

FAGRABO VÄST DAGVATTENUTREDNING

2021-05-03

GRANSKNINGSHANDLING



UPPDATERAD 2022-09 MED NYTT PLANFÖRSLAG

WSP

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

Robert Olsson, 010-72 09 01

olsson.robert@wsp.com

Fatemeh Shayan, 010-721 02 45

fatemeh.shayan@wsp.com

Stefan Olsson, 0322-60 06 60

stefan.olsson@vargarda.se

Abdulwahab Alcharka, 0322-60 06 50

abdulwahab.alcharka@vargarda.se

UPPDRAGSNAMN
Fagrabo Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER
10314534

FÖRFATTARE
Per Norberg

DATUM
2021-05-03

ÄNDRINGSDATUM
2022-09-12

Granskad av

Godkänd av

SAMMANFATTNING

Vårgårda kommun avser att möjliggöra för bebyggelse i planområdet Fagrabo väst. I samband med detaljplanarbetet 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 isälvssediment 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 Sävån). 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.

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 minskar och flödet till Toppebäcken från framtida bebyggda ytor blir oförändrat upp till ett regn med tio års återkomsttid. Den totala flödesbelastningen till Toppebäcken väntas öka något eftersom en större andel ytor leds mot denna bäck än i befintlig situation.

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 kan då uppstå för den föreslagna bebyggelse 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

1	INLEDNING - SYFTE	6
2	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING	7
2.1	BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING	7
2.2	MARKFÖRHÅLLANDEN	8
3	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	9
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 Sävån till Lillån och Ånskåns sammanflöde vid Landa	14
3.2.3	Planområdets påverkan	14
3.3	ANALYS OCH BERÄKNINGAR	14
3.3.1	Dimensionerande dagvattenflöden - delområde Toppebäcken	16
3.3.2	Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Kyllingsån	16
3.3.3	Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Centrala	17
4	FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN ENLIGT PLANFÖRSLAG	17
4.1	DELOMRÅDE 1	17
4.2	DELOMRÅDE 2	19
4.3	DELOMRÅDE 3	19
4.4	DELOMRÅDE 4	20
4.5	DELOMRÅDE 5	21
4.6	DELOMRÅDE 6	23
4.7	DELOMRÅDE 7A	24
4.8	DELOMRÅDE 7B	25
4.9	DELOMRÅDE 8	26
4.10	DELOMRÅDE 9	27
4.11	DELOMRÅDE 10	28
4.12	DELOMRÅDE 11	28
5	FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH KOPPLING TILL RECIPIENT	30
5.1	DELOMRÅDE 1	30
5.2	DELOMRÅDE 2	31
5.3	DELOMRÅDE 3	31
5.4	DELOMRÅDE 4A	31
5.5	DELOMRÅDE 4B	32
5.6	DELOMRÅDE 5	32
5.7	DELOMRÅDE 6	32
5.8	DELOMRÅDE 7A	33
5.9	DELOMRÅDE 7B	33
5.10	DELOMRÅDE 8	33
5.11	DELOMRÅDE 9	34

5.12	DELOMRÅDE 10	34
5.13	DELOMRÅDE 11	35
5.14	KOPPLING TILL TOPPEBÄCKEN OCH KYLLINGSÅN	35
6	SKYFALL EFTER EXPLOATERING	36
6.1.1	Förslag till skyfallsåtgärder	37
7	FÖRORENINGAR I DAGVATTEN	38
7.1.1	Mängder	38
7.1.2	Halter	39
8	FÖRSLAG TILL FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING	41
8.1	TEKNISKA LÖSNINGAR	41
8.1.1	Diken	41
8.1.2	Krossdike/magasin – granulatfyllda rörmagasin	43
8.1.3	Dagvattenkassetter	44
8.1.4	Översilningsytor	45
8.2	KOMPLETTERANDE LÖSNINGAR	46
8.2.1	Skelettjordar	46
8.2.2	Biofilter/Växtbädd	46
8.2.3	Rasterytor	48
8.2.4	Gröna tak	48
9	KONSEKVENSER AV PLANFÖRSLAG	49
9.1	RENINGSEFFEKT LÖSNINGSFÖRSLAG - PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER	49
9.1.1	Mängder	50
9.1.2	Halter	51
9.1.3	Konsekvenser av planförslaget på miljö kvalitetsnormerna för ytvatten	53
10	SLUTSATSER OCH DISKUSSION	54
11	REFERENSER, UNDERLAG	55
12	BILAGOR	55

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

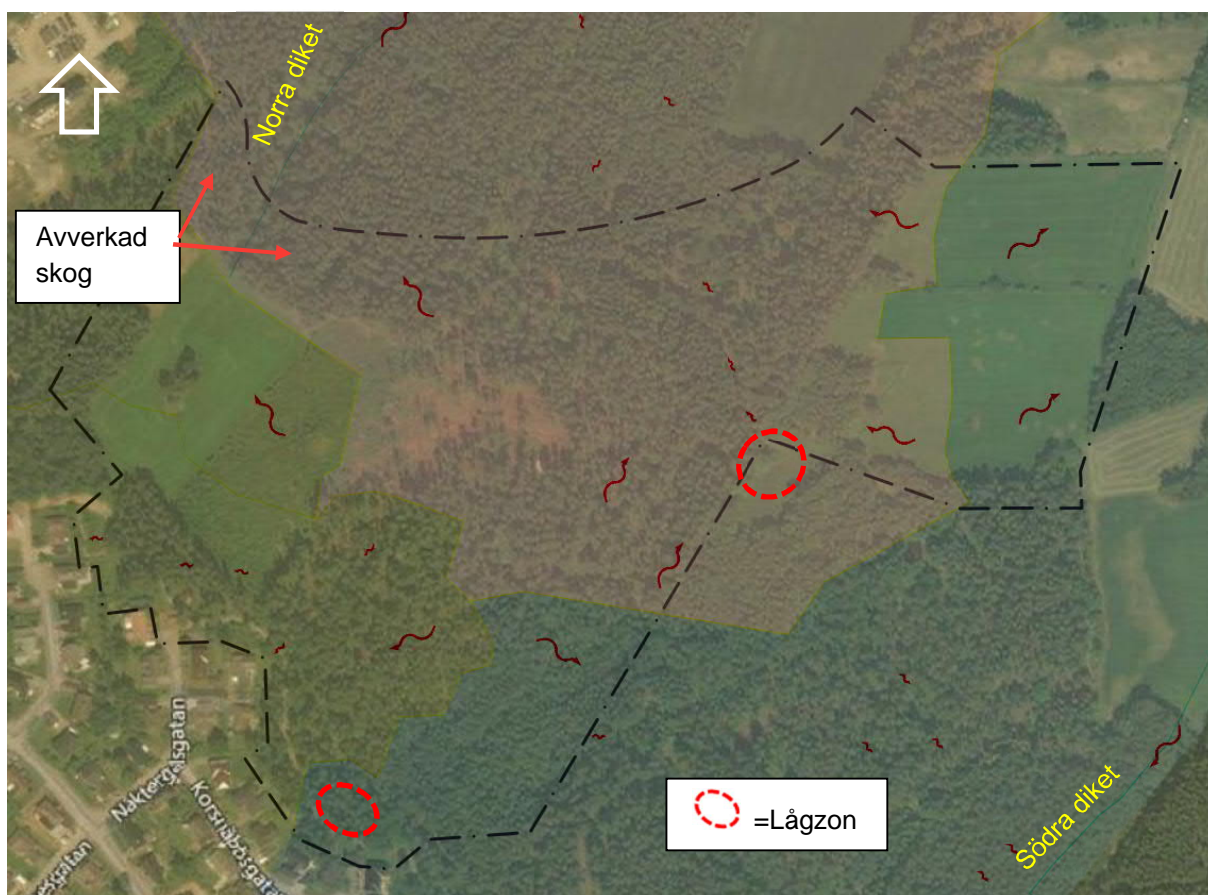
Syftet med utredningen är att utreda möjligheterna till bebyggelse i planområdet och hur denna förändring av markanvändningen påverkar dagvatten- och skyfallshanteringen. Förslag på dagvattenhantering ska även tas fram.

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.

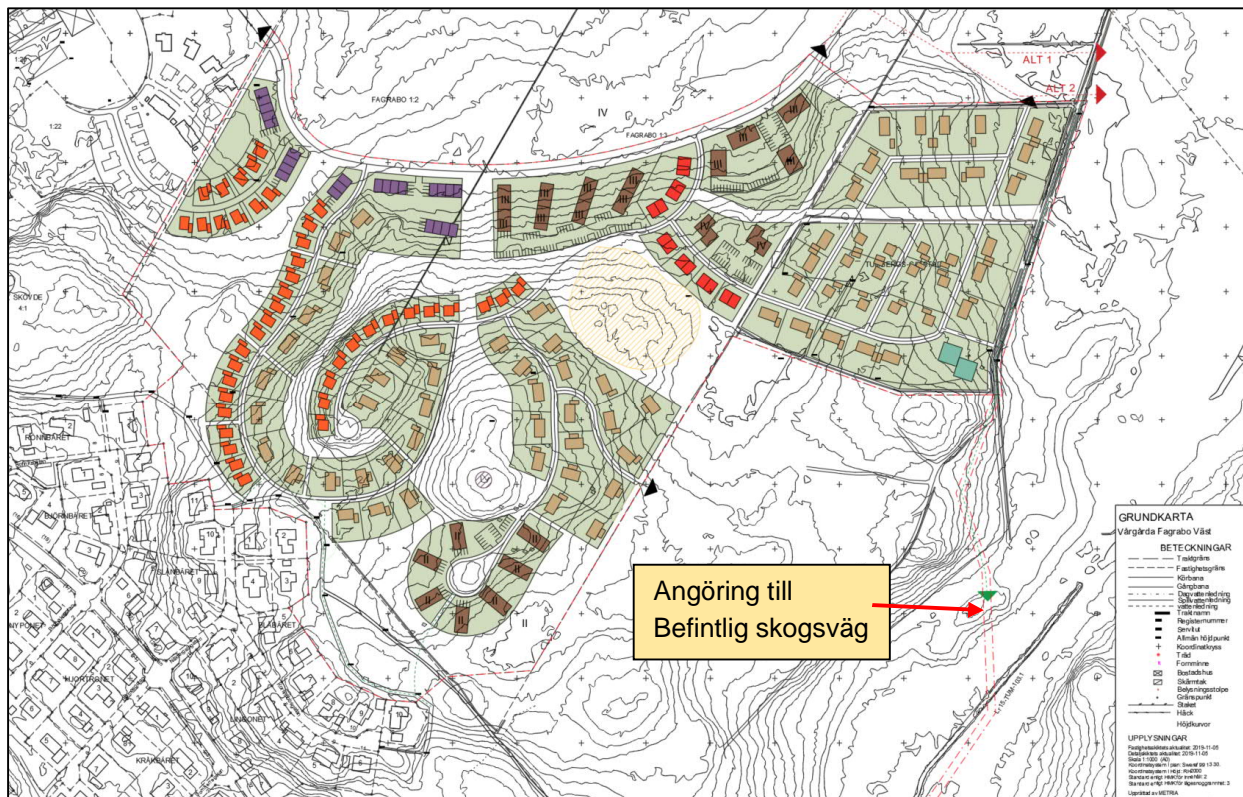


Figur 3. Norra diket med utblick norrut.



Figur 4. Dike från norra lågzone med avrinning riktning 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.



