Den kemiska statusen är bedömd som ej god med avseende på uppmätta miljögifter i ytvatten där halter överskrider bedömningsgrunderna. Förutom överallt överskridande ämnen (kvicksilver och polybromerade difenyletrar) bedöms följande prioriterade ämnen ge ej god kemisk status: Antracen, Fluoranten, PFOS, Tributyltennföreningar.

Kvalitetskrav för den ekologiska statusen är satt till *måttlig* ekologisk status 2033 avseende fysisk (hydromorfologisk) påverkan, då vattenförekomsten påverkas av tätortsbebyggelse i direkt närhet till strandlinjen. För alla andra typer av påverkan gäller att god status ska uppnås på kvalitetsfaktornivå, där tidsfrist anges för olika kvalitetsfaktorer. Kopplat till dagvatten gäller att näringsämnen från urban markanvändning har tidsfrist till 2027. Även för ammoniak och diklofenak gäller tidsfrist till 2027.

Kvalitetskravet för den kemiska statusen är *god kemisk ytvattenstatus* för samtliga prioriterade ämnen till år 2027, med undantag för mindre strängare krav för PBDE och kvicksilver. De nuvarande halterna av PBDE och kvicksilver får däremot inte öka.

4.5.2. Grundvattenrecipient: Uppsalaåsen-Uppsala

Uppsalaåsen-Uppsala har, enligt VISS (2023b), *God* kvantitativ status, men *Otillfredsställande* kemisk status grundvatten. Uppsalaåsen-Uppsala utgör en viktig grundvattenförekomst och är en dricksvattenresurs för större delen av befolkningen i Uppsala kommun. Uppsalaåsen-Uppsala har otillfredsställande status med avseende på PFAS-11 och bekämpningsmedel, BAM (1,2-diklorbensamid).

Gällande kvalitetskrav för Uppsalaåsen-Uppsala är fortsatt *god* kvantitativ status, dock beskriver VISS (2023b) en risk för att *god* kvantitativ status inte kommer att uppnås 2027 eftersom det finns en osäkerhet i framtida grundvattennivåer och förändring i vattenuttag. Gällande kvalitetskrav för kemisk status grundvatten är *god* status 2027. Det innebär att utsläppsbehandlande åtgärder behöver genomföras.

5. DAGVATTENBERÄKNINGAR

5.1. Beräkningsmetodik

5.1.1. Dimensionerande flöden

$$Q_{dim} = A \cdot \Phi \cdot i(t) \cdot K_f \quad (\text{Ekvation 1})$$

, där

Q_{dim} = dimensionerande dagvattenflöde [l/s]

A = utredningsområdets area [m²]

Φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t)$ = dimensionerande regnintensitet beroende av regnets varaktighet t [l/s ha]

K_f = klimatfaktor [-]

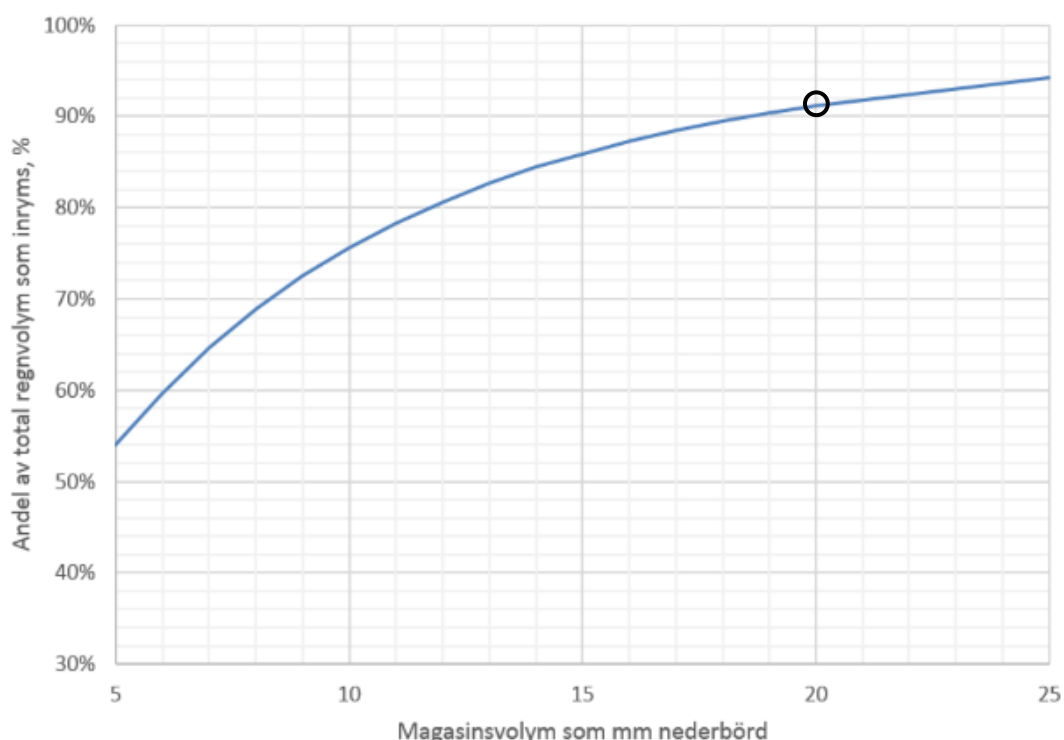
Regnintensiteten beror på återkomsttid och av regnets varaktighet. Utredningsområdet dimensioneras för att klara ett 20-årsregn för trycklinje i marknivå enligt rekommendationer för tät bostadsbebyggelse i Svenskt Vatten P110. I P110 rekommenderas att dimensioneringen ska ta hänsyn till att mer intensiva regn förväntas i framtiden till följd av klimatförändringar. Därför bör, utifrån P110, regnintensiteten räknas upp med en klimatfaktor 1,25 vid regn med varaktighet under en timme, som i detta fall. Indata till flödesberäkningarna visas i Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Indata till flödesberäkningar för ett dimensionerande regn med 20 års återkomsttid.

Återkomsttid	240	månader
Varaktighet	10	minuter
Regnintensitet	287	liter/sekund·hektar
Klimatfaktor	1,25	-
Regnintensitet inkl. klimatfaktor	258	liter/sekund·hektar

5.1.2. Fördröjning enligt Uppsala Vattens riktlinjer

Utifrån Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark ska 20 mm nederbörd från utredningsområdet renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. 20 mm motsvarar 20 liter per m² hårdgjord yta, och beräknas utifrån reducerad area. Genom att anläggningarna dimensioneras för 20 mm nederbörd kommer cirka 90 % av den totala årsnederbörden att omhändertas, se Figur 5-1.



Figur 5-1. Andel av total regnvolym (årsvolym i procent), angivet på y-axeln, som inryms i olika magasinvolym (som mm nederbörd), angivet på x-axeln. Grafen gäller för uppehållstiden 12 timmar i magasinet. Den svarta cirkeln markerar den punkt längs kurvan som sammanfaller med magasinvolymen 20 mm. Källa: DHI, 2015.

5.2. Resultat flödesberäkning

I Tabell 5-2 redovisas beräknade dimensionerande flöden för befintlig och planerad situation. För planerad situation redovisas även beräknat fördröjt flöde efter föreslagna dagvattenanläggningar.

