

# FAGRABO VÄST DAGVATTENUTREDNING

2021-05-03

REVIDERAD 2024-05-29



2023-05 JUSTERAT PLANFÖRSLAG



# FAGRABO VÄST

# DAGVATTENUTREDNING

## KUND

Vårgårda kommun

## KONSULT

### WSP Samhällsbyggnad

Box 130 33

WSP Sverige AB

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Per Norberg, 010-722 70 77

[per.norberg@wsp.com](mailto:per.norberg@wsp.com)

Fatemeh Shayan, 010-721 02 45

[fatemeh.shayan@wsp.com](mailto:fatemeh.shayan@wsp.com)

Stefan Olsson, 0322-60 06 60

[stefan.olsson@vargarda.se](mailto:stefan.olsson@vargarda.se)

UPPDRAGSNAMN

Fagrabo Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER

10314534

FÖRFATTARE

Per Norberg

DATUM

2021-05-03

ÄNDRINGSDATUM

2024-05-29

Granskad av

Godkänd av

## SAMMANFATTNING

Vårgårda kommun avser att möjliggöra för bebyggelse i planområdet Fagrabo väst. I samband med detaljplanearbetet tas denna dagvattenutredning fram. Planområdet ligger norr om Vårgårda tätort, ca 1,5 km nordost om Vårgårda centrum. Området består idag av naturmark. Enligt jordartskartan består marken av varierande jordarter med övervikt på berg och isålvssediment vilket innebär delvis begränsade infiltrationsmöjligheter. Aktuellt planförslag innebär uppförande av nya bostadshus, lokalvägar, parkeringsplatser mm. Planområdet ingår för närvarande inte i kommunalt verksamhetsområde för dagvatten. Efter exploatering väntas dock detta bli fallet.

Dagvatten avrinner idag huvudsakligen i nordvästlig respektive sydostlig riktning via två diken/bäckar till två olika recipienter, *Nossan* (norra och västra delen) och *Kyllingsån* (södra och östra delen, mynnar i Sävveån). Avrinning sker via diken och via diffus avrinning. Det finns även två lågzoner inom, och angränsande till planområdet dit delvis avrinning från planområdet sker. Den norra lågzonen avtappas via ett dike norrut. Delar av ytavrinningen i södra delen antas ske mot befintligt ledningsnät för dagvatten som ligger i angränsande bebyggt område. Vårgårda stads ledningsnät för dagvatten antas ha utlopp i Kyllingsån. Det finns även ett stråk med kommunalt ledningsnät för VA öster om planområdet.

Nossans ekologiska status är klassad som *Otillfredsställande* och Kyllingsåns ekologiska status har klassningen *Måttlig*. Kemisk status för båda recipienterna är *Uppnår ej god*, enligt VISS. Kvalitetskraven för vattenförekomsten är *God ekologisk status* och *God kemisk ytvattenstatus*. Den aktuella exploateringen får inte innebära att statusen i recipienterna försämras.

Exploateringen medför att andelen hårdgjorda ytor i form av tak, parkeringsplatser mm. bedöms öka, vilket innebär att det dagvattenflöde som genereras i planområdet kommer att öka. För att inte öka belastningen på recipienterna krävs fördröjningsåtgärder. Beräknade fördröjningsvolymerna baseras på att avtappningen till recipienterna inte ska öka. Önskemål från Vårgårda kommun är att så få anslutningar som möjligt görs till befintligt ledningsnät för dagvatten eftersom nätet har begränsningar i kapacitet. En rekommendation är att andelen framtida hårdgjorda ytor i planområdet begränsas. Inga instängda områden får heller skapas vid exploatering. Framtida flödesvägar för dagvatten föreslås hanteras i ledningsnät vid områdets högst belägna delar och avleds vidare i diken och fördröjs samlat längre nedströms. Ett förslag om omhändertagande på kvartersmark har även tagits fram. Strävan bör vara att ett så trögt dagvattensystem som möjligt skapas genom planområdet. Framtaget förslag visar att flödet från planområdet till Kyllingsån ökar något och flödet till Toppebäcken från framtida bebyggda ytor inte ökar upp till ett regn med tio års återkomsttid. En extra fördröjningsyta föreslås före anslutning till Toppebäcken så att dikningsföretagets flödeskrav efterlevs.

Resultatet av föroreningsberäkningarna visar på att mängder och halter av samtliga undersökta ämnen ökar om planförslaget genomförs utan rening av dagvattnet. För att inte försämra möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för recipienten krävs därmed rening. Föreslagen huvudsaklig dagvattenlösning för att reducera mängden föroreningar som når recipienten är rening via öppna diken och makadamdiken. Dagvattenavledningen bör även kompletteras med översilningsytor och kan kompletteras med gröna tak och skelettjordar. Fördröjning föreslås även i dagvattenkassetter. Denna fördröjnings- och reningslösning bidrar till att dagvatten renas så att den ekologiska och kemiska statusen i recipienten inte försämras.

Vid skyfall kommer vattenutbredningen i den större lågzonen i norr att öka. Risker för översvämning har undersökts (PM analys skyfall Fagrabo 230630). Analysen visar ingen risk för översvämning av tomter som ligger nära lågzonen. Det blir viktigt att avtappningen från lågzonen styrs om för att anpassas till föreslagen exploatering. Övriga skyfallsåtgärder som föreslås är avskärande diken kopplade till nya vägdiken samt kontrollerad bräddningsmöjlighet från föreslagna fördröjningsanläggningar. Nya vägar och vägdiken kan fungera som skyfallsleder vid extrem nederbörd. Om nya byggnader får högre färdig golvhöjd än vägar och inga instängda områden skapas är bedömningen att planområdet kan hantera 100-årsregn utan att byggnader tar skada.

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING - SYFTE</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING</b>	<b>7</b>
2.1	BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING	7
2.2	MARKFÖRHÅLLANDEN	8
<b>3</b>	<b>BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING</b>	<b>9</b>
3.1	BEFINTLIG SKYFALLSHANTERING	11
3.2	RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER	13
3.2.1	Nossan – Hudene till Fåglum	13
3.2.2	Kyllingsån - mynningen i Säveån till Lillån och Ånskäns sammanflöde vid Landa	14
3.2.3	Planområdets påverkan	14
3.3	GRUNDVATTENFÖREKOMST	14
3.4	ANALYS OCH BERÄKNINGAR	15
3.4.1	Dimensionerande dagvattenflöden - delområde Toppebäcken	16
3.4.2	Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Kyllingsån	16
3.4.3	Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Centrala	17
<b>4</b>	<b>FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN ENLIGT PLANFÖRSLAG</b>	<b>17</b>
4.1	DELOMRÅDE 1	17
4.2	DELOMRÅDE 2	19
4.3	DELOMRÅDE 3	20
4.4	DELOMRÅDE 4	21
4.5	DELOMRÅDE 5	22
4.6	DELOMRÅDE 6	23
4.7	DELOMRÅDE 7A-C	24
4.7.1	Delområde 7B	26
4.7.2	Delområde 7C	27
4.8	DELOMRÅDE 8	27
4.9	DELOMRÅDE 9 A OCH B	28
4.10	DELOMRÅDE 10	30
4.11	DELOMRÅDE 11	31
<b>5</b>	<b>FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH KOPPLING TILL RECIPIENT</b>	<b>33</b>
5.1	DELOMRÅDE 1	33
5.2	DELOMRÅDE 2	34
5.3	DELOMRÅDE 3	34
5.4	DELOMRÅDE 4A	34
5.5	DELOMRÅDE 4B	35
5.6	DELOMRÅDE 5	36
5.7	DELOMRÅDE 6	36
5.8	DELOMRÅDE 7A	36
5.9	DELOMRÅDE 7B	37

5.10	DELOMRÅDE 7C	37
5.11	DELOMRÅDE 8	37
5.12	DELOMRÅDE 9	38
5.13	DELOMRÅDE 10	38
5.14	DELOMRÅDE 11	39
5.15	KOPPLING TILL TOPPEBÄCKEN OCH KYLLINGSÅN	39
5.15.1	Flödeskrav Tumberg mfl. DF 1920	39
<b>6</b>	<b>SKYFALL EFTER EXPLOATERING</b>	<b>43</b>
6.1.1	Förslag till skyfallsåtgärder	44
<b>7</b>	<b>FÖRORENINGAR I DAGVATTEN</b>	<b>45</b>
7.1.1	Mängder	45
7.1.2	Halter	46
<b>8</b>	<b>FÖRSLAG TILL FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING</b>	<b>48</b>
8.1	TEKNISKA LÖSNINGAR	48
8.1.1	Diken	48
8.1.2	Krossdike/magasin – granulatfyllda rörmagasin	50
8.1.3	Dagvattenkassetter	51
8.1.4	Översilningsytor	52
8.2	KOMPLETTERANDE LÖSNINGAR	53
8.2.1	Skelettjordar	53
8.2.2	Biofilter/Växtbädd	53
8.2.3	Rasterytor	55
8.2.4	Gröna tak	55
<b>9</b>	<b>KONSEKVENSER AV PLANFÖRSLAG</b>	<b>56</b>
9.1	RENINGSEFFEKT LÖSNINGSFÖRSLAG - PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER	56
9.1.1	Mängder	57
9.1.2	Halter	58
9.1.3	Konsekvenser av planförslaget på miljö kvalitetsnormerna för ytvatten	60
<b>10</b>	<b>SLUTSATSER OCH DISKUSSION</b>	<b>61</b>
<b>11</b>	<b>REFERENSER, UNDERLAG</b>	<b>62</b>
<b>12</b>	<b>BILAGOR</b>	<b>62</b>

# 1 INLEDNING - SYFTE

WSP Sverige AB har av Vårgårda kommun fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning för planområdet Fagrabo väst i norra delen av Vårgårda tätort. Planområdet ligger ca 1,5 km nordost om Vårgårda centrum och uppgår till ca 20 hektar. Området består idag av naturmark och delar av området används idag som friluftsområde. I norr gränsar planområdet mot del av jordbruksfastigheterna Vårgårda 1:2, 1:3 och 3:1. I väster utgörs gränsen av tomter intill Fagrabovägen. I söder följer plangränsen småhusbebyggelsen vid Lövsångaregatan, Näktergalsgatan och Korsnäbbsgatan och i öster gränsar området till naturmarksområdet på fastighet Tumbergs-Galstad 3:1. Avsikten med planen är att bygga bostäder. Planområdets lokalisering framgår av figur 1.



Figur 1. Planområdets läge i Vårgårda. Bildkälla: www.eniro.se

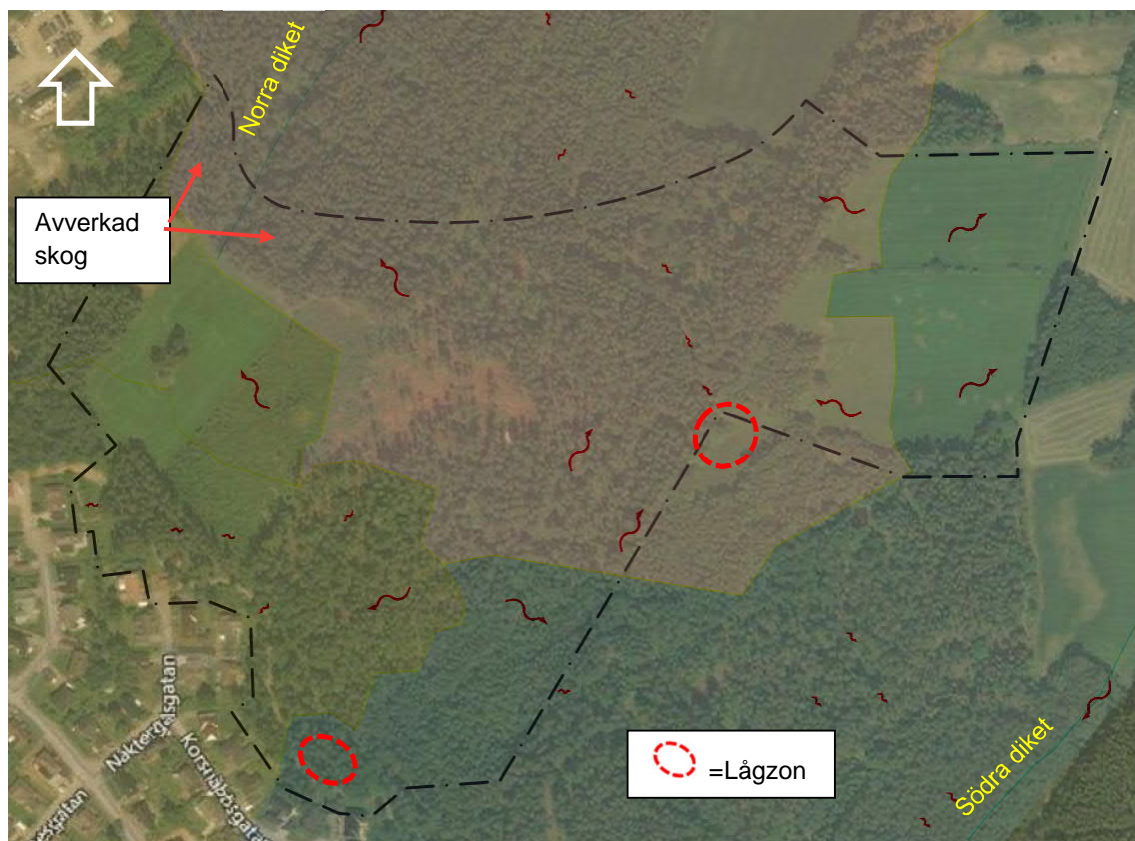
Syftet med utredningen är att utreda möjligheterna till bebyggelse i planområdet och hur denna förändring av markanvändningen påverkar dagvatten- och skyfallshanteringen. Förslag på dagvattenhantering ska även tas fram.

I uppdaterat planförslag har ett antal föreslagna bostäder tillkommit, några har flyttats eller utgått. I uppdaterat förslag ingår även en angöring till en befintlig skogsväg öster om planområdet.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

### 2.1 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING

Samtliga höjder som anges i detta PM avser höjdsystemet RH2000. Planområdet är 20,17 hektar till storleken. Området består av skogs-, ängs- och naturmark och två huvudsakliga diken avvattnar större delen av planområdet, se figur 2–4 . Marken lutar i huvudsak i nordvästlig respektive sydöstlig riktning. Högsta punkt är + 138 m ö h och lägsta punkt ca +108 m ö h vid norra diket i nordväst. Ingen tillrinning av dagvatten sker utifrån. Tillrinning till den norra lågzone (figur 2) sker dock från ca 1,2 hektar utanför området.



Figur 2. Befintlig markanvändning, större lågzoner (rödmarkerat) och huvudsakliga ytavvattningsvägar. Ungefärliga planområdesgränser i svart. Bildkälla: Bingmaps. Angöring till skogsväg vid södra diket visas ej.

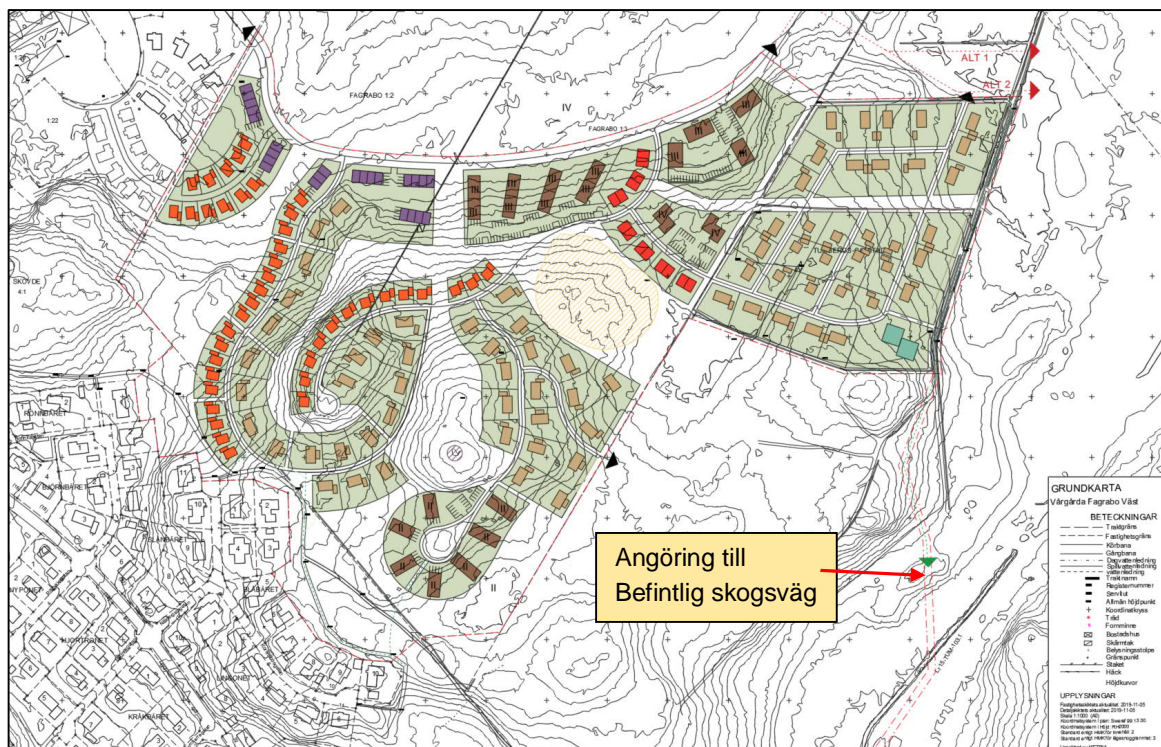


Figur 3. Norra diket med utblick norrut.



Figur 4. Dike från norra lågzone med avrinningsriktning nordväst.

Skissförslag avseende föreslagen framtida exploatering framgår av figur 5. Skissen har använts som underlag för beräkningar utifrån framtida markanvändning för planområdet. Inledningsvis i utredningen fanns inga uppgifter gällande eventuell preliminär höjdsättning. Detta har erhållits i uppdaterad utredning.



Figur 5. Illustration på planerad exploatering. Källa: Vårgårda kommun

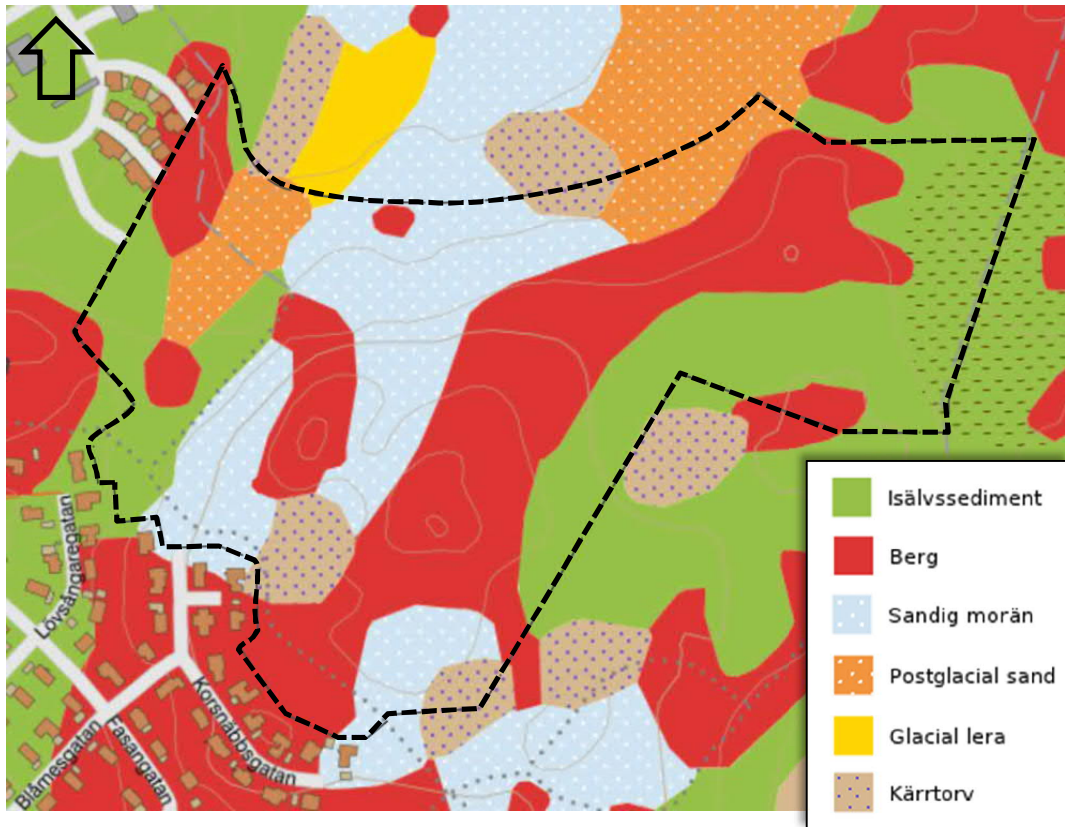
## 2.2 MARKFÖRHÅLLANDEN

Planområdet består enligt jordartskartan ett flertal jordarter varav berg, sandig morän och isålvssediment dominerar, se figur 6. Detta innebär att infiltrationsmöjligheterna för dagvattnet antas vara mycket varierande i planområdet.