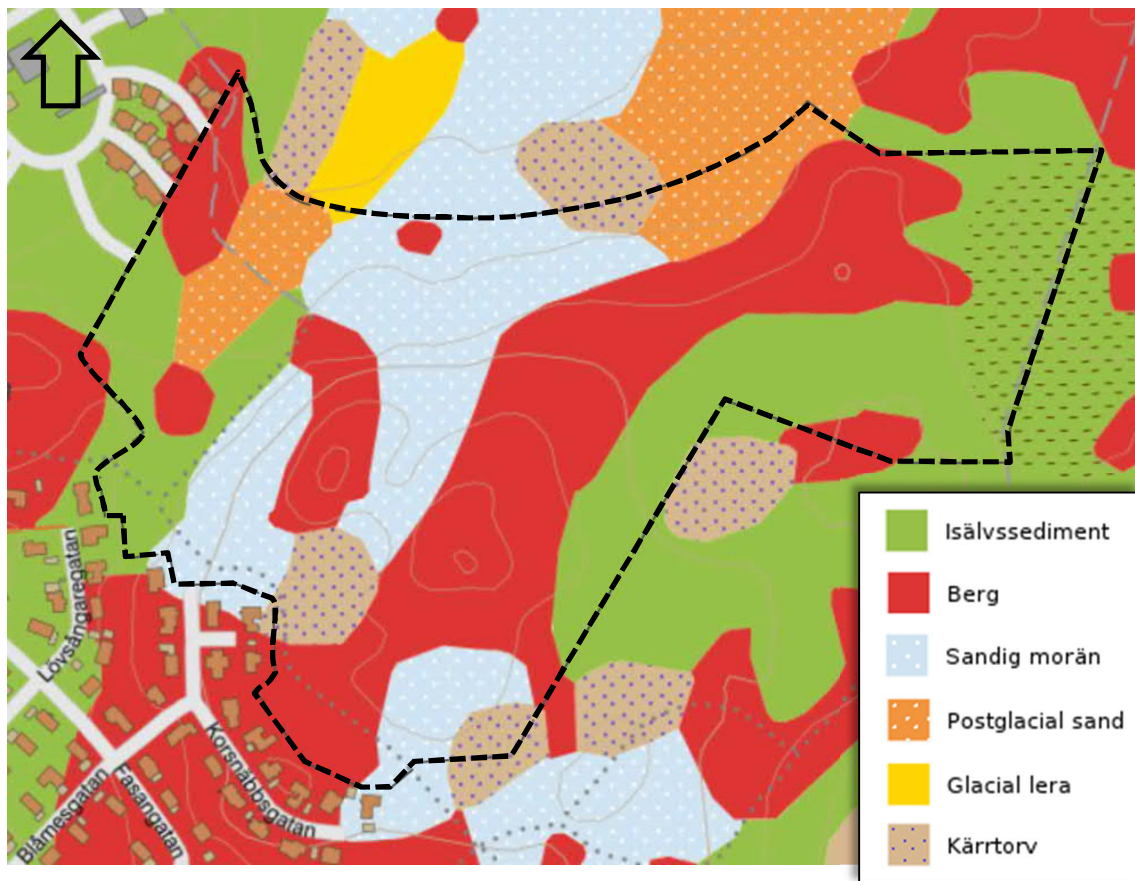
Figur 5. Illustration på planerad exploatering. Källa: Vårgårda kommun

2.2 MARKFÖRHÅLLANDEN

Planområdet består enligt jordartskartan ett flertal jordarter varav berg, sandig morän och isälvs sediment 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 bland annat samman med nederbördsmängd.

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 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 gatunätet. Vid platsbesök 2017 påträffades en kupolbrunn i lågzon i södra spetsen av planområdet, vid fastighet Blåbäret 9 och 10, Korsnäbbsgatan 10 och 12, se figur 7.



Figur 7. Befintlig kupolbrunn i södra lågzon. Korsnäbbsgatan 12 i bakgrunden.

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.

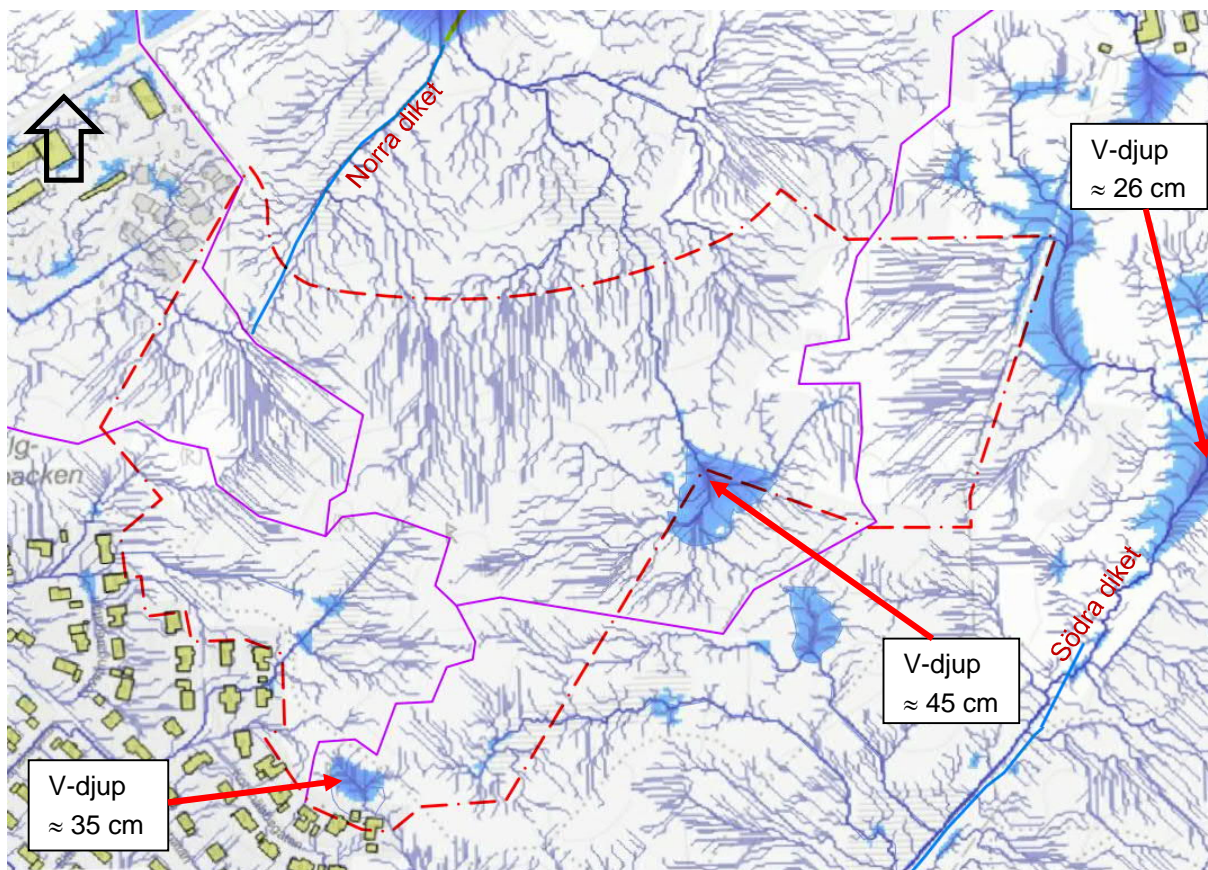
Enligt uppgift är befintligt ledningsnät för dagvatten hårt belastat. Önskemålet från Vårgårda kommun är att, i möjligaste mån, undvika att ta fram förslag där anslutning sker mot befintligt ledningsnät för dagvatten.

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.

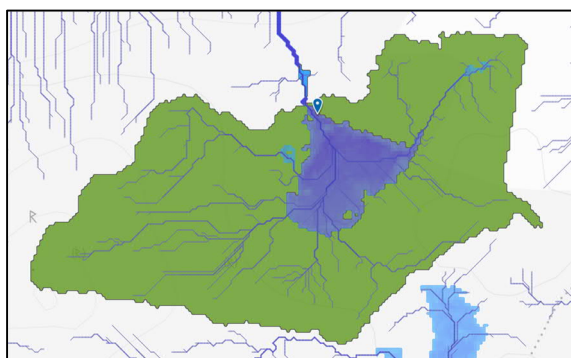
I beräkningsprogrammet Scalgo kan man få en enklare visuell överblick över nuvarande situation och områden som riskerar översvämning vid olika regn. Avrinningsmodellen är uppbyggd på basis av höjddata från Lantmäteriet med upplösning 2*2 m. Scalgo tar endast hänsyn till ytvattenavrinning och bortser från vad ledningsnät kan hantera. Scalgo "förstår" således inte att det i stadsmiljön finns ett ledningsnät som kan hantera delar av extremflödet. I 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.

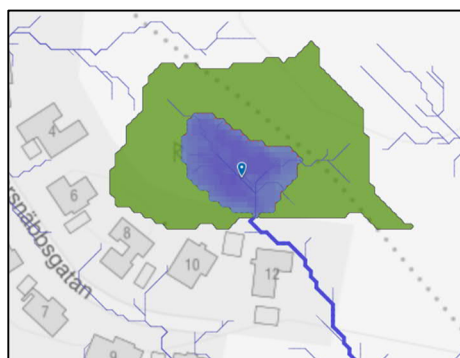


Figur 10. Skyfallskartering Scalgo, 50 mm nederbörd. Ungefärliga planområdesgränser i rött. Violetta linjer visar befintliga avrinningsområdesgränser.

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



Figur 12. Tillrinning till södra lågzonen 0,49 ha (grönmarkerat). Bildkälla: Scalgolive.com



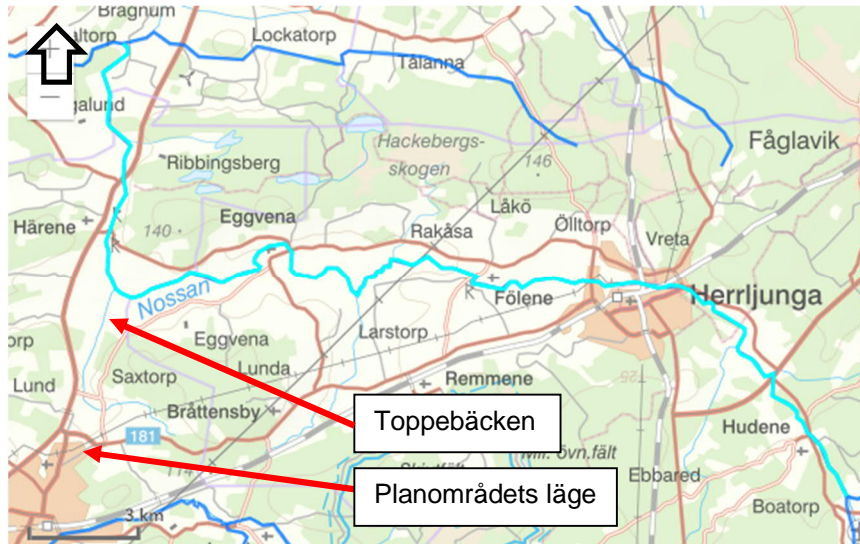
Figur 12. Norra lågzonen vid platsbesök i januari 2021.

3.2 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Recipenter 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 14.