Beräkningarna baseras på karterad markanvändning redovisad i Tabell 4-1 och Tabell 4-2. Flödesberäkningarna är gjorda utifrån ett dimensionerande 20-årsregn med och utan klimatfaktor.

Genomförandet av den planerade exploateringen innebär, om inga åtgärder vidtas, en ökning av flödet från utredningsområdet med cirka 91 liter/sekund (jämför ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor i planerad situation med ett dimensionerande 20-årsregn utan klimatfaktor i befintlig situation). Med föreslagna dagvattenanläggningar uppnås fördröjning av 20 mm nederbörd och genomförandet av den planerade exploatering innebär en ökning av flödet från utredningsområdet med cirka 5 liter/sekund (jämför ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor inklusive föreslagna dagvattenanläggningar i planerad situation med ett dimensionerande 20-årsregn utan klimatfaktor i befintlig situation), se Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Dimensionerande flöden för befintlig och planerad situation inom utredningsområdet.

	Q 20 år [l/s]	Q 20 år kf [l/s]	Fördröjt flöde Q 20 år kf [l/s]
<i>Befintlig markanvändning</i>			
Grönyta	8	9	
GC-väg	150	187	
Hårdgjord yta	5	7	
Summa total	163	203	
<i>Planerad markanvändning</i>			
Delavrinningsområde A	18	23	15
Delavrinningsområde B	25	31	21
Delavrinningsområde C	65	81	53
Delavrinningsområde D	6	8	5
Delavrinningsområde E	89	111	74
Summa total	203	254	168

5.3. Resultat fördröjningsvolym

För att uppnå Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark krävs en total fördröjningsvolym på 141 m³. I Tabell 5-3 visas den erforderliga fördröjningsvolymen för respektive delavrinningsområde.

Tabell 5-3. Erforderlig fördröjningsvolym inom utredningsområdet.

<i>Delavrinningsområde</i>	Area [m²]	Red. area [m²]	V_{20 mm} [m³]
Delavrinningsområde A	977	636	13
Delavrinningsområde B	1 616	866	17
Delavrinningsområde C	2 506	2 255	45
Delavrinningsområde D	440	220	4
Delavrinningsområde E	5 441	3 110	62
Summa totalt	10 980	7 087	141

6. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Föreslagen utformning för dagvattenhantering bygger på att det dagvatten som bildas inom utredningsområdet omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt och används som en resurs för att skapa attraktiva inslag i stadsmiljön och nyttjas för bevattning och klosettwater, i enlighet med Uppsala kommuns vattenprogram (2021). För att efterleva riktlinjerna föreslås anläggningar som kan placeras på gårdsytor och i nära anslutning till de hårdgjorda ytor som planeras i utredningsområdet. Denna dagvattenhantering ska också medföra en grundvattenbildning som efterliknar den naturliga vattenbalansen.

Den erforderliga fördröjningsvolymen som krävs för att uppnå riktlinjerna om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd inom utredningsområdet har beräknats till 141 m³. Utredningsområdet har delats in i fem delavrinningsområden A – E, enligt Figur 4-6.

Fördröjningsvolymerna föreslås att till största del uppnås med hjälp av regnbäddar eftersom dessa anläggningar både kan rena dagvatten, bidra till en attraktiv stadsmiljö och utvecklar grönska som kan fungera som ett skydd mot värmeböljor. Inom delavrinningsområde C föreslås att dagvattnet återanvänds för toalettspolning inom planerad byggnad.

6.1. Systemlösning för dagvattenhantering

En principiell beskrivning av föreslagen dagvattenhantering visas Figur 6-1 och en översiktlig avvattningsplan i Figur 6-2 illustrerar var föreslagen dagvattenhantering kan placeras.

Föreslagna dagvattenlösningar förslås att dimensioneras och placeras enligt beskrivning nedan. Notera att det är ett förslag som kan ändras i samband med projektering. Valet av dagvattenanläggning, anläggningens ytanspråk och placering för dagvattenlösningarna är baserade på följande utformningar:

- Regnbäddar är beräknade att ha en ovanliggande fördröjningszon (reglervolym) på 0,1 meter och en underliggande makadammäktighet (porositet på 30 %) på 0,7 meter.
- Dagvatten som avleds från trafikbärande ytor ska hanteras i regnbäddar (eller liknande dagvattenanläggningar) med tät botten, i enlighet med riktlinjerna för hög känslighet av påverkan på grundvattnet.
- Takytan på de planerade byggnaderna genererar dagvatten som måste omhändertas på ett sätt så att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. För att åstadkomma detta leds dagvattnet från takytor mot byggnadens förgårdsmark eller innergård. Dagvatten från takytor kan antingen fördröjas nära taket eller ledas till dagvattenanläggningar längre bort.

Ett alternativ är att vattnet från takytan inom delavrinningsområde C samlas upp i täta system och leds till tankar där det kan recirkuleras in i byggnaderna och användas för toalettspolning. Därigenom skulle den nederbörd som faller utnyttjas som en resurs som minskar byggnadernas användning av dricksvatten, och bidrar till ett minskat behov av vattenuttag för dricksvatten i samhället. Möjligheterna att implementera denna typ av vattenhantering behöver dock studeras närmare i senare skeden, då den är avhängig av bland annat tillgängligt utrymme för vattentankar i mark, invändiga utrymmen för renings- och distributionsanläggningar med mera. Dimensioneringen av dessa anläggningar beror också av antalet personer som dessa ska försörja. Hur mycket dagvatten som kan fördröjas i ett sådant system behöver utredas ytterligare i kommande skede.

Dagvattnet från hela utredningsområdet föreslås att avledas till dagvattendammen precis söder om utredningsområdet. Detta är en faktor som särskilt konstruktionen av regnbäddarna i den östra delen av utredningsområdet bör anpassas efter. Om det inte är möjligt att dränera regnbäddarna i den östra delen av utredningsområdet mot dammen så kan avledning ske till diket, detta bör dock undvikas.

Enligt Uppsala Vattens riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet (2021) ska en släckvattenzon (ett område med tätt skikt) anläggas för att säkerställa att släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen. Släckvattnet avleds från släckvattenzonen genom täta dagvattenledningar till en uppsamlingsplats med avstängningsventiler. Enligt utförd risk- och släckvattenutredning (utkast Briab 2023-11-16) bör uppsamlingsplatsen för släckvatten från utredningsområdet dimensioneras för 65 m³. Föreslagen primär släckvattenzon föreslås vara vändplanen i den östra delen av utredningsområdet. Vändplanen bör anläggas som en tät lågpunkt med en anpassad brunn som leder släckvattnet vidare till en magasinsfunktion med avstängningsbart utflöde. Utredningsområdets höjdsättning och utformning medför att kompletterande släckvattenzoner eventuellt behöver finnas i utredningsområdet södra del (eftersom markytorna inom utredningsområdet generellt förväntas luta österut eller söderut). Ett annat alternativ kan vara att anpassa regnbäddarna i den södra delen till att även omhänderta (och förhindra utflöde) av släckvatten.

