




Dagvattenutredning Kv. Idun

Svartbäcken 36:6 och 36:46, Uppsala

GRAP 21025

Rejlers Sverige AB

2024-10-04

Uppdragsnummer 606390	Grap nr 21025	Datum 2024-10-04	Antal sidor 34	Antal bilagor 0
Uppdragsledare Jenny Korinth		Beställares referens		Beställares ref nr
Beställare Uppsalahem				
Rubrik Dagvattenutredning Kv. Idun				
Underrubrik Svartbäcken 36:6 och 36:46, Uppsala				
Författad av Amanda Andersson (version 2.0) Anqi Li, Madeleine Gobl (version 2.1) Madeleine Gobl (version 2.2)				Datum 2021-01-25 2024-02-14 2024-10-04
Granskad av Johan Lundh (version 2.0) Kristoffer Gokall-Norman (version 2.1)				Datum 2021-03-22 2024-02-14

Sammanfattning

I stadsdelen Svartbäcken i nordvästra Uppsala planerar Uppsalahem för en nybyggnation på fastigheterna Svartbäcken 36:6 och 36:46. Det finns befintliga flerbostadshus med tillhörande innergård samt parkerings- och grönytor i det aktuella planområdet. Enligt projekterad exploatering ska fler flerbostadshus uppföras. Geosigma har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur nybyggnationen påverkar dagvattenbildningen inom planområdet samt vilka åtgärder för fördröjning och rening av dagvattnet som bör tillämpas för att skapa en hållbar dagvattenhantering.

Jordarterna inom och runtomkring planområdet bedöms utgöras av postglacial lera. Dessutom är jorddjupet inom planområdet från 30 till 50 meter eller mer. Markens genomsläpplighet inom planområdet bedöms vara låg och grundvattnets sårbarhet hög, då det är beläget på ett betydande grundvattenmagasin under lera. Sammantaget bedöms förutsättningarna för infiltration av dagvatten vara låga inom planområdet och låg känslighet enligt känslighetskarta då djupt belagt isälvsmaterial.

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning skulle dagvattenflöden från planområdet öka med ca. 35 % med projekterad exploatering. För att skapa en hållbar dagvattenhantering som är i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer om fördröjning och rening av 20 mm nederbörd och inte leder till en ökad ämnesbelastning för recipienterna föreslås följande åtgärder:

- Sammanlagd erforderlig fördröjningsvolym för föreslagna dagvattenlösningar bör uppgå till 138 m³.
- Anläggningen av regnbäddar i syfte att uppnå erforderlig fördröjningsvolym samt rening. Dagvattnet inom planområdet leds från hårdgjorda ytor till dessa anläggningar exempelvis via rännदार eller underjordiska ledningar. Regnbäddar bidrar också med ekosystemtjänster och en attraktiv stadsmiljö.
- Vid bortledning av vatten från utkastare kan regnbäddar anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker.
- Samtliga dagvattenlösningar bör förses med bräddavlopp till befintligt dagvattennät.
- Planområdet bör höjdsättas så att avrinning från takyta och hårdgjorda ytor leds bort från byggnader och innergård. Avledningen av vattnet från takytan ska också fördelas i områdets dagvattenlösningar på ett balanserat sätt. Höjdsättningen bör även göras så att sekundära avrinningsvägar skapas i syfte att undvika översvämning vid skyfall samt installation av regnträdgårdar som de sekundära avrinningsvägarna rinner emot.

Om föreslagna åtgärder implementeras bedöms den projekterade exploateringen minska belastningen på såväl dagvattennätet som recipienter. Detta medför att planerad ombyggnation underlättar recipienters möjlighet att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning	5
1.1 Syfte	5
1.2 Allmänt om dagvatten	6
1.3 Uppsala kommuns vattenprogram och andra riktlinjer	6
2 Metoder	6
2.1 Underlag	6
2.2 Beräkningar	6
2.2.1 Markanvändning	6
2.2.2 Dagvattenflöde	7
2.2.3 Fördröjningsvolym – åtgärdsnivå 20 mm	8
2.2.4 Lågpunktskartering	9
2.2.5 Ämneshalter och ämnesbelastning	9
3 Områdesbeskrivning	10
3.1 Befintlig och planerad markanvändning	10
3.2 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten	12
3.3 Avrinningsvägar och lågpunktskartering	15
3.4 Recipienter och miljö kvalitetsnormer	16
3.4.1 Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån	17
3.4.2 Uppsalaåsen-Uppsala	18
4 Flödesberäkningar och erforderlig fördröjningsvolym	20
4.1 Dagvattenflöden utan fördröjning	20
4.2 Erforderlig fördröjningsvolym	20
4.3 Dagvattenflöden med fördröjning	20
5 Ämneshalter och ämnesbelastning	22
5.1 Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)	22
6 Förslag till dagvattensystem	24
6.1 Förslag på utformning	24
6.2 Uppskattat ytanspråk	26
6.3 Uppskattad reningseffekt	27
6.4 Regnbädd	28
7 Skyfallshantering	31
8 Slutsats	33
9 Referenser	35

1 Inledning

I stadsdelen Svartbäcken i nordvästra Uppsala planerar Uppsalahem för en nybyggnation på fastigheterna Svartbäcken 36:6 och 36:46. Hela fastigheten Svartbäcken 36:46 och den nordvästra delen av 36:6 utgör aktuellt planområde. På fastigheten finns det befintliga flerbostadshus med innergård samt en parkeringsyta. Enligt den planerade situationsplanen ska fler flerbostadshus uppföras dels på den befintliga parkeringsytan, dels på den befintliga innergården. Eftersom nybyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet, se Figur 1-1.

Koordinater anges i Sweref99 18 00 och höjder i RH2000 om inget annat anges.



Figur 1-1. Översiktskarta över planområdet i Svartbäcken i nordvästra Uppsala.

1.1 Syfte

Denna dagvattenutredning syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen samt att bedöma förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering. Bedömningen baseras bland annat på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden och dagvattnets föroreningsgrad. Utifrån detta kommer fördröjningsvolym och reningsanläggningar dimensioneras i syfte att reducera flödestoppar samtidigt som dagvattnet renas.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn eller snösmältning. Generellt är dagvattnets flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har för dagvattensituationen.

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering används företrädesvis dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom 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.

1.3 Uppsala kommuns vattenprogram och andra riktlinjer

Uppsala kommun har tagit fram ett vattenprogram som ska utveckla kommunens arbete med att skapa hållbara framtidslösningar för vatten i kretslopp. I kommunens målområde om dagvattenhantering gäller att renat dagvatten ska vara en resurs som används för effektiv vattenanvändning och bidra till minskad förorening av yt- och grundvatten.

Det finns även riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark samlade av Uppsala Vatten. Enligt riktlinjerna måste dagvattenhanteringen bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden är det då viktigt att tänka på den hållbara dagvattenhanteringen som en naturlig funktion i området. Ur ett reningsperspektiv innebär den hållbara dagvattenhanteringen att avskilja föroreningarna lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet.

För fastigheter inom verksamhetsområdet för en allmän dagvattenanläggning tillämpas att 20 millimeter nederbörd ska kunna omhändertas inom fastigheten.

2 Metoder

2.1 Underlag

Det underlag som använts för denna dagvattenutredning är bland annat:

- Idun situationsplan (daterad 2020-09-15)
- Idun situationsplan (daterad 2021-01-25)
- Idun primärkarta (daterad 2020-12-07)

2.2 Beräkningar

2.2.1 Markanvändning

Befintlig respektive planerad markanvändning inom givet planområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området respektive erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av planområdet. Kategorisering av markanvändningen inom planområdet enligt befintlig och planerad exploatering har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i modellverket StormTac. Detta i syfte att underlätta inför vidare beräkning av

ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning enligt befintlig samt planerad exploatering av planområdet har beräknats i programvaran QGIS (2020).

2.2.2 Dagvattenflöde

Flödesberäkningar för givet planområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1).

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (2-1)$$

Där Q är dagvattenflödet, i är nederbördsintensiteten (vilken beräknas som en funktion av varaktigheten för ett givet nederbördsevent t_r ; Dahlström, 2010), A_i är arean för en given markanvändning inom planområdet, φ_i är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor¹.

Dagvattenflöden har beräknats enligt befintlig markanvändning, samt för planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning, för ett nederbördsevent med en återkomsttid om 10, 20, respektive 100 år. Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 3-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 3-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10 (utan fördröjning) ^a
Nederbördsintensitet (i)	L s ⁻¹ ha ⁻¹	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
- 10-årsregn		227,9
- 20-årsregn		286,6
- 100-årsregn		488,7

^a För beräkning av dagvattenflöde enligt planerad markanvändning med fördröjning ökas rinntiden inom planområdet motsvarande den tid det tar att fylla erforderlig fördröjningsvolym för ett 10-, 20-, respektive 100-årsregn (se avsnitt 2.2.3).

¹ Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.2.3 Fördröjningsvolym – åtgärdsnivå 20 mm

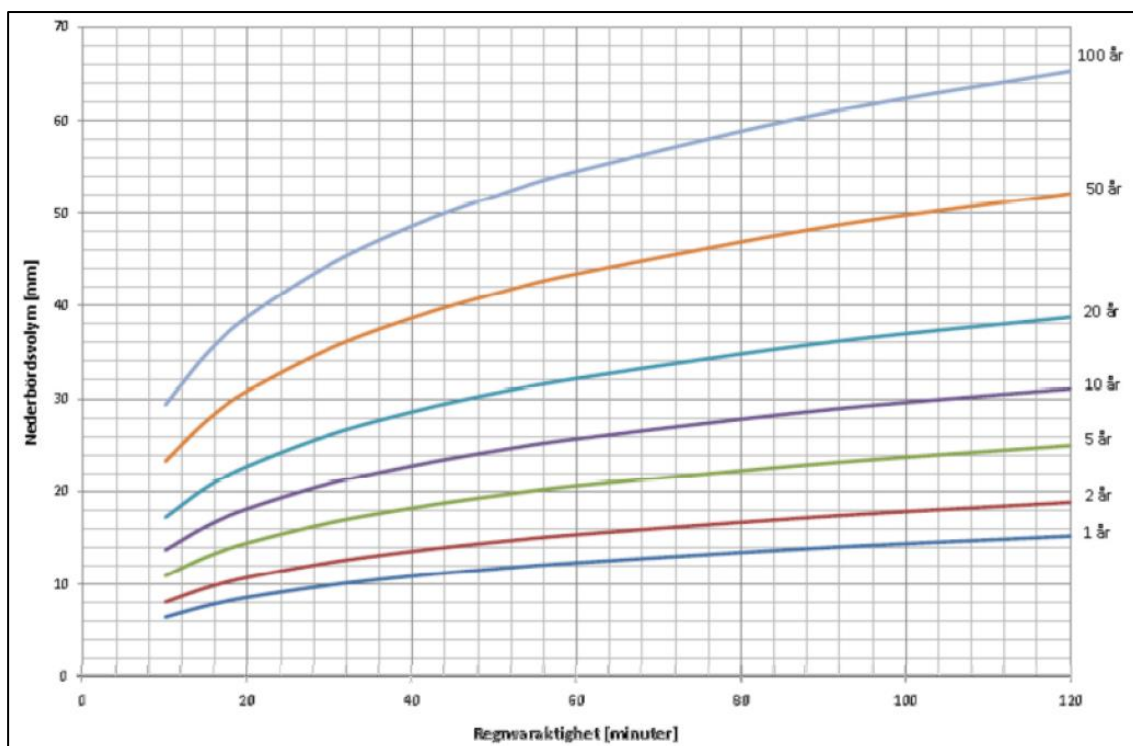
Beräkning av fördröjningsvolym har gjorts enligt Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från kvartermark. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på planområdet kunna magasineras, renas och avtappas under cirka 12 timmar inom själva planområdet. Beräkningen av den dimensionerande utjämningsvolymen för eventuella fördröjningsanläggningar görs med följande generella ekvation:

$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Andelen hårdgjord yta} \quad (2-2)$$

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.

