

STENUNGSUNDS KOMMUN

# DAGVATTENUTREDNING STENUNG 4:56

2021-06-21



wsp

# DAGVATTENUTREDNING STENUNG 4:56

Stenungsunds Kommun

## KONSULT

### **WSP Samhällsbyggnad**

Box 13033

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Ida Eriksson +46 10 7225069

[ida.eriksson@wsp.com](mailto:ida.eriksson@wsp.com)

Elsa Malmer

[elsa.malmer@wsp.com](mailto:elsa.malmer@wsp.com)

Robert Gladh

[robert.gladh@wsp.com](mailto:robert.gladh@wsp.com)

PROJEKT  
Dagvattenutredning Stenung 4:56

UPPDRAGSNAMN  
Stenung 4 56 dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER  
10318583

FÖRFATTARE  
Elsa Malmer och Robert Gladh

DATUM  
2021-04-19

ÄNDRINGSDATUM  
2021-06-21

GRANSKAD AV  
Cornelia Ny

GODKÄND AV  
Ida Eriksson

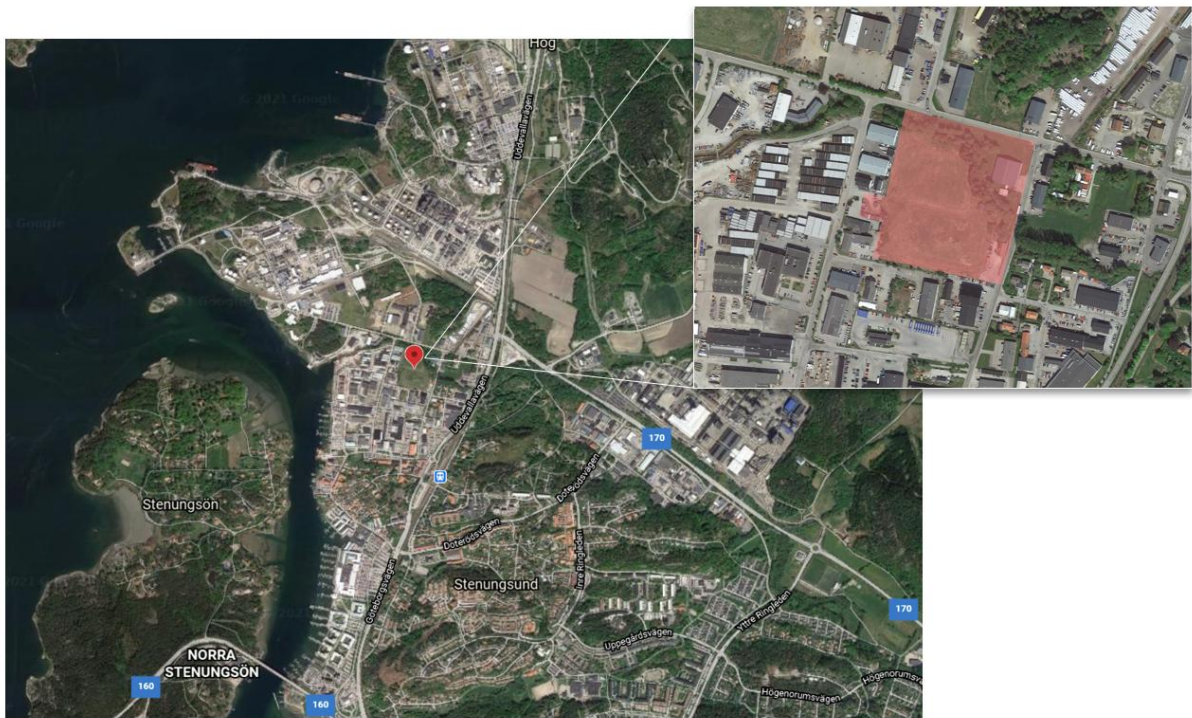
# INNEHÅLL

<b>1 ALLMÄNT / BAKGRUND</b>	<b>5</b>
<b>2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING</b>	<b>6</b>
<b>3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>9</b>
3.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING	9
3.2 TOPOGRAFI	10
3.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	11
3.4 FÖRORENAD MARK	12
3.5 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN	13
3.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	14
3.6.1 Avrinningsområde	14
3.6.2 Recipient, recipientstatus/klassning	15
3.6.3 Verksamhetsområde	16
3.6.4 Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar	16
3.7 MARKÄGAREFÖRHÅLLANDEN/DIKNINGSFÖRETAG	18
3.8 OMRÅDESSKYDD	18
<b>4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>20</b>
4.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	20
4.2 FRAMTIDA KLIMAT, HAVS- OCH VATTENNIVÅER	21
<b>5 BERÄKNINGAR</b>	<b>23</b>
5.1 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE DAGVATTENFLÖDEN	24
5.2 BERÄKNING AV DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL	26
5.3 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE SPILLVATTENFLÖDE	27
5.4 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE DRICKSVATTENFLÖDE	29
<b>6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING</b>	<b>30</b>
6.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER	30
6.2 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING	30
6.2.1 Dagvattenhantering – teknisk funktion	31
6.2.2 Föreslagna lösningar per område	32
6.3 RENINGSEFFEKTER	39
6.4 EROSIONSKYDD	40
6.5 KOSTNADSUPPSKATTNING NATURMARKSSTRÅK MED DAMM	40
6.6 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL	40
<b>7 SCENARIO 6 – MED FÖRESLAGNA DAGVATTENÅTGÄRDER</b>	<b>43</b>
7.1 BERÄKNINGAR	43
7.1.1 Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden	44

7.1.2	Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll	45
7.1.3	Fördröjning	48
7.1.4	Brunnsfilter	48
<b>8</b>	<b>YTTERLIGARE DAGVATTENÅTGÄRDER</b>	<b>49</b>
8.1	GRÖNA TAK	49
8.2	BLÅ GRÖN GRÅA LÖSNINGAR (BGG)	49
8.3	DAGVATTEN SOM RESURS	50
<b>9</b>	<b>KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>54</b>
<b>12</b>	<b>BILAGOR</b>	<b>55</b>
12.1	BILAGA 1	55

# 1 ALLMÄNT / BAKGRUND

Stenungsunds kommun arbetar med att ta fram en ny detaljplan för småindustri och eventuellt båtupplag i det gamla SIF-området. Planområdet är beläget i den västra delen i kommunen, cirka en kilometer norr om Stenungsunds torg, och är cirka 4 ha stort och har tidigare varit fotbollsplaner. Då kommunen har stort behov av industrimark förestås en ändrad markanvändning från idrottsändamål, till småindustri och båtupplag. Detaljplaneområdet presenteras i Figur 1. Det är idag inte klart vilka företag som är aktuella för inflytt.



Figur 1. Detaljplaneområde Stenung 4:56 markerat med rött.

WSP har fått i uppdrag av Stenungsunds kommun att utföra en dagvattenutredning inför detaljplan för planområdet som består av detaljplaneområdet markerat i rött i Figur 1 ovan. Utredningens syfte är att beskriva förutsättningar för utbyggnad av föreslagen exploatering på Stenung 4:56 och närliggande fastigheter, hantering av vatten-, spill och dagvatten samt ge underlag för att visa på möjligheten till att projektera och bygga ut planförslaget. För spill- och dricksvatten beskrivs nuvarande situation samt en översiktlig beräkning av de dimensioner som kan tillkomma vid byggnation. Utredningen föreslår även kopplingspunkter till befintligt nät.

Parallellt med denna utredning genomför WSP en geologisk utredning.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

Eftersom Stenungsunds kommun inte har egna framtagna riktlinjer för dagvattenhantering har utredningen använt Göteborg Stads riktlinjer för dagvattenhantering, enligt dialog med Stenungsunds kommun, för att ta fram förutsättningar för dagvattenhantering.

Dagvatten ska hanteras enligt följande principer:

- Dagvatten bör hanteras så lokalt och nära källan som möjligt för att minimera uppkomsten av flöden och föroreningar.
- Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och, om nödvändigt, renas lokalt innan det avleds till diken, recipienter eller ledningar.
- I sista hand kan dagvatten avledas direkt till ledningsnätet

Ytterligare en grundprincip innebär att i första hand skydda och lyfta fram befintliga vattendrag. Vid uppförande av byggnader och hus bör så miljövänliga material som möjligt väljas för att minska påverkan av föroreningar i dagvatten, som i sin tur påverkar ekologin i recipienter.

För att få en indikation på hur omfattande rening som krävs för att skydda recipienter från förorenade ytor inom detaljplaneområdet har Göteborgs stad tagit fram en matris, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Göteborgs matris för dagvattenrening. Celler med kursiv text markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen.

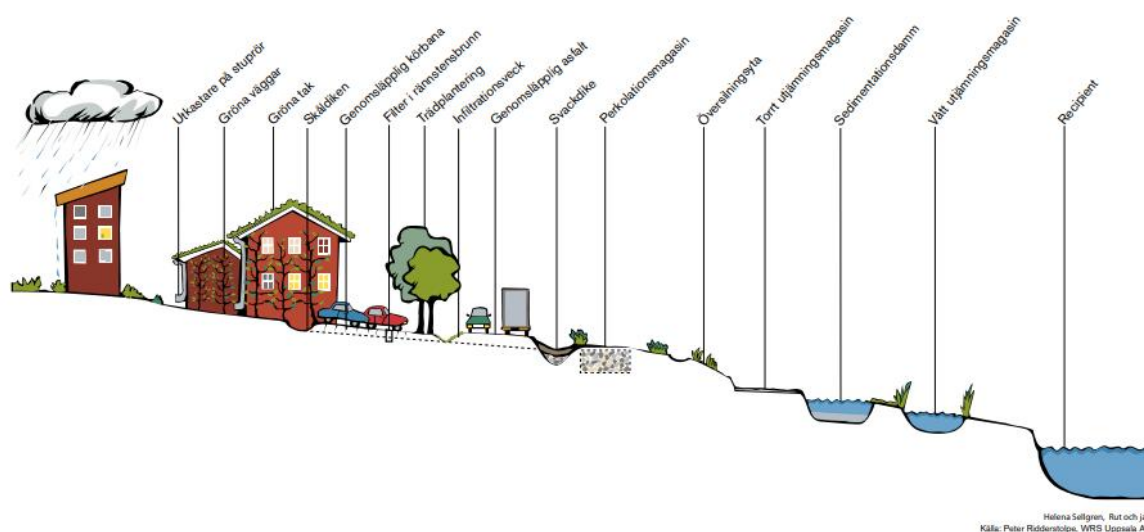
Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	<i>Omfattande rening</i>	<i>Rening</i>	Enklare rening
Känslig	<i>Rening</i>	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	<i>Rening</i>	Enklare rening	Fördröjning

I syfte att minska flödestoppar och belastning på ledningssystem, ställer Göteborgs stad krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad area (Göteborgs Stad, dagvatten och skyfall).

Göteborgs stads riktlinjer för skyfallssäkring och klimatanpassning innebär att:

- Ny bebyggelse inte ska skadas vid översvämning.
- Tillgänglighet för evakuering finns.
- Tillgänglighet till och från planområdet utreds.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen inte skall försämrats.
- Strukturplaner för översvämningshantering ska beaktas i planen.

## Ekologisk dagvattenhantering



Figur 2. Ekologisk dagvattenhantering enligt Göteborgs dagvattenstrategi (Göteborgs Stad, 2010).

För utredningen har Göteborgs Stads riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs Stad, 2020) använts. Dessa ses i Tabell 2.

Tabell 2. Göteborg Stads riktvärden för maximal koncentration av föroreningar i dagvatten.

Ämne/parameter	Riktvärde
Arsenik	16 µg/l
Bly	28 µg/l
Kadmium	0,9 µg/l
Koppar	10µg/l
Krom	7 µg/l
Kvicksilver	0,07 µg/l
Nickel	68 µg/l
Zink	30µg/l
Oljeindex	1000 µg/l
Suspenderat material	25 mg/l
Fosfor	50 µg/l
Kväve	1250 µg/l
Bens(a)pyren, indikator för PAH	0,27 µg/l
Bensen	50 µg/l
TOC	12 mg/l
TBT	0,0015 µg/l

Enligt Göteborgs stads riktlinjer är begränsning utsläpp av näringsämnen särskilt viktigt. Oljehaltigt vatten ska renas först och marken ifråga ska vara lämplig för ändamålet. För rening av vatten som innehåller petroleumprodukter samt vattenlösliga ämnen behövs oljeavskiljare som kompletteras med efterföljande reningssteg, exempelvis kolfilter. Även partikelavskiljning ska därför som regel ske.

Övriga bedömningar och dimensionering har gjorts i enlighet med Svenskt Vattens P110. Utredningens förslag till dagvattenhantering inom tillkommande byggrätter har tagit hänsyn till 10-års regn, 30-årsregn och 100-årsregn. För bedömning av framtida scenarion har en klimatfaktor på 1,25 tillämpats.