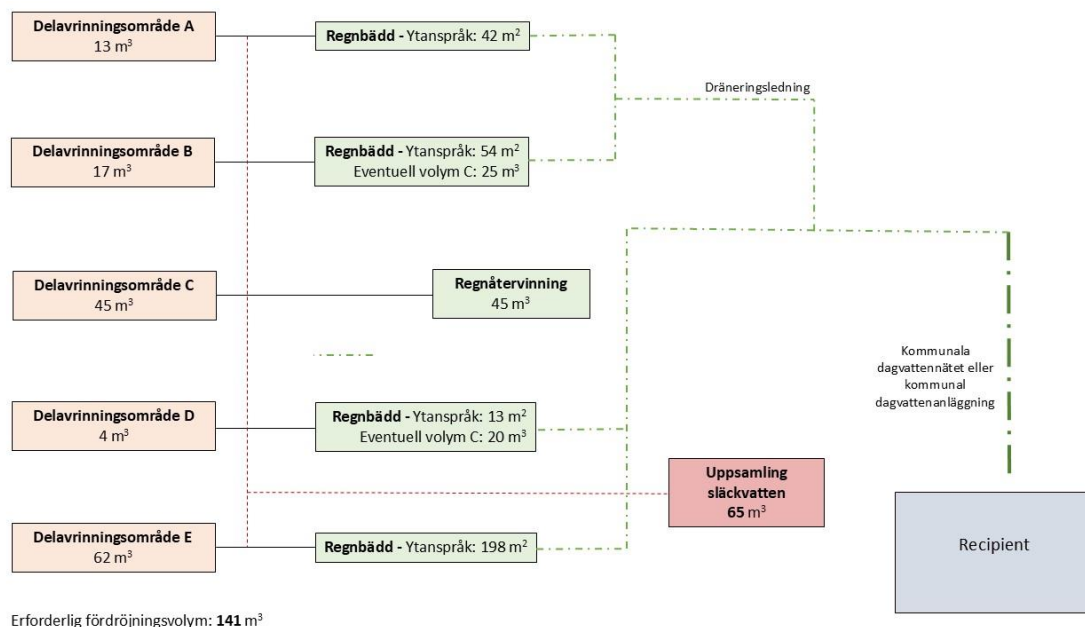
Då utredningsområdet klassificeras som känslighetsklass Ha avseende grundvattnets sårbarhet anpassas dagvattensystemet även enligt följande:

- Dagvattenanläggningar som omhändertar dagvatten från takytor kan anläggas med öppen botten förutsatt att en separat släckvattenzon anläggs. Vid annat fall behöver de anläggas täta, och ledas till uppsamlingsplatsen för släckvatten enligt beskrivning ovan.
- Parkeringsytor och övriga trafikerade ytor ska avvattnas till täta regnbäddar. Från regnbädden leds dagvattnet genom ledningar till uppsamlingsytan för släckvatten.
- Ledningar ska anläggas med garanterat täta skarvar. Ledningsgrav ska utformas med tätskikt för att eventuell förorening inte ska kunna nå extremt känslig zon

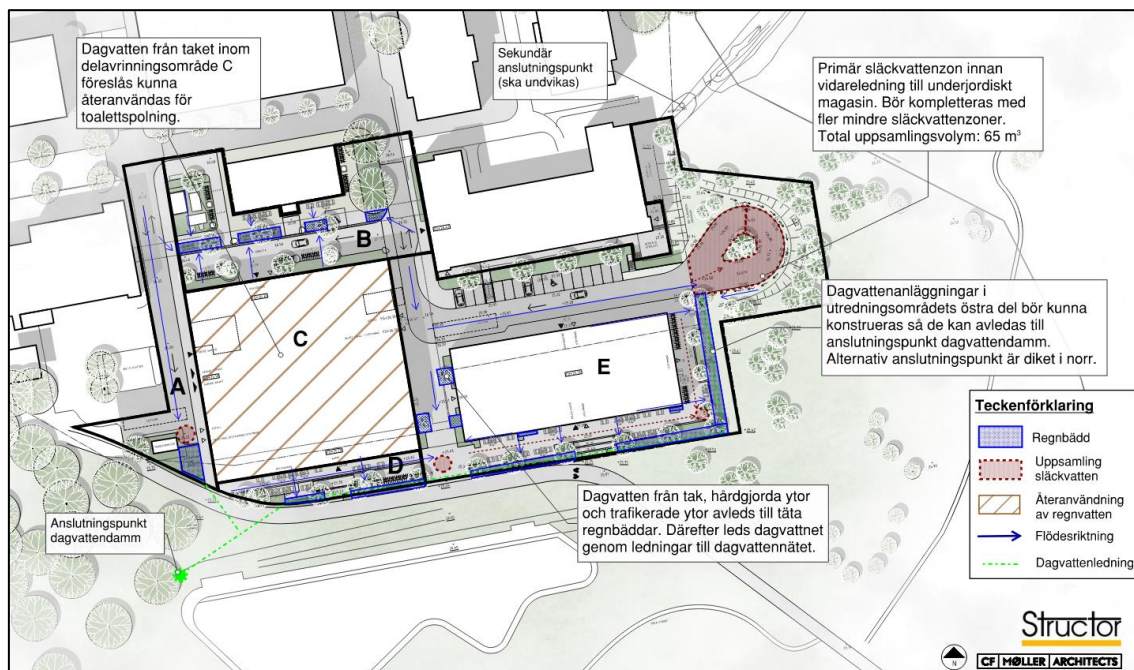
via ledningsgraven. Ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen.

En sammanställning över erforderliga fördröjningsvolym och erforderliga areor (ytanspråk) för dagvattenanläggningarna visas i Tabell 6-1. De erforderliga areorna utgör cirka 6 % av utredningsområdets totala area (tak borträknade), vilket medför att det bedöms vara möjligt att samordna dagvattenanläggningar med utredningsområdets gröna ytor och planteringar.

Exakt placering och utformning av anläggningar beslutas i ett senare skede i samband med detaljerad markplanering och beslut kring placering av stuprör med mera, i samråd med landskapsarkitekt.



Figur 6-1. Boxmodell med principillustration av hur dagvatten från olika delavrinningsområden föreslås att omhändertas.



Figur 6-2. Föreslagna dagvattenanläggningar inom respektive delavrinningsområde inom utredningsområdet.

Tabell 6-1. Erforderliga fördröjningsvolym och ytanspråk för föreslagna dagvattenanläggningar. Areor för regnbäddar har beräknats utifrån en uppbyggnad med 0,1 meters djup i övre fördröjningszon och ett underliggande poröst lager med 0,7 meter mäktighet och 30 % porositet.

