



*Bild från: Forum Arkitekter AB (maj 2021)*

Forum Arkitekter AB

# Hallaberget, Vårgårda kommun Översiktlig dagvatten- och skyfallsutredning

Göteborg 31.05.2021

Hallaberget , Vårgårda kommun

## Översiktlig dagvatten- och skyfallsutredning

Datum	Reviderad 2021-05-31	
Uppdragsnummer	1320038525-007	
Utgåva/Status	Granskad	
Henrik Undeland	Rita Marques/Stephanie The /Ebba Östberg/Joanna Cieslukowska	Mikaela Rudling /Patrik Gliveson
Uppdragsledare	Handläggare	Granskare

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>Bakgrund och syfte .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Förutsättningar dagvattenhantering .....</b>	<b>4</b>
2.1	Riktlinjer för dagvattenhantering .....	4
2.2	Miljö kvalitetsnormer .....	4
2.2.1	<b>Recipientbeskrivning ytvatten .....</b>	<b>5</b>
2.2.2	<b>Recipientbeskrivning grundvattenförekomster .....</b>	<b>6</b>
2.3	Reningsbehov dagvatten .....	7
<b>3.</b>	<b>Befintliga förhållanden .....</b>	<b>8</b>
3.1	Områdes- och planbeskrivning .....	8
3.2	Topografi och markslag .....	8
3.3	Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi .....	9
3.4	Natur- och kulturintressen .....	11
3.5	Befintlig avrinning .....	12
3.6	VA-ledningar .....	12
3.7	Markavvattningsföretag .....	13
<b>4.</b>	<b>Planområdets föreslagna utformning .....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>Skyfallsanalys 100-årsregn .....</b>	<b>15</b>
5.1	Lågpunktskartering och översvämningsrisker .....	15
5.1.1	Applicerad regnmängd .....	15
5.2	Höjdmodell .....	16
5.3	Avrinningsområden .....	18
5.4	Potentiella översvämningsområden .....	19
5.5	Flödesvägar .....	22
5.6	Behov av skyfallsåtgärder .....	25
<b>6.</b>	<b>Beräkningar av dagvattenflöden och fördröjningsvolym .....</b>	<b>27</b>
6.1	Avrinningsområden och markanvändning .....	27
6.2	Metodik för flödesberäkningar .....	27
6.3	Dagvattenflöden före och efter exploatering .....	28
6.4	Erforderliga fördröjningsvolym .....	30
<b>7.</b>	<b>Föreslagen dagvattenhantering .....</b>	<b>31</b>

7.1	Delområde B1 .....	31
7.2	Delområde B2 .....	31
7.3	Delområde B3 .....	31
7.4	Delområde B4 .....	32
7.5	Delområde C1 .....	32
7.6	Delområde C2 och C3 .....	32
7.7	Delområde C4 .....	33
7.8	Lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark .....	33
<b>8.</b>	<b>Fortsatt arbete .....</b>	<b>34</b>

## **Bilagor**

Bilaga 1 – Framtida förhållanden

Bilaga 2 – Föreslagen dagvattenhantering

Bilaga 3 – Exempel på dagvattenlösningar

## Hallaberget, Vårgårda kommun

### PM Översiktlig dagvatten- och skyfallsutredning

#### 1. Bakgrund och syfte

En detaljplan upprättas för ett nytt bostadsområde i Hallaberget, Vårgårda. Vårgårda kommun, genom Samhällsbyggnad/Bygg- och Miljö, har initierat detaljplaneläggningsen av området. Planläggningen sker i samarbete mellan Vårgårda kommun och den aktuella exploatören. Syftet med planen är att möjliggöra utbyggnad av nya bostäder i flerbostadshus och gruppbyggda småhus nära Vårgårda centrum och stationsområdet.

Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag att översiktligt beskriva de befintliga förhållanden och förutsättningar för dagvattenhantering samt de nya dagvattenförhållandena i och med den planerade bebyggelsen, räkna fram dagvattenflöden samt ta fram ett principförslag på dagvattenhantering i utredningsområdet.

#### 2. Förutsättningar dagvattenhantering

##### 2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Vårgårda kommun har inga fastställda riktlinjer eller strategi för hantering av dagvatten. Dock är kommunens önskemål att lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) tillämpas där så är möjligt.

Enligt kommunen ska dokumentet *Arbetsmetod för riskbedömning av grundvatten, Vårgårda-modellen* (Vårgårda kommun, 2018-05-21) ligga till grund till denna dagvattenutredning eftersom större delen av tätorten ligger på en grundvattenförekomst. Den arbetsmetoden kan användas för att göra en initial bedömning av möjligheten för LOD. Enligt arbetsmetoden företräder dagvatten från bostäder, parkeringsområden, vägar och gator, osv måttlig risk för förorening av grundvatten.

##### 2.2 Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer, MKN, för vattenförekomster utgör kvalitetskrav och har upprättats i enlighet med EU:s vattendirektiv. För ytvattenförekomster syftar normerna till att uppnå god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus senast den 22 december 2015, om de inte omfattas av undantag. Undantag kan meddelas i form av tidsfrist, exempelvis god ekologisk status 2021, eller mindre strängt krav. Som underlag för MKN har ekologisk status eller potential samt kemisk ytvattenstatus bedömts för varje vattenförekomst.

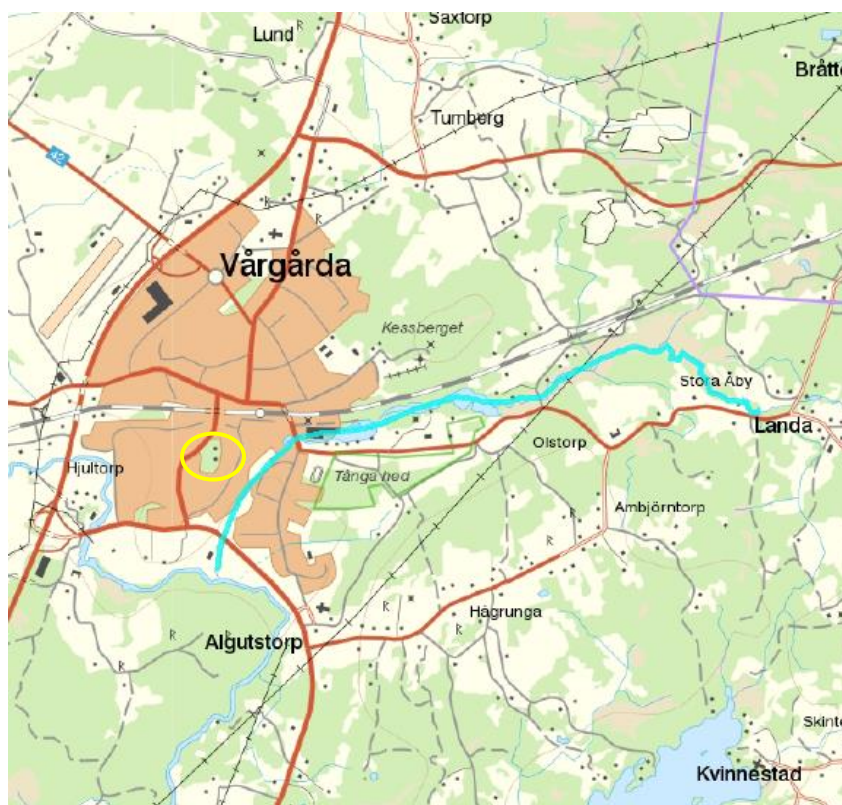
Ekologisk status är en sammanvägning av biologiska, fysikalisk-kemiska och hydrologiska parametrar och klassificeras i fem klasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig status.

Kemisk ytvattenstatus bestäms av gränsvärden för ett antal ämnen som är gemensamma för EU. Samtliga ämnen är miljögifter och benämns i vattenförvaltningsarbetet som prioriterade ämnen. Exempel på prioriterade ämnen är: kadmium, kvicksilver, tributyltenn (TBT) och flera olika polyaromatiska kolväten (PAH). Om gränsvärdet för ett av ämnena överskrider klaras inte kravet på god kemisk ytvattenstatus.

### 2.2.1

#### Recipientbeskrivning ytvatten

Planområdet avvattnas till recipienten Kyllingsån – mynningen i Sävån till Lillån och Ånskåns sammanflöde vid Landa (Figur 1), som är klassat enligt miljö kvalitetsnormerna, MKN (WA50982487/SE643816-132483, VISS, 2019-04-01).



Figur 1. Översiktlig karta över recipienten Kyllingsån (ljusblå linje). WA50982487/SE643816-132483, VISS, 2019-04-01.

Den ekologiska statusen av Kyllingsån (mynningen i Sävån till Lillån och Ånskåns sammanflöde vid Landa) har bedömts enligt MKN som *Måttlig*, på grund av vandringshinder som finns nedströms och uppströms som hindrar fiskar att vandra

till vattenförekomsten. Vattenförekomsten ska uppnå God ekologisk status till 2021.

Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus, med avseende på ämnena kvicksilver och polybromerade difenylterar (PBDE). Halterna av PBDE och kvicksilver överskrider Havs- och vattenmyndighetens gränsvärden för PBDE respektive kvicksilver i fisk i samtliga ytvattenförekomster (sjöar, vattendrag och kustvatten) i Sverige. Föroreningarna har en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget inte finns tekniska förutsättningar för att sänka halterna PBDE samt kvicksilver och kvicksilverföreningar till de nivåer som motsvarar God kemisk ytvattenstatus, vilket resulterar i mindre stränga krav. De nuvarande halterna av PBDE samt kvicksilver (december 2015) får däremot inte öka (VISS, 2019-04-01).

En översikt av statusklassificeringen för recipienten redovisas i Tabell 1.