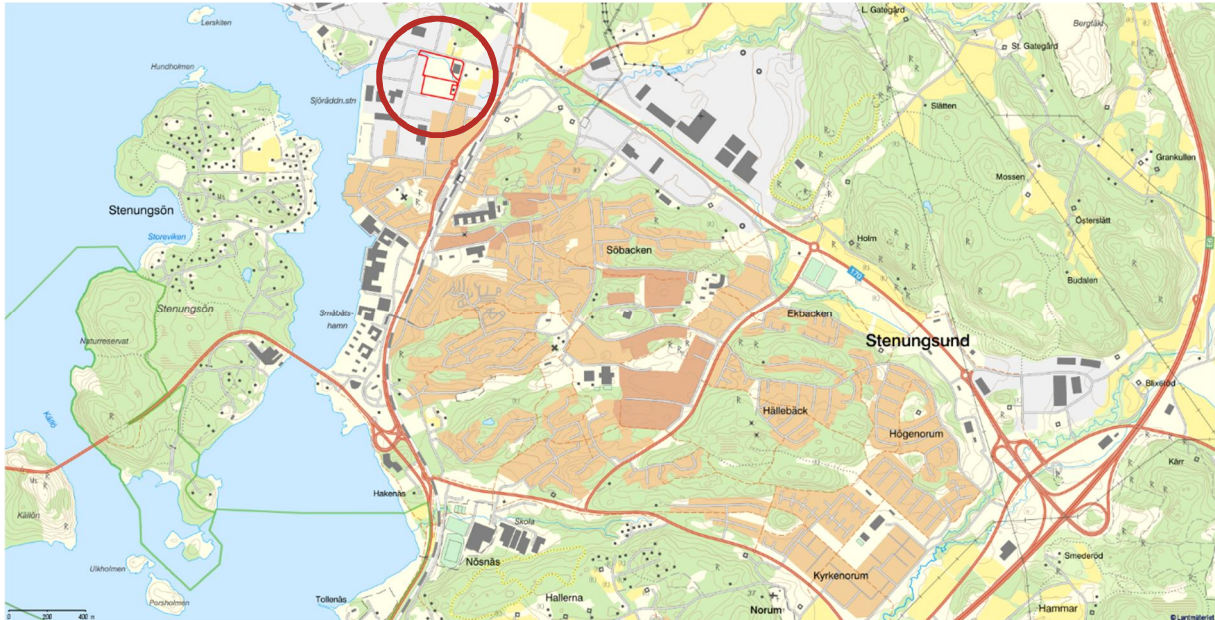
Få människor rör sig i och omkring planområdet, varför förslagen till dagvattenhantering har fokuserats på att vara enkla lösningar med minimal skötsel.



## 3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

### 3.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Planområdet är beläget i ett industriområde i nordvästra Stenungsund, ungefär 400 meter från Stenunge ås utlopp i Askeröfjorden.



Figur 3. Översiktsbild Stenungsund. Planområdet inringat.

Planområdet är cirka 230 x 190 m och utgörs till största delen av gräsytor som tidigare använts som fotbollsplaner. Området avgränsas i norr av Hjälmarevägen, i öster av Gärdesvägen, i söder av Saltängsvägen och i väster av industribyggnader längs Ängsvägen. Inom det undersökta området finns dels fotbollsplaner och byggnader som tidigare nyttjats av Stenungsunds IF dels en tennishall, belägen inom områdets nordöstra del. Tennishallen ska på sikt flytta sin verksamhet då närheten till den petrokemiska industrin anses olämplig. Därför planläggs tennisklubben som småindustri fastighetsägare (Planbeskrivning, Samrådshandling 2012) även om tennisverksamheten är kvar i lokalen till en början. Fotbollsplanerna har enligt flygfoton varit just fotbollsplaner sedan 50-talet.

I den sydöstra delen av planområdet ligger gamla SIF-gården samt byggnader för omklädning och förråd. I västra delen av planområdet vid den planerade lokalgatans infart finns en pumpstation och i nordvästra delen, norr om Stenunge å, finns en transformatorstation.

Genom detaljplaneområdet rinner Stenunge å som är kantad av sly och lövträd av olika slag.

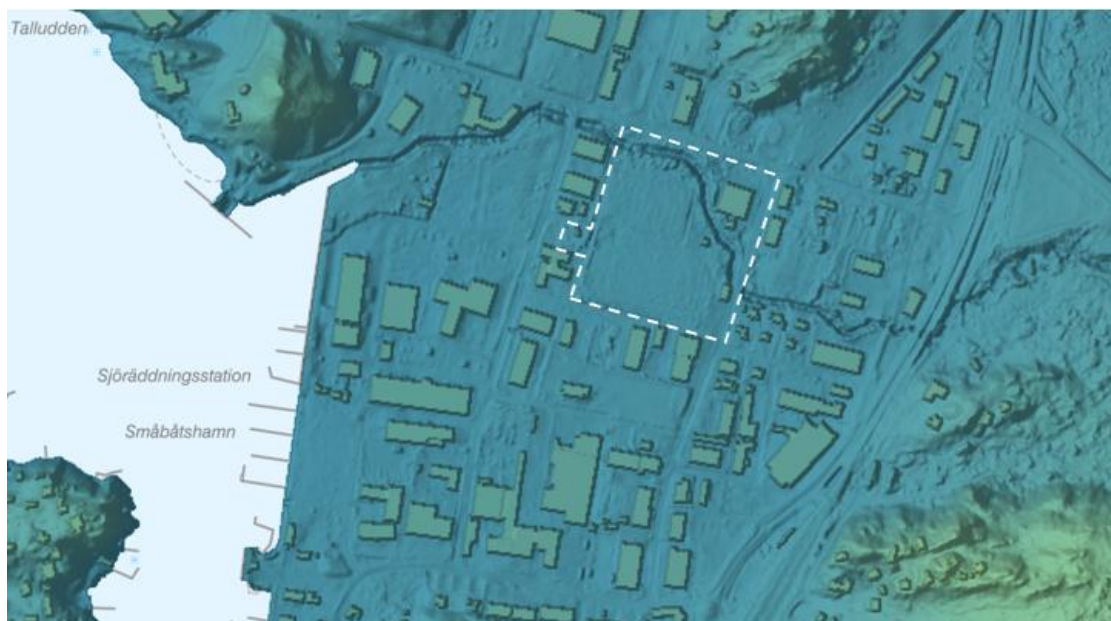


Figur 4. Befintlig markanvändning inom planområdet. Flygfoto från Lantmäteriet och Stenungsunds kommun (2020), hämtat 2021-04-12.

## 3.2 TOPOGRAFI

Enligt tidigare geologisk utredning gjord av Bohusgeo (2009) är markytan i huvudsak horisontell med en nivå som inom huvuddelen av området varierar mellan ca +1.3 och ca +1.9 m. Stora delar av området bedöms ligga under högsta högvattennivån. Marklutningen varierar i regel mellan ca 1:50 och ca 1:100.

Enligt samma utredning som ovan varierar släntkrönets nivå vid Stenunge å mellan ca +1.0 och ca +1.8 och åbottens nivå varierar mellan ca -0.7 och ca +0.2. Släntlutningen är i regel 1:2 à 1:4, men lokalt finns eroderade partier med brantare lutning.



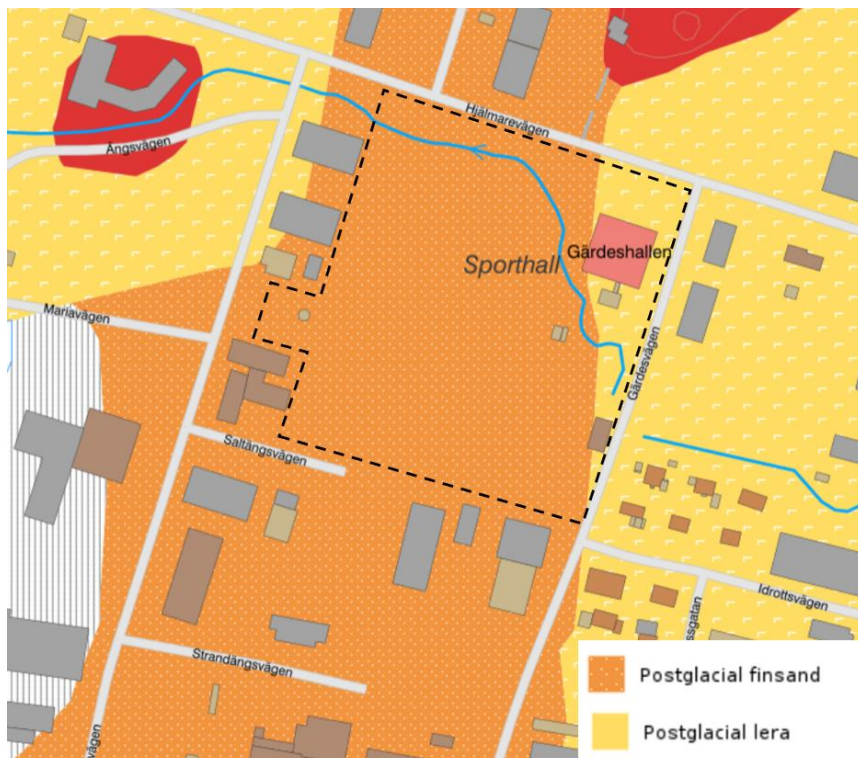
Figur 5. Topografisk karta över planområdet i förhållande till omgivande mark. Bildkälla: Scalgo live.

### 3.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Utifrån tidigare geologisk undersökning av Bohusgeo (2009) bedöms jordlagren, under det ca 0,3 m tjocka vegetationsjordlagret från markytan räknat, i huvudsak utgöras av fast ytlager/fyllning, lera samt friktionsjord vilande på berg. Det fasta ytlagret utgörs av silt, torrskorpelera samt fyllning. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och cirka 1.5 m. Fyllningen utgörs i huvudsak av humushaltig silt och lera, men ställvis även av sand och grus. Vattenkvoten i fyllningen har uppmätts till mellan cirka 10 och 50 %. I enstaka punkter finns gyttjeinblandning i fyllningens nedre del varvid vattenkvoten uppmätts till mellan ca 60 och ca 75 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen. Släntstabilitet bedömdes av Bohusgeo vara tillfredsställande. För att säkerställa framtida stabilitet är det dock enligt utredningen viktigt att erosionskydda åns slänter.

Enligt SGUs jordartskartor består området av postglacial finsand och postglacial lera, se Figur 6. Det medför en hög genomsläpplighet för den postglaciala finsanden, och låg genomsläpplighet för den postglaciala leran. Infiltrationsförmågan begränsas dock av den höga grundvattennivån och leran i marklagren.

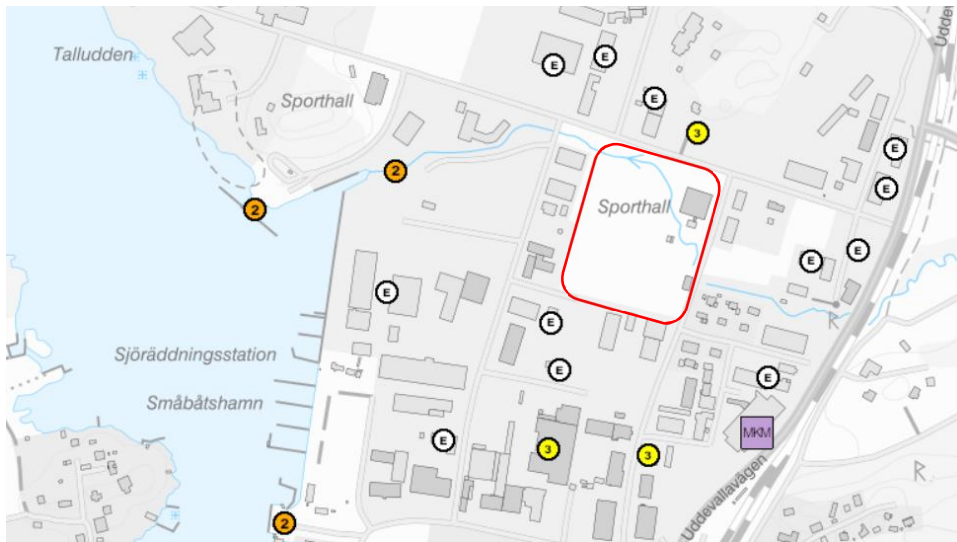
WSP har parallellt med denna utredning även genomfört en geoteknisk utredning inom planområdet. Utredningen syftar till att kartlägga stabiliteten inom planområdet inför byggnation. Utredningen bekräftar att grundvattnet ligger ca en meter under dagens marknivå, och innehåller förslag på hur höjning av marknivån ska göras. Det som kan påverka dagvattenhanteringen som lyfts i utredningen är att stabiliteten i slänterna ner mot Stenunge å måste bibehållas om dagvattenavledningen görs ner mot ån. En avstämning med uppdragsansvarige gjordes, och vi diskuterade behovet av stabiliserande åtgärder vid dagvattenutlopp i åkanten. Fyllnadsmassorna ska vara lätta, och inte konventionella massor. Så länge som våra anläggningar konstrueras med tät botten och utlopp ska dagvattenhanteringen inte påverka de lätta fyllnadsmassorna. Dammen eller översilningsytan bör förläggas till dagens marknivå, då den kan bara för tung för fyllnadsmassorna när den är vattenfylld.



Figur 6. Jordartskarta enligt SGU. Detaljplaneområdet markerat i svart.