Delavrinningsområde	Area [m²]	Red. area [m²]	V_{20 mm} [m³]	Dagvattenanläggning	Ytanspråk [m²]
Delavrinningsområde A	977	636	13	Regnbädd	42
Delavrinningsområde B	1 616	866	17	Regnbädd	54
Delavrinningsområde C	2 506	2 255	45	Regnbädd/regnåtervinning	144
Delavrinningsområde D	440	220	4	Regnbädd	13
Delavrinningsområde E	5 441	3 110	62	Regnbädd	198
Summa totalt	10 980	7087	141		451

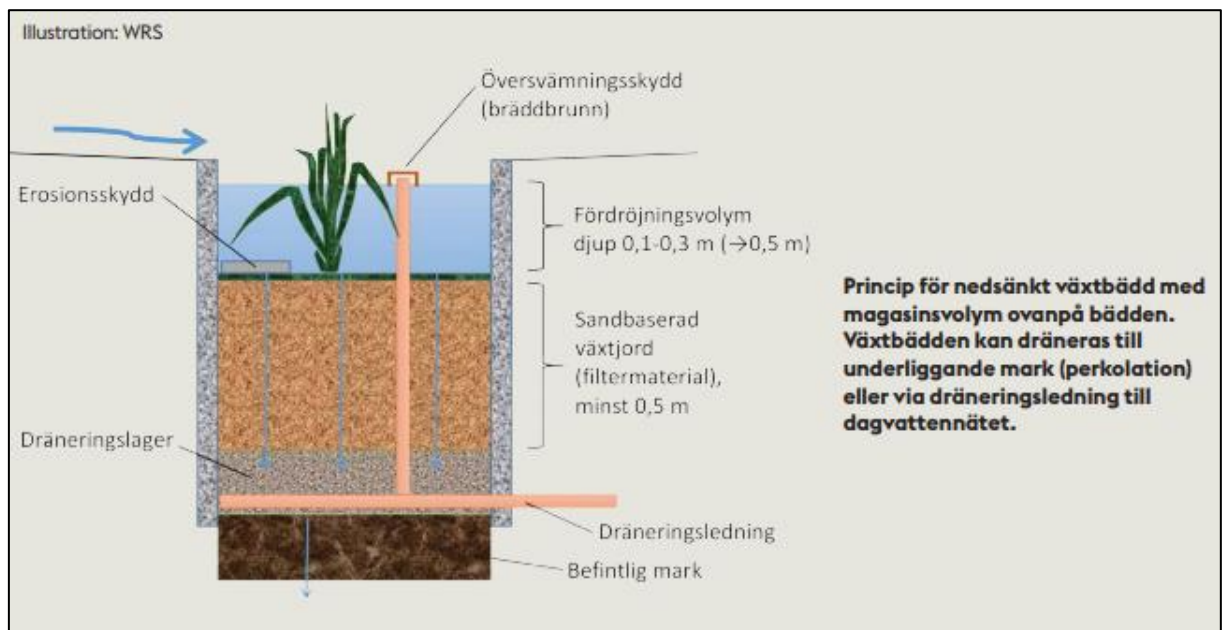
6.2. Principlösningar

6.2.1. Regnbäddar

Regnbäddar kan ur ett generellt perspektiv enklast förklaras som en nedsänkt växtbädd med ett poröst lager där vatten kan lagras. Den nedsänkta växtbädden möjliggör att ytterligare vatten kan fördröjas ovan växtbädden, se Figur 6-3. Det underliggande porösa materialet kräver minimalt underhåll, har lång hållbarhet, passar alla miljöer och kan magasinera stora volymer vatten. Med en blandning av makadam och biokol skapas en extra tillväxtzon för rotsystem och god tillgång till luft och vatten. Regnbäddar är formbara utifrån behov och förutsättningar. Lämpliga platser är längs parkeringsplatser, gator, trottoarer och cykelbanor dit dagvatten med hjälp av höjdsättning kan rinna och infiltrera. De kan även anläggas längs byggnader där dagvatten från tak kan omhändertas. Finns det risk för exempelvis förorening av vattentäkt kan de även konstrueras med tät botten. Genom att anlägga regnbäddarna med strypt utlopp i botten och ett övre bräddningsrör kan hela regnbäddens tillgängliga volym (bärlager, jordlager och makadam) utnyttjas för fördröjning.

Regnbäddarna bör fördelas mellan en taknära placering och en placering som gör att de berikar utredningsområdet och samtidigt omhändertar dagvattenbildningen från andra hårdgjorda ytor.

Regnbäddarna bör utformas med luftningsbrunnar som kan leda dagvatten till regnbädden och skapa utbyte av syre och koldioxid till växternas rötter.



Figur 6-3. Principskiss för en regnbädd med utjämningsvolym.



Figur 6-4. Regnbädd, referensbild från västra hamnen i Malmö. Källa: Sandvikens kommun.

Planteringar på gårdsytor kan med fördel göras något nedsänkta eller skålade för att möjliggöra ytlig magasinering av dagvatten. Föreslagna dagvattenlösningar föreslås utformas med en fördröjningszon på 0,1 meter, men om man använder en djupare fördröjningszon minskar ytbehovet. Planteringarna kan också nyttjas för fördröjning av överskottsvatten från högre belägna takytor, som kan avvattas till anläggningen via stuprör och rännalar genom vistelseytorna. En exempelillustration av hur dagvattenhantering på en bjälklagsgård kan utformas visas i Figur 6-5. I exempelillustrationen sker avledningen i öppna rännalar, men den kan också utformas med underjordiska ledningar om öppna vattenytor önskas undvikas.



Figur 6-5. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelillustration från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).

6.2.2. Alternativ dagvattenlösning: Gröna tak

Ett yteffektivt sätt att fördröja och minska avrinningen från tak är att takytorna bekläds med växtsubstrat och växtlighet, så kallade *gröna tak*. Dessa kan anläggas tunna eller med större mäktighet, där de mäktigare gröna taken kan hålla en större vattenvolym och medger en mer varierad växtlighet. Exempel på utformning av gröna tak i form av ett biotoptak visas i Figur 6-6.

Gröna tak ger inte rening av dagvatten i någon större utsträckning, och kan vid felaktig skötsel snarare utgöra en föroreningskälla, men bidrar positivt till en hållbar dagvattenhantering genom att minska avrinningen från takytorna då vattnet i stället kan magasineras och evapotranspirera. De gröna taken kan också bidra positivt till biologisk mångfald i stadskärnor och andra områden som i övrigt är mycket hårdgjorda.



Figur 6-6. Biotoptak Foajén i Malmö. Foto erhållet från CF Møller Architects.

7. FÖRORENINGAR

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet för befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac web (version 25.1.4). I denna modell används schablonhalter av föroreningar, vilka baseras på resultat från studier med flödesproportionella provtagningar vid olika typer av markanvändningar. Mängden data och studier varierar för olika typer av markanvändningar samtidigt som föroreningshalter i dagvatten har stor variation mellan olika tidpunkter, vilket gör att beräkningar utifrån dessa schablonhalter inte kommer bli exakta utan ska ses som uppskattningar. Föroreningstransporter, föroreningsbelastning och reningseffekter beräknas på normalregn och genomsnittlig årsnederbörd och inte för dimensionerande regn.

Den markanvändning som matats in i StormTac har utgått från de markanvändningskategorier som anges i Tabell 4-1 och Tabell 4-2. I modellen har ingen rening implementerats för befintlig situation, då inga kända reningsanläggningar finns inom utredningsområdet. För planerad situation har rening i anläggningar enligt kapitel 6 implementerats i modellen.

I Tabell 7-1 och Tabell 7-2 presenteras beräknade föroreningshalter respektive föroreningsbelastning per år för befintlig och planerad situation, med och utan dagvattenhantering.

Föroreningsberäkningarna indikerar att föroreningshalten (Tabell 7-1) minskar för flertalet av studerade ämnen i den planerade situationen utan dagvattenhantering jämfört med i befintlig situation. Med föreslagen dagvattenhantering indikeras en minskning av samtliga ämnen, i jämförelse med befintlig situation.

