


Grap 21111

Utredning för detaljplan Kv Ställverket m.fl. i Uppsala



Geosigma AB

2022-02-03

Uppdragsledare: Jonas Olofsson	<u>Uppdragsnr:</u> 606415	<u>Grap nr:</u> 21111	<u>Version:</u> 1.0	<u>Antal Sidor:</u> 42	<u>Antal Bilagor:</u> 1	
Beställare: Uppsala Kommun	<u>Beställares referens:</u> Anna Hellgren		<u>Beställares referensnr:</u> -			
Titel och eventuell undertitel: Utredning för detaljplan Kv Ställverket m.fl. i Uppsala						
Författad av: Jonas Olofsson				Datum: 2021-03-18		
Författad av: Jonas Olofsson				Datum: 2022-02-03		
Granskad av: Kristoffer Gokall-Norman				Datum: 2021-03-17		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se <u>Bankgiro:</u> 5331 - 7020 <u>PlusGiro:</u> 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala <u>Postadr:</u> Box 894, 751 08 Uppsala <u>Besöksadr:</u> Vattholmavägen 8, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

I samband med upprättandet av en ny detaljplan i främre Boländerna, Kv Ställverket m.fl. i Uppsala har Geosigma fått i uppdrag av Uppsala kommun att utföra en utredning med syftet att beskriva hur hanteringen av dagvatten kan lösas vid en omvandling enligt detaljplanen. Omvandlingen innebär att den befintliga småskaliga industri- och logistikverksamheten omvandlas till områden med innerstadskaraktär samt att plats ges för nya verksamheter som kontor och restauranger.

Den allmänna platsmarken kommer främst bestå av transportlinjer (vägar samt gång- och cykelväg) och grönområden medan kvartersmarken kommer att bestå av kontorsbyggnader med möjlighet till handel. Inom den utbyggda detaljplanen kommer det finnas totalt 8 fastigheter. För 5 fastigheter har separata dagvattenutredningar tagits fram av fastighetsägarna. Den föreslagna dagvattenhanteringen i de separata dagvattenutredningarna för fastigheterna har sammanställts och använts som underlag vid beräkning av bland annat påverkan på recipienten och dagvattennätet. För de övriga 3 fastigheter där inte någon separat dagvattenutredning har upprättats så har ett antaget scenario använts. Det antagna scenariot innebär att fastigheterna omvandlas från den befintliga markanvändning (småskalig industri) till kontors- och handelsområde. När påverkan på recipienten och det allmänna dagvattensystemet har beräknats så har utgångspunkten varit att fastigheterna uppfyller Uppsala kommuns krav gällande dagvattenhantering.

Det utredda området utgörs av ett område på ca 7 hektar där marken idag främst upptas av ett äldre industriområde med småskalig industri- och logistikverksamhet i form av bilhandlare. Området är idag till stor del hårdgjort med en stor andel takytor och parkeringar inom kvartersmarken.

Jordlagren inom utredningsområdet består av glacial och postglacial lera och områdets avvattning sker via Fyrisån till Mälaren.

För att uppfylla Uppsala vattens reningskrav om 20 mm nederbörd så ska utjämningsvolymen med reningskrav för hela planområdets allmänna platsmark uppgå till 314 m³. Samt 583 m³ för kvartersmarken.

Principerna för dagvattenhanteringen inom planområdet är att kvartersmarken fördröjer och renar sitt dagvatten lokalt inom respektive fastighet medan den allmänna platsmarken renar och fördröjer dagvattnet i öppna, gröna lösningar som bäddar och trädplanteringar med skelettjordar som båda i föreliggande utredning ingår i samlingsnamnet biofilter. Ett lösningsförslag som också presenteras är "rosendalsmodellen" som implementeras i Rosendal, Uppsala.

Eftersom planområdet i dagsläget inte har någon renande och fördröjande dagvattenhantering, i kombination med stora mängder parkerings- och asfaltytor, beräknas en förbättring avseende föroreningsbelastningen på recipienten ske redan vid förändringen av markanvändning. Om dagvattnet dessutom renas och fördröjs i enlighet med Uppsala vattens krav på dagvattenhanteringen beräknas belastningen på både recipienten och dagvattennätet minska betydligt vilket skapar förbättrade förutsättningar att uppnå recipientens miljö kvalitetsnormer. Delar av planområdet har konstaterats vara förorenade. Vid omvandlingen av området kommer krav att ställas på efterbehandling till ett åtgärds mål motsvarande minst mindre känslig markanvändning enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Syfte.....	6
1.2	Allmänt om dagvatten.....	7
2	Material och metod	8
2.1	Material och datainsamling.....	8
2.2	Flödesberäkning	8
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym (åtgärdsnivå 20 mm).....	8
2.4	Föroreningsberäkning	10
3	Områdesbeskrivning och avgränsning.....	11
3.1	Markanvändning – Befintlig	11
3.2	Hydrogeologi och Hydrologi.....	12
3.2.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi	12
3.2.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.....	14
3.3	Föroreningssituation	15
3.4	Recipient – Status.....	17
3.4.1	Miljö kvalitetsnormer (MKN).....	18
3.5	Förutsättningar för dagvattenhanteringen	19
3.6	Planerad markanvändning	20
3.7	Områdets framtida struktur	20
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning.....	22
4.1	Flödesberäkningar	22
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	23
4.3	Föroreningsbelastning.....	26
5	Hantering av dagvatten	30
5.1	Lösningförslag.....	31
5.1.1	Allmän platsmark.....	33
5.1.2	Kvartersmark	34
6	Biofilter – Principlösningar	35
6.1	Rosendalsmodellen	35
6.1.1	Öppet förstärkningslager (ÖF).....	35

6.1.2	Biokol.....	36
6.1.3	Utformning av gatusektioner	37
6.2	Regnbädd och Trädplantering med skelettjord	38
7	Översvämningsanalys och höjdsättning	40
7.1	Principiell höjdsättning vid ett 100-årsregn	40
7.1.1	Befintliga lågpunkter, flödesvägar och potentiella översvämningsytor	41
7.1.2	Höjdsättning – befintlig och framtida	42
8	Slutsats.....	43
9	Referenser	44

1 Inledning

I samband med upprättandet av en ny detaljplan för Kv Ställverket m.fl. i Främre Boländerna, Uppsala (se Figur 1-1) så har Geosigma fått i uppdrag av Uppsala kommun att utföra en utredning med syftet att beskriva hur hanteringen av dagvatten kan lösas vid en omvandling enligt detaljplanen. Omvandlingen innebär att den befintliga småskaliga industri- och logistikverksamheten omvandlas till områden med innerstadskaraktär samt att plats ges för nya verksamheter som kontor och restauranger.



Figur 1-1. Översiktskarta med ungefärlig placering av detaljplaneområdet, markerat med en gulstreckad polygon. Hela Främre Boländerna markeras med en röd polygon.

1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kommer att medföra på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna och ge förslag på lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig bland annat på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet.

Till grund för systemlösningarna i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering samt Uppsala vattens checklista med tillhörande anvisningar följas. Dessa krav innebär att dagvattenanläggningarna inom fastigheten skall utformas så att 20 mm regn, räknat över

hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning tillförbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. Hänsyn har tagits till recipienten för planområdets dagvatten, Fyrisån, och utredningen syftar till att om möjligt förbättra föroreningsituationen inom planområdet.

Till grund för utredningen så har den dagvattenutredning som utförts för hela Främre Boländerna (Geosigma, 2020) legat, tillsammans med de separata dagvattenutredningarna för fastigheterna inom detaljplaneområdet.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner på markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flödestorlek och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Exploatering av tidigare industrimark med tillhörande parkering leder generellt till en mindre areal av hårdgjorda ytor, vilket leder till en minskning av dagvattenmängderna. Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, som infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering
- Befintliga VA- ledningar (erhållet av beställaren)
- Dagvattenutredningar för fastighetsmarken
- Dagvattenutredning för hela Främre Boländerna (Geosigma, 2020)

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r , som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har i första hand tagits från Svenskt Vattens publikation P110 och i andra från StormTac.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme oberoende på vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym (åtgärdsnivå 20 mm)

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala kommuns riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på utredningsområdet kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom undersökningsområdet. Beräkningen av den dimensionerande utjämningsvolymen för eventuella fördröjningsanläggningar görs med följande generella ekvation:

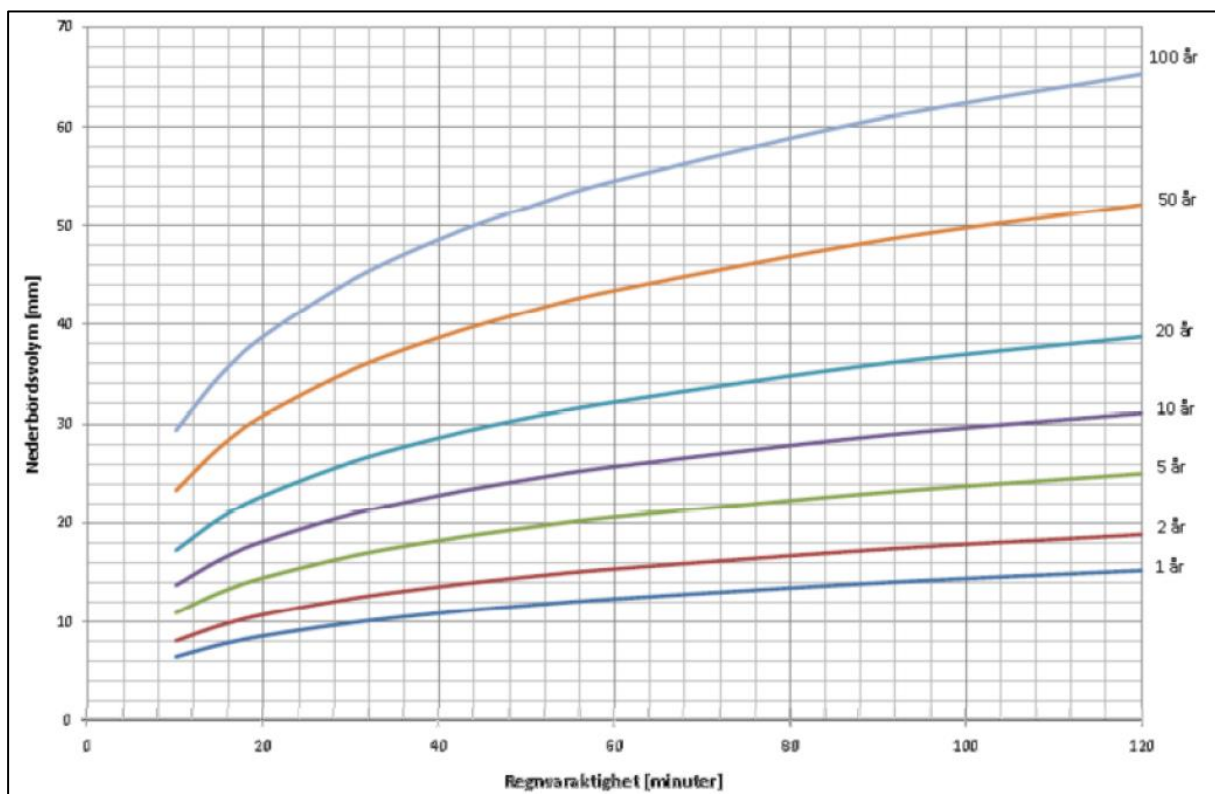
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Hårdgjord yta} \quad (\text{Ekvation 2})$$

Där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen, 20 mm är den mängd nederbörd som Uppsala kommun kräver ska kunna renas och avtappas under minst 12 timmar. "Hårdgjord yta" representerar den reducerade arean, dvs hela områdets yta multiplicerats med den sammanvägda avrinningskoefficienten för området. Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till undersökningsområdets rinntid.

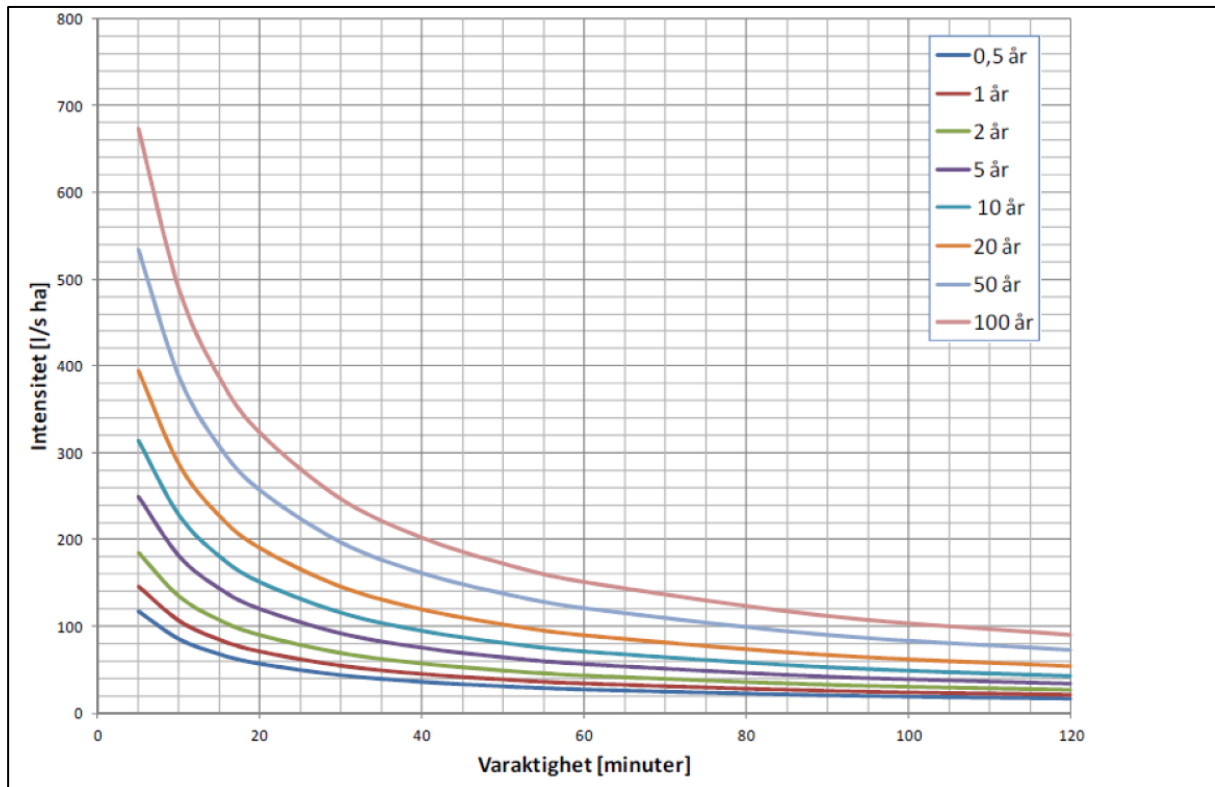
Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala kommuns mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 20-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 15 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 25 minuter till planområdets rinntid. För ett 100-årsregn har regnvolymen redan överskridit 30 mm efter 10 minuter, vilken är den kortaste varaktighet som redovisas i Figur 2-1.



Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

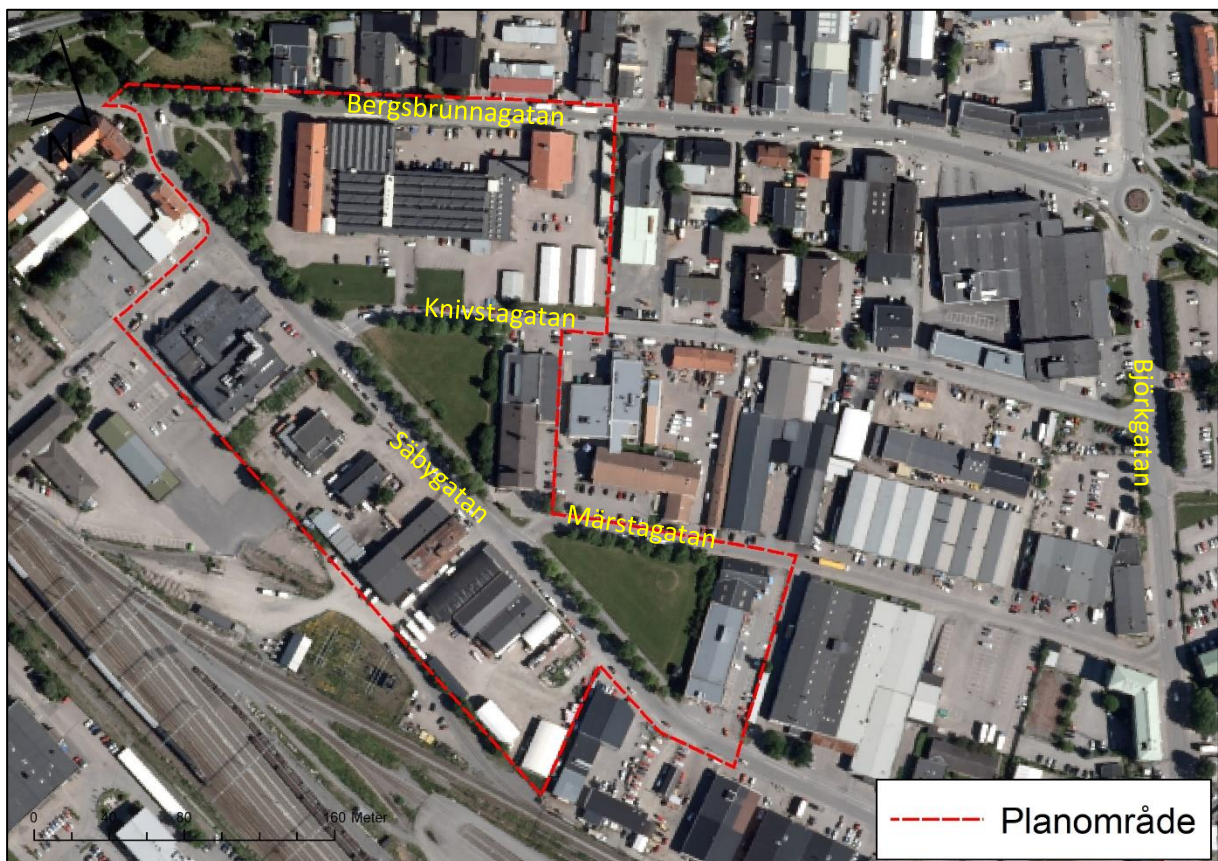
2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.20.2.2. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

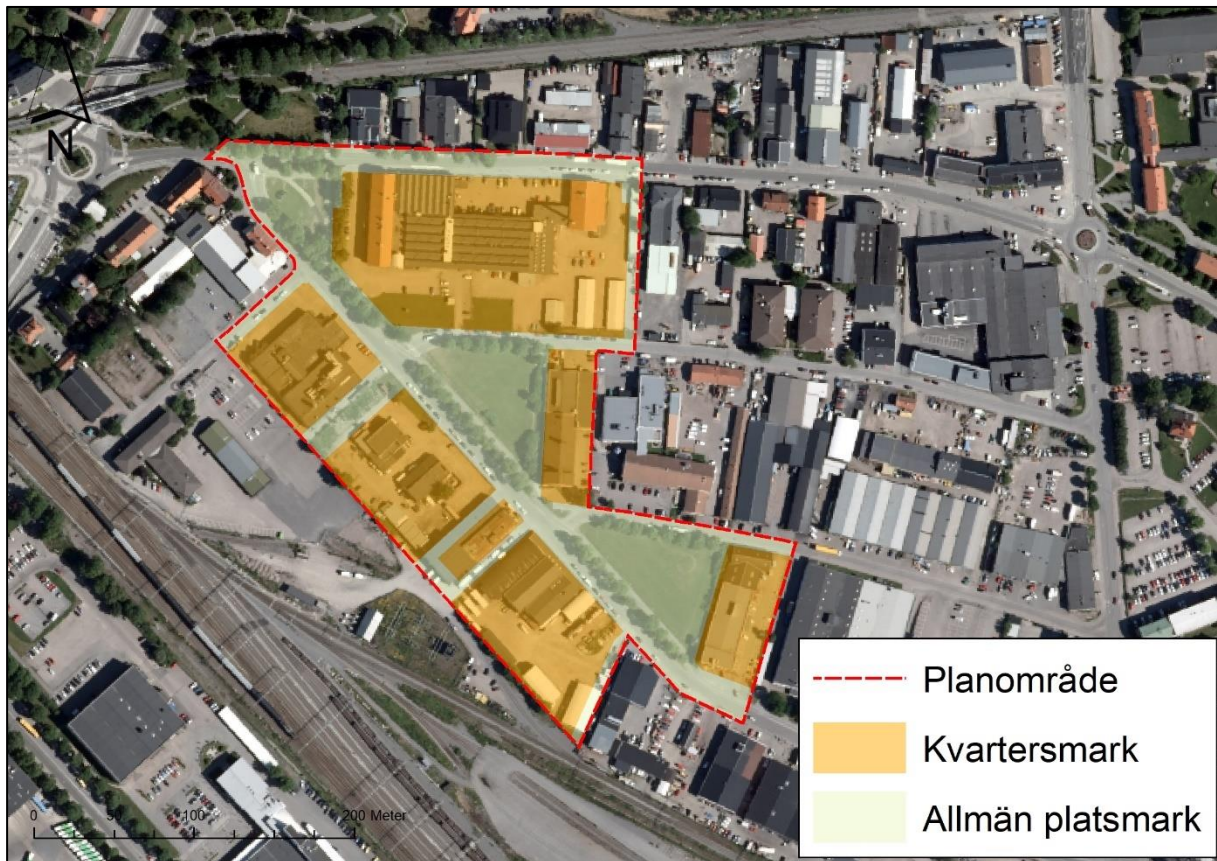
3 Områdesbeskrivning och avgränsning

3.1 Markanvändning – Befintlig

Det utredda området utgörs av ett område på ca 7 hektar där marken idag främst upptas av ett äldre industriområde med småskalig industri- och logistikverksamhet i form av byggbolag, bilhandlare, restauranger och gym. Området är idag till stor del hårdgjort med en stor andel takytor och parkeringar inom kvartersmarken, se *Figur 3-1*. *Figur 3-2* visar en översiktskarta över området som även redovisar den planerade kvartersstrukturen samt den allmänna platsmarken.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom planområdet.



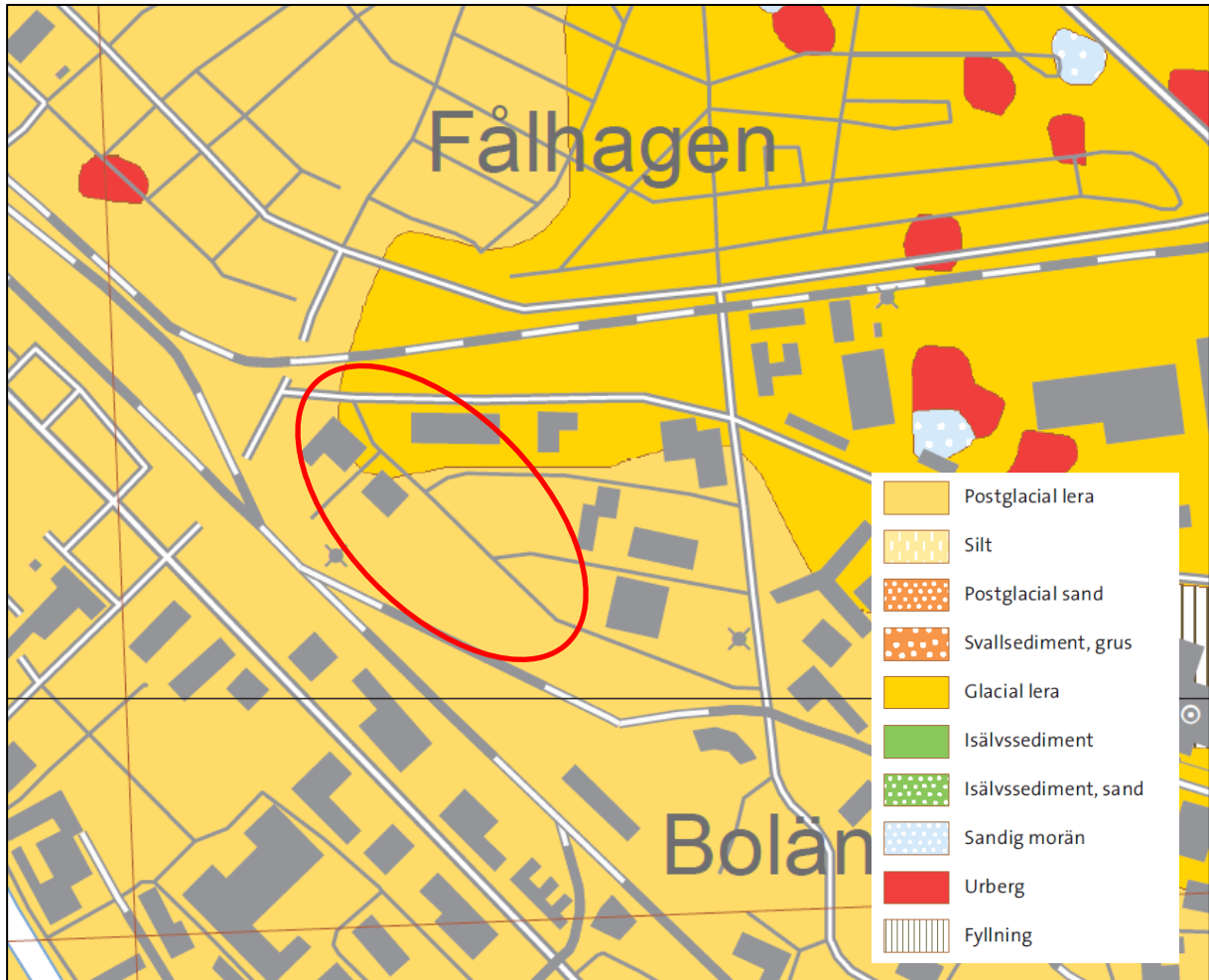
Figur 3-2. Den befintliga markanvändningen samt den planerade fördelningen mellan kvartersmark och allmän platsmark inom utredningsområdet.

3.2 Hydrogeologi och Hydrologi

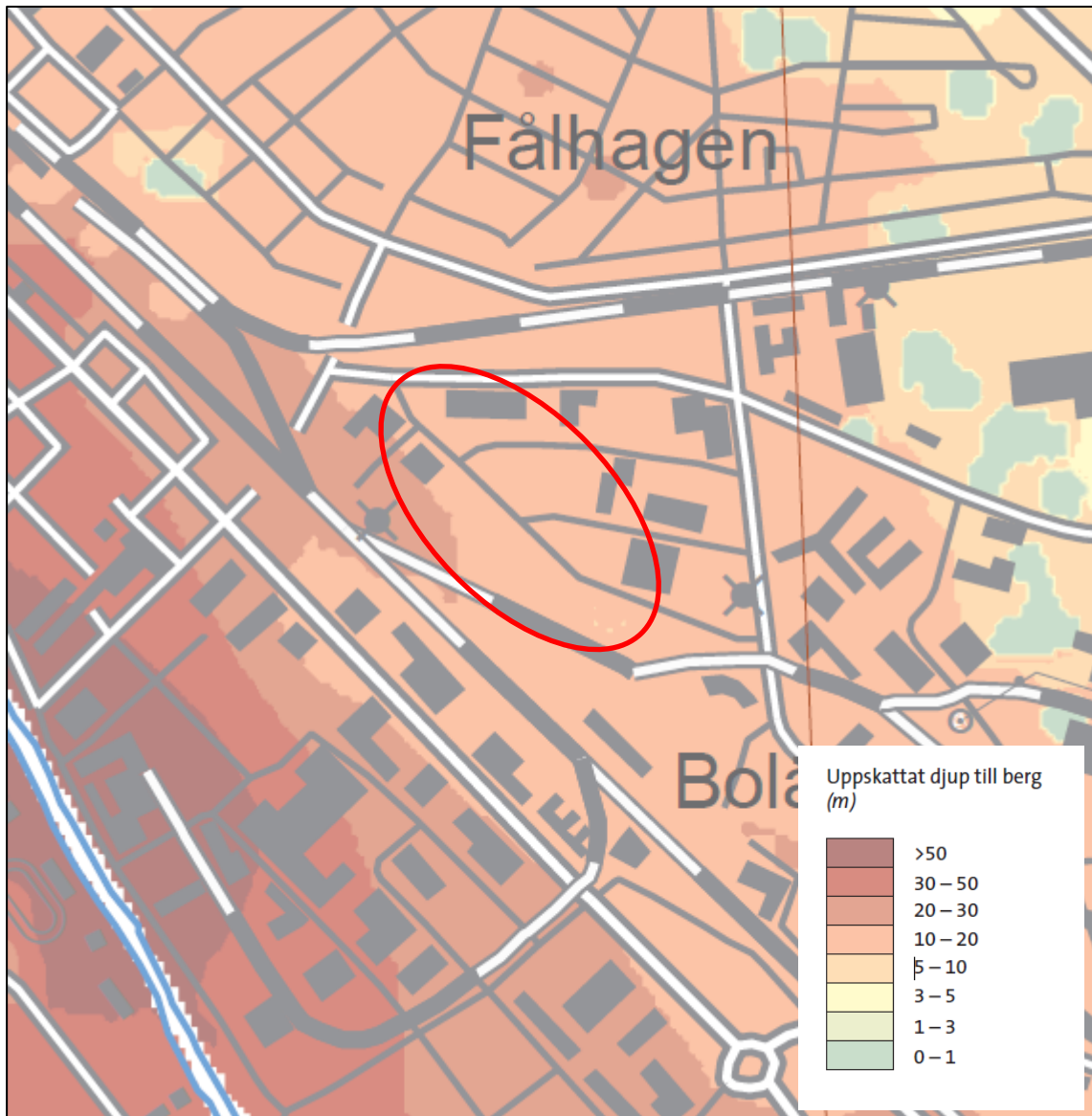
Underlaget för att skatta förutsättningarna för dagvattenhantering har hämtats från webbaserat underlag från SGU samt en miljöteknisk markundersökning som utförts under 2020 av Tyréns (Tyréns, 2020).

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt SGU:s jordarts- och jorddjupskarta består jordlagren inom utredningsområdet av glacial och postglacial lera. Jordlagrens mäktigheter uppges till mellan 10 och 30 meter, se Figur 3-2 och Figur 3-3. Enligt den miljötekniska markundersökningen (Tyréns, 2020) gäller generellt att området är uppfyllt med fyllnadsmassor med en mäktighet på 1-1,5 m som överlagrar lera. Fyllnadsmassorna har varit av likvärdig karaktär inom hela området och har primärt bestått av grusig stenig sand.