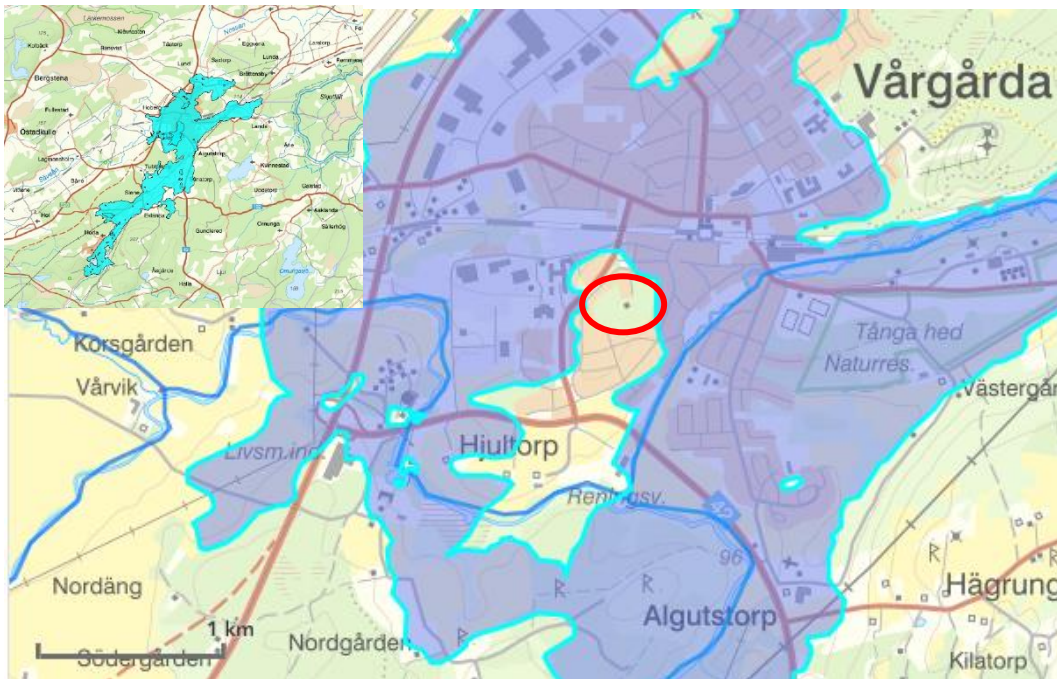
Tabell 1. Översikt statusklassning och miljö kvalitetsnormer (kvalitetskrav) för ekologisk status och kemisk status i vattenförekomsten. VISS, 2019-04-01.

Grundinformation		Ekologisk status		Kemisk status	
EU-ID	Vattenförekomst	Ekologisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt	Kemisk status	Kvalitetskrav
SE643816-132483	Kyllingsån - mynningen i Sävån till Lillån och Ånskans sammanflöde vid Landa	Måttlig	God ekologisk status 2021	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

### 2.2.2

#### Recipientbeskrivning grundvattenförekomster

Större delen av tätorten där planområdet ingår ligger på grundvattenförekomsten Algutstorp-Horla (Figur 2), som är klassat enligt miljö kvalitetsnormerna, MKN (WA30634871/SE643591-132214, VISS, 2019-04-01).



Figur 2. Översiktlig karta över recipienten Algutstorp-Horla (ljusblå yta).  
WA30634871 / SE643591-132214, VISS, 2019-04-01.

Den kvantitativa samt kemiska statusen av grundvattenförekomsten Algutstorp-Horla har bedömts enligt MKN som *God*. Grundvattenförekomsten har krav enligt dricksvattenföreskrifterna.

En översikt av statusklassificeringen för recipienten redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Översikt statusklassning och miljö kvalitetsnormer (kvalitetskrav) för kvantitativ status och kemisk status i grundvattenförekomsten. VISS, 2019-04-01.

Grundinformation		Kvantitativ status		Kemisk status	
EU-ID	Vattenförekomst	Kvantitativ status	Kvalitetskrav	Kemisk status	Kvalitetskrav
SE643591-132214	Algutstorp-Horla	God	God kvantitativ status	God	God kemisk grundvattenstatus

### 2.3 Reningsbehov dagvatten

Dagvatten från bebyggda områden, vägar, etc. kan påverka vattenkvaliteten och följaktligen för en vattenförekomst. Vilka föroreningar som sprids med dagvattnet samt i vilken grad vattenförekomsten påverkas varierar och beror på vilka ytor som dagvattnet kommer i kontakt med på sin väg mot recipienten.



Vad gäller ytvattenrecipienten Kyllingsån (Säveån), är det viktigt att området inte bidrar med högre mängder kvicksilver och PBDE.

Dagvattnet som infiltreras i området kan nå grundvattenförekomsten Algutstorp-Horla och påverka dess kvalitet.

Planerad bebyggelse med bostäder, lokalgator och parkeringsytor kan bedömas som medelbelastade ytor med avseende på föroreningar i dagvatten. Föroreningar i dagvatten kan förväntas renas till en viss grad i lämpliga dagvattenanläggningar. Föreslagen dagvattenhantering ska därför ta hänsyn inte bara till fördröjning av dagvattnet men också till rening.

### 3. Befintliga förhållanden

#### 3.1 Områdes- och planbeskrivning

Utredningsområdet ligger på Hallaberget, centrala Vårgårda. Området utgörs av ett uppstickande höjdområde med en yta på ca 5 ha, se Figur 3. I dagsläget är hela det markerade området obebyggt.



Figur 3. Ortofoto över det befintliga området. Tolkat planområde är markerat med gul linje. (Geoteknisk utredning av Ramboll, 2019-04-30).

#### 3.2 Topografi och markslag

Hallaberget utgörs av skogbevuxen naturmark där både löv- och barrskog växer. Marknivån i området varierar mellan ca +110 och +127. Marken sluttar generellt från Hallabergets centrala del nedåt i samtliga fyra väderstreck. Lutningar i området är lokalt brantare än 1:10.

### 3.3 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi

I Rambolls geotekniska utredning (Ramboll, 2019-04-30) redovisas områdets geologi, geotekniska förhållanden samt hydrologin.

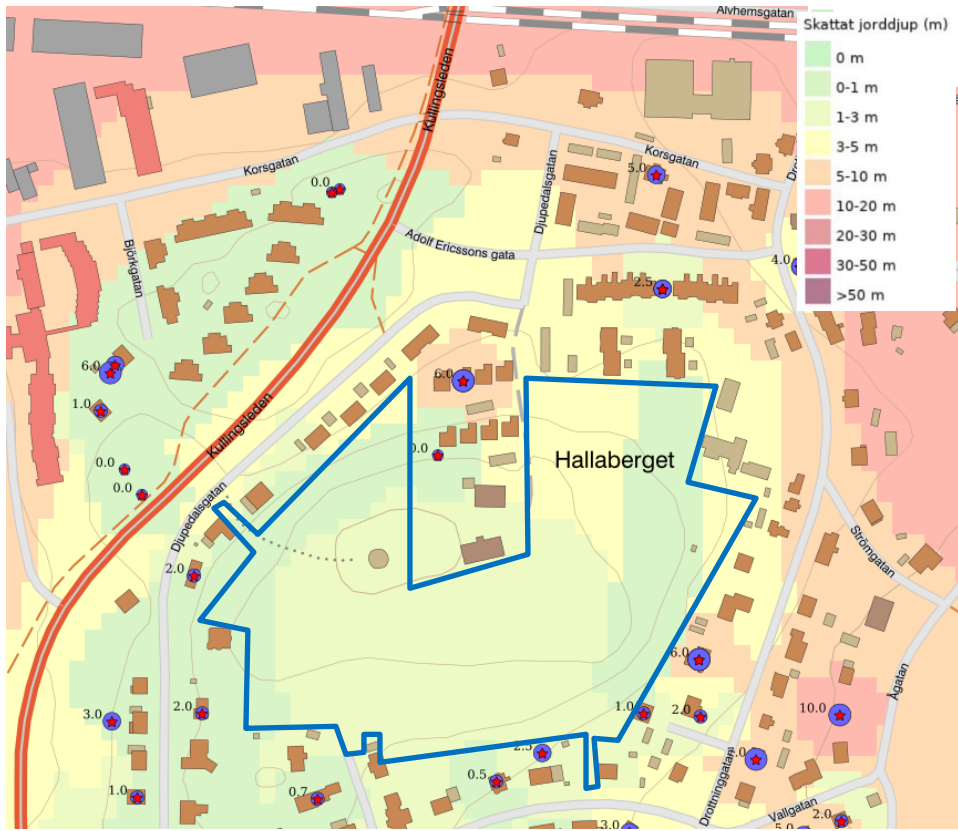
Enligt den geotekniska utredningen samt SGU:s jordartskarta (Figur 4) bedöms jorden generellt bestå av sandig morän med en mäktighet på 0,5–2 m. I Hallebergets västra del (slänt och toppar) finns även berg i dagen.

Grundvattenytan ligger enligt en provtagning i den geotekniska utredningen (Ramboll, 2019-04-30) 1,5 m under markytan vilket motsvarar underkant jord/överkant berg. Enligt utredningen bedöms grundvattnet utgöras av ytvatten och variera med årstid och nederbörd. Både torr och vattenmättad jord har observerats i området.

De delar där jorddjupet är tunt (västra och östra delarna) minskar möjligheten för dagvatten att infiltrera. I de centrala samt norra delarna av området har jorddjupet större mäktighet, 1-3 m och 3-5 m respektive, och ökar därför möjligheterna för dagvatten att infiltrera (se Figur 5).