Föroreningsberäkningarna indikerar att den årliga föroreningsbelastningen (Tabell 7-2) minskar för samtliga studerade ämnen om de föreslagna dagvattenåtgärderna införs, vilket är positivt för recipienten och dess möjlighet att uppnå de uppsatta miljö kvalitetsnormerna. Föreslagna dagvattenåtgärder bedöms därför medföra en positiv inverkan på recipientens möjligheter att uppnå god status.

Tabell 7-1. Beräknade föroreningshalter för befintlig och planerad situation, före och efter rening. Röda celler indikerar en ökad föroreningshalt i jämförelse med befintlig situation, gröna celler en minskning och gula celler en förändring på mindre än +/- 10 %.

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	140	84	35
Kväve	µg/l	1500	1700	830
Bly	µg/l	17	5	1,2
Koppar	µg/l	33	18	6,1
Zink	µg/l	120	52	9,8
Kadmium	µg/l	0,38	0,42	0,07
Krom	µg/l	12	5	2,3
Nickel	µg/l	5	4	1,1
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,02	0,0097
Suspenderad substans	µg/l	12 0000	30 000	10 000
Olja	µg/l	710	260	79
PAH (µg/l)	µg/l	0,2	0,5	0,071
Benso(a)pyren	µg/l	0,05	0,019	0,0035
Antracen	µg/l	0,04	0,01	0,0044
Tributyltenn	µg/l	0,002	0,002	0,00079

¹ Procentuell förändring i föroreningshalt för planerad situation efter rening jämfört med befintlig situation.

Tabell 7-2. Beräknad föroreningsbelastning per år för befintlig och planerad situation, före och efter rening. Röda celler indikerar en ökad föroreningsbelastning i jämförelse med befintlig situation, gröna celler en minskning och gula celler en förändring på mindre än +/- 10 %.

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Förändring [%]	Reningseffekten ¹ [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning		
Fosfor	kg/år	0,6	0,4	0,2	-72	60
Kväve	kg/år	6	8	4	-34	50
Bly	kg/år	0,07	0,02	0,01	-92	76
Koppar	kg/år	0,13	0,08	0,03	-78	65
Zink	kg/år	0,46	0,25	0,05	-90	82
Kadmium	kg/år	0,0015	0,0020	0,0003	-78	84
Krom	kg/år	0,05	0,02	0,01	-78	50
Nickel	kg/år	0,02	0,02	0,01	-75	73
Kvicksilver	kg/år	0,00026	0,00011	0,00005	-82	58
Suspenderad substans	kg/år	460	140	47	-90	66
Olja	kg/år	2,8	1,2	0,4	-87	69
PAH	kg/år	0,0009	0,0025	0,0003	-60	86
Benso(a)pyren	kg/år	0,00019	0,00009	0,00002	-91	81
Antracen	kg/år	0,00016	0,00005	0,00002	-87	56
Tributylenn	kg/år	0,000008	0,000009	0,000004	-51	57

¹ Procentuell förändring i föroreningsbelastning för planerad situation efter rening jämfört med befintlig situation.

² Procentuell förändring i föroreningsbelastning för planerad situation efter rening jämfört med planerad situation utan rening.

7.1. Bedömning av recipientpåverkan

7.1.1. God ekologisk status

För recipienten, Fyrisån, har övergödning varit styrande för recipientens ekologiska status (måttlig). Utförda föroreningsberäkningar indikerar det att den årliga föroreningsbelastningen av fosfor och kväve minskar med 72 % respektive 34 %. Kväve är ett näringsämne som kan orsaka övergödning i vatten, men det är oftast inte den begränsande faktorn i sötvatten, vilken fosfor är. Ammoniak uppnår *måttlig* ekologisk status i recipienten. Ammoniak framställs vid tillverkning av konstgödsel, men kan även bildas naturligt i nedbrytningsprocesser av organiskt kvävehaltigt material. För att minska läckage av näringsämnena från utredningsområdet rekommenderas att grönytor och planteringar gödslas sparsamt. Detta behöver skrivas in i framtida skötselplaner för föreslagna dagvattenanläggningar.

Läkemedelsresten diklofenak är också styrande för recipientens *måttliga* status. Källor till diklofenak är avloppsreningsverk och avfallsförbränning och har därför inte tagits med i föroreningsberäkningarna från dagvattnet.

7.1.2. God kemisk status

Den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god status idag, vilket främst beror på kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleter (PBDE), men även att gränsvärdena för perfluoroktansulfon (PFOS), antracen, flouranten och tributyltenn (TBT) överskrids i vattenförekomsten.

Föroreningsberäkningarna indikerar en minskning av den årliga föroreningsbelastningen för kvicksilver. Kviksilver sprids framförallt via långväga lufttransport, och någon minskning av utsläpp av kvicksilver är inte att förvänta inom en snar framtid.

Polybromerade difenyletrar sprids framförallt via långväga lufttransport, men även genom läckage från deponier. Föreslagen exploatering bedöms därför inte leda till ökade utsläpp av PBDE.

PFOS sprids framför allt från förorenade områden där PFAS-innehållande brandsläckningsskum har använts eller hanterats, men även från sekundära källor som anläggningar för avfallshantering och deponier. Det finns även en diffus spridning från PFAS-innehållande varor, vilka kanaliseras sedan via dagvatten och reningsverk ut i ytvatten. Föreslagen exploatering bedöms inte leda till ökade utsläpp av PFOS. Utförd miljöteknisk markundersökning har ej studerat PFOS i marken.

Antracen når dagvatten via bland annat trafikbärande ytor. Med föreslagna dagvattenlösningar avvattnas planerad parkering direkt till regnbäddar, vilket ger goda möjligheter till rening. Detta indikeras även genom föroreningsberäkningarna, som indikerar på en minskning av årlig föroreningsbelastning med cirka 87 %.

Polyaromatiska kolväten (PAH), vilket flouranten tillhör, är en grupp av miljögifter som kan påverka människors hälsa och vattenlevande organismer, och bildas vid ofullständig förbränning av organiskt material. Utförda föroreningsberäkningar indikerar att den årliga föroreningsbelastningen av PAH16 kan minska med cirka 60 %. Att anmärka är dock att indata till StormTac avseende PAH16 bedöms som osäkra.

TBT sprids framförallt till vattenmiljöer via bottenfärger från båtar, eller genom förorenat sediment vid exempelvis småbåtshamnar eller förorenad mark vid anläggningar inom träindustri, och bedöms därför inte vara relevant för utredningsområdet.

7.1.3. Sammantagen bedömning

Sammantaget bedöms att exploateringen med föreslagna dagvattenåtgärder sannolikt inte äventyrar recipientens möjlighet att uppnå god status. Detta på grund av att utförda föroreningsberäkningarna indikerar att den årliga föroreningsbelastningen minskar för samtliga studerade ämnen. Dessutom bedöms ett flertal av ämnena som är styrande för recipientens miljö kvalitetsnormer inte relevanta för planerad exploatering. Föreslagna dagvattenlösningar strävar efter att i största möjliga mån efterlikna den naturliga vattenbalansen och uppnå effektiv rening av dagvattnet för minimerad påverkan på recipient genom att dagvattnet tillåts infiltrera i marken och tas upp av växtlighet.

