

# GEOSIGMA

Grap 20338

## Dagvattenutredning Björklinge - Tibble 5:27, Björklinge




Geosigma AB

2021-10-28

# GEOSIGMA

## SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 606168	Grav nr: 20338	Version: 2.0	Antal Sidor: 36	Antal Bilagor: 0	 CERTIFIERAT LEDNINGSSYSTEM DNV-GL ISO 9001 + ISO 14001
Beställare: Uppsalahem	Beställares referens: David Kirkegaard Annika Billstam		Beställares referensnr: -			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Björklinge						
Författad av: Johan Lundh Aiste Girleviciute				Datum: 2021-04-05 2021-10-28		
Granskad av: Kristoffer Gokall-Norman				Datum: 2020-09-10		
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	<b>Uppsala</b> Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadr: S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> <b>Ny adress:</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala	<b>Göteborg</b> Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

## Sammanfattning

Uppsala hem planerar en nybyggnation på fastigheten Björklinge – Tibble 5:27 i Björklinge cirka två mil norr om Uppsala. Fastigheten klassas idag som ett bebyggt område och på planområdet har det stått nio byggnader med tillhörande parkering. I dagsläget är byggnaderna rivna men eftersom området är planlagt för bebyggelse, utgår dagvattenutredningen ifrån att befintlig situation definieras som bebyggt område.

I samband med detaljplanearbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur nybyggnationen påverkar dagvattenbildningen, samt vilka åtgärder för fördröjning och rening av dagvattnet som bör tillämpas för att skapa en hållbar dagvattenhantering.

Jordarterna inom planområdet är till hälften postglacial lera och till hälften postglacial sand och på grund av denna uppdelning är infiltrationskapaciteten hög i planområdets norra del och begränsad i planområdets södra del. Planområdet ingår i ett naturligt och tekniskt avrinningsområde som avvattnas till Björklingeån som nedströms rinner vidare till Fyrisån och sedan till Mälaren-Ekoln. Underliggande den nordöstra delen av planområdet finns grundvattenförekomsten Uppsalaåsen- Björklinge som avvattnas i Långsjön som utgör recipienten för infiltrerande dagvatten.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 110 % sett över hela planområdet. För att skapa en hållbar och robust dagvattenhantering som uppfyller Uppsala Vattens riktlinjer och inte leder till en ökad belastning för recipienten föreslås följande åtgärder:

- Sammanlagd erforderlig utjämningsvolym föreslagna dagvattenlösningar ska totalt uppgå till 190 m<sup>3</sup>.
- Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är regnbäddar. Dagvattnet leds alltså från hårdgjorda ytor till dessa anläggningar.
- Regnbäddar kan beskrivas som en växtplantering med en ovanliggande fördröjande bassäng som i sin tur har en underliggande mäktighet av grovkornigt material som exempelvis makadam. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.
- Eftersom den norra delen av planområdet ligger över grundvattenförekomsten Uppsalaåsen – Björklinge bör dagvattenanläggningarna som anläggs i nära anslutningen till de trafikbärande ytorna samt det dagvatten som avrinner från de planerade takytorna ha tät botten. Den täta botten minskar risken att föroreningar perkolerar ner till grundvattenförekomsten. Även dagvattenledningar som avleder vattnet till och från regnbäddarna bör utformas täta.
- Regnbäddar föreslås som dagvattenåtgärd eftersom det är en variant av grön öppen dagvattenlösning som skapar ekosystemtjänster och bidrar till en attraktiv stadsmiljö.
- Samtliga lösningar 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 leda till att sekundära avrinningsvägar skapas i syfte att undvika översvämning.
- 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.

Föreslagen dagvattenhantering innebär att flödesbelastningen ut från planområdet inte ökar samt att Uppsala kommuns riktlinjer på rening och fördröjning av dagvatten uppfylls. Samtidigt ökar inte den årliga transporten av förorenande ämnen ut från planområdet till dess recipienter.

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Syfte.....	7
1.2	Allmänt om dagvatten.....	7
1.2.1	Uppsala kommuns dagvattenstrategi.....	7
2	Material och metod.....	8
2.1	Material och datainsamling.....	8
2.2	Flödesberäkning.....	8
2.3	Beräkning av fördröjningsnivå – åtgärdsnivå 20 mm.....	9
2.4	Föroreningsberäkning.....	11
3	Områdesbeskrivning.....	12
3.1	Befintlig markanvändning.....	12
3.2	Planerad markanvändning.....	13
3.3	Hydrogeologi och hydrologi.....	14
3.3.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	14
3.3.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintliga dagvattenledningar.....	15
3.4	Recipient.....	18
3.4.1	Miljökvalitetsnormer (MKN).....	19
4	Dagvattenberäkningar.....	20
4.1	Markanvändning.....	20
4.2	Flödesberäkning.....	20
4.3	Erforderlig fördröjningsvolym.....	21
5	Lösningförslag för dagvattenhantering.....	22
5.1	Generella rekommendationer.....	22
5.2	Exempellösningar för dagvattenhantering.....	22
5.2.1	Regnbäddar, skelettjordar och rännalar.....	22
5.2.2	Skötsel och underhåll.....	26
5.3	Platsspecifikt lösningsförslag.....	26
5.3.1	Dagvatten takytor och parkering.....	26
5.3.2	Avledning av dagvatten.....	26
5.3.3	Ytor för omhändertagande av dagvatten.....	26
5.3.4	Hänsyn till grundvattenförekomsten.....	27
5.4	Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö.....	29
6	Föroreningsberäkningar.....	31

6.1	Effekt på recipient .....	33
7	Översvämningsrisk och höjdsättning.....	34
7.1.1	Generella riktlinjer för höjdsättning .....	35
7.1.2	Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning .....	36
8	Slutsats .....	38
9	Referenser .....	39



# 1 Inledning

I Björklinge norr om Uppsala planerar Uppsala hem för en nybyggnation på en fastighet där tidigare byggnader har rivits. På aktuellt planområde ska nu fem nya huskroppar byggas med tillhörande entrétytor, grönytor, gång- och cykelvägar samt parkeringar och lokalgator. Eftersom nybyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Aktuellt planområde har markerats med röd streckad linje.

## 1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar så att flödestoppar reduceras samtidigt som dagvattnet renas genom bland annat sedimentation, fastläggning av partiklar och växtupptag. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns dagvattenstrategi och styrdokument användas.

## 1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens 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 på 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.

### 1.2.1 Uppsala kommuns dagvattenstrategi

Dagvattenhanteringen måste 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 därför 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.

Uppsala kommuns dagvattenstrategi kan sammanfattas i 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 vattenhantering
  - Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks
- Ta recipienthänsyn
  - Hantering av dagvattnet ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter
- Berika stadslandskapet
  - Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt landskap

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

## 2 Material och metod

Nedan beskrivs hur olika beräkningar genomförts och vilka styrdokument som använts.

### 2.1 Material och datainsamling

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

- Dagvattenprogram för Uppsala kommun (beslutad 2014-01-27)
- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)
- Planritning för fastighet

### 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 sätts lika med områdets rinntid.

$\varphi$  är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

$A$  är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i Qgis utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format. Även observationer från utfört platsbesök har fungerat som underlag vid beräkningarna.

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



### 2.3 Beräkning av fördröjningsnivå – åtgärdsnivå 20 mm

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

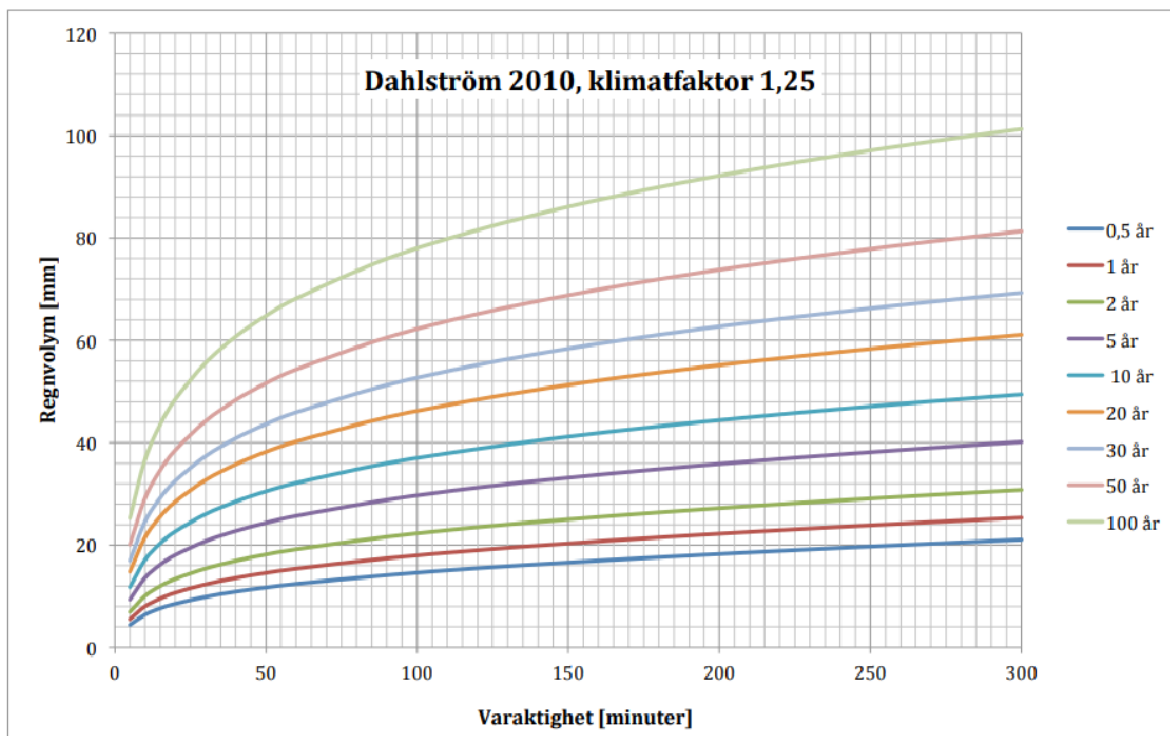
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Andelen hårdgjord yta} \quad (\text{Ekvation 2})$$

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.