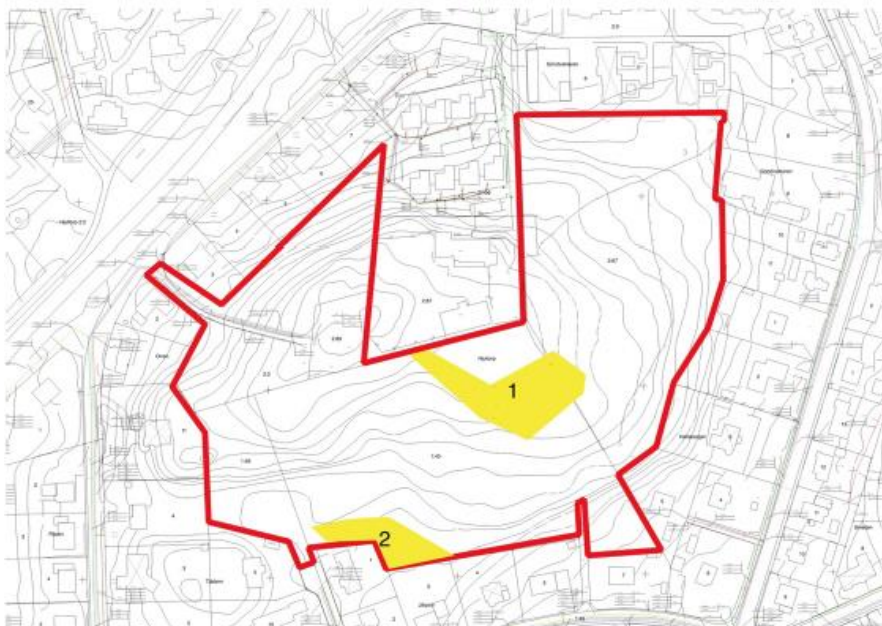
Figur 4. SGU:s jordartskarta över planområdet (blå linje), Sveriges geologiska undersökning, hämtad 2019-04-02. Skala 1:2500



Figur 5. SGU:s jorddjupskarta över planområdet (blå linje), Sveriges geologiska undersökning, hämtad 2019-04-02. Skala 1:2500

### 3.4 Natur- och kulturintressen

Två områden har klassats med naturvärdesklass 4 (visst naturvärde) på grund av gran- och tallågor (område 1) respektive döda björkar och lövträd (område 2) (Naturvårdsutlåtande Vårgårda Hallaberget, nr 1893, Naturcentrum AB, 2019-02-28). Se Figur 6. Dessa naturvärdesklassområden bedöms inte påverka dagvattenhanteringen i utredningsområdet.

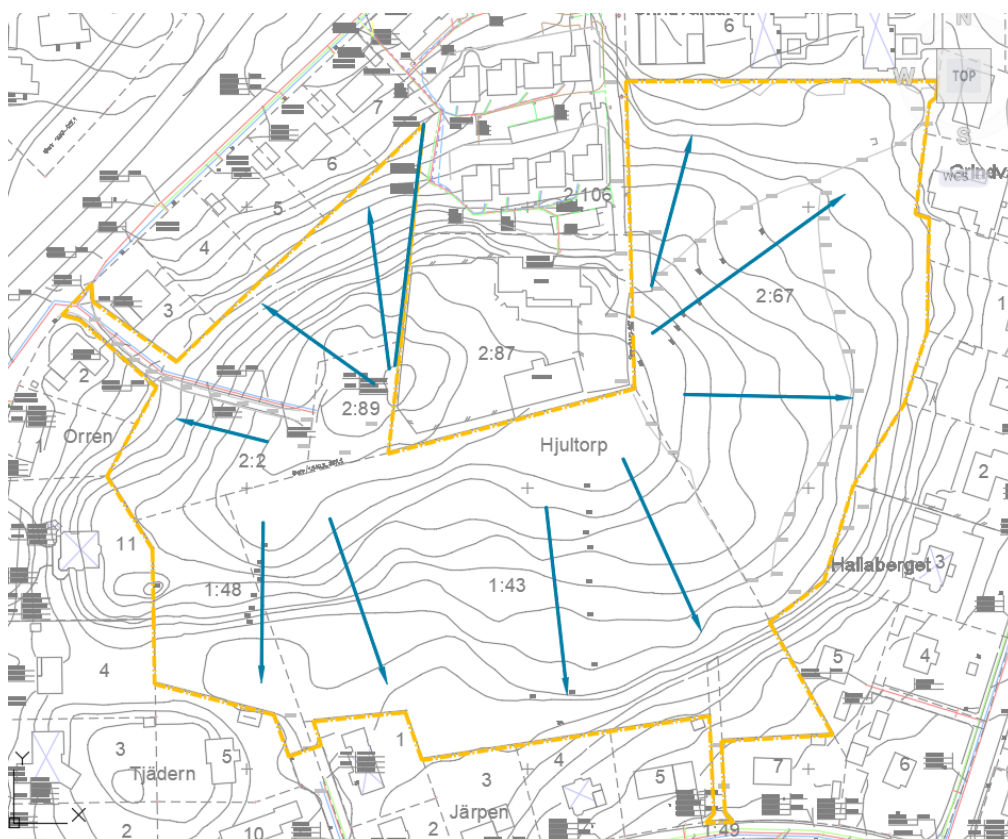


Figur 6. Naturvårdsinventering inom utredningsområdet. Område 1: gran- och tallågor; område 2: döda björkar och lövträd. Markerade områden har naturvärdesklass 4 (Naturvårdsutlåtande Vårgårda Hallaberget, nr 1893, Naturcentrum AB, 2019-02-28)

### 3.5 Befintlig avrinning

Området utgörs av naturmark och består av en högpunkt/kulle som sluttar mot befintliga fastigheter runt om planområdet. Området avvattnas naturligt på markytan från kullen i samtliga värdesträck mot nedströmliggande fastigheter. Högsta marknivån ligger på +127 och lägsta ligger på +111.

Marknivåer enligt grundkartan har använts för att identifiera avrinningsvägarna, se blåa pilar i Figur 7.



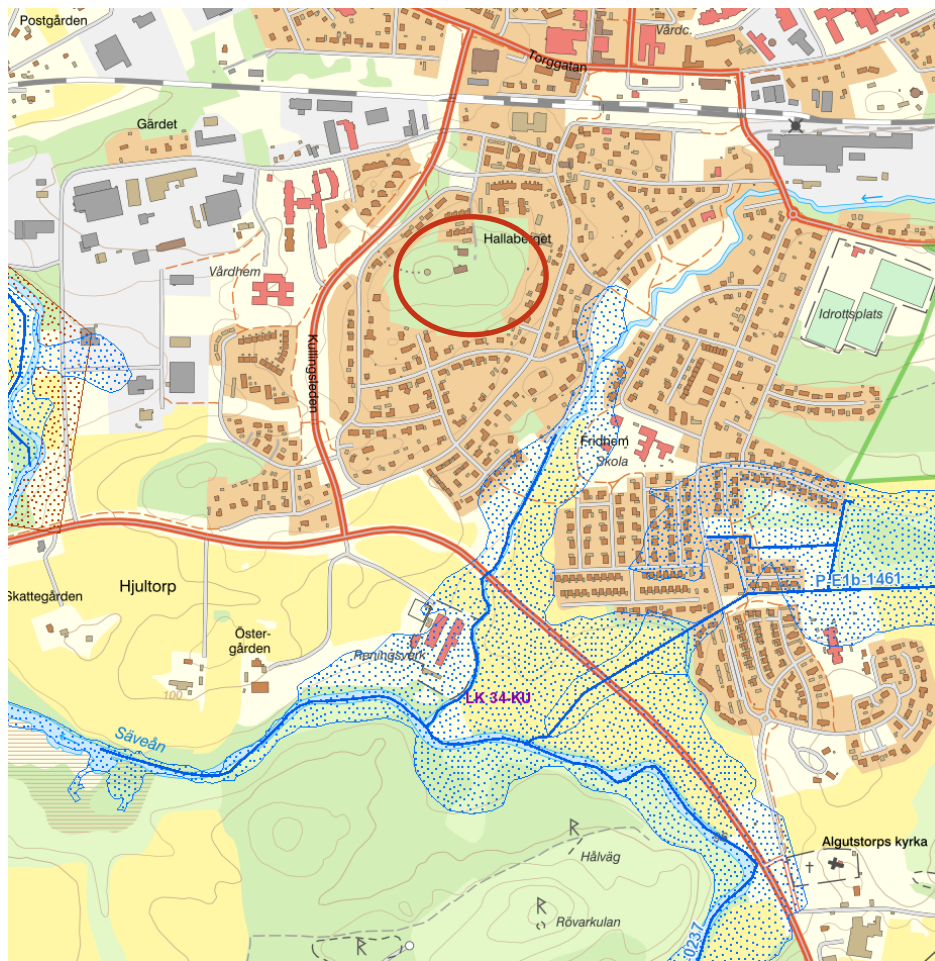
Figur 7. Översikt över befintlig avvattning inom utredningsområdet. Avvattningen visas med blå flödespilar. Planområdet är markerat med gul linje. Befintliga dagvattenledningar markerade med grön linje.

### 3.6 VA-ledningar

VA- och dagvattenledningar finns på Djupedalsgatan väster om utredningsområdet, på Adolf Ericssons gatan norr om utredningsområdet samt på Bergsgatan och Hedåsgatan söder om utredningsområdet. Möjligheter för anslutning av dagvatten till dessa ledningar finns, dock ska dessa inte utredas i den här dagvattenutredningen.