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.*

Miljökvalitetsnormen är *God ekologisk status* senast år 2021, 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 pekas tillförsel av näringsämnen (fosfor, kväve) ut som risker vilka bidrar till att god ekologisk status ej uppnås. Klassificeringen för kvalitetsfaktorn *näringsämnen* är dock *god* baserat på provtagningar. I förslag till ny miljökvalitetsnorm anges att *god ekologisk status* ska uppnås senast 2033, men åtgärder behöver vidtas långt tidigare på en lång återhämtningstid för vattendraget 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 överskrids i alla Sveriges vattenförekomster. Dessa sprids bl. a genom atmosfäriskt nedfall och långväga lufttransporter. Gällande miljökvalitetskravet 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 Säveån till Lillån och Änskans sammanflöde vid Landa

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



Figur 14. Recipienten Kyllingsån - mynningen i Säveån till Lillån och Änskans 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.*

Miljö kvalitetsnormen är *God ekologisk status* senast år 2021, samt *God kemisk ytvattenstatus*. I förslag till ny miljö kvalitetsnorm anges att *God ekologisk status* ska uppnås senast år 2033.

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 atmosfärisisk 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 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:

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

där Q är det beräknade flödet (l/s), A är deltagande area (ha), i är regnintensiteten (l/s ha), φ är avrinningskoefficienten och k_f 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 mäts 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

3.3.1 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	68	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.

3.3.2 Dimensionerande dagvattenflöde – delområde Kyllingsån

Befintliga ytor består i norra delen av åkermark och i södra delen av starkt lutande skogsbeklädd naturmark, se blåskafferad 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	57	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.

3.3.3 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	55	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 p g a klimatfaktorn oavsett om området bebyggs eller inte.

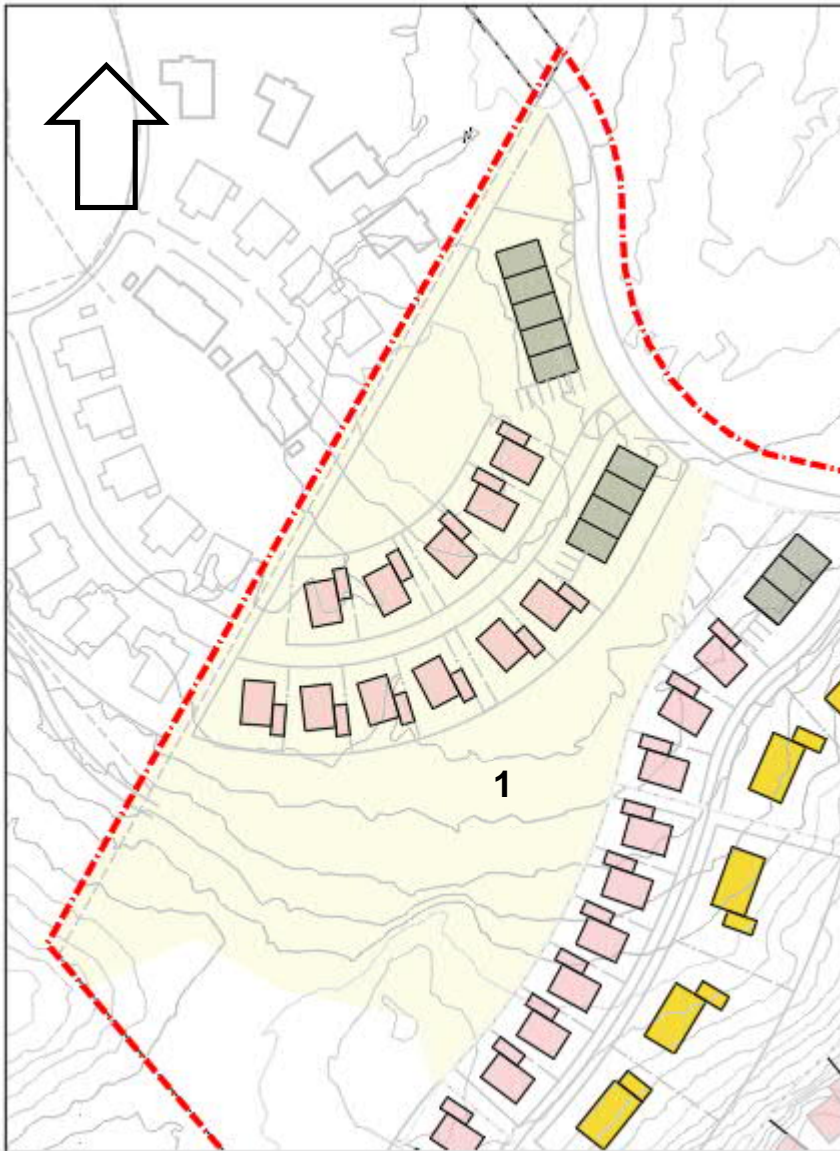
Beräkningar och indelning av flöden efter exploatering är gjord med hänsyn till befintlig marklutning samt avseende bebyggelsens utformning. Framtida tomter har beräknats utifrån sammanvägda avrinningskoefficienter. All obebyggd kvartersmark (markerad grön i figur 5) har beräknats med avrinningskoefficient 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 8350 m² 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	107
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.

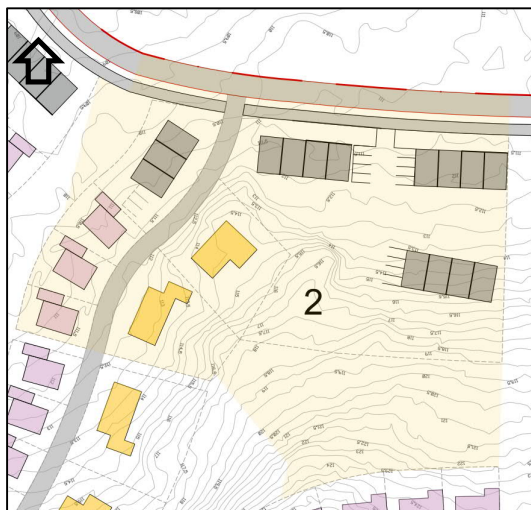
Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,157 ha och beräknas generera flödet 25 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 82 l/s vid 10-årsregn (från 25 till 107 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

4.2 DELOMRÅDE 2

Avrinning sker mot Norra diket/Toppebäcken. Tillrinning från orörd naturmark söder om föreslagna tomter uppgår till ca 2600 m² 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	114
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 m² 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	200
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

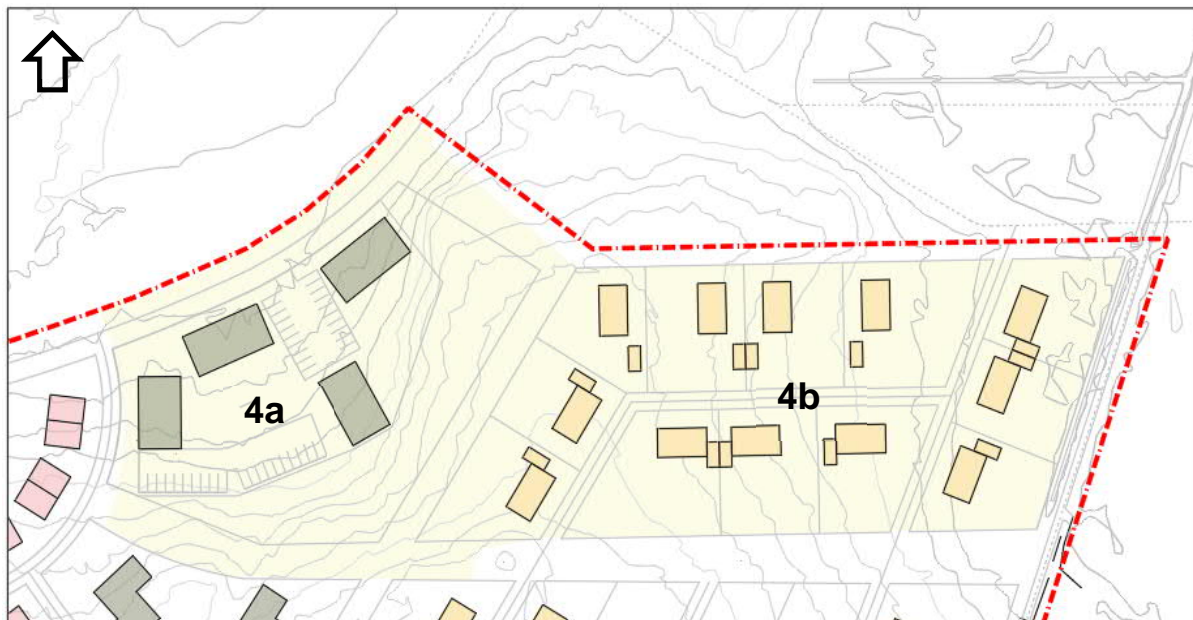
Delområdet är indelat i 4A och 4B. Detta p g a att den östra delen, som idag avrinner naturligt mot södra diket, kommer att kunna avvattnas mot norra diket/Toppebäcken. I västra delen sker avrinning mot fastighet 1:2 och vidare mot Toppebäcken. Tillrinning från orörd naturmark sydost om föreslagna flerbostadshus uppgår till ca 3700 m² och bidrar till flödet inom 20 minuter. Bedömningen är att flödet från villor och vägar i östra delen kommer att bidra inom 10 minuter p g a att dagvattnet kommer att

avledas i ledning. Ökad hårdgjordhetsgrad samt beräknad vattenhastighet i ledning leder till snabbare avrinning.

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 gult. Befintlig avrinningsområdesgräns 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	227
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). Flödet ökar därmed med 207 l/s vid 10-årsregn (från 20 till 227 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad, större bidragande yta samt från klimatfaktorn på 1,25.