Beräkning av fördröjningsvolymen har gjorts enligt Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från kvartermark. Enligt dessa riktlinjer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

Enligt Dahlström (2010) tar det cirka 15, 10 respektive 3 minuter för ett 10-, 20- eller 100-årsregn att generera en nederbördsvolym/fylla en fördröjningsvolym om 20 mm, se Figur 2-1. Denna tid adderas till planområdets antagna rinntid utan fördröjning (10 min) för att beräkna dagvattenflöden efter fördröjning vid ett 10-, 20- respektive 100-årsregn.



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

2.2.4 Lågpunktskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på planområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör exempelvis undvikas.

För att identifiera lokala lågpunkter inom planområdet där markytan riskerar att översvämmas vid händelse av ett eventuellt skyfall, och närliggande byggnader riskerar att skadas, så har en lågpunktskartering genomförts i SCALGO (2020) utefter markytans topografi (inklusive byggnader). Vid karteringen har ett regn om 60 mm ansatts, vilket innebär att 60 mm vatten ansatts över hela området och på all terräng. Att notera är att skyfallskarteringen inte tar hänsyn till exempelvis markytans infiltrationskapacitet eller avrinning via eventuellt ledningsnät, därmed ges ett "worst case scenario" i syfte att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

I kapitel 7 återfinns mer djuplodande analyser beträffande skyfallshantering.

2.2.5 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av modellverktyget StormTac v. 20.2.2. I StormTac uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2000). För simuleringarna har en nederbörds mängd om 544 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Uppsala med omnejd för normalperioden 1991-2020 (SMHI; 2021a).

3 Områdesbeskrivning

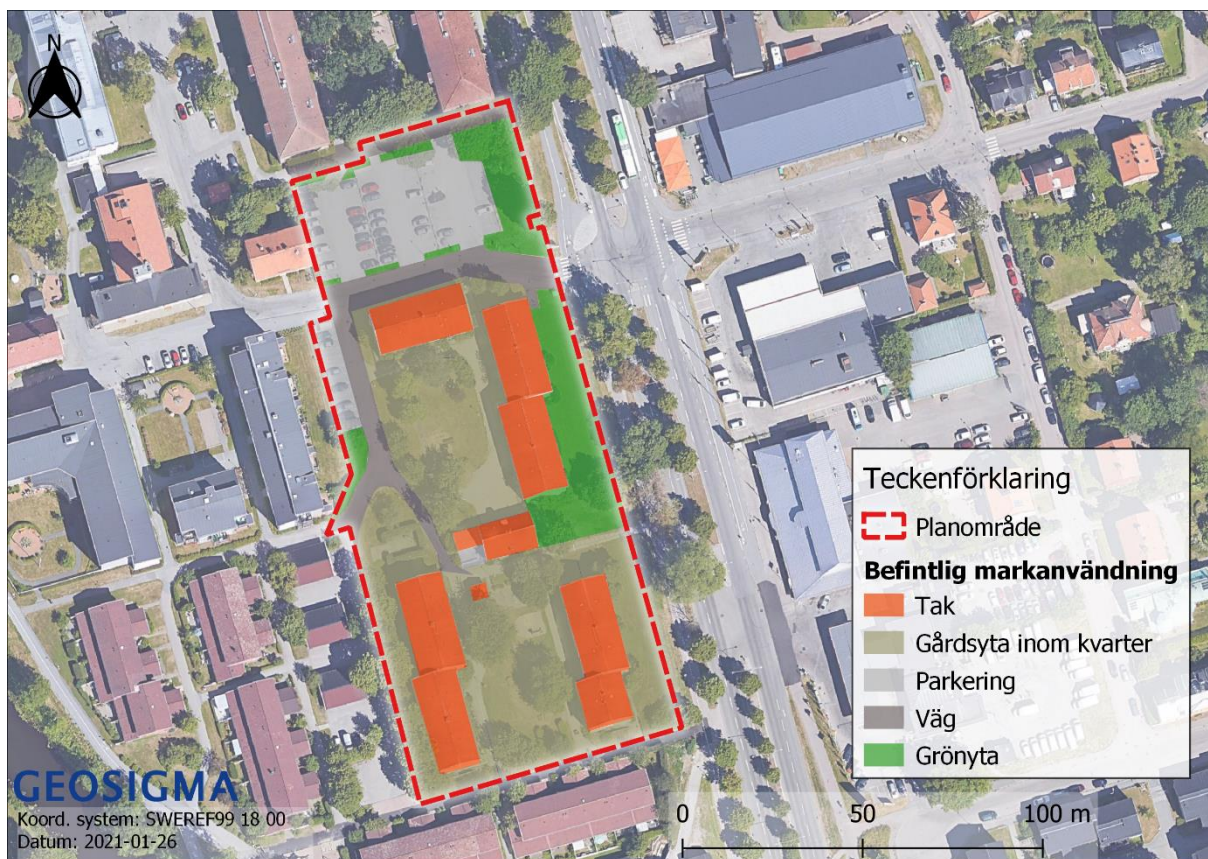
3.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet utgörs av ett antal flerbostadshus med en innergård och parkering i södra delen samt en lokalgata och en större parkering i norra delen, se Figur 3-1 och Tabell 3-1.

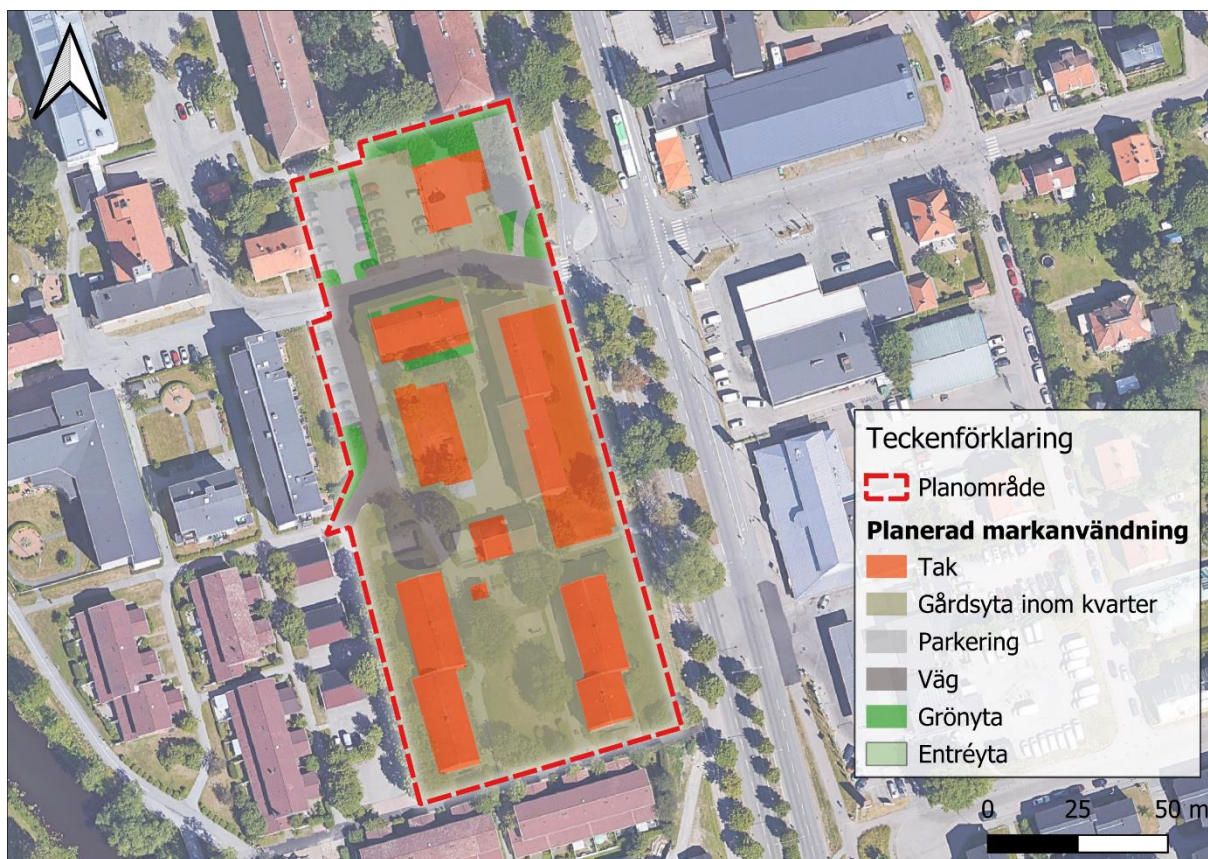
Enligt den projekterade exploateringen av planområdet kommer vissa av de befintliga husen att rivs samtidigt som nya flerbostadshus uppförs på den befintliga innergården samt parkeringsytan norr om den befintliga bebyggelsen, se Figur 3-2 och Tabell 3-1.

Tabell 3-1. *Avrinningskoefficienter och areor för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet*

Mark- användning	Avrinnings- koefficient ϕ	Befintlig		Planerad		
		area [m ²]	red. area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]	red. area [ha]
Gårdsyta	0,3	5567	1670	5890	1767	0,18
Entréyta	0,6	0	0	60	30	0,0030
Grönyta	0,1	1662	166	840	84	0,0084
Parkering	0,8	1722	1377	1170	936	0,094
Tak	0,9	2480	2232	3402	3062	0,306
Väg	0,8	1211	969	1280	1024	0,102
Summa		12 642	6415	12 642	6917	0,69



Figur 3-1. Aktuell planområde och befintlig markanvändning på platsen.