En geoteknisk undersökning för det aktuella planområdet är påbörjad. Grundvattennivåer inom planområdet är för närvarande okända. Grundvattennivåer fluktuerar under året och hänger bl. a. samman med nederbörds mängd.

Enligt Länsstyrelsens webb-GIS finns det inga potentiellt förorenande områden/verksamheter inom planområdet.





Figur 6. Jordartskarta. Ungefärlig planområdesgräns markerad med svart. Källa: SGU.

### 3 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Planområdet ingår f n inte i kommunalt verksamhetsområde för dagvatten. Enligt ledningsunderlag finns utbyggt ledningsnät för vatten, spillvatten och dagvatten sydväst om planområdet vid bebyggda tomter. Ledningsnät är företrädesvis beläget i gatanätet. Vid platsbesök 2017 påträffades en kupolbrunn i lågzon i södra spetsen av planområdet, vid fastighet Blåbäret 9 och 10, Korsnåbbsgatan 10 och 12, se figur 7.



Figur 7. Befintlig kupolbrunn i södra lågzone. Korsnåbbsgatan 12 i bakgrunden.

Det finns även ett VA-stråk med dricksvatten- spillvatten- och dagvattenledningar som går i ett stråk öster om planområdet. Stråket går genom naturmark och åkermark upp till väg 181 och Tumberg Mellomgården.

De två huvuddikena som leder bort dagvatten mot respektive recipienter ligger i planområdets nordvästra del (norra diket, avrinning norrut) och ca 300 meter sydost om planområdet (södra diket, avrinning söderut). Inom planområdet finns lågzoner, vilka fungerar som naturliga fördröjningsmagasin.

Drygt 200 meter norr om där det norra diket lämnar planområdet (på fastighet 1:2) finns ett inlopp till ett äldre ledningsnät som ligger under ängsmarken, se figur 8. Ledningen är i betong med dimension 150 eller 225 mm vid inloppet.



Figur 8. Norra diket som mynnar i ledning ca 200 m norr om plangräns i nordväst.

Ledningen antas ligga i ängsmarkens lågzon och ha utlopp i Toppebäcken, ytterligare ca 280 meter norrut.

Det södra diket rinner söderut och är kulverterat i området runt friluftsgården och skidbacken. Dagvattnet rinner sedan genom ett mycket fuktigt område mellan Kesberget och befintlig bebyggelse. Diket är kulverterat (2 st trummor i betong, dim 1000 mm) under Västra stambanan. Utloppet i Kyllingsån ligger sedan strax söder om järnvägen.



Figur 9. Norra delen av södra diket, torrt vid platsbesök i aug 2017.

Nybyggt område vid Rapphönegatan och Fagrabovägen är enligt uppgift från kommunen anslutet till ledningsnät i Rapphönegatan.

I flödesberäkningarna avseende befintlig situation har planområdet p g a topografiska förhållanden delats in i tre delar.

- Avrinningsområde Toppebäcken - det som rinner mot norra diket eller diffust mot fastighet 1:2.
- Avrinningsområde Kyllingsån – det som avrinner via södra diket.
- Avrinningsområde Centrala – det som avrinner diffust mot befintlig bebyggelse och där större delar av flödet antas omhändertas via ledningsnät för dagvatten.

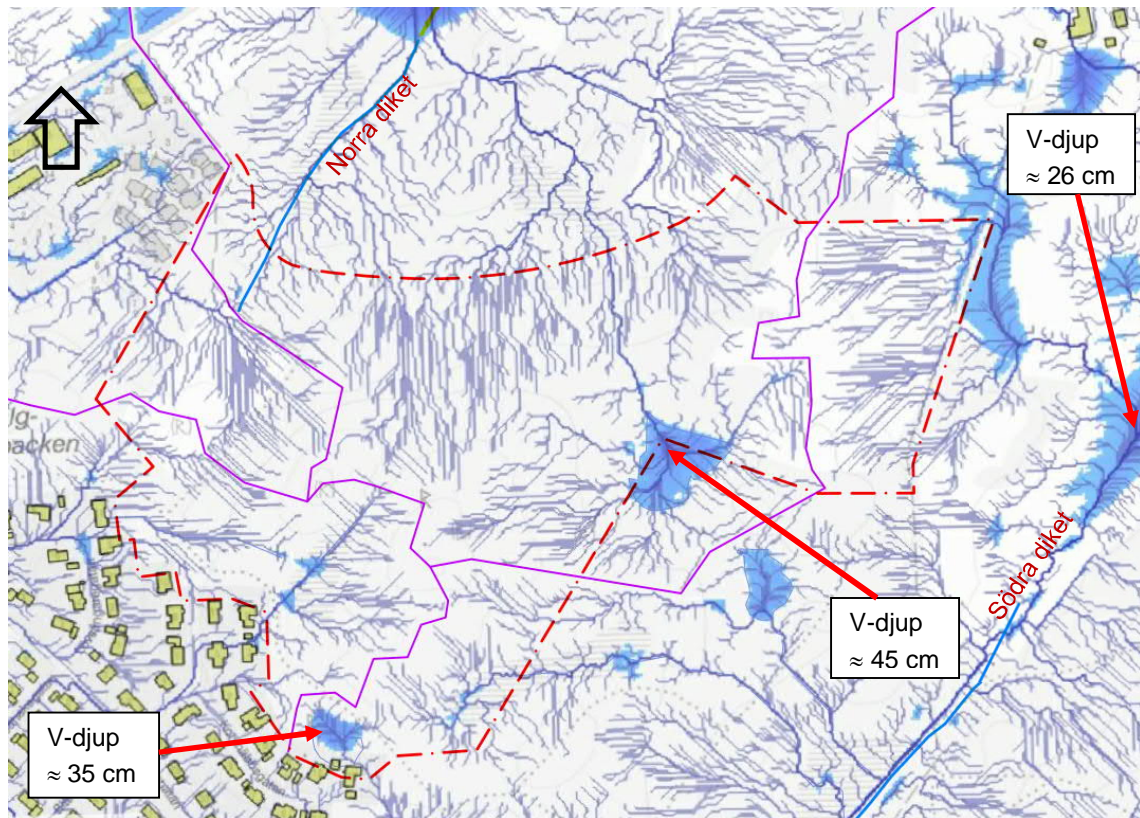
Enligt uppgift är befintligt ledningsnät för dagvatten hårt belastat. Önskemålet från Vårgårda kommun är att minimera antalet nya anslutningar mot befintligt ledningsnät för dagvatten.

### 3.1 BEFINTLIG SKYFALLSHANTERING

SMHI:s definition av *Skyfall* är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den slutligen tvärt faller till marken.

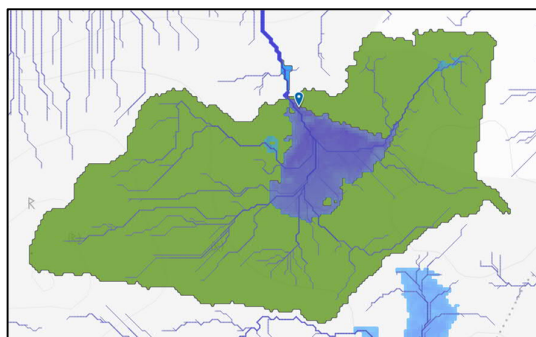
I beräkningsprogrammet Scalgo kan man få en enklare visuell överblick över nuvarande situation och områden som riskerar översvämning vid olika regn. Avrinningsmodellen är uppbyggd på basis av höjddata från Lantmäteriet med upplösning 2\*2 m (har uppdaterats till upplösning 1\*1m). Scalgo tar endast hänsyn till ytvattenavrinning och bortser från vad ledningsnät kan hantera. Scalgo "förstår" således inte att det i stadsmiljön finns ett ledningsnät som kan hantera delar av extremflödet. I senare versioner av Scalgo kan ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet göras i en skyfallssimulering. I Scalgo finns inte heller någon tidsfaktor; regnvolymer läggs bara på ytan. Av detta kan slutsatsen dras att de effekter av regn som åskådliggörs i Scalgo innebär att intensiva och kortvariga regn illustreras. I denna utredning har ett regn på 50 mm valts att studera i Scalgo. 50 mm nederbörd som faller inom 20 minuter motsvarar något mer än ett klimatanpassat 100-årsregn. Om 50 mm faller inom 10 minuter motsvaras detta av ett regn med ca 250 års återkomsttid. Ett 100-års blockregn med 10 minuters varaktighet motsvarar ca 37 mm nederbörd. Mot bakgrund av detta har en regn händelse motsvarande 50 mm regn studerats i Scalgo som kan motsvara ett kortvarigt 100-årsregn eller mer, enligt beräkningsprogrammets funktioner.

Resultatet av simuleringen i Scalgo kan ses i figur 10.

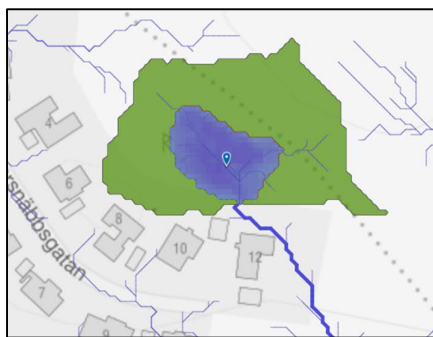


Figur 10. Skyfallskartering Scalgo, 50 mm nederbörd. Ungefärliga planområdesgränser i rött. Violetta linjer visar befintliga avrinningsområdesgränser.

Lågzoner i naturmarken fungerar som naturliga flödesbromsar och fördröjningsytor. Karteringen visar att de befintliga diken som finns i planområdet utgör avvattningsvägar. Enligt Scalgo är tillrinningen till den norra lågzonen 4,16 hektar och till den södra 0,49 ha se figur 11 och 12.



Figur 11. Tillrinning till norra lågzonen 4,16 ha (grönmarkerat). Bildkälla: Scalgolive.com



Tillrinning till södra lågzonen 0,49 ha (grönmarkerat). Bildkälla: Scalgolive.com



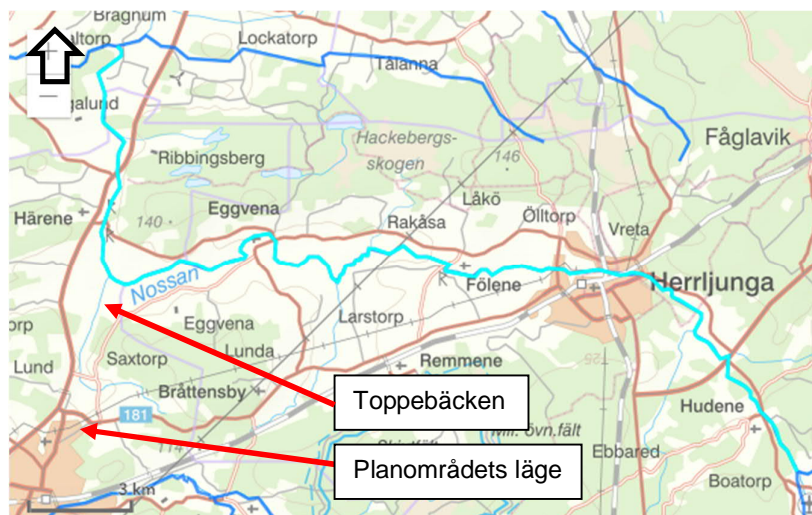
Figur 12. Norra lågzonen vid platsbesök i januari 2021.

## 3.2 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Recipienter för dagvatten från planområdet är vattendraget Nossan (via Toppebäcken) och Kyllingsån.

### 3.2.1 Nossan – Hudene till Fåglum

Vattendraget är 29 km långt och ligger i Huvudavrinningsområde Göta älv. Toppebäcken ansluter till Nossan söder om Härene, se figur 13.



Figur 13. Recipienten Nossan - Hudene till Fåglum markerad med ljusblått. Bildkälla VISS.

I VISS klassificeras Nossan - Hudene till Fåglum enligt följande:

- Ekologisk status: *Otillfredsställande.*
- Kemisk status: *Uppnår ej god.*

Miljö kvalitetsnormen är *God ekologisk status* senast år 2039, samt *God kemisk ytvattenstatus*.

Väsentlig påverkan för klassningen av nuvarande ekologisk status är baserad på kvalitetsfaktorn *konnektivitet*. Dammar, barriärer och slussar fragmenterar vattendraget och hindrar fiskars och andra bottenlevande djurs förflyttningar. Det finns även påverkan på hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd från jordbruk. Övriga diffusa källor som anges är enskilda avlopp, urban markanvändning, och reningsverk. Gällande urban markanvändning pekats tillförsel av näringsämnen (fosfor, kväve) ut som risker vilka bidrar till att god ekologisk status ej uppnås. Status för parametern *näringsämnen* är dock *god* baserat på provtagningar. I beslutad ny miljö kvalitetsnorm anges att *god ekologisk status* ska uppnås senast 2039, och åtgärder behöver vidtas långt tidigare. Eftersom återhämtningstiden för vattendraget är lång finns skäl för tidsfrist till 2039 enligt VISS.

När det gäller den kemiska statusen bedöms halterna av kvicksilver (Hg) och kvicksilverföreningar samt ämnesgruppen Bromerade difenyletrar (PBDE) överskrida gränsvärdet. Kviksilver och PBDE överskrider i alla Sveriges vattenförekomster. Dessa sprids bl. a genom atmosfäriskt nedfall och långväga lufttransporter. Gällande miljö kvalitetskravet har halterna av dessa ämnen/ämnesgrupper därför fått undantag eftersom det saknas tekniska förutsättningar att åtgärda detta. Nuvarande halter får dock inte öka.

Toppebäcken är inte klassad i VISS men hyser påtagliga naturvärden (bl a grodvatten) enligt *Miljökonsekvensbeskrivning Trafikverket, för E20 Vårgårda-Vara (2019-11-22)* samt i dokumentet *Fördjupad naturvärdesbedömning inför detaljplan Vårgårda norra (EnviroPlanning 2021-02-26)*.

### 3.2.2 Kyllingsån - mynningen i Sävån till Lillån och Ånskåns sammanflöde vid Landa

Vattendraget är 6 km långt och ligger i Huvudavrinningsområde Göta älv. Kyllingsån mynnar i Sävån ca 2 km nedströms den punkt där södra diket rinner ut i ån.



Figur 14. Recipienten Kyllingsån - mynningen i Sävån till Lillån och Ånskåns sammanflöde vid Landa, markerad med ljusblått. Bildkälla:VISS.

I VISS klassificeras denna del av *Kyllingsån* enligt följande:

- Ekologisk status: *Måttlig.*
- Kemisk status: *Uppnår ej god.*

Miljökvalitetsnormen är *God ekologisk status* senast år 2039, samt *God kemisk ytvattenstatus*.

Även i detta vattendrag anges att tidigare fysisk påverkan har inneburit dålig konnektivitet i vattendraget som utgör en negativ påverkan. Övriga påverkanskällor för vattendraget som anges är förorenade områden, och atmosfärisk deposition. Kvalitetsfaktorn *näringsämnen* är inte klassad i vattendraget.

Gällande kemisk status gäller samma status som i Nossan; halterna av kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE överskrider gränsvärdet och dessa halter får ej öka.

### 3.2.3 Planområdets påverkan

När markanvändningen förändras i aktuellt planområde från naturmark till bostadsområde väntas mängderna av föroreningar som följer med dagvattnet öka i området. Förslag på renings- och fördröjningsåtgärder presenteras i kapitel 8.

Möjligheterna att uppnå god ekologisk och god kemisk status i recipienterna får inte försämrats i och med planförslaget. Dessutom ska ingen kvalitetsfaktor få en försämrad status.

## 3.3 GRUNDVATTENFÖREKOMST

Råvattnet till Vårgårda kommuns dricksvatten kommer från grundvatten. Planområdet ligger fågelvägen ca 2 km norr om av Vårgårda kommuns beslutade yttre vattenskyddsområde. Mellan planområdet och vattenskyddsområdet ligger Kyllingsån.

### 3.4 ANALYS OCH BERÄKNINGAR

Beräkningar är utförda efter riktlinjer i Svenskt Vattens publikationer P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem", samt P 110 "Avledning av dag-, drän-, och spillvatten".

Beträffande återkomsttider anges i P110 att minimikravet för VA-huvudmannen är att nya dagvattensystem ska dimensioneras efter 10-årsregn i områden med gles bostadsbebyggelse, och 20-årsregn i områden med tät bostadsbebyggelse. Det är svårt att dra en exakt gräns mellan vad gles och tät bebyggelse är. En faktor som spelar in är emellertid möjligheten att kunna avleda dagvatten kontrollerat från studerat område utan att någon nedströms bebyggelse ska få ökad risk för översvämningar. Dagvattenflödet, både befintligt och framtida, har därför beräknats utifrån regn med 10 års återkomsttid. En klimateffekt som motsvarar en framtida ökning av regnintensiteten med 25 procent har beaktats, enligt riktlinjer i P110.

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt följande:

$$Q = A \times i \times \varphi \times kf$$

där Q är det beräknade flödet (l/s), A är deltagande area (ha), i är regnintensiteten (l/s ha),  $\varphi$  är avrinningskoefficienten och kf är klimatfaktorn. För olika typer av ytor som påverkar markavrinningen används följande avrinningskoefficienter:

- |   |      |
|---|------|
| • Takytor                                 | 0,9  |
| • Hårdgjorda ytor (asfaltväg, GC-bana mm) | 0,8  |
| • Tomt med flerfamiljshus                 | 0,5  |
| • Tomt med gruppbyggda småhus             | 0,5  |
| • Tomt med radhus/kedjehus/parhus         | 0,4  |
| • Tomt med villabebyggelse                | 0,35 |
| • Obebyggd kvartersmark                   | 0,2  |
| • Naturmark, gräs                         | 0,1  |

Dagvatten som avrinner från naturmark kan, beroende på vegetation och markens infiltrationsförmåga, ha en avrinningskoefficient på mellan 0 och 0,1. När marken mätts vid extrem nederbörd kan även andelen dagvatten som avrinner via markytan stiga avsevärt mer. I denna utredning finns det förmodligen områden där befintlig avrinning normalt sett är mycket låg (exempelvis skogsbeklädd sluttning med god infiltrationsförmåga). Avrinningskoefficienten 0,1 har valts som ett genomsnitt för naturmarken.

De två lågzoner som finns inom planområdet har en fördröjande inverkan på dagvattenflödena vilket påverkar de samlade flödet och gör det svårt att uppskatta flödesmängder. Vid flödesberäkningarna har det för enkelhetens skull bortsetts från vilken inverkan lågzonerna har på flödet. Befintligt dagvattenflöde kan därför vara något lägre än vad tabellerna visar. De flöden som uppstår inom planområdet avrinner även i stora delar av området diffust mot respektive recipienter. Det blir därmed vilseledande att fastslå specifika beräkningspunkter. Beräkningarna visar dock vad som genereras från respektive delområde och som belastar respektive dike, recipient och/eller ledningsnät.

När avrinningskoefficienterna multipliceras med arean erhålls en s k reducerad area ( $A_{red}$ ).

Beräkningarna av dagvattenflöden i kap. 3.3.1 bygger på blockregn. Under blockregn inträffar de mest intensiva regnen vid kort varaktighet. När regnet pågår under längre tid minskar intensiteten gradvis. Under längre tid hinner emellertid större ytor bidra till flödet. När detta område studerats utifrån rinntider och rinnsträckor görs bedömningen att den befintliga avrinningen från planområdet sker inom 30–60 minuter beroende på delområdets storlek. Efter förändrad markanvändning bedöms en större del av avrinningen ske snabbare. Detta sker p.g.a. att delar av marken hårdgörs samt att delar av flödena avrinner i dike och ledning varvid avrinning då sker snabbare än i naturmark.

Rinntiderna är baserade på följande uppskattade vattenhastigheter:

- Naturmark 0,1 m/s
- Dike, rännsten, asfalt 0,5 m/s
- Ledning 1,5 m/s

### 3.4.1 Dimensionerande dagvattenflöden - delområde Toppebäcken

Befintliga ytor inom planområdet består av naturmark/gräs samt mindre skogsvägar och vandringsleder, se grönskafferad yta i bilaga 1. Markanvändning som valts är 100 % naturmark. Dagvattnet avrinner dels mot det norra diket och dels diffust mot ängsmark/naturmark på fastighet 1:2.

Befintligt dagvattenflöde kan utläsas ur tabell 1.

Tabell 1. Befintligt dagvattenflöde, avrinningsområde Toppebäcken, 10-årsregn.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,83	0,08	228	19	285	24
20	1,43	0,14	151	22	189	27
30	2,60	0,26	116	30	145	38
40	4,05	0,40	95	39	119	48
50	5,81	0,58	81	47	102	59
60	9,49	0,95	71	<b>68</b>	89	85

Det största flödet uppstår vid den längsta varaktigheten. Dimensionerande flöde uppgår till 68 l/s. Om ingen exploatering görs förväntas det framtida flödet ändå att öka p.g.a. klimatförändringar och uppgå till 85 l/s vid 10-årsregn. Osäkerhet finns beträffande befintlig lågzons fördröjande effekt.