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från kvartersmark. 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.

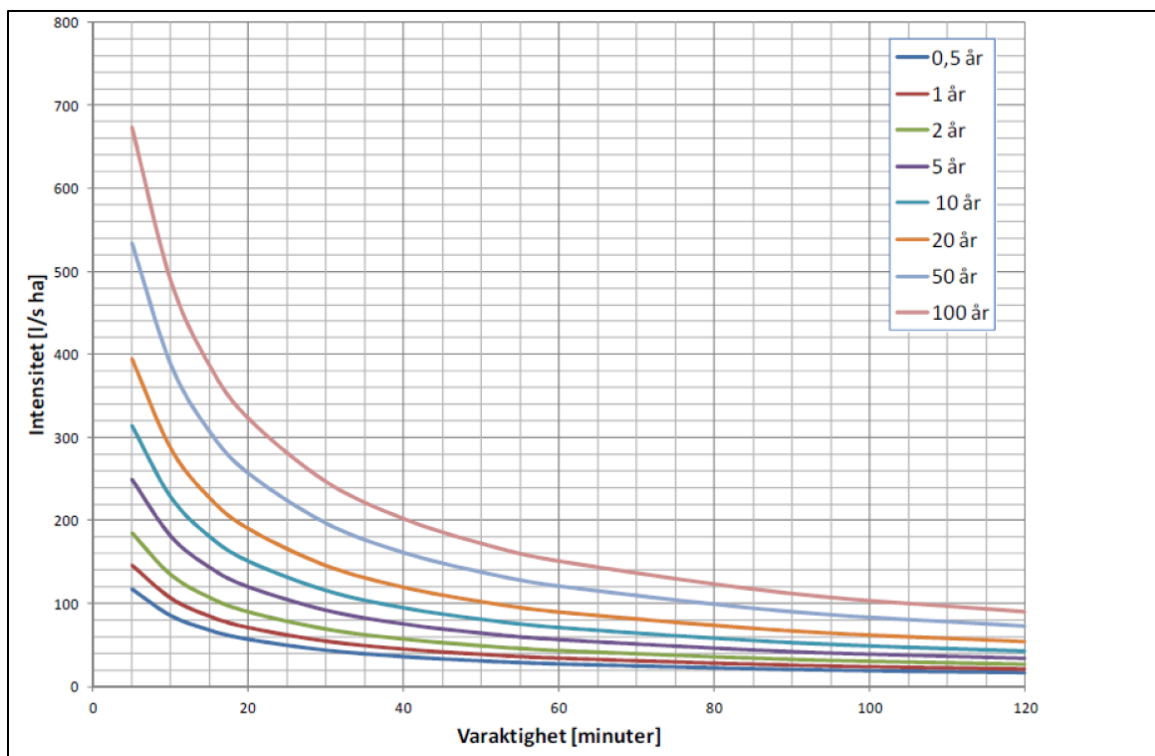
Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid (se avsnitt 2.2).

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 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.



Figur 3. Nederbördsvolym som funktion av varaktighet och återkomsttid enligt Dahlström (2010) med  $k_f=1,25$ .

Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid med klimatfaktor 1,25 (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.21.3.3. 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.

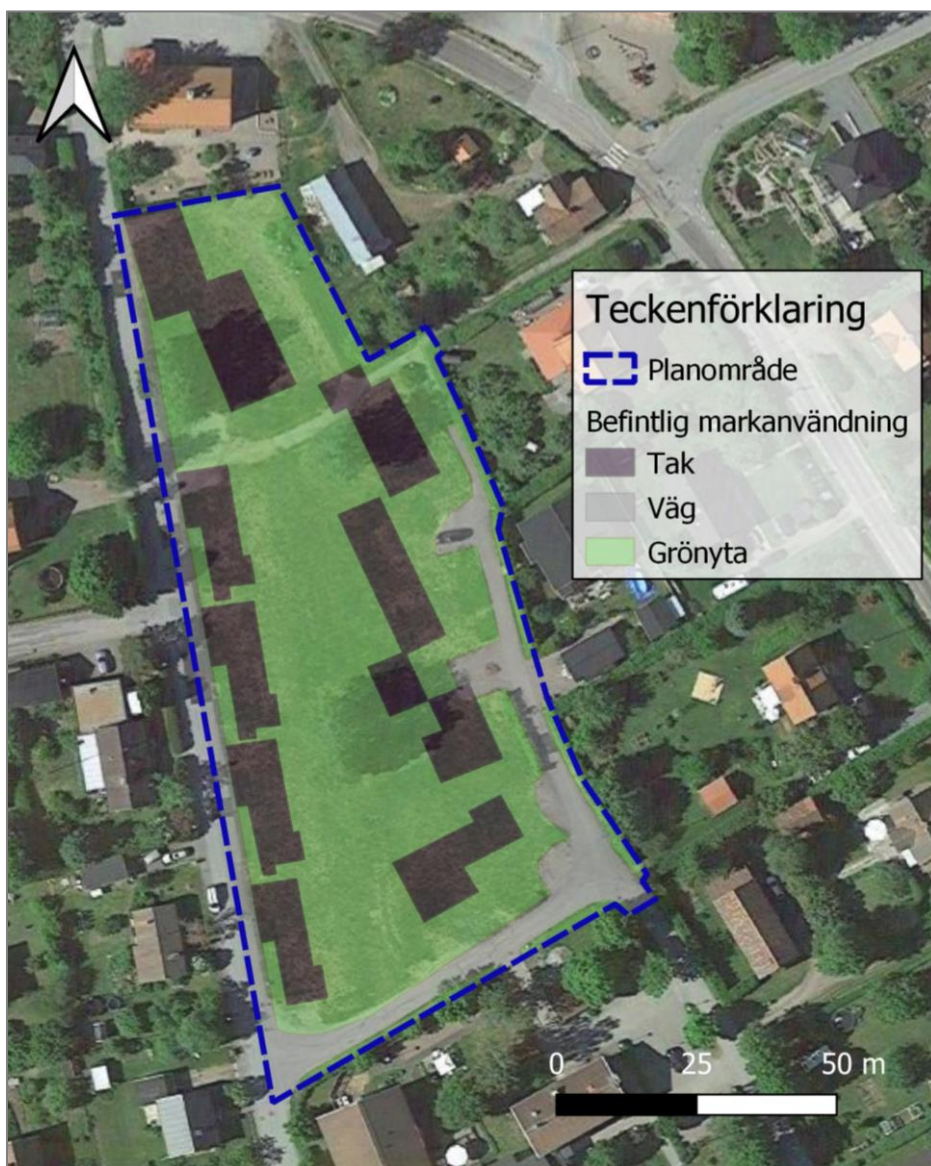
### 3 Områdesbeskrivning

I följande avsnitt beskrivs planområdet och dess omgivning vilket skapar förutsättningarna för dagvattenhantering inom området.

#### 3.1 Befintlig markanvändning

Området klassas idag som ett bebyggt område och på planområdet har det stått nio byggnader med tillhörande parkering. I dagsläget är byggnaderna rivna men eftersom området är planlagt för bebyggelse, utgår dagvattenutredningen ifrån att befintlig situation definieras som bebyggt område. Den befintliga markanvändningen som föreliggande utredning utgår ifrån presenteras i Figur 3-1.

Observera att i den befintliga markanvändningen framgår inga parkeringsytor. Detta eftersom det inte finns underlag på parkeringsytornas läge och utbredning. Detta påverkar inte flödes- och volymeräkningarna eftersom markanvändningskategorier "Asfaltyta" och "Parkeringsyta" har densamma avrinningskoefficient (0,8). I föroreningsberäkningarna (i kapitel 6) antas att 5% av den befintliga markytan består av parkeringsyta.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning på planområdet.



### 3.2 Planerad markanvändning

Inom planområdet kommer fem flerbostadshus byggas tillsammans med tillhörande entréytor, grönytor och två mindre parkeringar. Ytorna på innergården är inte fullständigt specificerade i detaljplanen. En förenklad bild av den planerade markanvändningen illustreras i Figur 3-2.



Figur 3-2. Den planerade markanvändningen inom planområdet.