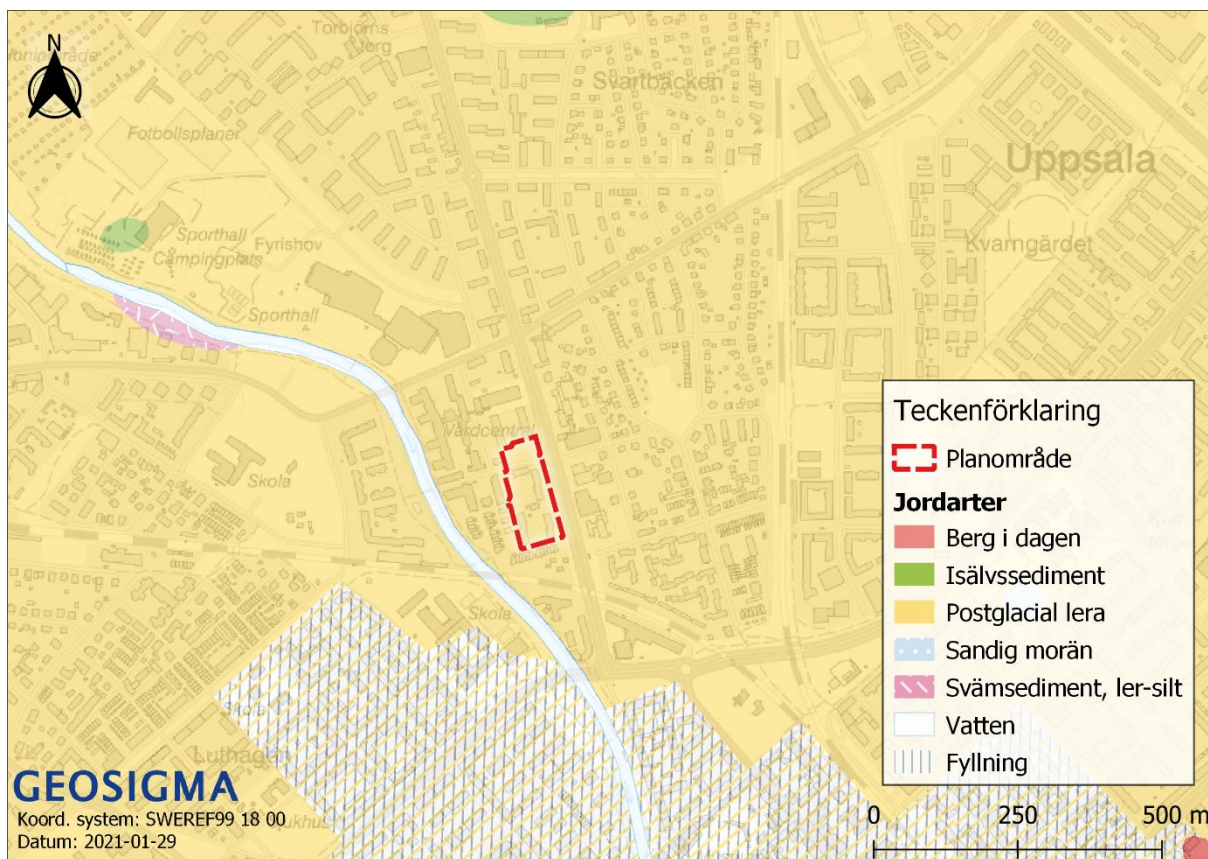
Figur 3-2. Aktuell planområde och planerad markanvändning på platsen.

3.2 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten

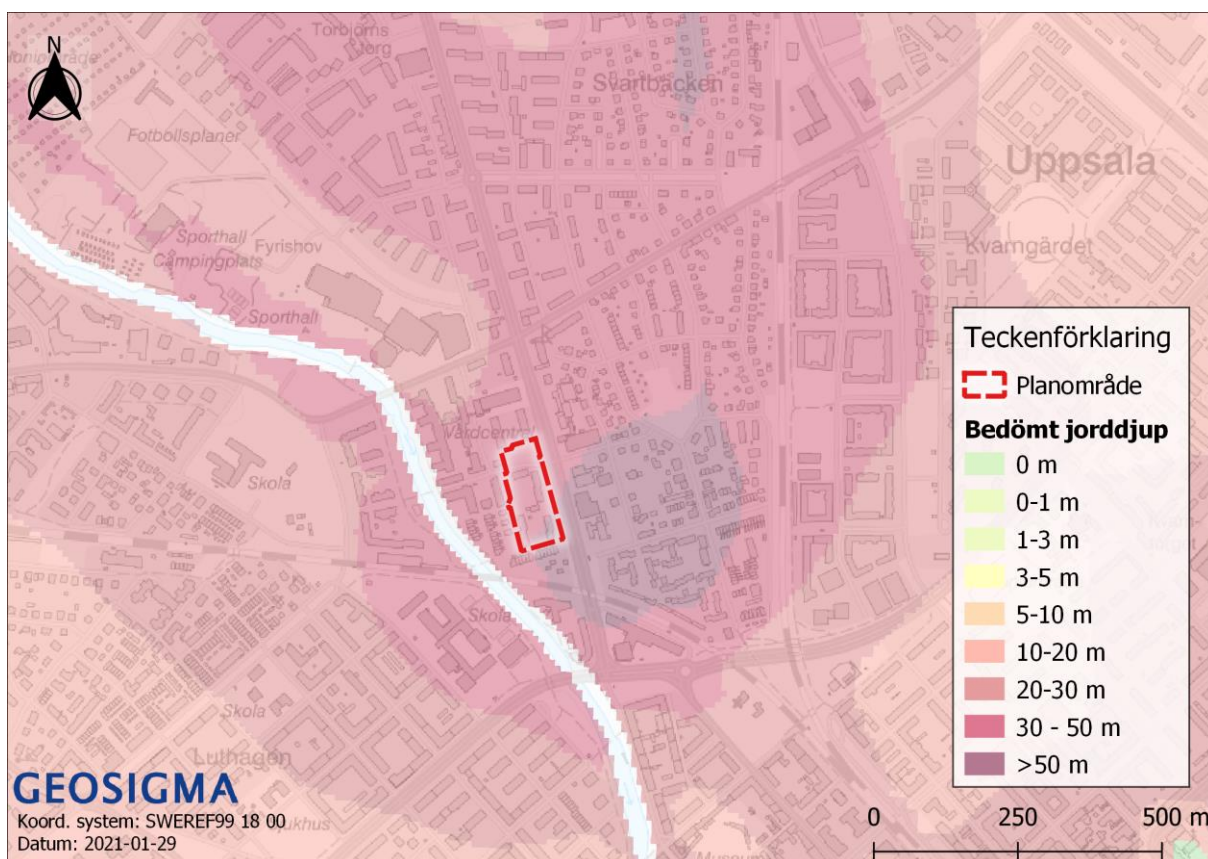
Enligt SGU (2020a) utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet av postglacial lera. I de närmaste omgivningarna är en stor andel postglacial lera, med enstaka platser där isälvs materialet är uppe i dagen, se Figur 3-3. Söder om planområdet finns även ett större område med fyllning. Jorddjupet inom planområdet har av SGU (2020b) bedömts till mellan 30 och 50 meter, med ett område som har ännu större jorddjup, >50 meter, i sydöstra hörnet av området (se Figur 3-4).

Enligt SGU (2020c) bedöms markens genomsläpplighet inom och nära planområdet vara låg, se Figur 3-5. Grundvattnets sårbarhet bedömer SGU (2020d) vara hög i planområdet med omgivning, dock är magasinet överlagrat av lera vilket ger ett visst skydd, se Figur 3-6. En hög sårbarhet hos ett betydande grundvattenmagasin innebär en snabb infiltration till grundvattnet med potentiellt mycket allvarliga konsekvenser som kan hota vattenförsörjningen (SGU, 2009). Enligt uppdaterad riskanalys som Geosigma (2023) utfört över Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde, ingår aktuellt planområde i ett område med låg riskklassning och även i en yttre skyddszon av ett vattenskyddsområde, se Figur 3-7. Detta innebär bland annat att dagvattenhantering inte ska utföras så att den riskerar att bidra till infiltration av farliga ämnen som bekämpningsmedel, petroleumprodukter eller avloppsvatten i samband med läckage och att dagvatten från körbara ytor (ex. gator, vägar, lastzoner och parkeringsytor) ska genomgå rening i t. ex. växtbäddar innan det tillåts infiltrera. Vidare finns enligt SGU:s brunnsarkiv (2020e) inga dricksvattenbrunnar i närområdet.

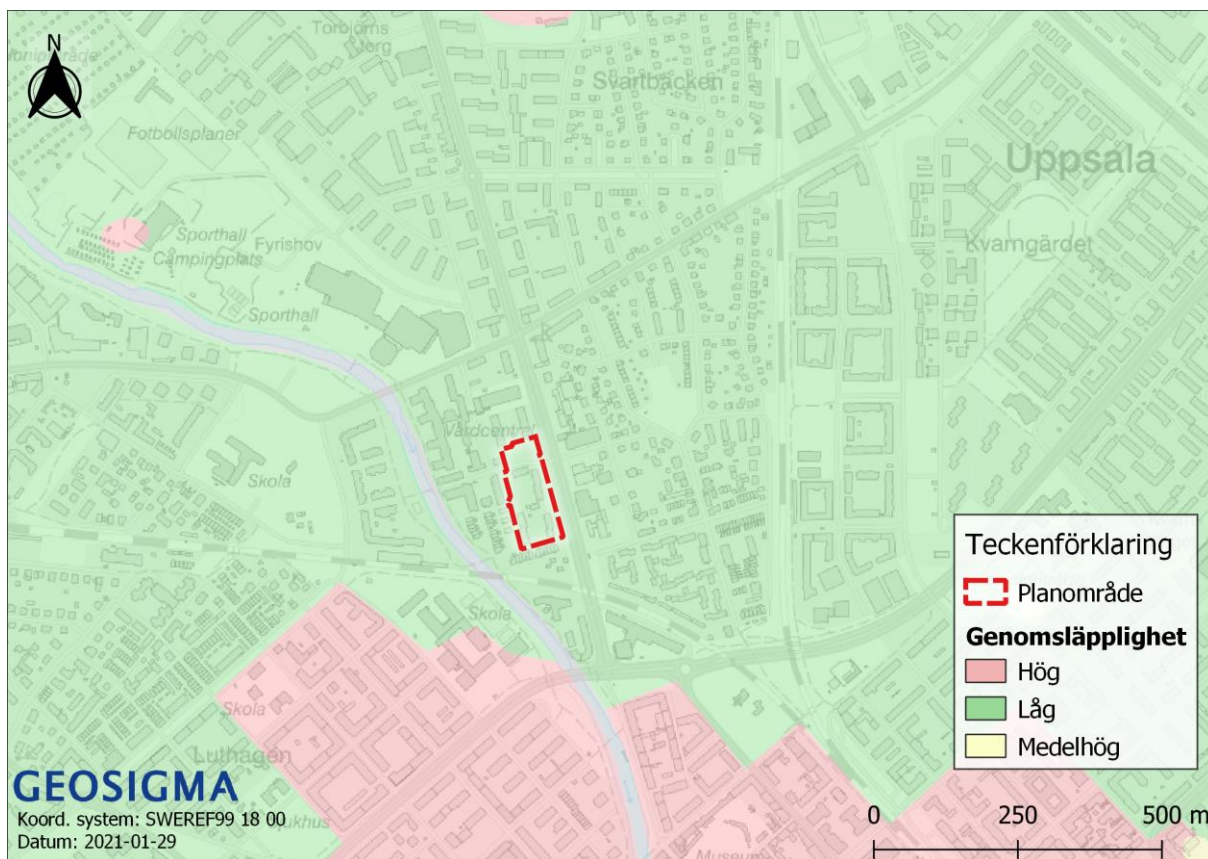
Sammantaget medför ovanstående att förutsättningarna för infiltration av dagvatten bedöms som låga inom planområdet. Dock bör försiktighet iaktas med hänsyn till grundvattnets sårbarhet på platsen.