Figur 3-3. Jordartskartan från SGU visar att jordarterna inom utredningsområdet (ungefärligt markerad med röd cirkel) bedöms bestå av glacial och postglacial lera.



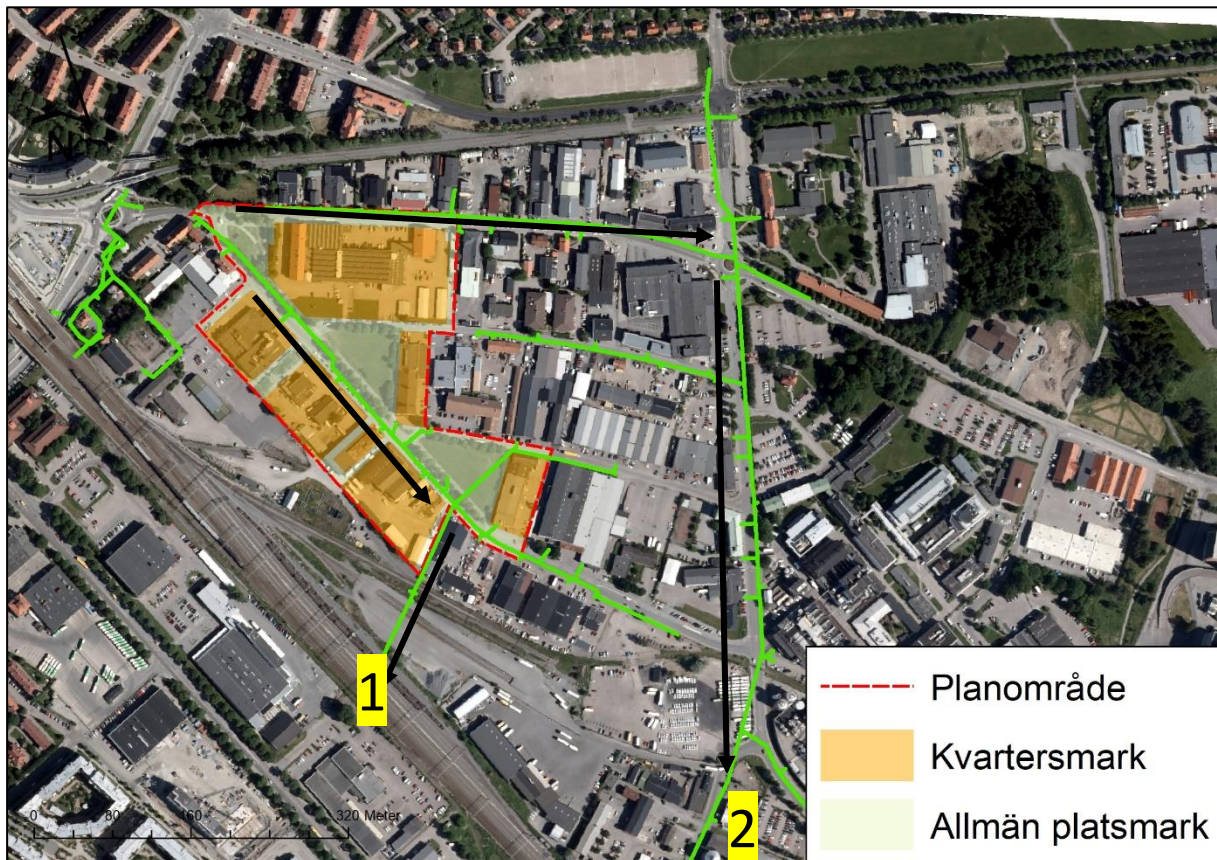
Figur 3-4. Jorddjupskartan från SGU visar att utredningsområdet (ungefärligt markerad med röd cirkel) bedöms ha jorddjup mellan 10 och 30 meter.

Baserat på denna information bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten i utredningsområdet som begränsade.

3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Utredningsområdet är relativt plant med lokala lutningar mot dagvattenbrunnar inom området. Borttransport av vatten från området sker både som ytavrinning och via de befintliga dagvattenledningarna inom planområdet. Figur 3-5 visar det befintliga dagvattennätet som mottar dagvattnet från utredningsområdet samt flödesriktningarna i dagvattenledningarna. Inom utredningsområdet finns två tekniska delavrinningsområden som avvattnas antingen via dagvattenledning 1 eller 2, vilka kan ses i Figur 3-5. Majoriteten av dagvattnet lämnar området via dagvattenledning 1, endast en mindre del av dagvattnet som uppstår planområdets norra del (inom

Bergsbrunnagatan) lämnar området via dagvattenledning 2. Inom planområdets sydöstra del finns en större lågpunkt längst Säbygatan, se avsnitt 7 för lågpunktskartering och översvämningsanalys.



Figur 3-5. Det befintliga dagvattennätet (gröna linjer) samt flödesriktningarna i dagvattenledningarna (svarta pilar).

I en dagvattenmodell skapad av Sweco (2012) analyserades dagvattennätets hydrauliska egenskaper. Analysresultatet visade att dagvattennätet har underdimensionerade dagvattenledningar och att marköversvämnningar sker redan vid ett 2-årsregn. Swecos utredning föreslår att huvuddagvattenledningen från Kungsgatan ner till Fyrisån förstoras till 1200-1400 mm ledning samt att även ledningarna vid Säbygatan får en grövre dimensionering. Vidare föreslår utredningen att ett utjämningsmagasin anläggs vid Säbygatan för att området ska klara av ett 10-årsregn utan översvämnningar.

3.3 Föroreningsituation

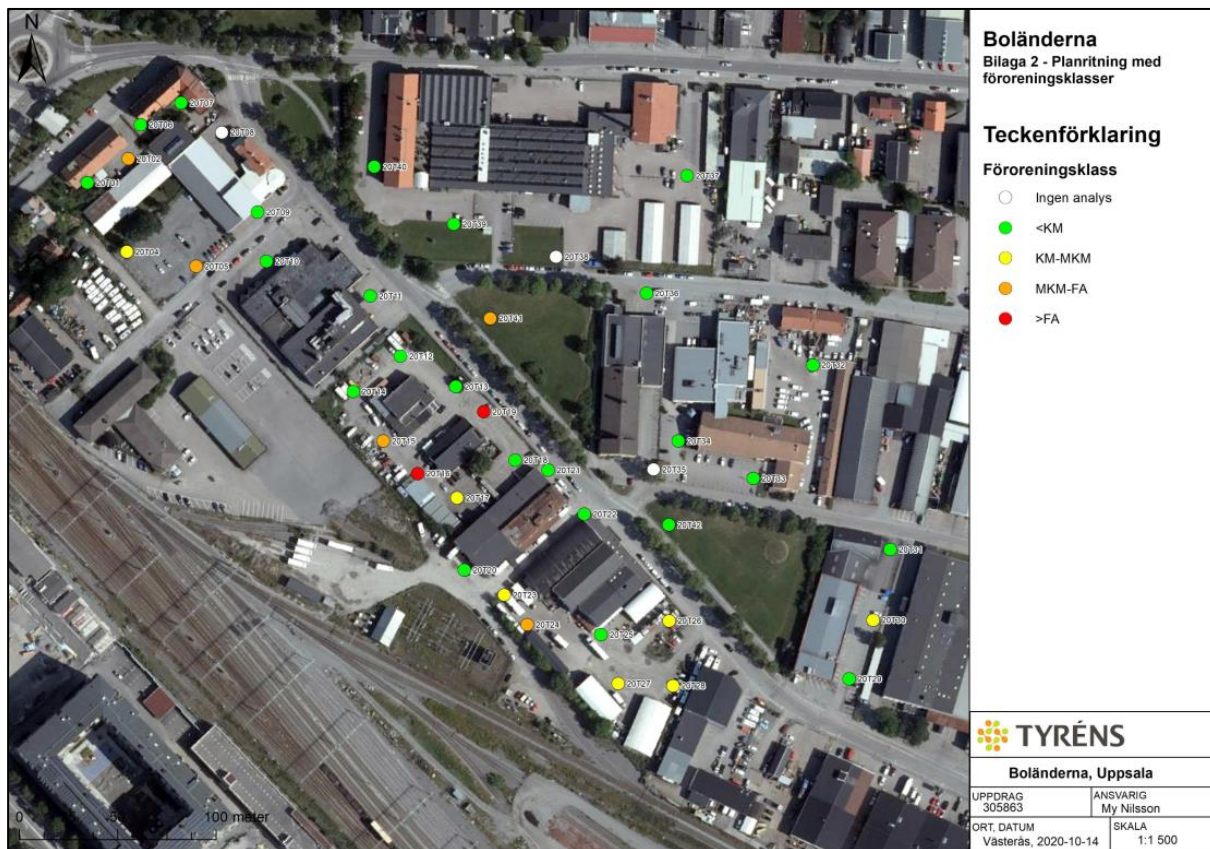
Enligt den översiktliga miljötekniska markundersökningen som utförts inom området (Tyréns, 2020) påvisades en stor variation i uppmätta föroreningshalter inom området. Ställvis höga halter av föroreningar, med nivåer över FA, har förekommit inom vissa fastigheter medan andra har varit fria från föroreningar där prov tagits. Se *Figur 3-6* för ett utdrag från den översiktliga miljötekniska markundersökningen. Totalt påträffades 8 jordprover av 47 provtagna med påvisade föroreningar (halter över naturvårdsverkets generella riktvärden för "mindre känslig markanvändning") i fyllnadsmaterialet. Påträffade föroreningar var främst PAH:er och metaller, vilka tros vara knutna till verksamheterna som bedrivits inom området både i nuläget samt historiskt. Både PAH:er och metaller har en relativt låg spridningsrisk, dock bör massor med halter över åtgärds målen åtgärdas.

Inom områden där en eventuell efterbehandling av förhöjda halter PAH:er och metaller utförts bedöms risken för påverkan på grundvatten kopplat till dagvattenhanteringen som låg. Även markarbeten som schaktning och pålning bedöms ej innebära en ökad risk för negativ påverkan på grundvattnet om eventuellt påträffade föroreningar åtgärdats.

I ett grundvattenprov påträffades klorerade alifater, vilket bör utredas vidare inför byggnation och markarbeten.

Om föroreningar påträffas är fastighetsägaren, entreprenören eller den ansvarige för verksamheten skyldig att informera kommunens miljöenhet om det. Beroende på vilka åtgärdskrav som kommunen ställer på en eventuell saneringsåtgärd, kan dagvattenhanteringen anpassas efter detta. Dagvatten kan efter rening tillåtas infiltrera, om det inte finns någon risk för att föroreningar i marken mobiliseras. Dagvattenanläggningarna kan även förses med tät botten och tätskärmar för att säkerställa att inget dagvatten bidrar till en potentiell föroreningstransport vid eventuell infiltration. För att minska eventuell risk för föroreningsspridning via ledningsgravar kan vertikalskärmar med bentonitblandad sand anläggas längs ledningsgravarna för att minska denna transportväg.

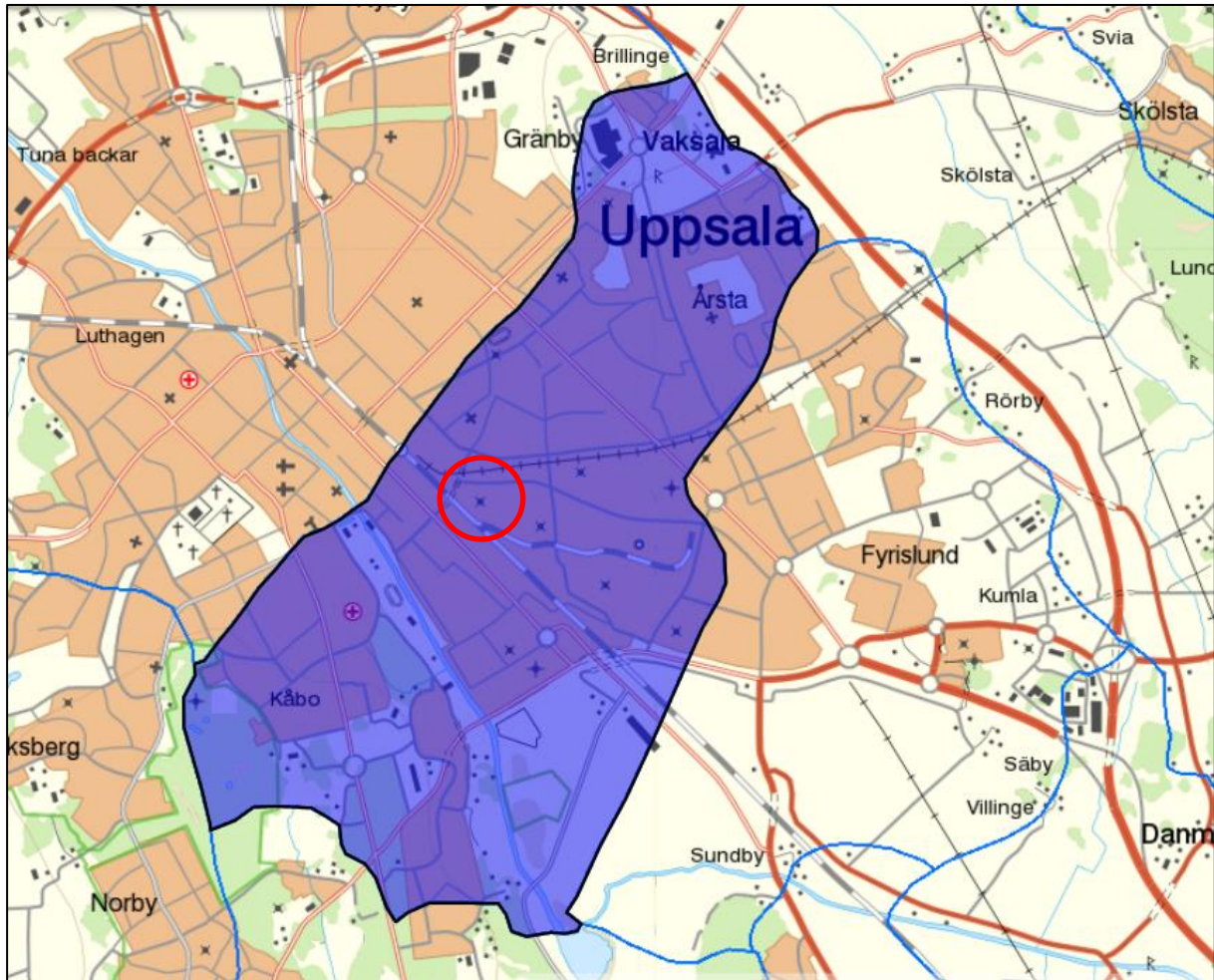
Planområdet ligger inom yttre zon för vattenskyddsområde. För vattenskyddsområdet finns vattenskyddsföreskrifter som bland annat innebär att schaktning ej får ske djupare än 1 meter över högsta grundvattenyta och att markarbeten inte får medföra bortledning av grundvatten eller sänkning av grundvattennivån. Eventuell dispens från vattenskyddsföreskrifterna kan sökas hos länsstyrelsen. I den översiktliga miljötekniska markundersökningen som utförts i området har provtagning skett ner till ca 2 m under markytan. Generellt för samtliga provtagningspunkter består de översta 0,5-1 m av fyllnadsmaterial som överlagrar lera. Eftersom provtagningen inte utförts djupare än till 2 m under markytan innebär det att den faktiska lermäktigheten är okänd, dock är den >1-1,5 m i samtliga punkter.