### 3.4 FÖRORENAD MARK

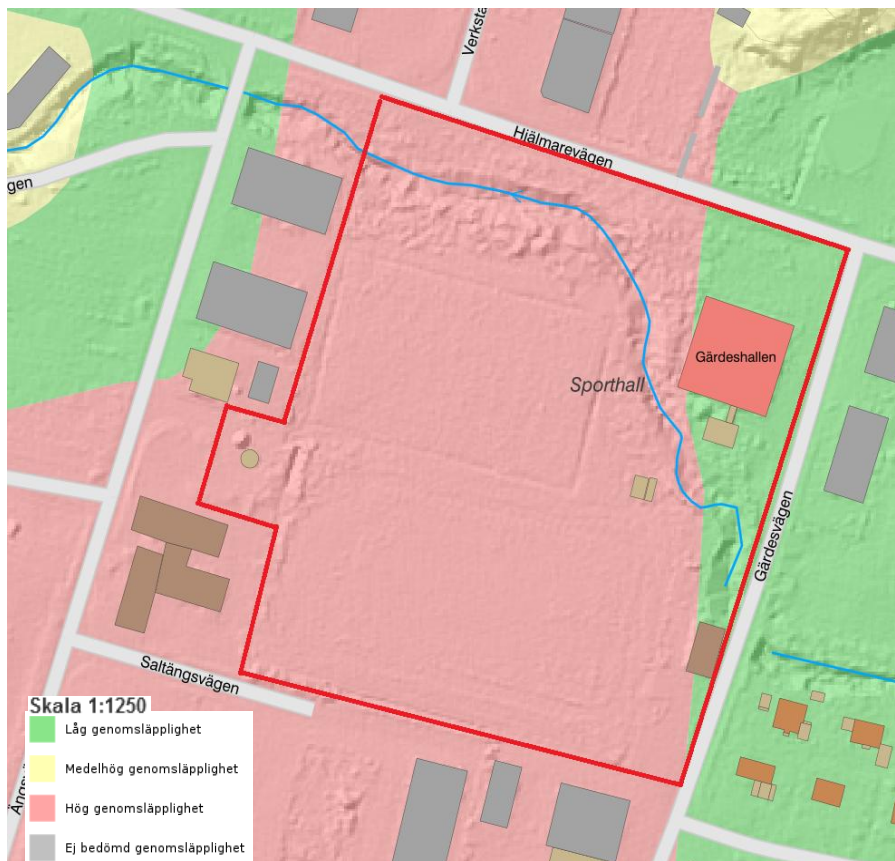
I utredningsområdet ifråga finns ingen konstaterad markförorening. Ingen industriverksamhet har förekommit inom planområdet. På flera närliggande fastigheter finns dock verksamhet som potentiellt har gett upphov till förorenad omkringliggande mark. De som är klassade som i riskklass två är hamnverksamhet med miljöfarligt gods. De som är klassade som riskklass tre är ytbehandling och två kemtvättar, se figur 7. Föroreningarna bedöms inte påverka dagvattenhanteringen inom planområdet.



Figur 7 Utdrag ur EBH-kartan (länk i avsnitt 11). Planområdets ungefärliga läge markerat med rött. Siffrorna inom ringarna visar riskklassningen på förorening, E i cirkel visar att risk för förorening förekommer. Ju lägre riskklass desto allvarigare förorening.

### 3.5 HYDROLOGI OCH GRUNDEVATTEN

Bohusgeo (2011) har konstaterat att den övre grundvattennivån bedöms vara belägen ca 1 m under markytan. Erosionsskydd bör enligt tidigare utredning läggas ut inom de delar där byggnader och vägar hamnar nära åkanten. Utredningen rekommenderar även att åtgärder vid uppförande av byggnader bör vidtas för att minska risk för sättningar.

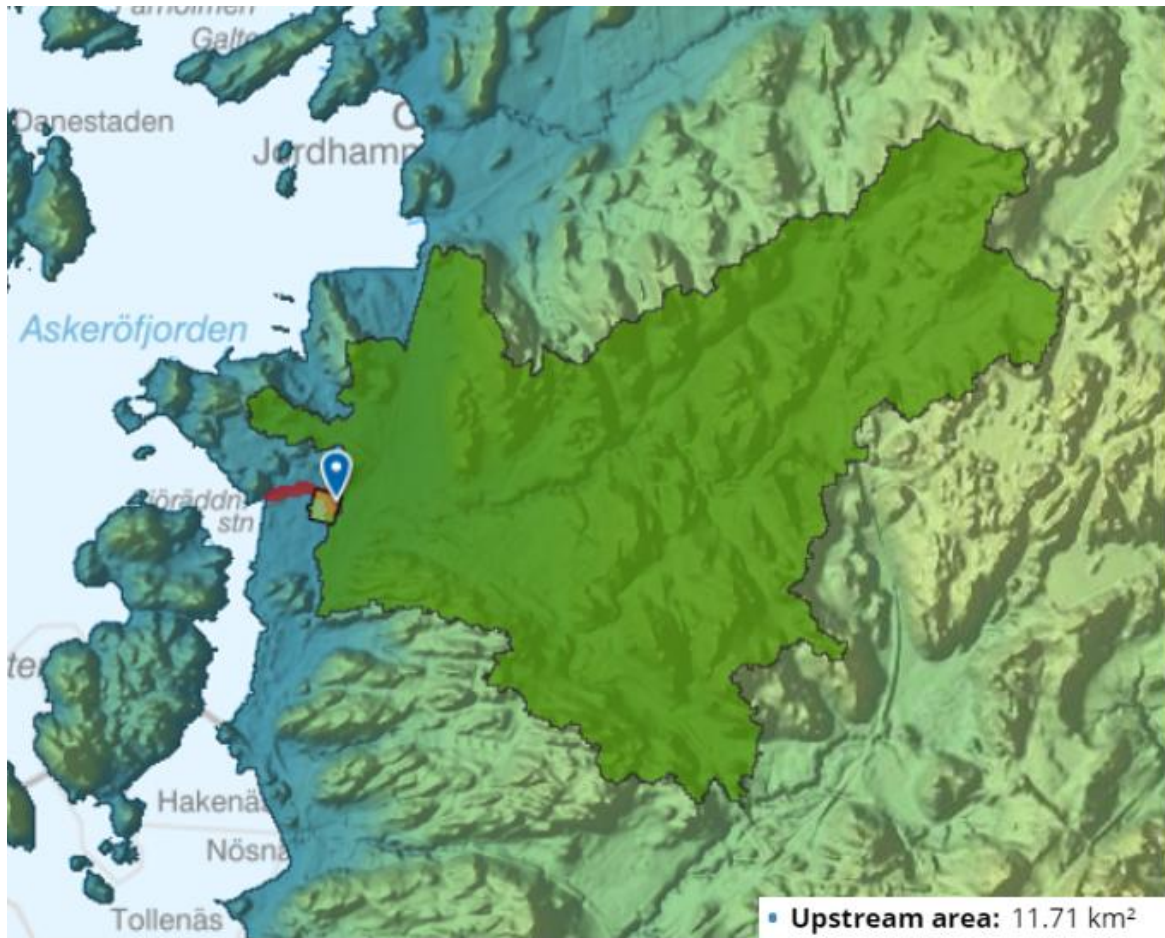


Figur 8 Genomsläplighetskarta. Källa: SGU (2021)

## 3.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

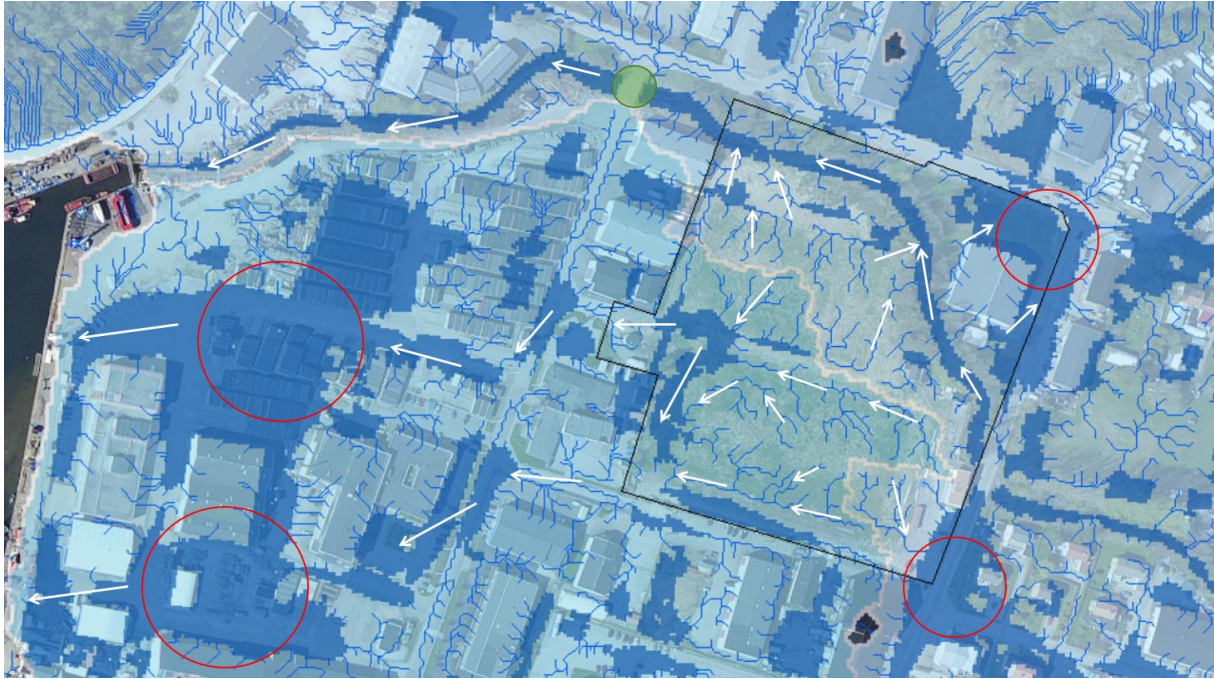
### 3.6.1 Avrinningsområde

Stenunge å har idag tillrinning från ett större område om 11,71 km<sup>2</sup>, se Figur 8.



Figur 9. Avrinningsområde Stenunge å enligt Scaglo Live. Området är 11,71 km<sup>2</sup>.

Stenunge å är recipient för dagvatten från fler områden, och kan svämma planområdet vid skyfall. Fotbollsplanerna avvattnas vid normal nederbörd (d.v.s. inte vid skyfall) av ledningsnät. Vid skyfall avvattnas planområdet idag åt två håll: norrut direkt mot ån samt söderut mot havet. Området bidrar till översvämningar i framförallt fyra områden markerade i rött i Figur 10.



Figur 10. Ytlig avrinning vid skyfall med befintlig markanvändning. Svart markerar planområdet, rött markerar översvämmade områden, vita flödespilarna visar flödesvägar från planområdet och grönt markerar bron med kulvertlösning för skyfallsväg. Beige linje är vattendelaren i planområdet.

### 3.6.2 Recipient, recipientstatus/klassning

Recipienten för dagvatten från planområdet är Stenunge å. Uppströms planområdet ligger sjön Holmevatten och ungefär 400 meter nedströms rinner Stenunge å ut i Askeröfjorden.

I VISS klassificeras Stenunge å enligt följande:

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

Motiveringen för klassningen av nuvarande ekologisk status är baserad på kvalitetsfaktorerna kiselalger (måttlig) samt näringsämnen (otillfredsställande på grund av fosfor). Kiselalgerna är också påverkade av organisk förorening. Vattenförekomsten är påverkad av försurning men kalkas. Vad gäller kemisk status har vattenförekomsten överskridande halter av kvicksilver och PBDE i biota.

Kvalitetskraven för vattenförekomsten är *God ekologisk status* (senast 2027) och *God kemisk ytvattenstatus*. Undantag för kemisk status finns för halterna av kvicksilver och PBDE; dessa anses på grund av sin omfattning och sina spridningsvägar vara svåra att åtgärda. Halterna får dock inte öka.

Markanvändningen i planområdet kommer att förändras, hårdgjorda ytor kommer att ersätta dagens gräsplaner vilket ökar den totala avrinningen, och industriverksamhet på ytor förleder till större halter av föroreningar i dagvattnet. Förslaget har dock flera olika alternativ för markanvändningen, så viss osäkerhet finns i den kommande belastningen.

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

Stenunge å rinner ut i Askeröfjorden. I VISS klassificeras Askeröfjorden enligt följande:

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

Vattenförekomstens ekologiska klassning är baserad på övergödning och fysisk påverkan. Statusen för övergödning har bedömts som god, trots betydande påverkan från näringstillförsel från land, på

grund av osäkerhet i analysen och stort utbyte med närliggande vattenförekomster. Fysisk påverkan kommer från båttrafik. Gällande kemisk status bedöms flera prioriterade ämnen ej uppnå god status, bland dessa antracen, PBDE, kvicksilver och tributyltenn.

För Askeröfjorden finns kvalitetskrav om *God ekologisk status* med avseende på näringsämnen. Undantag finns för kvicksilver och PBDE samt tributyltenn.

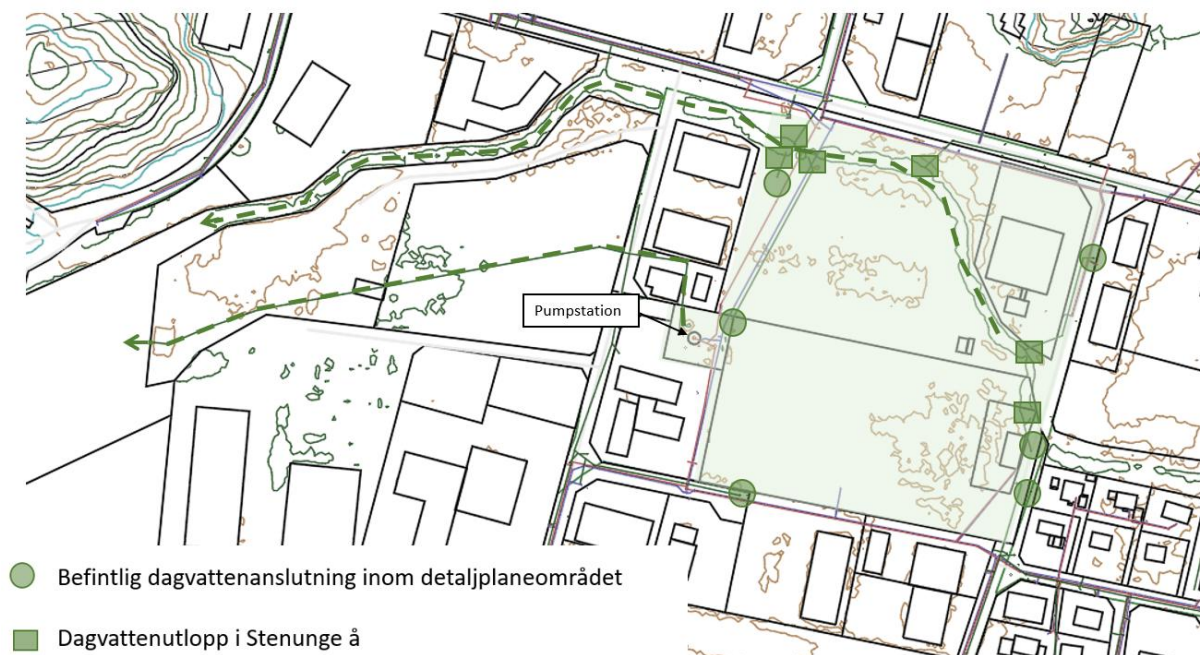
### 3.6.3 Verksamhetsområde

Området ingår i dagsläget inte i verksamhetsområdet för dagvatten, men kommer i och med planerad utbyggnad att införlivas i detta.