### 3.7 Markavvattningsföretag

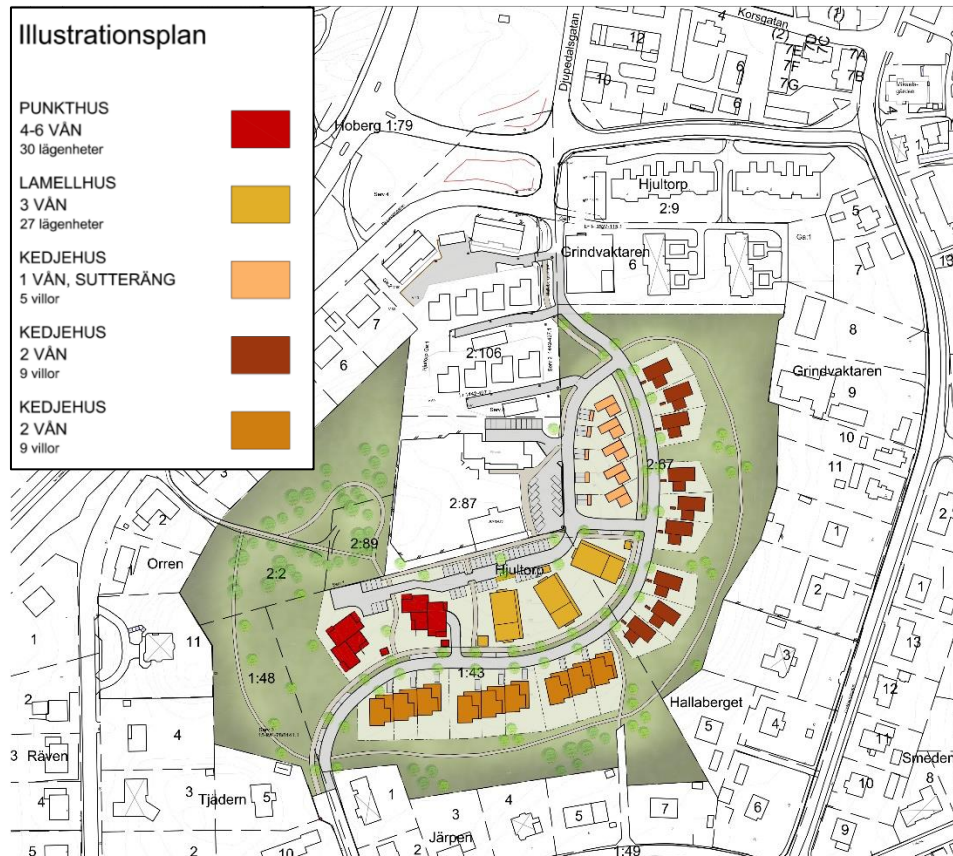
Enligt informationskartan från Länsstyrelsen i Västra Götalands län finns ett Båtnadsområde (arkiv nr P-E1a-0237) samt dike, rör och vall (P-E1b-0237) som sträcker sig sydöst om utredningsområdet på Kyllingsån och Säveån (Figur 8), Säveån Hjultorp - Hede RF 1917. Båtnadsområdet samt dike, rör och vall har som funktion att reglera Säveån med tillflöden.



Figur 8. Markavvattningsföretag som påverkar utredningsområdet, Informationskartan Västra Götaland, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2019-04-03 (<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddf80ed>). Rödmärkerad cirkel visar ungefärlig placering av utredningsområdet.

#### 4. Planområdets föreslagna utformning

Hallaberget planeras exploateras med bostäder, genom en blandning av flerfamiljshus (punkthus och lamellhus) och enfamiljshus (kedjehus). Se Figur 9. Lokalvägar, gångvägar och parkeringsytor är också planerade i exploateringen.



Figur 9. Illustrationsplan av den planerade exploateringen för Hallaberget (Forum Arkitekter AB, 2021-04-12).

## 5. Skyfallsanalys 100-årsregn

För att bedöma översvämningsrelaterade risker vid skyfall har en lågpunktskartering utförts i SCALGO Live för ett nederbördstillfälle motsvarande regnvolymen för ett 100-årsregn med klimatfaktor (KF) 1,25. Klimatfaktorn ansätts för att ta hänsyn till klimatförändringar med ökade nederbördsmängder. Syftet är att identifiera kritiska punkter i form av lågpunkter och större avrinningsstråk samt att utvärdera hur den nya höjdsättningen inom detaljplaneområdet kan komma att påverka befintlig bebyggelse.

### 5.1 Lågpunktskartering och översvämningsrisker

SCALGO Live är ett program med möjlighet att utföra lågpunktskarteringar som visualiserar ytliga flödesvägar och utbredning av instängda områden. Programmet använder sig av både terrängdata och vattenvolymer vid identifiering av områden som riskerar att översvämmas vid en given vattenvolym. Till skillnad mot traditionella lågpunktskarteringar som genomförts med exempelvis GIS, tar SCALGO Lives metodik hänsyn till mängden vatten som genereras vid olika regnhändelser och ger därför en mer korrekt bedömning vid identifiering av riskutsatta områden för givna händelser.

Baserat på antaganden om ledningsnätets kapacitet och markförhållandena går det att få en uppskattning om utbredningen av det vatten som lägger sig i lågpunkterna samt lågpunkternas respektive avrinningsområde. En begränsning av metoden är att den är statisk och tar därmed inte någon hänsyn till dynamiska (tidsberoende) aspekter. Det i sin tur leder till att man inte kan identifiera effekter av tröghet i systemet och hur tidsförloppet av regnhändelsen ser ut. Avsaknad av den dynamiska aspekten innebär att metoden inte gör det möjligt att bestämma flöden, vattenhastigheter, utbredning eller vattendjup mer än i relativa termer. För att veta vilka flöden som genereras och hur vattnet breder ut sig längs flödesvägarna behöver en hydraulisk modell tas fram där ett regn över tid kan simuleras.

#### 5.1.1 Applicerad regnmängd

Ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25, dvs en uppräknad från dagens beräknade 100-årsregn med faktorn 1,25, har representerats av en regnmängd på 61 mm. För att ta höjd för infiltration samt att en del av vattnet avleds genom ledningsnätet har ett avdrag på regnmängden gjorts. Då ledningsnätets kapacitet är okänd har det antagits klara av att hantera ett 2-årsregn utan klimatfaktor, vilket motsvarar en regnmängd på 14 mm. En del regn kan också infiltreras i markens översta lager. Det bör dock noteras att infiltrationen i regel är starkt begränsad i händelse av ett skyfall. Därför har infiltrationens bidrag inte avdragits från totala regnmängden. Applicerad regnmängd i Scalgo Live blir då  $61 - 14 = 47$  mm.

Den applicerade regnmängden har tagits fram genom analys av det avrinningsområde som största delen av planområdet ingår i. 100-årsregnet har representerats av ett blockregn, där regnets varaktighet har satts till rinntiden för



avrinningsområdets längsta möjliga rinnsträcka. Längsta sträcka (ca 1200 m) ligger utanför exploateringsområdet och är därför densamma i befintlig och framtida situation (se Figur 10). Rinnhastigheten för vägar och diken har satts till 0,5 m/s i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110, vilket ger en total rinntid på cirka 40 minuter. Regnintensiteten har sedan beräknats med Dahlströms (2010) metodik för 2- och 100-årsregnet, som blev 56,4 l/s,ha respektive 253 l/s,ha. Genom att kombinera regnintensiteten med varaktigheten är det möjligt att beräkna den nederbörds mängd som appliceras i Scalgo Live.



Figur 10. Längsta rinnsträcka inom avrinningsområdet markerad med röd linje. Rinnsträckan går längs vägar och diken från punkt A till punkt B.

## 5.2 Höjdmodell

Lågpunktskartering i Scalgo baseras på Lantmäteriets GSD-höjddata, grid 2+, och har således en upplösning på 2x2 m i horisontalplanet.

För att analysera den framtida skyfallssituationen har en höjdmodell med planerad höjdsättning inom utredningsområdet byggts upp i GIS och Scalgo.

Höjdsättningen är preliminär och baseras på en grov uppskattning av höjder i form av punktdata, där följande underlag använts:

- 210419 Underlag till illustrationsplan.dwg (2021-04-19)

- Detaljplangräns, kvartersgränser och byggnader
- 200227 Underlag till granskningshandling.dwg och Högder\_Illustrationsplan.pdf (2020-03-03)
  - Höjdsättning av huvudgata och lokalgator

På grund av underlagets karaktär (få höjdpunkter) har man fått göra ett antal antaganden, för att skapa en sammanhängande terräng. I första hand interpolerades vägarna och lokalgatorna fram utifrån den erhållna punktdatan. Parkeringsytan i norr behölls som en plan yta, se figur 11. Därefter interpolerade man fram kvartersytorna mellan de planerade vägarna. Byggnader har höjts med 3 meter i modellen, detta är en förenkling av modellen och motsvarar ej föreslagen golvnivå, förenklingen görs för att kunna identifiera rinnvägarna mellan husen.



Figur 11. Planerad höjdsättning inom utredningsområdet inlagd i Scalgo Live.

### 5.3 Avrinningsområden

Större delen av utredningsområdet ingår i ett 25 ha stort huvudavrinningsområde som avvattnas till Kyllingsån (se Figur 12). Ett mindre område i västra delen av utredningsområdet ingår i ett 43 ha stort avrinningsområde som avvattnas till Säveån (se Figur 13). Framtida exploatering av området påverkar inte avrinningsområdenas omfattning.



Figur 12. Avrinningsområde med utlopp i Kyllingsån markerad med grönt. Utredningsområde markerad med svart linje. Utdrag från Scalgo Live.



Figur 13. Avrinningsområde med utlopp i Sävån markerad med grönt. Utredningsområde markerad med svart linje. Utdrag från Scalgo Live.