Figur 3-6. Utdrag från Tyréns översiktliga miljötekniska markundersökning (Tyréns, 2020).

3.4 Recipient – Status

Utredningsområdet ingår i Fyrisåns avrinningsområde. Figur 3-7 visar det delavrinningsområde som planområdet tillhör. Fyrisån rinner sydväst om planområdet och är recipient för dagvatten från planområdet.



Figur 3-7. Utredningsområdet ingår i Fyrisåns avrinningsområde som slutligen avvattnas till Mälaren-Ekoln. Planområdet återfinns inom den röda cirkeln.

3.4.1 Miljö kvalitetsnormer (MKN)

Det dagvatten som bildas inom planområdet rinner till Fyrisån (SE663992-160212). Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljö kvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Enligt VISS (2021) bedöms det att Fyrisån har en måttlig ekologisk status på grund av konnektivitet (vandringshinder), morfologiska förändringar, övergödning samt särskilda förorenande ämnen (arsenik). Fyrisån uppnår ej god kemisk status på grund av överskridande gränsvärden för kvicksilver, arsenik, PBDE, antracen, flouranten, PFOS med flera. Fyrisån har problem med övergödning på grund av belastning av näringsämnen. De uppmätta fosforhalterna i Fyrisån ligger nära gränsen till måttlig status. Fyrisån har även problem med syrefattiga förhållanden. Detta innebär enligt Weserdomen (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016) att ingen ytterligare försämring är tillåten samt att alla ökande utsläpp av näringsämnen anses bidra till att försämrats den dåliga statusen. Miljö kvalitetsnormernas kvalitetskrav är att god ekologisk status uppnås 2027 samt god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist till 2021 för antracen samt med undantag i form av mindre stränga krav för bromerade difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar.

Fyrisån flyter ut i recipienten Mälaren-Ekoln (SE662707-160167) som har måttlig ekologisk status och där den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god kemisk status. Ekoln uppnår i dagsläget ej god kemisk status och överskridande ämnen är kvicksilver, kvicksilverföreningar och tributyltennföreningar. Se tabell 3-1 nedan för en sammanställning av recipienternas miljö kvalitetsnormer.

Tabell 3-1. Miljö kvalitetsnormer för Fyrisån och Mälaren-Ekoln

Vattenförekomst	Ekologisk status	Ekologiskt kvalitetskrav	Kemisk status	Kemisk kvalitetskrav
Fyrisån	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
Mälaren-Ekoln	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God

3.5 Förutsättningar för dagvattenhanteringen

Utredningsområdet befinner sig inom den sekundära, yttre skyddszone för Uppsala- och Vattholmaåsarnas vattenskyddsområde. Från *Risikanalyser av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt – Slutrapport MÅsen Etapp 2* (Geosigma, 2018) (MÅsen är en förkortning för Markanvändning Åsen som syftar på markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde) klassas den nordvästra delen av området under känslighetsklassen *Måttlig känslighet* och resten av utredningsområdet klassas under känslighetsklassen *Låg känslighet*. För områden som klassas i känslighetsklassen *Måttlig känslighet* krävs vissa försiktighetsmått vid exploateringar. Dagvattenhanteringen ska inte utföras så att den riskerar att bidra till infiltration av farliga ämnen i samband med läckage. Dagvattnet från körbara ytor såsom gator, vägar, lastzoner och parkeringsytor ska dessutom genomgå rening i till exempel växtbäddar innan det tillåts infiltrera. Vid byggnationen ska anlåtade entreprenörer även ha en intern miljöplan där bland annat hanteringen av byggdagvatten redovisas. Utredningen har därför utgått från att potentiellt förorenat dagvatten, framför allt från gator, vägar, lastzoner och parkeringsytor ej ska riskera att infiltreras till grundvattnet utan rening samt att dagvattenhanteringen inte ska utföras så att den riskerar att bidra till infiltration av farliga ämnen i samband med läckage.

Uppsala kommun har utifrån kommunens dagvattenprogram, antaget 2014 i kommunfullmäktige, tagit fram övergripande mål för att underlätta arbetet för inblandade parter i deras arbete med dagvattenfrågor i samband med exploateringen av områden inom Uppsala kommun.

I programmet formuleras följande fyra övergripande mål:

- **Bevara vattenbalansen**
Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
- **Skapa en robust dagvattenhantering**
Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- **Ta recipienthänsyn**
Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter.
- **Berika stadslandskapet**
Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.

Uppsala Vatten har även uppställda riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Det finns två nivåer på krav och vilken nivå som tillämpas beror på avståndet från förbindelsepunkten via ledningssystemet, ner till utloppet i recipienten. Om fastigheten inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten gäller följande:

- Dagvattenanläggningar inom fastigheten 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.

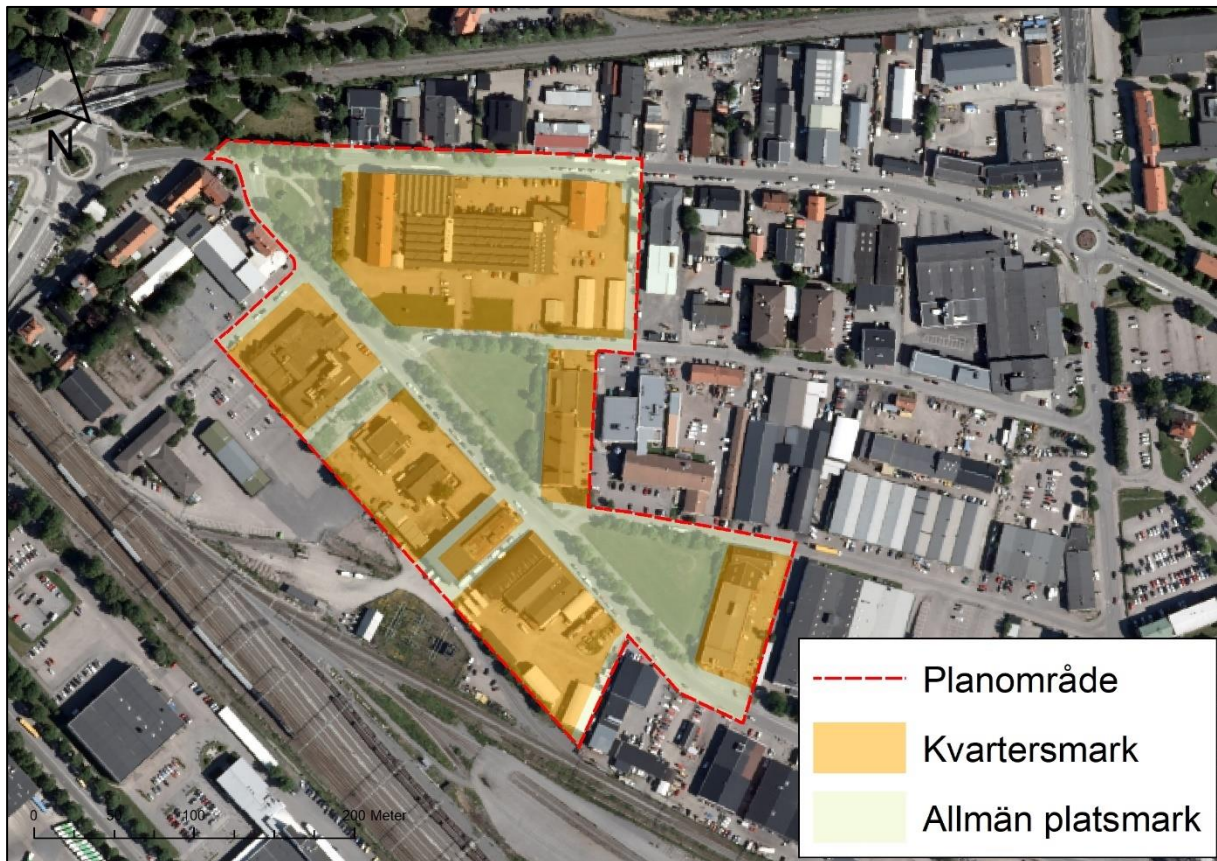
Utöver detta har även Uppsala kommuns checklista för dagvattenutredningar använts.

3.6 Planerad markanvändning

Den planerade markanvändningen baseras på respektive fastighetsägares planerade byggnationer i kombination med de planerade kommunala förändringarna inom den allmänna platsmarken. För fastigheterna har individuella dagvattenutredningar utförts och för den allmänna platsmarken har en övergripande utredning för hela främre Boländerna utförts. Dessa utredningar har, tillsammans med nya beräkningar, sammanförts för att visa dagvattensituationen för detaljplaneområdet Kv Ställverket m.fl.

3.7 Områdets framtida struktur

Utredningsområdets befintliga kvartersstruktur (se t.ex. Avsnitt 3) är stängd och kvarteren relativt långa. Den nuvarande stängda kvartersstrukturen medför en begränsad rörelse inom stadsdelen. Enligt Uppsala kommuns innerstadsstrategi ska främre Boländerna utvecklas med en tydlig och finmaskig kvartersstruktur som innebär att de befintliga kvarteren måste öppnas upp. Fokus har därför legat på att skapa så kallade "släpp" genom de långsträckta kvarteren. Med släpp menas passagera som möjliggör transport mellan de horisontella transportlederna. Uppdelningen av kvartersmarken innebär att andelen allmän platsmark ökar och kvartersmarken minskar, se *Figur 3-8*.



Figur 3-8. Framtida kvartersstruktur med släpp inom kvartersmarken. Som bakgrundskarta ses den befintliga markanvändningen.

De föreslagna öppningarna inom kvartersstrukturen leder till att de befintliga tekniska delavrinningsområdena inom utredningsområdet förändras något. Framst är det släppen genom kvarteren som påverkar delavrinningsområdena då dagvatten planeras att ledas in till släppen.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I karteringarna av kvartersmarken har avrinningskoefficienter och ytor tagits från respektive fastighets individuella dagvattenutredning. För den allmänna platsmarken har ytor och avrinningskoefficienter från den övergripande dagvattenutredningen för Främre Boländerna använts och avgränsats till det aktuella planområdet. Resultaten finns sammanställda i Tabell 4-1.

För den mer detaljerade karteringen av kvartersmarkens alla olika markanvändningstyper hänvisas till Bilaga 1. Den dimensionerande avrinningskoefficienten baseras på markanvändningarna som presenteras i dagvattenutredningarna för respektive fastighet. För fastigheterna inom planområdet som ej utfört någon dagvattenutredning har en planerad markanvändning i linje med Uppsalas strukturprogram för Främre Boländerna (PBN 2015-000620) antagits, se Geosigma (2020) för mer information. Kortfattat innebär det att den befintliga småskaliga industri- och logistikverksamheten omvandlas till områden med innerstadskaraktär samt att plats ges för nya verksamheter som kontor och restauranger.

Planområdet består av flera olika typer av markanvändning och därför har en avvägd avrinningskoefficient beräknats enligt sambandet:

$$\varphi_{A_{tot}} = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 \dots) / A_{tot} \quad (\text{Ekvation 4})$$

Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning

Markanvändning	ϕ (-) Befintlig	ϕ (-) Planerad	Area befintlig markanvändning (ha)	Area planerad markanvändning (ha)	$\phi_{A_{tot}}$ (-) Befintlig	$\phi_{A_{tot}}$ (-) Planerad
Allmän platsmark						
Grönyta	0,1	0,1	1,02	1,33		
Gatumark	0,8	0,8	1,70	1,42		
Takytta	0,9	0,9	0,20	-		
GC-väg	0,8	0,8	0,20	0,37		
Summa			3,12	3,12	0,58	0,50
Kvartersmark						
Industrimark	0,80		4,14			
Kontors- och handelsområde		0,66		4,14		
Summa			4,14	4,14	0,80	0,66

I enlighet med Uppsala vattens checklista har ett 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Dagvattenflöden från planområdet vid ett 20-årsregn med 10 minuters

varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2 och resultaten redovisas i Tabell 4-2. I tabellen visas även förändringen i årsmedelflöde och dimensionerande flöde. Vid beräkningar av dagvattenflöde efter planerad exploatering av fastigheten har en klimatfaktor på 1,25 använts för att erhålla det dimensionerande flödet. Enligt beräkningar utförda enligt Dahlström (Svenskt Vatten, 2010) motsvarar ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet en regnintensitet på 287 liter/sekund-hektar. Det dimensionerande flödet vid ett 20-årsregn med 25 minuters varaktighet har också beräknats, vilket motsvarar att åtgärdsnivån 20 mm uppfylls. Det eftersom det tar 15 minuter att fördröja 20 mm vid en 20-årsregn och till det adderas 10 minuter som representerar nederbördens rinntid till fördröjande transportsträcka.

Tabell 4-2. Beräknade dagvattenflöden för befintlig och planerad markanvändning vid dimensionerande flöde för ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet (287 liter/sekund-hektar) samt årsflöden (årsnederbörd 636 millimeter) med en klimatfaktor på 1,25

	Befintlig markanv (l/s)	Planerad markanv. inkl. klimatfaktor (l/s)	Planerad markanv inkl. klimatfaktor med fördröjning (l/s)	Årsmedelflöde Befintlig (l/s)	Årsmedelflöde Planerad (l/s)
Allmän platsmark	518	563	322	0,42	0,38
Kvartersmark					
Fastighet 1 (Boländerna 9:1)	65	69	40	0,050	0,035
Fastighet 2 (Boländerna 10:1)	121	130	75	0,093	0,084
Fastighet 3 (Boländerna 10:4 och 10:9)	180	230	130	0,13	0,14
Fastighet 4 (Boländerna 11:1)	82	74	41	0,063	0,047
Fastighet 5 (Boländerna 8:1)	386	362	207	0,30	0,23
Fastighet 6 (Boländerna 10:2 och 10:10)	129	121	69	0,099	0,079
Summa kvartersmark	963	986	562	0,735	0,615
Summa kvartersmark och allmän platsmark	1481	1549	884	1,155	0,995

Beräkningarna visar att en exploatering av området enligt Uppsala kommuns strukturprogram och exploatörernas planer för fastighetsmarken skulle medföra relativt oförändrade dimensionerande dagvattenflöden vid ett 20-årsregn med en ansatt klimatfaktor på 1,25. Årsmedelflödena beräknas även de vara relativt oförändrade, eventuellt något lägre. Om åtgärdskravet 20 mm uppfylls beräknas flödet ut från området minska med ca 40 % vid ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