### 3.6.4 Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar

Planområdet är idag anslutet till kommunens vatten-, spill- och dagvattennät. Vid sydvästra delen finns en befintlig spillvattenanslutning. Vid södra sidan finns dagvattenanslutning, befintlig dricksvattenanslutning samt befintlig spillanslutning. Vid östra sidan finns för båda byggnaderna befintliga anslutningar för spill, vatten och dagvatten samt dagvattenutlopp i Stenunge å. I områdets norra del finns fyra dagvattenutlopp i Stenunge å och väster om dessa finns befintlig anslutning till spill.

Befintliga dagvattenledningar finns i nära anslutning till planområdet presenteras i Figur 11, och spill- och dagvattennätet presenteras i Figur 12 och Figur 13 på nästa sida. Dricksvattennätet presenteras i avsnitt 5.4.



Figur 11. Dagvattenanslutningar och utlopp i Stenunge å samt avloppspumpstation med tillhörande bräddledning.

Enligt Sweco som har hand om VA-modellerna för dricksvatten och spillvatten är det inga bekymmer att ansluta fastigheten till nätet, men för spillvatten kommer byte av pumputrustning att behövas (Källa: mailväxling med Yousef Maleki 2021-06-03). Nedan kommer från Sweco:

#### Dricksvatten

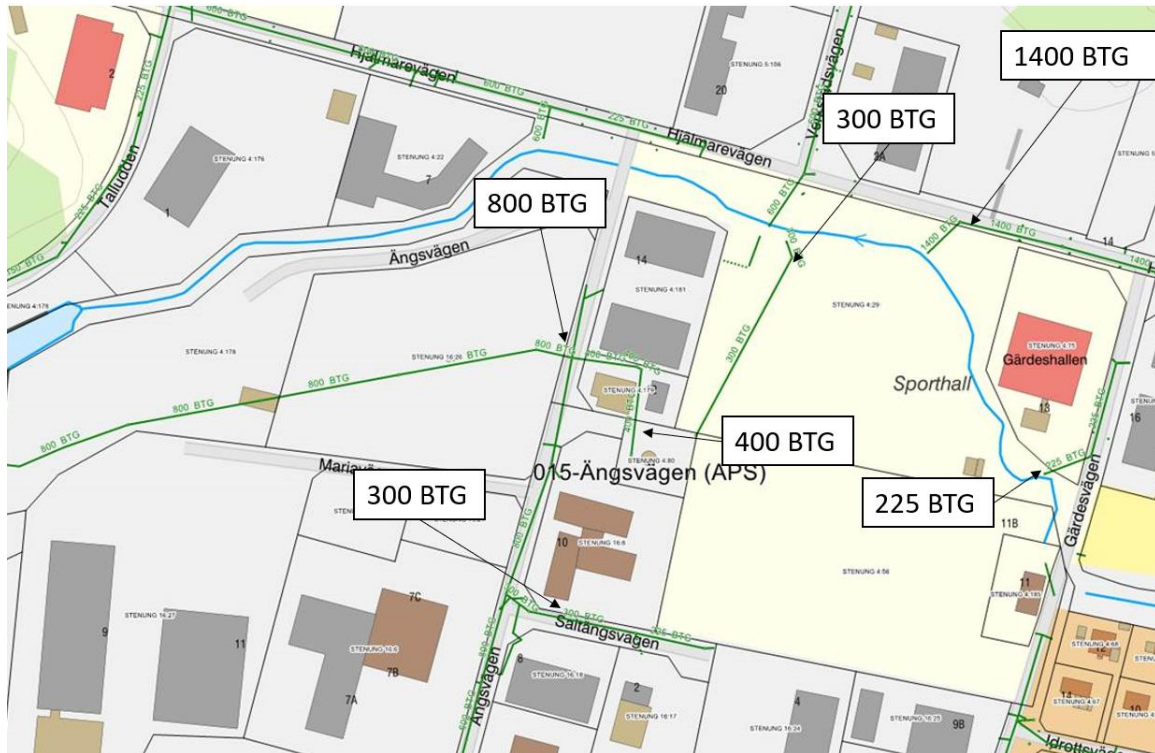
Stenung 4:56 är beläget nära havsnivån vilket medför att vattentrycket är högt. Vattentrycket i alla anslutningspunkter förutom tennistomtens varierar mellan 72 mvp och 74 mvp. Den sista ledningen innan Tennishallen är liten och gör att trycket i den här anslutningspunkten varierar mellan 65 mvp och 74 mvp. Stenung 4:56 är belägen nära huvudledningen från vattenverket och det finns goda möjligheter



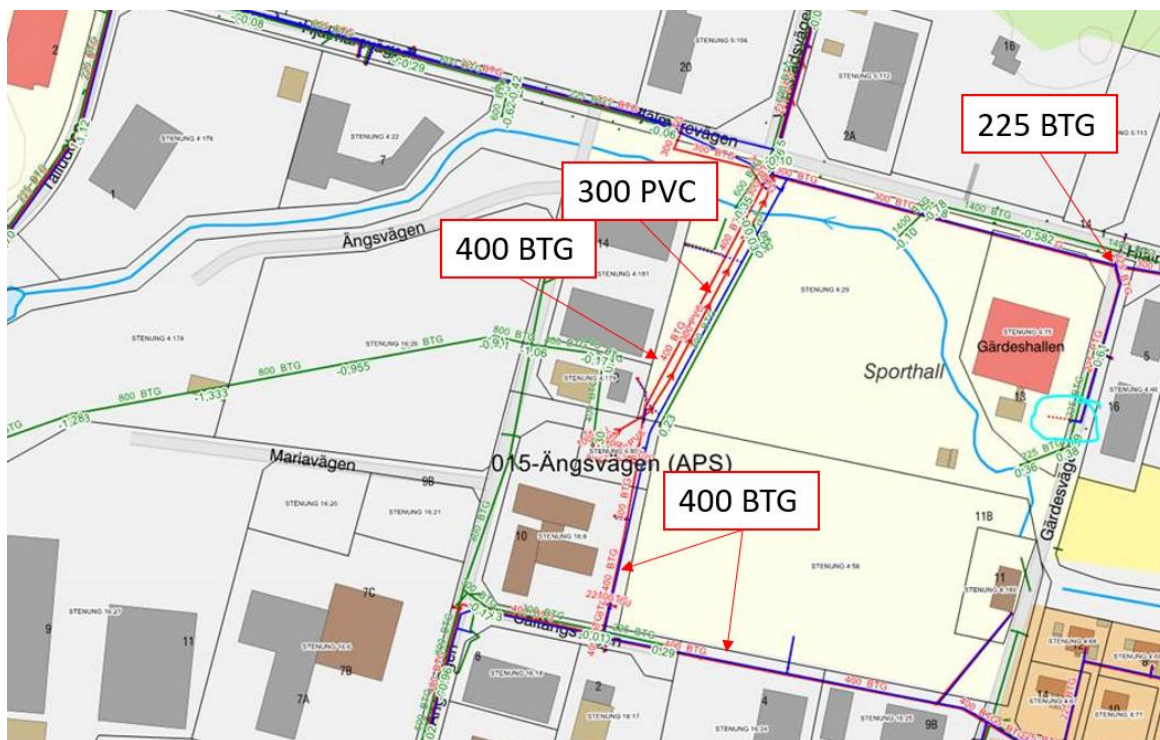
till rundmatning. Sammantaget är anslutningsmöjligheterna för dricksvatten mycket goda. Systemet fungerar bra även i framtiden.

### Spillvatten

Spillvatten från anslutningsområdet skulle ledas till Ängsvägens pumpstation, som idag har kapaciteten 25, 42 och 58 l/s vid 1-, 2- respektive 3-pumpsdrift. På sikt kommer medflödet uppströms pumpstationen öka från 1,4 till cirka 5 l/s. Maxflödet till pumpstationen kommer därmed beräknas öka från 4 till 15 l/s. Trots denna ökning ökar inte bräddningen vid pumpstationen. Stenung 4:56 kan anslutas utan ytterligare åtgärder.



Figur 12. Befintliga dagvattennätet med dimensioner.



Figur 13. Befintliga spillvattennätet med dimensioner. Ledningen markerad med 300PVC är tryckavlopp.

### 3.7 MARKÄGAREFÖRHÅLLANDEN/DIKNINGSFÖRETAG

Inom planområdet ägs fastigheterna Stenung 4:56 och 4:29 av Stenungsunds kommun. Övriga fastigheter inom planområdet ägs av privata fastighetsägare (Planbeskrivning, Samrådshandling 2012).

### 3.8 OMRÅDESSKYDD

Detaljplaneområdet ligger inom det i ÖP 06 utpekade utredningsområdet kopplat till den petrokemiska industrin och riksintresset för industriell produktion. (Planbeskrivning, Samrådshandling 2012). Runt Stenunge å finns ett strandskydd (till höger i Figur 14) med varierande gräns inom planområdet och längs åns sträckning. Planeringen av markanvändningen tar hänsyn till strandskyddet, ingen kvartersmark planeras inom strand-skyddsområdet utan endast naturmark, delvis på fastigheterna Stenung 4:185 och Stenung 4:75. Vidare utgörs en del av utredningsområdet av Båtnadsområde (till vänster i Figur 14).



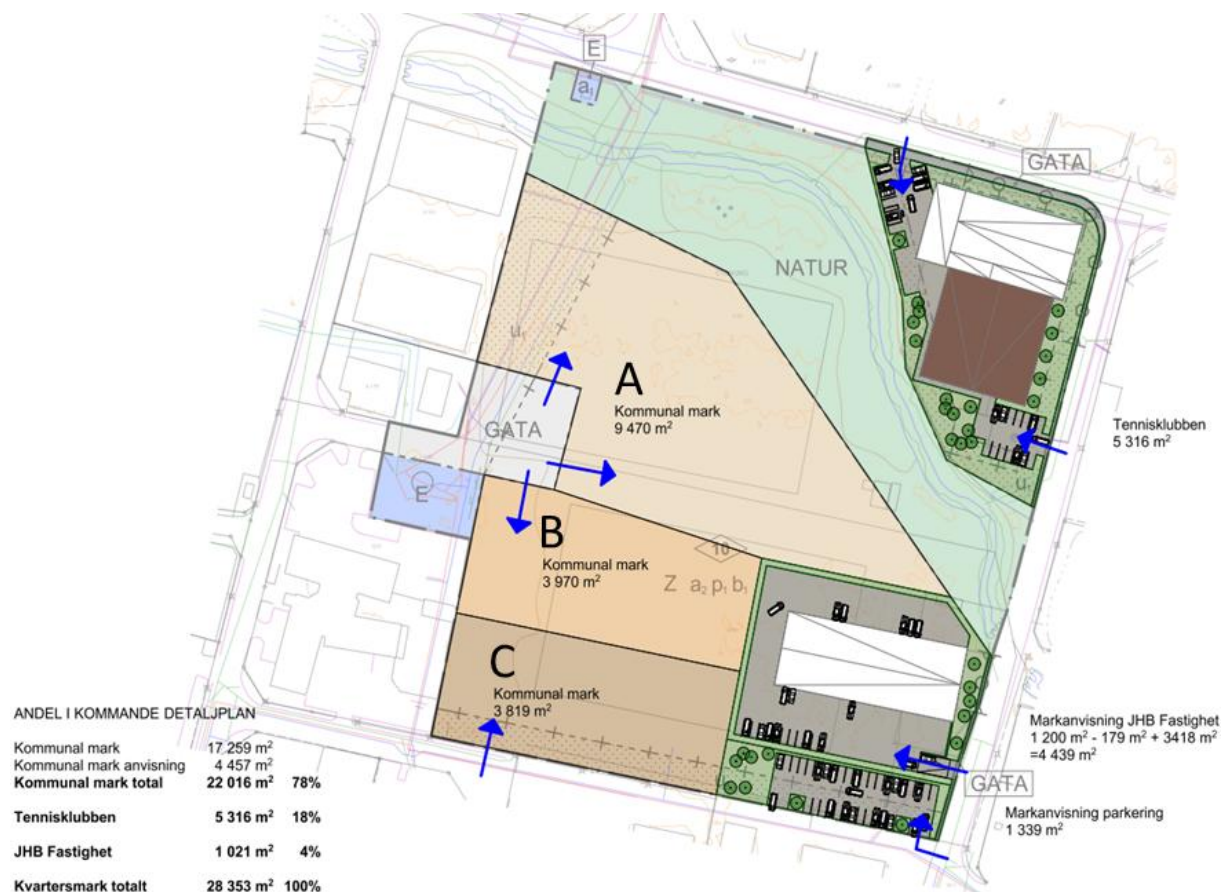
Figur 14. Båtnadsområde till vänster och strandskydd till höger. Bildkälla. kartan.stenungsund.se

## 4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

### 4.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

På den planlagda marken för småindustri får största byggnadsarea vara 40 % av fastigheten och högsta byggnadshöjd 8 meter. På grund av översvämningsrisker från stigande havsnivåer och Stenunge å ställs det krav på att blivande byggnaders golvnivå som lägst ska vara +2,0 meter över medelhavsnivån. Krav ställs även på att blivande byggnader ska kunna tåla översvämningar till en höjd på +3,0 meter över medelhavsnivån (Planbeskrivning, Samrådshandling 2012). Det innebär att troligen kommer planområdet väster om ån att behöva höjas upp ca 0,8 meter från dagens markyta enligt startmötet.