### 3.4.2 Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Kyllingsån

Befintliga ytor består i norra delen av åkermark och i södra delen av starkt lutande skogsbeklädd naturmark, se blåskrafferad yta i bilaga 1. Dagvattnet avrinner delvis diffust och delvis via lågzoner och lågstråk mot det södra diket. Eventuellt finns en infiltrationsbrunn skapad i lågzonen som ligger i anslutning till åkerholmen öster om planområdets nordöstra gräns. Befintligt dagvattenflöde kan utläsas ur tabell 2.

Tabell 2. Befintligt dagvattenflöde, avrinningsområde Kyllingsån, 10-årsregn.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,67+0,57	0,12	228	28	285	35
20	1,86+1,60	0,35	151	52	189	65
30	2,81+2,12	0,49	116	<b>57</b>	145	71



Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 30 minuter. Vid platsbesöket 2017 upptäcktes en brunn i lågpunkt intill Åkerholmen öster om planområdets nordöstra del. Flödet som uppkommer i den nordöstra delen kan eventuellt delvis omhändertas via den brunnen. Som nämnts i inledningen av detta kapitel finns ledningsnät för dagvatten öster om planområdet; eventuell koppling till dessa ledningar är okända.

### 3.4.3 Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Centrala

Befintliga ytor består i sydvästra delen av skogsmark med vandringsleder, delvis starkt kuperat, se gulskrafferad yta i bilaga 1. I nordvästra delen finns ängsmark. Ca en tredjedel av avrinningen sker i nordvästlig ritning mot bebyggelse och befintligt ledningsnät i området vid Rapphönegatan. Övrig avrinning sker i sydvästlig ritning, mot området kring Lövsångaregatan. Befintligt dagvattenflöde kan utläsas ur tabell 3.

Tabell 3. Befintligt dagvattenflöde, centrala avrinningsområdet, 10-årsregn.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,41	0,04	228	9	285	12
20	1,70	0,17	151	26	189	32
30	3,59	0,36	116	42	145	52
40	5,75	0,58	95	<b>55</b>	119	68

## 4 FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN ENLIGT PLANFÖRSLAG

Exploateringen innebär att andelen hårdgjorda ytor kommer att öka vilket i sin tur medför att även dagvattenflödena ökar. Flödesökningarna härrör även från den s k klimatfaktorn. Klimatfaktorn baseras på ett framtida varmare klimat med mer intensiva blockregn. I tabellerna 1–3 ser man att flödet i planområdet väntas öka på grund av klimatfaktorn oavsett om området bebyggs eller inte.

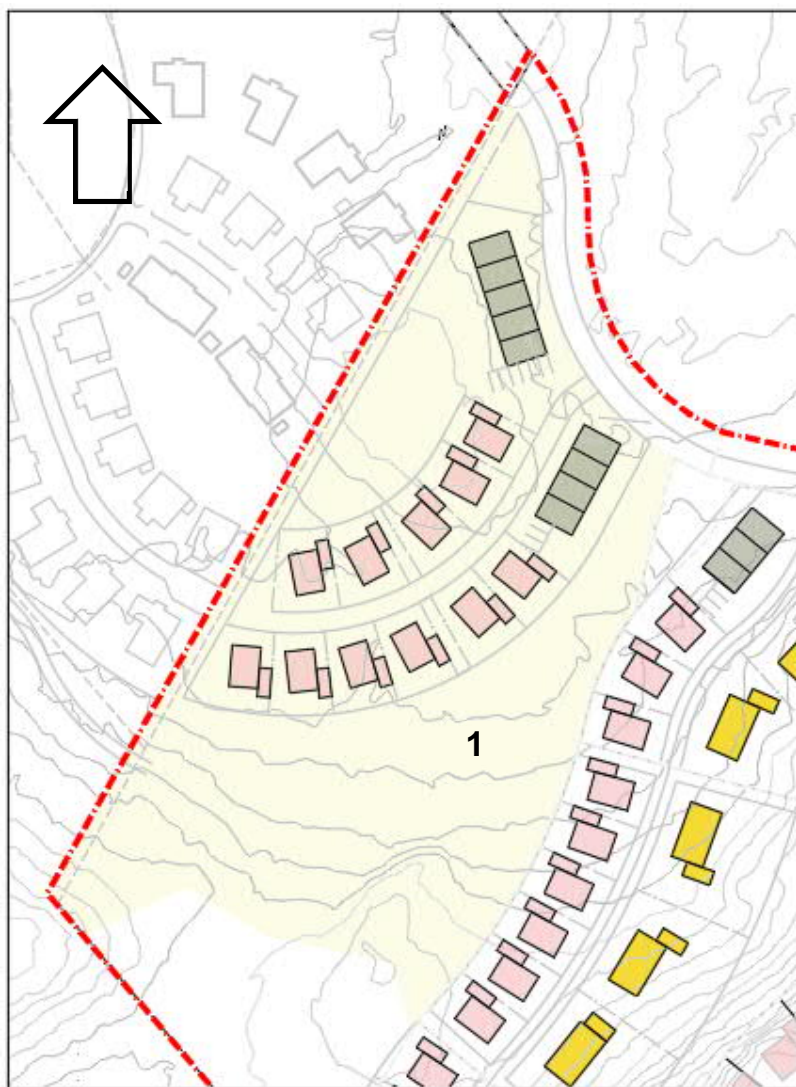
Beräkningar och indelning av flöden efter exploatering är gjord med hänsyn till befintlig marklutning samt avseende bebyggelsens utformning. Framtida tomter har beräknats utifrån sammanvägda avrinningskoefficienter. All obebyggd kvartersmark (markerad grön i figur 5) har beräknats med avrinningskoefficient 0,2. Naturmark som ej är skrafferad i figur 5 antas inte bli förändrad och har beräknats med avrinningskoefficient 0,1.

### 4.1 DELOMRÅDE 1

Avrinning sker mot Norra diket/Toppebäcken. Tillrinning från orörd naturmark söder om föreslagna tomter uppgår till ca 8 350 m<sup>2</sup> och bidrar till flödet inom 20 minuter. Kvartersmarken och vägar bidrar till flödet inom 10 minuter.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Asfaltväg, gc-banor (huvudgata): ≈7 procent, radhustomter: ≈16 procent, Småhustomter: ≈24%, naturmark: ≈53 procent. Genomsnittlig framtida avrinningskoefficient för hela delområdet uppgår till ca 0,51.



Figur 15. Delområde 1 markerat med gult.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 4:

Tabell 4. Framtida dagvattenflöde delområde 1, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,73	0,37	285	<b>107</b>
20	1,57	0,46	189	87

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter eftersom dagvatten från de hårdgjorda ytorna (som genererar stort flöde) bedöms bidra till flödet vid 10 minuters varaktighet.

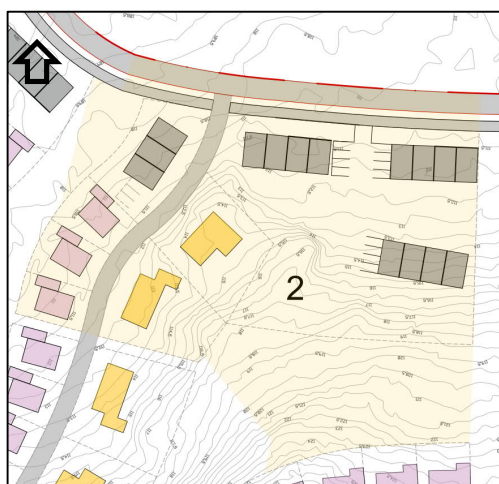
Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,157 ha och beräknas generera flödet 25 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 82 l/s vid 10-årsregn (från 25 till 107 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

## 4.2 DELOMRÅDE 2

Avrinning sker mot Norra diket/Toppebäcken. Tillrinning från orörd naturmark söder om föreslagna tomter uppgår till ca 2600 m<sup>2</sup> och bidrar till flödet inom 20 minuter. Kvartersmarken och vägar bidrar till flödet inom 10 minuter.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 11 procent, Radhustomter: 43 procent, Villatomter: 13 procent, Småhustomter 7 procent, naturmark och vägdiken 26 procent.



Figur 16. Delområde 2 markerat med gult.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 5:

Tabell 5. Framtida dagvattenflöde delområde 2, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,88	0,40	285	<b>114</b>
20	1,15	0,43	189	81

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter eftersom dagvatten från de hårdgjorda ytorna (som genererar stort flöde) bedöms bidra till flödet vid 10 minuters varaktighet.

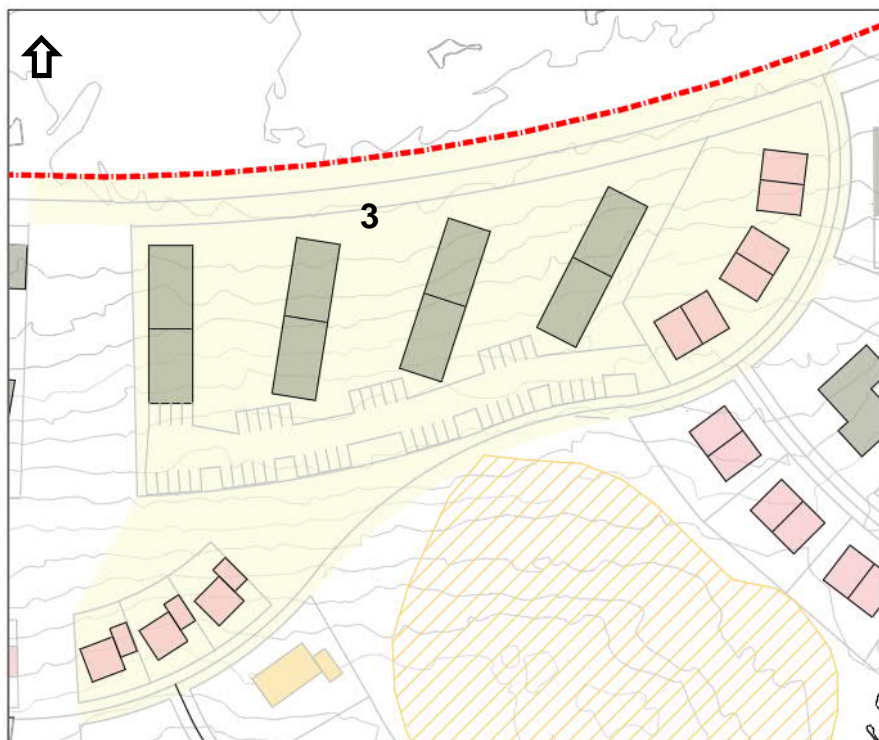
Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,11 ha och beräknas generera flödet 17 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 97 l/s vid 10-årsregn (från 17 till 114 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

### 4.3 DELOMRÅDE 3

Avrinning sker mot Norra diket/Toppebäcken. Tillrinning från naturmark söder om föreslagna flerbostadshus uppgår till ca 1 062 m<sup>2</sup> och bidrar till flödet inom 20 minuter. Övrig kvartersmark och vägar bidrar till flödet inom 10 minuter.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 18 procent, tomt med flerbostadshus: 42 procent, parhus: 10 procent, småhus: 5 procent, naturmark: 25 procent.



Figur 17. Delområde 3 markerat med gult.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 6:

Tabell 6. Framtida dagvattenflöde delområde 3, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	1,29	0,69	285	<b>200</b>
20	1,40	0,78	189	134

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter eftersom dagvatten från de hårdgjorda ytorna (som genererar stort flöde) bedöms bidra till flödet vid 10 minuters varaktighet.

Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,71 ha och beräknas generera flödet 32 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 168 l/s vid 10-årsregn (från 32 till 200 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

## 4.4 DELOMRÅDE 4

Delområdet är indelat i 4A och 4B. Detta p g a att den östra delen, som idag avrinner naturligt mot en lågzon i åkermarken, öster om planområdet. I västra delen sker avrinning mot norra diket/Toppebäcken. I denna utredning har det undersökts om avvattning kan ske med självfall mot södra diket för 4B. För att detta ska vara möjligt krävs en markhöjning på ca 1 meter för ny bebyggelse i 4B, alternativt att södra diket fördjupas på en sträcka av ca 500 meter, läs vidare i kap. 5.5. Område 4B kan emellertid avvattnas mot det ledningsstråk för dagvatten som finns öster om planområdet. Läs vidare om detta i kap. 5.5. Avledning med självfall mot norra diket/Toppebäcken är även möjligt; för att åstadkomma detta krävs dock en ledning längs ett lågstråk norr om aktuellt planområde. I västra delen (4A) sker avrinning mot fastighet 1:2 och vidare mot Toppebäcken.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 9 procent, Tomter med flerbostadshus: 20 procent, villatomter: 48 procent, naturmark: 22 procent.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 7.



Figur 18. Delområde 4 markerat med grönt. Befintlig avrinningsområdesgräns (vattendelare) visas med violett linje.

Tabell 7. Framtida dagvattenflöde delområde 4, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	1,83	0,79	285	<b>227</b>
20	2,34	0,85	189	160

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter eftersom dagvatten från de hårdgjorda ytorna (som genererar stort flöde) bedöms bidra till flödet vid 10 minuters varaktighet.

I befintlig situation sker avrinningen från naturmarken både västerut och österut. Den andel som rinner västerut (mot Toppebäcken) uppgår till ca 56 procent. Det flöde som idag genereras från den delen har en reducerad area på ca 0,13 ha och beräknas generera flödet 20 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Framtida flöde i 4A uppgår till ca 76 l/s. Flödet ökar därmed med 56 l/s vid 10-årsregn (från 20 till 76

l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Preliminärt behöver en fördröjningsvolym om **36 m<sup>3</sup>** skapas för delområde 4A, se kap. 5.4.

Dagvatten som faller på område 4B avrinner idag mot åkermarken öster om planområdet. I en framtida situation finns möjlighet att leda dagvattnet med självfall mot Toppebäcken, alternativt kan dagvattnet efter fördröjning avledas med självfall till ledningsstråk öster om planområdet. Efter avstämning med beställaren har avledning mot Toppebäcken förkastats. Förslag på anslutning till ledningsstråk beskrivs i kapitel 5.5. Befintligt flöde vid 10-årsregn från 4B uppgår till ca 15 l/s och framtida klimatanpassat flöde beräknas uppgå till 138 l/s. Den fördröjningsvolym som krävs för att inte framtida flöde upp till 10-årsregnet ska öka uppgår till **102 m<sup>3</sup>**, se kap 5.5.

## 4.5 DELOMRÅDE 5

Befintlig avrinning från västra delen sker via lågzon söder om delområdet till Toppebäcken. I östra delen sker avrinning via /stenkistor/diken i åkermarken öster om planområdesgränsen till södra diket/Kyllingsån. Avrinningen från alla villatomter och vägar som tillkommer bedöms bidra till flödet inom 10 minuter. I en framtida situation föreslås dagvatten från delområdet avledas österut och anslutas till ledningsstråk öster om planområdet, se figur 26.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering: Vägar och GC-banor: 7 procent, villatomter: 90 procent, bebyggelse verksamhet: 2 procent, naturmark/övrigt: 1 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 8.

Tabell 8. Framtida dagvattenflöde delområde 5, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	2,12	0,81	285	<b>230</b>
20	2,12	0,81	189	152

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.



Figur 19. Delområde 5 markerat med violett. Befintlig vattendelare syns med mörkare violett linje.

Om delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area för den del som avrinner mot södra diket till 0,13 ha och beräknas generera flödet 19 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 211 l/s vid 10-årsregn (från 19 till 230 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Den fördröjningsvolym som krävs för att inte framtida flöde upp till 10-årsregnet ska öka vid dimensionerande regn uppgår till **191 m<sup>3</sup>**.

Dagvatten från västra delen av detta område *kan* ledas till Toppebäcken. För att lindra belastningen på Toppebäcken har det därför undersökts om hela delområde 5 kan avvattnas mot ledningsnät i öster vilket är möjligt. Huvudförslaget är därför att avleda mot ledningsstråk i öster.

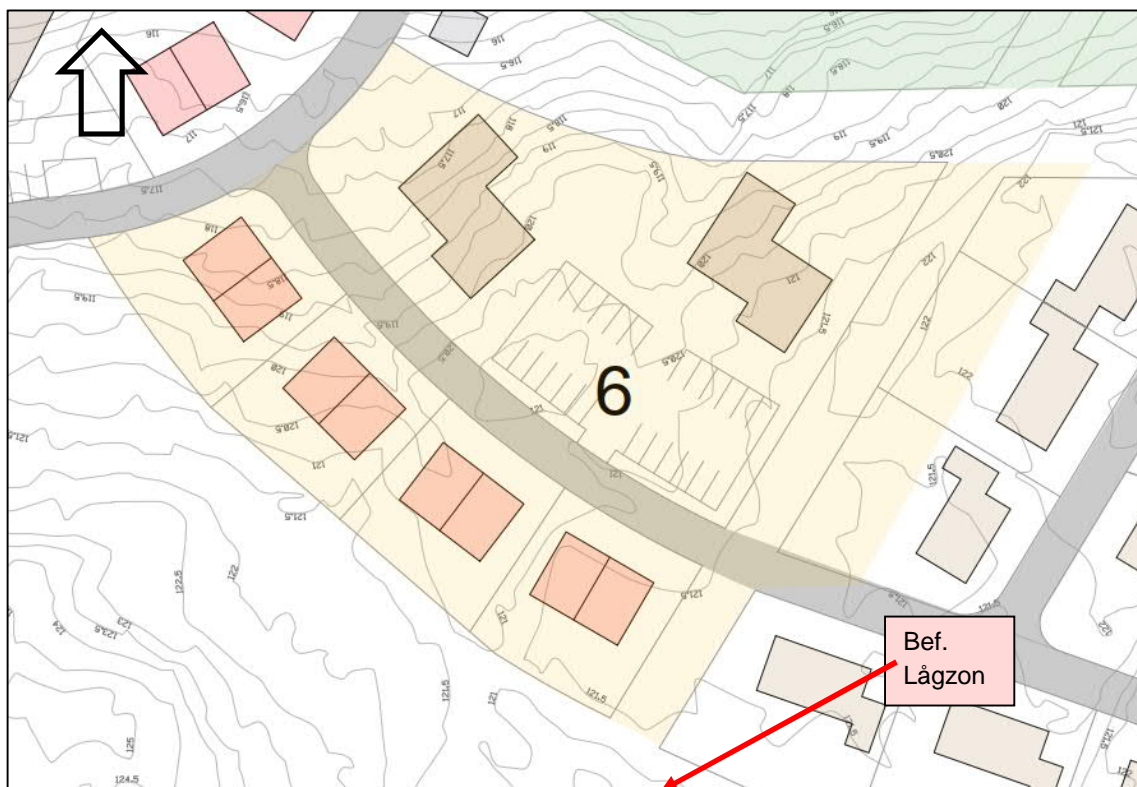
I de delar av tomterna där tomtmarken vetter mot lågzonen kan fortsatt avrinning från icke förorenande ytor ske mot lågzonen. Dessa ytor bör inte hårdgöras.

## 4.6 DELOMRÅDE 6

Avrinning sker mot Toppebäcken via fastighet 1:2. Del av avrinningen sker idag via lågzon som i sin tur avtappas i riktning nordväst genom planområdet. Natur- och kvartersmark samt avrinning från framtida vägar bedöms bidra till flödet inom 10 minuter.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 8,5 procent, tomter med flerbostadshus: 42 procent, parhus: 33 procent, naturmark: 16,5 procent.



Figur 20. Delområde 6 markerat med gult.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 9:

Tabell 9. Framtida dagvattenflöde delområde 6, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,70	0,30	285	85
20	0,70	0,30	189	56

Det största flödet uppkommer vid regnvaraktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,07 ha och beräknas generera flödet 16 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 69 l/s vid 10-årsregn (från 16 till 85 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

Avrinning som sker till lågzon kommer att minska i framtiden p g a att hårdgjorda delar av tomterna hanterar dagvattnet via ledningsnät. Det är dock sannolikt att viss avrinning till lågzonen kommer att äga rum även efter exploatering. Därmed måste en kontrollerad avtappning från lågzonen skapas. Enligt Naturvärdesinventering (2021-01-13, WSP) gynnas naturvärdena i lågzonen och nedströms ifall dagvatten med lågt föroreningsinnehåll tillförs lågzonen. Detta kan exempelvis vara avrinning från gräsytor.

## 4.7 DELOMRÅDE 7A-C

Området delas upp i A-C p g a nuvarande om framtida marklutning. Avrinning från 7A sker idag norrut och till stor del via lågzon öster om delområdet samt vidare i dike mot Toppebäcken via fastighet 1:2.



Dagvatten som faller på markytor tillhörande 7B avrinner i ost-sydostlig riktning mot södra diket.

Från 7C sker avrinning mot lågzonen öster om delområdet.