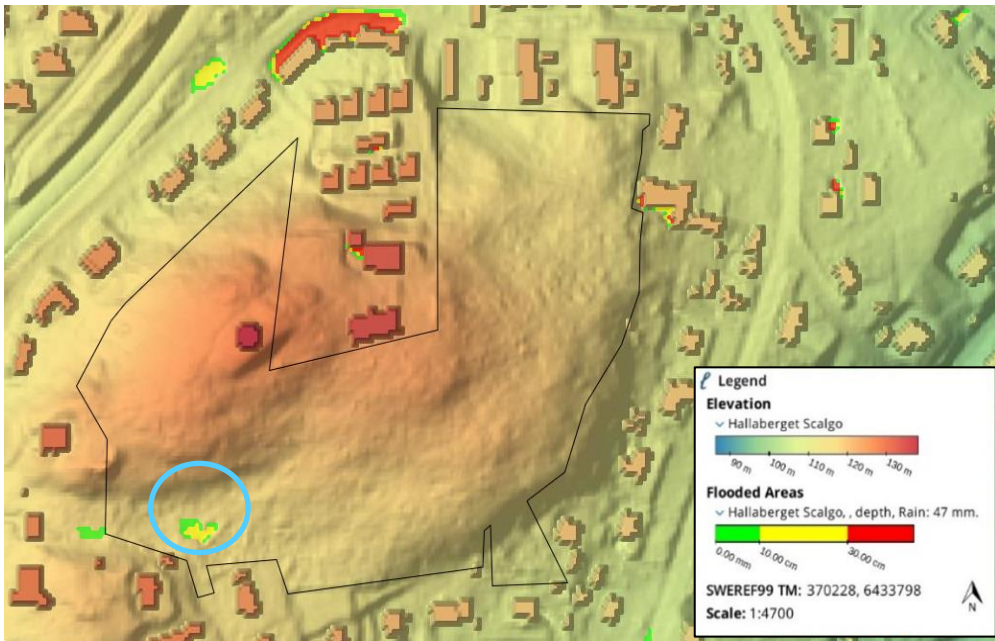
#### 5.4 Potentiella översvänningsområden

Den översiktliga potentiella översvänningsutbredningen samt översvänningsdjup presenteras i Figur 14 och Figur 16 för befintlig respektive framtida höjdsättning. Enligt lågpunktskarteringen ger den planerade höjdsättningen inte upphov till ökade vattendjup inom befintliga områden utanför planområdet. I sydvästra hörnet av planområdet vid Bergsgatan finns idag en lågpunkt som vid ett 100-årsregn får en vattensamling på cirka 15 m<sup>3</sup>, se blå ring i Figur 15. Med framtida höjdsättning blir detta instängda område större till följd av att man höjt upp den planerade vägen. Vattensamlingen uppgår i framtiden till cirka 165 m<sup>3</sup>, se Figur 17. Norr om planområdet finns en lågpunkt mellan gatorna, markerad med röd ring i Figur 14.

En känslighetsanalys utfördes även för det dimensionerade regnet, där nederbördsmängden ansattes till 61 mm, vilket motsvarar samma regnhändelse men utan avdrag för infiltration och ledningsnätets kapacitet. Resultatet visade på att utbredning och vattendjup i lågpunkter inte ökade inom planområdet eller avrinningsområdena jämfört med det fall där avdrag gjorts. För att få en mer detaljerad bild av samspelet mellan infiltration och ledningsnätets kapacitet samt översvänningsutbredning längs flödesvägar krävs en hydraulisk modell.



Figur 14. Potentiell befintlig översvämningsutbredning och vattendjup då 47 mm nederbörd (motsvarande 100-årsregn med klimatfaktor 1,25) appliceras i Scalgo Live. Utdrag från Scalgo Live. Röd ring= lågpunkt i norr, Blå ring= lågpunkt i söder.

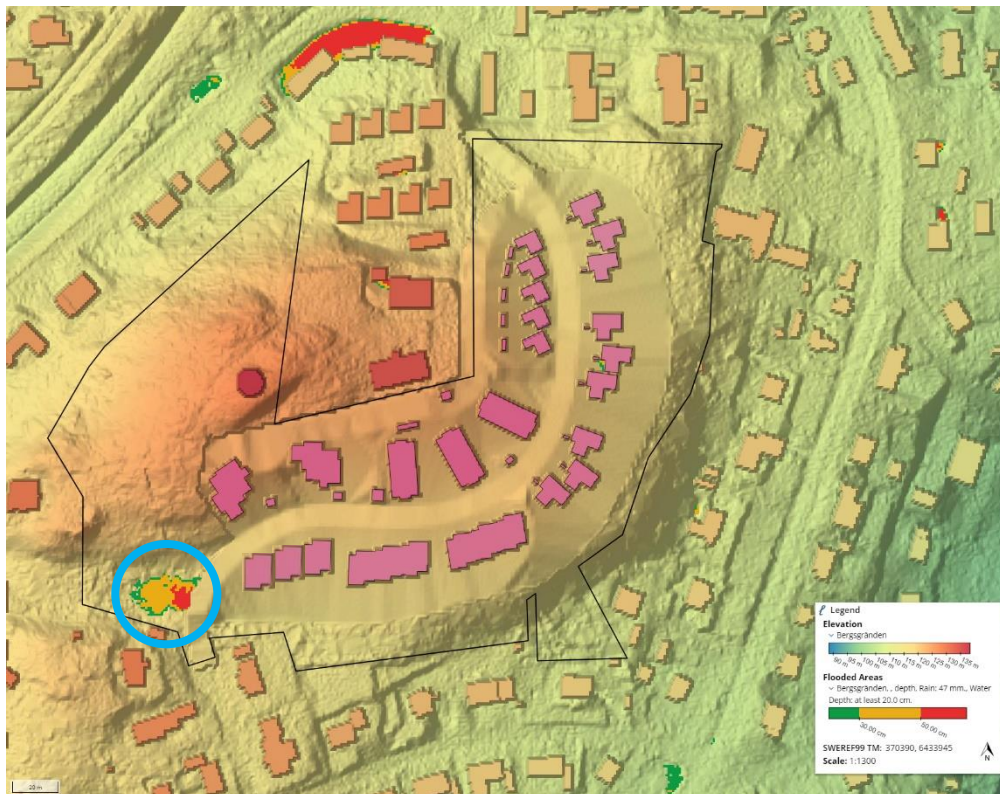


Figur 15. Inzoomad bild av översvämningsdjup vid befintlig höjdsättning inom planområdet. Lågpunkt i sydvästra hörnet markerad med blå cirkel ansamlar omkring 15 m<sup>3</sup> vatten. Utdrag från Scalgo Live.

o:\got1\kvv\2018\1320038525\4\_leverans\20210531\_rev dagvattenutredning\ym dagvatten och skyfall\hallaberget\_210531.docx



Figur 16. Potentiell framtida översvämningsutbredning och vattendjup då 47 mm nederbörd (motsvarande 100-årsregn med klimatfaktor 1,25) appliceras i Scalgo Live. Framtida översvämning vid nya vägen markerad med blå cirkel. Röd ring markerar lågpunkt i norr. Observera att den röda ytan söder om ringen idag är bebyggd och ej utgör någon lågpunkt. Utdrag från Scalgo Live.



Figur 17. Inzoomad bild av översvämningsdjup vid framtida höjdsättning. Lågpunkt syns vid nya vägen, markerad med blå cirkel, ansamlar ca 165 m<sup>3</sup> vatten. Utdrag från Scalgo Live.

### 5.5 Flödesvägar

I Figur 18 och Figur 19 redovisas befintliga respektive framtida flödesvägar. Den framtida exploateringen leder till förhållandevis små förändringar av befintliga flödesvägar utanför utredningsområdet. Inom utredningsområdet leder den nya vägen till att en del av det vatten som idag avleds åt öst istället avleds norrut längs med vägen till Adolf Ericssons gata (se Figur 18). Detta kan komma att bidra med ökat tillflöde till de redan översvämningsdrabbade områdena längs Djupedalsgatan (se gul markering i Figur 21).

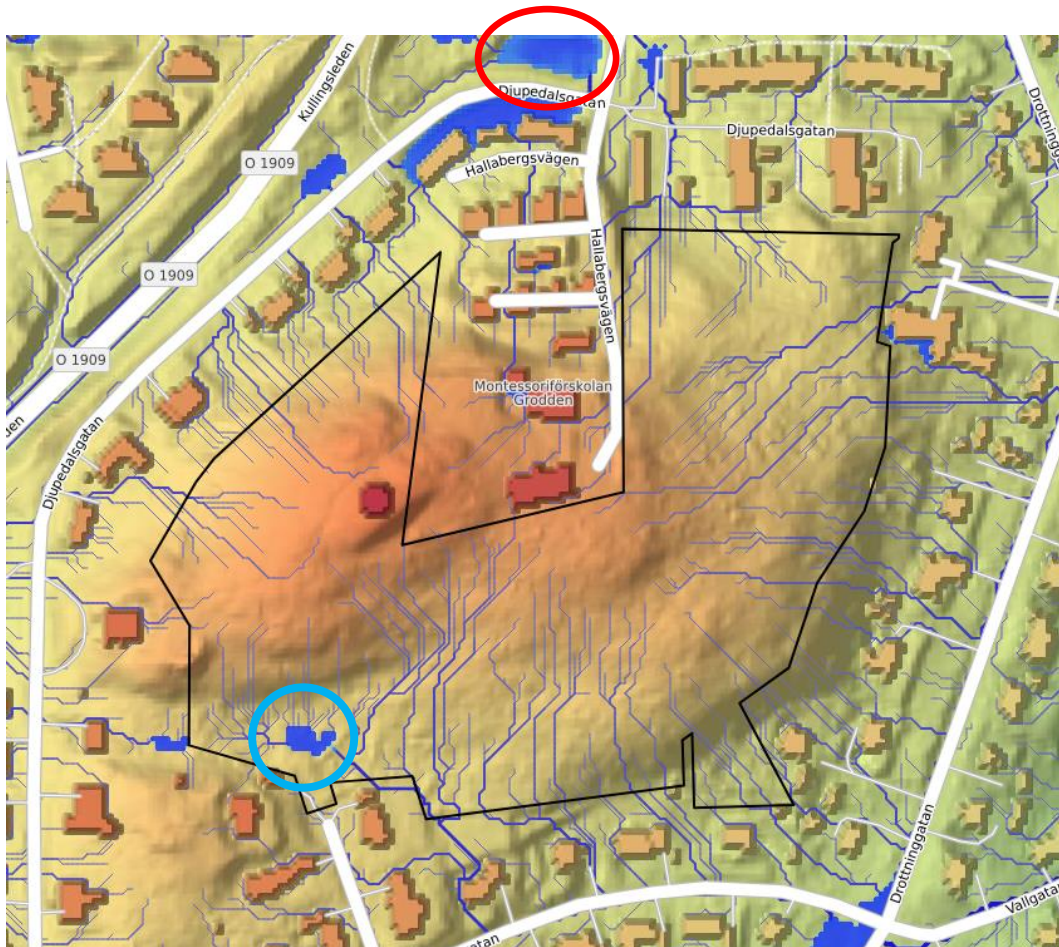


Figur 18. Befintliga flödesvägar markerade med blå linjer. Utredningsområde markerad med svart linje. Utdrag från Scalgo Live.