I skissen nedan redovisas kommunens förslag till byggnation. Detaljplaneområdet är indelat i fastighetsgränser. Inom två av fastigheterna finns befintliga verksamheter som byggs om enligt planskiss i Figur 15. På tre av fastigheterna är det i dagsläget inte definierat vad som kommer att byggas. För att illustrera de områden i detaljplanen som inte är färdigplanerade definieras de i första delen av utredningen som område A, B och C. Utredningen utgår sedan från olika scenarier för att göra beräkningar av dagvatten på planområdet. Scenarierna presenteras Tabell 3.



Figur 15. Skiss över föreslagen bebyggelse, illustrationskarta.

Alla scenarierna innehåller någon form av industrilokaler där en takyta på 40 % av fastighetsgränsen har uppskattats som den högsta belastningen.

Tabell 3. Olika sannolika markanvändningar för detaljplaneområdet.

Scenario	Beskrivning
1	A, B och C hårdgörs till 90 %. A som båtuppställning, B och C med industrilokaler likt lagerlokalen.
2	A, B och C hårdgörs till 70 %. A som båtuppställning, B och C med industrilokaler likt lagerlokalen.
3	A, B och C hårdgörs med industrilokaler likt lagerlokalen. Sammanlagd hårdgjord yta är 90 %.
4	A, B och C hårdgörs med industrilokaler likt lagerlokalen. Sammanlagd hårdgjord yta är 70 %.
5	A, B och C anläggs som grusplaner med industrilokaler likt lagerlokalen.

Båtupplaget som planeras medför en del föroreningar som kan spridas via dagvattnet. De allra flesta båtarna förväntas tas upp via spolplatta och reningsanläggning, men föroreningar inom planområdet uppstår när båtarna skrapas och hanteras. I planbeskrivningen inför samråd från 2012 föreslås att dagvattnet från båtupplag ska tas omhand i en trekammarbrunn och sedan vidare till ett slutfilter (polersteg) i form av en filterbrunn med material (exempelvis kol eller torv) lämpade för att fånga upp finpartiklar.

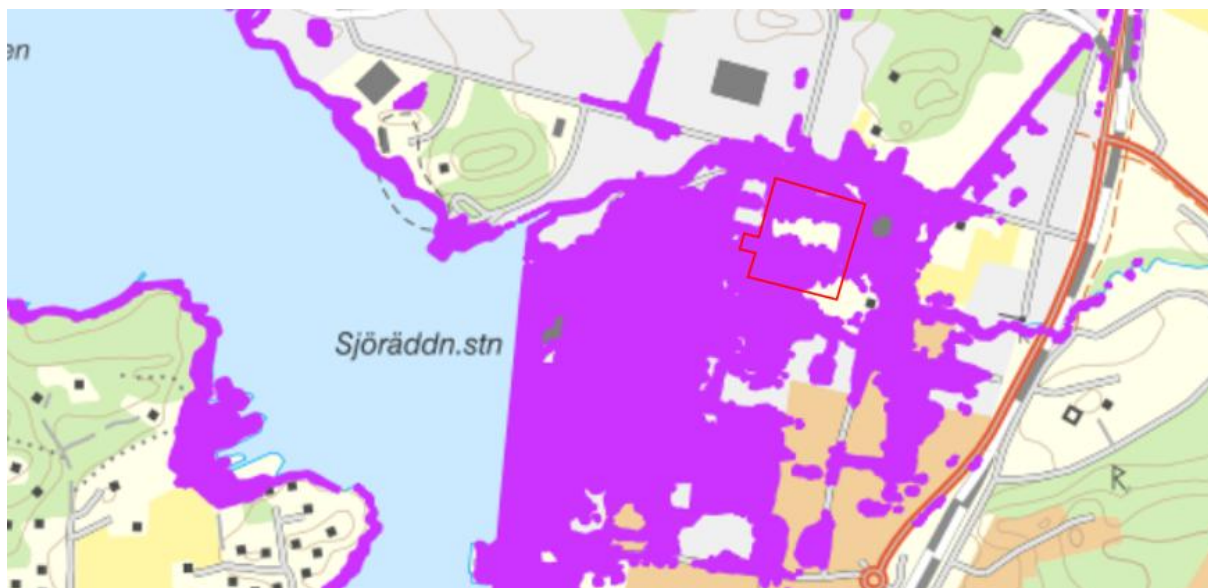
I nuläget är det inte klart vad det ska bli för verksamhet på delområdena vi kallar A, B och C. Om ett båtupplag anläggs måste reningsanläggningar finnas enligt beskrivningen i samrådet från 2012, alltså trekammarbrunn med filterbrunn eller motsvarande polersteg. Båtupplag ger en annan typ av föroreningsbelastning än den typ av dagvatten som är normalt förekommande i ett industriområde, som färgflagor och underhållskemikalier för båtar. Den belastningen är mer att betrakta som ett spillvatten från en verksamhet, och en reningsanläggning behöver utformas i samråd med miljöförvaltningen. Denna utredning tar inte hänsyn till en sådan reningsanläggning, här föreslås en dagvattenlösning lämplig att hantera dagvatten från en ordinär industriparkering. Föroreningsberäkningen är också gjord utan dessa reningssteg. Vårt förslag till dagvattenhantering går att komplettera med dessa steg, men föroreningsbelastningen kan behöva revideras om båtupplag blir verklighet inom planområdet.

## 4.2 FRAMTIDA KLIMAT, HAVS- OCH VATTENNIVÅER

Området ligger nära kust och kommer därmed att påverkas vid en framtida havsnivåhöjning. Till år 2100 uppskattar SMHI att högsta beräknade havsvattenstånd är 2,6 m. Med en återkomsttid på 100 år beräknas denna vara 2 m och vid 200 år 2,1 m (SMHI, 2018).

Ett havsvattenstånd på 2 eller 2,1 m hade i dagsläget översvämmat hela utredningsområdet. Om marken höjs med 80 cm förhindras detta. Med markhöjningen kommer översvämning vid högsta beräknade vattenstånd, 2,6 m, att med mycket liten marginal undvikas. I Figur 16. Beräknad

översvämning enligt Stenungsunds kartportal, 0 – 1,875 m illustreras översvämning vid 1,9 m vattenstånd.



Figur 16. Beräknad översvämning enligt Stenungsunds kartportal, 0 – 1,875 m. Planområdet markerat i rött.

Eftersom marken fylls upp av lätta fyllnadsmassor och ligger förhållandevis lågt nära kusten kan det vara intressant att utreda hur fyllnadsmassorna påverkas vid översvämningar. En sådan utredning bör genomföras av geotekniker.

## 5 BERÄKNINGAR

Flödesberäkningarna baseras på rationella metoden (se Ekvation 1) där avrinningskoefficienter har ansatts enligt markanvändning i kartering i figur 17 och figur 18.



Figur 17. Kartering över nuvarande markanvändning.



Figur 18. Kartering över markanvändning för planerad bebyggelse.

Markanvändningen i figur 17 och 18 ovan innebär inte att markanvändningen bedömts olika med olika föroreningsinnehåll. Men då gräsytan ska bebyggas behöver åns sluttningar som inte ska bebyggas klassas som naturmark i planförslaget. Därför väljs olika namn och färg i figurerna.

Beräkning av dimensionerande dagvattenflöde,  $q_{\text{dag dim}}$ , beräknas med rationella metoden enligt

$$q_{\text{dag dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f \text{ (Ekvation 1)}$$

där  $q_{\text{dag dim}}$  står för dimensionerande flöde (l/s),  $A$  för avrinningsområdets area (ha),  $\varphi$  för avrinningskoefficient,  $i(t_r)$  för dimensionerande nederbördsintensitet (l/s·ha) och  $k_f$  för klimattfaktor.

Valet av avrinningskoefficient baseras på de intervall som anges i P110 och StormTac 2020 och redovisas i **Error! Reference source not found.**

Figur 17. Kartering över nuvarande markanvändning.

Tabell 3. Markanvändningarna i figur 17 och figur 18 med avrinningskoefficient samt schablon i StormTac.

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\varphi$	Schablon i StormTac
<b>A, B, C</b>	*se Tabell 3. Olika sannolika markanvändningar för detaljplaneområdet.	Industriområde
<b>Asfalt</b>	0,80	Asfaltsyta
<b>Blandat grönområde</b>	0,20	Blandat grönområde
<b>Gata</b>	0,80	Asfaltsyta
<b>Grus</b>	0,40	Grusyta
<b>Gräs</b>	0,10	Gräsyta
<b>Gångväg</b>	0,80	Gång- och cykelväg
<b>Natur</b>	0,20	Blandat grönområde
<b>Parkering</b>	0,80	Parkering
<b>Takyta</b>	0,90	Takyta

Dimensioneringen av flöden på exploaterad mark baseras på ledningsnätets generella kapacitet. Enligt P110 innebär en återkomsttid på 10 år ett dimensionerande flöde för fylld ledning, 30 år dimensionerat flöde för trycklinje i marknivå och 100 års regn för marköversvämning med skada på byggnader enligt dagvattensystem i centrum- och affärsområde. Rinntiden är uppskattad till 10 minuter, med en hastighet på 0,5 m/s i dike över området som är 260 m.

Tabell 4. Intensiteten för de olika återkomsttiderna, med och utan klimattfaktor.

Återkomsttid (år)	Intensitet (l/s ha)	Intensitet med klimattfaktor 1,25 (l/s ha)
10	228	285
30	327,9	410
100	488,8	611

## 5.1 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE DAGVATTENFLÖDEN

För att bedöma förändringen av dimensionerande dagvattenflöden före och efter exploatering har två karteringar gjorts. En med nuvarande markanvändning och en baserad på föreslagen bebyggelse. Vid beräkning av dimensionerande flöden av föreslagen bebyggelse har avrinningskoefficienten för



områden A, B och C har varierats utifrån scenarier medan resterande markanvändning i planområden har hållits konstant. I Tabell 5 ses nuvarande markanvändning utifrån kartering i figur 17 ovan.

Tabell 5. Dimensionerande flöden för nuvarande markanvändning, utan klimatfaktor.

Nuvarande Markanvändning	Area <i>ha</i>	$\varphi$ <i>n/a</i>	Ared <i>ha</i>	Årsvoly <i>m<sup>3</sup></i>	Flöde vid regn med		
					återkomsttid		
					10-år <i>l/s</i>	30-år <i>l/s</i>	100-år <i>l/s</i>
Asfalt	0,03	0,90	0,03	274	7	10	14
Grus	0,18	0,40	0,07	667	16	24	35
Gräs	3,36	0,10	0,34	3132	77	110	164
Takyta	0,18	0,90	0,16	1479	36	52	78
Blandat grönområde	0,25	0,20	0,05	463	11	16	24
<b>Total</b>	<b>4,0</b>	<b>0,16</b>	<b>0,65</b>	<b>6 016</b>	<b>147</b>	<b>212</b>	<b>315</b>

I de olika scenarierna för områdena A, B och C ansätts en genomsnittlig avrinningskoefficienten baserat på andelen hårdgjord yta för respektive delområde. Då resten av de karterade områdena hålls är de samma i de olika scenarierna, beräknas avrinningskoefficienterna för dessa vara konstanta genom samtliga scenarier. För fastighet A, B och C presenteras flöden för de olika scenarierna presenterade i *Tabell 3. Olika sannolika markanvändningar för detaljplaneområdet*. I Tabell 6 nedan presenteras de olika avrinningskoefficienterna.

Tabell 6. Dimensionerande flöden för scenarier med olika avrinningskoefficienter beroende på % hårdgjord yta.

Scenario	$\varphi$ <i>n/a</i>	Ared <i>ha</i>	Årsvoly <i>m<sup>3</sup></i>	Flöde vid regn med		
				återkomsttid		
				10-år <i>l/s</i>	30-år <i>l/s</i>	100-år <i>l/s</i>
1	0,73 för A, 0,77 för B och C	2,3	21734	664	955	1424
2	0,59 för A, 0,63 för B och C	2,1	19475	595	856	1276
3	0,77 för A, B och C	2,4	22076	675	971	1447
4	0,63 för A, B och C	2,1	19818	606	872	1299
5	0,60 för A, B och C	2,1	19334	591	850	1267

Scenario tre genererar högst flöden, dvs: *A, B och C hårdgörs med industrilokaler likt lagerlokalen. Sammanlagd hårdgjord yta är 90 %*. Ett högre flöde innebär dock inte direkt mer föroreningar i dagvattnet. Ur ett dagvattenperspektiv är båtuppställningen och stora asfalterade parkeringsytor de främsta källorna till föroreningar i dagvatten. I scenario 1 och 2, där båtuppställningen är med, innebär således de främsta riskerna för dagvattnets föroreningar. Med så osäkra indata i modellen StormTac, kan inte föroreningsmängden per scenario bedömas enbart på schablonen för industrimark, utan ett resonemang kring markens användningsområden måste ingå i planens påverkan på MKN.