I ett framtida scenario bedöms att 7A kommer att avvattnas mot Toppebäcken (med fördröjning), område 7B avvattnas likt dagens situation och 7C kommer att kunna avvattnas mot södra diket och inte mot lågzonen. Avrinningen från vissa ytor inom 7C kommer att ske mot lågzonen och det rekommenderas att dessa ytor inte hårdgörs.

Natur- och framtida kvartersmark samt avrinning från framtida vägar bedöms bidra till flödet inom 10 minuter. Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 13,5 procent, villatomter: 86,5 procent.

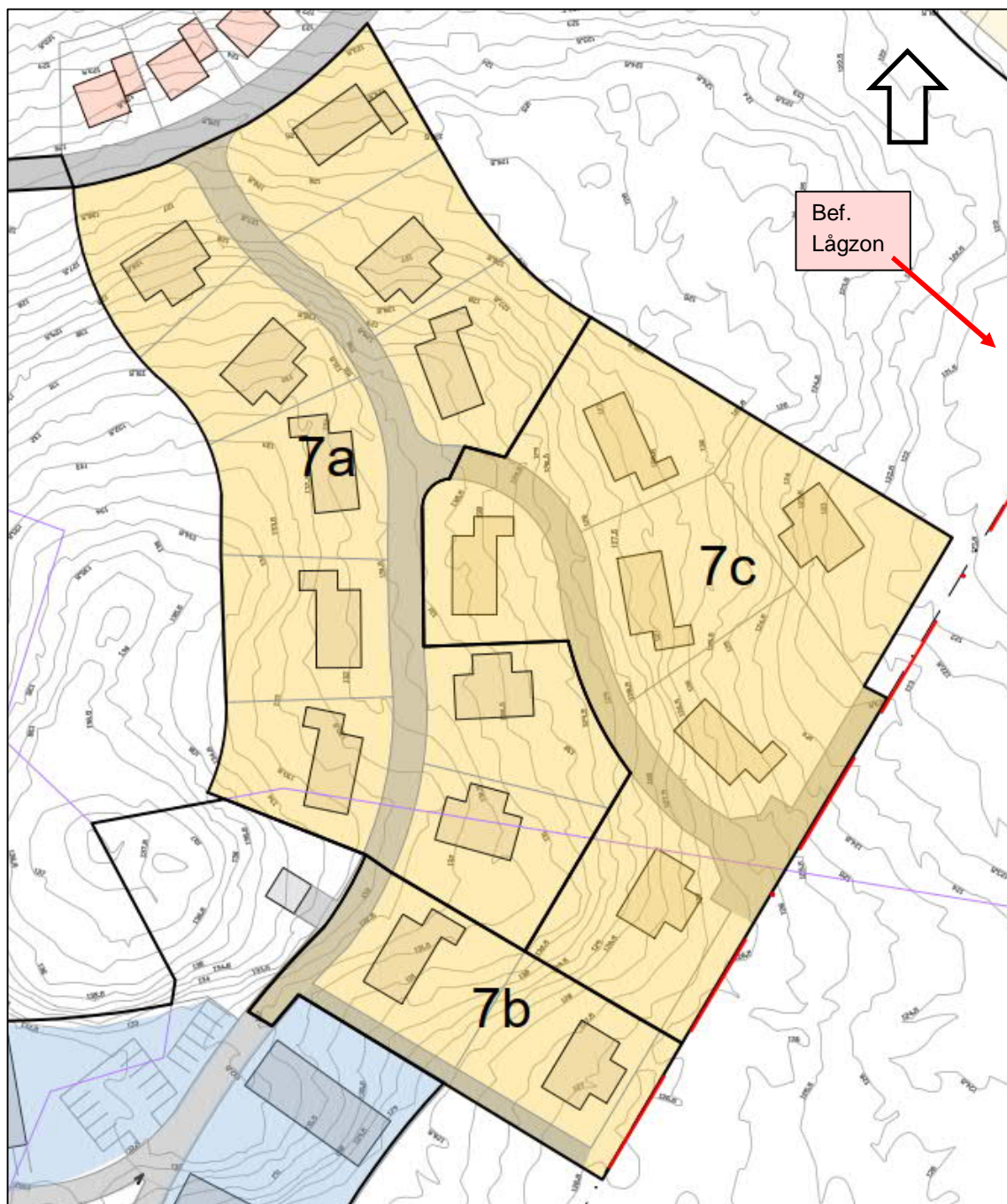
Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområde 7 A-C presenteras i tabellerna 10-12.

Tabell 10. Framtida dagvattenflöde delområde 7A, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,84	0,34	285	<b>98</b>
20	0,84	0,34	189	65

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,08 ha och beräknas generera flödet 19 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 79 l/s vid 10-årsregn (från 19 till 98 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

Det är sannolikt att viss avrinning till lågzonen i öster kommer att äga rum även efter exploatering (från tomternas östra delar). Därmed måste en kontrollerad avtappning från lågzonen skapas. Om dagvatten med lågt föroreningsinnehåll avtappas mot lågzonen gynnas naturvärdena enligt Naturvärdesinventering.



Figur 21. Delområde 7A-C markerat med gult

#### 4.7.1 Delområde 7B

Diffus avrinning sker mot Södra diket/Kyllingsån. Rinntiden uppgår till 10 minuter före och efter exploatering.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 10,5 procent, villatomter: 89,5 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 11.

Tabell 11. Framtida dagvattenflöde delområde 7B, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,19	0,08	285	17
20	0,19	0,08	189	11

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,02 ha och beräknas generera flödet 8 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 9 l/s vid 10-årsregn (från 8 till 17 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Om avledning med självfall ska kunna vara möjligt kommer framtida avledning ske mot södra diket och Kyllingsån.

#### 4.7.2 Delområde 7C

Befintlig avrinning sker mot lågzonen öster om delområdet. Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 14 procent, Villatomter. 86 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 12.

Tabell 12. Framtida dagvattenflöde delområde 7C, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,63	0,26	285	74
20	0,63	0,26	189	49

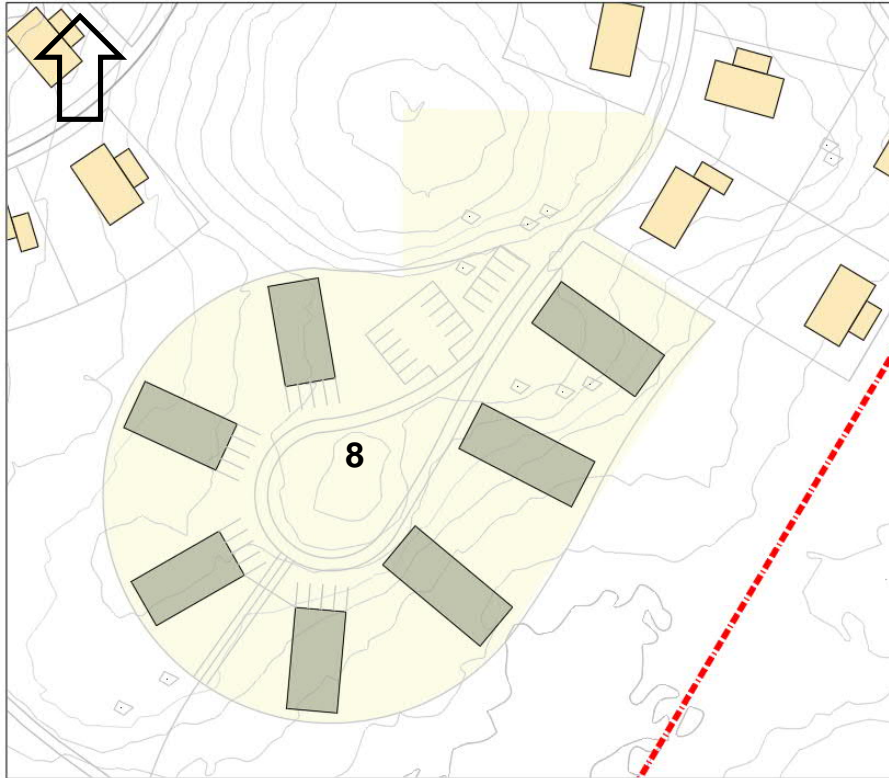
Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,06 ha och beräknas generera flödet 14 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 60 l/s vid 10-årsregn (från 14 till 74 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Om avledning med självfall ska kunna vara möjligt kommer framtida avledning ske mot södra diket och Kyllingsån. Eventuellt kan den villatomt som ligger närmast befintlig lågzon fördröja separat och avvattna mot lågzonen. Alternativet är att denna tomt avvattnas mot södra diket.

#### 4.8 DELOMRÅDE 8

Diffus avrinning sker mot lågpunkter med koppling till södra diket/Kyllingsån samt i västra delen mot lågpunkter/fastigheter vid Korsnäbbsgatan. Rinntiden inom området uppgår till 10 minuter före och efter exploatering. Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och gc-banor: 8 procent, Tomter med flerbostadshus: 73 procent, naturmark: 19 procent.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 13.



Figur 22. Delområde 8 markerat med gult.

Tabell 13. Framtida dagvattenflöde delområde 8, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,90	0,40	285	<b>115</b>
20	0,90	0,40	1890	76

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,09 ha och beräknas generera flödet 21 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 94 l/s vid 10-årsregn (från 21 till 115 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Omgivande marknivåer innebär att framtida avledning med självfall fortsatt måste ske till södra diket och Kyllingsån ifall marken ej höjs.

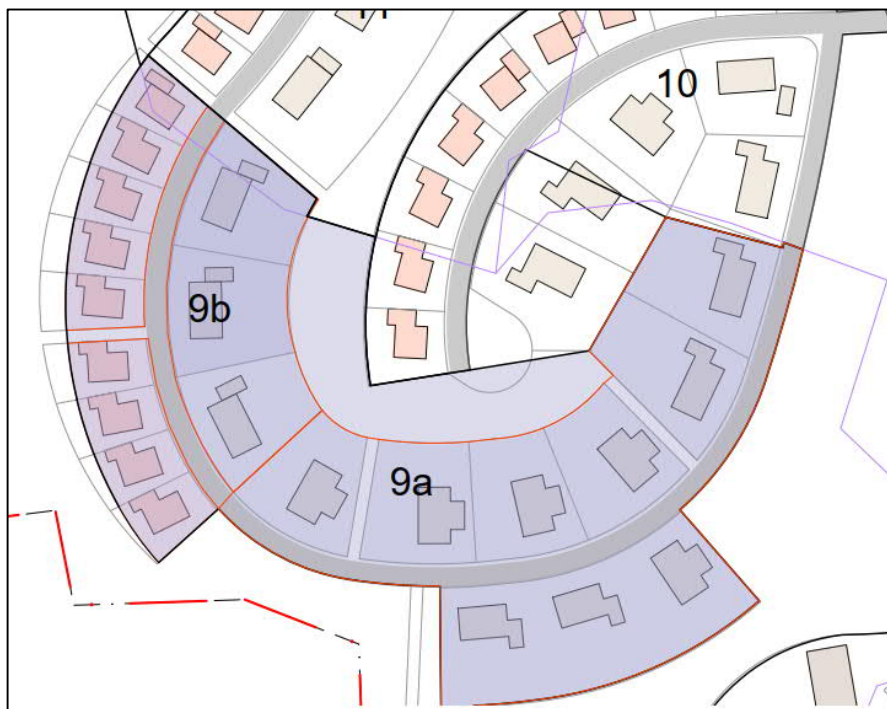
Enligt preliminär höjdsättning av tomter kommer marken att höjas och ligga på +132 till +132,5 för delområdet. Det innebär att det finns förutsättningar för att leda dagvatten via ledningsnät i gata norrut mot Toppebäcken.

#### 4.9 DELOMRÅDE 9 A OCH B

Diffus avrinning sker i huvudsak mot bebyggelse vid Lövsångaregatan och Näktergalsgatan. Rinntiden inom planområdet uppgår till 20 minuter före och 10 minuter efter exploatering.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 10 procent, villatomter: 62 procent, gruppbyggda småhus: 15 procent, naturmark: 13 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning uppdelad för delområde A och B presenteras i tabellerna 14-15.



Figur 23. Delområde 9 markerat med violett.

Tabell 14. Framtida dagvattenflöde delområde 9a, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,90	0,33	285	<b>76</b>
20	0,90	0,33	189	51

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.

Om hela delområde 9a ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,09 ha och beräknas generera ett flöde uppgående till 21 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 55 l/s vid 10-årsregn (från 21 till 76 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

Enligt uppgift från Vårgårda kommun kan befintligt ledningsnät för dagvatten inte belastas med ökat flöde. Inte heller Toppebäcken ska belastas mer än vad som är oundvikligt beroende på topografiska förhållanden. Tre alternativ har därvid undersökts för att hantera dagvatten från delområde 9. Samtliga förslag innebär att dagvattnet fördröjs inom planområdet; fördröjt flöde leds bort från planområdet.

Alternativ nr 1 skulle vara att utöka dimensionerna på befintligt ledningsnät för dagvatten (via rörspräckning eller annan metod) och sedan ansluta med fördröjt flöde från delområdet till befintligt ledningsnät vid en eller två platser (Lövsångaregatan alt. Näktergalsgatan).

Alternativ 2 är att samla ihop dagvatten från delområdet och uppföra en pumpstation för dagvatten. Dagvattnet skulle då pumpas ca 150 meter i sydlig och sydostlig riktning för att sedan rinna med självfall mot södra diket.

Alternativ 3 är att fördröjt flöde från 9a leds med självfall (med något djupare schakt) endera via befintligt lågområde norr om Korsnäbbsgatan, alternativt med självfallsledning ca 450 meter innan det sedan släpps i öppet dike som leder ned mot södra diket. Område 9a avser nio villor samt vägavvattnig. Område 9b skulle fördröja och släppa dagvatten vidare mot Toppebäcken. Läs vidare i kapitel 5.12.

Framtida flöde för delområde 9b framgår av tabell 15.

Tabell 15. Framtida dagvattenflöde delområde 9b, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,58	0,25	285	71
20	0,58	0,25	189	47

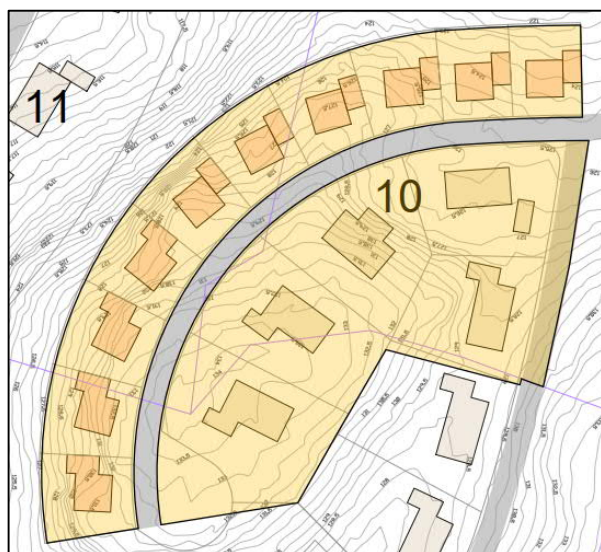
Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.

Om hela delområde 9b ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,06 ha och beräknas generera ett flöde uppgående till 13 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 58 l/s vid 10-årsregn (från 13 till 71 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Fördröjt flöde leds till norra diket/Toppebäcken, se kap 5.12.

## 4.10 DELOMRÅDE 10

Diffus avrinning sker idag till största delen mot fastighet 1:2 och vidare mot norra diket/Toppebäcken. Framtida flöde från planområdet bidrar inom 10 minuter. Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 16 procent, villatomter: 35 procent, gruppbyggda småhus: 48 procent, naturmark: 1 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 16.



Figur 24. Delområde 10 markerat med gult.

Tabell 16. Framtida dagvattenflöde delområde 10, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,70	0,35	285	<b>99</b>
20	0,70	0,35	189	66

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,07 ha och beräknas generera flödet 16 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 83 l/s vid 10-årsregn (från 16 till 99 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

#### 4.11 DELOMRÅDE 11

Diffus avrinning sker idag mot delvis mot bebyggelse vid Rapphönegatan och delvis mot norra diket/Toppebäcken. Rinntiden inom planområdet uppgår till 10 minuter före efter exploatering. Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

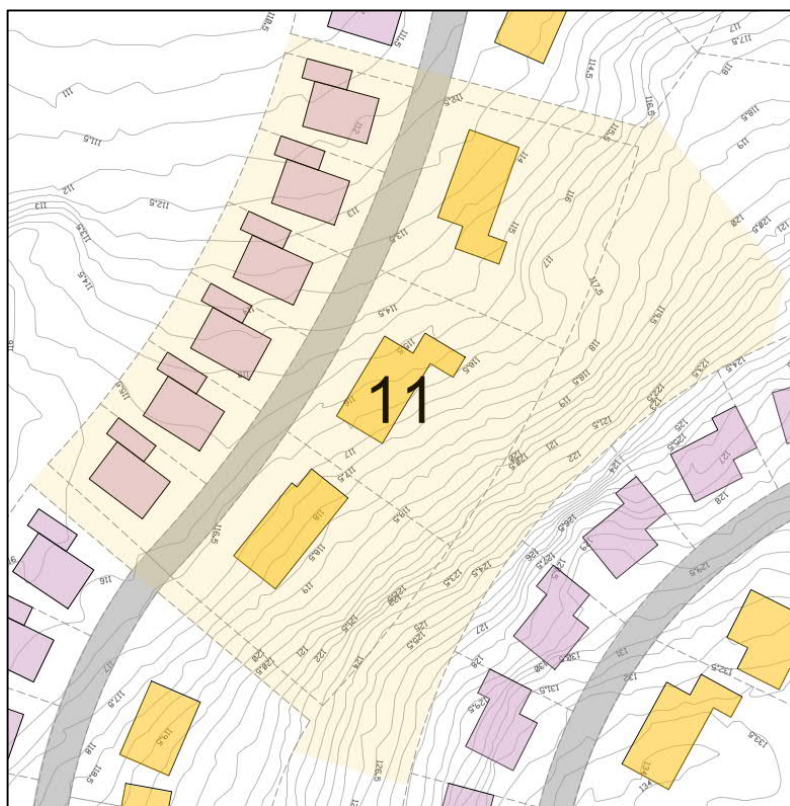
Vägar och GC-banor: 7 procent, villatomter: 41 procent, gruppbyggda småhus: 23 procent, naturmark: 29 procent.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 17.

Tabell 17. Framtida dagvattenflöde delområde 11, 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	0,66	0,23	285	<b>65</b>
20	0,66	0,23	189	43

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.



Figur 25. Delområde 11 markerat med gult.

Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,07 ha och beräknas generera flödet 15 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 50 l/s vid 10-årsregn (från 15 till 65 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Framtida avledning av dagvatten föreslås ske mot norra diket och ny ledning mot Fagrabovägen och vidare mot Toppebäcken.



## 5 FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH KOPPLING TILL RECIPIENT

Erforderliga fördröjningsvolymerna är beräknade utifrån att befintligt flöde ut från de tomter som bebyggs inom planområdet inte ska öka. Ökat flöde som uppkommer inom obebyggd mark hanteras via avskärande diken. Ambitionen är att belastningen mot Toppebäcken inte ska öka och att anslutningar mot befintligt ledningsnät undviks.

Fördröjningsvolymerna har beräknats för två olika scenarier. Dels har volymer beräknats för samlade fördröjningsytor på allmän platsmark och dels för fördröjning lokalt inom fastighet. Förslagen framgår av bilaga 2 och 3. Enligt överenskommelse med Vårgårda kommun har förslaget med samlad fördröjning på allmän platsmark (bilaga 2) förts fram som huvudförslag. Anläggningarnas placering har föreslagits baserat på befintliga markhöjder samt med beaktande av preliminär höjdsättning av tomter. Framtida fortsatt höjdsättning av tomter och vägar kan komma att innebära att placeringen av fördröjningsanläggningarna kan komma att flyttas något. I förslag till höjdsättning av tomter (211130) framgår det att på vissa platser höjs marken så att självfall till ledningsnät i gata möjliggörs.

Bland de delområden som avvattnas mot Toppebäcken har makadammagasin/krossdiken föreslagits för de delområden som ligger närmast Fagrabovägen. Anledningen till detta är det då säkerställs att rening kan ske innan dagvattnet lämnar planområdet.

I detaljprojekteringskedet behöver nya beräkningar utföras avseende erforderlig fördröjning för de enskilda fastigheterna då detaljeringsgraden på nuvarande underlag innebär att framtida hårdjordhetsgrad uppskattats schablonmässigt. I bilaga 2 och 3 visas uppskattad utbredning för föreslagna krossdiken, makadammagasin, sedimentationsmagasin och kassetmagasin som fördröjer dagvatten så att flödet från den bebyggda ytan inte ökar upp till och med 10-årsregn. Vidare illustreras avskärande diken som hanterar avrinning från naturmark samt förslag på hantering av flöde från lågzon.

I följande beräkningar har regnets varaktighet satts till 10 minuter eftersom avrinningen från exploaterad yta sker snabbare än i naturmark. Utflödet har tagits fram via flödesberäkning på befintlig yta (naturmark).