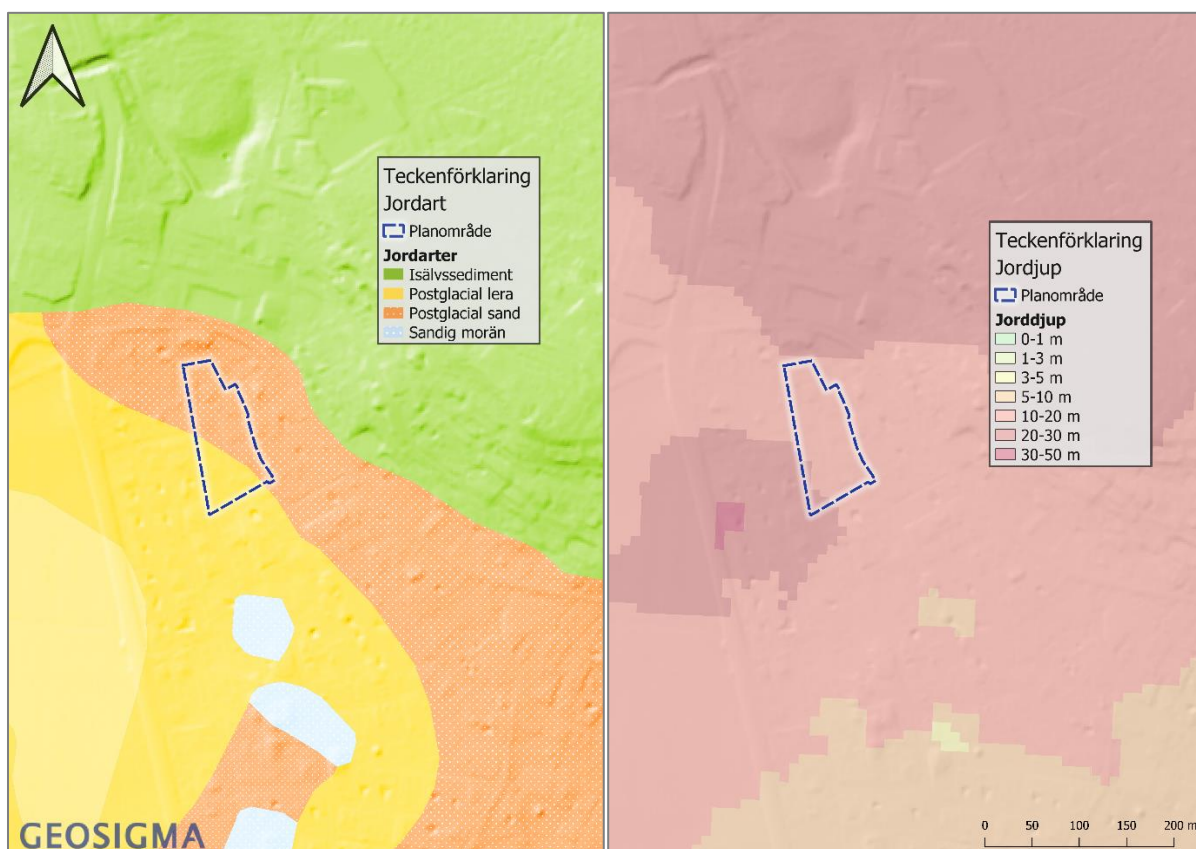


### 3.3 Hydrogeologi och hydrologi

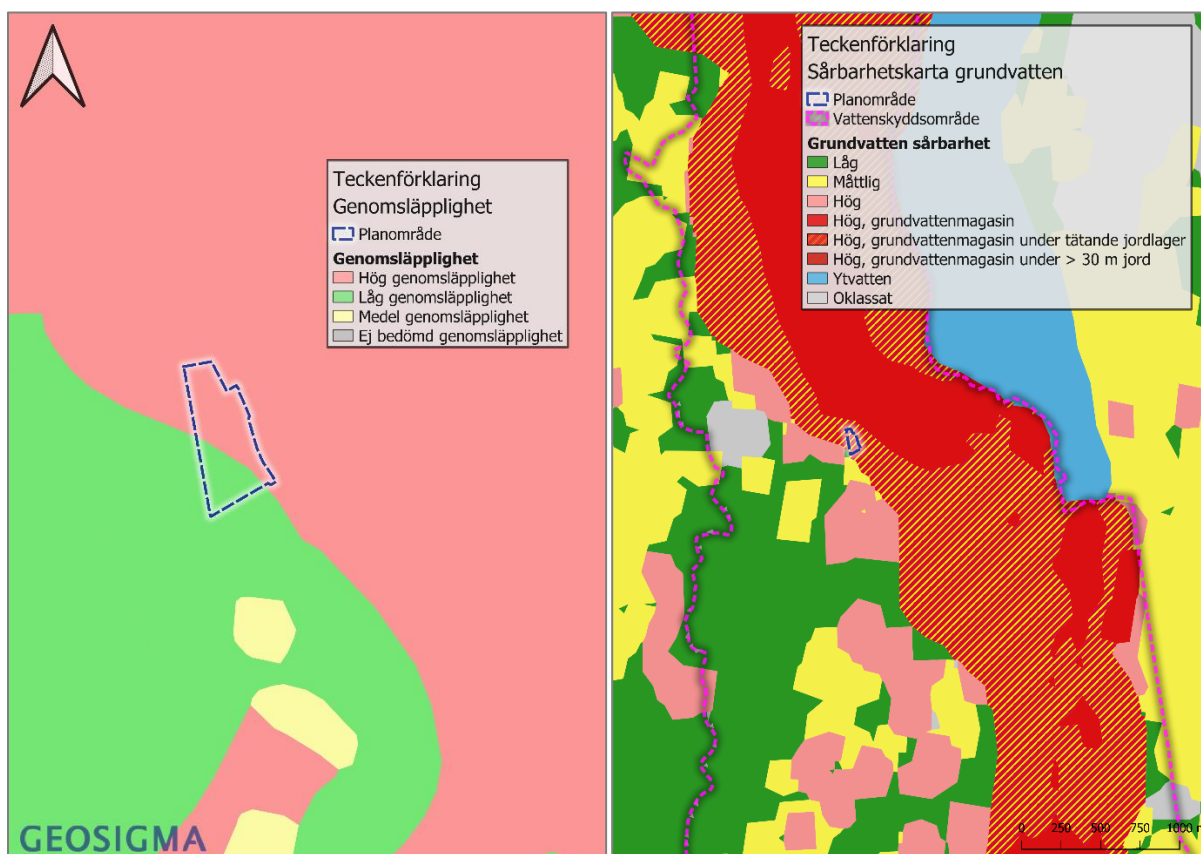
Följande avsnitt beskriver förutsättningarna för infiltration och vilka konsekvenser perkolationen ner till grundvattnet kan få.

#### 3.3.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan, se Figur 3-3, från SGU består planområdets södra del av postglacial lera medan den norra delen består av postglacial sand. Mäktigheten för jordarterna ner till berggrunden bedöms vara 10-20 m enligt SGU:s jordartskarta, se Figur 3-3. Infiltrationen i den norra delen av planområdet som har det underliggande lagret postglacial sand är god medan infiltrationskapaciteten i området med postglacial lera är låg. Genomsläpplighet för ytan inom planområdet visas i Figur 3-4, där den norra delen har god genomsläpplighet (infiltrationsförmåga) och den södra delen har låg genomsläpplighet. I Figur 3-4, ingår också sårbarhetskartan för grundvattnet och den visar att sårbarheten för grundvattnet i området är hög och att grundvattenförekomster ligger under ett tätande jordlager. Detta påvisar att byggnationen inom planområdet behöver ta hänsyn till den underliggande grundvattenförekomsten, vilket också påverkar utformningen av planerad dagvattenanläggning. Infiltrationskapaciteten påverkar dock inte dimensioneringen på föreslagna dagvattenlösningar men väl utformningen.



**Figur 3-3.** Jordartskartan och jorddjupskartan i SGU. Planområdet består av postglacial lera och postglacial sand som har en uppskattad kapacitet på 20-30 m.

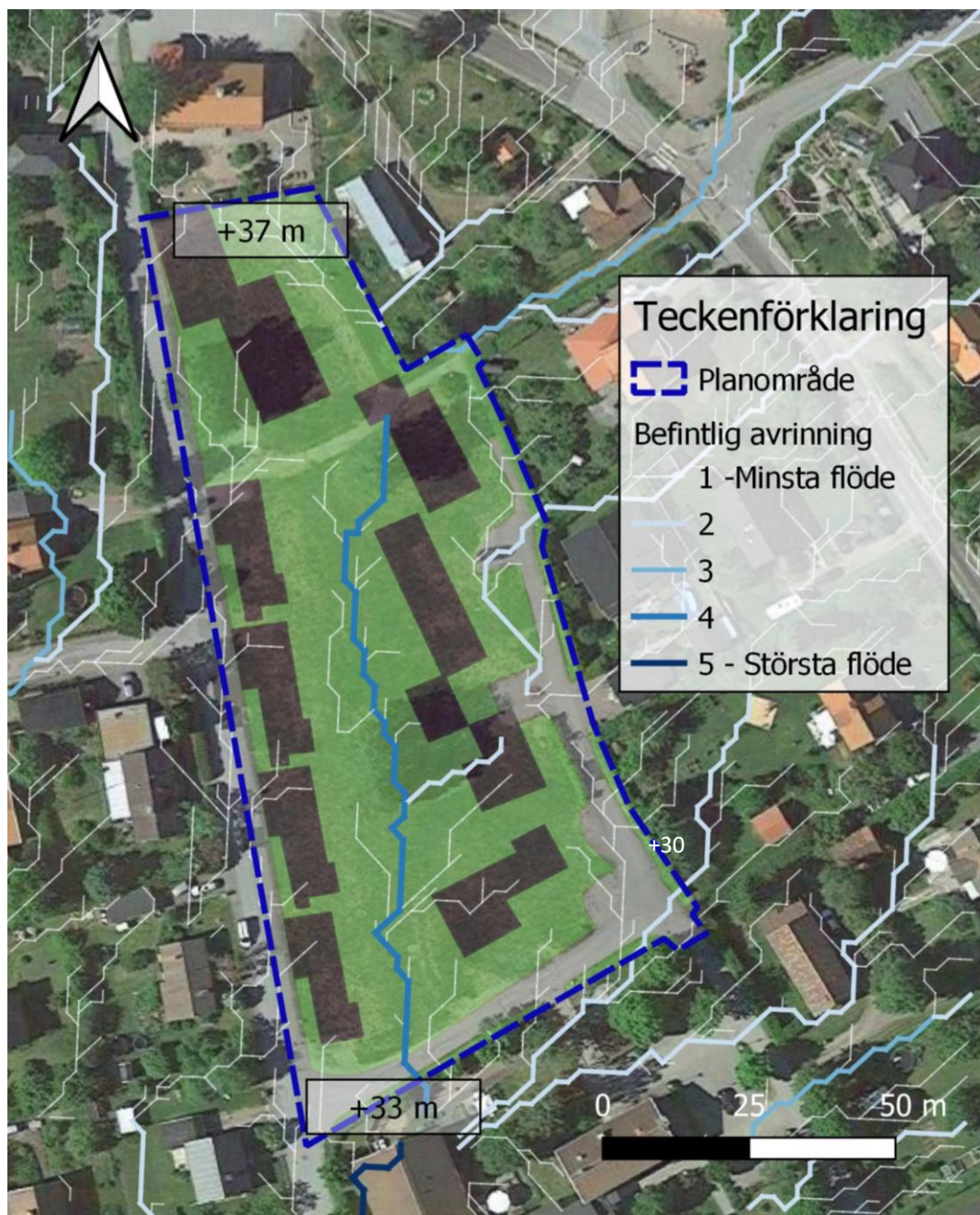


Figur 3-4. Ytans genomsläpplighet och sårbarhetskartan för grundvatten för aktuellt planområde.