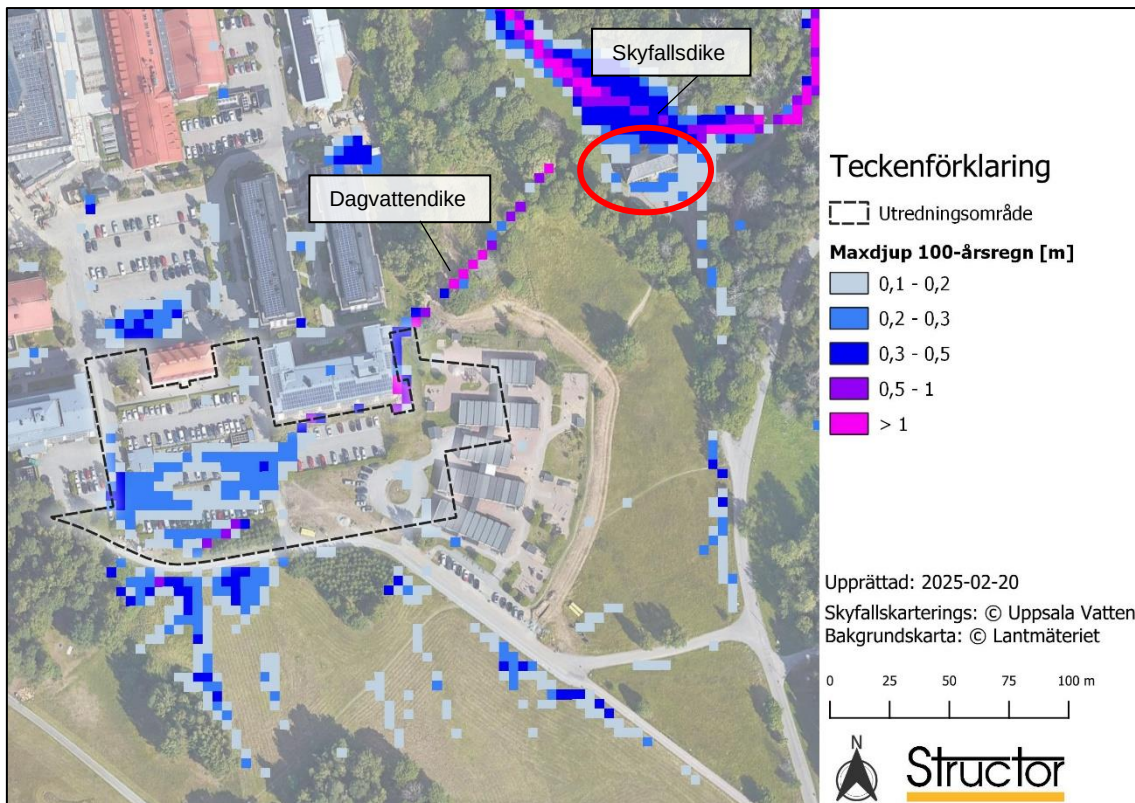
Planerade byggnader rekommenderas att anläggas med takytor som byggs i material utan metaller som koppar, kadmium och zink. För att minska läckage av näringsämnen från utredningsområdet rekommenderas att grönytor, gröna tak och planteringar gödslas sparsamt. Föroreningsmängderna som erhålls vid beräkningarna i StormTac utgår från schablonhalter där både regnbäddar, gröna tak och andra grönytor gödslas i viss utsträckning. Även vid utformning och gestaltning av gatumiljö bör medvetna materialval göras vad gäller exempelvis stolpar, räcken och skyltar för att undvika urlakning av skadliga ämnen. Exempelvis används zink ofta i vägutrustning.

8. SKYFALLSHANTERING

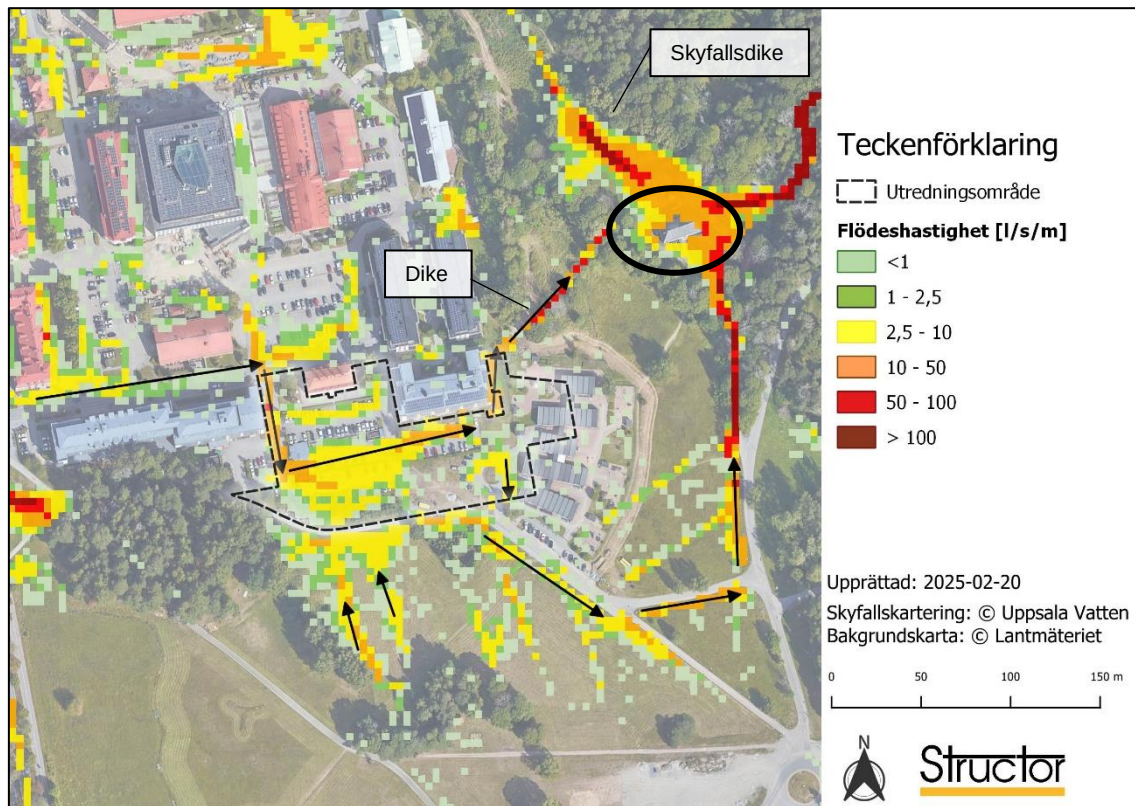
8.1. Dagens översvämningssituation

Föreslagen bebyggelse görs på ett område med risk för översvämning vid skyfall, både med avseende på vattendjup och flöden, se Uppsala Vattens skyfallskartering i Figur 8-1 och Figur 8-2. Där åskådliggörs hur vattnet ansamlas i det sydvästra hörnet av utredningsområdet, inom området för befintlig parkering. Enligt Scalgo LIVE finns idag en kapacitet att ytligt ansamla cirka 169 m³ i befintliga lågpunkter vid ett dimensionerande 100-årsregn med 60 minuters varaktighet inom utredningsområdet. Dessa lågpunkter förväntas byggas bort genom planerad exploatering.