För att beräkna dimensionerande flöden för föreslagen markanvändning har det högsta flödet för kvarter A, B och C använts, det vill säga scenario 3. Om vårt scenario med störst flöde, eller worst case ur dagvattensynpunkt, kan hanteras i dagvattenanläggningarna så kan även scenarier med mindre flöden hanteras. Beräkningarna för flöden är gjorda utifrån markanvändningen i figur 18 och med en klimatfaktor på 1,25 och presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Dimensionerande flöden för föreslagen markanvändning, worst case, med klimatfaktor 1,25.

Planerad Markanvändning	Area <i>ha</i>	$\varphi$ <i>n/a</i>	Ared <i>ha</i>	Årsvoly <i>m<sup>3</sup></i>	Flöde vid regn med		
					återkomsttid		
					10-år <i>l/s</i>	30-år <i>l/s</i>	100-år <i>l/s</i>
<b>A*</b>	0,95	0,77*	0,73	6799	208	299	446
<b>B*</b>	0,40	0,77*	0,31	2853	87	126	187
<b>C*</b>	0,39	0,77*	0,30	2768	85	122	182
<b>Gata</b>	0,14	0,80	0,11	1046	32	46	69
<b>Gräs</b>	0,38	0,10	0,04	354	11	16	23
<b>Gångväg</b>	0,03	0,80	0,03	244	8	11	16
<b>Natur</b>	0,66	0,20	0,13	1234	38	54	81
<b>Parkering</b>	0,39	0,80	0,31	2934	90	129	192
<b>Takyta</b>	0,40	0,90	0,36	3370	103	148	221
<b>Blandat grönområde</b>	0,25	0,20	0,05	473	15	21	31
<b>Total</b>	<b>3,99</b>	<b>0,59</b>	<b>2,37</b>	<b>22 076</b>	<b>675</b>	<b>971</b>	<b>1447</b>

\*se Tabell 6. Dimensionerande flöden för scenarier Här används scenario tre som ett worst case vid flöden (högst avrinningskoefficient).

Ur Tabell 5 och Tabell 7 avläses att den reducerade arean ökar från 0,65 till maximalt 2,37 ha. Årsvolymer ökar maximalt med 270 % och vid ett 100-års regn ökar flödet med 360 %. För flödet inkluderar siffran en klimatfaktor på 1,25.

## 5.2 BERÄKNING AV DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac version 20.2.2. För att uppskatta mängden föroreningar som kommer från utredningsområdet med befintliga och planerade förutsättningar används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden från området ger mängden föroreningar som området genererar på ett år. Värderna erhållna från de använda schablonhalterna bör därför ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 932 mm/år har använts, vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd baserad på en uppmätt nederbördsvolym för mätstationen Rörastrand enligt SMHI.

I Tabell 8 redovisas föroreningsbelastning (ug/l) före och efter exploatering utan rening. Föroreningsbelastningen avser endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet). Föroreningsbelastningen har beräknats för följande föroreningar: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS), opolära kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH16), benz(a)pyren (BaP), antracen (ANT), bensen (Benz) och totalt organiskt kol (TOC). I tabellen nedan redovisas halterna föroreningar efter exploatering i jämförelse med Göteborgs stads riktvärden. För kvarter A, B och C har schablon för industrimark använts, men avrinningskoefficienterna skiljer sig åt. Oavsett om exploateringen överskrider riktvärdena eller ej, gäller icke-försämringskravet och de ämnen som inte överskrider riktvärde men ändå försämras med exploateringen (alla föroreningar) måste renas till nivån för nuvarande markanvändning.

Tabell 8. Föroreningshalter före och efter exploatering utan rening, i ug/l. Rött visar överskridande av riktvärden, gult ej riktvärden och grönt visar under riktvärden även efter exploatering.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP	ANT	Benz	TOC
Nuvarande	110	1 100	2,1	8,7	19	0,17	1,6	1,4	0,01	17 000	110	0,14	0	0	0,03	6 200
Scenario 1	190	1 600	18	29	150	0,86	9,1	10	0,05	69 000	1 300	0,9	0,08	0,01	0,5	16 000
Scenario 2	180	1 600	16	27	140	0,78	8,4	9,7	0,043	65 000	1 100	0,87	0,07	0,013	0,52	15 000
Scenario 3	200	1 600	18	29	150	0,87	9,1	10	0,046	69 000	1 300	0,91	0,079	0,013	0,49	17 000
Scenario 4	180	1 600	17	27	140	0,79	8,5	9,8	0,044	66 000	1 100	0,88	0,072	0,013	0,52	16 000
Scenario 5	180	1 600	16	27	140	0,78	8,4	9,7	0,043	65 000	1 100	0,87	0,07	0,013	0,52	15 000
Riktvärde	50	1 250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25 000	1 000	--	0,27	--	50	12 000

Eftersom samma schablon har använts för föroreningsberäkningarna för de olika scenarierna kommer den enda skillnaden vara avrinningskoefficienterna som baseras på hårdgörningsgraden på de olika fastigheterna samt huruvida de bebyggs med tak. I Tabell 8 verkar scenario 3 bidra med mest föroreningar eftersom det är scenariot med 90 % hårdgjord yta varav 40 % tak. I verkligheten kommer scenario 1 bidra med mer föroreningar då det scenariot har mer föroreningar vid källan (båtuppställningen). Efter exploatering överskrider fosfor, kväve, koppar, zink, krom, suspenderad substans, olja samt totalt organiskt kol riktvärdena enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs stad.

Tabell 8 visar även att alla ämnen utom fosfor ligger under riktvärdet vid befintlig markanvändning enligt schablonerna i StormTac (utom polycykliska aromatiska kolväten och antracen som saknar gränsvärden). Stenunge å har idag måttlig ekologisk status där utslagsgivande är bland annat kvalitetsfaktorn näringsämnen som är otillfredsställande på grund av just fosfor. Därför bör extra fokus för dagvattenhantering ligga på just rening av fosfor.

Inför reningssteget har istället StormTac beräkningarna delats in i vilket dagvatten som genomgår vilken rening.

### 5.3 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE SPILLVATTENFLÖDE

Spillvattennät finns norr, öster, söder och väster om utredningsområdet vilket möjliggör anslutning för tillkommande byggnader. Den huvudledning som löper längs områdets nordvästra sida, norrut, är trycksatt.

Enligt vattentjänstlagen är det huvudmannen som bestämmer förbindelsepunkter där fastighetens ledningar ska kopplas till VA-anläggningen. För varje typ av ledning som skall kopplas till den allmänna anläggningen, till exempel för vatten, spillvatten och dagvatten, upprättas en egen förbindelsepunkt (Stenungsunds kommun, 2008).

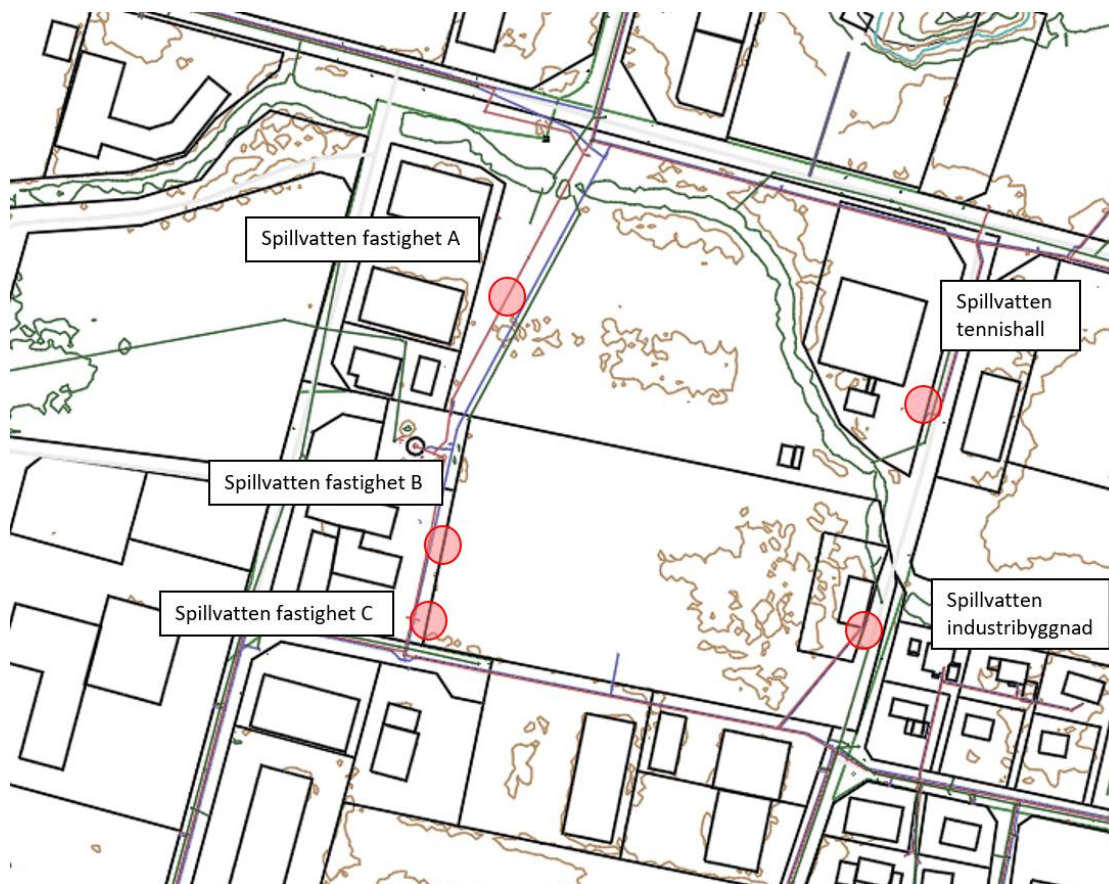
Fastighet A kan anslutas till den distributionsledning som går norr om pumpstationen men inte är trycksatt. Distributionsledningen behöver då korsa den trycksatta spillvattenledningen, dricksvattenledningen och dagvattenledningen. Dagvattenutredningen anser att vidare utredning med ledningssamordning krävs där nya höjdsättningen tas i beaktning. Servisledning för område B kan kopplas till spillvattenledningen i förslagen punkt där dricks- och spillservis redan finns kopplat mot västra fastigheten. För färre än 1000 anslutna personer till en spillvattenledning används minimidimensioner enligt Svenskt vattens publikation P110, där minsta allmänna servisledning bör ha dimensioner på minst 150 millimeter. För småhusfastigheter kan som regel minimidimension 110 millimeter användas för servisledning (Svenskt vatten, P110).

Den befintliga servisledningen för fastighet C har en innerdiameter på 100 mm och klarar att ta emot ett flöde på cirka 5 l/s om den har en 0,6 % lutning med självfall. För en mindre verksamhet med affärer/kontorsverksamhet kan ett spillvattenflöde på 60 liter per anställd och dag användas som

schablon enligt P110. Om vi skissar på en beläggning på fem personer dagtid vardagar på vardera fastigheten A, B, C, och industribyggnaden, och på 60 liter spillvatten per person, ger det en total mängd spillvatten på 1 200 liter per dag, 300 kubikmeter på ett helår räknat med att byggnaderna används 50 av 52 veckor. Om istället 15 personer vistas per del dagtid blir det 3 600 liter per dag, 900 kubikmeter på ett år. Tennishallen är inte medräknad då belastningen från den kommer att se ut som idag. Tennishallen innehåller omklädningsrum så belastningen från den byggnaden är troligen större än från industrilokalerna, om tennishallen flyttar eller byggs ut kommer spillvattenmängden att påverkas ytterligare.

Den befintliga servisledningen på 100 millimeter bedöms räcka för en anslutning till en mindre industri, även med en säkerhetsfaktor på 50 % som används vid dimensionering.

Befintlig servis föreslås användas för både tennishallen och industribyggnaden i planområdets östra del. Samma flödesberäkningar, med ett antagande på 60 liter per anställd och dag, kan användas som schablon. Se Figur 19 för en överblick av föreslagna anslutningspunkter i planen.



Figur 19. Förslag på anslutningspunkter för spillvatten för respektive fastighet markerade i rött.

Hur de nya flödena påverkar befintlig ledning med innerdiameter 400 mm i betong bör utredas vidare, preliminärt konstaterar vi att det enligt ledningsnätmodellerna inte finns några hinder mot att ansluta fastigheten till spill- och dricksvattennätet. Våra beräkningar är baserade på schabloner och har inte tagit hänsyn till den vattenförbrukning som kan förekomma inom industriprocesser. Materialet betong är inte alltid optimalt för att avleda industriellt spillvatten.

## 5.4 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE DRICKSVATTENFLÖDE

För ett område klassat som *småindustri* kan enligt svenskt vattens publikation P114 – *Distribution av dricksvatten* är dricksvattenförbrukningen uppskattningsvis 80 liter per anställd och dag.