### 5.1 DELOMRÅDE 1

Delområdet innefattar radhusbebyggelse (1 990 m<sup>2</sup>) och gruppbyggda småhus (3 130 m<sup>2</sup>). Tabell 18 visar erforderlig fördröjning för delområde 1 baserat på bygghusetyp och ytstorlek.

Tabell 18. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 1 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bygghusetyp	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimatfaktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Radhus	1 990	0,08	285	23	5	12
Grupp småhus	3 130	0,16	285	45	7	28

De två hustyperna har varsin plats för fördröjning, se bilaga 2 och 3. Fördröjningen för de gruppbyggda småhusen kan eventuellt slås samman med fördröjningen för intilliggande gruppbyggda småhus. Vägdayvatten hanteras i förslaget vägdike. Avledning av fördröjt flöde sker mot Toppebäcken.

## 5.2 DELOMRÅDE 2

Delområdet innefattar radhusbebyggelse (4960 m<sup>2</sup>), villor (1530 m<sup>2</sup>) och gruppbyggda småhus (820 m<sup>2</sup>). Erforderlig fördröjning för delområde 2 baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 19.

Tabell 19. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 2 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Radhus	4 960	0,20	285	56	10	33
Villor	1 532	0,05	285	15	4	7
Grupp småhus	820	0,04	285	12	2	7

Vägdagvatten hanteras i föreslaget vägdike. Avledning av fördröjt flöde sker mot Toppebäcken.

## 5.3 DELOMRÅDE 3

Området kommer att bestå av flerbostadshus (6 915 m<sup>2</sup>) i norra delen, parhus (1 825 m<sup>2</sup>) i östra delen och 3 st gruppbyggda småhus (860 m<sup>2</sup>) i södra delen. Erforderlig fördröjning för delområde 3 baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 20.

Tabell 20. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 3 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Flerbostads- hus, Parhus	8 740	0,42	285	120	25	60
Grupp småhus	860	0,04	285	12	2,5	6

I bilaga 2 syns två fördröjningsmagasin på 30 m<sup>3</sup> var, ämnat för flerbostads- och parhusen. Småhusen i söder fördröjer dels i ytan mellan delområde 2 och 3 samt dels i vägen mellan delområde 3 och 4 (totalt 6 m<sup>3</sup>). Vägdagvatten hanteras i föreslaget vägdike. Vidare avledning av fördröjt flöde sker mot Toppebäcken.

## 5.4 DELOMRÅDE 4A

Området kommer att bestå av flerbostadshus (ca 4 510 m<sup>2</sup>) och naturmark (östra delen). Erforderlig fördröjning för delområde 4a baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 21.

Tabell 21. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 4a där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Flerbostads- hus+ natur	8 515	0,27	285	76	20	36

Kassetmagasin under GC-bana föreslås fördröja bebyggda ytor. Vägdagvatten hanteras i föreslaget vägdike. Vidare avledning av fördröjt flöde sker via nytt dike mot Toppebäcken.

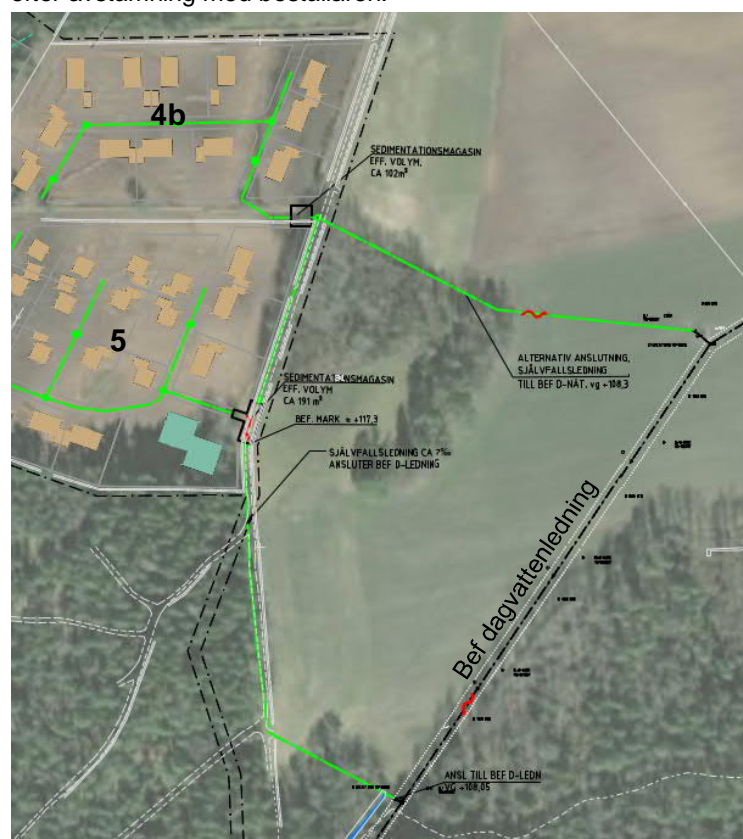
## 5.5 DELOMRÅDE 4B

Området består av 3 grupper med villatomter (5 700, 3 130, 2 550 m<sup>2</sup>) samt lokalgator. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 22. Från detta delområde sker avrinning till en mindre del mot Toppebäcken, men till största delen mot åkermark och södra diket. Kolumnen *Utflöde* visar vilket flöde som enbart avrinner mot södra diket i dagsläget. I detta delområde har ett förslag tagits fram som innebär att vatten ska avledas till befintlig dagvattenledning öster om planområdet.

Tabell 22. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 4b där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse-typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat-faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Villor & lokalvägar	12 475	0,39	285	138	15,5	102

Efter inmätningar av södra diket kan det konstateras att avledning med självfall till diket inte är möjligt med nuvarande höjdsättning av tomtmarken vid 4B. Det är dock möjligt att leda dagvatten med självfall till det parallellt liggande ledningsstråket då detta ligger djupare än diket. Förslag till fördröjning innebär att magasin skapas och att dessa magasin även hanterar lokalgatans dagvatten. Dagvattnet avrinner sedan med självfall mot befintligt ledningsnät för dagvatten, se figur 26 och bilaga 2. I det förslag som tagits fram leds dagvattnet längs kanten på åkermarken (fastighet 3:1) söderut. Alternativt skapas ett ledningsstråk österut, se figur 26. Totalt visas förslag på en samlad fördröjningsvolym om 102 m<sup>3</sup>. Det är höjdmässigt *möjligt* att leda dagvatten från 4B mot Toppebäcken, men detta förslag har förkastats efter avstämning med beställaren.



Figur 26. Förslag till fördröjning och anslutning från delområde 4b och 5.

## 5.6 DELOMRÅDE 5

Området består av 23 villatomter och en tomt med verksamhet. Eftersom det finns förslag att leda dagvatten från 4B mot befintligt ledningsstråk i öster så kan dagvatten från detta delområde ledas i samma stråk med självfall mot befintligt dagvattenstråk, se figur 26 och bilaga 2. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelseyp och ytstorlek visas i tabell 23.

Tabell 23. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 5 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Villor, lokalvägar, verksamhet	21 150	0,81	285	230	19	191

Vägdagvatten föreslås fördröjas i mindre vägdiken (visas ej i bilaga). Fördröjning föreslås ske i kassett- eller sedimentationsmagasin. Avledning från sedimentationsmagasinet sker till släppbrunn och vidare söderut i samma ledningsnät som för delområde 4b mot södra diket.

## 5.7 DELOMRÅDE 6

Området består av två tomter med flerbostadshus (2 940 m<sup>2</sup>) samt 4 tomter med parhus (2 135 m<sup>2</sup>). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelseyp och ytstorlek visas i tabell 24.

Tabell 24. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 6 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Parhus	2 330	0,09	285	26	6	14
Flerbostad	2 940	0,15	285	42	7	25

I bilaga 2 har alla fördröjningsmagasin schematiskt placerats i intilliggande lokalgata. En utmaning här är markens lutning. I detaljprojekteringskedet kan det undersökas om fördröjningsvolymerna kan ligga mer samlat. Vidare avledning sker via vägdike längs ny huvudväg, mot Toppebäcken. Bebyggelse närmast lågzonen kan tillåta att dagvatten med lågt föroreningsinnehåll avrinner till denna lågzon. Lågzonen avvattnas i separat ledningsnät.

## 5.8 DELOMRÅDE 7A

Området består av 10 villatomter (7 212 m<sup>2</sup>) och ca 1 150 m<sup>2</sup> vägyta. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelseyp och ytstorlek visas i tabell 25.

Tabell 25. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 7a där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Villor inkl. väg	8 363	0,41	285	98	19	55

Fördröjning är schematiskt utplacerat intill lokalväg, norr om delområde 3, se bilaga 2. Markens lutning kan innebära en utmaning.

## 5.9 DELOMRÅDE 7B

Området består av två villatomter och tillhörande väg (1 890 m<sup>2</sup>) som kommer att behöva avleda dagvatten österut mot södra diket. Erforderlig fördröjning visas i tabell 26.

Tabell 26. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 7b där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse-typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat-faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Villor inkl väg	1 890	0,07	285	21	4	12

Fördröjningsmagasinet föreslås placeras i lokalgatan med erosionsskyddat utlopp mot befintligt rinnstråk, se bilaga 2.

## 5.10 DELOMRÅDE 7C

Området är knappt 6 300 m<sup>2</sup> och kommer att bestå av 6 villatomter där den ostligast belägna tomten kan behöva hantera dagvattnet separat. Erforderlig fördröjning för hela delområdet visas i tabell 27.

Tabell 27. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 7c där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse-typ	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat-faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
Villor inkl. väg	6288	0,26	285	74	14	42

Dagvattenflödet föreslås fördröjas i vändzonen vid planområdesgräns. Alternativt används nedströms lågzon som fördröjningsyta. I bilaga 2 har en separat fördröjningsvolym skapats för tomt och bebyggelse närmast lågzonen.

## 5.11 DELOMRÅDE 8

Delområdet bebyggs med 7 flerbostadshus (≈6 600 m<sup>2</sup>) inkl p-tytor och väg/gc (≈700 m<sup>2</sup>). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelse och ytstorlek visas i tabell 28.

Erforderlig volym, 70 m<sup>3</sup>, föreslås placeras under gång- och cykelväg som leder in till området från sydväst, se bilaga 2. Alternativt placeras fördröjning i naturligt lågstråk öster om föreslagen bebyggelse med erosionsskyddat utlopp mot befintligt rinnstråk. Vidare avledning sker mot södra diket och Kyllingsån.

Tabell 28. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 8 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Regnets varaktighet	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimat-faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
(min)	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> )
10	7 320	0,39	285	111	17	56
20	7 320	0,39	189	74	17	67
30	7 320	0,39	145	56	17	70
40	7 320	0,39	119	46	17	69

## 5.12 DELOMRÅDE 9

Delområdet bebyggs med friliggande villor ( $\approx 9\ 300\text{m}^2$ ) och i västra delen gruppbyggda småhus ( $\approx 2\ 370\text{m}^2$ ). För delområde 9A (9 villatomter) är förslaget att dagvattnet leds ned till naturlig lågpunkt nära den nya lokalgatan där ett fördröjningsmagasin anläggs, se bilaga 2. Från magasinet leds dagvatten med självfallsledning till lågområdet norr om Korsnäbbsgatan alternativt fortsatt vidare i ost-sydostlig riktning. Utlopp till naturligt rinnstråk kan ske ca 450 meter från föreslagna fördröjningsanläggning. Vid lågpunkten norr om Korsnäbbsgatan finns en kupolbrunn i dagsläget. Det bör undersökas om denna kupolbrunn har koppling till befintligt ledningsnät för dagvatten i Korsnäbbsgatan eller om det finns ett bräddutlopp någonstans i naturmarken. Ifall ett bräddutlopp finns kan det vara ett alternativ att tillåta dagvattnet från delområde 9A att släppas i lågzonen. I kapitel 4.9 beskrivs de olika alternativ som undersökts för att undvika att ansluta till befintligt dagvattennät, samt att undvika att leda dagvattnet mot Toppebäcken.

För delområde 9B föreslås att dagvattnet leds norrut, via delområde 11, mot Toppebäcken. Erforderlig fördröjning för 9A och 9B visas i tabellerna 29 och 30.

Tabell 29. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 9a där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area  ( $\text{m}^2$ )	Reducerad area  (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor  ( $\text{l/s}\cdot\text{ha}$ )	Framtida flöde  ( $\text{l/s}$ )	Utflöde (bef flöde exkl klimat- faktor) ( $\text{l/s}$ )	Erforderlig volym  ( $\text{m}^3$ )
Villor+lokalväg	9 012	0,33	285	76	21	36

Huvudförslaget är att avvattna 9 villor i nytt ledningsnät via lågzon norr om Näktergalsgatan och att släppa dagvattnet ca 270 meter öster om denna lågzon. Avrinning sker sedan ytligt mot södra diket. Erforderlig fördröjning för delområde 9B visas i tabell 29.

Tabell 30. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 9b där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area  ( $\text{m}^2$ )	Reducerad area  (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor  ( $\text{l/s}\cdot\text{ha}$ )	Framtida flöde  ( $\text{l/s}$ )	Utflöde (bef flöde exkl klimat- faktor) ( $\text{l/s}$ )	Erforderlig volym  ( $\text{m}^3$ )
Villor, småhus, lokalväg	5 837	0,25	285	71	13	41

Fördröjning skapas förslagsvis väster om delområde 11, se bilaga 2.

## 5.13 DELOMRÅDE 10

Delområdet bebyggs med 3 villor ( $2\ 487\text{m}^2$ ) och 10 gruppbyggda småhus ( $3\ 400\text{m}^2$ ). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelse och ytstorlek visas i tabell 31.

Tabell 31. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 10 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area  ( $\text{m}^2$ )	Reducerad area  (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor  ( $\text{l/s}\cdot\text{ha}$ )	Framtida flöde  ( $\text{l/s}$ )	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym  ( $\text{m}^3$ )
Villor	2 487	0,09	285	25	6	13
Grupp småhus	3 400	0,17	285	25	8	29

Avledning föreslås ske mot förslaget större magasin mellan delområde 2 och 3 samt sedan vidare mot Toppebäcken, se bilaga 2.

## 5.14 DELOMRÅDE 11

Delområdet bebyggs med 3 villor (2 717 m<sup>2</sup>) och 6 gruppbyggda småhus (1 535 m<sup>2</sup>). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 32.

Tabell 32. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 11 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area  (m <sup>2</sup> )	Reducerad area  (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor  (l/s*ha)	Framtida flöde  (l/s)	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor) (l/s)	Erforderlig volym  (m <sup>3</sup> )
Villor	2 717	0,09	285	27	6	14
Grupp småhus	1 535	0,08	285	22	4	13

Villor föreslås avledas via lokalgata med fördröjning i dagvattenkassett. Småhusen föreslås avledas på nordöstra sidan med större samlad fördröjning i naturmarken mellan delområde 1 och 11. Här kan föreslaget fördröjningsmagasin från delområde 1 och delar av fördröjningen i delområde 2 samt 9b slås samman till ett större magasin, se bilaga 2. Vidare avledning av fördröjt flöde sker mot Toppebäcken.

## 5.15 KOPPLING TILL TOPPEBÄCKEN OCH KYLLINGSÅN

Tre alternativ att nå Toppebäcken har utretts där den mest framkomliga vägen är att ansluta till Toppebäcken via ledning från planområdets nordvästra hörn och ny gata ut mot Fagrabovägen. Från Fagrabovägen leds dagvattnet i ledning ca 320 meter i nordostlig riktning via en extra fördröjningsyta och sedan skapas utlopp i Toppebäcken. Toppebäcken behöver även erosionsskyddas där ny utloppsledning anläggs. För att klara självfall och undvika extremt djupa schakt kommer marken sannolikt att behöva höjas i det område där ny huvudväg passerar norra diket. Om detta görs är det viktigt att inga instängda områden skapas inom planområdet för att ytavrinning ska kunna möjliggöras vid extrema regn.

Där anslutning görs mot södra diket och Kyllingsån (utlopp från delområde 7b, 7c, 8 och 9a) behöver också erosionssydd skapas p g a att flödet koncentreras till specifika punkter.

Ledning från delområde 9a till södra diket föreslås följa de gång och cykelvägar som bevaras inom området i möjligaste mån. Som djupast beräknas ledningen ligga ca 5 meter under mark. I projekteringskedet behöver ledningsläget utredas vidare. Den kupolbrunn som idag finns i lågzonen norr om Korsnäbbsvägen behöver undersökas för att få klarhet i om den är ansluten till kommunalt ledningsnät eller om den har ett " eget " bräddutlopp.

### 5.15.1 Flödeskrav Tumberg mfl. DF 1920

Norr om planområdet finns ett markavvattningsföretag (*Tumberg mfl DF 1920*) och detta reglerar vilka flöden som får släppas till Toppebäcken. Eftersom delar av planområdets dagvatten p g a topografin behöver avledas till Toppebäcken behöver flödeskraven för dikningsföretaget beaktas. Efter avstämning med representanter för dikningsföretaget ska det maximala flöde som kan hanteras i den privata ledningen (ledningens maximala kapacitet) vid fastigheten Fagrabo 1:2 (se figur 8 och bilaga 1) vara styrande för den del av planområdet som behöver avtappa dagvatten mot Toppebäcken. Representanter för dikningsföretaget har själva uppskattat att maxflödet som kan hanteras i ledningen är 20 l/s. Flödeskravet ska då vara 20 l/s.

Bidragande ytor som avvattnas till Toppebäcken bedöms minska till följd av exploateringen då höjdsättningen och områdesindelningen medger att dagvatten från fler ytor kan ledas till södra diket.

Reducerad area ökar dock jämfört med nuläget (på grund av hårdgöring), vilket innebär att dagvatten ska fördröjas. För att beräkna flödet till den punkt precis innan dagvattnet lämnar planområdet och där samtliga föreslagna fördröjningsanläggningar genererar maximalt utflöde har modelleringsverktyget **Mike+ 2024** använts. Eftersom föreslagna anläggningar har olika avstånd till Fagrabovägen behöver man beakta rinntiderna från förslagna magasin för att få en uppfattning om vad maxflödet blir vid Toppebäcken i ett scenario där största avtappning sker från alla magasin samtidigt. Alla avstånd mellan fördröjningsmagasinen och den punkt där flödet lämnar området har därvid lagts in i modellen. Samma återkomsttid (10-årsregn) och regnintensitet som i övriga beräkningar har använts. Scenariot visar alltså ett extremt scenario där alla anläggningar avtappar maximalt utflöde vid den studerade nederbörden.

Resultatet från modelleringen visar att ett maxflöde om 130 l/s kan uppstå vid 10-årsregnet. För att kunna släppa ut maximalt 20 l/s behöver då ytterligare fördröjning skapas och erforderlig fördröjningsvolym uppgår enligt beräkningar i Mike+ till 400 m<sup>3</sup>. En yta belägen på fastigheten Fagrabo 1:15 1 (norr om museet) skulle kunna vara aktuell för fördröjning, se figur 27.

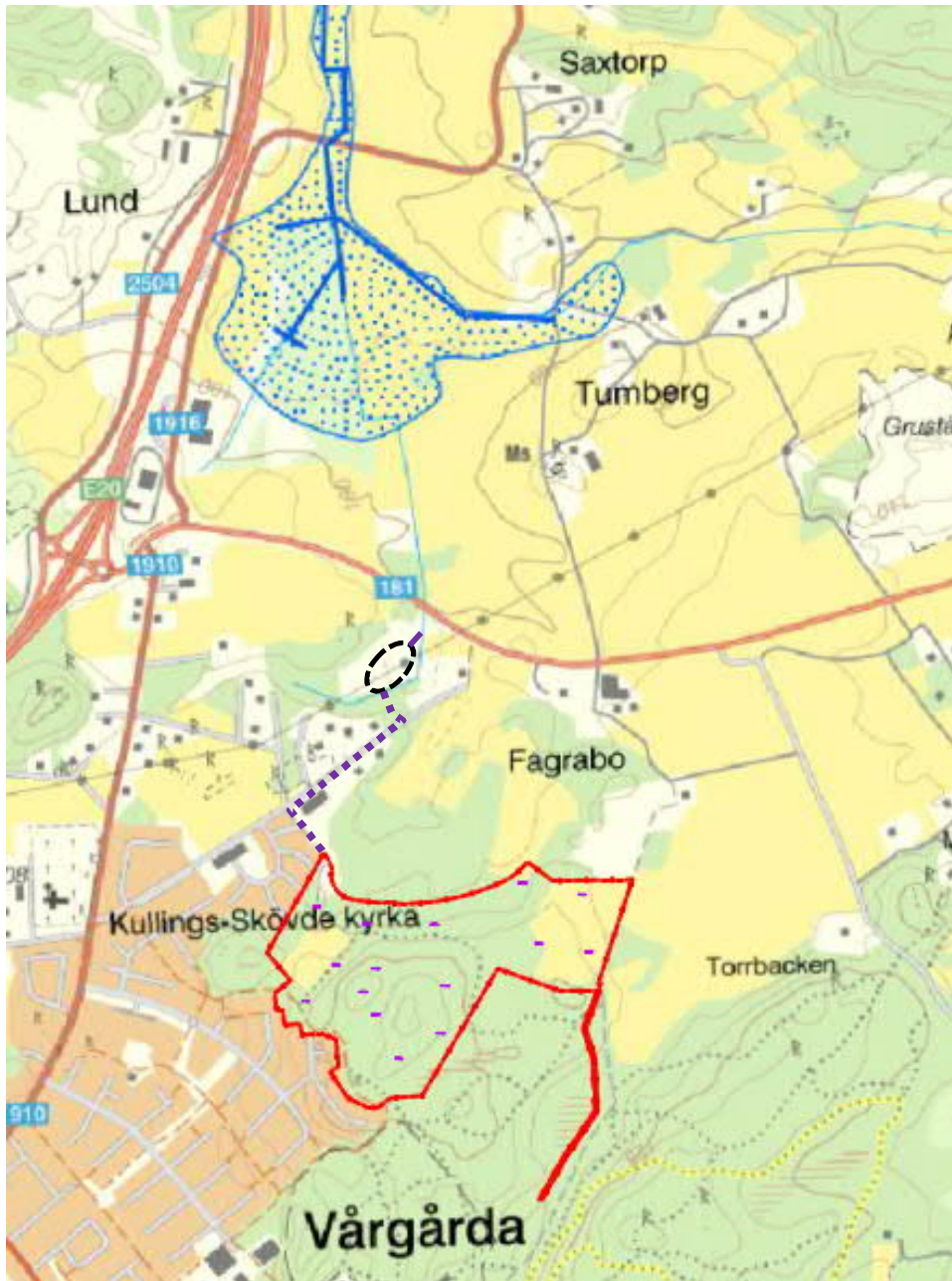
För att undersöka ytbehovet vid fastighet 1:15\_1 har en simulering av damm/våtmark utförts i programmet Scalgo Live. Följande justeringar av marken utfördes:

- En ca en meter hög vall mot Toppebäcken byggdes. Vallen hindrar flöden som släpps på fastighet 1:15\_1 att nå Toppebäcken.
- Marken innanför vallen sänktes med 0,5 meter.