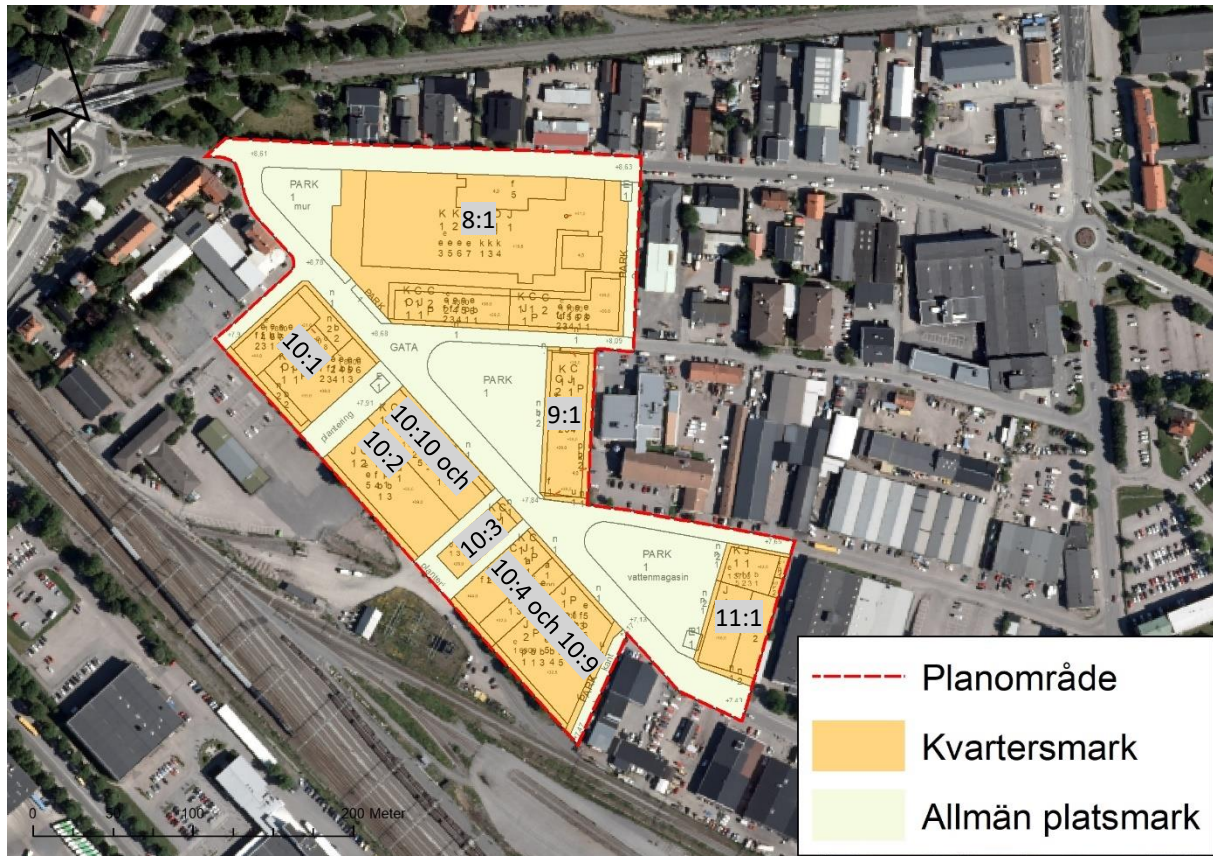
Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.3.

Dagvattenanläggningarna inom kvartersmarken har inhämtats från respektive dagvattenutredning för fastighetsmarken. Generellt utformas anläggningarna så att 20 mm regn kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats för den allmänna platsmarken samt för kvartersmarken. Kvartersmarkens dimensionerande utjämningsvolym, ytanspråk och tillgänglig yta redovisas i Tabell 4-4 nedan. Ytanspråket har beräknats schablonmässigt för en växt- eller regnbädd med 1 meters djup med en 0,1 m ovanliggande fördröjningszon och 30 % porositet. Som tillgänglig yta har endast mark som inte får bebyggas räknats med. Till detta hör prickmark där marken inte får förses med byggnad samt mark där endast komplementbyggnader ovan mark och garage under mark får placeras. Även om endast prickmark där marken inte får förses med någon byggnad räknas med som tillgänglig yta så är den tillgängliga ytan betydligt större än

ytanspråket för dagvattenhantering. Många av fastigheterna räknar även med att nyttja gröna tak som en fördröjande åtgärd vilket minskar ytbehovet för dagvattenhantering på marken. För mer information se respektive fastighets dagvattenutredning. För samtliga fastigheter inom planområdet bedöms de ställda kraven på rening och fördröjning av dagvatten kunna uppnås i det aktuella planförslaget.

Tabell 4-3. Erforderlig utjämningsvolym för de olika fastigheterna inom kvartersmarken. Fastighet 7 (Boländerna 10:3) består till största del av befintlig bebyggelse vilken inte omfattas av Uppsala vattens fördröjnings- och reningskrav. Den dimensionerande utjämningsvolymen och ytanspråket redovisas därför inom parentes. Tillgänglig yta finns dock inom fastigheten om en nybyggnation skulle ske

	Dimensionerande utjämningsvolym (m ³)	Ytanspråk (m ²)	Tillgänglig yta enligt planförslag (m ²)
Fastighet 1 (Boländerna 9:1)	39	98	632
Fastighet 2 (Boländerna 10:1)	104	260	1 440
Fastighet 3 (Boländerna 10:4 och 10:9)	130	325	970
Fastighet 4 (Boländerna 11:1)	40	100	1 700
Fastighet 5 (Boländerna 8:1)	153	383	9 000
Fastighet 6 (Boländerna 10:2 och 10:10)	75	190	920
Fastighet 7 (Boländerna 10:3)	(17)	(42)	100
Summa kvartersmark	558	1398	14 762

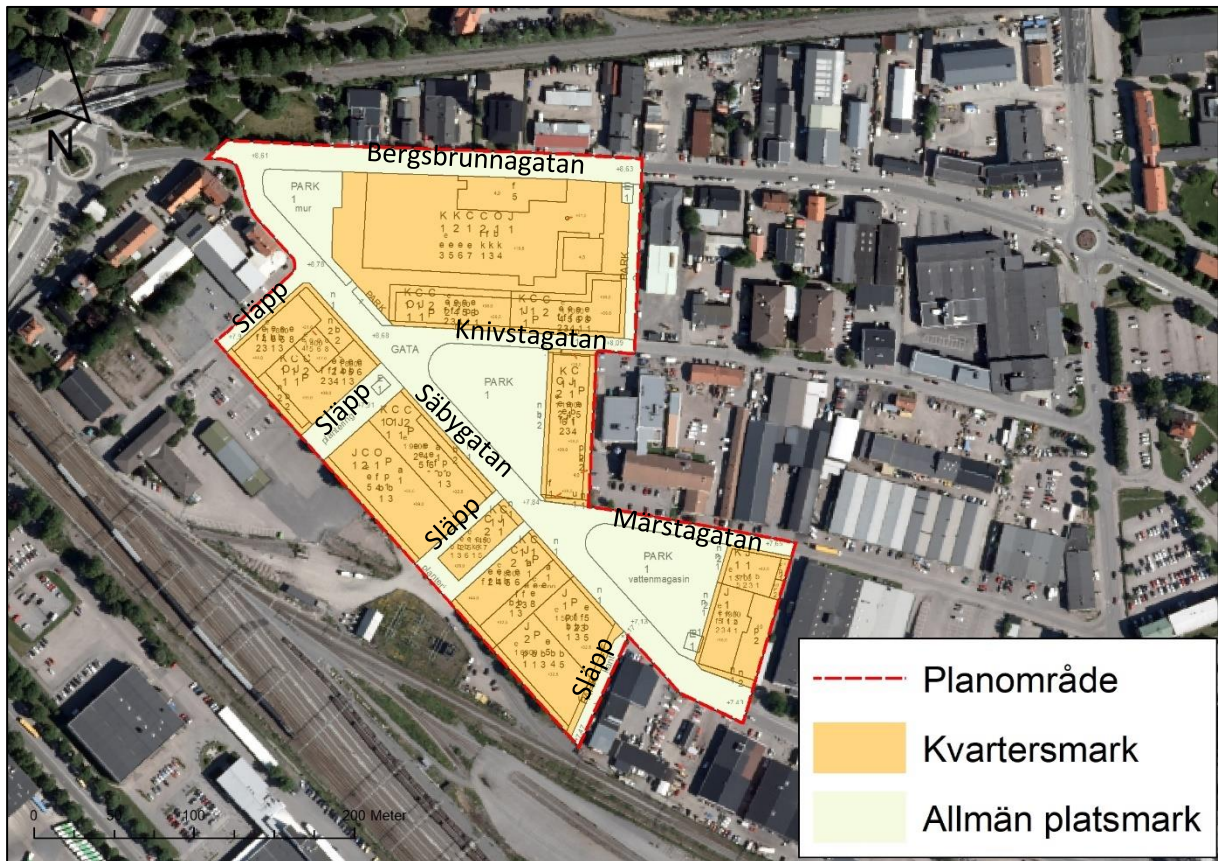


Figur 4-1. Planområdets fördelning mellan kvartersmark och allmän platsmark samt fastighetsbeteckning.

Den dimensionerande utjämningsvolymen för den allmänna platsmarken redovisas i Tabell 4-4 nedan. I tabellen redovisas den erforderliga utjämningsvolymen fördelat inom den allmänna platsmarkens olika vägar och släpp.

Tabell 4-4. Erforderlig utjämningsvolym och ytanspråk för den allmänna platsmarken

	Dimensionerande utjämningsvolym (m ³)	Ytanspråk (m ²)
Bergsbrunnagatan	54	135
Säbygatan	104	260
Knivstagatan	34	85
Märstagatan	34	85
Släpp/Tvärkopplingar	88	220
Summa allmän platsmark	314	785



Figur 4-2. Översikt över planområdets gator och släpp.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.20.2.2 använts, se Tabell 4-5, Tabell 4-6 och

Tabell 4-7. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Tabellerna beskriver föroreningsituationen vid befintlig och framtida markanvändning. Som grund för beräkningarna har schablonvärdet "industrimark" använts för kvartersmarken för den befintliga situationen. Den framtida situationen är beräknad från markanvändningen som beskrivs i de individuella dagvattenutredningarna för respektive fastighet. För de fastigheter där ingen dagvattenutredning tagits fram har antagandet att industrimarken omvandlas till kontorsområde gjorts. Föroreningshalterna och föroreningsbelastningen från detaljplaneområdet efter rening bygger på de reningsåtgärder som presenteras i de individuella dagvattenutredningarna för respektive fastighet. För de fastigheter där ingen dagvattenutredning har tagits fram har antaganden gjorts att rening och fördröjning av dagvattnet sker i enlighet med Uppsala kommuns dagvattenstrategi, dvs gröna lösningar. För den allmänna platsmarken har reningen och fördröjningen utgått från de lösningar som presenteras i dagvattenutredningen för hela Främre Boländerna (Geosigma, 2020).

Tabell 4-5. Föroreningshalt och föroreningsbelastning i dagvatten från den **allmänna platsmarken** för befintlig och planerad markanvändning, beräknat i StormTac 20.2.2. Föroreningsbelastningen jämförs med den befintliga. Röd = belastningen ökar alternativt förblir oförändrad efter planerad markanvändning och/eller rening, Grön = belastningen minskar vid planerad markanvändning och/eller rening

Ämne	µg/l befintlig	kg/år befintlig	µg/l planerad	kg/år planerad	µg/l efter rening	kg/år efter rening
Fosfor	140	1,9	120	1,5	55	0,66
Kväve	1800	24	1700	21	940	11
Bly	5,5	0,073	3,4	0,041	0,97	0,012
Koppar	21	0,28	19	0,23	7,4	0,089
Zink	39	0,51	19	0,22	4,6	0,055
Kadmium	0,34	0,0045	0,24	0,0029	0,050	0,00060
Krom	6,7	0,088	5,8	0,070	2,8	0,033
Nickel	5,8	0,077	4,6	0,056	1,1	0,014
Kvicksilver	0,066	0,00087	0,061	0,00073	0,027	0,00033
Suspenderad substans	61 000	810	51 000	610	14 000	170
Olja (mg/l)	800	11	630	7,6	200	2,4
PAH (µg/l)	0,19	0,0025	0,12	0,0014	0,023	0,00028
Benzo(a)pyren	0,021	0,00027	0,0094	0,00011	0,0035	0,000042

Tabell 4-6. Föroreningshalt och föroreningsbelastning i dagvatten från **kvartersmarken** för befintlig och planerad markanvändning, beräknat i StormTac 20.2.2. Föroreningsbelastningen jämförs med den befintliga. Röd = belastningen ökar alternativt förblir oförändrad efter planerad markanvändning och/eller rening, Grön = belastningen minskar vid planerad markanvändning och/eller rening

Ämne	µg/l befintlig	kg/år befintlig	µg/l planerad	kg/år planerad	µg/l efter rening	kg/år efter rening
Fosfor	270	6,2	190	3,7	84	1,6
Kväve	1800	41	1500	30	870	17
Bly	26	0,59	15	0,29	2,3	0,044
Koppar	40	0,92	19	0,37	7,8	0,15
Zink	240	5,4	77	1,5	14	0,28
Kadmium	1,3	0,030	0,64	0,013	0,096	0,0019
Krom	12	0,29	7,7	0,15	3,5	0,068
Nickel	14	0,33	5,0	0,099	1,2	0,024
Kvicksilver	0,063	0,0015	0,029	0,00057	0,014	0,00027
Suspenderad substans	87 000	2 000	55 000	1100	13 000	260
Olja (mg/l)	2100	49	650	13	220	4,3
PAH (µg/l)	0,87	0,020	0,74	0,014	0,13	0,0025
Benzo(a)pyren	0,13	0,0030	0,073	0,0014	0,012	0,00024

Tabell 4-7. Total belastning från hela planområdet för befintlig och planerad markanvändning före och efter rening, samt total avskild mängd efter rening. Grön = mängden minskar, Röd = mängden ökar

	Befintlig	Planerad	Efter rening	Avskild mängd efter omvandling av området samt inklusive rening allmän platsmark och kvarter	Minskning till följd av omvandling av området samt rening av dagvattnet
Ämne	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	(%)
Fosfor	8,1	5,2	2,26	5,84	72
Kväve	65	51	28	37	57
Bly	0,663	0,331	0,056	0,607	91
Koppar	1,2	0,6	0,239	0,961	80
Zink	5,91	1,72	0,335	5,575	94
Kadmium	0,0345	0,0159	0,0025	0,032	92
Krom	0,378	0,22	0,101	0,277	73
Nickel	0,407	0,155	0,038	0,369	90
Kvicksilver	0,00237	0,0013	0,0006	0,00177	75
Suspenderad substans	2 810	1710	430	2 380	84
Olja	60	20,6	6,7	53	88
PAH	0,0225	0,0154	0,00278	0,01972	87
Benso(a)pyren	0,00327	0,00151	0,000282	0,002988	91

Den planerade markanvändningen beräknas leda till en generell förbättring av föroreningsituationen. Samtliga 13 studerade ämnena beräknas minska efter planerad exploatering. Anledning till detta är främst att befintlig industriverksamhet byts ut mot kontorsområden och handel.

Efter föreslagen rening genom gröna lösningar både inom kvartersmarken och den allmänna platsmarken minskar belastningen på recipienten Fyrisån för alla studerade ämnen ytterligare jämfört med innan exploateringen. Beräkningarna visar att samtliga föroreningar understiger de ursprungliga. Exploateringen bedöms därför bidra till förbättrade möjligheter att uppnå god status i recipienten. Eftersom planområdet inte har några dagvattenlösningar i dagsläget kommer exploateringen av planområdet med dagvattenlösningar innebära en positiv åtgärd i arbetet mot en bättre vattenkvalitet i recipienten.

5 Hantering av dagvatten

Principen för planområdet är att kvartersmarken fördröjer och renar sitt dagvatten lokalt inom respektive fastighet medan dagvattnet som uppstår inom den allmänna platsmarken renas och fördröjs inom den allmänna platsmarken. För kvartersmarken har dagvattenutredningar tagits för respektive fastighet där olika lösningar för hanteringen av dagvattnet föreslås. Generellt gäller att dagvattnet omhändertas via gröna lösningar som gröna tak, växtbäddar och grönytor.