### 3.3.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintliga dagvattenledningar

I Figur 3-5 visas hur områdets topografi som innebär en generell sydlig lutning från + 37 m (RH2000) i norra delen till + 33 i södra delen av planområdet. Den generella lutningen i planområdets närområde är sydvästlig och det medför att det i händelse av extrema nederbörds mängder skulle förekomma en sydvästlig ytavrinning. Detta inflöde åskådliggörs i Figur 3-5 där det potentiella inflödet kommer från nordöst och sedan rinner söderut genom planområdet.

I Figur 3-6 visas placering av befintliga eller gamla dagvattenledningar. Det befintliga dagvattennätet avvattnas i Björklingeån. Enligt uppgift från Uppsala Vatten kommer samtliga ledningar som korsar planområdet att flyttas ut ur området och förläggas i de omkringliggande gatorna.



Figur 3-5. Ytavrinning, enligt befintlig markanvändning och höjdsättning, inom planområdet som sluttar lätt åt sydväst.

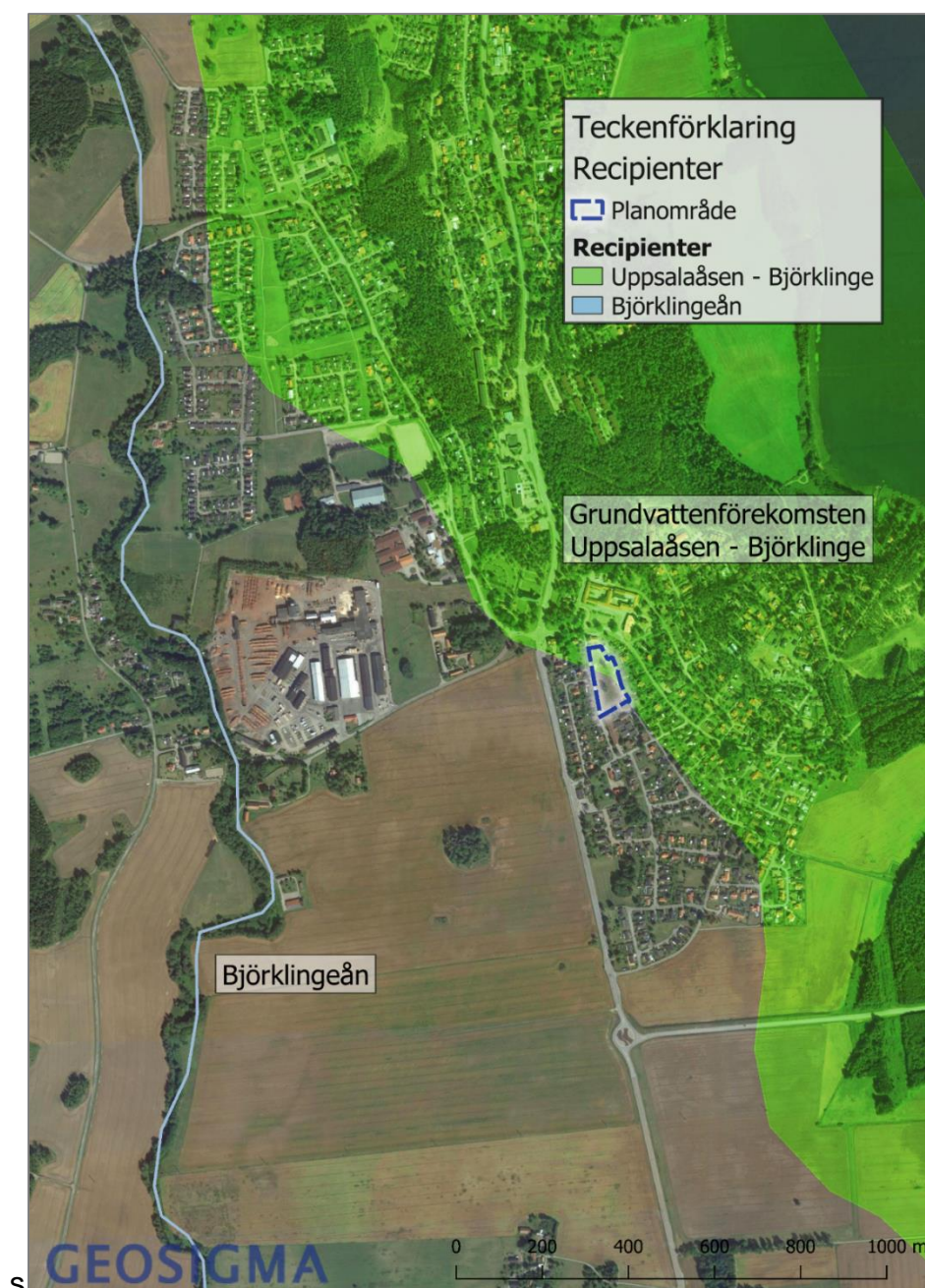




Figur 3-6. Gamla eller befintliga dagvattenledningar (markerat i grönt) på planområdet.

### 3.4 Recipient

Planområdet ligger inom ett avrinningsområde (för ytavrinning) som avvattnas till Björklingeån som sedan leder vidare till Fyrisån, se Figur 3-7. Planområdet ligger inom det tekniska avrinningsområdet (dagvattennätet) som också avvattnas till Björklingeån. Dagvattnet som infiltrerar inom planområdet, sannolikt mestadels på den norra delen av planområdet, perkolerar ner till grundvattenförekomsten Uppsalaåsen- Björklinge som avvattnas i Långsjön som därmed är recipienten för infiltrerande dagvatten från planområdet. Eftersom grundvattenförekomsten avvattnas till Långsjön och inte rinner mot Uppsala så ingår inte Uppsalaåsen- Björklinge i rapporten *Risikanalyt av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt*.



**Figur 3-7.** Recipienten för dagvattnet från planområdet (markerat med blå sträckad linje) är Björklingeån för ytavrinning och Uppsalaåsen – Björklinge för infiltrerande vatten. Källa VISS och SGU.



### 3.4.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Björklingeån - mynningen till Björklinge SE665332-159792 uppnår ej god kemisk status på grund av kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Bedömningen är nationellt antagen och har tillförlitlighet medel. Bedömningen av Hg grundas på att halten i fisk anses överskrida gränsvärdet för biota.

Björklingeån har måttlig ekologisk status på grund av övergödning, konnektiviteten och morfologi. Övergödningen anses vara en faktor för statusskattning måttlig men övergödningspåverkan i förekomsten går inte att mäta med vare sig kiselalger eller totalfosfor. Konnektiviteten beskriver möjligheten till spridning och fria passager för djur, växter, sediment och organiskt material i uppströms och nedströms riktning, samt från vattenförekomsten till omgivande landområden. Konnektiviteten i förekomsten är klassificerad till sämre än god status till följd av vandringshinder. Morfologiskt tillstånd är en beskrivning av de fysiska förhållanden som råder i en vattenförekomst. Det morfologiska tillståndet beskrivs via djup, bredd, typ av bottensediment, vilka typer av ackumulations- eller erosionsformer som finns i vattnet samt förekomst av död ved. I bedömningen ingår även vattendragets närmiljö och svämplan. Kvalitetsfaktorn är klassificerad till sämre än god status till följd av fysiska ingrepp i förekomsten.

Grundvattenförekomsten Uppsalaåsen - Björklinge - (SE665937-159757) bedöms ha god kvantitativ status och otillfredsställande kemisk status. Förekomsten har otillfredsställande kemisk status med avseende på BAM (1,2-diklorbensamid). Förekomsten hade även otillfredsställande status föregående förvaltningscykel. Även om det finns en nedåtgående trend för BAM (1,2-diklorbensamid) så är bedömningen att halterna fortsatt är så höga att god status ännu inte har uppnåtts.

Långsjön (SE666158-159878) utgör recipient för infiltrerande dagvatten från planområdet. Långsjön har måttlig ekologisk status på grund av att näringsämnenas parameter totalfosfor har klassats till måttlig samt att morfologiskt tillstånd klassas som mindre än god på grund av fysiska ingrepp i förekomsten. Den kemiska statusen för Långsjön uppnår ej god status på grund av överskridande halter kvicksilver och difenyletrar som båda har mätts genom att undersöka halten i fisk.

Recipienternas status och miljökvalitetsnormer sammanfattas i Tabell 3-1.

**Tabell 3-1.** Sammanställning över miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna Björklingeån, Uppsalaåsen – Björklinge samt Långsjön

Recipient	Ekologisk status	Kemisk status	MKN	MKN
			Ekologisk status	Kemisk status
Björklingeån – mynningen till Björklinge SE665332-159792	Måttlig	Uppnår ej god	God 2027	God
Recipient - Grundvatten förekomst VISS: SE665937-159757	Kvantitativ status	Kemisk status	MKN Kvantitativ status	MKN Kemisk status
	God	Otillfredsställande	God 2027	God
Recipient - Långsjön VISS: SE665937-159757	Ekologisk status	Kemisk status	MKN Ekologisk status	MKN Kemisk status
	Måttlig	Uppnår ej god	God 2033	God

## 4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts utifrån Uppsala Vattens riktlinjer om att fördröja 20 mm nederbörd inom fastigheter på kvartersmark. Total erforderlig fördröjningsvolym som behövs för att omhänderta dagvattnet enligt kravet är 95 m<sup>3</sup>. Alltså bör minst 95 m<sup>3</sup> att fördröjas inom fastigheten för att uppnå fördröjningskravet. Utöver denna erforderliga volym tas även hänsyn till föroreningsbelastning från utredningsområdet vid dimensionering av dagvattenanläggningar inom planområdet. Framför allt har belastning av kvicksilver styrt hur omfattande de föreslagna dagvattenanläggningarna behöver vara i volym och ytanspråk. Detta genom att dimensionera dagvattenanläggningar med tillräcklig yta och volym i modell-verktyget StormTac för att åstadkomma tillräcklig rening och sedan avläsa storlek (yta och magsinvolym) av vald anläggning som erfordras. Mer om detta i kapitel 5 nedan.