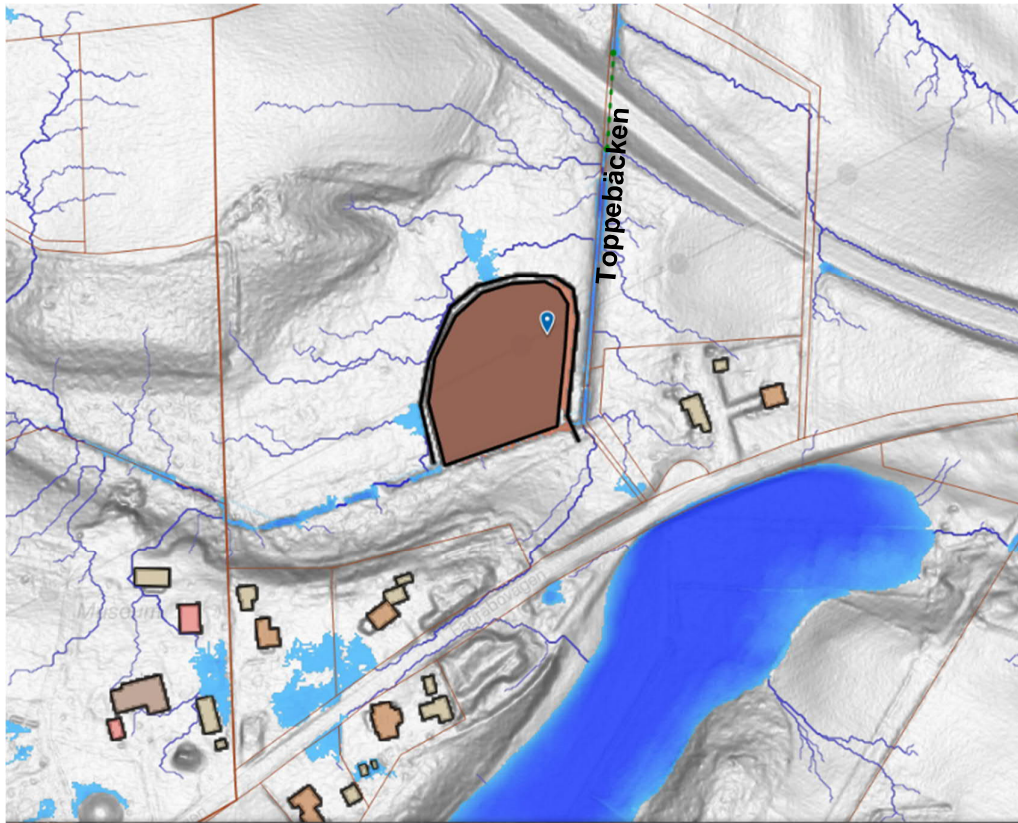
Totalt togs ca 0,5 hektar i anspråk i simuleringen. Resultatet från markjusteringen visar att det skapas ett instängt område som kan härbärgera ca 5 300 m<sup>3</sup> vatten vid denna plats se figur 28.

I bilaga 4 visas en möjlig yta för damm/våtmark som är större än vad som simulerats i Scalgo. Det finns därmed gott om plats för att utforma en väl tilltagen fördröjning med kontrollerad avtappning mot Toppebäcken.





Figur 27. Planområdet (röda linjer) i relation till södra delen av markavvattningsföretaget (blåprickat område). Föreslagen avvattningsväg, ledningar (violett). Föreslagen plats för fördröjning (svart ellips). Bakgrundskarta: Länsstyrelsen Västra Götaland, Informationskartan.



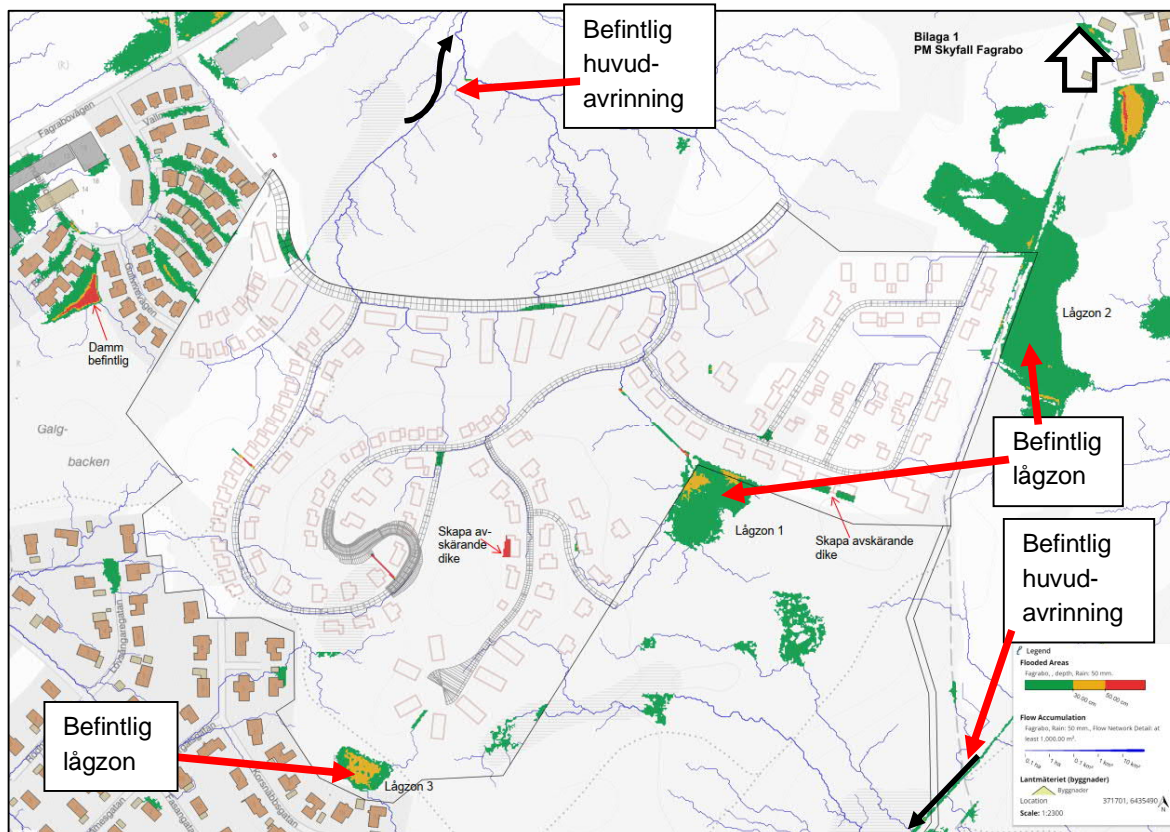
Figur 28. Simulerad vall och fördröjningsyta på del av fastighet 1:15 1 (brunt område) samt simulerad nederbörd (50 mm).  
Källa: Scalgo Live.

I simuleringen testades även maximalt nederbördspåslag (200 mm) och det var först vid ca 180 mm som det kunde skönjas att vällen till dammen/våtmarken riskerade att börja släppa förbi dagvatten från det instängda området. En fördröjning likt denna skulle därmed säkerställa att de vattenvolymer som uppstår kan kvarhållas och ett maxflöde på 20 l/s från lågzonen till Toppebäcken kan bibehållas även vid extrema nederbördsförhållanden. Lägsta volym som krävs (400 m<sup>3</sup>) överträffas med råge. Det dike i väster där tillrinning sker västerifrån avvattnar ca 9 hektar där ca 90 procent av marken utgörs av naturmark. Om en damm/våtmark anläggs enligt ovanstående kommer även detta dagvatten att fördröjas innan det släpps till Toppebäcken.

Enligt SGU består marken av kärrtorv i det aktuella området, och skattat jorddjup är 10-20 meter. Skifte av jordmassor kan därvid komma att behövas för att kunna skapa en hållbar vall mot Toppebäcken. Det rekommenderas att geotekniska undersökningar genomförs om området ska tas i anspråk.

## 6 SKYFALL EFTER EXPLOATERING

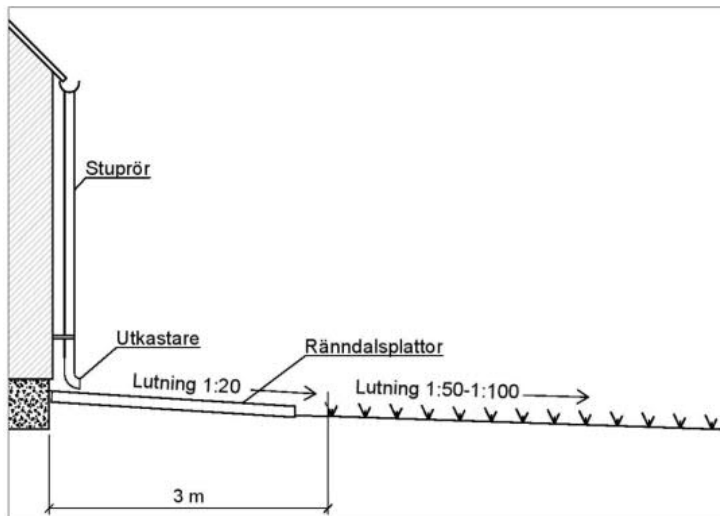
För att kunna visuellt visa hur planområdet påverkas av extremnederbörd har den föreslagna och preliminärt höjdsatta bebyggelsen och höjdsatta vägar vävts ihop med befintlig mark och ett 50 mm regn motsvarande det som syns i figur 10 har skapats i simuleringsprogrammet Scalgo.



Figur 29. Bilaga 1 ur PM Skyfall. Rinnvägar och lågpunkter med bebyggelse från preliminärt höjdsatt bebyggelseförslag. Ett regn på 50mm visas. Ungefärliga planområdesgränser visas med tunn svart linje. Bildkälla: Scalgo

I figur 29 visas inget schablonmässigt avdrag för det ledningsnät och fördröjningsanläggningar som föreslagits i denna utredning. Eftersom att dagvattensystem inte dimensioneras för att kunna hantera nederbörd vid extrema situationer kommer dagvatten vid skyfall att rinna över markytan och söka sig till lågpunkter när ledningsnät går fullt. Figur 29 visar att då rinnvägen bort från den befintliga lågzone i utkanten av planområdets östra del justerats blir inga intilliggande eller nedströms tomter översvämmade. Vid de platser längs vägar där vattensamlingar uppstår blir vattendjupet aldrig större än 17 cm enligt simuleringen. För ytterligare information kring simuleringen, se PM Analys skyfall (WSP 2023-06-30).

För att möjliggöra avledning vid 100-årsregn utan att byggnader kommer till skada behöver flera ytliga rinnvägar, exempelvis avskärande diken, skapas. Den princip som gäller är att inga instängda områden får skapas samt att vägar, diken och gc-stråk kan fungera som skyfallsleder. Svenskt Vatten rekommenderar att byggnader höjdsätts så att marken lutar bort från byggnaden med 5 procent (1:20) de första tre meterna, lutningen kan sedan avta. Se principskiss i figur 30.

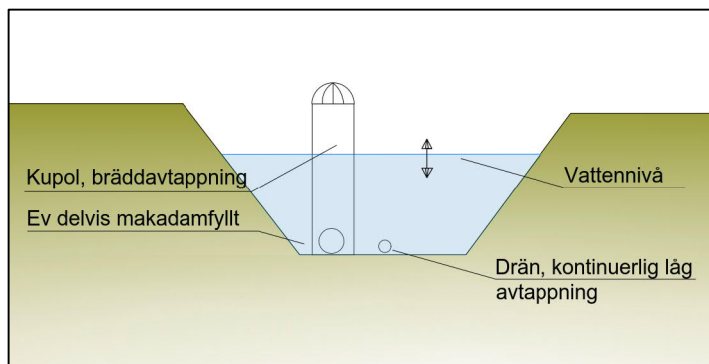


Figur 30. Princip för marklutning. Bilden visar exempel på avvattning från byggnad via vattenutkastare.  
Bildkälla: Höörs kommun/Svenskt Vatten 2011.

### 6.1.1 Förslag till skyfallsåtgärder

Tänkbara lösningar i planområdet är utförande av avskärande diken, flytt av befintligt dike från norra lågzonen samt anläggande av nya diken som anpassas till de nya vägarna.

Öppna eller delvis öppna diken kan som extra säkerhet förses med bräddavtappning i de delar av planområdet där nedströms bebyggelse riskerar översvämning om diket går fullt. Om diket har flack längslutning kan dräneringsledningar läggas i botten av diket för att säkerställa att diket töms mellan regntillfällena. se principutförande för dikesprofil i figur 31.



Figur 31. Förslag till principiell dikesutformning. Dikesslätans lutning beror på dikesdjup samt om diket stenfylls.

## 7 FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Syftet med föroreningsberäkningar är att uppskatta vilken påverkan förändringen i markanvändning har på dagvattnets innehåll av föroreningar, samt att bedöma hur mottagande recipient och dess miljö kvalitetsnormer kan komma att påverkas. 12 ämnen/ämnesgrupper har studerats.

De mängder och halter av föroreningar som planområdet genererar i nuläget och enligt plan har beräknats med verktyget StormTac (ver. 20.2.2) och redovisas i tabell 33 - 36.

Beräkningar i StormTac utgår ifrån schablonhalter för olika marktyper. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficient och area samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. Beräkningarna baseras på en årsnederbörd på 758 mm/år som är ett s.k. "korrigerat värde" för Vårgårda, baserat på statistik från SMHI.

För befintlig markanvändning har schablonhalter för *skogsmark*, *jordbruksmark*, *ängsmark*, *blandat grönområde* samt *kalhygge* använts.

För framtida markanvändning har schablonhalter för *villaområde*, *flerfamiljshusområde*, *radhusområde*, *småhusbebyggelse* samt *gräsyta* använts.

Storleken hos respektive område för nuläget samt enligt plan har uppskattats utifrån befintliga förhållanden via satellitkarta, platsbesök samt planskiss för framtida förhållanden. Målet är att för aktuell plan minimera ökningen av föroreningsmängderna/halterna efter den förändrade markanvändningen. Eftersom det är önskvärt att så mycket dagvatten som möjligt leds söderut ökar ytstorleken för uppkommande dagvatten som leds söderut efter exploatering samt minskar i ytstorlek från bidragande ytor som leds norrut efter exploatering. Därmed blir halter mer intressant att studera än mängder i detta fall.

### 7.1.1 Mängder

Tabell 33. Föroreningsmängder för nuläge och enligt plan, Toppebäcken, om ingen rening sker av dagvattnet samt reduktion som krävs för att ej försämrade från nuläge.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Behövd reduktion (%)
P	0.59	7,3	92
N	16	63	75
Pb	0.064	0,36	82
Cu	0.12	0,82	85
Zn	0.28	2,9	90
Cd	0.0020	0,018	89
Cr	0.031	0,23	86
Ni	0.043	0,24	82
Hg	0.00012	0,00064	81
SS	430	1700	74
Oil	2,4	17	86
BaP	0.000088	0,0015	94

Beräkningen i Stormtac visar att mängderna av samtliga ämnen i Toppebäcken ökar från planområdet om exploatering genomförs utan att rena dagvattnet. Ökningen kan antas bero på att en stor del skogs- och ängsmark förändras till flerbostadsområde.

Tabell 34. Föreningmängder för nuläge och enligt plan, Kyllingsån, om ingen rening sker av dagvattnet samt reduktion som krävs för att ej försämra från nuläge.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Behövd reduktion (%)
P	1.2	3.0	60
N	24	29	17
Pb	0.092	0.14	34
Cu	0.20	0.35	43
Zn	0.40	1.2	67
Cd	0.0027	0.0073	63
Cr	0.040	0.097	59
Ni	0.042	0.096	56
Hg	0.00014	0.00025	44
SS	810	710	--
Oil	3,1	6.7	54
BaP	0.000097	0.00057	83

Beräkningen visar på en måttlig ökning av alla studerade ämnen till Kyllingsån frånsett suspenderad substans. Ökningen antas bero på att skogsmark förändras till bostadsområde.

### 7.1.2 Halter

Beräkning avseende halter framgår av tabell 35 och 36. Som jämförelse visas rikt/målvärden som satts upp av Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, samt de riktvärden som StormTac anger.

Tabell 35. Halter föroreningar nuläge och enligt plan, Toppebäcken, om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad (µg/l)	Riktvärde StormTac
P	26	150	50 /150	160
N	680	1300	1 250 /2 500	2000
Pb	2,8	7.5	14	8.0
Cu	5,4	17	10 /22	18
Zn	12	61	30 /60	75
Cd	0,088	0.37	0,4	0.40
Cr	1,4	4.8	15	10
Ni	1,9	5.1	40	15
Hg	0,0053	0.013	0,05	0.030
SS	19000	36000	25 000 /60 000	40000
Olja	100	350	1000	400
BaP	0,0038	0.031	0,05	0.030

Röd text= riktvärde avser mycket känslig recipient. Grönmarkerat fält visar att beräknat värde underskrider Miljöförvaltningens rikt/målvärde.

Det är oklart om Toppebäcken-Nossan ska klassas som mycket känslig recipient. 10 av de studerade ämnena/ämnesgrupperna klarar Miljöförvaltningens mindre stränga riktvärden. Vid jämförelse mot

StormTac:s riktvärden ligger koncentrationerna för samtliga ämnen frånsett Benso(a)pyren (BaP) under riktvärdena.

Tabell 36. Halter föroreningar nuläge och enligt plan, Kyllingsån, om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad (µg/l)	Riktvärde StormTac
P	49	130	50 /150	160
N	940	1200	1 250 /2 500	2000
Pb	3,6	6.1	14	8.0
Cu	7,7	15	10 /22	18
Zn	16	51	30 /60	75
Cd	0,1	0.31	0,4	0.40
Cr	1,6	4.1	15	10
Ni	1,7	4.1	40	15
Hg	0,0054	0.011	0,05	0.030
SS	32000	30 000	25 000 /60 000	40 000
Olja	120	290	1000	400
BaP	0,0038	0.024	0,05	0.030

Det är oklart om Kyllingsån ska klassas som mycket känslig recipient. Samtliga studerade ämnen/ämnesgrupper klarar Miljöförvaltningens mindre stränga riktvärden även efter exploatering. Vid jämförelse mot StormTac:s riktvärden ligger även koncentrationerna för samtliga ämnen under riktvärdena.

Enligt Miljöförvaltningen, Göteborg bedöms markanvändningen "flerfamiljshusområde" som en *medelbelastande* yta avseende föroreningsbelastning medan "villaområde" bedöms som en mindre belastande yta. När det gäller *medelbelastande yta* är riktlinjen att *rening* eller *enklare rening* ska skapas från denna typ av område enligt Göteborgs stad. För "villaområde" ska *enklare rening* eller *fördrojning* skapas. Detta beroende på recipientens känslighet.

Hur Nossan respektive Kyllingsån ska klassas avseende känslighet är inte fastställt. Baserat på de framtida ytornas föroreningsbelastning torde nivån "enklare rening" ligga nära till hands.