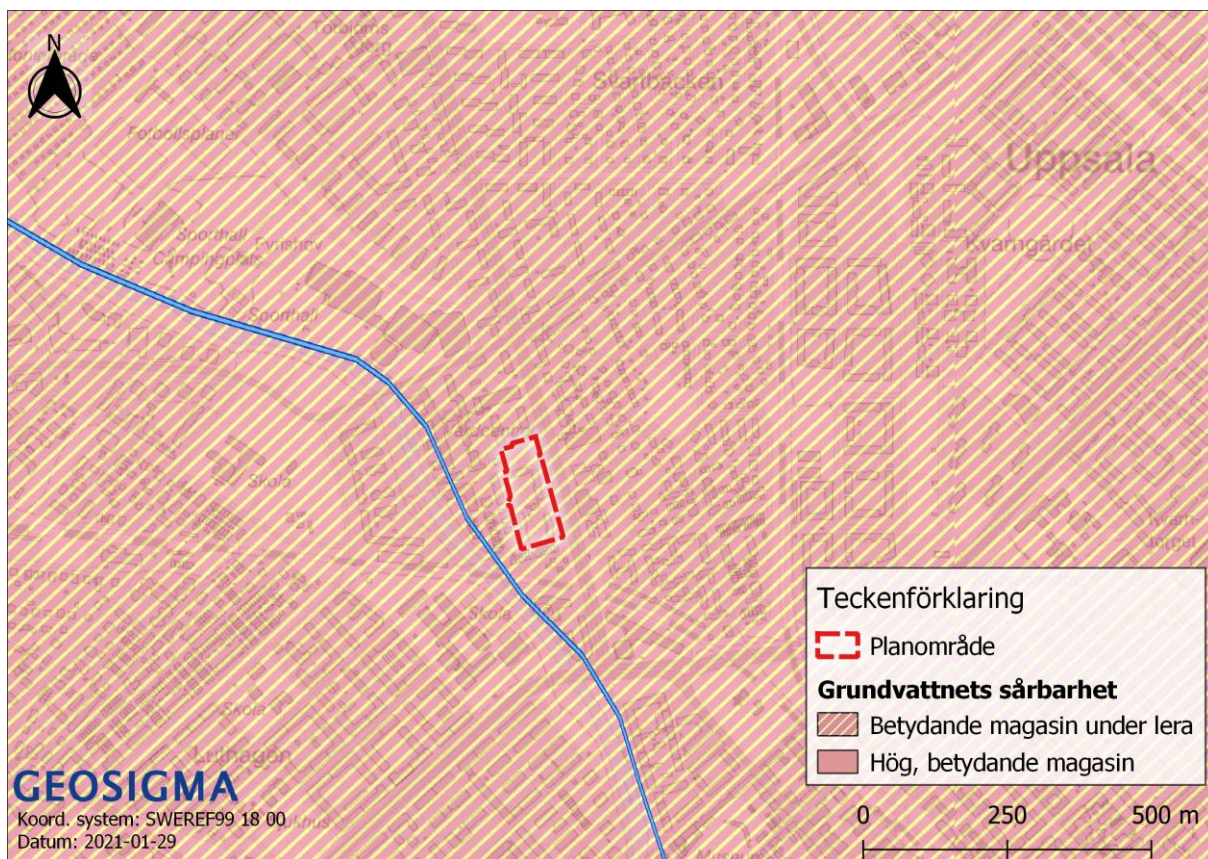
Figur 3-3. Jordarter kring aktuellt planområde enligt SGU (2020a).



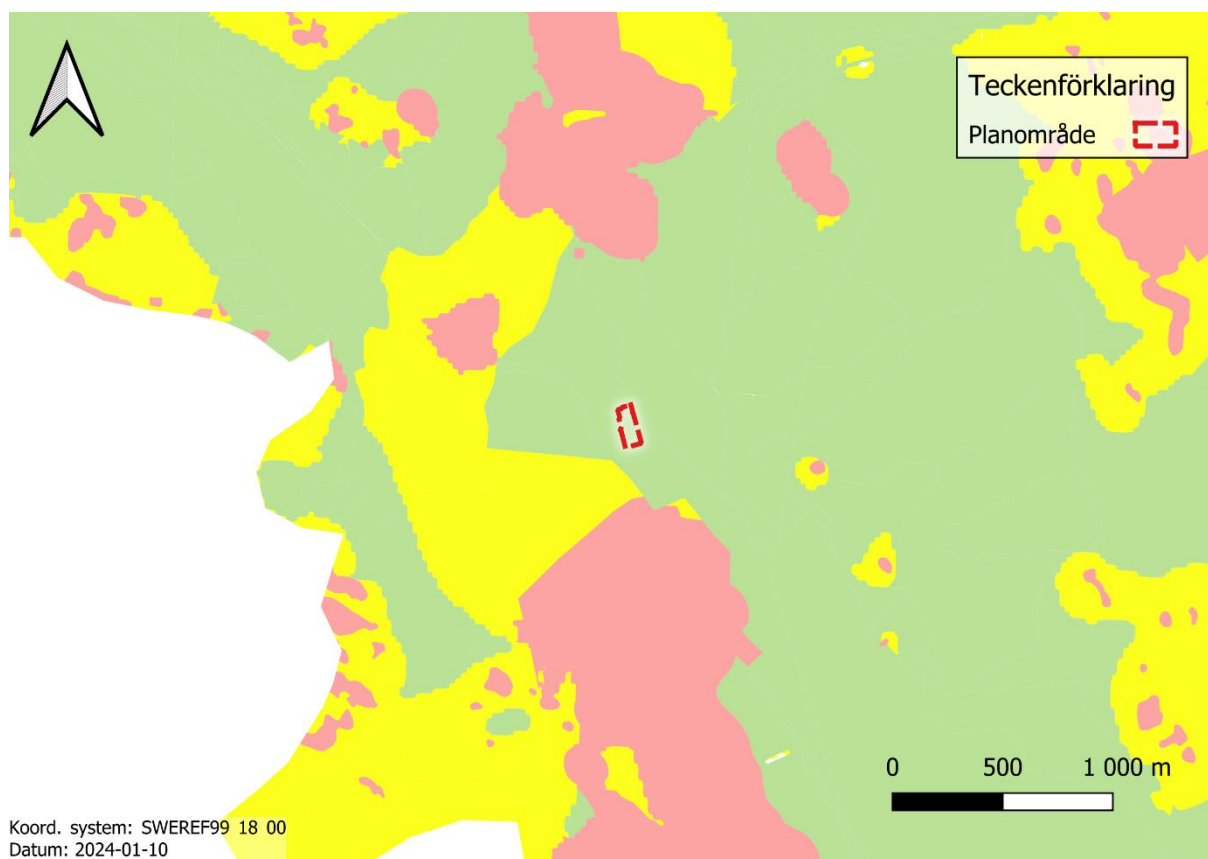
Figur 3-4. Bedömt jorddjup enligt SGU (2020b) kring aktuellt planområde.



Figur 3-5. Markens genomsläpplighet enligt SGU (2020c) kring aktuellt planområde.



Figur 3-6. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020d) kring aktuellt planområde.

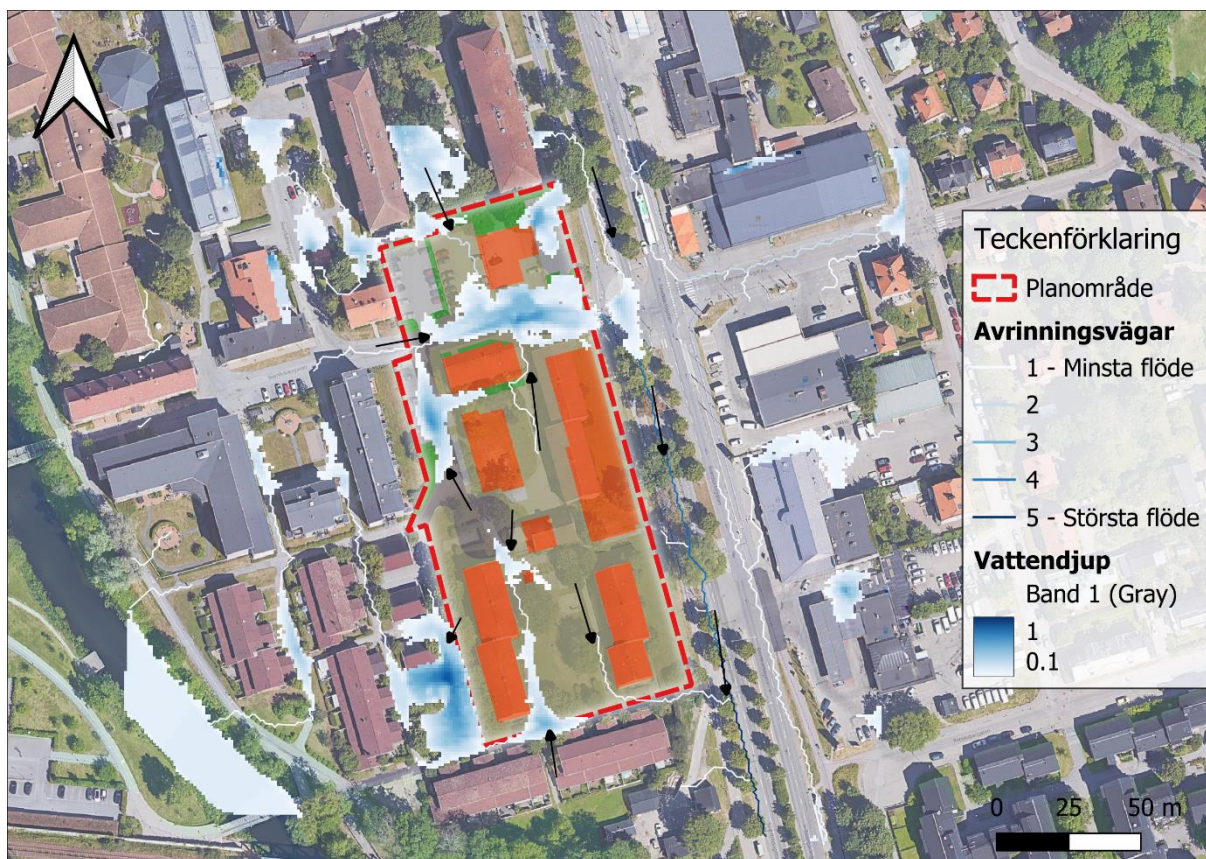


Figur 3-7. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt visar att aktuellt planområde i ett område med låg riskklassning.

3.3 Avrinningsvägar och lågpunktskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. En lågpunktskartering över planområdet visar på en risk för vattenansamlingar i olika topografiska lågpunkter, se Figur 3-8. Det riskerar exempelvis att uppstå vattenansamlingar längs med lokalgatan i planområdets centrala delar, i västra delen vid den planerade parkeringsytan, längs med den nordvästra gränsen på planområdet samt på den södra innergården, vars totala volym motsvarar cirka 200 m³. Det vatten som ansamlas på de bägge innergårdarna riskerar att bli stående och orsaka översvämningar.