### 4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i tabell 4-1. 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.** Areor och avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig		Planerad	
		area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]	area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]
Entréytor	0.7			750	525
Grönyta	0.1	5400	540	2500	250
Gång- och cykelväg	0.8			1600	1280
Parkering	0.8			540	432
Tak	0.9	2000	1800	1610	1449
Väg	0.8	600	4800	1000	800
<b>Summa</b>		<b>8000</b>	<b>2820</b>	<b>8000</b>	<b>4736</b>

### 4.2 Flödesberäkning

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 och Uppsala Vattens checklista har ett dimensionerande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Rinntiden har för befintlig markanvändning satts till 10 minuter, som är den lägsta rinntiden som bör användas enligt P110.

Dimensionerande regnintensitet blir då 286,6 liter/(sekund·hektar). Klimatfaktorn har för planerad markanvändning satts till 1,25. Dagvattenflöden från planområdet vid ett dimensionerande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i Tabell 4-2.

Dagvattenflöden från planområdet vid ett 10-årsregn, 20-årsregn samt 100-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. Även dagvattenflöden för planerad situation inklusive 40 mm fördröjning är redovisade i tabellen. I tabellen visas även årsmedelflöden och förändringen i dimensionerande flöde. Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöde efter planerad exploatering har en klimatfaktor på 1,25 använts.

Enligt beräkningarna väntas dagvattenflödet från planområdet att öka med 110% om inga dagvattenåtgärder vidtas. Om dagvatten inom planområdet hanteras enligt lösningsförslaget i kapitel 5, så att 40 mm nederbörd fördröjs, väntas dagvattenflödet att minska för 10- och 20-årsregn i jämförelse med befintlig situation. För ett regn med återkomsttiden 100-år väntas dagvattenflödet från planområdet att öka med ca. 30% trots de föreslagna fördröjningsåtgärderna. Av dessa kommer 25% ökning som följd av framtida ändrat klimat (tillämpning av klimatfaktor) vilket innebär att enbart 5% flödesökning väntas att orsakas av ändrad markanvändning inom planområdet. Därmed kommer påverkan på nedströmsliggande områden i och med den planerade exploateringen bli marginell, även vid mycket kraftiga regn.

**Tabell 4-2.** Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning samt procentuell förändring med planerad markanvändning. 10- och 100-årsflödena redovisas som jämförelse.

Markanvändning	Flöde 10-årsregn [l/s]	Flöde 20-årsregn [l/s]	Flöde 100-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	64	81	138		0,068
Planerad	135	170	289	110	0,1
Planerad med åtgärd (40 mm)	23	47	180		

### 4.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Uppsala Vattens Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna omhändertas lokalt om recipienten inte ligger i direkt närhet till recipienten. Den erforderliga utjämningsvolymen för att åstadkomma fördröjning i enlighet med denna åtgärdsnivå är minst 95 m<sup>3</sup> för utredningsområdet i sin helhet.

## 5 Lösningförslag för dagvattenhantering

Enligt utförda beräkningar krävs en fördröjningsvolym på minst 95 m<sup>3</sup> för att uppnå Uppsala Vattens riktlinje om att 20 mm nederbörd ska fördröjas inom fastighet i fallet att fastigheten inte ligger i nära anslutning till recipienten. I föreliggande utredning har bedömningen gjorts att åtgärdsnivån om 20 mm fördröjning inte räcker med avseende på rening av dagvatten där mer omfattande rening av kvicksilver har styrt behovet av utökad utjämningsvolym i de föreslagna dagvattenlösningarna.

Med den föreslagna dagvattenlösningen kommer 190 m<sup>3</sup> nederbörd att fördröjas och renas vilket motsvarar fördröjning av ca. 40 mm nederbörd.

### 5.1 Generella rekommendationer

Med syftet att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Uppsala med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Uppsala Vatten tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål för dagvattenhanteringen:

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

Målet med de lösningar för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering 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. Lokalt omhändertagande av dagvatten och en minskad belastning på dagvattennätet och recipienten eftersträvas och dagvattenhanteringen inom planområdet bör utformas så att den efterliknar naturliga lösningar. Småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten föreslås placeras där topografin tillåter. Dessa lösningar, till exempel regnbäddar kan implementeras på relativt små ytor i planområdet och anpassas till ny bebyggelse.

### 5.2 Exempellösningar för dagvattenhantering

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella planområdet.

#### 5.2.1 Regnbäddar, skelettjordar och rännalar

Denna lösningsmetodik kan sammanfattas under namnet regnbädd som också har uppgetts som lösningsförslag i rapporten. Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. 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 rännalar, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 5-1 och Figur 5-2. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till dagvattenlösningarna.

I både öppen och stängd avledning av dagvattnet från huset är höjdsättningen av ytorna runt husen viktiga att beakta så att dagvattnet inte ansamlas vid husgrunden. Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och

avledas vidare. Avledningen kan exempelvis ske till en underliggande skelettjord som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten.

I Figur 5-3 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt. Planteringsytor anläggs vanligen med ett tunt muljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. För att underlätta dagvattenhanteringen i planområdet bör kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas. Vid bortledning av vatten från utkastare kan grusrännor och stenkistor anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker, se Figur 5-4. I Figur 5-5 exemplifieras lutningen för en parkering som har regnbäddar nära intill parkeringsfickorna.

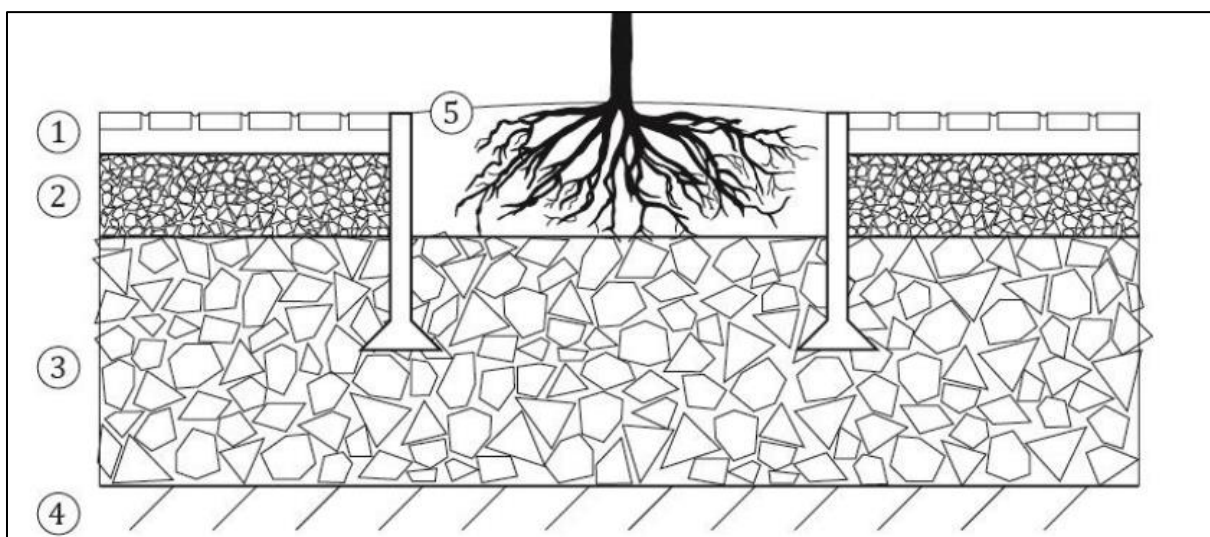


**Figur 5-1.** Avledning av takvatten till planteringar via rännor anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).





**Figur 5-2.** Exempel på avledning av takvatten via ränndalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



**Figur 5-3.** Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration André Olsson (2014-06-19)



**Figur 5-4.** Regnbädd/regnbädd i en stenkista placerad intill byggnad vid utkastare från stuprör. Illustration av Kent Fridell 2014.



**Figur 5-5.** Exempel på utformning av infiltrationsytor och infiltrationsstråk nära parkering där pilar illustrerar vattnets väg.



### 5.2.2 Skötsel och underhåll

För att regnbäddar och planteringsytor ska bibehålla sin fördröjande och renande funktion under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt behöver individuella skötselplaner utformas. Generellt gäller dock att sedimenterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet som de olika dagvattenlösningarna är uppbyggda av, därför krävs det att filtermaterialet byts ut med jämna mellanrum. Det mesta av föroreningarna fastläggs i det översta lagret av filtermaterialet. Enligt studier (bl.a. Sundin, 2012) kan det översta lagret av filtret behöva bytas ut inom 5–25 år och hela filtret inom 25–50 år. Utöver filtermaterialet krävs även en kontinuerlig tillsyn av inflödesvägar och bräddavlopp så att dessa inte sätts igen av t.ex. skräp. Då växtligheten spelar stor roll är det viktigt att det sker en regelbunden skötsel och återplantering av nya växter om dessa dör. Vid långa perioder utan regn kan det även vara nödvändigt att stödbevattna växterna.

## 5.3 Platsspecifikt lösningsförslag

I syfte att fördröja och rena det dagvatten som bildas inom planområdets hårdgjorda ytor så att Uppsala Vattens riktlinjer uppfylls, samtidigt som tillräcklig rening av kvicksilver erhålls för att recipienterna för ytavrinnande och infiltrerande dagvatten inte ska påverkas negativt krävs det en fördröjningsvolym på 190 m<sup>3</sup> inom utredningsområdet.