4.5 DELOMRÅDE 5

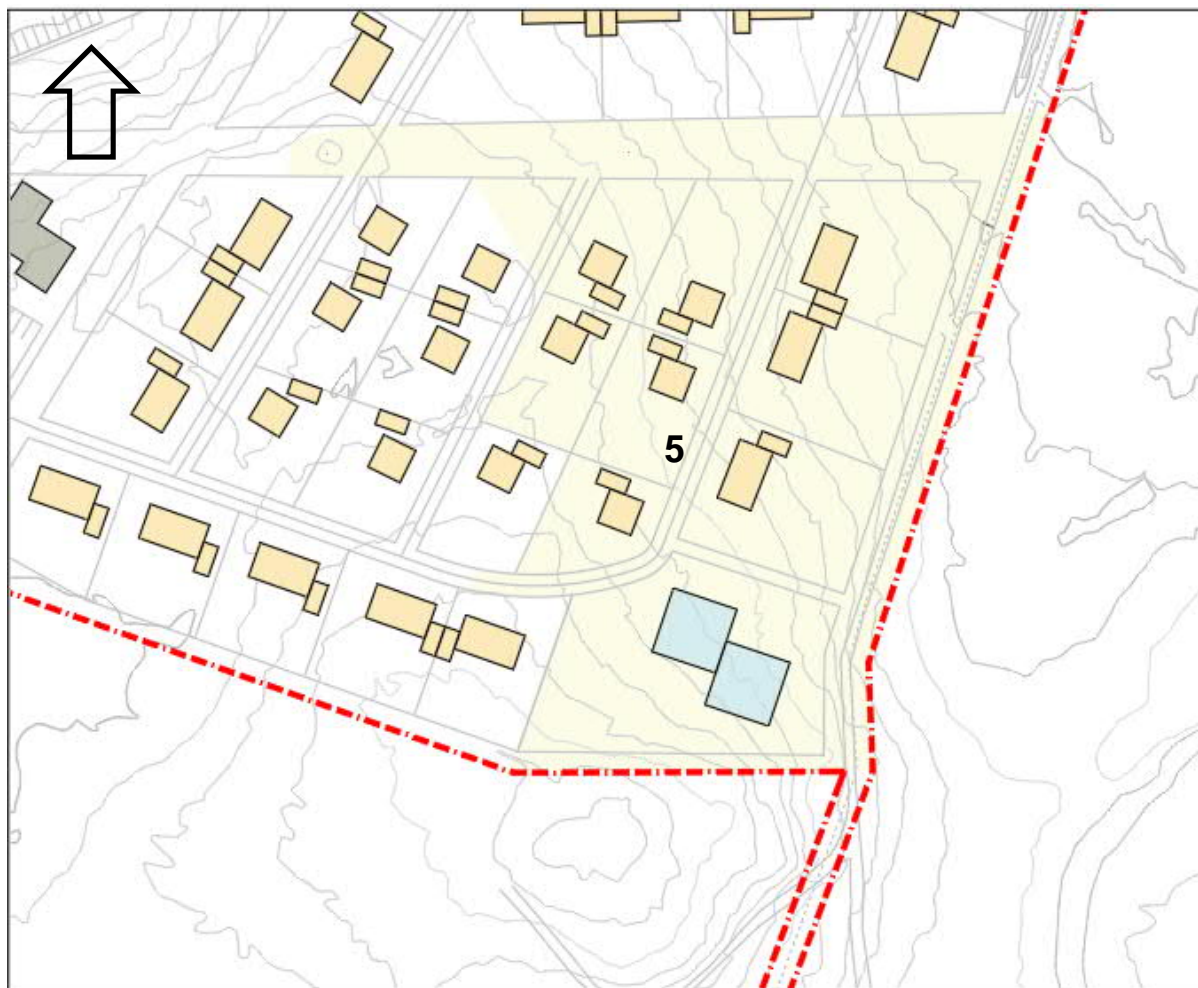
Befintlig avrinning sker mot Södra diket/Kyllingsån. Alternativt omhändertas delar av befintligt dagvattenflöde i stenkistor i ängsmarkens lågpunkter. Avrinningen från alla villatomter och vägar som tillkommer bedöms bidra till flödet inom 10 minuter. I en framtida situation föreslås dagvatten från delområdet avledas norrut och sedan vidare mot Toppebäcken i väster.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering: Vägar och GC-banor: 7 procent, villatomter: 50 procent, odefinierad bebyggelse: 3 procent, naturmark: 40 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	1,41	0,40	285	114
20	1,41	0,40	189	76

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.



Figur 19. Delområde 5 markerat med gult.

Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,14 ha och beräknas generera flödet 21 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 93 l/s vid 10-årsregn (från 21 till 114 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

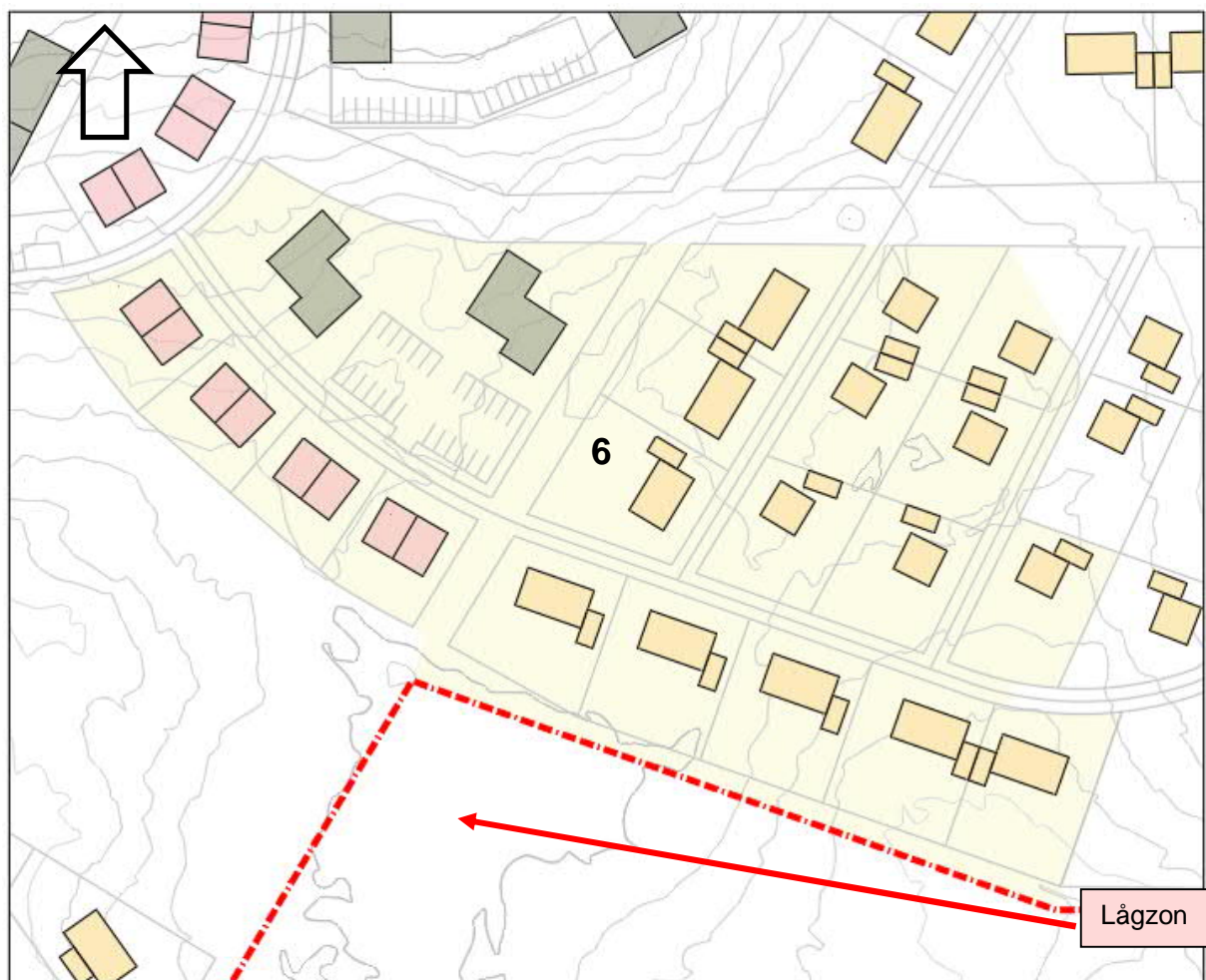
Dagvatten från detta område *kan* ledas både till södra diket och till Toppebäcken efter exploatering.

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 kvarteretsmark samt avrinning från framtida vägar bedöms bidra till flödet inom 10 minuter.

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 9 procent, villatomter: 53 procent, tomter med flerbostadshus: 17 procent, parhus: 10 procent, naturmark: 11 procent.



Figur 20. Delområde 6 markerat med gult.

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

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	1,80	0,71	285	201
20	1,80	0,71	189	133

Det största flödet uppkommer vid regnvaraktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,18 ha och beräknas generera flödet 41 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet

ökar därmed med 160 l/s vid 10-årsregn (från 41 till 201 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

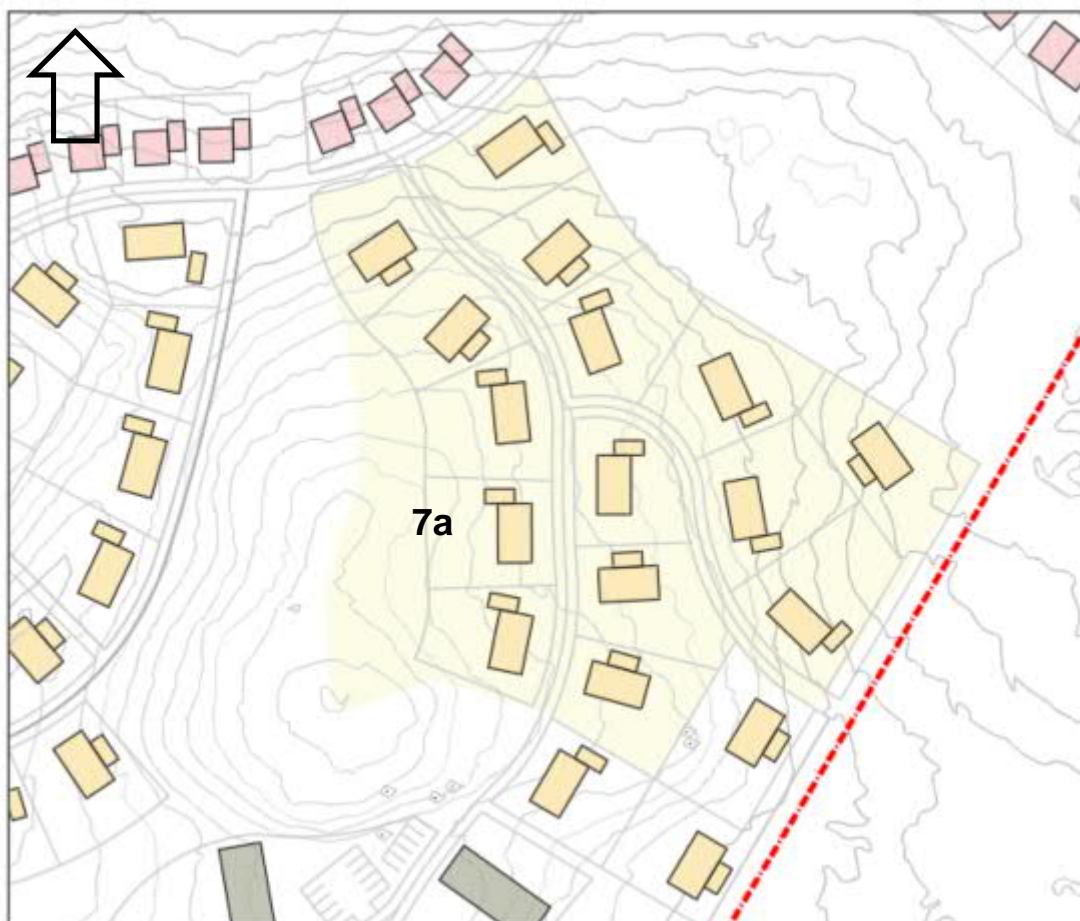
Avrinning som sker till lågzon kan komma att minska i framtiden beroende på hur de intilliggande tomterna höjdsätts. Det är dock sannolikt att viss avrinning till lågzonen kommer att äga rum även efter exploatering. Därmed måste en kontrollerad avtappning från lågzonen skapas. Enligt Naturvärdesinventering (2021-01-13, WSP) gynnas naturvärdena i lågzonen och nedströms ifall dagvatten med lågt föroreningsinnehåll tillförs lågzonen.

4.7 DELOMRÅDE 7A

Avrinning sker idag till största delen via lågzon öster om delområdet samt vidare i dike mot Toppebäcken via fastighet 1:2. 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 procent, villatomter: 81 procent, naturmark: 11 procent.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 10:



Figur 21. Delområde 7A markerat med gult

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	1,31	0,57	285	149
20	1,57	0,57	189	99

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,56 ha och beräknas generera flödet 149 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 117 l/s vid 10-årsregn (från 32 till 149 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25.