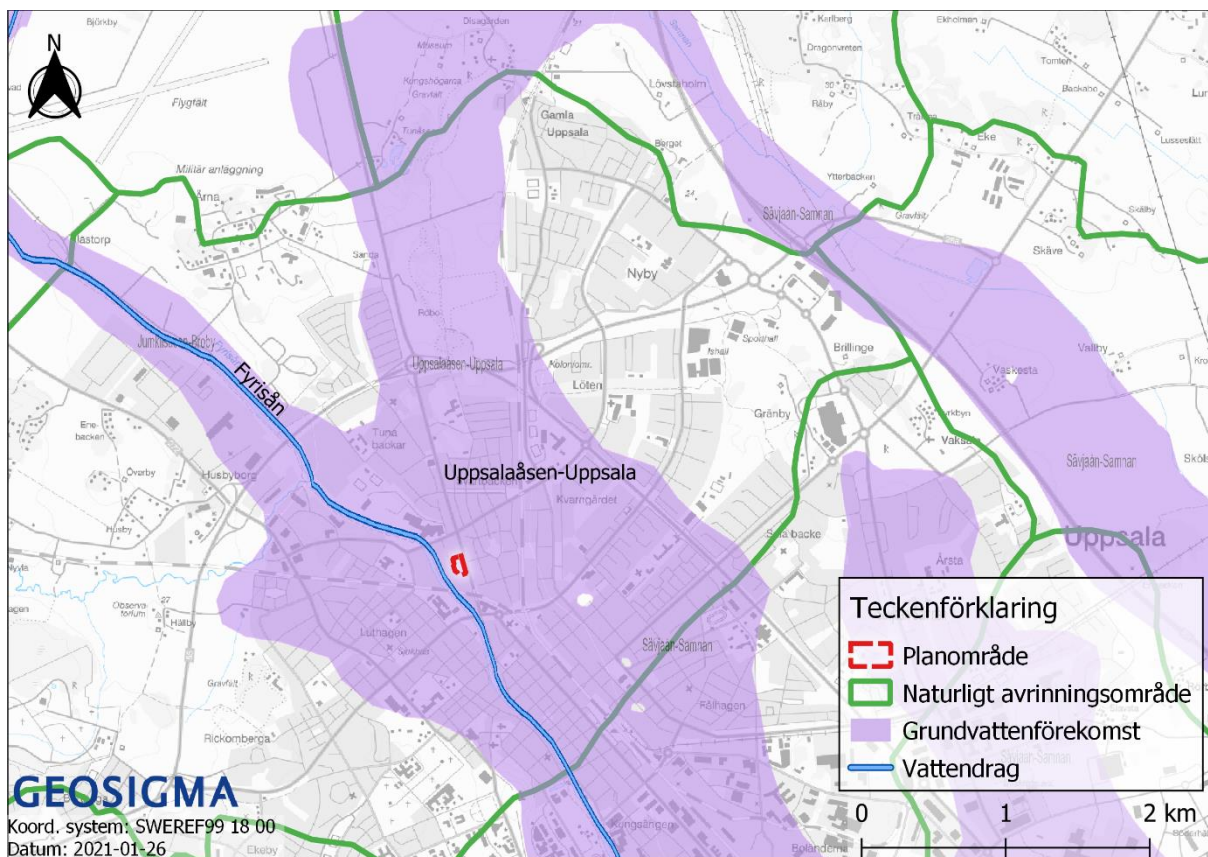
De huvudsakliga avrinningsvägarna leder vatten över parkeringsytorna eller längs med gångvägar ut på lokalgatorna och vidare österut på Svartbäcksgatan, se Figur 3-8. Karteringen indikerar dock att vatten dräneras in i planområdet i det norra hörnet samt söder- och västerifrån in på innergårdarna. Ovanstående observationer medför att det finns ett behov av att avleda ytvatten som bildas inom planområdet i händelse av ett skyfall.



Figur 3-8. Lågpunktskartering över planområdet utförd i Scalgo (2020) för ett skyfall (regn = 60 mm), flödesriktningar för primära avrinningsvägar indikeras med pilar.

3.4 Recipienter och miljö kvalitetsnormer

Planområdet ligger inom det tekniska och det naturliga avrinningsområdet för vattendraget Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån (VISS EU_CD: SE663992-160212), se Figur 3-9 (VISS, 2020a). Det vatten som infiltrerar inom planområdet perkolerar ner till grundvattenförekomsten Uppsalaåsen-Uppsala (VISS EU_CD: SE664296-160193) (VISS, 2020b). Fyrisån och Uppsalaåsen är därmed recipienter av dagvattnet från planområdet, deras ekologiska eller kvantitativa samt kemiska status presenteras i Tabell 3-2. Bakgrunden till dessa klassningar presenteras i avsnitt 3.4.1 respektive 3.4.2.



Figur 3-9. Avrinningsområden för dagvatten kring planområdet och närliggande yt- och grundvattenförekomster.

Tabell 3-2. Sammanfattning av ekologisk eller kvantitativ samt kemisk status för recipienter av dagvatten från planområdet, samt miljökvalitetsnormer (MKN) för respektive recipient.

Recipient	Ekologisk status	Kemisk status	MKN Ekologisk status	MKN Kemisk status
Fyrisån (SE663992-160212)	Måttlig	Uppnår ej god	God ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus
Recipient	Kvantitativ status	Kemisk status	MKN Kvantitativ status	MKN Kemisk status
Uppsalaåsen (SE664296-160193)	God	Otillfredsställande	God kvantitativ status 2027	God kemisk status

3.4.1 Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån

Enligt VISS (2020a) är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån (VISS EU_CD: SE663992-160212) måttlig, se Tabell 3-2. Detta till följd av övergödning och förhöjda halter av de särskilt förorenande ämnena ammoniak och diklofenak (en läkemedelsrest). Även påverkan på konnektivitet (möjligheten till fri passage för djur, växter och material) och morfologi (fysiska förhållanden) förhindrar att den ekologiska statusen klassas som god. Konnektiviteten i vattendraget är påverkat av vandringshinder och morfologin av fysiska ingrepp som påverkat bland annat vattenfårans kanter och svämplan.

Vidare uppnås ej god kemisk status, detta på grund av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena antracen, perfluoroktansulfon (PFOS), kvicksilver (Hg), flouranten, tributyltennföreningar (TBT) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids.

Det bör tas i beaktning att när det gäller statusen för Hg och PBDE så har Havs- och vattenmyndigheten gjort bedömningen att gränsvärdena för Hg och PBDE överskrids i Sveriges alla vattenförekomster på grund av långväga atmosfärisk deposition. Även vattenprover tagna i Fyrisån påvisat förhöjda halter av Hg.

Fyrisån anses enligt VISS (2020a) vara påverkad i betydande grad av industriverksamhet, deponier och förorenade områden inom dess avrinningsområde, dagvatten från urbana områden och vägar, jordbruk, enskilda avlopp och, som tidigare nämnts, atmosfärisk deposition.

Enligt en riskbedömning gjord av VISS (2020a) finns det särskilt förorenande ämnen som riskerar att överstiga gränsvärden, problem med konnektivitet och morfologi samt kvalitetsfaktorer kopplade till övergödning som kan resultera i att Fyrisån inte uppnår god ekologisk status till år 2027. Även ett antal miljögifter riskerar att överstiga gränsvärdet och resultera i att god kemisk status inte uppnås till år 2027, se Tabell 3-3.

Tabell 3-3. De särskilt förorenande ämnen och miljögifter som VISS (2020a) bedömer riskerar att överstiga gränsvärdena och resultera i att god ekologisk eller kemisk status inte uppnås till år 2027 i Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån

Betydande påverkan – Diffusa källor	Parameter/kvalitetsfaktor	Riskerad status 2027
Enskilda avlopp/jordbruk /urban markanvändning	Näringsämnen	God ekologisk status
Enskilda avlopp/jordbruk /urban markanvändning	Påväxt-kiselalger	God ekologisk status
Atmosfärisk deposition	Bromerad difenyleter	God kemisk status
Atmosfärisk deposition	Kvicksilver och kvicksilverföreningar	God kemisk status
Betydande påverkan – Punktkällor	Parameter/kvalitetsfaktor	Riskerad status 2027
IED-industri/reningsverk	Ammoniak	God ekologisk status
Förorenade områden/reningsverk	Diklofenak	God ekologisk status
Reningsverk	Påväxt-kiselalger	God ekologisk status
Deponier/förorenade områden/reningsverk	PFOS	God kemisk status

3.4.2 Uppsalaåsen-Uppsala

Enligt VISS (2020b) är den kvantitativa statusen grundvattenförekomsten Uppsalaåsen – Uppsala (VISS EU_CD: SE664296-160193) god, se Tabell 3-2. Däremot är den kemiska

statusen otillfredsställande. Detta på grund av förhöjda halter av bekämpningsmedlet BAM (2,6-diklorbensamid) och poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS-11). Källan till PFAS 11 har bedömts vara en verksamhetsutövare i tillrinningsområdet.

Denna del av Uppsalaåsen som går igenom Uppsala stad är enligt VISS (2020b) påverkad av förorenade områden inom tillrinningsområdet. Det finns även en trend med ökande kloridhalter till följd av vägsaltning. Enligt VISS (2020b) bedömning riskerar halten av klorid och PFAS 11 överstiga riktvärdena och resultera i att god kemisk status inte uppnås till år 2027. Den kvantitativa statusen år 2027 bedöms också riskera att klassas som sämre än god, detta på grund av förändrade grundvattennivåer i åsen. Utbyggnaden av Uppsala stad sker i mycket snabb takt och innebär hårdgöring av viktiga infiltrationsytor vilket riskerar att leda till en sänkning av grundvattennivån.

4 Flödesberäkningar och erforderlig fördröjningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 10, 20- respektive 100-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för projekterad exploatering av planområdet.

4.1 Dagvattenflöden utan fördröjning

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning skulle dagvattenflöden från planområdet öka med ca. 35 % med projekterad exploatering, se Tabell 4-1. Detta beror bland annat på en minskad andel grönyta i kombination med en ökad andel takyta.

Tabell 4-1. Tabell med beräknade dagvattenflöden för ett 10, 20, och respektive 100-årsregn för befintlig (utan klimatfaktor) samt planerad (med klimatfaktor 1,25) markanvändning inom planområdet utan fördröjning.

Markanvändning	Flöde 10-årsregn [l/s]	Flöde 20-årsregn [l/s]	Flöde 100-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde ^a [l/s]
Befintlig	146	184	313		2,2
Planerad	197	248	423	35	2,4
Flöde med 20 mm fördröjning	85	142	-	-23	

^aEnligt simulering i StormTac

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå om 20 mm beräknas den erforderliga fördröjningsvolymen för den planerade markanvändningen inom planområdet enligt projekterad exploatering till ca 138 m³, se Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Beräknad erforderlig fördröjningsvolym för planområdet med projekterad exploatering enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå om 20 mm.