I Tabell 5-1 presenteras utjämningsvolymen tillsammans med dagvattenlösningarnas ytanspråk. Dagvattenanläggningar som föreslås i syfte att fördröja hela den erforderliga volymen är regnbäddar. Regnbäddar bedöms vara en lämplig dagvattenåtgärd eftersom de har en hög reningseffekt och bidrar till attraktiv bostadsmiljö samt gynnar ekosystemtjänster. Samtliga dagvattenlösningar bör förses med bräddavlopp som kopplas på det befintliga dagvattennätet. En schematisk skiss över föreslagen dagvattenhantering ges i Figur 5-6. I samband med detaljprojektering i senare skeden av planprocessen kan föreslagen dagvattenhantering justeras med hänsyn till blivande höjdsättning och markplanering.

### 5.3.1 Dagvatten takytor och parkering

Takytan på de planerade byggnaderna genererar en dagvattenbildning som måste omhändertas på ett sätt så att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. Dagvattenbildningen från takytor kan antingen fördröjas nära taket eller ledas bort. Regnbäddarna kan då placeras så att dagvattnet från taken fördelas till regnbäddarna via takrännor och utkastare. Dagvattnet från taken bör ledas in till regnbäddarna via takrännor, rännदार eller markförlagda täta ledningar. Som komplement kan mindre regnbäddar placeras nära fasaden så de kan sammanlänkas med utkastarna från takrännorna. Då finns även möjligheten att upphöja regnbäddarna (se Figur 5-4). Enligt uppgifter från Uppsala Vatten behöver släckvattenzon att anläggas intill den planerade bebyggelsen och därmed kan takdagvatten tillåtas att infiltreras i de föreslagna regnbäddarna.

Parkeringen är områdets största källa till föroreningar vilket gör det viktigt att parkeringen höjdsätts så att vattnet rinner ner från respektive parkeringsplats till intilliggande regnbäddar.

### 5.3.2 Avledning av dagvatten

Avledning till anläggningarna kan ske i markförlagda täta ledningar eller ytliga dagvattenrännor (se Figur 5-2) som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede.

### 5.3.3 Ytor för omhändertagande av dagvatten

Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade. Regnbäddarna bör fördelas mellan taknära placering och en placering som gör att de berikar planområdet och samtidigt omhändertar dagvattenbildningen från andra hårdgjorda ytor. Regnbäddarna på marken bör vara något nedsänkta för att underlätta tillrinning och skapa en fördröjningszon där vatten kan ansamlas innan det

infiltrerar ner genom regnbädden (fördörjningszonen bidrar också till dagvattnet sprids ut på ytan innan det infiltrerar). Förslag till placering av anläggningarna ges i Figur 5-6 som även översiktligt illustrerar ytanspråket. Föreslagna dagvattenlösningar bör placeras på ett balanserat sätt som gör att de ingår i en berikande utformning.

#### 5.3.4 Hänsyn till grundvattenförekomsten

Eftersom den norra delen av planområdet har den underliggande grundvattenförekomsten Uppsalaåsen – Björklinge bör dagvattenanläggningarna som anläggs i nära anslutning till de trafikbärande ytorna ha tät botten. Den täta botten minskar risken att föroreningar perkolerar ner till grundvattenförekomsten. Följaktligen ska således dagvattenanläggningar placerade nära parkeringarna och vägarna ha tät botten.

Dagvatten från gång- och cykelväg som inte är i anslutning till gata får infiltrera. Därmed behövs inte tät botten i dessa anläggningar. Dagvatten från takytor får infiltrera om släckvattenzon anläggs, så det behövs heller inte tät botten i anläggningar som takdagvatten leds till.

Vid anläggning av dagvattenåtgärder bör också hänsyn till grundvattenytan tas så att botten på anläggningarna inte är nere på samma djup grundvattennivån.

Efter fördörjning och rening av dagvatten i de föreslagna anläggningarna, ska dagvattnet ledas vidare i täta dagvattenledningar mot sydväst där sårbarheten för grundvatten är lägre.



**Figur 5-6.** Förslag till placering och ungefärligt ytanspråk av dagvattenlösningar i form av de regnbäddar som föreslås inom planområdet.

I föreliggande utredning har belastning av kvicksilver utgjort dimensionerande faktor för den erforderliga utjämningsvolymen och ytanspråket för regnbäddarna. Tabell 5-1 presenterar regnbäddarnas ytanspråk uppdelat på respektive markanvändning och totalt för att uppnå hela den erforderliga utjämningsvolymen. Beräkningen av ytanspråket för regnbäddarna är genomförda med en fördröjningszon på 15 cm, filtermaterial på 55 cm med en porositet på 25% och en funktionell makadamaktighet på 30 cm med porositet på 30 %. Denna dimensionering av regnbäddarna, som korrelerar med föroreningsberäkningen i StormTac, uppnår utjämningsvolymen på 190 m<sup>3</sup> samt resulterar i ett ytanspråk på 470 m<sup>2</sup>. Med denna dimensionering uppnås Uppsala Vattens riktlinjer för fastighetsmark samtidigt som tillräcklig rening av samtliga studerade förorenande ämnen fås för att inte öka föroreningsbelastning på recipienterna.



**Tabell 5-1. Erforderlig utjämningsvolym för planområdet tillsammans med korrelerande ytanspråk för föreslagna dagvattenåtgärder som ger tillräcklig erforderlig fördröjningsvolym kravet om 20 mm nederbörd.**

Markanvändning	Erforderlig utjämningsvolym [m <sup>3</sup> ]	Ytanspråk dagvattenlösning [m <sup>2</sup> ]
Entréytor	21	52
Grönyta	10	25
Gång- och cykelväg	51	127
Parkering	17	43
Tak	58	144
Väg	32	79
<b>Summa</b>	<b>190</b>	<b>470</b>

I dagsläget är det inte fastställt exakt hur innergården ska utformas med avseende på de planerade vegetationsytorna. Det innebär att i samband med detaljprojektering av markplaneringen, bör ytbehoven för vegetationsytorna där dagvattnet kan fördröjas och renas särskilt beaktas. Om tillräcklig vegetationsyta inte uppnås kan dagvattensystemet kompletteras med en kombination av gröna tak och underjordiska makadammagasin. Viktigt är också att ta hänsyn till tillrinningsområdet för varje regnbädd vid detaljprojektering av systemet.

## 5.4 Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö

Naturområden och grönytor gör ett arbete som producerar tjänster åt människan som betecknas som ekosystemtjänster. Dessa tjänster bidrar till att öka människans välbefinnande och livskvalitet genom att till exempel leverera vattenreglering, luftrening och pollinering av växter. Det har även visat sig att närhet till natur och grönytor har en positiv effekt på människors mentala hälsa. Särskilt för boende i tätbebyggda områden har närhet till naturområden en stressdämpande effekt.

I takt med ökad förtätning i stadskärnor minskar grönyterna, vilket skapar ett hårdare tryck på den mindre mängd grönytor som finns att leverera samma värden åt invånarna. I det perspektivet har öppna dagvattenanläggningar stor potential att bidra med ökade värden i stadsbilden genom att leverera ekosystemtjänster till befolkningen.

Det är välkänt att förtätning oftast medför mer hårdgjorda ytor, vilket ökar kraven på dagvattensystemet att ta emot större flöden. Ett sätt att fördröja och rena den ökade avrinningen är att anlägga öppna dagvattenanläggningar som regnbäddar gröna tak, infiltration på gräsytor, tillfällig uppdämning på översvämningssytor, svackdiken, naturliga diken och bäckar, dammar samt våtmarker. En välavvägd konstruktion av dessa dagvattenåtgärder kan bidra med viktiga ekosystemtjänster som flödesreglering, klimatreglering och luftrening, kolbindning, bullerreducering och pollinering. Om dagvattenåtgärderna designas på ett sätt som vårdar ett tätbebyggt områdes grönytor produceras fler så kallade kulturella ekosystemtjänster: rekreation och estetiska värden. Båda dessa är viktiga för att invånarna ska uppfatta ett område som attraktivt.

Om föreslagna regnbäddar anläggs bidrar dessa till följande ekosystemtjänster:

Livsmiljöer - framförallt för jordlevande insekter

Dricksvatten – Grundvattenbildning genom infiltration

Vattenflödesreglering

Översvämningsskydd

Vattenrening

Sociala relationer - Mötesplatser i grönblåa miljöer

Landskapskaraktär (Sense of place) – Vackra gröna och blåa miljöer i tätorten.

## 6 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten, se Tabell 6-1 och Tabell 6-2, har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.21.3.3 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

På grund av att de tidigare kedjehusen inom planområdet revs relativt nyligen så betyder det att föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten (under en längre tid) har varit från ett bostadsområde. Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Gräsyta", "Lokalgata med kantsten", "Parkering" och "Takyta" använts. Eftersom det inte finns underlagsmaterial där parkeringsytornas läge eller utbredning framkommer har antagandet gjorts att ca 5% av den befintliga markanvändningen har utgjorts av parkeringar.

Vid beräkningarna för planerad markanvändning har markanvändningskategorierna "Parkering", "Gräsyta", "Gång & cykelväg", "Lokalgata med kantsten", "Marksten med fogar" och "Tak" använts.

Föroreningshalten väntas öka för flertal av de studerade ämnen vid planerad markanvändning utan dagvattenlösningar för planområdet på grund av en högre andel hårdgjord yta. Med föreslagna dagvattenlösningar minskar föroreningshalten icke marginellt för samtliga ämnen. På samma sätt indikerar föroreningsberäkningarna att den totala årliga föroreningsbelastningen minskar för de studerade ämnen jämfört med befintlig situation om föreslagen dagvattenlösning implementeras. Detta med undantag för kvicksilver som visar på en marginell ökning på föroreningstransport på 3% som tolkas som oförändrad situation i jämförelse med den befintliga situationen. Den årliga belastningen av kvicksilver har utgjort dimensionerande faktor för de föreslagna dagvattenanläggningarnas omfattning och med den föreslagna reningen väntas den årliga transporten av kvicksilver från planområdet att förbli oförändrad.