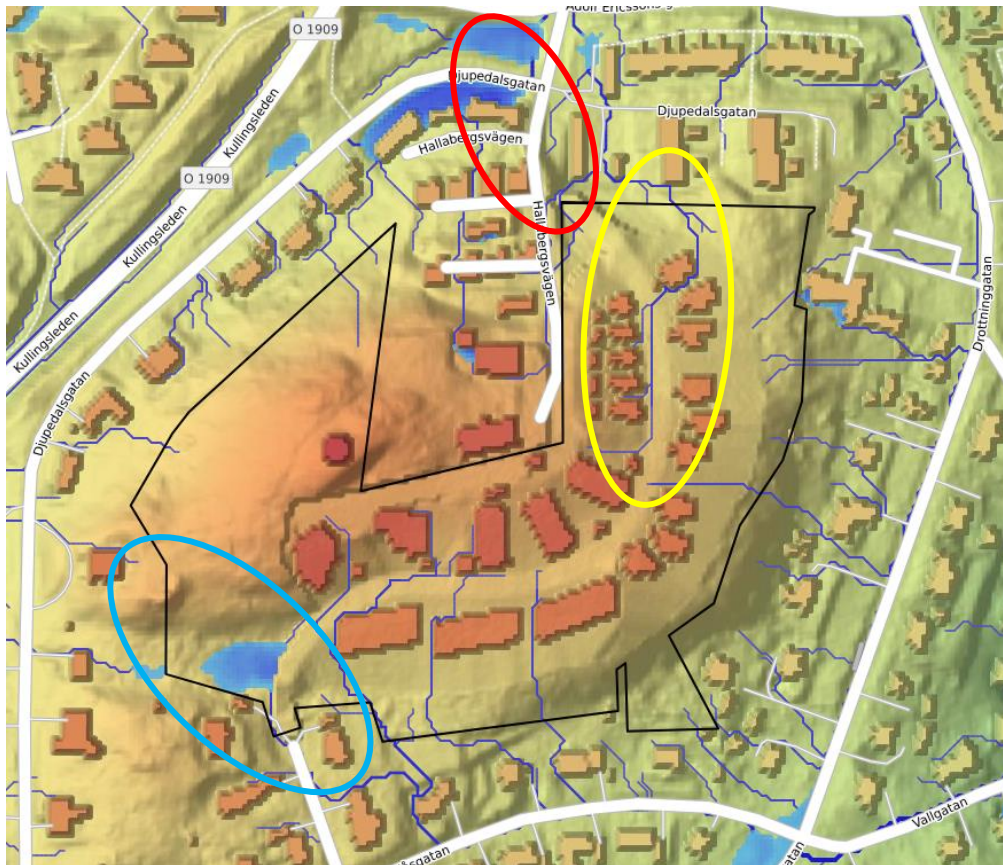


Figur 19. Framtida flödesvägar markerade med blå linjer. Utredningsområde markerad med svart linje. Utdrag från Scalgo Live.





Figur 20. Befintliga flödesvägar inom utredningsområdet markerade med blå linjer. Utredningsområde markerat med svart linje. Framtida översvämningsytor i söder är markerad med blå cirkel. Röd ring markerar lågpunkt i norr. Observera att den blå översvämningsytan söder om ringen idag är bebyggd och ej utgör någon lågpunkt. Utdrag från Scalgo Live.



Figur 21. Framtida flödesvägar inom utredningsområdet markerade med blå linjer. Utredningsområde markerat med svart linje. Större lokala förändringar av flödesvägar markerade med röd, gul och blå cirkel. Utdrag från Scalgo Live.

På grund av Scalgos begräsningar beträffande tidsaspekt, så kan man inte utläsa flöden och dess utbredning längs rinnvägarna, vilket kan komma att ha en betydelse då planområdet ligger beläget på en kulle och högst uppströms i avrinningsområdet. Enligt skyfallsanalysen beräknas inte planområdet bidra till ökade stående vattendjup, men det skulle kunna föreligga en risk längs flödesvägarna och att större flöden genereras nedströms. En rekommendation vore därför att sätta upp en hydrodynamisk modell när vägarna projekterats för att säkerställa att inte för höga flöden genereras.

## 5.6 Behov av skyfallsåtgärder

Då det planerade området kommer att utgöras av större andel hårdgjorda ytor än tidigare är ett rimligt antagande att större flöden kommer att genereras nedströms. Utifrån modellen och det erhållna underlaget går det inte att direkt utläsa men den planerade huvudgatan kommer med stor sannolikhet utgöra ett skyfallstråk. Detta då kantsten och andra trösklar inte representeras i materialet. Befintlig bebyggelse direkt nedströms vägen bör därför beaktas samt att man reserverar områden i anslutning till vägen för att bromsa upp vattnet. För att

skydda framtida bebyggelse rekommenderas att kvartersmarken ligger högre beläget än den nya huvudgatan. Det föreslås även följande åtgärder:

- Lågpunkten i sydväst bör behållas som en nedsänkt skyfallsyta, för att möjliggöra avledning av vatten. Denna bör kunna omhänderta 165 m<sup>3</sup>. Se Bilaga 2 för placering av skyfallsyta samt dess ytanspråk och erforderlig fördröjningsvolym. Volymen är beräknad utifrån ett antagande att skyfallsytan är 1 m djup och har en area på 165 m<sup>2</sup>. Åtgärder i form av fördjupning av bottenytan och uppbyggnad av en mindre invallning kan behöva utföras för att kunna uppehålla ytterligare vattenvolym vid skyfall.
- En motsvarande skyfallsyta kan planeras i norra änden av den nya vägen, eftersom byggnader nedströms riskerar att få ett ökat tillflöde då den nya lokalgatan kommer att ansluta till Djupedalsgatan. Lämplig yta är ytan mellan Djupedalsgatan och Adolf Ericssons gata, som bedöms ha en möjlig uppehållsvolym på ca 670 m<sup>3</sup> enligt Scalgo. Även här kan vissa åtgärder behöva utföras som viss fördjupning av bottenytan, för öka kapaciteten vid skyfall.
- Höjdsättning av den nya gatan bör ske så vatten kan rinna längs med vägen norrut från planområdet och inte mellan bostäder (Se gul cirkel i Figur 21). Detta kan även undvikas genom implementering av styrande åtgärder så som kantsten.
- För att avleda skyfall från planområdets södra del mot den befintliga lågpunkten i söder föreslås att en uppsamlade brunn med stor kapacitet (skyfallsintag) anläggs på den östra sidan av den planerade gatan (där låglinjen i gatan ligger) för att avleda vattnet mot lågpunkten väster om gatan genom en trumma (D800) eller en kanal med körbara plattor (bred 1,6 m, djup 0,3 m). Ett skyfallsintag kan ske till exempel i form av en brunn med stor kupolsil. För ungefärlig placering av föreslaget skyfallsintag, se Bilaga 2. Systemet ska dimensioneras för att möjliggöra avledning av 356 l/s. Figur 22 visar exempel på körbara plattor ovan kanaler för dagvatten i Västra Hamnen, Malmö.



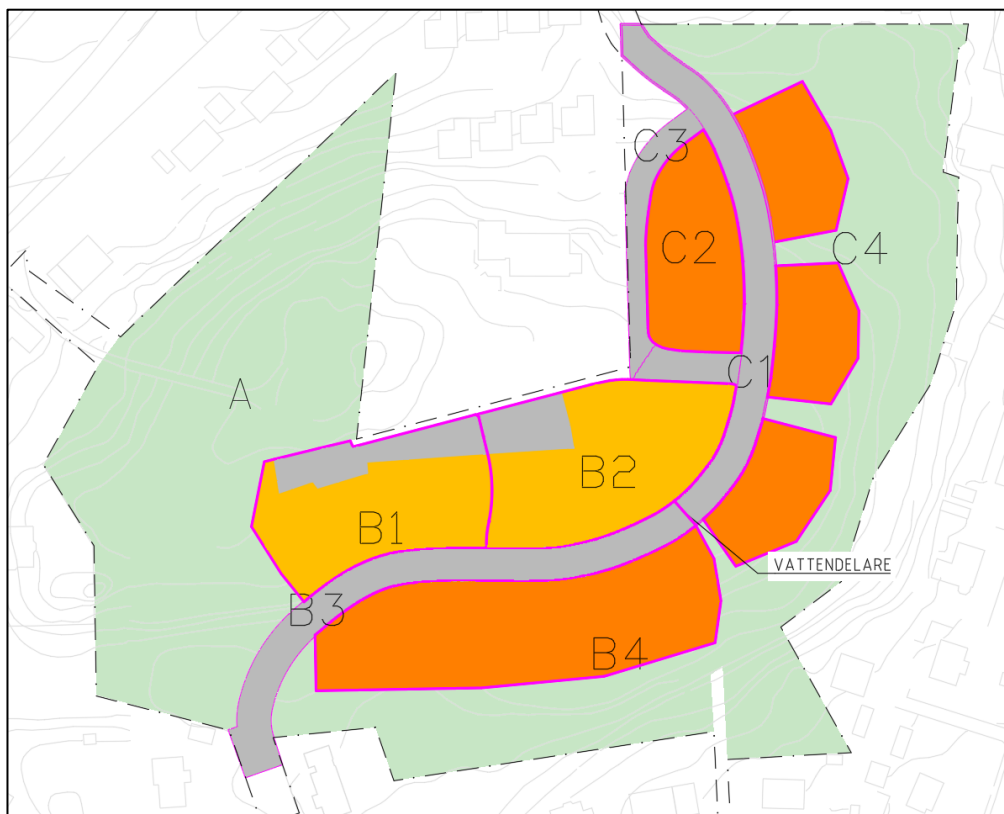
Figur 22 Exempel på körbara plattor i Västra Hamnen i Malmö.