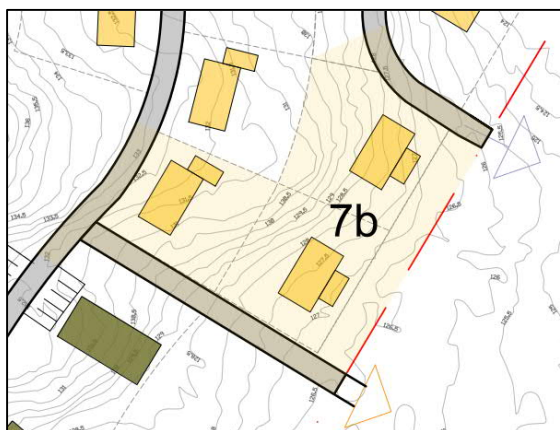
Avrinning som sker till lågzon kan komma att minska i framtiden beroende på hur de tomter som ligger intill lågzonen höjdsätts. Det är dock sannolikt att viss avrinning till lågzonen kommer att äga rum även efter exploatering. Därmed måste en kontrollerad avtappning från lågzonen skapas. Beroende på hur tomterna höjdsätts kan avledning av dagvatten från delar av den exploaterade ytan ske mot lågzonen i framtiden. Om dagvatten med lågt föroreningsinnehåll avtappas mot lågzonen gynnas naturvärdena enligt Naturvärdesinventering.

4.8 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: 19 procent, villatomter: 66 procent, naturmark: 15 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 11.



Figur 22. Delområde 7B markerat med gult.

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	0,34	0,14	285	39
20	0,34	0,14	189	26

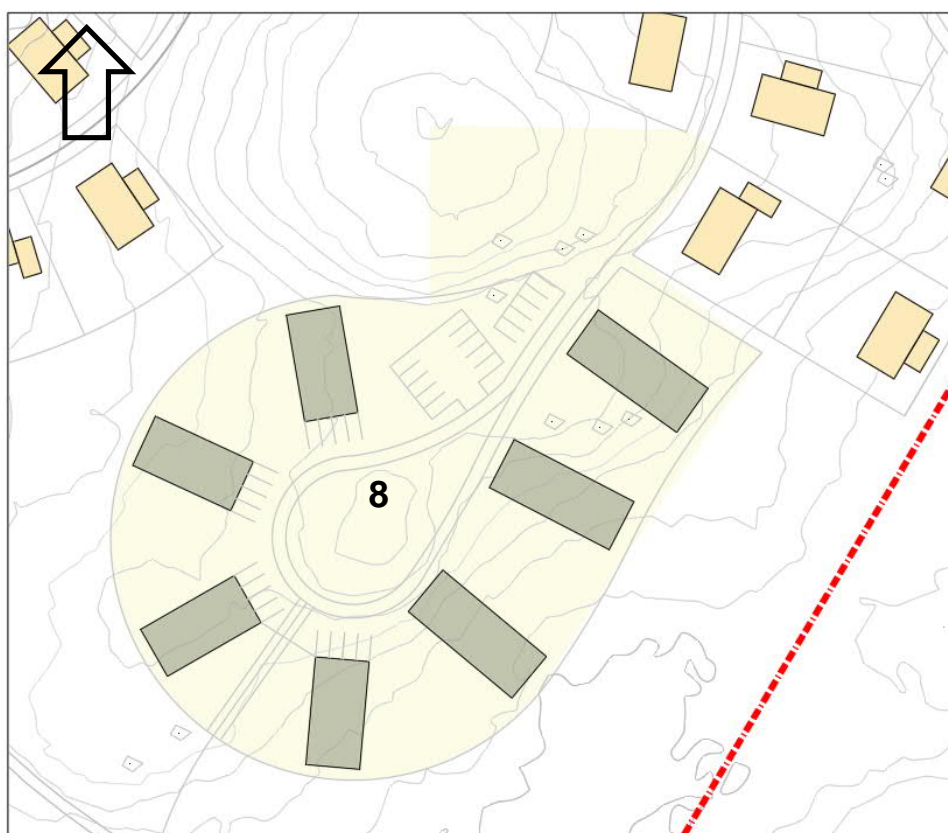
Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter. Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,03 ha och beräknas generera flödet 8 l/s vid 10-årsregn (utan klimatfaktor). Flödet ökar därmed med 31 l/s vid 10-årsregn (från 8 till 39 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatfaktorn på 1,25. Om avledning med självfall ska kunna vara möjligt kommer framtida avledning ske mot södra diket och Kyllingsån. Möjligen kan en av tomterna komma att kunna ansluta dagvatten mot gata.

4.9 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 12.



Figur 23. Delområde 8 markerat med gult.

Tabell 12. 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	115
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 klimatkraftorn på 1,25. Omgivande marknivåer innebär att framtida avledning med självfall fortsatt måste ske till södra diket och Kyllingsån ifall marken ej höjs.

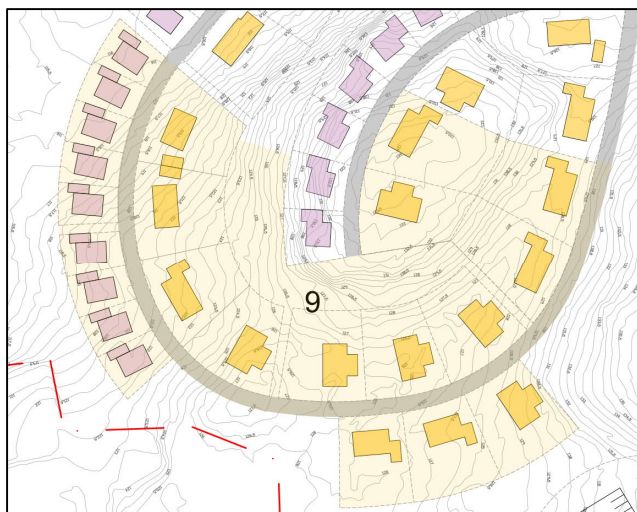
Enligt preliminär höjdsättning av tomter kommer marken att höjas och ligga på +132 till +132,5 för delområdet. Det innebär att det finns förutsättningar för att leda dagvatten via ledningsnät i gata norrut mot Toppebäcken.

4.10 DELOMRÅDE 9

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

Fördelningen av markslag blir följande efter exploatering:

Vägar och GC-banor: 9 procent, villatomter: 65 procent, gruppbyggda småhus: 14 procent, naturmark: 12 procent. Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 13.



Figur 24. Delområde 9 markerat med gult.

Tabell 13. Framtida dagvattenflöde delområde 9, 10-årsregn. Klimatkraftorn 1,25 inkluderad.

Rinntid/ Varaktighet (min)	Deltagande area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatkraftorn (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	1,69	0,64	285	183
20	1,69	0,64	189	121

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.

Om hela delområdet ej bebyggs uppgår reducerad area till 0,17 ha och beräknas generera flödet 26 l/s vid 10-årsregn (utan klimatkraftorn). Flödet ökar därmed 157 l/s vid 10-årsregn (från 26 till 183 l/s). Orsaken till ökningen härrör från ökad hårdgjordhetsgrad samt från klimatkraftorn på 1,25.

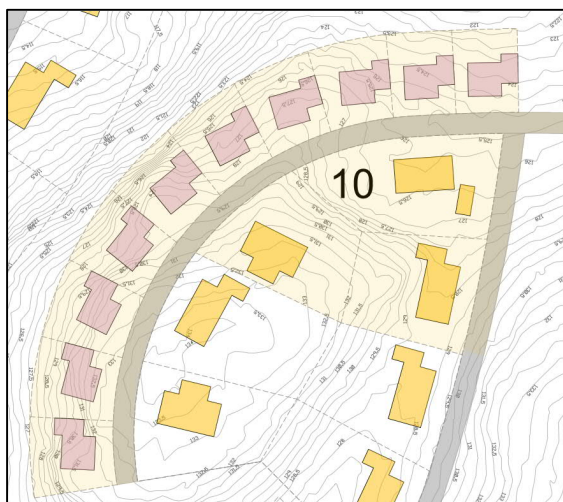
Enligt överenskommelse med Vårgårda kommun ska ambitionen vara att mesta möjliga andel av dagvattenflödena ska undvika att ledas till befintligt ledningsnät och i stället ledas till Toppebäcken eller södra diket. Bedömningen är att flöden från exploaterade ytor i detta delområde *kan* ledas norrut till Toppebäcken. I bilaga 2 och 3 finns ett förslag framtaget som visar detta. Eftersom inget dagvatten från delområdet idag rinner till norra diket torde området kring Lövsångaregatan (dit avrinning sker idag) då

bli torrare och flödet till Toppebäcken ökar. Bilaga 2 visar även ett alternativt förslag där tio av villatomterna avleder fördröjt flöde till ledningsnät vid Näktergalsgatan.

4.11 DELOMRÅDE 10

Diffus avrinning sker idag 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 14.



Figur 25. Delområde 10 markerat med gult.

Tabell 14. 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	99
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.

4.12 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:

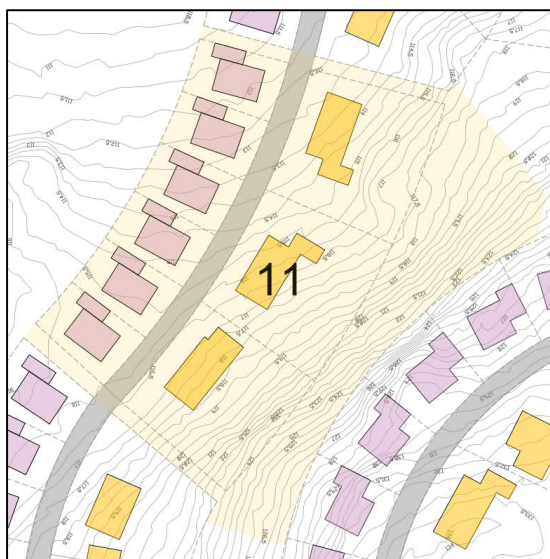
Vägar och GC-banor: 7 procent, villatomter: 41 procent, gruppbyggda småhus: 23 procent, naturmark: 29 procent.

Framtida dagvattenflöde utifrån planerad markanvändning för delområdet presenteras i tabell 15.

Tabell 15. 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	65
20	0,66	0,23	189	43

Det största flödet uppkommer vid varaktigheten 10 minuter.



Figur 26. 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 hårdgjordhetsgrad 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. Eftersom det finns önskemål om att undvika att ansluta till befintligt ledningsnät på grund av kapacitetsbegränsningar föreslås avvattningen från flera ytor anslutas till Toppebäcken än vad som naturligt rinner dit idag. Flödet dit kommer därmed att öka något, trots fördröjningsåtgärder som kompenserar för ökad hårdgjordhetsgrad och klimatförändringar.

På samma sätt leder detta även till att flöde mot södra diket/Kyllingsån och det diffusa flödet mot befintlig bebyggelse i syd och sydväst kommer att minska.

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 och hur avrinning sker från tomterna i befintlig situation. Framtida 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 hårdgjordhetsgrad uppskattats schablonmässigt. I bilaga 2 och 3 visas uppskattad utbredning för föreslagna krossdiken, makadammagasin 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 m²) och gruppbyggda småhus (3 130 m²). Tabell 16 visar erforderlig fördröjning för delområde 1 baserat på bygghusetyp och ytstorlek.