För att erhålla den höga reningseffektiviteten som presenteras i tabellerna nedan är förutsättningen att dagvatten får infiltrera genom ett biofilter enligt lösningsförslaget i kapitel 5. Reningseffektivitet är kopplad till den ytan biofilter (i detta fall regnbäddar) upptar, därmed är det viktigt att ytanspråket av anläggningarna inte ändras vid framtida projekteringsarbeten.

**Tabell 6-1.** Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Grön färgsättning innebär att halten minskar jämfört med befintlig markanvändning.

Ämne	Enhet	Föroreningshalt			Förändring* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	µg/l	150	120	21	-86
Kväve	µg/l	1300	1600	480	-63
Bly	µg/l	5	5	1	-88
Koppar	µg/l	12	17	4	-69
Zink	µg/l	34	32	4	-89
Kadmium	µg/l	0,5	0,4	0,1	-86
Krom	µg/l	4	5	2	-57
Nickel	µg/l	4	5	2	-65
Kvicksilver	µg/l	0,02	0,04	0,01	-33
Suspenderad substans	µg/l	37 000	35 000	6200	-83
Olja (mg/l)	µg/l	150	400	69	-54
PAH (µg/l)	µg/l	0,56	0,60	0,03	-95
Benso(a)pyren	µg/l	0,013	0,013	0,003	-78
PBDE 47	µg/l	0,0002	0,0002	0,0001	-68
PBDE 99	µg/l	0,0002	0,0002	0,0001	-68
PBDE 209	µg/l	0,015	0,015	0,005	-70

**Tabell 6-2.** Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grön färgsättning innebär att mängden minskar jämfört med befintlig markanvändning.

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Förändring* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0,3	0,4	0,1	-79
Kväve	kg/år	3	5	2	-44
Bly	kg/år	0,011	0,016	0,002	-82
Koppar	kg/år	0,03	0,05	0,01	-54
Zink	kg/år	0,07	0,10	0,01	-82
Kadmium	kg/år	0,0011	0,0013	0,0002	-79
Krom	kg/år	0,01	0,02	0,01	-36
Nickel	kg/år	0,009	0,015	0,005	-48
Kvicksilver	kg/år	0,00003	0,00011	0,00003	3
Suspenderad substans	kg/år	80	110	20	-75
Olja (mg/l)	kg/år	0,3	1,3	0,2	-33
PAH (µg/l)	kg/år	0,0012	0,0019	0,0001	-92
Benso(a)pyren	kg/år	0,00003	0,00004	0,00001	-65
PBDE 47	kg/år	0,0000004	0,0000006	0,0000002	-50
PBDE 99	kg/år	0,0000005	0,0000007	0,0000002	-51
PBDE 209	kg/år	0,00003	0,00005	0,00002	-53

\* Avser reningseffekten från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

## 6.1 Effekt på recipient

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet uppfyller riktlinjer i Uppsala Vattens åtgärdskrav för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att närliggande vattenförekomster på sikt ska uppnå god status. Beräkningarna visar att en tillräckligt effektiv rening kan uppnås med föreslagna dagvattenåtgärder (se kap 5) vilket tyder på att den övervägande effekten av föreslagen exploatering blir positiv för recipienterna. Detta visas också i beräkningarna av föroreningsbelastning för planområdet som visar på en minskning för samtliga studerade ämnen undantaget en marginell ökning som tolkas som en oförändrad belastning av kvicksilver i jämförelse med dagens situation.

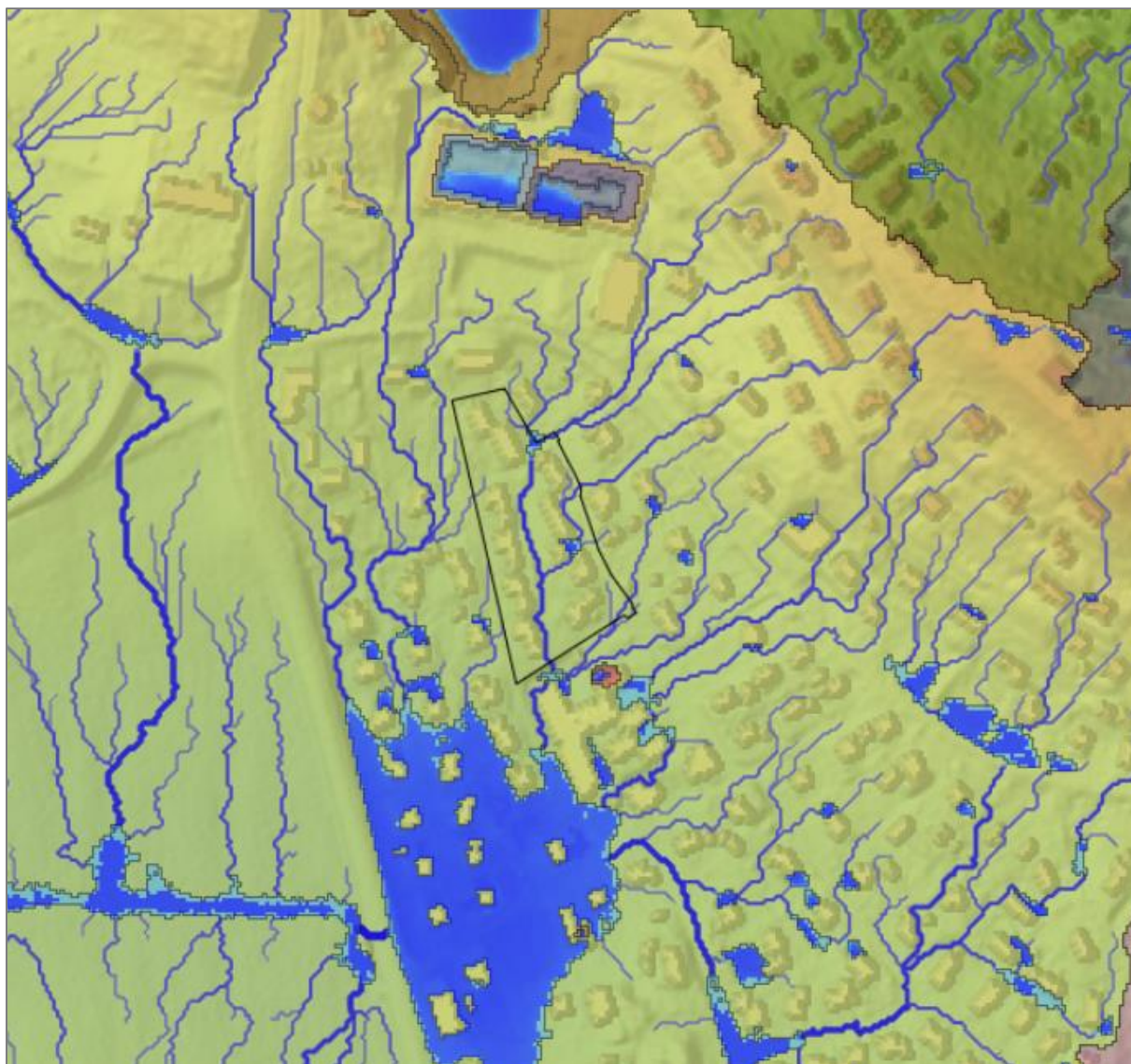
Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och inte bör tolkas som exakta siffror. Till exempel är säkerheten för kvicksilverhalter låg för samtliga använda markanvändningskategorierna. Detta kan troligtvis bero på att kvicksilvertransport i miljön är starkare kopplad till atmosfärisk deposition än specifik markanvändning. Kvicksilvret transporteras från industrier kopplade till betydande kvicksilverutsläpp och vid beräkning av kvicksilvertransport från ett specifikt område är bakgrundshalter av stor betydelse. Det som kan konstateras är att den generella minskningen i föroreningsbelastningen av de studerade ämnen efter föreslagen rening innebär en hög sannolikhet att exploateringen leder till en minskad belastning på recipienten.

## 7 Översvämningensrisk och höjdsättning

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte är dimensionerad för att klara. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. Vid den planerade exploateringen är det viktigt att vattnet ska kunna avledas bort från byggnader för att undvika översvämning och skador på byggnader. För att illustrera var vattenansamling sker i området vid ett ungefärligt 100-årsregn har en lågpunktskartering genomförts i Scalgo. Ett 60-millimetersregn har ansatts för att simulera 100-årsregnet och det blåmarkerade området visar var en vattenansamling över 10 cm uppstår. Vid befintlig höjdsättning visar skyfallskarteringen att det kan förekomma rinnvägar över planområdet i sydlig riktning. Detta antyder att det kommer att bli viktigt med framtida höjdsättning så att inte vatten som kommer från norr blir stående mot nybyggda anläggningar.

Söder om planområdet observeras också att det finns ett område där det råder en förhöjd översvämningensrisk. I och med att en omfattande regnvolym (40 mm) kommer att fördröjas inom planområdet, kommer dagvattenflödet från planområdet vid ett 100-årsregn att öka med enbart 30% i stället för 110% ökning som skulle erhållas utan fördröjningsåtgärder. Av dessa 30%, härrör 25% från användning av klimatfaktor vid flödesberäkning för framtida situation och enbart 5% från den planerade bebyggelsen. Därmed kan det konstateras att den planerade byggnationen, tillsammans med de föreslagna dagvattenåtgärderna inte kommer påverka nedströmsliggande områden negativt på ett betydande sätt. För regn med lägre återkomsttid så som 10-årsregn och 20-årsregn väntas ett minskat dagvattenflöde i jämförelse med befintlig situation om de föreslagna åtgärderna implementeras.