Planerad markanvändning	Avrinningskoeff. ϕ	Area [m ²]	Red. area [m ²]	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]
Gårdsyta	0.3	5890	1767	35
Entréyta	0.6	60	30	1
Grönyta	0.1	840	84	2
Parkering	0.8	1170	936	19
Tak	0.9	3402	3062	61
Väg	0.8	1280	1025	20
Summa		12642	6903	138

4.3 Dagvattenflöden med fördröjning

För beräkning av dagvattenflöden (ekvation 2-1) inom planområdet enligt projekterad exploatering med fördröjning (åtgärdsnivå = 20 mm) vid ett 10- respektive 20-års regn (100-

årsregn fördröjs ej utan leds bort längs med sekundära avrinningsvägar, se avsnitt 7), så har den totala rinntiden för ett nederbördsevent ökat till 25 respektive 38 minuter.

För projekterad exploatering av planområdet inklusive system för fördröjning av dagvatten förväntas dagvattenflöden minska med ca. 23 % jämfört med befintlig markanvändning, se Tabell 4-3. Detta till följd av fördröjningen av dagvatten. Utan denna skulle dagvattenflödet i stället öka.

Tabell 4-3. Beräknade dagvattenflöden för ett 10 respektive 20-årsregn för befintlig markanvändning och för planerad markanvändning med fördröjning (20 mm) och klimatfaktor =1,25

Markanvändning	Flöde 10-årsregn [l/s]	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]
Befintlig	146	184	
Flöde med 20 mm fördröjning	85	142	-23

5 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från planområdet har beräknats enligt befintlig samt planerad markanvändning i modellverket StormTac v. 20.2.2, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 3-1. I StormTac sker en indelning i de olika markanvändningskategorierna, som schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten är definierade för. De markanvändningskategorier som tillämpats har av StormTac definierats som följer:

- **Gårdsyta inom kvarter** består av "gräs, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter (antagna 1/3 av ytan vardera)."
- **Marksten med fogar** består av "fogar (av grov sand, grus eller dylikt) mellan stenarna som möjliggör viss infiltration av dagvatten genom fogarna."
- **Gräsyta** är "enbart gräsyta utan gångvägar m.m".

I simuleringarna har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för tio standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 3.3) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet. Att notera är att StormTac inte tillhandahåller schablonhalter för PFOS, diklofenak, ammoniak eller BAM i dagvatten, därav att dessa har exkluderats från simuleringarna. Vidare antas klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden gälla för både befintlig/planerad markanvändning, och jämförelse av ämneshalter/ämnesbelastning i dagvatten från befintlig/planerad markanvändning har utförts antaget en klimatfaktor om 1,0.

5.1 Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)

Resultatet från simuleringen i StormTac presenteras i Tabell 5-1 och Tabell 5-2 nedan. Sammantaget indikerar detta att ämneshalterna generellt kommer att minska men i vissa hänseenden öka vid planerad markanvändning (utan rening). Ämnesbelastningen däremot kommer övervägande att öka. Detta beror till exempel på ökad takyta och gårdsyta i kombination med minskade grönytor. Att många ämneshalter och -belastningar istället minskar beror till exempel på att parkeringsytan minskar enligt projekterad exploatering.

Samttaget görs bedömningen att det föreligger ett behov av rening av dagvatten inom planområdet innan utsläpp till recipient.

Tabell 5-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, gul och röd indikerar en minskad, stabil respektive ökad ämneshalt vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening)

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	
Fosfor	µg/l	160	170	6
Kväve	µg/l	1700	1600	-6
Bly	µg/l	7,7	5,9	-23
Koppar	µg/l	18	15	-17
Zink	µg/l	45	38	-16
Kadmium	µg/l	0,41	0,46	12
Krom	µg/l	5,8	5,1	-12
Nickel	µg/l	5,4	4,8	-11
Kvicksilver	µg/l	0,029	0,022	-24
Suspenderad substans	µg/l	55 000	46 000	-16
Benso(a)pyrene	µg/l	0,017	0,014	-18
Antracen	µg/l	0,015	0,013	-13
Flouranten	µg/l	0,11	0,11	0
Bromerad difenyleter ^a	µg/l	0,015	0,015	0
Tributyltenn	µg/l	0,0018	0,0018	0
Klorid	µg/l	11 000	10 000	-9

^aPBDE 47, 99 och 209

Tabell 5-2. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, gul och röd indikerar en minskad, stabil respektive ökad ämneshalt vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening)

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	
Fosfor	kg/år	0,38	0,47	24
Kväve	kg/år	4,7	5	6
Bly	kg/år	0,028	0,025	-11
Koppar	kg/år	0,057	0,053	-7
Zink	kg/år	0,14	0,14	0
Kadmium	kg/år	0,0011	0,0014	27
Krom	kg/år	0,020	0,019	-5
Nickel	kg/år	0,019	0,018	-5
Kvicksilver	kg/år	0,00013	0,000096	-26
Suspenderad substans	kg/år	190	170	-11
Benso(a)pyrene	kg/år	0,000062	0,000057	-8
Antracen	kg/år	0,000047	0,000049	4
Flouranten	kg/år	0,00029	0,00035	21
Bromerad difenyleter ^a	kg/år	0,000041	0,000046	13
Tributyltenn	kg/år	4,7E-06	5,6E-06	19
Klorid	kg/år	28	30	7

^aPBDE 47, 99 och 209

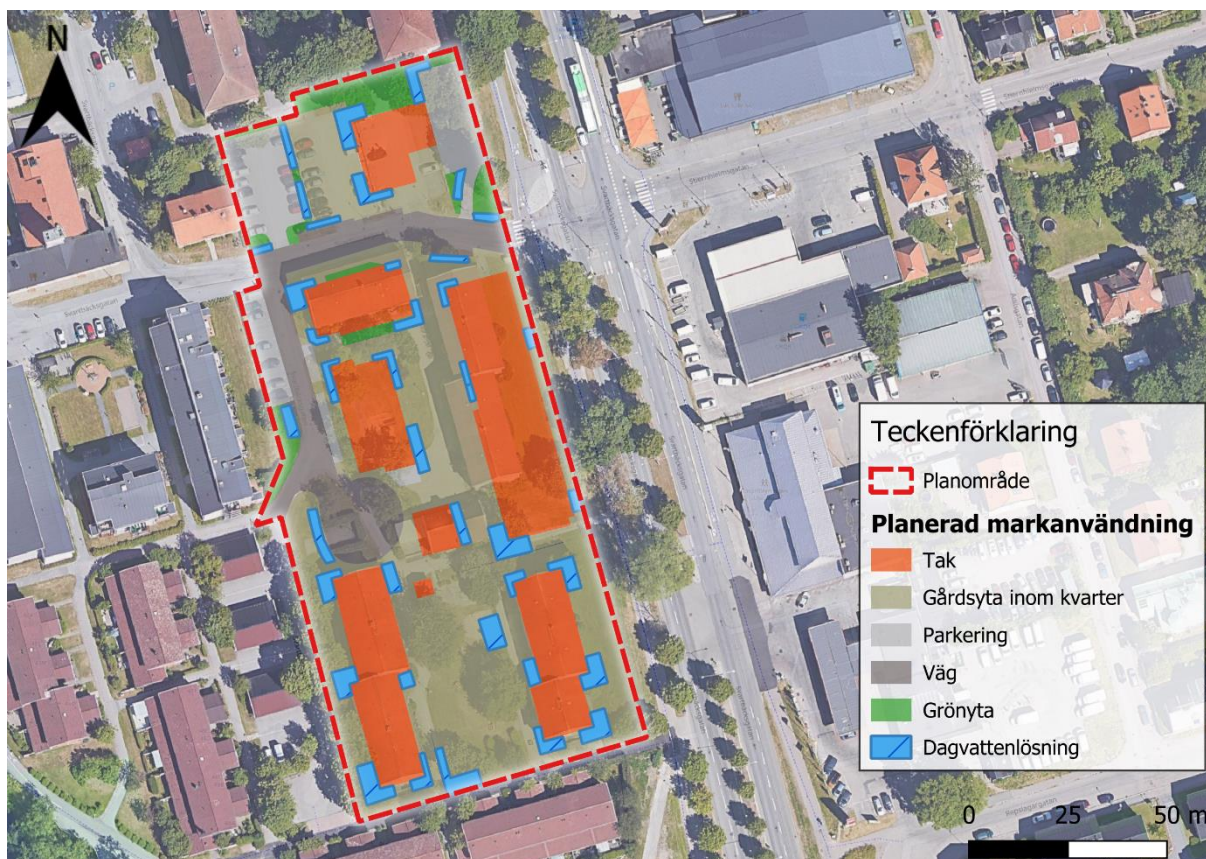
6 Förslag till dagvattensystem

För att uppnå den erforderliga fördröjningsvolymen på 138 m³, i enlighet med Uppsala Vattens åtgärdsnivå för fördröjning och rening, föreslås ett dagvattensystem där fördröjning och rening av dagvatten sker i regnbäddar eller liknande dagvattenanläggningar.

6.1 Förslag på utformning

Ett förslag på hur regnbäddar kan placeras inom planområdet för att möta erforderlig fördröjningsvolym redovisas i Figur 6-1. Vid utformningen har hänsyn främst tagits till planområdets topografi, planerad markanvändning enligt projekterad exploatering, taktytor och taklutningar. Taklutningarna har antagits utföras enligt situationsplanen daterad 2020-09-15. Placeringen av regnbäddarna i Figur 6-1 är dock bara ett principförslag som måste anpassas efter gårdens gestaltning. I Tabell 6-1 visas vilken fördröjningsvolym som krävs för respektive markanvändning och vilket uppskattat ytanspråk som det medför.

I förslaget på utformningen leds dagvatten från takytorna via hängrännor, stuprör och markförlagda ledningar mot regnbäddar som både kan placeras taknära och mitt på gården, se förslag i Figur 6-1. Placeringen av regnbäddar bör generellt anpassas efter taklutningen och placering av stuprännor. Taklutningen på den planerade större östra huskroppen är i dagsläget oklar, men om lutningen blir åt öster det vill säga bort från innergården, bör även regnbäddarna placeras på den östra (yttre) sidan. Taknära regnbäddar kan de göras upphöjda med svag lutning mot omkringliggande mark så att överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare. Från respektive regnbädd leds sedan dagvatten till närmaste påkopplingspunkt för dagvatten.



Figur 6-1. Förslag på utformningen av regnbäddar (med 1,0 meters mäktighet) för att möta kravet på erforderlig fördröjningsvolym om 138 m³.

6.2 Uppskattat ytanspråk

Ytanspråket för regnbäddar som uppfyller den erforderliga fördröjningsvolymen (138 m³) uppskattas till 399 m², se Tabell 6-1. Detta har gjorts enligt följande antaganden om utformning av regnbäddarna (jämför exempelvis med Figur 6-3):

1. En reglervolym om 0,1 m
2. En funktionell mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) på 1,0 m med en genomsnittlig porositet om 0,3.

Om regnbäddar inte kan anläggas på lämpliga platser inom planområdet på grund av platsbrist, går det att komplettera med underjordiska magasin. Detta ger dock inte samma reningseffekt, beroende på utformning.