Definitionen "enklare rening" innebär avskiljning av partiklar, företrädesvis översilning genom växtlighet eller fördrojning enligt Miljöförvaltningen. Exempel på detta kan översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

I kapitel 8 föreslås fördrojnings- och reningsanläggningar baserade på beräkningar för fördrojning samt med beaktande av resultat i föroreningsberäkningarna. Då planområdet ligger i anslutning till grundvattenförekomsten Algutstorp-Horla behöver det i fortsatt arbete tas ställning till om de fördrojnings- och reningsanläggningar som föreslås ska byggas täta eller inte. Diken och fördrojningsmagasin som byggs täta motverkar att föroreningar sprids via infiltrerande dagvatten. Yttre vattenskyddsområde ligger ca 2 km fågelvägen från planområdet. Vattenförekomsten Kyllingsån ligger mellan vattenskyddsområdet och planområdet. Mot bakgrund av detta samt att den infrastruktur som planeras normalt sett genererar låga föroreningar bedöms att risken för att infiltrerande dagvatten ska förorena dricksvattenförekomsten är låg.

## 8 FÖRSLAG TILL FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

Exploateringen av planområdet kommer att innebära en ökning av dagvattenflöden, samt en risk för ökad förorenings-spridning via dagvattnet. För att motverka detta föreslås åtgärder som både fördröjer och renar dagvattnet inom planområdet. Dessutom bör det nya dagvattensystemet utformas så att bräddning kan ske utan att skada bebyggelse eller infrastruktur.

I planområdet föreslås en kombination av öppna diken, krossdiken, dagvattenkassetter och sedimentations- och/eller makadammagasin, se bilaga 2. I föroreningsberäkningarna har det jämförts att rena dagvattnet via enbart gräsdiken, krossdiken och översilningsytor. Kombinationen översilningsytor-krossdike har även undersökts. Beräkningarna visar att kombinationen översilningsyta-krossdike innebär störst reningseffekt. I bilaga 2 framgår att fördröjningsmagasin har föreslagits på platser där bräddning kan ske utan att bebyggelse drabbas.

När detaljutformningen av planområdet fastställs kan de föreslagna lösningarna komma att ändras vilket innebär att anläggningstyperna fördelas på ett annat sätt. Detta innebär att i detaljprojekteringsfasen behöver ny kontroll utföras avseende erforderlig fördröjningsvolym och reningseffekter.

I västra delen av planområdet föreslås anslutning ske till nytt ledningsnät för dagvatten i Fagrabovägen via den nya gata som kommer att byggas och som blir infart till planområdet. En förprojektering av nytt ledningsnät upp mot Fagrabovägen har skapats av annan konsult. Förslaget bygger på att marken höjs där ny huvudväg i planområdet passerar norra diket. Detta skulle gynna aktuellt planområde i den meningen att ledningsschakt mot Fagrabovägen då skulle kunna minska i djup. En höjning av marknivån i detta område får dock inte innebära att delområde 1 och delar av delområde 2 blir instängda. Från Fagrabovägen kan ny dagvattenledning följa vägen norrut fram till Toppebäcken där erosionsskyddat utlopp skapas.

I östra delen kommer dagvatten från delområde 4b, 5, 7b, 7c, 8 och eventuellt delområde 9a ledas mot södra diket/Kyllingsån. Det är därvid viktigt att alla utlopp mot befintliga lågstråk erosionsskyddas eftersom flödena väntas bli mer koncentrerade än den befintliga diffusa avrinningen.

### 8.1 TEKNISKA LÖSNINGAR

I bilaga 2 framgår de förslag som bedömts ge acceptabel reningseffekt samt generera god funktion över tid. Inga översilningsytor är illustrerade i bilaga 2. Diken föreslås vara öppna och på vissa platser krossfyllda. Dagvattenkassetter som föreslås har som uppgift att fördröja. I en dagvattenkassett kan man inte förvänta sig mer än marginell rening. Fördelen med dagvattenkassett är att anläggningen inte medför särskilt mycket underhåll – byggs kassettmagasinet rektangulärt kan spolning ske vid behov. Dagvattnet från alla fastigheter med föreslagna kassettmagasin leds nedströms vidare i diken där rening sker. Det är viktigt att alla dagvattenanläggningar ska kunna brädda kontrollerat, utan att skada nedströms bebyggelse.

#### 8.1.1 Diken

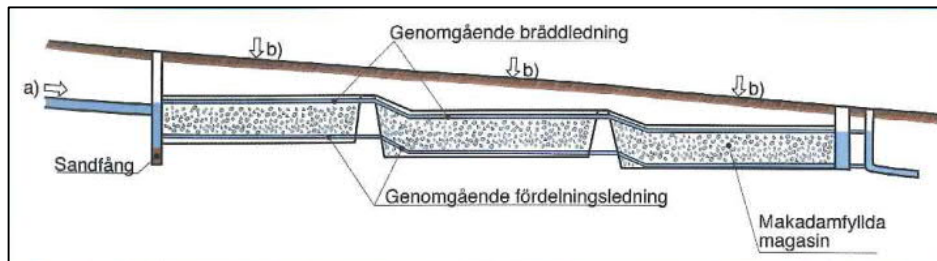
Föreslagna diken har i detta område som primär uppgift att bidra till rening, tröghet i avrinningen samt hantera extremflöden vid skyfall. Öppna diken föreslås bli gräsbeklädda. Bredden på huvuddiket som följer den norra huvudvägen är 2 meter. Detta baseras på en bottenbredd på 0,5 meter och en släntlutning på 1:1. Sträckan längs norra huvudvägen fram till lågpunkt (norra diket) är ca 420 meter. Längslutningen på sträckan är i genomsnitt knappt 7 promille. Om diket blir 0,75 meter djupt och helt fylls med vatten finns en kapacitet på ca 960 l/s i diket vilket är avsevärt mer än vad som genereras från de fördröjda flödena från fastigheterna vid dimensionerande nederbörd.



Dikena kan även helt eller delvis stenfyllas. Om diken helt fylls med sten kan dikesslänterna vara vertikala. Vid en porositet på 30 procent blir då den tillgängliga volymen i ett stenfyllt dike med samma bredd och djup men med vertikala slänter ungefär hälften av volymen som öppna diken.

Ju flackare slänter ett dike har desto bättre rening åstadkoms eftersom partiklar har en större yta att fastna på. Val av släntlutning är även en säkerhetsfråga.

Om längslutningen är stark kan diken/magasin anläggas i terrass för att vatten ska kunna fördröjas och erosion undvikas, se figur 32 och 33.

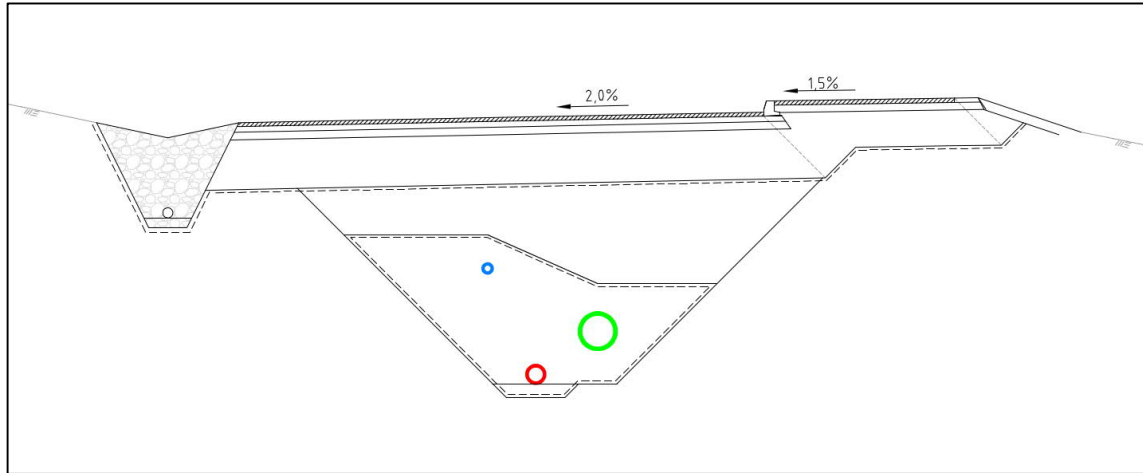


Figur 32. Principskiss över seriekopplade magasin. Fall a: allt vatten leds in i det övre magasinet, fall b: vattnet fördelas jämt. Illustration: Svenskt Vatten P105.



Figur 33. Exempel på terrassdike/damm från stadsparken i Västervik.

Lokalgatorna kan byggas med enkelsidigt tvärfall och förses med mindre krossdiken vilket är gynnsamt ur reningssynpunkt. Dagvatten avrinner direkt till diket, utan kantstenar eller rännstensbrunnar.



Figur 34 Typsektion för väg med enkelsidigt tvärfall, makadamdike och VA-schakt.



Figur 35. Exempel på vägavvattning till mindre makadamdike. Bildkälla: Stockholm vatten.

Detaljutförning av diket företas i projekteringsfasen men i huvudsak utformas diket med ett djup på ca. 0,4 m under vägens terrassnivå och bottenbredd ca. 0,5 m. I botten (över ledningsbädd) placeras i regel en dräneringsledning som ansluts till dagvattennätet. Denna kan även fungera som vägdränering. Diket är sedan fyllt med makadam (det vill säga krossad och storleksorterad sten utan nollfraktion) och omslutet av geotextil. En typsektion på väg med makadamdike visas i figur 34.

Makadamdiket (som föreslås ovan) har i sektion en tvärsnittsarea på ca 1 m<sup>2</sup>, baserat på en hålrumvolym på 30% innebär detta att 0,3 m<sup>3</sup> vatten som kan fördröjas per meter dike. Dikets övre bredd blir med dessa mått 1,5 meter.

### 8.1.2 Krossdike/magasin – granulatfyllda rörmagasin

Makadammagasinet omsluts med geotextil vilket även möjliggör för infiltration. Om grundvattennivån är hög eller vid risk för förorenings spridning, kan magasinet på detta behöva kläs in med tät duk för att inte grundvatten ska tränga in (eller föroreningar urlakas) och uppta plats i det. I övre delen av magasinet ligger inloppet och dagvatten fördelas via dränledningar med slits nedåt. I botten på magasinets läggs dränerande ledningar sammankopplade med avtappningsledningen. Dagvattnet sipprar då genom stenmaterialet och magasinet töms mellan regntillfällena. Fördelen med makadamdiken/magasin är den förhållandevis låga anläggningskostnaden samt de goda reningseffekterna. Denna typ av magasin ger god rening av framför allt partikelbundna föroreningar. Nackdelen är att porositeten (ca 30 procent) innebär ett större platsbehov än exempelvis rörmagasin och kassetmagasin. Den hydrauliska förmågan avtar även med tiden vilket innebär att omgrävning kan behöva ske, helt eller delvis efter ett trettio-tal år. Uppströms magasinet kan en brunn med sandfång anläggas för att förhindra sediment att täppa till magasinet.

Ett alternativ till makadammagasin och dagvattenkassetter skulle kunna vara att anlägga granulatfyllda rörmagasin, se figur 36. Magasinet fylls till 90 procent med kalkmaterialet Filtralite-P. Detta material har en god förmåga att avskilja flertalet föroreningar samtidigt som den höga porositeten ger en betydande magasineringskapacitet. Inloppet sker på låg nivå i magasinet och dagvatten trycks upp genom filtermaterialet. Fördelen med denna lösning är att risken för att sprida föroreningar till grundvattnet minimeras, samt att filtermaterialet kan sugas upp och bytas ut utan att göra ingrepp i befintlig mark. Byte av filtermaterial kan vara nödvändigt att göra efter tidigast 10–15 år enligt tillverkare. Nackdelen är att eventuell infiltration uteblir. Porositeten i denna lösning beräknas vara ca 45–50 procent. Denna lösning har inte beräknats som reningssteg i Stormtac, men torde fungera som ett fullgott alternativ till krossdike och makadammagasin.



Figur 36. Exempel på fördröjning och rening i rörmagasin. Bildkälla: Weric AB

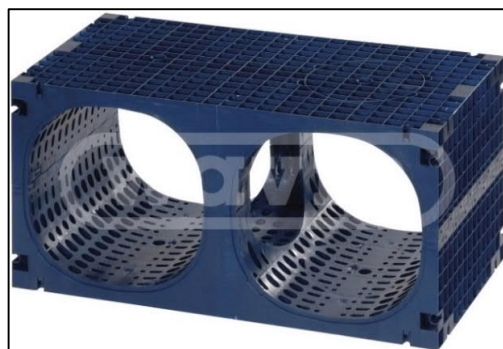
### 8.1.3 Dagvattenkassetter

När ett kassettmagasin anläggs kläs den utgrävda ytan med geotextil eller tät duk för att hålla jord eller i förekommande fall grundvatten borta från magasinet. Magasinen byggs med fördel rektangulära för att förenkla underhåll. Några av fördelarna med kassettmagasin är följande:

- Yteffektiva. Hålrumsvolymen är ca 95 procent. Jämfört med makadammagasin sparar man mer än 2/3 av utbredningen.
- Underhåll via spolning samt inspektion är möjlig i de flesta utförandena. Detta ger möjlighet till bibehållen funktion över tid.
- Vissa kassetter är körbara; de kräver dock i regel ca 0,8 m marktäckning för att klara trafiklast.

Några av nackdelarna med kassettmagasin är följande:

- Högre anläggningskostnader än t ex. makadammagasin.
- Reningseffekterna på dagvattnet är mycket låga eller obefintliga.



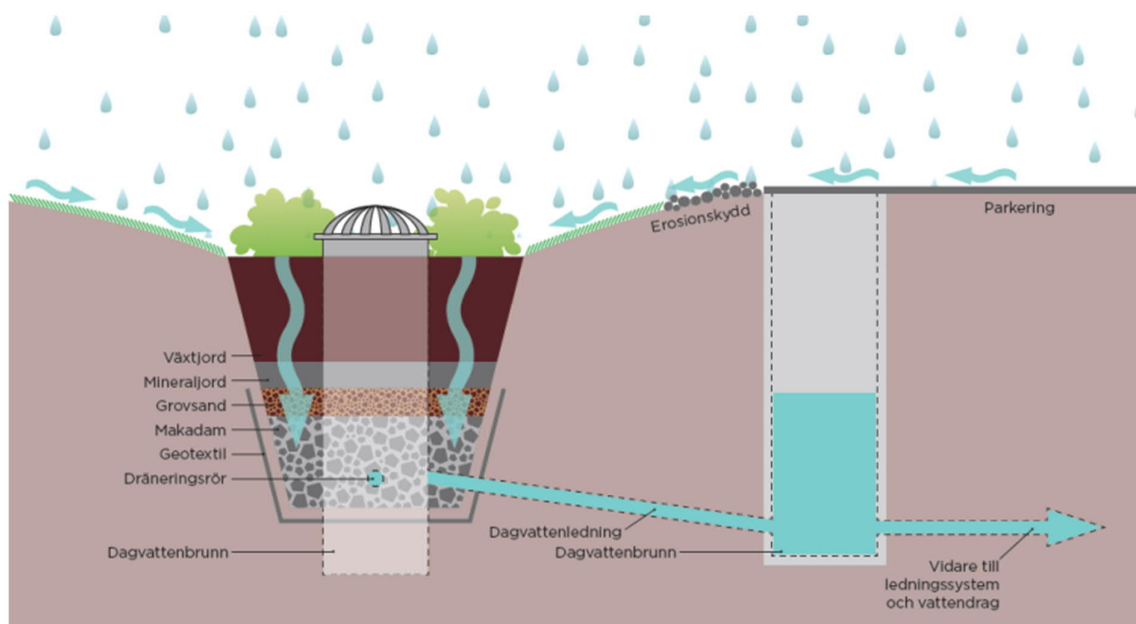
Figur 37. Körbar dagvattenkassett samt anläggande av kassettsystem. Bildkälla: Wavin.se

### 8.1.4 Översilningsytor

Eftersom många föroreningar är partikelbundna sker fastläggning av partiklar i högre utsträckning i översilningsytor jämfört med släta asfaltytor försedda med brunnar som exempelvis infarter och parkeringsplatser. Parkeringen/Infarten bör höjdsättas så att naturlig avrinning sker mot översilningsytan. Notera i figur 38 att kantstenen har öppningar samt att erosionskydd skapats i högra bilden. Detta görs för att inte spola bort jordmaterialet vid kraftiga regn. I översilningsytorna läggs dränledningar som säkerställer att ytan töms mellan regntillfällena. En grön översilningsyta kräver tillsyn i etableringsfasen, så att gräset kan tillåtas att växa till sig. Översilningsytor kan även förses med fördröjningsfunktion, notera upphöjd kupolbrunn i principuppbyggd översilningsyta, figur 39.



Figur 38. Exempel på översilningsyta från parkering i Kviberg, Göteborg. Bildkälla: SMHI.se (Peter Svensson)

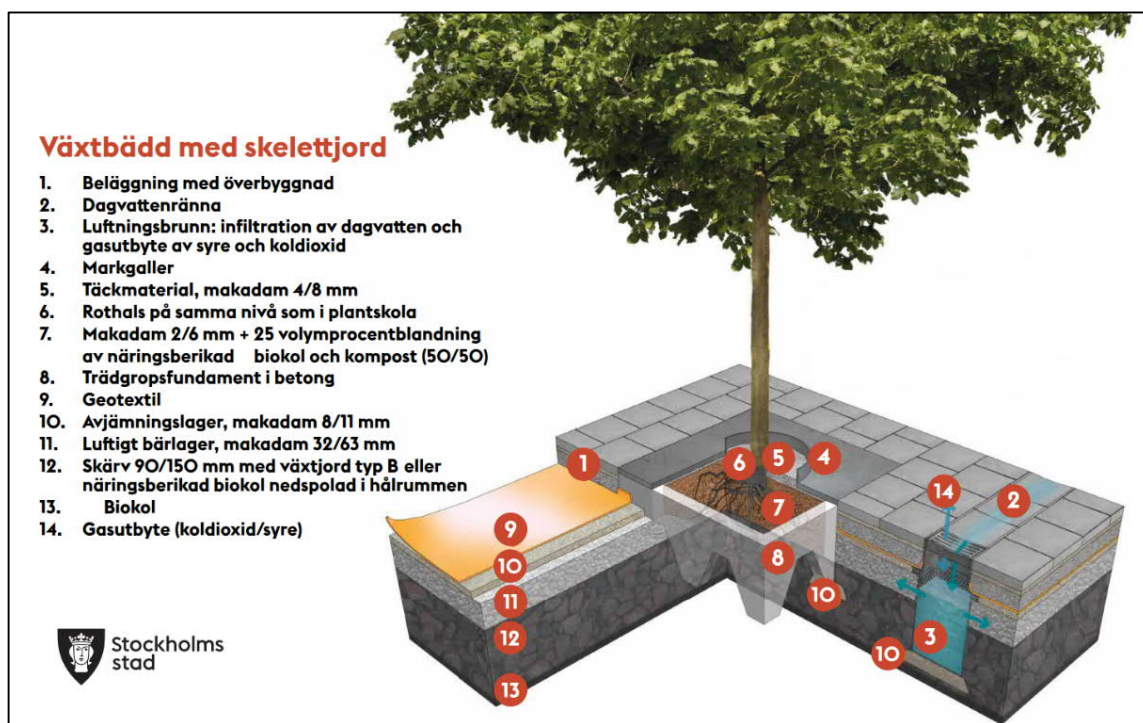


Figur 39. Principuppbyggnad för översilningsyta vid parkering. Upphöjd kupolbrunn medger viss magasinering innan brädning sker. Bildkälla: COWI

## 8.2 KOMPLETTERANDE LÖSNINGAR

### 8.2.1 Skelettjordar

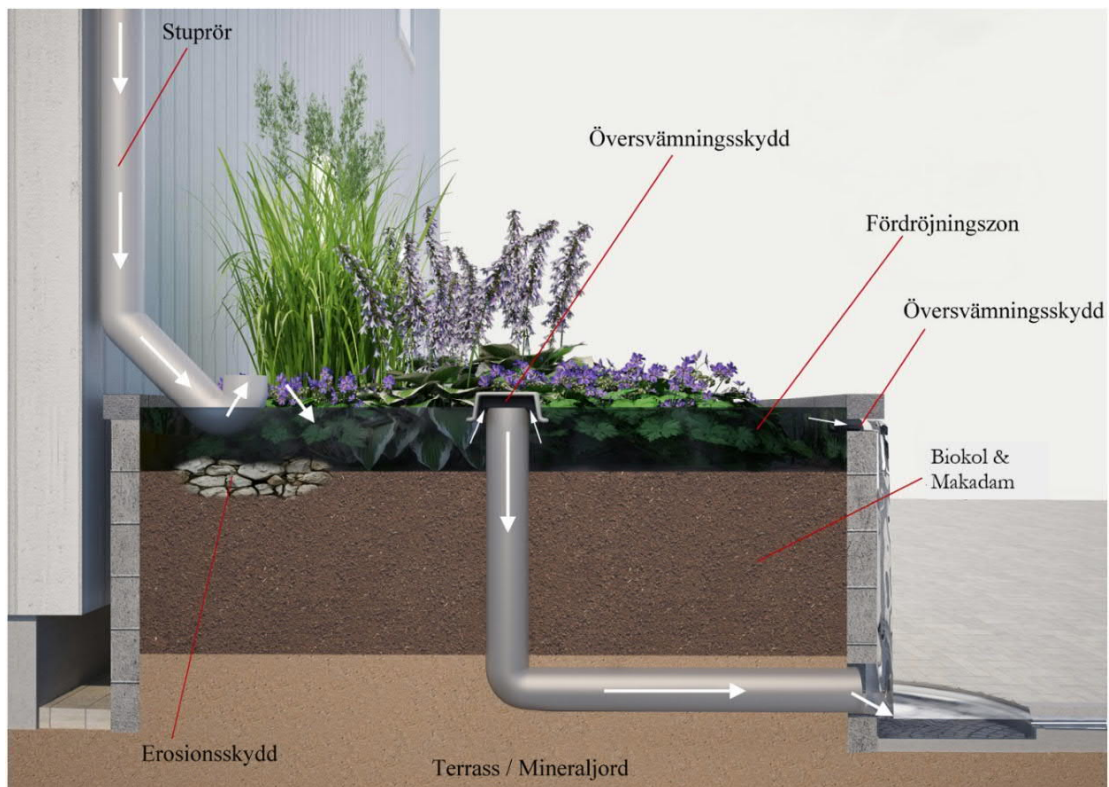
Skelettjordar har som syfte att skapa bra förutsättningar för träd att växa i hårdgjorda ytor. Rötter behöver vatten och näring, men även luftning för att ventileras bort koldioxid från jorden runt rötterna. Genom att skapa ett skelett av stenar skapas en bra väggkropp för eventuell kör- eller gångbana, se figur 40. Rötterna växer i utrymmet mellan stenarna som kan vara ofyllda eller fyllda med matjord. Skelettjorden hjälper även till med rening och fördröjning av dagvattnet. Kapaciteten att fördröja vatten kan variera mycket beroende på hur tjockt och grovt stenlager som skapas samt hur mycket matjord som fylls i hålrum mellan stenar. I en luftig skelettjord beräknas porositeten vara 30 procent. Träd i bebyggd miljö bidrar även till bullersänkning, temperaturutjämning och andra ekosystemtjänster. I planområdet skulle denna lösning kunna appliceras exempelvis vid bebyggelsetypen flerbostadshus. Eftersom skelettjord kan fördröja dagvatten kan man i detaljprojekteringsfasen göra nya beräkningar för att tillgodoräkna sig volym i skelettjordar och därigenom minska behov av exempelvis antal kassetter.