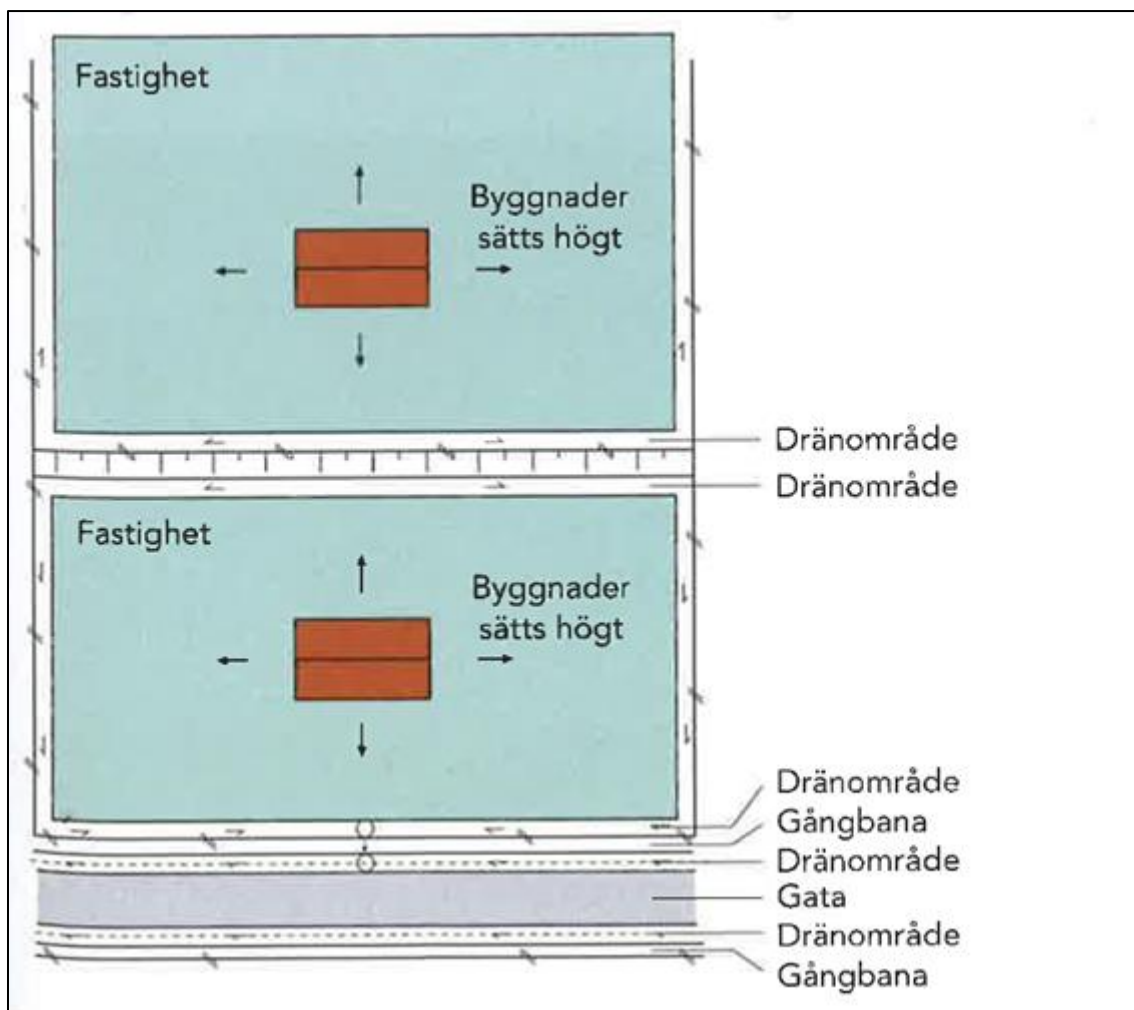




**Figur 7-1.** Vattenansamling vid ett 60 mm (långvarigt 100-årsregn) vid planområdet (svart markering).

### 7.1.1 Generella riktlinjer för höjdsättning

Dagvattenlösningarna kommer att bidra till en ökad fördröjning av dagvattenflödena och ett mindre momentant flöde från planområdet vid normala regn, 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, och att lågpunkter där dagvatten kan ansamlas undviks. 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 7-2.



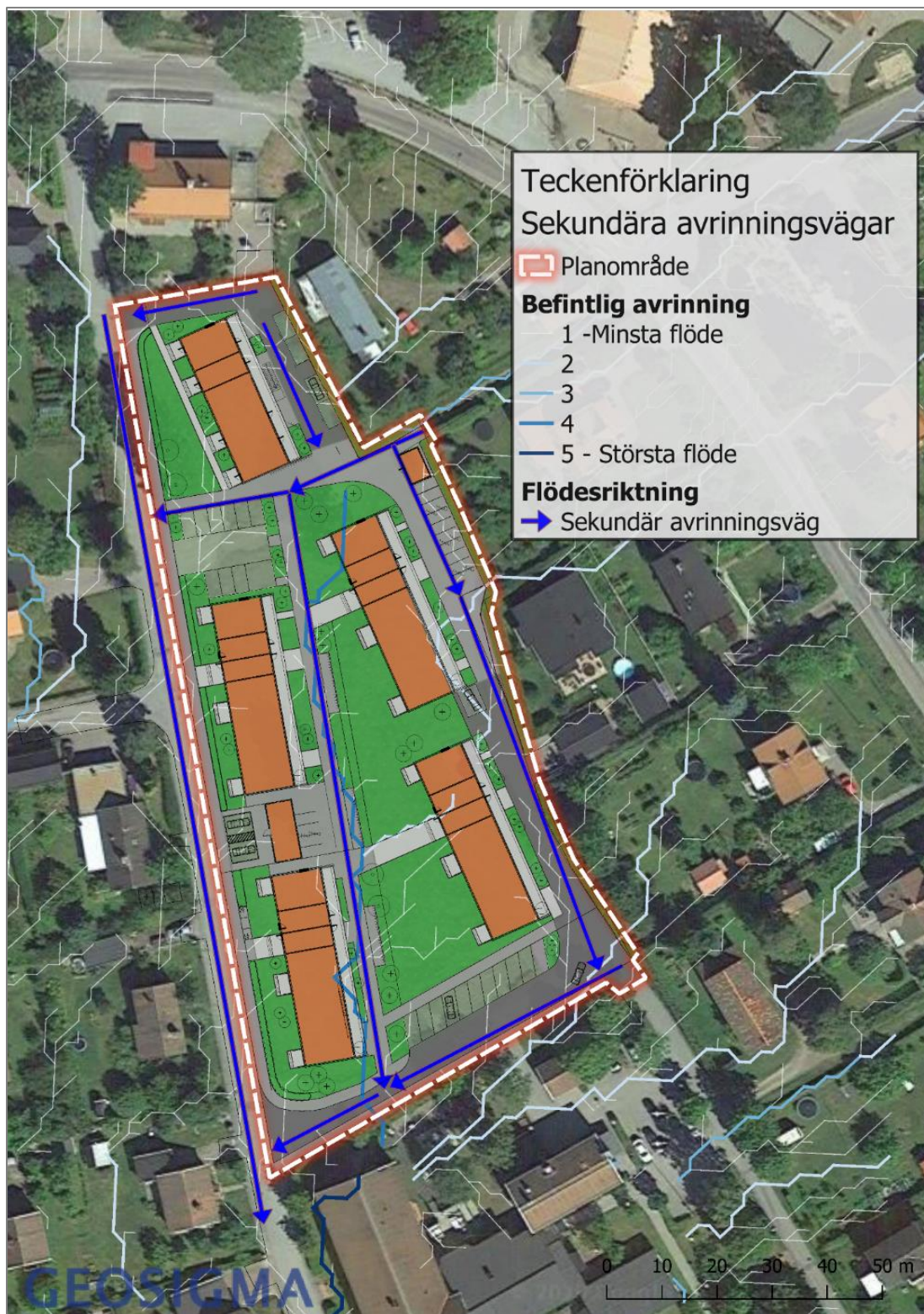
Figur 7-2. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt Vattens publikation P105.

### 7.1.2 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning

Vid befintlig markanvändning sluttar terrängen söderut och om kraftigare ytavrinning uppstår så sker det med en generell riktning åt söder i planområdets närområde. Det betyder att höjdsättningen bör anpassas till att skapa sekundära avrinningsvägar som förhindrar att vatten ansamlas på innergården utan istället rinner genom planområdet och vidare ut till gator och grönområden. Marken närmast fasaderna höjdsätts så att vattnet rinner bort från byggnaderna och ut till gatorna utanför planområdet.

Målet ska vara att genom en planerad höjdsättning skapa sekundära avrinningsvägar som leder bort vattnet från innergården och fasaderna. Ett exempel för hur detta kan göras åskådliggörs i Figur 7-3. Avrinningen via de sekundära avrinningsvägarna ska inte leda till risker för byggnation som omger planområdet.





**Figur 7-3.** Planområdets höjdsättning ska medföra att dagvattnet rinner bort från byggnadernas fasader och ut från innergården vid kraftig nederbörd. Dessa avrinningsvägar kallas sekundära avrinningsvägarna och de blå pilarna anger rekommenderad flödesriktning.

## 8 Slutsats

Dagvattenberäkningarna visar att de planerade förändringarna inom planområdet kommer att medföra ökade dagvattenflöden om dagvattnet inte omhändertas. Utan dagvattenåtgärder resulterar ombyggnation i en flödesökning på cirka 110 % för hela planområdet samtidigt som dagvattnet inte renas innan utsläpp mot recipient. Dagvattenlösningarna för hela planområdet beräknas kräva en fördröjningsvolym på totalt 190 m<sup>3</sup> vilket motsvarar ca 40 mm nederbörd. Detta för att säkerställa att den årliga belastningen av kvicksilver inte ska öka efter den planerade byggnationen. Beräkningar med mjukvaruprogrammet StormTac visar att förväntade halterna och årsmängder för förorenande ämnen kommer att minska eller förbli oförändrade om föreslagna dagvattenåtgärder genomförs.

Sammantaget beräknas därför exploateringen, tillsammans med de föreslagna åtgärderna för dagvattenhanteringen, minska belastning på såväl dagvattennätet som recipienten.



## 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

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.

Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.

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*.

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2019-06-10