## 6. Beräkningar av dagvattenflöden och fördröjningsvolym

### 6.1 Avrinningsområden och markanvändning

Utredningsområdet har delats in i tre huvuddelavrinningsområden (A-C) baserat på höjdkurvor och marknivåer enligt grundkarta, befintligt VA-system med dag- och spillvattenledningar samt planerad exploatering av området.

Bilaga 1 redovisar delavrinningsområdena samt antagen flödesriktning på ytavrinningen. Huvuddelavrinningsområdena B och C har, inför beräkning av dagvattenflöden, delats in i fyra mindre delområden vardera som tar hänsyn till allmän platsmark och kvartersmark, se Figur 23. Figuren redovisar också markanvändning efter exploatering. Markanvändning innan exploatering består av naturmark.



Figur 23 Delavrinningsområdena och markanvändning inom planområdet. Delområdena B3, C1 och C3 ingår i allmän platsmark inom utredningsområdet.

### 6.2 Metodik för flödesberäkningar

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (Svenskt Vatten, 2016).

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

$q_{dim}$  är det dimensionerande flödet (l/s),  $A$  är avrinningsområdets area (ha),  $\phi$  är avrinningskoefficienten (-) och  $i(tr)$  är den dimensionerande regnintensiteten (l/s, ha), beräknad med Dahlström 2010 (Svenskt Vatten 2011).  $tr$  står för regnets varaktighet vilken i rationella metoden likställs med områdets rinntid  $t_c$  (s).  $k_f$  är klimatfaktorn (-) som används för att kompensera för framtida klimatförändringar.

Rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntider har uppskattats för varje delavrinningsområde utifrån den längsta sträcka som vattnet rinner i varje delområde och vattenhastigheter i olika typer av avledning, hämtade från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten 2016). Rinntid på 10 min används vid ett 5- och 20-årsregn vid befintliga förhållanden, men också vid en framtida situation. För ett 100-årsregn är rinntid 40 min enligt kapitel 5.1.1 vid befintliga förhållanden. I en framtida situation beräknas rinntiden för ett 100-årsregn vara 15 och 30 min för delområde B respektive delområde C.

Vid beräkningar av flöde vid ett 100-årsregn har hänsyn även tagits till ett befintligt ledningsnätets kapacitet vilket antas skulle hantera ett 2-årsregn. Regnintensitet efter exploatering, avrinning på hårdgjord yta, för längsta sträckan mot norr motsvarar 198 l/s/ha och mot syd 349 l/s. Regnintensiteten för situationen före exploatering är 197 l/s/ha (se kapitel 5.1.1 *Applicerad regnmängd*).

Enligt P110s angivelser för minimikrav för dimensionering av nya dagvattensystem i "tät bostadsbebyggelse" har beräkningar utförts för regnhändelser med återkomsttider på 5- och 20 år. Flöde vid ett 100-årsregn redovisas även. För öppna dagvattenanläggningar innebär detta att 20-årsregnet blir dimensionerande. Avrinningskoefficienterna är antagna utifrån Svenskt Vatten P110 (2016).

För att ta hänsyn till klimatförändringar med ökade nederbörds mängder ansätts en klimatfaktor (KF) på 1,25 enligt P110.

Eftersom inga stora förändringar planeras ske vid exploatering i delområde A, har inga flödesberäkningar gjorts för detta delområde.

### 6.3 Dagvattenflöden före och efter exploatering

Tabell 3 och Tabell 4 redovisar beräknade dagvattenflöden före respektive efter exploatering. Se tabell 3-4 på följande sidor.

Tabell 3 Markanvändning, area, avrinningskoefficient ( $\phi$ ) och flöden för befintlig situation för avrinningsområde B och C vid ett 5-, 20- och 100-årsregn utan klimatfaktor.

Delområde/ markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )	$\phi$	Red. area (m <sup>2</sup> )	5- årsregn (l/s)	20- årsregn (l/s)	100- årsregn (l/s)
<b>Delområde B1</b>	0,29	0,1	0,03	6	10	36
<b>Delområde B2</b>	0,33		0,03	8	12	67
<b>Delområde B3</b>	0,19		0,02	5	8	82
<b>Delområde B4</b>	0,42		0,04	6	9	57
<b>TOTAL delområde B</b>	<b>1,23</b>		<b>0,12</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>242</b>
<b>Delområde C1</b>	0,2		0,02	4	6	65
<b>Delområde C2</b>	0,18		0,02	3	5	38
<b>Delområde C3</b>	0,06		0,01	4	6	42
<b>Delområde C4</b>	0,34		0,03	1	2	12
<b>TOTAL delområde C</b>	<b>0,78</b>		<b>0,08</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>157</b>

Tabell 4 Markanvändning, area, avrinningskoefficient ( $\phi$ ) och flöden för framtida situation för avrinningsområde B och C vid ett 5-, 20- och 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Delområdena B3, C1 och C3 ingår i allmän platsmark.

Delområde/ markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )	$\phi$	Red. area (m <sup>2</sup> )	5- årsregn (l/s)	20- årsregn (l/s)	100- årsregn (l/s)
<b>Delområde B1</b>						
Flerfamiljshus	0,22	0,6	0,13	31	48	98
Parkering	0,07	0,8	0,05	12	20	30
<b>TOTAL</b>	<b>0,29</b>	<b>0,6</b>	<b>0,19</b>	<b>43</b>	<b>68</b>	<b>128</b>
<b>Delområde B2</b>						
Flerfamiljshus	0,29	0,6	0,17	39	62	125
Parkering	0,04	0,8	0,03	8	12	19
<b>TOTAL</b>	<b>0,33</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>47</b>	<b>74</b>	<b>144</b>
<b>Delområde B3</b>						
Väg	0,19	0,8	0,15	35	55	84
<b>Delområde B4</b>						
Villaområde	0,42	0,35	0,15	33	52	183
<b>TOTAL delområde B</b>	<b>1,23</b>	<b>0,6</b>	<b>0,69</b>	<b>158</b>	<b>249</b>	<b>539</b>
<b>Delområde C1</b>						
Väg	0,2	0,8	0,17	39	61	53
<b>Delområde C2</b>						
Villaområde	0,18	0,35	0,06	11	23	45
<b>Delområde C3</b>						
Väg	0,06	0,8	0,05	11	17	15
<b>Delområde C4</b>						
Villaområde	0,34	0,35	0,12	22	43	84
<b>TOTAL delområde C</b>	<b>0,78</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>83</b>	<b>144</b>	<b>197</b>

#### 6.4 Erforderliga fördröjningsvolym

Beräkning av erforderliga fördröjningsvolym har utförts enligt Svenskt Vattens publikation P110 för ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25. Volymerna har beräknats med utgångspunkt i att flödet från planområdet inte ska öka efter exploatering. En flödesreducerande faktor på 2/3 har även lagts på utloppsflödet för att kompensera att avtappningen från ett magasin inte är maximal förrän magasinet är fullt.

Tabell 5. Erforderlig fördröjningsvolym för studerade delavrinningsområden vid ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Delområde	Flöde före expl. [l/s]	Reducerad area efter expl. [ha]	Specifik avtappning inkl. FRF [l/s, ha]	Fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn [m <sup>3</sup> ]
<b>Delavrinningsområde B1</b>	8	0,19	29	54
<b>Delavrinningsområde B2</b>	9	0,20	31	55
<b>Delavrinningsområde B3</b>	6	0,15	25	46
<b>Delavrinningsområde B4</b>	12	0,15	53	31
<b>TOTAL delområde B</b>	<b>35</b>	<b>0,69</b>	<b>139</b>	<b>186</b>
<b>Delavrinningsområde C1</b>	6	0,17	24	53
<b>Delavrinningsområde C2</b>	5	0,06	55	13
<b>Delavrinningsområde C3</b>	2	0,05	24	15
<b>Delavrinningsområde C4</b>	10	0,12	54	25
<b>TOTAL delområde C</b>	<b>23</b>	<b>0,4</b>	<b>157</b>	<b>106</b>

## 7. Föreslagen dagvattenhantering

Den övergripande strategin för föreslagen dagvattenhanteringen i utredningsområdet är att fördröja dagvatten enligt Vårgårda kommuns och P110:s rekommendationer, samt att rena dagvatten från hårdgjorda ytor så att belastningen på recipienter inte ökar. Hantering av dagvattnet bör vara hållbar och följa principen för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Nedan redovisas föreslagen dagvattenhantering för respektive delavrinningsområde.

Då dagvattenutredningen endast är översiktlig och sker i tidigt skede har flera antaganden gjorts vid framtagandet av föreslagen dagvattenhantering:

- Ytavrinning inom befintligt planområde sker i enighet med de marknivåer som har angetts i grundkarta och nybyggnadskarta.
- Grundvattennivån ligger 1,5 m under markytan.

Föreslagen struktur för dagvattenhanteringen har tagits fram för ett 20-årsregn och anslutning sker på ett befintligt ledningsnät norr om (VG+105) och söder om (+112,8) planområdet.

I bilaga 2 redovisas förslag för placering och dimensionering av dagvattenhanteringsanläggningar, samt föreslagen avrinning.

### 7.1 Delområde B1

Delområde B1 omfattar kvartersmark med ett totalt erforderligt fördröjningsbehov på 54 m<sup>3</sup>. Fördröjning föreslås uppdelas inom tre underjordiska makadammagasin som beräknats ha ett djup på 1 m och porvolym 0,3 vilket motsvarar en yta på 180 m<sup>2</sup>. De magasinerna placeras nedan de föreslagna byggnaderna och under parkeringsytan i norra delen av delområdet. Utflödet från delområdet begränsas till 29 l/s/ha. Makadammagasin är i princip ett schakt i marken som täcks in av en geotextilduk och fylls med ett grovt krossmaterial. Avtappning sker antingen via infiltration/perkolation till omgivande mark eller via en dränerande ledning med reglerat/strypt utloppsflöde som läggs i botten av magasinet. Botten på magasinet bör ligga över grundvattenytan. Se mer information om makadammagasin i Bilaga 3 kap 7.4.