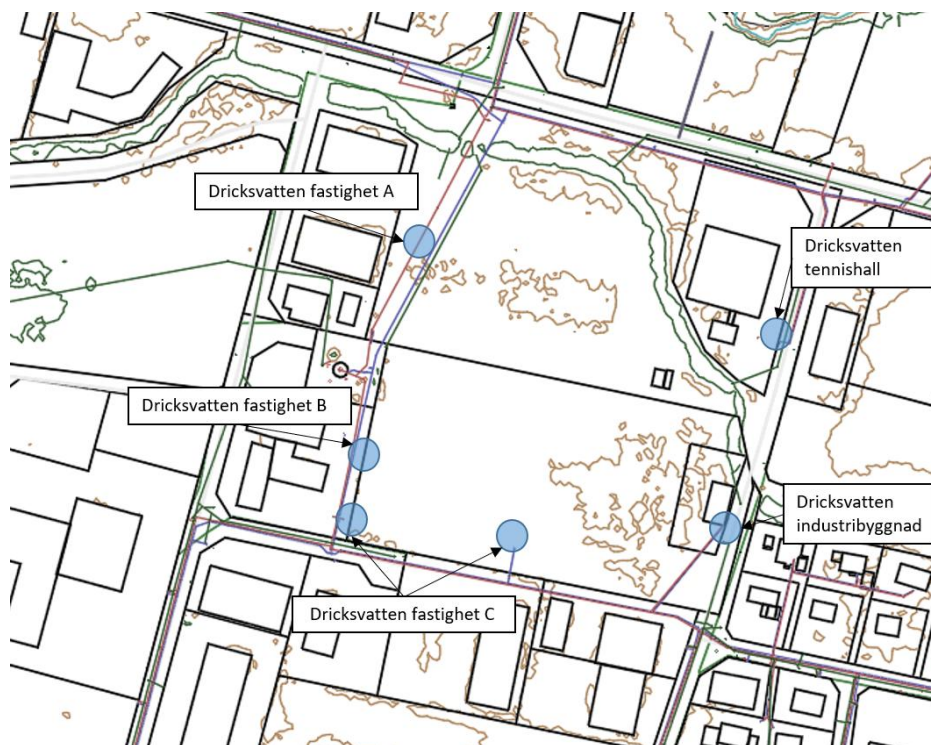
För en verksamhet där det är okänd hur många personer som kommer vistas, kan dricksvattenbehovet istället dimensioneras baserat på verksamhetens yta. Vattenanvändningen vid maxtimme, som kan användas som ett dimensionerande flöde, är 0,8 liter per sekund och hektar enligt P114. Medelförbrukningen under arbetstid uppskattas till 0,4 liter per sekund och hektar.

Q<sub>dim</sub> är produkten av maxtimmesförbrukningen, arean och en maxdygnsfaktor (här 2). Det beräknade flödet (Q<sub>dim</sub>) för respektive fastighet presenteras i Tabell 9.

Tabell 9. Area och dimensionerat dricksvattenflöde för fastigheterna inom planområdet.

	Area (ha)	Q <sub>dim</sub> (l/s)
<b>A</b>	0,95	1,52
<b>B</b>	0,40	0,64
<b>C</b>	0,39	0,62
<b>Tennishallen</b>	0,53	0,85
<b>Industrilokalen</b>	0,44	0,70

För fastighet A riskerar ledningar att behöva korsas för att ansluta, något som bör utredas vidare. För fastighet B finns likt spillvatten anslutning västerut, och därmed möjlighet att ansluta österut. För fastighet C finns två alternativa anslutningspunkter beroende på var fastighet placeras. Tennishall och industribyggnad har anslutning via ledningsnätet på östra sidan om planområdet, se Figur 20 nedan.



Figur 20. Förslag på anslutningspunkter för dricksvatten för respektive fastighet markerade i blått.

Dimensioner på befintliga ledningar har inte tillhandahållits i utredningen. För anslutning bör dimensionerna utredas vidare. Dessa beräkningar är baserade på schabloner och har inte tagit hänsyn till något processvatten eller eventuellt behov av sprinkler som kan förekomma inom industrin.

## 6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

### 6.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

De vanligaste principerna för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering kan sammanfattas i följande tre punkter:

- Byggnader placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk
- Dagvattenflöden begränsas genom infiltration och fördröjning
- Dagvattnets föroreningsinnehåll begränsas genom naturlig rening på väg till recipienten

Då dagvattnets föroreningsinnehåll i stor utsträckning är partikelbundet är reningseffekten i en dagvattenanläggning starkt sammankopplad till dess avskiljningsförmåga. Avskiljning skapas enklast genom sedimentering eller filtrering. Lösta ämnen kan reduceras genom omvandling via kemiska eller mikrobiologiska processer eller fastläggas genom ytkemiska processer. Näringsämnen kan reduceras genom upptag i vegetation.

Eftersom detaljplaneområdet tidigare varit ett grönområde med fotbollsplaner, och ligger nära Stenunge å, krävs rening i flera steg för att kunna uppnå ickeförsämringskravet för miljö kvalitetsnormer. Viktigt är att oljeavskiljare installeras efter ytlig avrinning på hårdgjorda ytor som körytor och parkeringsplatser, före infiltration i dagvattenlösningar.

Dagvattenutredningen har utgått från att i största möjliga mån separera takdagvatten som innehåller mindre föroreningar, från dagvatten från hårdgjorda ytor. Det mer förorenade dagvattnet från asfalt och parkeringsytor behöver mer långtgående rening.

### 6.2 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

Förslaget är dagvattenrening i flera steg med främst öppna lösningar. Eftersom det årliga dagvattenflödet ökar med cirka 430 % med föreslagen bebyggelse krävs åtgärder för att fördröja flödet såväl som rening av dagvattnet för att inte försämra möjligheterna att efterleva miljö kvalitetsnormerna för Stenunge å. Ett grönstråk planeras för dagvattenhantering i södra delen av detaljplaneområdet med en uppsamlingsyta för rening och fördröjning av dagvatten från parkeringar och körytor, som sedan avleds ner till Stenunge å.

Dagvatten från parkeringsytor och asfalterade ytor som körytor renas genom oljeavskiljare samt fördröjning främst genom översilning i grönområden och genom infiltration.

Takdagvatten, som är mindre förorenat, bör i största möjliga mån infiltrera genom grönyta ner i marken och sedan ledas direkt till Stenunge å. Takdagvattnet bör enligt dagvattenstrategin omhändertas lokalt och så nära källan som möjligt för att minimera risken för flöde och föroreningar. Vid tennishallen, där infiltrationskapaciteten är begränsad, kan ett infiltrationsmagasin anläggas i marken för att uppnå god fördröjning.

I figur 20 beskriver vi vårt huvudförslag på dagvattenhantering. Alternativa förslag beskrivs i efterföljande text i kapitel 6.2.2.



Figur 21 Systemförslag med skiss på dagvattenlösningar. Röda prickar är oljeavskiljare, ljusgröna fält är infiltration i mark av takvatten, mörkgröna fält är stråket med rening/fördröjning av dagvatten från asfalterade ytor. Blå pilar visar vattnets rinnvägar.

## 6.2.1 Dagvattenhantering – teknisk funktion

### Oljeavskiljare

Oljeavskiljare installeras för att förhindra utsläpp av oönskade ämnen som till exempel olja och bensen i spill- och dagvattensystemet. De dimensioneras efter det maximala flödet som kan komma att belasta dem och kräver ett visst underhåll då de ska tömmas regelbundet (minst en gång per år). En oljeavskiljare renar dagvattnet genom att separera oljan från vattnet gravimetriskt, dvs oljan flyter upp till ytan eftersom den är lättare än vatten. Oljeavskiljaren renar även vattnet på en del av dess metallföroreningar där föroreningarna hamnar i slammet på botten av oljeavskiljaren. En oljeavskiljare är dock inte en fullständig reningsanläggning och ska följas av ytterligare reningssteg. Där små mängder olja kan förväntas följa med dagvattnet (t.ex. från parkeringar) brukar man dimensionera avskiljaren för ca 10 % av det dimensionerade flödet för dimensionerande regn.

### Svackdike

Ett svackdike etableras på naturmark i nivå under ytan som ska avvattnas. De har som huvudsyfte att fördröja och avleda dagvatten. Rening av dagvatten sker genom att vattnet får infiltrera vidare i marken samt att växtlighet i diket omhändertar näringsämnen, samt genom sedimentering och absorption vid



översilning av svackdikets yta. Svackdiken anläggs ofta i anslutning till vägar och gator och kan kombineras med andra dagvattensystem. Dikets fördröjande funktion kan förstärkas med hjälp av ett strypt utlopp. För att undvika bräddning mot intilliggande yta vid kraftiga regn, vars volym överstiger dikets dimensionerade volym, placeras brunnar med bräddavloppsfunktion i svackdiket där sista brunn kopplas på närliggande dagvattensystem eller leds ut till recipient. Det är viktigt att bräddavloppets nivå placeras så att vald fördröjning uppnås och att onödig bräddning undviks.

### **Dagvattendamm/översilningsyta**

En dagvattendamm ska genom dess utformning och konstruktion skapa gynnsamma förhållanden för reningsprocesser och vid behov fördröjning av det inkommande dagvattnet. De reningsprocesser som behandlar vattnet är framförallt filtrering och sedimentation av föroreningar men även växtupptag av näringsämnen och denitrifikation av kväveföroreningar. Den biologiska reningen med vegetation bidrar även till biologisk mångfald och estetiska värden. En dagvattendamm kan vara torr eller våt, beroende på vilken grad av rening och fördröjning som eftersträvas. En torr damm har större fördröjningsmöjligheter och avskiljer i första hand partikelbundna föroreningar. En våt damm används främst som ett sista steg i ett dagvattensystem och kännetecknas av att det hela tiden finns en vattenspegel. Den våta dammen är bra för sedimentering av partiklar och filtrering. En dagvattendamm kräver regelbundna skötselinsatser och hantering/tömning av sediment. Den anläggs med fördel i anslutning till en översilningsyta för att kunna ta hand om eller fördröja de högre flöden som översilningsytan inte kan hantera.

En översilningsyta är en flackt lutande gräsyta (ungefär 2–10%) dit vatten leds genom en filtreringsanordning. Även översilningsytan kan ge en viss fördröjning, även om fördröjningskapaciteten är mer begränsad vid höga flöden. Översilningsytans rening påminner om dammens. Fastläggning och nedbrytning av föroreningar gynnas av den upptorkning som sker i ytorna mellan olika nederbördstillfällen. Även reningskapaciteten är begränsad vid högre flöden, då en mindre andel fasta föroreningar hinner sedimentera. Översilningsytor kan anläggas i anslutning till exempelvis parkeringsytor, men också som en lösning för fördröjning och rening av takvatten.

### **Markinfiltration**

Markinfiltration tillåter dagvattnet att infiltrera genom de naturgivna marklagren, men ger också ett visst mått av fördröjning och minskad belastning för dagvattennätet. I en infiltrationsanläggning renas vattnet genom att det rinner genom naturliga jordlager och sprids via marken till grundvattnet. I marken sker naturlig rening av vattnet genom biologiska, fysikaliska och kemiska processer. En markinfiltrationsanläggning kräver lite underhåll och kan anläggas i både större och mindre skala.

## **6.2.2 Föreslagna lösningar per område**

Beskrivning av förslagen för varje område presenteras nedan.

### **Dagvatten från tennishallen**

Takdagvatten från tennishallen omhändertas genom infiltration i grönytor ner i befintlig mark, alternativt till ett anlagt infiltrationsmagasin under markytan. Taken vid tennishallen har totalt en area på cirka 2 540 m<sup>2</sup>, och intilliggande grönstråk är ungefär 1 000 m<sup>2</sup>, intill fasad. Det motsvarar 40 % av den reducerade arean för taket. För att fördröja 10 mm nederbörd per kvadratmeter krävs en fördröjning på 23 m<sup>3</sup>. Om dagvattnet sprids jämt över halva ytan, dvs 500 m<sup>2</sup> grönyta och grönytan har en porositet på ca 10 % i översta lagret, krävs ett djup på 0,5 m för att magasinera 23 m<sup>3</sup>. Ytan bedöms därför vara tillräcklig. Grönytan kan även konstrueras lätt skålförmad för att kunna fungera som en översvämningsszon vid stora skyfall, och bidra till en förbättring av skyfallshanteringen i området.

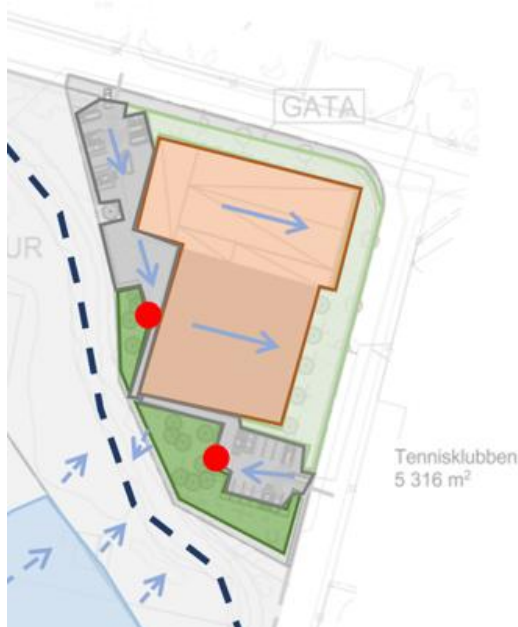
Marken under grönytan bör, om inte befintligt markmaterial bedöms vara tillräckligt genomsläppligt, konstrueras som ett fördröjningsmagasin där dagvattnet kan infiltreras i marken eller ledas ut till recipient

eller dagvattennät via utloppsledning. Ytan måste utformas för att ta hand om dagvatten, om den enbart är en grön yta och vattnet inte kan bli stillastående behövs lika stor yta som takytan för att omhänderta vattnet. Möjligheterna till infiltration är låg vid tennishallen enligt SGU. Eftersom marken troligen fylls upp i samband med exploateringen, ca 80 cm, kan vi öka infiltrationskapaciteten i markmaterialet om genomsläppliga massor väljs. Ett utlopp bör konstrueras i botten av magasinet eller i fyllnadsmassorna, som leder det renade takvattnet ner till ån under parkeringsplatsen. Ett bräddavlopp i form av en gallerbrunn eller kupolbrunn bör anläggas i lågpunkten till ytan med utlopp via utloppsledningen i botten av magasinet för att avvattna översvämningssonen ner till ån då zonen är fylld med vatten för att undvika skador på byggnader och infrastruktur. Om marken inte höjs upp 80 cm bör ett infiltrationsmagasin i befintlig mark anläggas.