Figur 40. Principskiss för skelettjord. Bildkälla: Stockholm stad

### 8.2.2 Biofilter/Växtbädd

Växtbäddar kan anläggas som endera upphöjda eller nedsänkta. Bädden kommer att utsättas för både torra och blöta perioder vilket ställer krav på växtjord och växtval. Bädden förses med bräddavlopp samt med tät konstruktion mot byggnad. Exempel på växtbäddar kan ses i figur 41 och 42.



Figur 41. Exempel på upphöjd växtbädd vid byggnad. Bildkälla: Grågröna systemlösningar för hållbara städer, Vinnova 2014.



Figur 42. Exempel på nedsänkta växtbäddar. Bildkällor: VegTech AB samt Dagvattenguiden.se

Växtbäddar bygger i regel på att marken infiltrerar. Anläggningen kan även förses med dränering beroende på markens förutsättningar. Om grundvattennivån generellt ligger högt kan nedsänkta bäddar behöva förses med tät duk och enbart avvattnas via dränering. Denna typ av lösningar kan med rätt underhåll bidra till ett estetiskt tillskott i gatu- och boendemiljön. Det är det översta jordlagret som binder föroreningar. Detta kan behöva bytas ut med några års mellanrum eller oftare beroende på om nedskräpning eller ytigensättning sker. Övrigt grundläggande underhåll inkluderar skötsel av vegetation, kontroll av in- och utlopp samt bränningsfunktion. Efter kraftiga skyfall bör dessa funktioner

kontrolleras. Under etableringstiden (första året) är det viktigt med kontroll av växter och eventuell kompletterande plantering. Biofiltrets reningsförmåga varierar även något beroende på årstid.

Om en djup växtbädd anläggs som kan fördröja ca 0,28 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> skulle följande mått krävas för växtbädden: Djup för hela växtbädden blir 0,7 meter, en fördröjningszon blir 0,2 meters djup, och ett växtjordlager på 0,5 meter där porositeten i växtjorden är ca 15 procent.

Standardmått för grundare växtbäddar innebär en fördröjningszon på 0,06 m vilket totalt innebär en fördröjningsförmåga på 0,14 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>.

### 8.2.3 Rasterytor

Hårdgjorda parkeringsplatser är, förutom takytor, upphovet till både stora mängder dagvatten samt förhållandevis höga mängder föroreningar jämfört med annan markanvändning. För att reducera detta kan parkeringsytor förses med raster av betong och hålrum med gräs eller grus, se figur 43. I rasterytan binds partikelbundna föroreningar i högre grad än vid parkeringsplatser med brunnar. Om rasterytor anläggs är det viktigt att rastret ligger högre än gräs- eller grusytan så att det permeabla materialet inte packas samman och tappar infiltrationsförmågan.



Figur 43. Parkering med raster. Bildkälla: Sweco

### 8.2.4 Gröna tak

Gröna tak bedöms kunna magasinera mellan 50 och 75 procent av årsnederbörden. Den volym som magasineras kommer dock i huvudsak från relativt små, men många regntillfällen. Vid intensiva och långvariga regn mättas taket, och när taket är vattenmättat rinner resterande nederbörd av. Det gröna takets magasineringförmåga beror även på vilken lutning taket har. Ett platt tak innebär större förutsättningar att magasinera dagvatten. Svenskt Vatten anger att vid kraftiga regntillfällen fördröjs endast de första 5 millimeterna, medan övrig nederbörd rinner av. Utvecklingen av gröna tak går dock stadigt framåt. En tillverkare av olika gröna lösningar anger att de har sedumtak som kan fördröja mellan 18 och upp till 45 mm regn på flacka gröna tak. Det skulle innebära att 1000 m<sup>2</sup> flackt tak skulle kunna fördröja från 18m<sup>3</sup> upp till 45 m<sup>3</sup> beroende på mättnadsgrad när det intensiva regnet börjar. Gröna tak ställer dock högre krav på underliggande konstruktion. Taken kräver även viss skötsel för att funktionen ska kunna vidmakthållas över tid. På vinterhalvåret när temperaturen går under noll blir även det gröna takets förmåga att magasinera och rena dagvatten begränsad. Nämnas bör att en takyta sällan är upphovet till någon större föroreningsspridning via dagvatten, detta beror i viss mån på vilket material som väljs för taket. Koppar- och zinktack kan förorena dagvattnet genom att partiklar frisätts via korrosion och erosion. Exempel på gröna tak visas i figur 44.



Figur 44. Grönt sedumtak på garagebyggnad i Kungsbacka. Bildkälla: VegTech AB.

## 9 KONSEKVENSER AV PLANFÖRSLAG

### 9.1 RENINGSEFFEKT LÖSNINGSFÖRSLAG - PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER

Vid val av renings- och fördröjningslösning behöver hänsyn tas till reningsbehov, platstillgång och storlek på fördröjningsvolym. Reningseffekter har beräknats i StormTac. Vid beräkningen av reningseffekter avseende nya anläggningar har jämförelse gjorts mellan nuvarande läge och att rena via gräsdiken, krossdiken, översilningsytor eller kombinationen översilningsytor-krossdiken. Tabell 37–40 visar resultaten av jämförelsen avseende mängder och halter.



### 9.1.1 Mängder

Tabell 37. Föroreningsbelastning, Toppebäcken, mängder nuläge och efter exploatering, rening via gräsdike, makadamdike samt översilningsytor. Grönmarkerat = belastning sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (kg/år)	Enligt nuvarande exploateringsförslag, ingen rening (kg/år)	Efter expl. rening via Gräsdike (kg/år)	Efter expl. rening via Krossdike (kg/år)	Efter expl. rening via Översilningsytor (kg/år)	Efter expl. rening Översilningsytor följt av Krossdike (kg/år)
P	0.59	7,3	5.8	3.6	4,9	2,4
N	16	63	51	31	46	22
Pb	0.064	0,36	0.22	0.10	0,20	0,059
Cu	0.12	0,82	0.63	0.30	0,46	0,17
Zn	0.28	2,9	1.8	0.64	1,5	0,34
Cd	0.0020	0,018	0.012	0.0036	0,089	0,0035
Cr	0.031	0,23	0.16	0.091	0,14	0,054
Ni	0.043	0,24	0.15	0.085	0,14	0,072
Hg	0.00012	0,00064	0.00056	0.00035	0,00052	0,00029
SS	430	1700	910	620	760	280
Oil	2,4	17	3.7	2.6	3,4	1,2
BaP	0.000088	0,0015	0.0013	0.00061	0,00049	0,00024

Tabellen visar att krossdike eller översilningsytor följt av krossdike renar bäst. Eftersom ytorna idag består av skogs- och naturmark är det mycket svårt att med dessa reningsmetoder komma ner i en framtida föroreningsbelastning som ligger under befintlig.

Mängdbelastningen avseende Kyllingsån framgår av tabell 38.

Tabell 38. Föroreningsbelastning, Kyllingsån, mängder nuläge och efter exploatering, rening via gräsdike, makadamdike samt översilningsytor. Grönmarkerat = belastning sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (kg/år)	Enligt nuvarande exploateringsförslag, ingen rening (kg/år)	Efter expl. rening via Gräsdike (kg/år)	Efter expl. rening via Krossdike (kg/år)	Efter expl. rening via Översilningsytor (kg/år)	Efter expl. rening via Översilningsytor följt av Krossdike (kg/år)
P	1.2	3.0	2.4	1.5	2.0	1,0
N	24	29	23	14	21	10
Pb	0.092	0.14	0.088	0.043	0.082	0,025
Cu	0.20	0.35	0.27	0.13	0.20	0,077
Zn	0.40	1.2	0.73	0.27	0.64	0,15
Cd	0.0027	0.0073	0.0048	0.0017	0.0040	0,0017
Cr	0.040	0.097	0.070	0.040	0.058	0,024
Ni	0.042	0.096	0.061	0.035	0.057	0,035
Hg	0.00014	0.00025	0.00022	0.00014	0.00020	0,00011
SS	810	710	390	280	330	130
Oil	3,1	6.7	1.5	1.0	1.4	0,58
BaP	0.000097	0.00057	0.00049	0.00023	0.00018	0,00012

Tabellen visar att krossdike eller översilningsytor följt av krossdike renar bäst. Mängder för näringsämnen underskrider de befintliga även för näringsämnen (P, N) om rening sker via översilning och krossdike.

### 9.1.2 Halter

Beräknad belastning avseende halter visas i tabell 39–40.

Tabell 39. Föroreningsbelastning, Toppebäcken, halter nuläge och efter exploatering, rening via gräsdike, krossdike samt översilningsytor. Rödmarkerade celler = belastning ligger över Miljöförvaltningen, Göteborgs stads riktvärden för mycket känslig recipient.

Ämne	Befintlig belastning	Enligt nuvarande exploateringsförslaget, ingen rening (µg/l)	Efter expl. rening via Gräsdike (µg/l)	Efter expl. rening via Krossdike (µg/l)	Efter expl. rening via Översilningsytor (µg/l)	Efter expl. rening via Översilning följt av Krossdike (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad (µg/l)
P	26	150	120	75	100	50	50 150
N	680	1300	1100	640	960	470	1 250 2500
Pb	2,8	7.5	4.6	2.2	4.2	1,2	14
Cu	5,4	17	13	6.3	9,6	3,5	10 22
Zn	12	61	37	13	32	7,1	30 60
Cd	0,088	0.37	0.24	0.075	0,19	0.072	0,4
Cr	1,4	4.8	3.4	1.9	2,8	1.1	15
Ni	1,9	5.1	3	1.8	3,0	1.5	40
Hg	0,0053	0,013	0.012	0.0073	0,011	0.0060	0,05
SS	19 000	36 000	19 000	13 000	16 000	5 800	25 000 60 000
Oil	100	350	78	53	71	25	1000
BaP	0,0038	0.031	0.027	0.013	0,010	0.0050	0,05

Värde i röd text = mycket känslig recipient

Belastningen gällande halter för Kyllingsån framgår av tabell 40.

Tabell 40. Föroreningsbelastning, Kyllingsån, halter nuläge och efter exploatering, rening via gräsdike, krossdike samt översilningsytor. Rödmarkerade celler = belastning ligger över Miljöförvaltningen, Göteborgs stads riktvärden för mycket känslig recipient.

Ämne	Befintlig belastning (µg/l)	Enligt nuvarande exploateringsförslag,ingen rening (µg/l)	Efter expl. rening via Gräsdike (µg/l)	Efter expl. rening via Krossdike (µg/l)	Efter expl. rening via Översilningsytor (µg/l)	Efter expl. rening via Översilning följt av Krossdike (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad (µg/l)
P	49	130	100	65	86	43	50 150
N	940	1200	1000	600	900	440	1 250 2500
Pb	3,6	6,1	3.8	1.8	3.5	1.1	14
Cu	7,7	15	12	5.7	8.5	3.3	10 22
Zn	16	51	31	12	27	6.2	30 60
Cd	0,1	0,31	0.20	0.072	0.17	0.072	0,4
Cr	1,6	4,1	3.0	1.7	2.5	1.0	15
Ni	1,7	4,1	2.6	1.5	2.4	1.5	40
Hg	0,0054	0,011	0.0094	0.0059	0.0087	0.0048	0,05
SS	32 000	30 000	17 000	12 000	14 000	5 500	25 000 60 000
Oil	120	290	64	44	58	25	1000
BaP	0,0038	0,024	0.021	0.0098	0.0078	0.0050	0,05

Värde i röd text = mycket känslig recipient

Tabellerna visar att av de studerade reningsanläggningarna innebär krossdiken, alternativt översilningsytor kombinerat med krossdiken bäst rening.

Det är generellt mycket svårt att, trots rening av dagvattnet komma ner i nivåer under befintlig belastning avseende halt och mängd när ett naturmarksområde omvandlas till ett bostadsområde.

Om större förändringar sker avseende markanvändningen än vad som framgår av nuvarande skissförslag i fortsatt planarbete kommer det bli nödvändigt att göra en uppdatering av föroreningsberäkningarna.

Ifall andra fördröjnings- och reningsanläggningar väljs än de som föreslagits är det nödvändigt att se över reningsfunktionen. Alla typer av biologiska reningssteg kräver mer eller mindre underhåll i någon form för att reningsfunktionerna ska kunna vidmakthållas.

### 9.1.3 Konsekvenser av planförslaget på miljö kvalitetsnormerna för ytvatten

Enligt tabell 37–40 visar resultaten från föroreningsberäkningarna på att planförslaget innebär en ökning av samtliga ämnens mängder och halter som leds till recipienten från utredningsområdet om inga nya reningsåtgärder skapas. För att minska mängder och halter av föroreningar som når recipienten krävs rening av dagvattnet.

Genom att rena dagvattnet via översilningsytor, gräsdiken och krossdiken/makadammagasin bedöms den ökade föroreningsbelastningen från planområdet hållas på en acceptabel nivå för recipienterna. Koncentrationerna minskar och mängder sjunker avseende vissa ämnen/ämnesgrupper tack vare reningsåtgärderna. Gällande Kyllingsån innebär föreslagna reningsåtgärder en förbättring jämfört med nuläget. Reningen kan förbättras ytterligare och när exploateringsförslaget är mer detaljerat föreslås att man undersöker om kompletterande reningssteg såsom exempelvis skelettjordar kan anläggas i delar av planområdet. Placering och utbredning av dessa måste emellertid fastställas då planarbetet kommit längre än i nuvarande förslag. Nuvarande planförslag innehåller en hel del gröna inslag och bidrar totalt sett till en möjlig förbättring av möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna, MKN för *Kyllingsån och Nossan*. Ingen enskild kvalitetsparameter bedöms heller försämrats om föreslagna renande åtgärder genomförs.

Om andra val av reningslösningar anläggs för dagvattenhantering inom utredningsområdet är det nödvändigt att se över att de har motsvarande reningseffekt på dagvattnet som de föreslagna lösningarna för att inte riskera att möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna påverkas negativt.

Det är önskvärt att komplettera de föreslagna lösningarna som framgår av bilaga 2 och 3 med ytterligare reningsanläggningar. Vissa av dessa är förhållandevis enkla att åstadkomma, t ex. översilningsytor.

Värt att nämna är att planområdet, sett ur ett större perspektiv, endast bidrar med en mycket begränsad del av den totala avrinningen till recipienterna. Detta, i kombination med att planerad markanvändning inte förväntas bidra med ovanligt höga föroreningsmängder eller föroreningshalter, gör att planområdet även bedöms få liten påverkan på recipienterna som helhet.

## 10 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Huvudförslaget i denna utredning är att undvika att ansluta avrunnet dagvatten från planområdet till befintligt ledningssystem. Flödet mot Toppebäcken ska inte heller öka. Strävan bör vara att skapa så många öppna lösningar som möjligt. Om detta möjliggörs kan ett trögare system skapas som även möjliggör fler ytor för skyfallshantering.

Flödet till Toppebäcken bedöms inte öka och belastningen på befintligt ledningsnät blir oförändrat. En viss ökning av flödet i nedre delen av södra diket kan förväntas.

Vidare föreslås att dagvatten fördröjs och renas via öppna diken samt krossdiken och makadammagasin. Som komplement föreslås översilningsytor, skelettjordar och biofilter/växtbäddar. Det är viktigt att föreslagna anläggningar får möjlighet att brädda kontrollerat. Om vägar och gångbanor inom området höjdsätts så att dessa ligger lägre än byggnader kan vägar och gångbanor fungera som skyfallsleder vid extrema regn. För att hålla "normala" dagvattenflöden på lägre nivå än de beräknade rekommenderas att andelen hårdgjorda ytor hålls ned och att markmaterial som innebär genomsläpplighet används.

Om biologiska renings- och fördröjningslösningar väljs innebär detta ett kontinuerligt arbete för att vidmakthålla hydraulisk och renande funktion. Det är därmed viktigt att ansvar och förståelse för underhåll av dessa anläggningar klargörs.

Genom att rena dagvattnet via föreslagna anläggningstyper bedöms inte planområdet bidra till en ökad föroreningsbelastning på recipienterna. Ingen enskild kvalitetsparameter bedöms heller försämrats om föreslagna renande åtgärder genomförs.

Exakt placering av dagvattenanläggningar samt anslutningar kan förändras i detaljprojekteringskedet, eller om planen förändras. Att skapa en självfallsledning från delområde 9a mot södra diket kan bli en förhållandevis dyr lösning; denna utredning visar att det är möjligt. För att hålla inverkan på naturmiljön så låg som möjligt rekommenderas att schaktfri metod övervägs för denna sträcka. Befintlig kupolbrunn (se figur 7) behöver undersökas för att klargöra om den kan användas för avvattning från delområde 9a.

För att få bättre klarhet i recipientstatus och vilken föroreningsbelastning som kan vara acceptabel kan en fördjupad recipientanalys genomföras där hela vattendragets avrinningsområde studeras och befintlig belastning samt föroreningskällor kartläggs.

## 11 REFERENSER, UNDERLAG

Illustrationsplan, Alternativ 1. Vårgårda kommun, 2019-11-05

Planprogram Fagrabo, Vårgårda kommun 2019-06-07 samt Powerpoint 2020-04-30

Nybyggnadskarta för Vårgårda förskola vid Fagrabovägen, Skanska 2020-10-27

Projekteringshandlingar för Gata 2 och VA, ALP Markteknik 2021.

Inmätningar mark och norra diket, ALP Markteknik 2021

Inmätningar södra diket, Vårgårda kommun 2021

Länsstyrelsens karttjänst <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>

*Miljökonsekvensbeskrivning för E20 Vårgårda-Vara* (Trafikverket 2019-11-22)

*Fördjupad naturvärdesbedömning inför detaljplan Vårgårda norra* (EnviroPlanning 2021-02-26).

Vatteninformationssystem Sverige <https://viss.lansstyrelsen.se/>

Publikationer från Svenskt Vatten *P104, P105, P110*

StormTac webb, v20.2.2 [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com) (mars-2021)

*Vägledning för skyfallskartering*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2017

## 12 BILAGOR

Bilaga 1: Avrinningsområden, befintlig VA.

Bilaga 2: Föreslagen dagvattenhantering, alternativ allmän platsmark, föreslagna VA-anslutningar.

Bilaga 3: Föreslagen dagvattenhantering, alternativ inom kvartersmark, föreslagna VA-anslutningar.

Bilaga 4: Förslag på extra fördröjning vid fastighet 1:15 före utsläpp mot Toppebäcken.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