Tabell 16. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 1 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bygghusetyp	Deltagande area (m ²)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl klimatfaktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor) (l/s)	Erforderlig volym (m ³)
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 föreslaget vägdike. Avledning sker mot Toppebäcken.

5.2 DELOMRÅDE 2

Delområdet innefattar radhusbebyggelse (4960 m²), villor (1530 m²) och gruppbyggda småhus (820 m²). Erforderlig fördröjning för delområde 2 baserat på bebyggelsetyp och ytstorlek visas i tabell 17.

Tabell 17. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
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 sker mot Toppebäcken.

5.3 DELOMRÅDE 3

Området kommer att bestå av flerbostadshus (6 915 m²) i norra delen, parhus (1 825 m²) i östra delen och 3 st gruppbyggda småhus (860 m²) i södra delen. Erforderlig fördröjning för delområde 3 baserat på bebyggelsetyp och ytstorlek visas i tabell 18.

Tabell 18. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
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 m³ 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 m³). Vägdagvatten hanteras i föreslaget vägdike. Vidare avledning sker mot Toppebäcken.

5.4 DELOMRÅDE 4A

Området kommer att bestå av flerbostadshus (3 590 m²). Erforderlig fördröjning för delområde 4a baserat på bebyggelsetyp och ytstorlek visas i tabell 19.

Tabell 19. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Flerbostad	3 590	0,18	285	51	8	32

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

5.5 DELOMRÅDE 4B

Området består av 3 grupper med villatomter (5 700, 3 130, 2 550 m²) samt lokalgator. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 20.

Tabell 20. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor	11 377	0,40	285	113	26	59

Förslag till fördröjning innebär att magasin skapas och att dessa magasin även hanterar lokalgatans dagvatten. Magasinens placering behöver anpassas efter terrängen. Totalt visas förslag på en fördröjningsvolym om 59 m³. Avledning föreslås ske via nytt ledningsnät förlagt i lågzon norr om planområdet och vidare i föreslaget dike längs ny huvudgata mot Toppebäcken.

5.6 DELOMRÅDE 5

Området består av nio villatomter där 7 av dessa kan ansluta norrut via delområde 4b och två tomter kan ansluta till samma ledningsnät som delområde 6. Här finns även möjlighet höjdmässigt för 6–7 tomter att ansluta söderut till södra diket vilket visas i bilaga 2 och 3. Fördröjningsbehovet för de två tomter som ansluter via delområde 6 är ca 7 m³. Odefinierad bebyggelse, blått i figur 19, beräknas som flerbostadshus, fördröjning av 9 m³ föreslås ske i anslutning till tomtmark. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 21.

Tabell 21. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor	6 390	0,24	285	68	16	29
Odefinierad bebyggelse	2 515	0,13	285	36	7	9

Vägdagvatten föreslås fördröjas i mindre vägdiken (visas ej i bilaga). Avledning sker norrut i samma ledningsnät som för delområde 4b mot Toppebäcken.

5.7 DELOMRÅDE 6

Området består av de två tomterna i delområde 5 (1 360 m²) samt 14 villatomter (9 670 m²) 3 parhus (170 m²) och 2 flerbostadshus (3 135 m²). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 22.

Tabell 22. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 6 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area	Reducera d area	Regnintensitet inkl klimat- faktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor	9 670+1 360	0,38	285	96	22	57
Parhus	1 720	0,07	285	20	4	11
Flerbostad	3 135	0,16	285	45	7	28

I bilaga 2 har villornas fördröjningsmagasin placerats i intilliggande lokalgata. Flerbostadshusens magasin har placerats nedströms dessa, intill lokalgata. Parhusens fördröjningsmagasin är placerade längre norrut, mellan delområde 3 och 4. I detaljprojekteringskedet kan det undersökas om fördröjningsvolymerna kan ligga mer samlad. Vidare avledning sker mot Toppebäcken. Bebyggelse närmast lågzonen kan ansluta dagvatten med lågt föroreningsinnehåll till denna intilliggande lågzon.

5.8 DELOMRÅDE 7A

Området består av 15 villatomter (11 914 m²) och ca 1 230 m² vägyta. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelse och ytstorlek visas i tabell 23.

Tabell 23. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor inkl. väg	13 144	0,52	285	147	32	70

Västra delen av delområdet föreslås fördröja (44 m³) i den samlade fördröjningsytan mellan delområde 2 och 3. Ca 4 tomter i östra delen av området kan ha utlopp mot befintlig lågzon norr om tomterna om dagvattnet innehåller låga nivåer föroreningar, se bilaga 2.

5.9 DELOMRÅDE 7B

Området består av tre villatomter (3 435 m²) som kommer att behöva avleda dagvatten österut mot södra diket alternativt mot lågzonen norr om delområde 7a. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelse och ytstorlek visas i tabell 24.

Tabell 24. 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 ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor	3435	0,14	285	39	8	22

Fördröjningsmagasinet föreslås placeras i lokalgatan med erosionsskyddat utlopp mot befintligt rinnstråk, se bilaga 2. Eventuellt kan en av tomterna ansluta sitt dagvatten mot gata norr och nord västerut.

5.10 DELOMRÅDE 8

Delområdet bebyggs med 6 st. flerbostadshus (≈6 600 m²) inkl p-ytor och väg/gc (≈700 m²). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelse och ytstorlek visas i tabell 25.

Erforderlig volym, 70 m³, föreslås placeras i naturligt lågstråk öster om föreslagen bebyggelse med erosionsskyddat utlopp mot befintligt rinnstråk. Vidare avledning sker mot södra diket och Kyllingsån.

Om tomterna höjs enligt framtaget förslag (211130) finns det möjlighet att ansluta med självfall mot lokalgata och då kommer samlad fördröjning att ske mellan delområde 2 och 3.

Tabell 25. 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 klimatfaktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
(min)	(m ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
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

5.11 DELOMRÅDE 9

Delområdet bebyggs med friliggande villor (≈10 950m²) och i västra delen gruppbyggda småhus (2 370 m²). Förutom de två högst belägna villatomterna (1 737 m²) där dagvatten hanteras via delområde 10, föreslås dagvatten hanteras i ledningsnät längs den lokalgata som omsluter tomterna från södra sidan. Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelseyp och ytstorlek visas i tabell 26.

Tabell 26. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 9 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelseyp	Deltagande area	Reducerad area	Regnintensitet inkl klimatfaktor	Framtida flöde	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor)	Erforderlig volym
	(m ²)	(ha)	(l/s*ha)	(l/s)	(l/s)	(m ³)
Villor	7 530	0,26	285	75	17	39
Grupp småhus	2 369	0,12	285	34	5	21
2 villor toppen	1 737	0,06	285	17	4	9

Fördröjningsmagasin har placerats väster om delområde 11 där fördröjning även föreslås ske från delar av delområde 11. En befintlig lågpunkt på sträckan tvingar ned ledningsnätet djupare än normalt för att klara erforderlig täckning och självfall vidare nedströms mot Toppebäcken. Man kan i detaljprojekteringskedet se över denna del av området – en höjning av marknivån skulle förbättra situationen. Det finns även möjlighet att nå befintligt dagvattennät vid Näktergalsgatan (avseende 10 nya villatomter, se bilaga 2). Ett system med dagvattenkassetter för dessa tio villor skulle ge ett maxflöde på ca 20 l/s vid tioårsregn till befintligt ledningsnät.

Dagvattenavledningen för småhusen i väster har placerats väster om tomterna av topografiska skäl. Här kan den preliminära höjdsättningen av dessa tomter innebära att tomterna eventuellt kan avvattna ut mot gatan på östra sidan.

De två högst belägna villatomterna har ett fördröjningsbehov på 9 m³ och flödet från dessa tomter leds ned till föreslaget större magasin mellan delområde 2 och 3.

5.12 DELOMRÅDE 10

Delområdet bebyggs med 3 villor (2 487 m²) och 10 gruppbyggda småhus (3 400 m²). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelseyp och ytstorlek visas i tabell 27.

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

Bebyggelse- typ	Deltagande area (m ²)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor) (l/s)	Erforderlig volym (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 föreslaget större magasin mellan delområde 2 och 3 samt sedan vidare mot Toppebäcken, se bilaga 2.

5.13 DELOMRÅDE 11

Delområdet bebyggs med 3 villor (2 717 m²) och 6 gruppbyggda småhus (1 535 m²). Erforderlig fördröjning baserat på bebyggelsestyp och ytstorlek visas i tabell 28.

Tabell 28. Erforderlig fördröjning, bebyggd yta i delområde 11 där befintligt högsta flöde vid 10-årsregn inte får öka.

Bebyggelse- typ	Deltagande area (m ²)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Utflöde (bef flöde exkl klimatfaktor) (l/s)	Erforderlig volym (m ³)
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 slås samman till ett större magasin, se bilaga 2. Vidare avledning sker mot Toppebäcken.

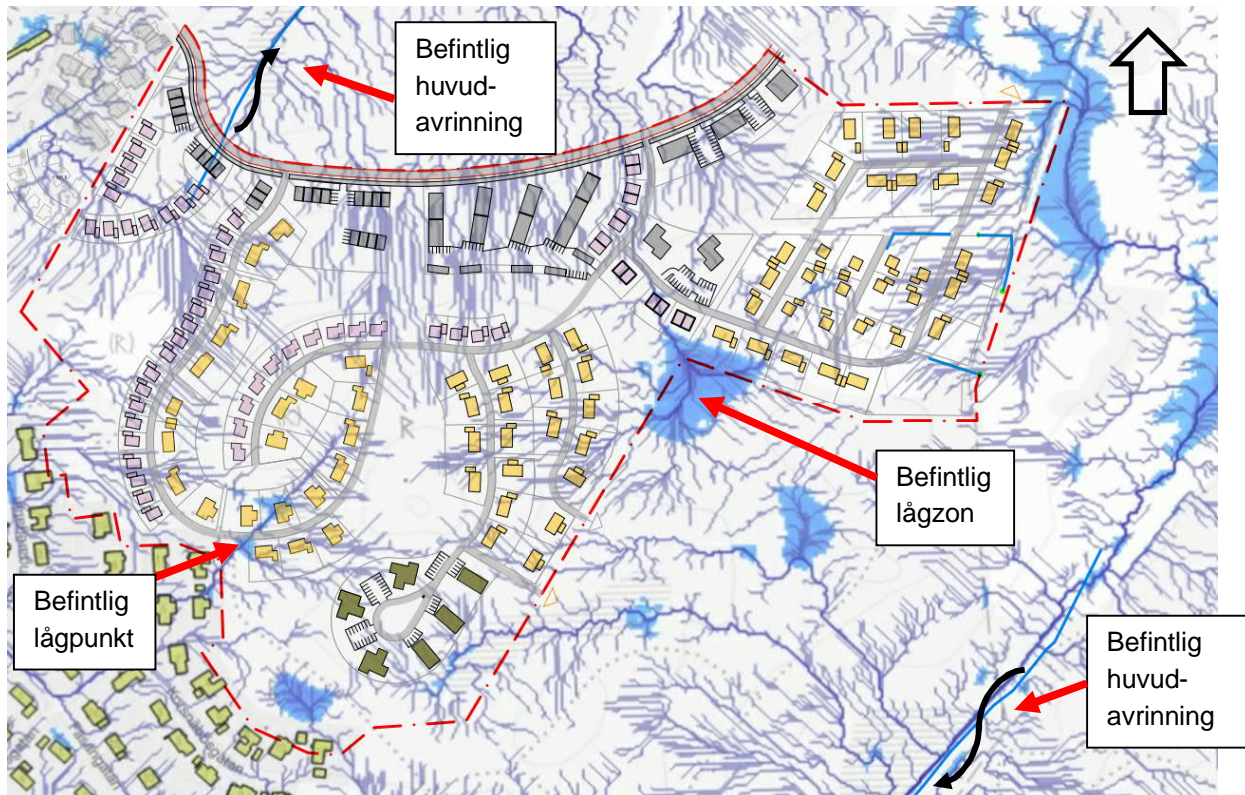
5.14 KOPPLING TILL TOPPEBÄCKEN OCH KYLLINGSÅN

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 300 meter i nordostlig riktning och sedan skapas utlopp i Toppebäcken. Toppebäcken behöver även erosionskyddas 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 och 8) behöver också erosionskydd skapas p g a att flödet koncentreras till två punkter.