Tabell 6-1. Erforderlig fördröjningsvolym och uppskattat ytanspråk för de regnbäddar som föreslagits utifrån Uppsala Vattens åtgärdsnivå om fördröjning av 20 mm regn

Mark-användning	Reducerad area [ha]	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]	Ytanspråk dagvattenanläggning [m ²]
Gårdsyta	0,18	35	102
Entréyta	0,0030	1	1,7
Grönyta	0,0084	2	5
Parkering	0,094	19	54
Tak	0,306	61	177
Väg	0,102	20	59
Summa	0,69	138	399

6.3 Uppskattad reningseffekt

För projekterad exploatering av planområdet inklusive rening och fördröjning av dagvatten i regnbäddar, indikeras en minskning av samtliga ämneshalter (se Tabell 6-2). Detta under antagande om genomsnittliga dagvattenflöden. Belastningen minskar även den för samtliga ämnen, se Tabell 6-3.

Tabell 6-2. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (med rening i regnbäddar). Färger grön, gul och röd indikerar en minskad, stabil respektive ökad ämneshalt vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening i regnbäddar)

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (med rening)	
Fosfor	µg/l	160	96	-40
Kväve	µg/l	1700	1100	-35
Bly	µg/l	7,7	1,8	-77
Koppar	µg/l	18	8,7	-52
Zink	µg/l	45	11	-76
Kadmium	µg/l	0,41	0,086	-79
Krom	µg/l	5,8	2,8	-52
Nickel	µg/l	5,4	1,3	-76
Kvicksilver	µg/l	0,029	0,011	-62
Suspenderad substans	µg/l	55 000	17 000	-69
Benso(a)pyrene	µg/l	0,017	0,0035	-79
Antracen	µg/l	0,015	0,0067	-55
Flouranten	µg/l	0,11	0,058	-47
Bromerad difenyleter ^a	µg/l	0,015	0,0081	-47
Tributyltenn	µg/l	0,0018	0,00097	-46
Klorid	µg/l	11 000	7800	-29

Tabell 6-3. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (med rening). Färger grön, gul och röd indikerar en minskad, stabil respektive ökad ämneshalt vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening)

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (med rening)	
Fosfor	kg/år	0,71	0,44	-38
Kväve	kg/år	7,2	5	-31
Bly	kg/år	0,033	0,0085	-74
Koppar	kg/år	0,075	0,04	-47
Zink	kg/år	0,19	0,049	-74
Kadmium	kg/år	0,0018	0,00039	-78
Krom	kg/år	0,025	0,013	-48
Nickel	kg/år	0,023	0,0062	-73
Kvicksilver	kg/år	0,00012	0,000053	-56
Suspenderad substans	kg/år	240	79	-67
Benso(a)pyrene	kg/år	0,000073	0,000016	-78
Antracen	kg/år	0,000065	0,000031	-52
Flouranten	kg/år	0,00047	0,00027	-43
Bromerad difenyleter ^a	kg/år	0,000067	0,000037	-45
Tributyltenn	kg/år	7,9E-06	4,5E-06	-43
Klorid	kg/år	47	36	-23

6.4 Regnbädd

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter (växtbäddar). Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännदार, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. En exempelbild på gårdsytor med avledning av takvatten via rännदार visas i



Figur 6-2. Ett annat sätt att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar till regnbäddarna.

En regnbädd kan konstrueras på ett flertal sätt, dock bör följande komponenter ingå (Payne m.fl., 2015; se Figur 6-3):

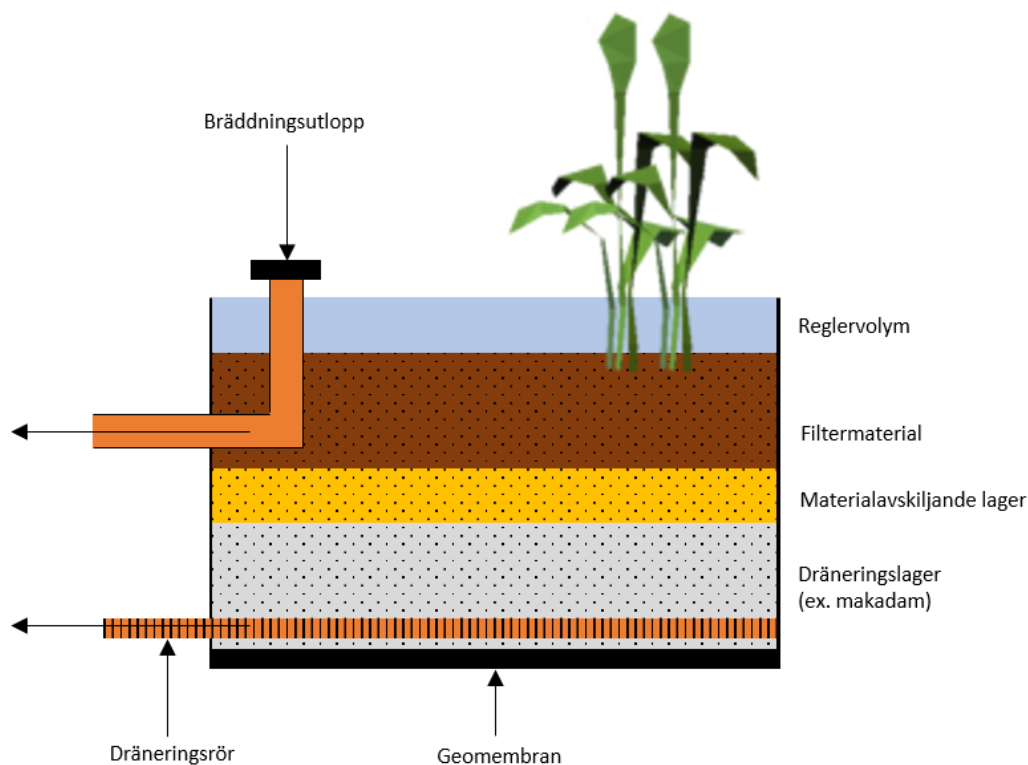
1. Ett **inlopp** som leder dagvattnet till regnbädden.
2. Ett **bräddningsutlopp** som möjliggör bräddning av dagvattnet vid kraftiga regn för att förhindra att regnbädden skadas.
3. En **reglervolym** (fördröjningszon/en öppen vattenyta) vilken ökar reningseffekten hos regnbädden genom att tillåta en stagnering av dagvattnet innan infiltration.
4. **Vegetation** som bidrar till en ökad rening och evapotranspiration av dagvattnet. Vidare bidrar vegetationen till att stabilisera och bibehålla infiltrationskapaciteten hos filtermaterialet.
5. Ett **filtermaterial** som fungerar som underlag för vegetation, samt renar och fördröjer dagvattnet (sandbaserad växtjord).
6. Ett **materialavskiljande lager** som förhindrar att mindre partiklar från filtermaterialet övergår till det underliggande dräneringslagret (t.ex. grovsand).
7. Ett **dräneringslager** genom vilket regnbädden kan dränera till befintligt ledningsnät för dagvatten. Bidrar även till att öka regnbäddens utjämningsvolym (t.ex. makadam, singel, eller lecakulor).
8. Ett **geomembran** eller annan tät yta som förhindrar infiltration i underliggande mark. Eftersom planområdet ligger inom ett område med måttlig riskklassning (se avsnitt 3.2) föreslås att regnbäddarna konstrueras med tät botten, och att renat dagvatten avleds mot befintligt dagvattennät.
9. Ett **förbehandlingssteg** för att förhindra höga flöden till regnbädden och filtrera bort grövre partiklar (t.ex. löv).

Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på regnbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av regnbädden. Vidare bör filtermaterialet som används i regnbäddarna väljas utefter de huvudsakliga föroreningarna som förväntas i dagvattnet från planområdet och med hänsyn till de prioriterade ämnena i recipienterna (Fyrisån och Uppsalaåsen), då

reningseffekten för olika föroreningar skiljer sig åt mellan olika filtermaterial (se biofilter i SVU, 2019).



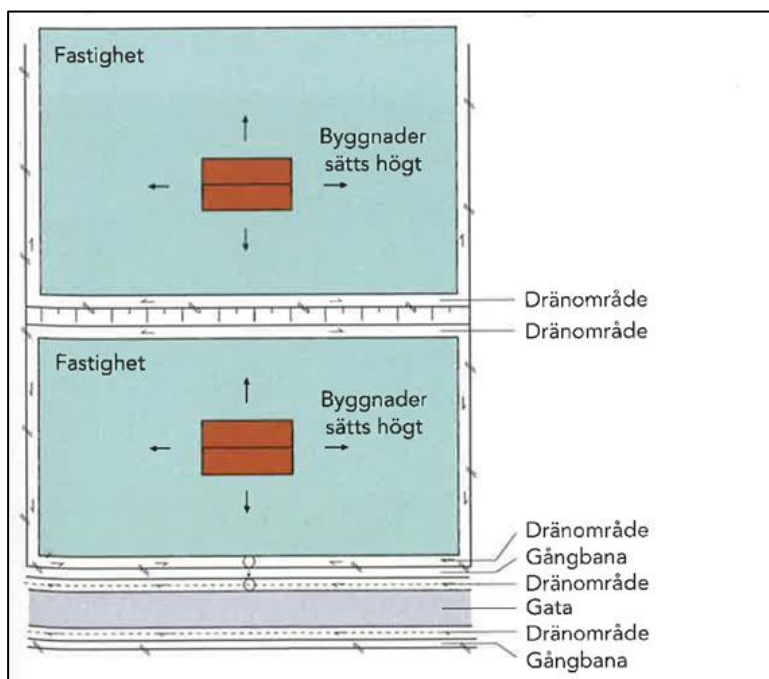
Figur 6-2. Exempel på avledning av takvatten via rännदार anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten B, n.d.).



Figur 6-3. Principskiss över uppbyggnad av en regnbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark utan leds till befintligt dräneringssystem.

7 Skyfallshantering

För att undvika översvämning och skador på byggnader vid skyfall, är det viktigt att tidigt under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar och vidare ut på närliggande lokalgator till grönytor eller vattendrag. Vidare är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlat 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 hus och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 7-1.