Den allmänna platsmarken renar och fördröjer dagvattnet i någon variant av öppna, gröna lösningar som t.ex. regnbäddar och trädplanteringar med skelettjordar. Dessa öppna gröna dagvattenanläggningar, tillsammans med det grön-blå-grå-dagvattensystemet som har anlagts i Rosendal kommer i föreliggande dagvattenutredning ingå i samlingsnamnet biofilter.

Dagvattensystemet som anlagts i Rosendal (Uppsala) kommer att kallas *Rosendalsmodellen* i denna rapport. Principerna för dagvattenlösningarna presenteras i kapitel 6.

I följande kapitel används dock benämningarna regnbäddar och trädplantering som lösningsförslag. Denna åtskiljning syftar till att påvisa skillnaden mellan vägarna och släppen, där regnbäddar med mindre växter och buskar föreslås inom släppen och trädplanteringarna främst föreslås längs de större vägarna. Denna skillnad gäller också för rosendalsmodellen.

Följaktligen bygger lösningsförslagen generellt på att den allmänna platsmarken och släppen genom den planerade kvartersstrukturen utformas med planteringar och vegetation för att uppnå en attraktiv och hållbar stadsmiljö. Det föreslås även att delar av det dagvatten som uppstår inom den allmänna platsmarkens vägar ändå fördröjs och renas i släppen. I kanterna av grönområdena längs Säbygatan placeras trädplanteringar som renar och fördröjer dagvatten. Dessa utnyttjas även som översvämningsytor dit dagvatten kan ledas vid kraftiga regn.

Utredningsområdet består av fyllnadsmaterial som överlagras lera med en mäktighet på drygt 20 meter. Detta medför att den naturliga infiltrationen av dagvattnet inte är effektiv inom utredningsområdet. Eftersom möjligheterna för effektiv infiltration av dagvatten är begränsade föreslås småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten i kombination med översvämningsytor som kan hantera stora mängder vatten som uppkommer vid extremregn. Dessa lösningar, till exempel regnbäddar och trädplanteringar kan implementeras på relativt små ytor i planområdet och anpassas till ny bebyggelse.

Enligt Uppsala kommuns anvisningar (2014) för dagvattenhanteringen ska dagvattenhanteringen bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningsrisker samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden och nybyggnationer är det därför viktigt att tänka på den hållbara dagvattenhanteringen som en naturlig funktion i området. Ur ett reningsperspektiv innebär den hållbara dagvattenhanteringen att avskilja föroreningar lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet.

Således bör dagvattenhanteringen inom planområdet utformas så att den efterliknar naturliga lösningar för att maximera den mängd vatten som kan fördröjas och därigenom renas. Detta kan uppnås biofilter i kombination med översvämningsytor dit dagvatten kan ledas för att fördröjas och upptas av växter.

5.1 Lösningförslag

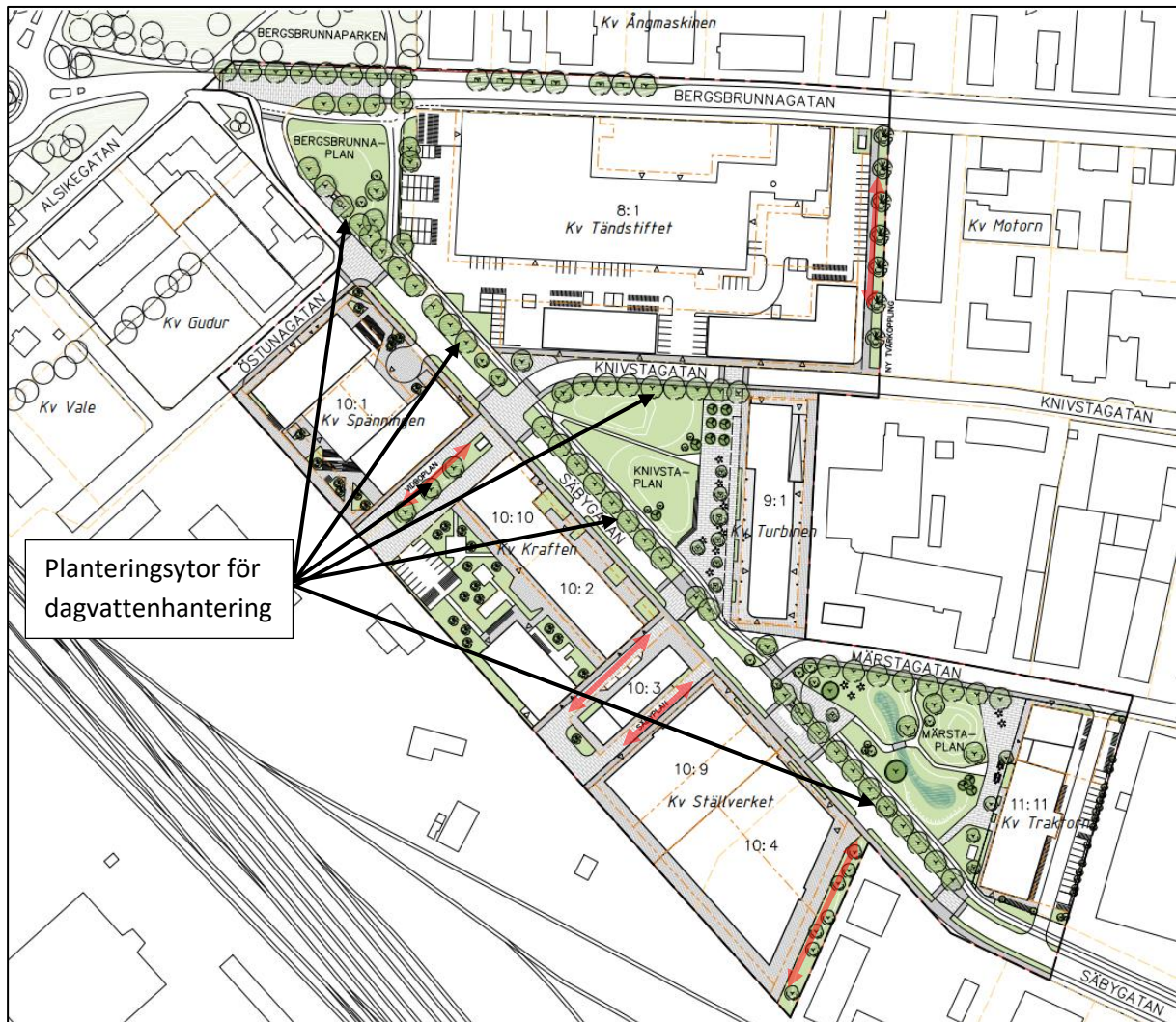
För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås dagvattenlösningar som kan beskrivas under samlingsnamnet biofilter.

Den mest översiktliga beskrivningen av dagvattenlösningen för detaljplanen blir således att biofilter ska anläggas inom utredningsområdets allmänna platsmark.

I Tabell 5-1 finns en sammanställning över de föreslagna dagvattenlösningarnas totala yta inom respektive delavrinningsområde och i *Figur 5-1* visas förslag på placering av föreslagna dagvattenlösningar. Utjämningsvolymen är beräknad för biofilter med 1 meters mäktighet och med en funktionell porositet på 30 % samt 1 decimeters ovanliggande fördröjningszon som skapar en stående vattenspegel vid dimensionerande regn.

Det är viktigt att dagvattnet som bildas inom planområdet leds till de valda dagvattenlösningarna så att flödesutjämningen och reningen får önskvärd effekt. På detta vis optimeras renings- och fördröjningseffekterna samtidigt som dagvattnet används som en resurs för bevattning av växter.

Dagvattenlösningarna måste utformas med dränering. Brunnar med sidointag kan användas i kantsten för att optimera vattenintaget mot körbanor.



Figur 5-1. Röda dubbelriktade pilar markerar tvärkopplingarna (släppen) genom kvartersmarken som förses med gång- och cykelförbindelse samt stadsgrönka och dagvattenhantering. Längs gatorna placeras planteringsytor som fördröjer och renar dagvattnet som uppstår inom den allmänna platsmarken. Figur utdrag från Illustrationsplan tillhörande PBN 2019-000109 Detaljplan för kvarteret Ställverket m.fl., Granskningshandling Februari 2022.

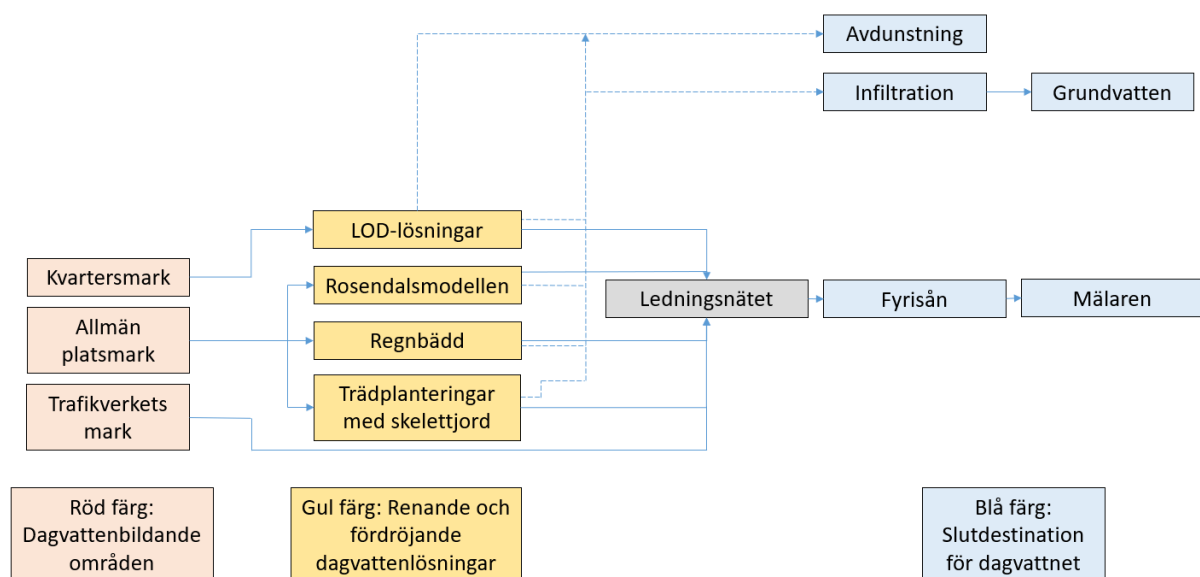
Tabell 5-1. Den allmänna platsmarkens föreslagna dagvattenlösningars utjämningsvolym och ytanspråk

	Åtgärd	Area (m ²)	Djup/uppstick (m)	Magasineringsvolym (m ³)	Erforderlig magasineringsvolym (m ³)	Kommentar
Bergsbrunnagatan	Biofilter	135	1/0,1	54	54	Porositet 30 %
Säbygatan	Biofilter	260	1/0,1	104	104	Porositet 30 %
Knivstagatan	Biofilter	85	1/0,1	34	34	Porositet 30 %
Märstagatan	Biofilter	85	1/0,1	34	34	Porositet 30 %
Tvärskopplingar/släpp	Biofilter	220	1/0,1	88	88	Porositet 30 %

De föreslagna lösningarna har valts för att bidra till omställningen från ett industriområde till en attraktiv och hållbar stadsdel, vilket innebär att gatumarken bör utformas med planteringar och vegetation. Föreslagen dagvattenhantering innebär en minskad flödesbelastning på befintligt dagvattensystem samt en ökad rening som möjliggör att Uppsala kommuns framtagna krav för

dagvatten uppnås. De föreslagna lösningarna avser att skapa en dagvattenhantering som bidrar till en förbättring för recipienten och målet med de lösningar som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten. I Figur 5-2 ses en översiktlig modell över hur dagvattnet från de olika markområdena inom utredningsområdet fördröjs, renas och avleds inom hela Främre Boländerna. Figur från Geosigma (2020).

Då utredningsområdet är extremt känsligt för översvämningar (Sweco, 2012) föreslås att parkområdena längs Säbygatan skålformas för att fungera som översvämningssytor vid större regn. Detta i kombination med de övrigt föreslagna dagvattenlösningarna innebär en stor förbättring för det nu underdimensionerade dagvattennätet inom området.



Figur 5-2. Boxmodell över hur dagvattnet från olika markanvändningar fördröjs, renas och avleds till recipienten inom hela Främre Boländerna.

Sammanfattat föreslås följande åtgärder för varje delavrinningsområde.

5.1.1 Allmän platsmark

Inom den allmänna platsmarken krävs totalt 314 m³ fördröjning för att uppfylla åtgärdsnivån 20 mm. För att säkerställa att så mycket som möjligt av dagvattnet som bildas inom den allmänna platsmarken avleds till de föreslagna lösningarna samt för att uppfylla Uppsala kommuns åtgärdskrav föreslås att dessa placeras längs med planområdets gator (Bergsbrunnagatan, Säbygatan, Knivstagatan och Märstagatan). Inom den allmänna platsmarken finns tre parkområden. Dessa föreslås utnyttjas till rening och fördröjning av dagvatten via trädplanteringar med underliggande skelettjord. Parkerna föreslås även skålformas för att fungera som översvämningssytor vid extrema regn som ett 100-årsregn. Inom den allmänna platsmarken föreslås trädplanteringar i kanten av parkområdena, framför allt längs Säbygatan. Idag finns redan en trädallé som löper längs delar av Säbygatan. Förslaget är att ytterligare trädplanteringar anläggs vid exploateringen av området för att säkerställa att ytterligare dagvatten kan fördröjas och renas, samtidigt som träden bidrar till en attraktivare stadsmiljö. Beroende på gatornas framtida skevning/bombering kan trädplanteringarna

kompletteras med regnbäddar. Inom släppen föreslås anläggning av regnbäddar. Släppen antas utformas som torgmiljö där regnbäddarna bidrar till en attraktiv och hållbar stadsmiljö.

Parallellt med föreliggande dagvattenutredning utförs en förprojektering (och i nästa skede en detaljprojektering) av den allmänna platsmarken där planområdets höjdsättning ses över för att möjliggöra ovan beskrivna dagvattenhantering.

5.1.2 Kvartersmark

Inom kvartersmarken krävs totalt 558 m³ fördröjning som fördelas mellan fastigheterna enligt Tabell 4-4. Till grund för lösningarna inom kvartersmarken har de separata dagvattenutredningarna för respektive fastighet legat. I Bilaga 1 återfinns samtliga dagvattenutredningar för kvartersmarken.

6 Biofilter – Principlösningar

I följande kapitel redovisas två principlösningar för planområdet. I avsnitt 6.1 ges exempel på hur dagvattenhanteringen inom planområdet skulle kunna lösas via den sk. Rosendalsmodellen. I avsnitt 6.2 beskrivs den föreslagna principlösningen för planområdet översiktligt, dvs trädplanteringar med skelettjordar och regnbäddar.

6.1 Rosendalsmodellen

För att möta den ökade exploateringen och förtätningen i samhället tillsammans med de kommande klimatförändringarna behövs nya, multifunktionella system. Detta innebär bland annat ett nytt arbetssätt där flera teknikområden och förvaltningar samverkar för att skapa resilienta system där dagvatten omhändertas i flera steg från källan till dess recipient. I varje steg ska vattnet användas som en resurs och bidra till ekosystemtjänster i största möjliga utsträckning. Rosendalsmodellen visar på hur detta skulle kunna se ut i praktiken. För att implementera Rosendalsmodellen krävs dock en total ombyggnation av gaturummet.