6 SKYFALL EFTER EXPLOATERING

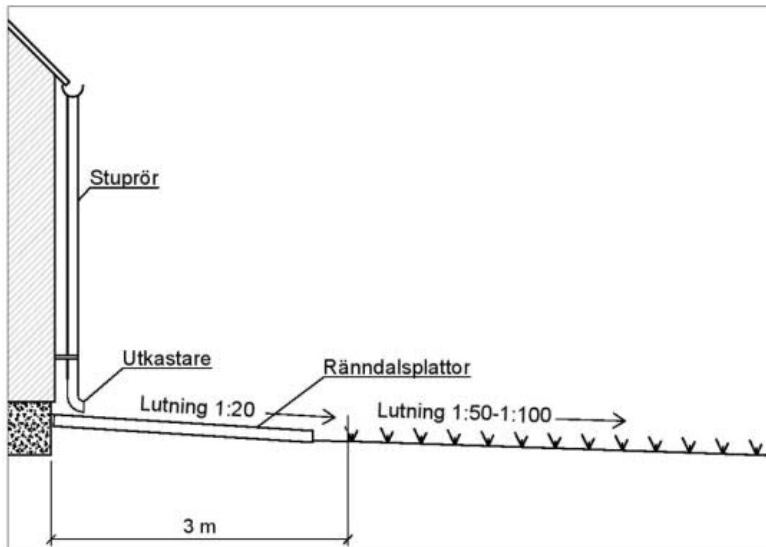
För att kunna visuellt visa hur planområdet påverkas av extremnederbörd har den föreslagna bebyggelsen lagts ovanpå befintlig mark och ett 50 mm regn motsvarande det som syns i figur 10 har skapats i simuleringsprogrammet Scalgo. Inga editeringar av marknivåer eller för byggnader mm är alltså gjorda i följande figur.



Figur 27. Befintliga rinnvägar och lågpunkter med ny bebyggelse som ej är höjdsatt. Ett regn på 50mm visas. Ungefärlig planområdesgräns visas med rött streck. Bildkälla: Scalgo

Störst påverkan får de tomter som ligger norr om norra lågzone. Nordöstra delen samt ett fåtal tomter i sydvästra delen påverkas till viss del. 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. Figur 27 visar att rinnvägen bort från den befintliga lågzone i utkanten av planområdets östra del behöver flyttas något i nuvarande bebyggelseförslag. Även i delområde 9 behöver nya rinnvägar skapas (befintlig lågpunkt, beskrivs i kap 5:11 och visas i bilaga 2).

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 principalskiss i figur 17.

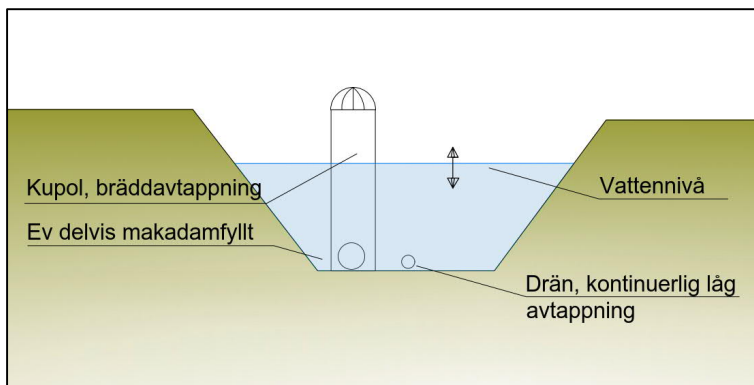


Figur 28. Princip för marklutning. Bilden visar exempel på avvattning från byggnad via vattenutkastare.
Bildkälla: Höörs kommun/Svenskt Vatten 2011.

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 29.



Figur 29. Förslag till principiell dikesutformning. Dikessläntens 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. 13 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 29 och 30.

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 föroreningsituationen 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 norrut ökar ytstorleken för uppkommande dagvatten som leds norrut efter exploatering samt minskar i ytstorlek från bidragande ytor som leds söderut efter exploatering. Därmed blir halter mer intressant att studera än mängder i detta fall.

7.1.1 Mängder

Tabell 29. Föroreningsmängder för nuläge och enligt plan, Toppebäcken, om ingen rening sker av dagvattnet samt reduktion som krävs för att ej försämrats från nuläge.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Behövvd 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 samt att dagvatten från en större area leds norrut.

Tabell 30. Föroreningsmängder 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. Det sker alltså en mängdökning gällande flertalet ämnen trots att andelen bidragande yta minskar. Ökningen antas bero på att skogsmark förändras till bostadsområde.

7.1.2 Halter

Beräkning avseende halter framgår av tabell 19 och 20. Som jämförelse visas rikt/målvärden som satts upp av Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, samt de riktvärden som StormTac anger.

Tabell 31. Halter föroreningar nuläge och enligt plan, Toppebäcken, om ingen rening sker av dagvattnet.

1 Ämnen	2 Nuläge (µg/l)	3 Enligt plan utan rening (µg/l)	4 Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad (µg/l)	5 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 32. Halter föroreningar nuläge och enligt plan, Kyllingsån, om ingen rening sker av dagvattnet.

1	2	3	4	5
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.

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 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 reningseffekt.

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 delområde 7b och eventuellt delområde 8 att behöva avleda dagvatten mot södra diket/Kyllingsån. Om detta sker är det 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 kontrollrat, utan att skada nedströms bebyggelse.

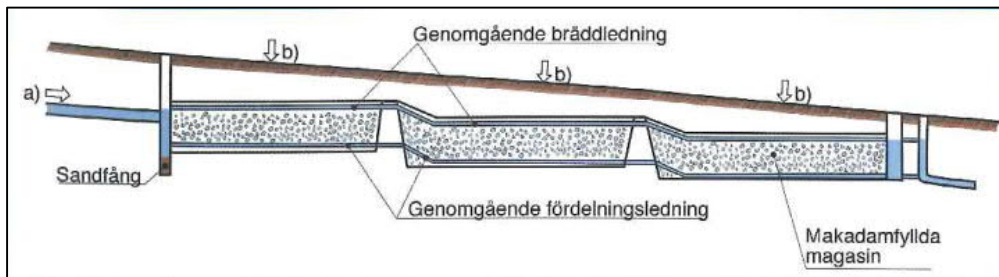
8.1.1 Diken

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.

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 slänthlutning 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 30 och 31.

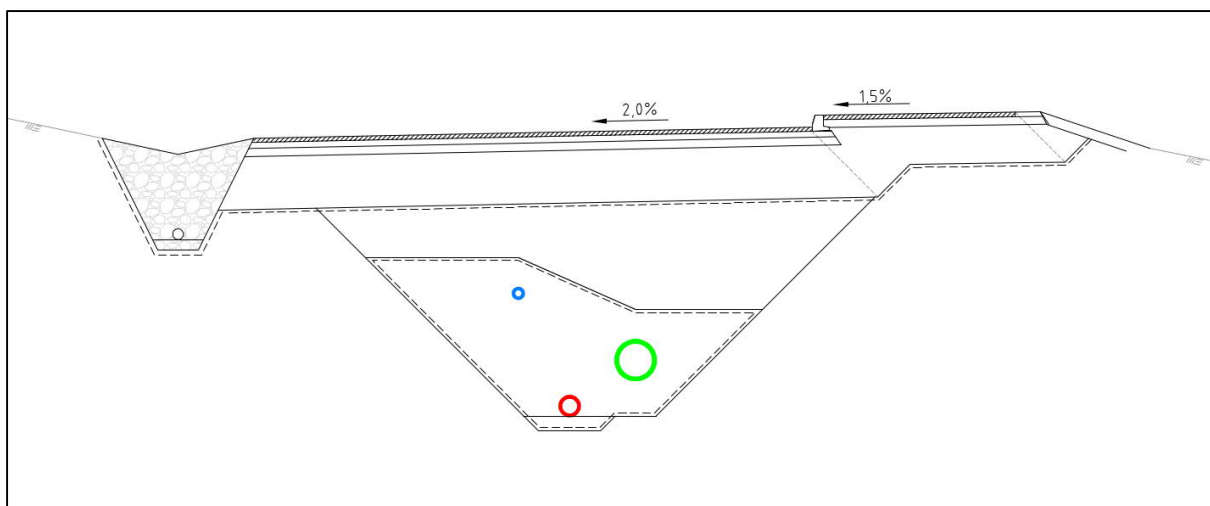


Figur 30. Principskiss över seriekopplade magasin. Fall a: allt vatten leds in i det övre magasinet, fall b: vattnet fördelas jämt. Illustration: Svenskt Vatten P105.



Figur 31. 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 32 Typsektion för väg men enkelsidigt tvärfall, makadamdike och VA-schakt.



Figur 33. Exempel på väggavvattning 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 storlekssorterad sten utan nollfraktion) och omslutet av geotextil. En typsektion på väg med makadamdike visas i figur 32.

Makadamdiket (som föreslås ovan) har i sektion en tvärsnittsarea på ca 1 m², baserat på en hålrumvolym på 30% innebär detta att 0,3 m³ vatten som kan fördröjas per meter dike. Dikets övre bredd blir med dessa mått 1,5 meter.