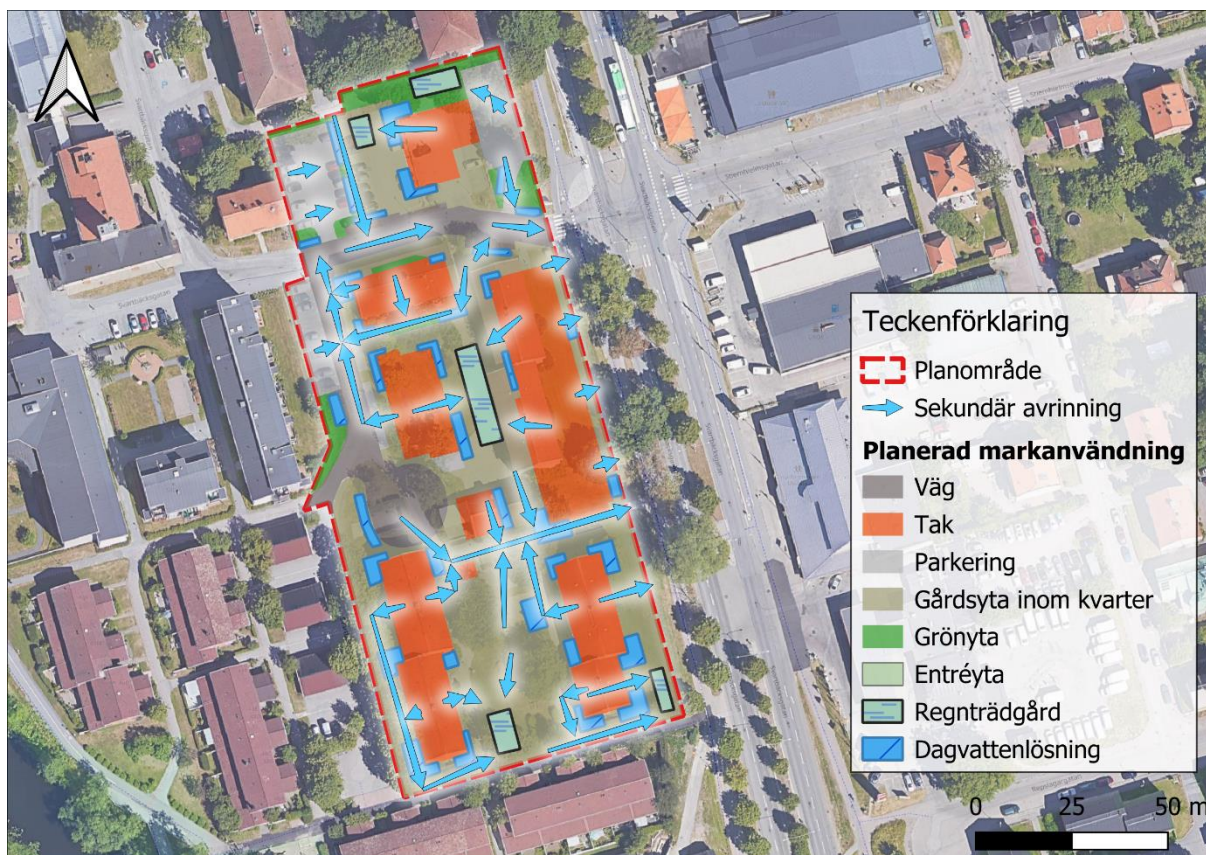


Figur 7-1. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt vattens publikation P105.

Utifrån den projekterade exploateringen av planområdet och lågpunktskarteringen, finns en risk att vatten ansamlas på den planerade innergården. För att undvika att vatten blir stående mot fasaden och orsakar skador på det planerade flerbostadshuset, krävs att sekundära avrinningsvägar skapas för att avleda ytvatten. Detta görs genom strategisk höjdsättning av området.

För aktuellt planområde föreslås det att vattnet leds ut längs med gångbanan norrut till den korsande lokalgatan alternativt åt sydöst längs med gångbanan till befintliga grönytor, se Figur 7-2. Flera hårdgjorda ytor är befintliga och kommer att behållas enligt projekterad exploatering, exempelvis lokalgatan som korsar planområdet samt den nordvästra och

västra parkeringsytan. Därmed kan höjdsättningen på dessa ytor ej modifieras. För att minska risken att vatten ansamlas på innergården föreslås att denna höjdsätts sluttande mot gångbanan väster respektive söderut med målet att ingen avrinning ska ske genom innergården.



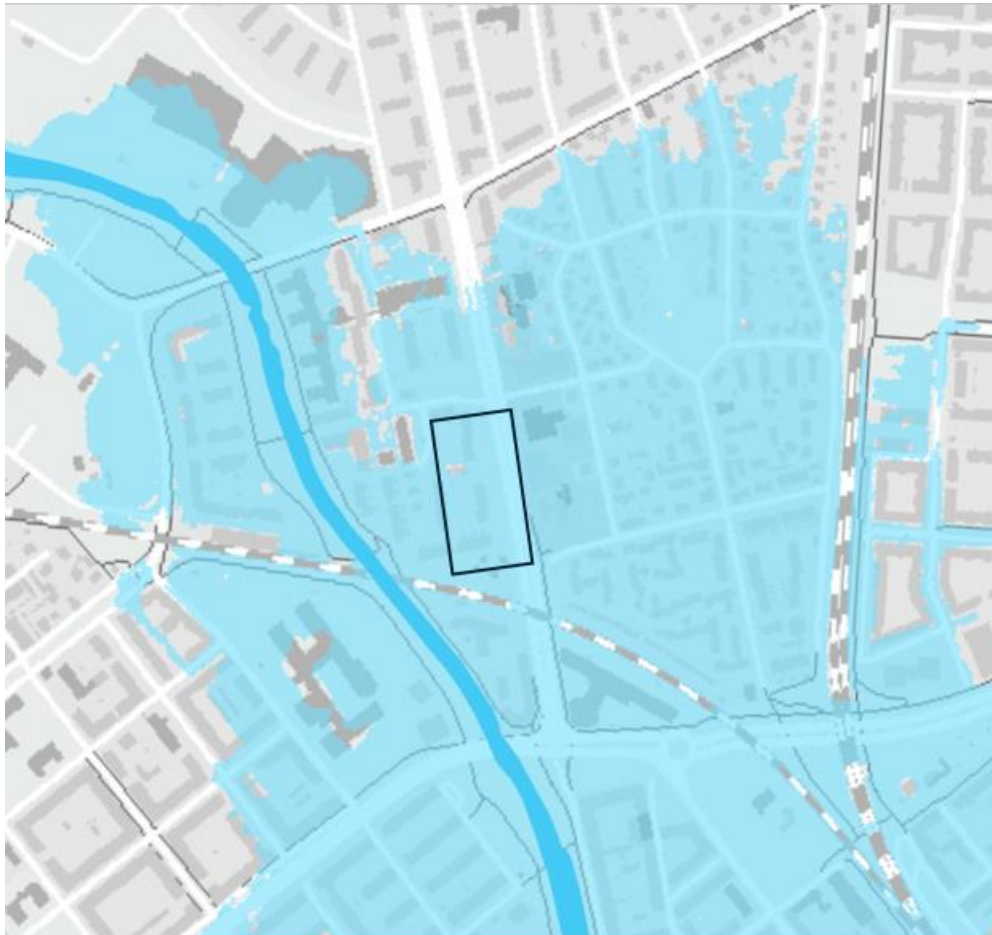
Figur 7-2. Planområdets höjdsättning ska medföra att dagvattnet rinner bort från byggnadernas fasader och ut från innergården i händelse av skyfall. Dessa avrinningsvägar kallas sekundära avrinningsvägarna och de blå pilarna anger rekommenderad flödesriktning.

Nedströms om planområdet, finns en hårt belastad lågpunkt i anslutning till samhällsviktig verksamhet (järnvägsspår), cirka 70 meter söder om planområdet vid Svartbäcksgatan. Målet med framtida höjdsättningen syftar främst på att avleda vatten från byggnader till sekundära avrinningsvägar vilket inte innebär att de befintliga lågpunkter "försvinner" utan förflyttas till närliggande lokalgor som marken intill husen lutar mot. Men hårdgöringsgraden ökar i samband med utförande av detaljplanen vilket leder till större flöde vid skyfall från planområdet. Därför föreslås nedsänkta regnträdgårdar, utplacerade vid innergårdarna, för att magasinera dagvatten vid skyfall men som är torra vid normala förhållanden. Figur 7-2 visar rekommenderad placering av regnträdgårdarna. De vattenvolymer som de nedsänkta regnträdgårdarna kan ta emot kan i sin tur kompensera för de vattenvolymer som tillkommer på grund av ökad hårdgöringsgrad samt klimatförändring.

Regnträdgårdarna fungerar som reglerbar skyfallshantering då de nedsänkta volymerna fylls upp med regnvatten vid skyfall, vilket bräddar ut till sekundära avrinningsvägar som figur 7-2 visar. De uppskattade vattenvolymer som regnträdgårdar kan magasinera är cirka 53 m³, vilket bör kontrolleras vid detaljprojekteringskedet för att säkerställa åtgärden. På så sätt minimeras planens påverkan för nedströms lågpunkten vid skyfall.

7.1 Påverkan från beräknat högsta flöde

Vid beräknat högsta flöde kommer fastigheten översvämmas och vid denna händelse är risken för skada på byggnaderna inom fastigheterna väldigt stor, se Figur 7-3.



Beräknat högsta flöde utbredning



Vatten



Områdesgräns



Figur 7-3: Beräknat högsta flödets utbredning från Fyrisån (Vatten).

8 Slutsats

Dagvattenberäkningarna visar att den planerade exploateringen av planområdet kommer att medföra ökade dagvattenflöden om dagvattnet inte omhändertas. Utan dagvattenåtgärder resulterar ombyggnationen i en flödesökning på ca. 35 % för hela planområdet samtidigt som dagvattnet inte renas innan utsläpp till recipienter.

Dagvattenlösningarna för hela planområdet beräknas kräva en fördröjningsvolym på totalt 138 m³, vilket säkerställer att 20 mm nederbörd kan omhändertas. Simuleringar i modellverket StormTac visar att halter och årsmängder av förorenande ämnen kommer att minska om föreslagna dagvattenåtgärder implementeras. Sammanfattningsvis beräknas därför den projekterade exploateringen, tillsammans med de föreslagna dagvattenlösningarna, minska belastningen på såväl dagvattennätet som recipienter. Detta medför att planerad ombyggnation underlättar recipientens möjlighet att uppnå dess miljö kvalitetsnormer. Nedsänkta regnträdgårdar föreslås som reglerbar skyfallsanläggning så att ökade flöden vid skyfall kan kompenseras och lågpunkten nedströms planområdet inte förvärras.

9 Referenser

Boverket, 2020a. Definition av "Allmän plats[mark]". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-allman-plats/>. 2020-07-02.

Boverket, 2020b. Definition av "Kvartersmark". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-kvartersmark/>. 2020-07-02.

Geosigma, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt, Slutrapport Måsen Etapp 2, GRAP 18116.

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

Payne, E., Hatt, B., Deletic, A., Dobbie, M., McCarthy, D., Chandrasena, G., 2015. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report, Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

SGU, 2009. Erfarenhetsrapport – Sårbarhetskartor för grundvatten anpassade för räddningstjänstens behov. SGU-rapport 2009:5.

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>. 2020-11-18.

SGU, 2020b. Jorddjupskartan. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html>. 2020-11-24.

SGU, 2020c. Markytans genomsläpplighet. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/genomslapplighet/>. 2020-11-24.

SGU, 2020d. Grundvattnets sårbarhet. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/grundvattendata/grundvattnets-sarbarhet/>. 2020-11-24.

SGU, 2020e. <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/brunnsarkivet/>. 2020-08-31.

SMHI, 2021a. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775?l=null>. 2021-01-18.

SVU, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2019-20, Bromma, Sverige.

Uppsala kommun, 2014. Dagvattenprogram för Uppsala kommun. Antaget av kommunfullmäktige 27 januari 2014. <https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och-drift/dagvattenprogram.pdf>

VISS, 2020a. Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA93715408>. 2021-01-27.

VISS, 2020b. Uppsalaåsen-Uppsala. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA99626655>. 2021-01-27.

QGIS, 2020. <https://qgis.org>. 2021-01-25.