I stora drag bygger modellen på att:

- Förebygga uppkomsten av dagvatten och föroreningar.
- Omhänderta dagvatten nära källan.
- Fördröjning och ytterligare rening i allmän platsmark.
- Kompletterande fördröjnings- och/eller reningsåtgärd.

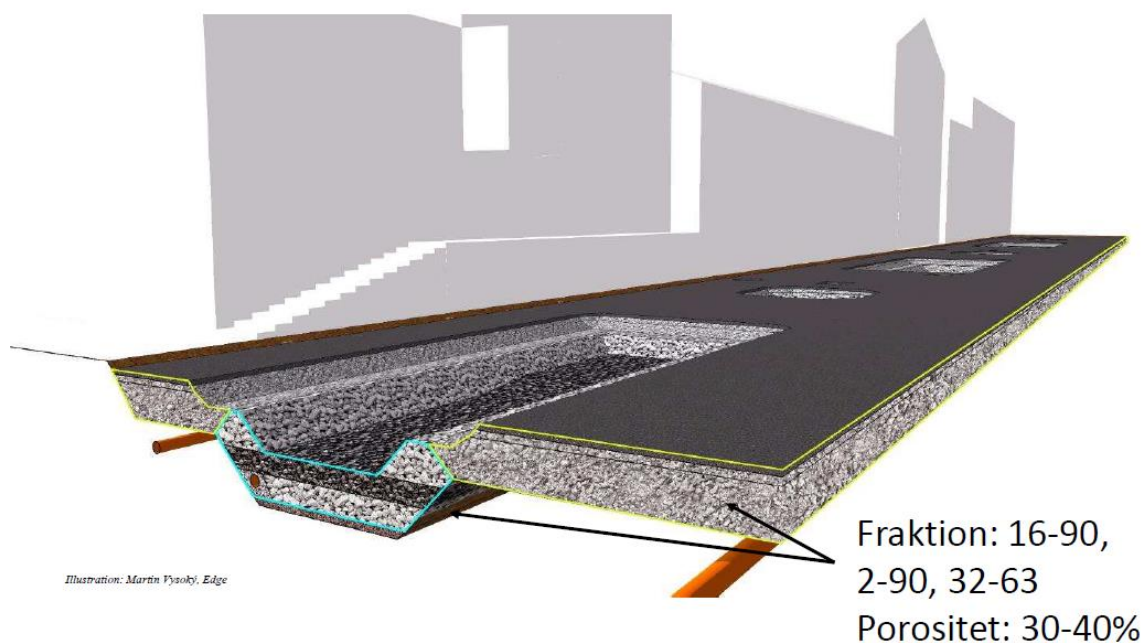
Förarbete och förebyggande är en grund för Rosendalsmodellen. Vid nyexploatering ska genomsläppliga ytor och miljövänliga takmaterial användas i möjligaste mån för att begränsa uppkomsten av dagvatten och för att bibehålla befintliga grundvattennivåer. Byggnadsmaterial ska väljas med omsorg för att undvika onödig tillförsel av föroreningar. Dessutom kan andra förebyggande åtgärder tillämpas så som kontinuerlig gatutvättning för att samla föroreningar i en koncentrerad form.

Kvartersmarken utgör den första länken i förvaltningskedjan. Det dagvatten som bildas där ska i första skedet omhändertas lokalt, på enskilda kvarter. Den största delen av reningen sker därmed närmast källan. Detta åstadkoms framförallt genom infiltration, avdunstning, nedbrytning av mikroorganismer och växtupptag. På kvartersmark kan ekosystemtjänster främjas genom anläggning av växtbaserade dagvattensystem. I Främre Boländerna ska dagvatten från 20 mm nederbörd omhändertas på kvartersmark vilket motsvarar att 90 % av årsnederbörden fördröjs och renas.

6.1.1 Öppet förstärkningslager (ÖF)

Allmän platsmark utgör både den andra och första länken i förvaltningskedjan och i Främre Boländerna är gaturummet den dominerande markanvändningen inom allmän platsmark. Dagvattensystem enligt GBG-modellen innebär att fördröjning och rening av dagvatten som bildas på den allmänna platsmarken sker i gaturummet, men även det dagvatten som har genomgått viss rening och fördröjning inom kvarteren leds till gaturummet för vidare fördröjning och rening. Exempelvis kan gaturummet projekteras för att även kunna fördröja takvatten från kvartersmarken. Detta eftersom takvattnet i allmänhet är relativt rent och bedöms därför inte behöva genomgå filtermaterial samt att det är positivt för vegetationen och mikrolivet i Rosendalsmodellen med tillförsel av rent vatten.

Förutsättningen för detta är att gaturummet anläggs med öppna förstärkningslager (ÖF). Konventionella förstärkningslager består av bergkross i fraktioner 0-90mm som ger en låg genomsläpplighet och begränsat porutrymme för luft, vatten och växtrötter. I det öppna förstärkningslagret tas de minsta fraktionerna bort för att öka porositeten i förstärkningslagret. Olika fraktioner används beroende på ytans beskaffenhet samt på behovet av fördröjning och luftrum för eventuella växtrötter. Detta skapar makadammagasin under gaturummet där dagvatten kan fördröjas, utnyttjas och renas. ÖF har en porositet på ca 30-40 procent vilket innebär att det kan magasinera upp till 300-400 liter dagvatten/m³. Figur 6-1 presenterar en skiss för överbyggnaden i ett gaturum med öppet förstärkningslager. Uppbyggnaden behöver utformas med hänsyn till lokala variationer av markens infiltrationskapacitet. Det öppna förstärkningslagret byggs, dimensioneras och utformas på ett sätt så att ytorna klarar den trafikbelastning de är avsedda för. Det öppna förstärkningslagret kan också anläggas under vägbanan vilket genererar en utjämningsvolym som kan hantera väldigt kraftig nederbörd.



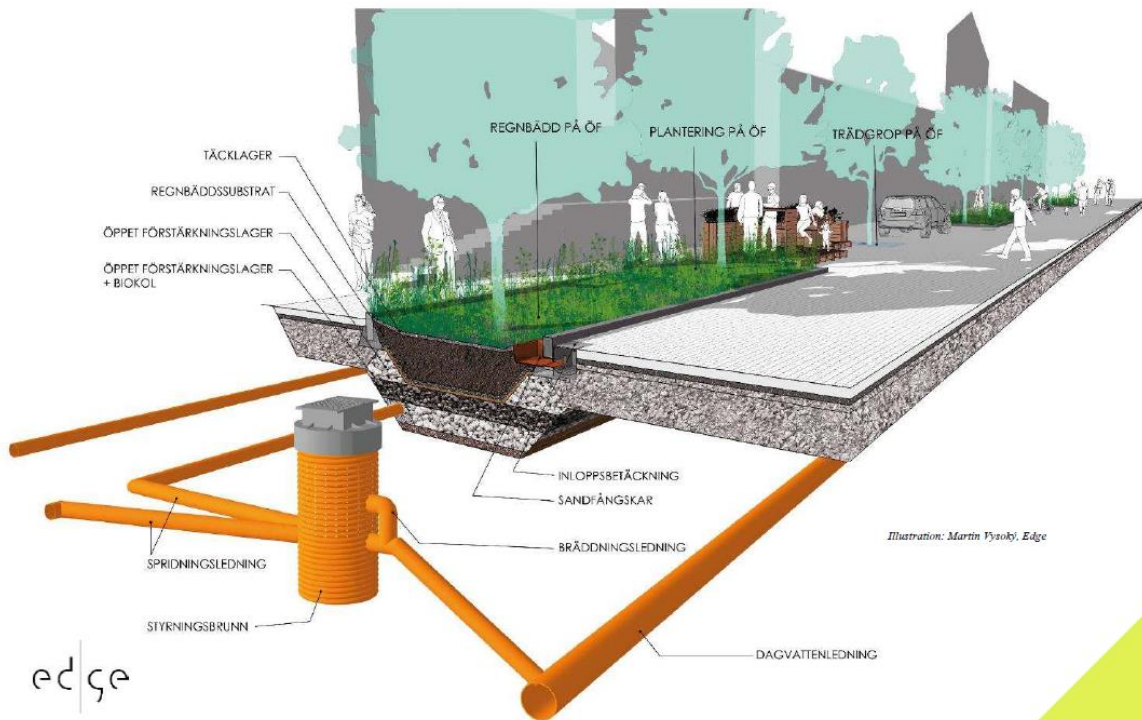
Figur 6-1. Skiss av en grunduppbyggnad av ett öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).

ÖF kan anläggas både under vegetationsytor, körbanor och GC-banor och utformas på olika sätt beroende på ändamålet. Det kan kombineras med och vara en del av växtbädden, exempelvis kan man anlägga konstruktioner som regnbäddar och träd i hårdgjord yta eller dränerande ytbeläggning ovanpå. Dessa "konstruktioner" bidrar till vattenrening och när dessa är fyllda, bräddar vattnet vidare till det stora magasinutrymme i ÖF. För att leda vatten från hårdgjord yta till ÖF anläggs styrningsbrunnar. Dessa är utrustade med bräddledning som är kopplad till en dagvattenledning som vattnet kan brädda till vid extremregn (se Figur 6-2). De konstruktioner som inkorporeras med ÖF behöver inte separata dräneringssystem eller brunnar. Detta kan ha ekonomisk betydelse om flertal växtbaserade konstruktioner planeras i gaturummet.

6.1.2 Biokol

I fallen där gröna konstruktioner anläggs i kombination med ÖF kan biokol tillsättas. Biokol effektiviserar föroreningsreduktionen samt främjar mikrolivet och ÖF egenskaper som växtbädd vilket

i sin tur gynnar växtligheten. Samtidigt bidrar biokolet till ett positiv effekt på klimatet genom att skapa en kolsänka. En ökad användning av biokol sker i enlighet med Uppsala kommuns miljö- och klimatprogram. Det är viktigt att mängden näringsämnen i biokolet inte riskerar att bidra till ett näringsläckage.

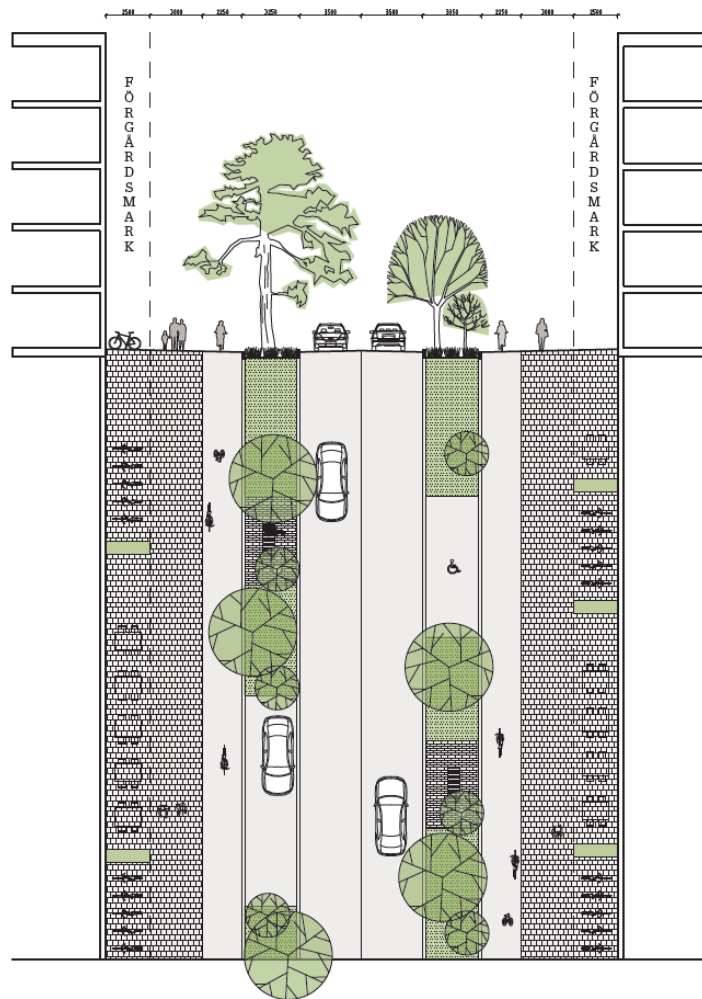


Figur 6-2. Principskiss av ledningsuppbyggnad i öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).

Den sista, tredje länken består av ytterligare fördröjnings och reningsåtgärder. Dessa är till för att samla flöden från gaturummen och därmed kunna styra utflödet och dess föroreningsmängder innan det når recipienten. Historiskt sett har fokus legat på detta steg vilket har medfört svårigheter att omhänderta olika typer av flöden och samtidigt erhålla tillräcklig rening.

6.1.3 Utformning av gatusektioner

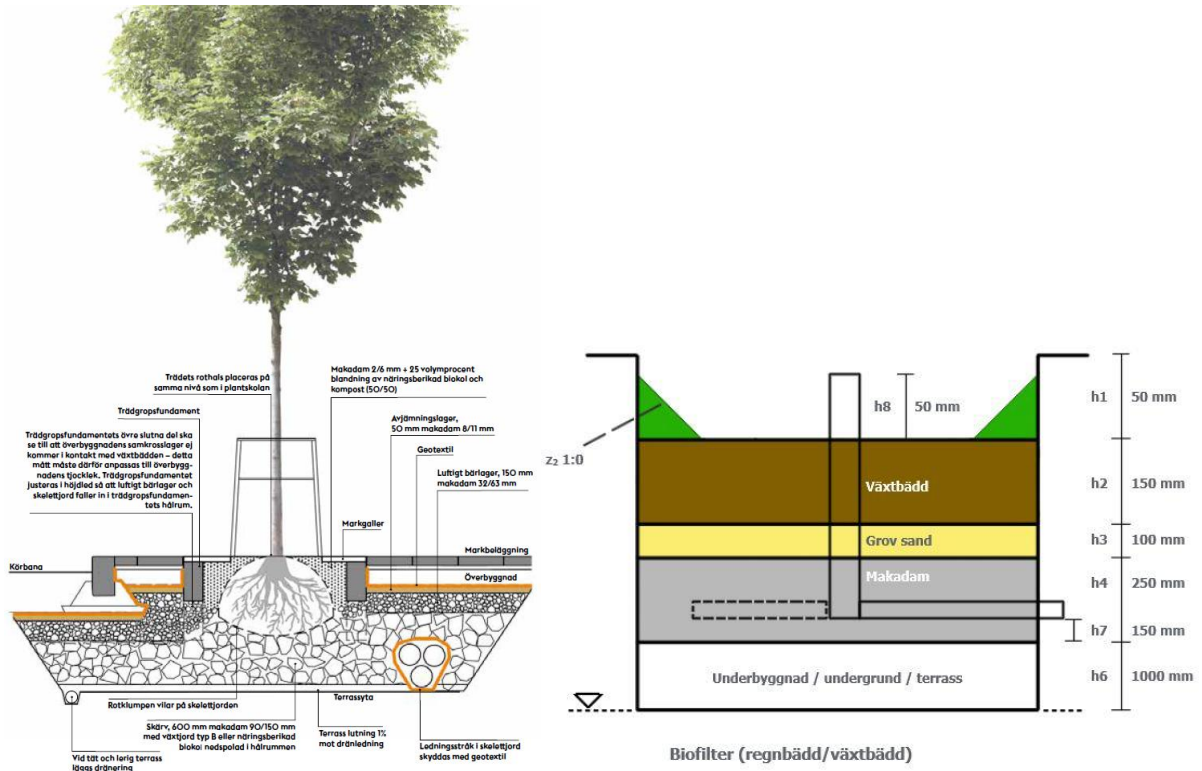
Den utformning av gaturummet som föreslås för Rosendalsmodellen utifrån ett dagvattenperspektiv presenteras i Figur 6-3. Det anses fördelaktigt att samla biltrafiken längs större gator och rena vattnet från den biltrafikerade gatan i intilliggande växtbaserade lösningar. Takvatten från byggnaderna som är relativt rent kan ledas direkt i ett öppet förstärkningslager (ÖF), lämpligen via markanlagda ledningar för att undvika risken för igenfrysning i ytliga rännilar. Genom att separera takvatten och dagvatten från den biltrafikerade gatan och parkeringsfickorna undviker man blandning av vatten med olika föroreningshalt och det vatten med högsta föroreningshalten renas. På gångvägar föreslås genomsläppligt material som ger upphov till mindre dagvattenbildning än konventionella gångvägar med täta slitlager.