8.1.2 Krossdike/magasin – granulutfyllda rörmagasin

Makadammagasinet omsluts med geotextil vilket även möjliggör för infiltration. Om grundvattennivån är hög kan magasinet på g a detta behöva kläs in med tät duk för att inte grundvatten ska tränga in 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 granulutfyllda rörmagasin, se figur 34. 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 34. Exempel på fördröjning och rening i rörmagasin. Bildkälla: Weric AB

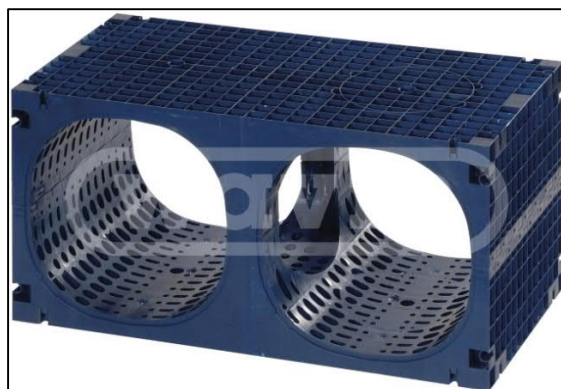
8.1.3 Dagvattenkassetter

När ett kassetmagasin 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 kassetmagasin 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 kassetmagasin är följande:

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



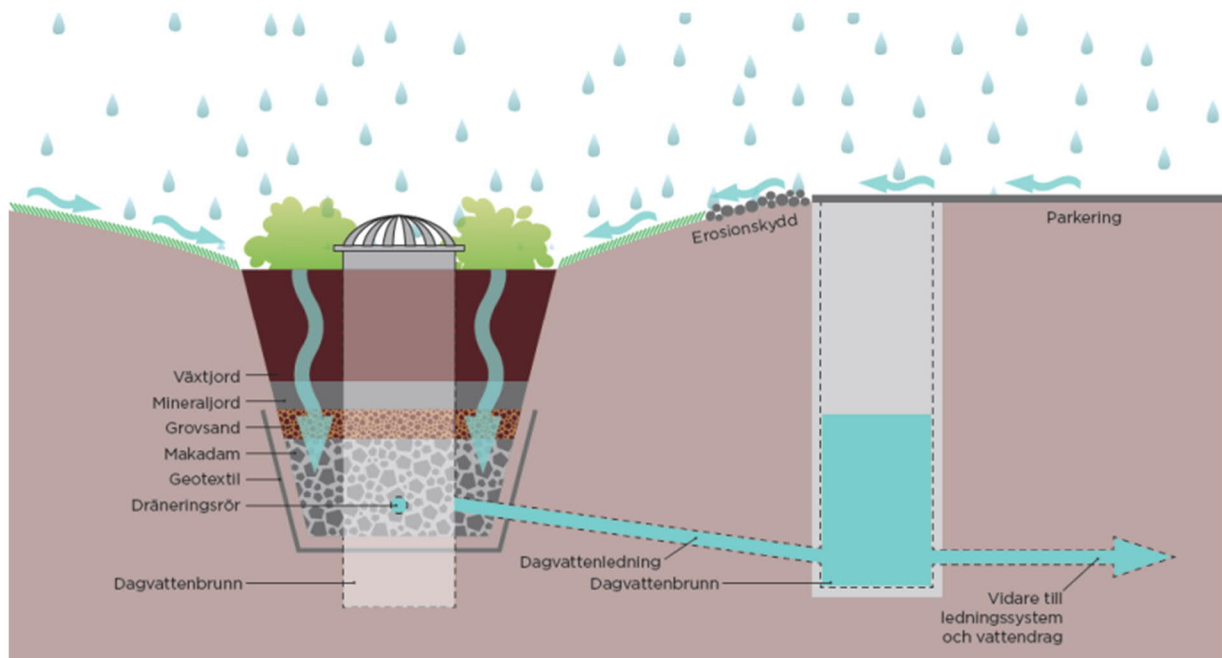
Figur 35. Körbar dagvattenkassett samt anläggande av kassettsystem. Bildkälla: Wavin.se

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 32 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 37.



Figur 36. Exempel på översilningsyta från parkering i Kviberg, Göteborg. Bildkälla: SMHI.se (Peter Svensson)

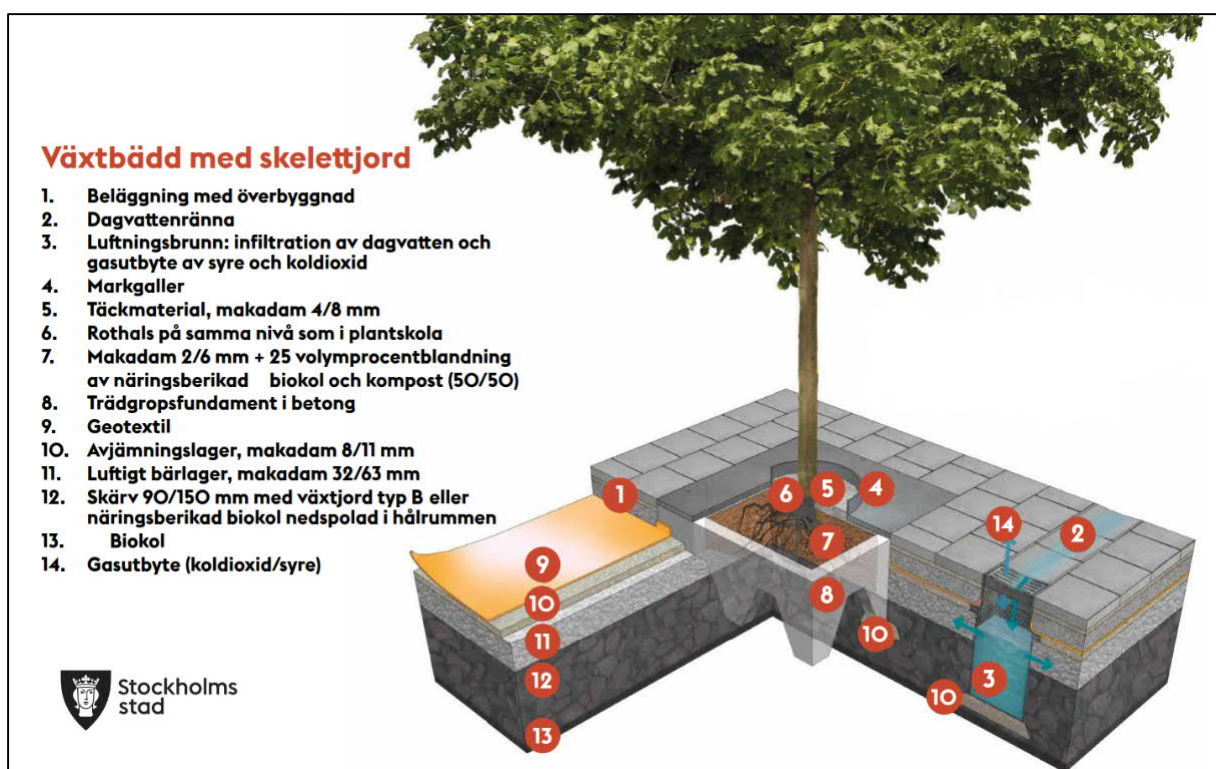


Figur 37. Principuppbyggnad för översilningsyta vid parkering. Upphöjd kupolbrunn medger viss magasinering innan bräddning sker. Bildkälla: COWI

8.2 KOMPLETTERANDE LÖSNINGAR

8.2.1 Skelettjordar

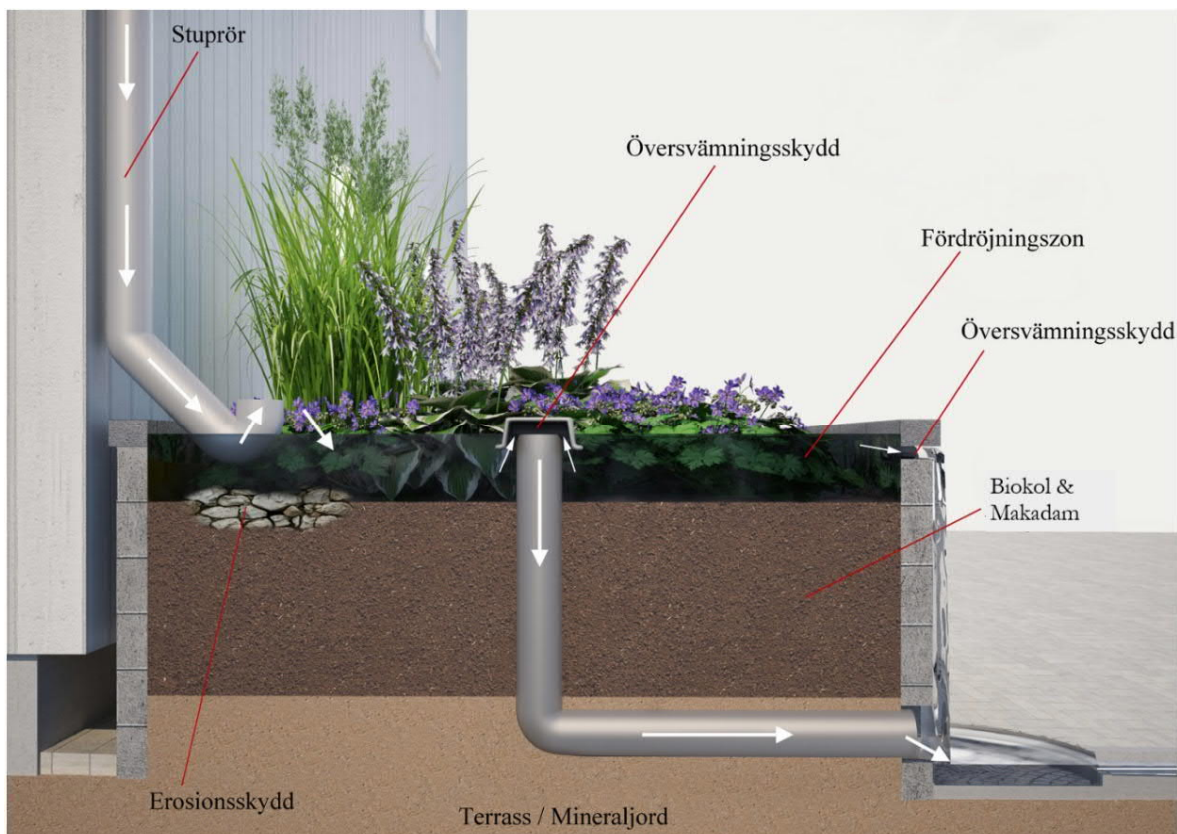
Skelettjordar har som syfte att skapa bra förutsättningar för träd att växa i hårdgjorda ytor. Rötter behöver vatten och näring, men även luftning för att ventilera bort koldioxid från jorden runt rötterna. Genom att skapa ett skelett av stenar skapas en bra väggkropp för eventuell kör- eller gångbana, se figur 38. 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 38. 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 39 och 40.



Figur 39. Exempel på upphöjd växtbädd vid byggnad. Bildkälla: Grågröna systemlösningar för hållbara städer, Vinnova 2014.



Figur 40. 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 bräddningsfunktion. 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 m³ per m² 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 m³ per m².

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 41. 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 41. 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 magasineringsförmåga 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 m² flackt tak skulle kunna fördröja från 18m³ upp till 45 m³ beroende på mätnadsgrad 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 zinktak kan förorena dagvattnet genom att partiklar frisätts via korrosion och erosion. Exempel på gröna tak visas i figur 35.



Figur 42. 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 33–36 visar resultaten av jämförelsen avseende mängder och halter.

9.1.1 Mängder

Tabell 33. 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 en större andel ytor leds till Toppebäcken jämfört med nuläget samt att 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 34.

Tabell 34. 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. Det positiva resultatet är också en konsekvens av att en mindre andel ytor leds till recipienten jämfört med nuläget.

9.1.2 Halter

Beräknad belastning avseende halter visas i tabell 35–36.

Tabell 35. 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 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	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 36.

Tabell 36. 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 miljökvalitetsnormerna för ytvatten

Enligt tabell 33–36 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 miljökvalitetsnormerna, 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 miljökvalitetsnormerna 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. 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 öka något medan belastningen på befintligt ledningsnät och Kyllingsån blir oförändrat eller minskar. Det är främst föreslagen hantering av dagvattnet i delområde 9 och 11 som leder till att mer dagvatten leds till Toppebäcken. Härvidlag kan man diskutera om ytterligare fördröjning ska skapas för att kompensera för detta. Detta skulle kunna skapas i anslutning till ny utloppsledning mot Toppebäcken.

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 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 klagörs.

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.

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 (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.

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

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

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