Enligt skyfallskarteringen rinner vatten vid ett dimensionerande 100-årsregn in i utredningsområdet från norr, förbi utredningsområdets centrala delar och ansamlas igen (troligen på grund av flödeskapaciteten) vid nordöstra delen av utredningsområdet, innan det rinner bort via dagvattendiket. Från dagvattendiket leds vattnet vidare genom befintligt skyfallsdike mot Fyrisån. Enligt skyfallskartering finns risk för höga flöden och vattensamlingar vid den befintliga förskola nere i dalen (nära skyfallsdiket), se Figur 8-1 och Figur 8-2, eftersom vatten vid skyfall även leds dit norrifrån och söderifrån.



Figur 8-1. Maxdjup vid dimensionerande 100-årsregn inom och omkring utredningsområdet, enligt Uppsala Vattens skyfallskartering. Befintlig förskola nedströms utredningsområdet är markerad med en röd ellips. Observera att den temporära förskolan vid utredningsområdets östra gräns har monterats ned.

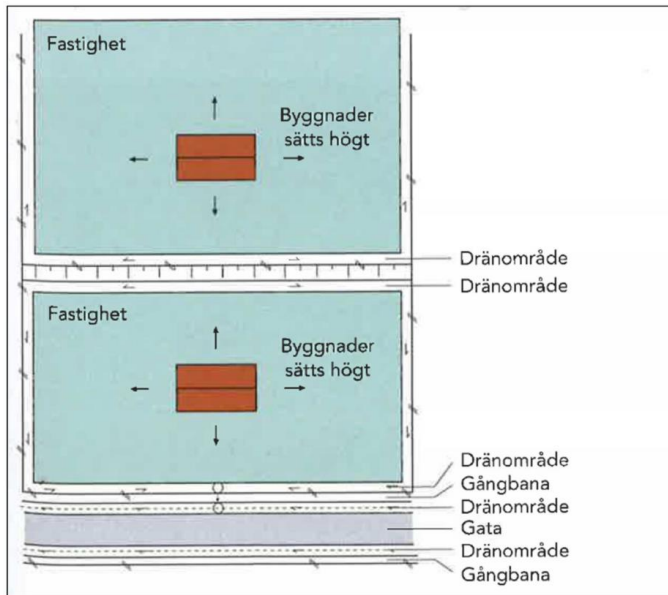


Figur 8-2. Flödesvägar vid dimensionerande 100-årsregn inom och omkring utredningsområdet, enligt Uppsala Vattens skyfallskartering. Befintlig förskola nedströms utredningsområdet är markerad med en svart ellips. Observera att den temporära förskolan vid utredningsområdets östra gräns har monterats ned.

8.2. Hantering av skyfall i planerad situation

8.2.1. Principer för skyfallshantering

Vid regnhändelser, som överstiger den dimensionerande återkomsttiden för dagvattenssystemet, är det vid exploatering viktigt att höjdsättningen är utförd så att dagvattnet kan avrinna ytledes längs säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur. Höjdsättningen måste därför anpassas till att skapa sekundära avrinningsvägar som förhindrar att vatten ansamlas mot eller nära fasader, och istället avrinner vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller till vattendrag. Marken närmast fasad ska luta minst 2 – 3 % för att säkerställa att dagvatten rinner bort från fasad och inte riskerar att tränga in i byggnader. Därefter bör lutningen vara 1 – 2 %. Vidare är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlad ytvatten förhindras att avrinna. En höjdsättning som skapar en effektiv ytavrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter, vilket övergripande innebär att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på byggnader och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 8-3.



Figur 8-3. Principiell höjdsättning för att hantera skyfall.

8.2.2. Sekundära avrinningsvägar och översvämningsvolym

I syfte att hantera tillrinning från områden uppströms, kompensera för befintliga översvämningsvolym och leda skyfallsvatten ut utredningsområdet behövs en robust skyfallshantering.

Det finns i befintlig situation risk för vattenansamling och höga flöden vid en förskola nedströms utredningsområdet. Enligt Scalgo LIVE finns idag en kapacitet att vid ett dimensionerande 100-årsregn med 60 minuters varaktighet ytligt ansamla cirka 169 m³ i befintliga lågpunkter inom utredningsområdets parkeringar.

Följaktligen behövs det en skyfallshantering som inom utredningsområdet i samband med planerad exploatering kompenserar för befintlig översvämningsvolym och inte ökar översvämningsrisken på områden nedströms. Höjdsättningen måste anpassas till att skapa sekundära avrinningsvägar som leder bort vatten från fasaderna. Vid kraftiga skyfall ska vatten inte ansamlas utan spridas ut med en tydlig avrinningsriktning.

För att hantera tillrinning från områden uppströms och för att kompensera för befintliga översvämningsvolym bör det anläggas översvämningsytor inom utredningsområdet. Översvämningsytorna är lokala lågpunkter där vatten kan ansamlas utan att det uppkommer risk för skada på bebyggelse. Översvämningsytorna föreslås att placeras i de södra och östra delarna av utredningsområdet, se Figur 8-4.

Skyfallsvattnet leds, likt befintlig situation, primärt österut genom utredningsområdet via planerade lokalgator till vändplanen i östa delen av utredningsområdet. Vändplanen föreslås höjdsättas som en lokal lågpunkt inom utredningsområdet för att skapa en översvämningsyta som har kapacitet att kompensera för befintliga översvämningsvolymen. Med en beräknad genomsnittlig vattennivå på 15 cm kan vändplanen (med omgivandeytor) hantera en översvämningsvolym på 102 m³.

Söder om vändplanen finns ett lågstråk som kan höjdsättas för att fördröja vatten upp till en viss dämmande vattennivå innan det rinner vidare söderut ut ur utredningsområdet. Med en genomsnittlig vattennivå på 10 cm beräknas lågstråket hantera en översvämningsvolym på 20 m³.

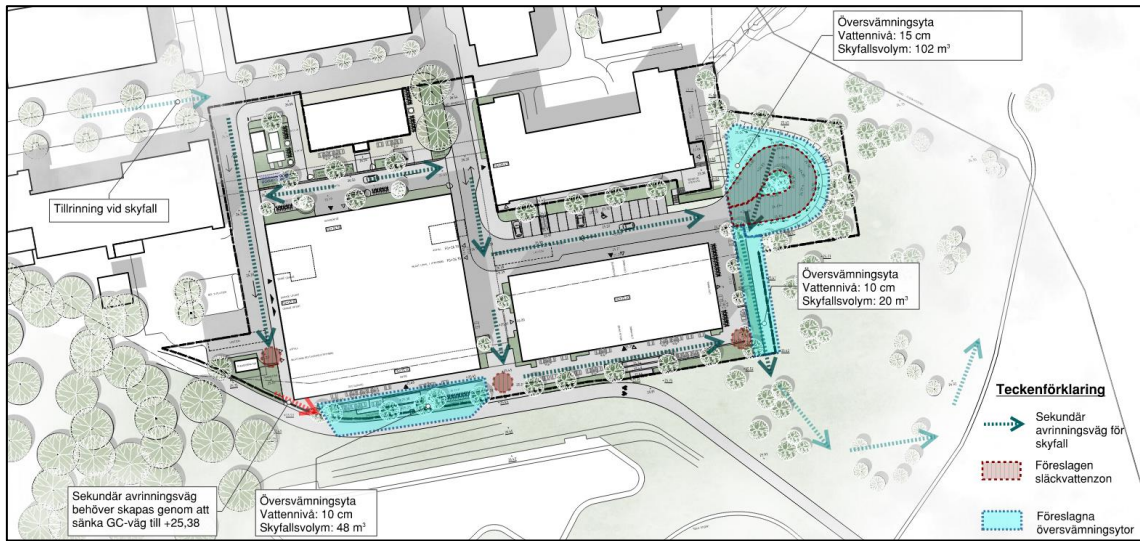
För det skyfallsvatten som avrinner söderut inom utredningsområdet förväntas höjdsättningen skapa en översvämningsyta som med en vattennivå på 10 cm kan hantera 40 m³.