### 7.2 Delområde B2

Delområde B2 omfattar kvartersmark med ett totalt erforderligt fördröjningsbehov på 55 m<sup>3</sup>. Fördröjning föreslås uppdelas inom två underjordiska makadammagasin som beräknats ha en bredd på 1 m, djup på 1 m och porvolym 0,3 vilket motsvarar ytan på 183 m<sup>2</sup>. De magasinerna placeras vid föreslagna byggnaderna i södra delen av delområdet. Utflöde från delområdet begränsas till 31 l/s/ha. Se mer information om makadammagasin i Bilaga 3 kap 7.4.

### 7.3 Delområde B3

Dagvattnet från planerade lokalgatan inom delområde B3 (allmän platsmark), väster om vattendelaren, föreslås fördröjas och renas i ett underjordiskt



makadammagasin beläget före fördröjningsdammen i sydvästra delen av utredningsområdet. Dagvatten avleds till detta genom brunnar i gatan och en dagvattenledning som placeras längs södra delavrinningsområdets gräns. Placering av ledning följer skevning på vägen som är från norr till syd. Makadammagasinet kan göras tätt eller otätt, dock förutsätter ett otätt makadammagasin att botten av magasinet ligger ovan grundvattennivån. På botten av makadammagasinet föreslås förläggning av en dränledning (se Bilaga 3 kap 6.2 för ytterligare information). För att uppnå en större reningseffekt bör överytan göras genomsläpplig så att vatten tillåts infiltrera ner till det underjordiska magasinet. Krossmaterial är ett annat alternativ. Erforderlig fördröjningsvolym på 46 m<sup>3</sup> för lokalgatan ryms i ett makadammagasin som beräknats ha en yta på ca 8x20 m, djup på 1 m och porvolym 0,3. Utloppet från diket begränsas till 25 l/s/ha och ansluts mot en översvämningsszon väster om delområde B3.

#### 7.4 **Delområde B4**

Delområde B4 omfattar kvartersmark med ett totalt erforderligt fördröjningsbehov på 31 m<sup>3</sup>. Dagvatten föreslås fördröjas och renas i ett gräsbeklätt dike som är 0,2 m djupt med ett begränsat utflöde på 53 l/s/ha (se Bilaga 3, kapitel 6.1 för ytterligare information om ett svackdike). Utloppsledningen kopplas på en huvuddagvattenledning i lokalgatan. Genom att göra diket djupare och bredare vid lågpunkten kring brunnen kan en extra volym skapas för skyfallsfördröjning.

#### 7.5 **Delområde C1**

Dagvattnet från den planerade lokalgatan inom delområde C1 (allmän platsmark), öster om vattendelaren, föreslås fördröjas och renas i en s k "våt damm" i den nedsänkta ytan mellan Djupedalsgatan och Adolf Erikssons gata, norr om planområdet (se Bilaga 3, kapitel 3 för ytterligare information om en våt damm). Fördröjningsbehovet är 53 m<sup>3</sup> med permanent vattenyta på 153 m<sup>2</sup> och reglerdjup 0,3 m. Begränsande utflöde är satt till 24 l/s/ha. Sidoslänt antas ha lutning 1:5. Dagvatten avleds genom en dagvattenledning som placeras längs östra delavrinningsområde gräns. Placering av ledning följer skevning på vägen som är från väster till öster. Till huvudledningen avleds också avrinning från delområden C2, C3 och C4. Den nedsänkta ytan kan användas för rening och fördröjning av hela avrinningsområde C med fördröjningsbehov på 106 m<sup>3</sup>. Det skulle innebära regleringsdjup på 0,5 m med ett begränsat utflöde på 157 l/s/ha. För en bra rening ska säkerställas i dammen behövs det en permanent vattendjup på ca 0,7 m.

#### 7.6 **Delområde C2 och C3**

Dagvattnet från den planerade lokalgatan (delområde C3) och kvartersmark (delområde C2) föreslås fördröjas och renas i ett underjordiskt makadammagasin i parkytan norr om delområde C3. Effektiv fördröjningsvolym är 28 m<sup>3</sup> med begränsat utflöde som sätts till 74 l/s/ha (se Bilaga 3, kapitel 7.4 för ytterligare information om ett makadammagasin). Magasinet antas ha ett djup på 1 m och porvolym 0,3 vilket motsvarar en yta på 93 m<sup>2</sup>.

## 7.7

### Delområde C4

Delområde C4 omfattas kvartersmark med ett totalt erforderlig fördröjningsbehov på 25 m<sup>3</sup>. Dagvatten föreslås fördröjas och renas i ett gräsbeklätt dike som är 0,2 m djupt och 0,6 m brett med ett begränsat utflöde på 54 l/s/ha (se Bilaga 3, kapitel 6.1 för ytterligare information om ett svackdike). Utloppsledningen kopplas på en dagvattenledning i lokalgatan som anslutas direkt till en befintlig dagvattenledning (VG+105). Genom att göra diket djupare vid inloppspunkten kan en extra volym skapas för skyfallsfördröjning.

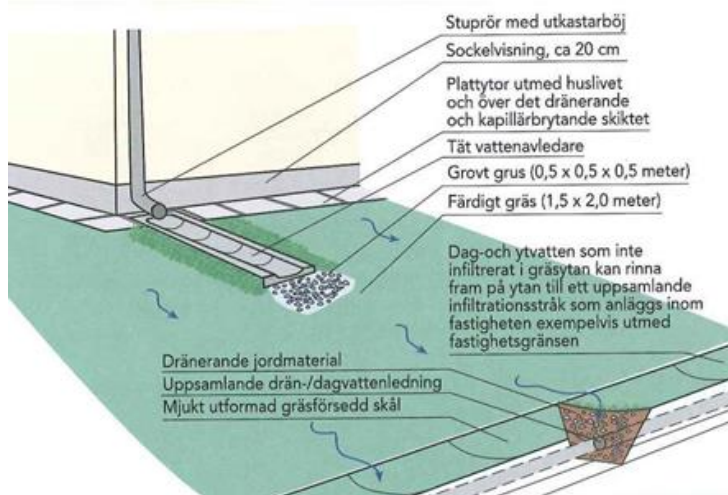
## 7.8

### Lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark

Fördröjning av dagvatten från kvartersmarken föreslås ske genom stuprör och utkastare som leds via rännor ut över grönytor inne på respektive fastighet. Stuprören skulle därmed kunna förses med en utkastarböj och takvatten ledas ut över gräsmattan enligt principskiss i Figur 24. Öppna diken föreslås i första hand för att hålla dagvattnet så ytligt som möjligt.

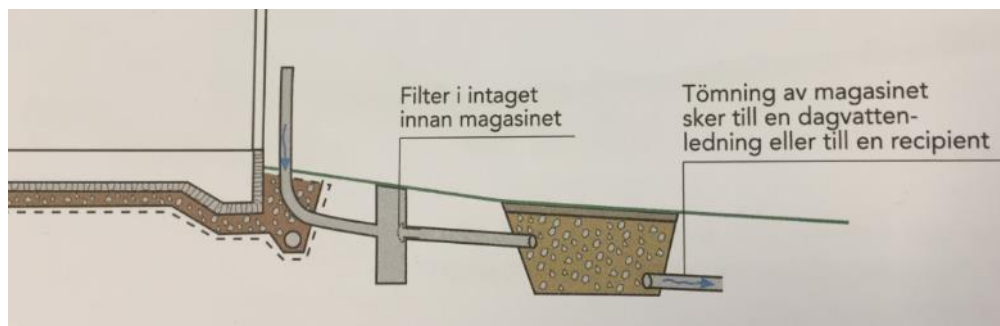
Takvatten ska ledas ut från byggnaden ca 2,5 meter för att förhindra belastning på byggnadens dräneringssystem. För en lämplig avrinning av yt- och dagvatten från byggnaden ska marken ges en lutning av 1:20 ca 3 meter ut från byggnaden (Svenskt Vatten P105).

Överskottsvatten som inte infiltrerar kan då ledas till ett uppsamlade infiltrationsstråk placerat i fastighetsgräns för ytterligare fördröjning.



Figur 24 Principskiss där takvatten leds ut över mark. Överskottsvatten som inte infiltrerar rinner mot ett uppsamlade dräneringsstråk och vidare mot dagvattensystemet utanför fastigheten. Källa: P105, Fig 9.8

I fall det är omöjligt att infiltrera regnvattnet i gräsytan kan det istället ledas direkt till ett hålrumsmagasin under mark, enligt skiss i Figur 25. Dock skall sådana magasin utformas som täta magasin med t.ex. geomembran, för att behålla fördröjningskapacitet i magasinen då grundvattennivån är ytlig.



Figur 25: Principskiss makadammagasin under mark. Den strypta tömningsledningen ansluts till ett dike eller ledning. Källa P105, Fig 9.10.

Ett ytterligare alternativ är att ha en regnvattentank vid varje stuprör eller nedgrävd inom varje tomt, som sen får tappas ur vid torrväder. Ur sådana tankar kan man även ta regnvatten för bevattning.

## 8. Fortsatt arbete

Befintliga höjder är uppskattade utifrån erhållet material (Vårgårda kommuns grundkarta). Detaljhöjdsättning vid fortsatt projektering av lokalgata och kvartersmark är avgörande för att funktion enligt föreliggande dagvattenutredning erhålls.

Det är även viktigt att den yta (165 m<sup>2</sup>) som avsatts för skyfallshantering i sydvästra delen av utredningsområdet för den västra delen av utredningsområdet med en minsta fördröjningsvolymen på 165 m<sup>3</sup> även avsätts i plankartan för att säkerställa funktion och översvämningssäkring vid extrema regn. Det är likaså viktigt att möjliggöra fördröjning och rening av dagvattnet från den östra/norra delen av utredningsområdet med en minsta fördröjningsvolym på 670 m<sup>3</sup> i den föreslagna ytan mellan Djupedalsgatan och Adolf Ericssons gata.