Figur 6-3. Exempel på lämplig utformning av gatusektioner i Främre Boländerna, Uppsala. En principskiss (Nivå, 2019)

6.2 Regnbädd och Trädplantering med skelettjord

I Figur 6-4 visas principer för skelettjord och växt-/regnbäddar.

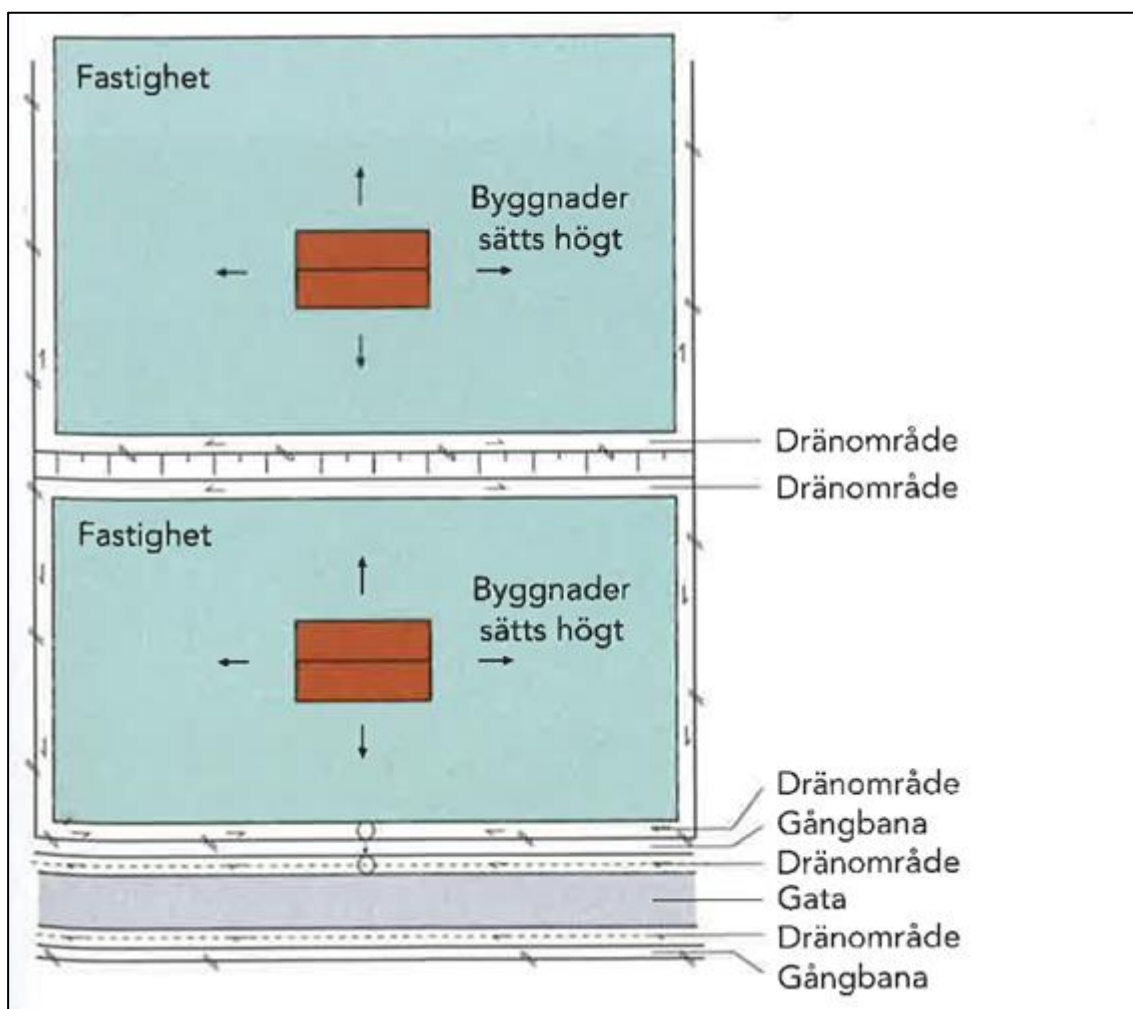


Figur 6-4. Princip för skelettjord och växt-/regnbäddar. Bilder från "Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017" och StormTac.

7 Översvämningsanalys och höjdsättning

7.1 Principiell höjdsättning vid ett 100-årsregn

Dagvattenlösningarna som anläggs inom planområdet kommer att bidra till en ökad fördröjning av dagvattenflödena och till ett mindre momentant flöde från planområdet, vilket kommer att bidra till en minskad översvämningsrisk för planområdet efter exploateringen. Vid extrema regn, så som ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvatten kan transporteras via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator. Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn. Det betyder att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. Denna lösning medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas. En enkel skiss på höjdsättning av byggnader ses i Figur 7-1.

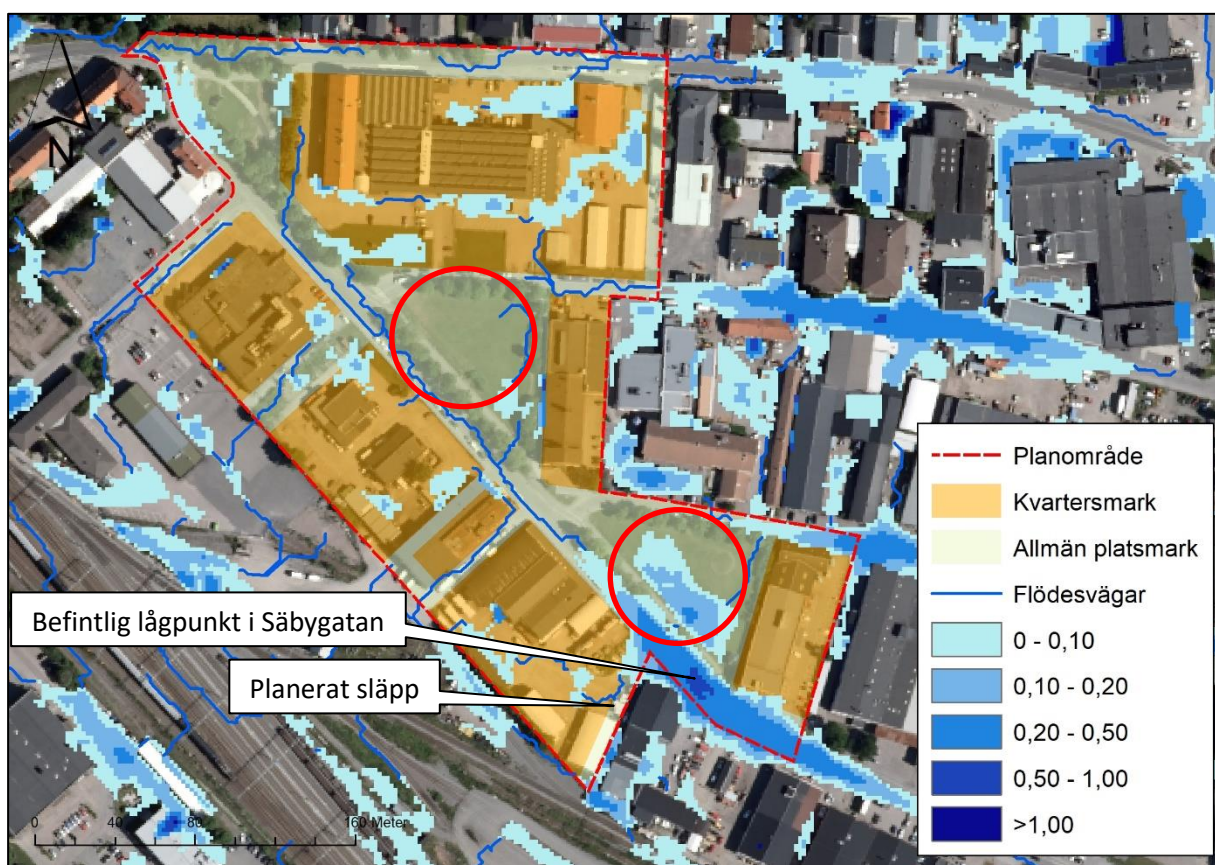


Figur 7-1. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt vattens publikation P105.

7.1.1 Befintliga lågpunkter, flödesvägar och potentiella översvämningsytor

Genom planområdet avvattnas idag ett större tillrinningsområde för skyfallsvatten via en rinnväg. Skyfallsvattnet bedöms i dagläget passera genom planområdet där det sedan, via en lågpunkt i Säbygatan, avleds via privat kvartersmark precis sydost om planområdet. I samband med planläggningen av området utförs förebyggande översvämningsåtgärder i form av att minska och förflytta den större lågpunkten i Säbygatan mot en ny tvärgata/släpp (se *Figur 7-2*) så att den framtida rinnvägen genom planområdet passerar inom allmän platsmark i stället för inom kvartersmarken utanför planområdet. Syftet med släppet är att minska påverkan från lågpunkten samt att skapa en säker rinnväg som säkerställer att befintliga och planerade byggnader inte tar skada i händelse av ett skyfall. Inom planområdet har även en ny höjdsättning för gatumarken arbetats fram vilken möjliggör att skyfallsvatten kan rinna in i parkområdena för fördröjning. Dessa skyfallsåtgärder, i kombination med 20 mm fördröjning inom både kvartersmarken och den allmänna platsmarken, skapar en stor förbättring för skyfallssituationen inom planområdet. I samband med planläggningen av det aktuella området utreds även skyfallssituationen för hela tillrinningsområdet där åtgärder uppströms i systemet även ses över.

I *Figur 7-2* markeras grönområdena som utnyttjas som översvämningsytor vid extremregn. Totalt finns ca 5000 m² parkområde tillgängligt vilket kan fördröja stora mängder dagvatten. Ett förbehåll är att den nedre parken idag inhyser en branddamm, vilket innebär att dagvattenhantering inom de nordöstra delarna av det parkområdet kan vara olämpligt. Vid detaljprojekteringen av parkerna bestäms hur stor volym som kan fördröjas.



Figur 7-2. Översvämningsdjup från Scalgo Live med applicering av ett 100-årsregn. De två röda cirklarna markerar parkområdena som kan anläggas för hantering av extremregn.

7.1.2 Höjdsättning – befintlig och framtida

Om höjdsättningen inom området inte förändras kommer lågpunkterna inom området kvarstå. Att lösa eventuell översvämningsproblematik utan att förändra höjdsättningen är problematiskt. Om höjdsättningen inte förändras kommer vatten att ställa sig i lågpunkterna som redovisas i bilden ovan även fortsättningsvis. För att undvika skador på befintliga och planerade byggnader inom planområdet samt för att säkerställa en förbättring för nedströms liggande områden har planområdets höjdsättning därför omarbetats. Omarbetningen av höjdsättningen innebär att en större lågpunkt i Säbygatan minskas, att skyfallsvatten kan fördröjas i gatu- och parkområdena samt att ett nytt släpp genom kvartersmarken omvandlas till allmän platsmark som möjliggör säker avledning av skyfallsvatten samt möjliggör ytterligare yta för fördröjning.

De sekundära avrinningsvägarna är av vikt på grund av att vid extrema regn går dagvattennätet fullt, vilket innebär att de tekniska avrinningsområdena sätts ur spel. Vattnet avrinner då efter de sekundära avrinningsvägarna som gator samt gång- och cykelbanor. För att de sekundära avrinningsvägarna ska fungera tillfredsställande krävs att kvartersmarken och gatornas höjdsättning samspelar.

8 Slutsats

En utveckling av planområdet enligt planförslaget beräknas ge minskade dagvattenflöden och en minskad föroreningsbelastning på recipienten även utan implementering av föreslagna dagvattenhantering med gröna lösningar. Inom planområdet finns idag inga renande eller fördröjande dagvattenanläggningar. Utöver förändrad markanvändning bidrar föreslagna åtgärder med ytterligare rening och fördröjning av dagvatten. Den föreslagna dagvattenhanteringen bidrar till en förbättring både för recipienten samt för belastningen på dagvattennätet. En beräknad minskning med 75-95 % för mängden metaller, 70 % minskning för fosfor, 60 % minskning av kväve och 90 % minskning av PAH jämfört med den befintliga situationen, efter en omvandling av området med tillhörande dagvattenhantering, bidrar till att skapa förbättrade möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna.

Vid den framtida omvandlingen av området kommer hänsyn till eventuella mark- och grundvattenföroreningar tas där åtgärds mål för respektive medium tas fram för att säkerställa att ingen negativ påverkan på markmiljön eller grundvattnet sker. Planområdet befinner sig inom den sekundära, yttre skyddszonen för Uppsala- och Vattholmaåsarnas vattenskyddsområde och delar av planområdet ligger inom känslighetsklassen "måttlig känslighet" enligt Geosigma (2018). Skyddszonen och känslighetsklassningen innebär vissa försiktighetsmått vid exploateringar som syftar till att minska risken för påverkan på grundvattnet.

I samband med planläggningen omarbetas planområdets höjdsättning. Omarbetningen av höjdsättningen görs för att skapa en förbättring för planområdet och nedströms liggande områden i händelse av skyfall. Den nya höjdsättningen innebär att en större lågpunkt i Säbygatan minskas, att skyfallsvatten kan fördröjas i gatu- och parkområdena samt att ett nytt släpp genom kvartersmarken omvandlas till allmän platsmark som möjliggör säker avledning av skyfallsvatten samt ytterligare yta för fördröjning.

Sammanfattningsvis bedöms planförslaget bidra till en förbättrad situation gällande dagvattenflöden, möjlighet för recipienten att uppnå miljö kvalitetsnormerna, markmiljön och grundvattnets kvalitet samt översvämningssituationen både inom och nedströms planområdet.

9 Referenser

Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06

Dahström, Bengt, 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Rapport Nr 2010-05. Svenskt Vatten Utveckling

Edge, 2019. Principskiss av ledningsuppbyggnad i öppet förstärkningslager (ÖF). Powerpointpresentation.

Geosigma, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. 2018-04-17.

Geosigma, 2020. Dagvattenutredning för främre Boländerna, Uppsala. 2020-01-23

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar. Rapport 2016:30

Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Nivå, 2019. Lämplig utformning av gatusektioner i Främre Boländerna, Uppsala

Uppsala kommun, 2015. Strukturprogram för främre Boländerna.

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten.

Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.

Sweco, 2014. Dagvattenmodell över del av Boländerna (Uppdragsnummer 1141274000).

Stockholms stad, 2017. Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017.

Tyréns, 2020. Översiktlig miljöteknisk markundersökning främre Boländerna. 2020-10-16