Föreslagna översvämningsytor har en beräknad total översvämningsvolym på 170 m³. Denna översvämningsvolym kompenserar för den befintliga översvämningsvolymen som uppgår till 169 m³. Tillkommer gör också översvämningsvolymen i regnbäddarnas övre fördröjningszon som totalt uppgår till 30 m³. Följaktligen uppgår den totala skyfallsvolymen till 200 m³.

Efter denna fördröjning av skyfallsvatten dräneras vattnet söderut ut ur utredningsområdet och sen medför topografin att vattnet rinner längs samma flödesvägar som för befintlig situation. Det betyder att den södergående ytliga avrinningens flödesväg böjer av mot norr till befintligt skyfallsdike som i sin tur leder vattnet mot Fyrisån. Denna flödesväg medför att flödet vid ett 100-årsregn har en något längre rinnväg (istället för via diket vid utredningsområdets nordöstra hörn) än för befintlig situation, vilket minskar belastningen (och därmed översvämningsrisken) på nedström diken något. Genom att kompensera för befintliga översvämningsvolymen och förlänga rinnvägen förväntas översvämningsrisken inte öka nedströms.

Då höga flöden kan förväntas inom planerade lokalgator är det särskilt viktigt att beakta höjdsättning av färdiga golv och entréer. Vid planerade garagedfarter bör det finnas en upphöjning eller ränna som försvårar inflöde mot garagedfarten.

Den planerade ombyggnationen, med föreslagna skyfallsåtgärder, förväntas att inte öka översvämningsrisken, varken inom utredningsområdet, i kringliggande områden eller områden nedströms. I Figur 8-4 åskådliggörs de föreslagna sekundära avrinningsvägarna (i blått) som syftar till att leda ytavrinningen till föreslagna översvämningsytor och ut ur utredningsområdet.



Figur 8-4. Föreslagna sekundära avrinningsvägar inom och intill utredningsområdet, tillsammans med föreslagna översvämningsytor. Nedströms förskola är lokaliserad nordöst om utredningsområdet.

9. SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER

Dagvattenutredningens syfte är att beskriva de förändringar gällande dagvatten som förväntas uppstå i samband med planerad exploatering.

- Dagvattensystemet ska dimensioneras efter att kunna omhänderta ett 20-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25, utifrån rekommendationer för tät bostadsbebyggelse i Svenskt Vatten P110.
 - Med föreslagna dagvattenlösningar beräknas en flödesminskning i jämförelse med befintlig situation,
- Enligt Uppsala Vattens riktlinjer ska en volym motsvarande 20 mm nederbörd tas omhand, vilket medför en erforderlig fördröjningsvolym på 141 m³. Med föreslagna dagvattenlösningar uppnås detta inom respektive delområde.
- Föreslaget dagvattensystem syftar till att eftersträva den naturliga vattenbalansen, bidra till en attraktiv stadsmiljö och att dagvattnet används som en resurs. Dagvattnet föreslås, i enlighet med Uppsala kommuns riktlinjer och Vattenprogram, tas om hand genom regnbäddar, infiltrationsytor och regnåtervinning (toalettspolning inom en av tre planerade byggnader).
 - Enligt preliminär utformning finns plats för dessa typer av lösningar, i senare skede behöver systemets utformning, med inlopp från stuprör, bräddning till dagvattennät med mera, studeras vidare.
- Med föreslagna dagvattenlösningar och släckvattenzon följs Uppsala Vattens riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet enligt känslighetsklass Ha.
- Utförda föroreningsberäkningarna indikerar att den årliga föroreningsbelastningen minskar för samtliga studerade ämnen. Den planerade exploateringen bedöms inte äventyra recipientens möjlighet att uppnå uppsatta miljö kvalitetsnormer.
 - Genom medvetna materialval och om skötsel/gödsling tillämpas enligt beskrivning 7.1 kan föroreningsbelastningen minskas ytterligare.
- Enligt föreslagen skyfallshantering innebär planerad exploatering inte någon försämring av skyfallssituationen nedströms utredningsområdet i jämförelse med befintlig situation, förutsatt att föreslagna skyfallsåtgärder utförs.
 - Då höga flöden kan förväntas längs planerade lokalgator är det särskilt viktigt att beakta höjdsättning av färdiga golv och entréer. Vid planerade garagedfarter bör det finnas en upphöjning eller ränna som försvårar inflöde mot garagedfarten.
- Det är också viktigt att ta med sig frågan gällande skötselplaner, om dagvattenanläggningarna ska fungera på lång sikt behöver kunskap föras vidare om hur de ska skötas för att upprätthålla funktionen.

REFERENSER

Länsstyrelsen i Uppsala län, 2023. *Länsstyrelsernas Geodatakatalog*, <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=9ff5d99bf7a540d8b802113bd450249e> [2023-04-15]

Ramboll, 2023a. *PM Geoteknik*.

Ramboll, 2023b. *Riskbedömning av grundvattenpåverkan Sten Sture förskola*.

Ramboll, 2023c. *PM Miljöteknisk markundersökning kvarteret Underofficeren*.

Stockholm Vatten & Avfall, 2023. Infiltration i vanlig grönyta.
[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf]

Structor Mark Uppsala AB, 2023. PM Dagvatten, Kronåsen Uppsala, daterad 2023-08-31.

Uppsala kommun, 2021. *Vattenprogram för Uppsala kommun*.
<https://www.uppsala.se/contentassets/adf269d469a74d0ab880018b2df436f5/vattenprogram-for-uppsala-kommun.pdf> [2023-12-19].

Uppsala Vatten, 2022. *Checklista för dagvattenutredningar*.
<https://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d4305365/1652255013881/Checklista%20dagvattenutredningar%2020202.pdf> [2023-12-19]

Uppsala Vatten, u.å. *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark*.
<https://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d4305359/1652255013839/Riktlinjer%20dagvatten%20Uppsala.pdf> [2023-12-19]

Uppsala Vatten, 2023. *Uppsala- och Vattholmaåsarna, skyddsföreskrifter*.
<https://www.uppsalavatten.se/om-oss/verksamhet-och-drift/dricksvatten/vattenskyddsomraden> [2023-12-19]

VISS, 2023a. *Fyrisån*. SE663992-160212.
https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA93715408&managementCycleName=Cykel_3#pagemodule51 [2023-12-14]

VISS, 2023b. *Uppsalaåsen-Uppsala*. SE664296-160193.
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA99626655#pagemodule51> [2023-12-14]