För hårdgjorda ytor som parkering krävs rening och fördröjning i flera steg. Parkeringsytorna kan förslagsvis renas först i oljeavskiljare med efterföljande infiltration i exempelvis nedsänkt växtbädd/infiltrationsyta. Total hårdgjord parkering samt gång- och cykelväg är cirka 1 070 m<sup>2</sup>. För att fördröja 10 mm regn, med en avrinningskoefficient för asfaltytor på 0,80, ges en volym på 9 m<sup>3</sup> som behöver fördröjas. Infiltrationsytorna bör byggas upp på samma vis som de för takvatten, med minst 50 cm infiltrationsdjup under en gräsyta. Gräsytan bör också utformas lätt skålförmad med bräddavlopp, och utlopp ska anläggas i botten på de två infiltrationsytorna.

Dagvatten från parkeringsplatserna kan även fördröjas och renas i skelettjordar som placeras intill parkeringsplatserna med tillrinning från hårdgjorda ytor. Skelettjordarna skulle kunna dimensioneras som luftiga skelettjordar. Enligt Stockholm Vatten och Avfalls dimensioneringsschabloner behövs då 6 m<sup>2</sup> skelettjord per 100 m<sup>2</sup> hårdgjord yta, vilket här skulle innebära 64 m<sup>2</sup> skelettjord. Buskar eller växter kan planteras på infiltrationsytorna så länge som de inte riskerar att påverka ledningar och brunnar.

Utloppen från takvatteninfiltrationen och infiltrationen till de asfalterade ytorna sker ner mot Stenunge å via utkastare eller längre rör ner till ån. Eftersom åkanten är brant sluttande från fastigheten krävs det troligen någon form av stabiliserande åtgärd, som att slänterna anläggs armerade. Flera utlopp är också viktigt, så att flödet delas upp i flera utloppsrör för att minska erosionen.



Figur 22 Delområdet för tennishallen. Röda prickar är oljeavskiljare, ljusgröna fält är infiltration i mark av takvatten, mörkgröna fält är stråket med rening/fördröjning av dagvatten från asfalterade ytor. Blå pilar visar vattnets rinnvägar.

## Naturmarksstråk för omhändertagande av ytor från kvarter B, C och industrilokalen

Dagvattenutredningen föreslår att det i detaljplanen avsätts en korridor som naturmark för att omhänderta dagvatten från hårdgjorda ytor från kvarter B, C och industrilokalen samt parkeringsplatsen i söder. Naturmarken kan sedan anläggas som en samfällighet där skötsel och drift sköts av samfällighetsägarna, det vill säga fastighetsägarna för fastighet B, C, industrilokalen samt parkeringen i söder.

Principiellt föreslår dagvattenutredningen att dagvatten från hårdgjorda ytor renas i flera steg. Från kvarter B och C innebär det först viss rening i oljeavskiljare, sedan rening och fördröjning i svackdike/krossdike, och sist en uppsamlingsyta innan vattnet når recipient Stenunge å. Se principskiss i Figur 23 nedan.

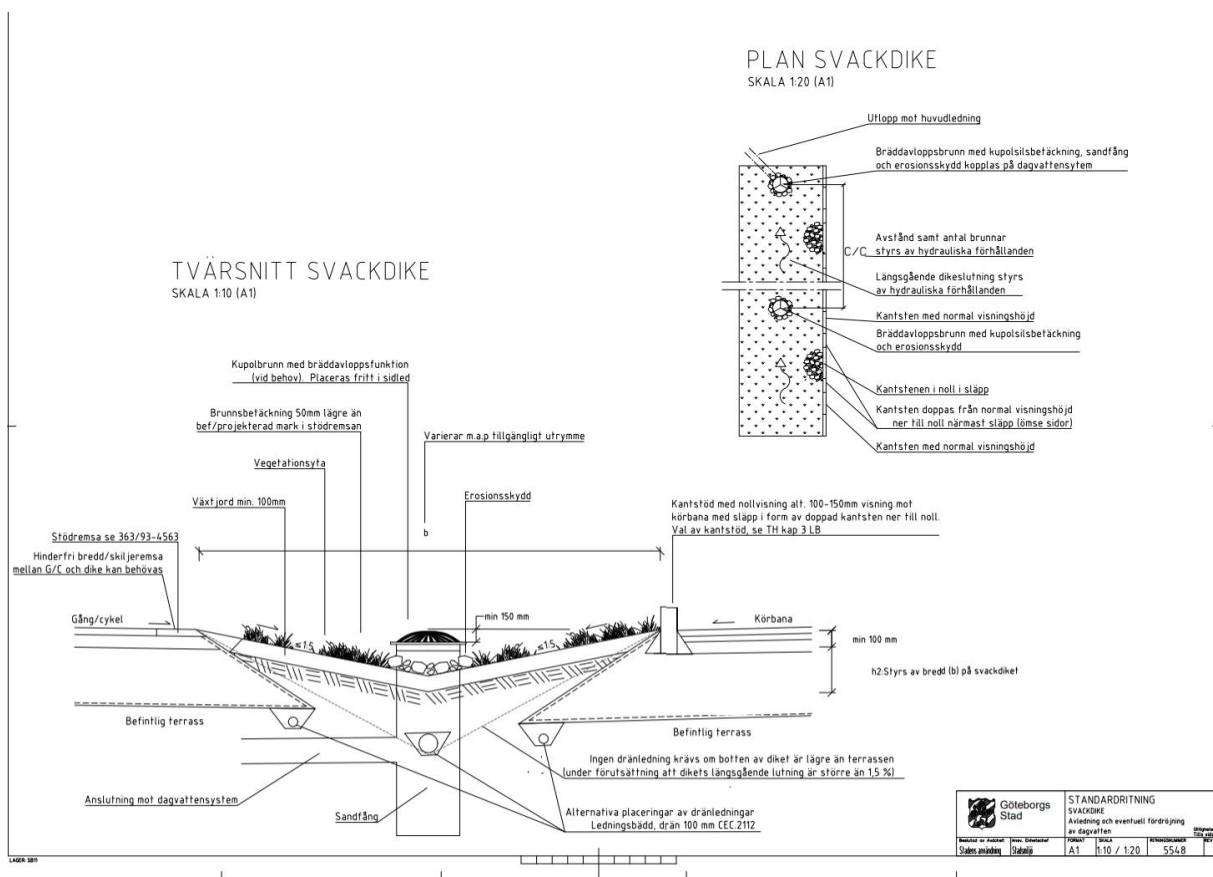
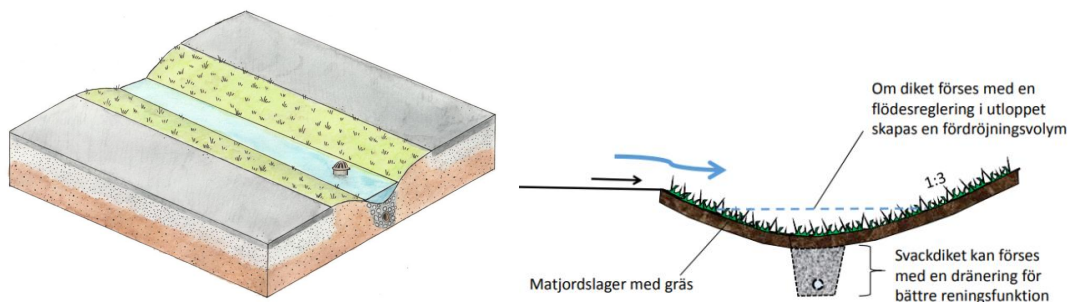


Figur 23 Markanvändning som avrinner mot svackdike. Blå pilar visar flödesvägar, grått område yta som bidrar till avrinning mot svackdiket, röda prickar visar oljeavskiljare och gröna pilar visar uppsamlat flöde i krossdike/tät avledning. Blå yta visar plats för torr damm.

Den gråmarkerade arean i Figur 23 motsvarar de 1,2 ha som avrinner mot svackdiket. Området genererar som mest enligt våra scenarier en årsavrinning på cirka 8 230 m<sup>3</sup> per år, och ett flöde på 252 l/s vid ett 10 års regn med 10-min varaktighet. Områdets totala reducerade area är cirka 0,9 ha. För att fördröja 10 mm per kvadratmeter reducerad area krävs att stråket konstrueras så att det fördröjer totalt 88 m<sup>3</sup>.

Förslagsvis anläggs korridoren som ett svackdike med infiltration i botten som kantas av översilningsytor. En viss infiltration av dagvatten sker i diket, men främst är det sedimentation som bidrar till rening av dagvattnet. Det är främst större partiklar som avskiljs och metaller har en reningsgrad på runt 20–25 %, reningen för mindre partiklar är låg. Flödeshastigheten i ett svackdike bör inte överstiga 1 m/s, och ytbehovet är ca 10 % av hårdgjord avrinningsyta, med ett minsta anläggningsdjup på cirka 0,5 m (VA guiden, Svackdike). En växthöjd på 5–15 cm anses vara optimalt för att kvarhålla partiklar i diket. Svackdiket skulle då till ytan vara 10 % av 1,2 ha (SVOA, dimensioneringstabell), vilket innebär cirka 880 m<sup>2</sup>. För att dimensionera 10 % av den hårdgjorda ytan som rinner mot svackdiket har ytmagasinet antagits ett djup på 0,2 m som motsvarar medeldjupet för diket. Dessutom bör dikesbotten konstrueras tät, dvs att vattnet leds vidare mot den torra dammen, den blå ytan i figur 22.

Se vägledningsinstruktion för Svackdike enligt Göteborgs stad i Bilaga 1.



Figur 24. Skiss av konstruktion av svackdike. Bildkälla: Göteborgs tekniska handbok: [Svackdiken \(gräs\) \(gotborg.se\)](http://svackdiken(gotborg.se))

Svackdike i planen kan maximalt vara 80 m långt enligt planförslaget. Diket skulle då få dimensionerna: 7 m brett, 80 m långt, samt inkludera den nedsänka grönytan från södra parkeringen, för att täcka de 880 m<sup>2</sup> som behöver kunna omhändertas.



Figur 25. Dämmen för svackdiken kan behövas om diket lutar då avrinningen annars får för hög hastighet. Dämmena bör utformas genomsläppliga så att vattnet sakta tar sig ner mot uppsamlingsytan.

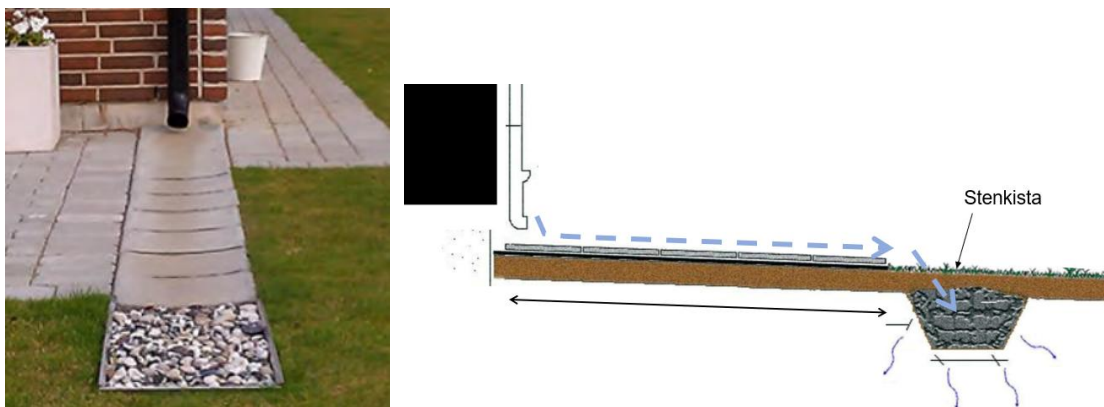
Takdagvattnet från industrilokalen föreslås renas genom infiltration i befintlig mark eller i ett markförlagt infiltrationsmagasin intill fasad i öster, på samma sätt som takvattnet för tennishallen. Takdagvatten är mindre förorenat och enligt SGU:s jordartskartor finns goda möjligheter för infiltration. Höjningen av marknivån med fyllnadsmassor ökar ytterligare infiltrationsförmågan, om infiltrationsvänligt markmaterial väljs, då avståndet till grundvattenytan ökar.

Takytan har en reducerad area på ca 1 300 m<sup>2</sup>. Den tillgängliga ytan för infiltration är idag cirka 290 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar lite mer än 20 % av takytan. För att fördröja 10 mm nederbörd, behövs en fördröjning på 13 m<sup>3</sup> från takytan. Om ytan är nedsänkt ca 0,45 m och utformas med god möjlighet till infiltration, är en infiltreringsyta i storlek 20 % av takytan en god förutsättning för att kunna omhänderta takdagvattnet. Om dagvattnet då fyller 10 % av marken (porositet 10 %) och på yta som är 290 m x 0,45 m kan 13 m<sup>3</sup> vatten fördröjas. Infiltration i grönyta bedöms ha bra rening av partikelbundna föroreningar.

Markinfiltrationen förses med ett utlopp i botten ner till ån av renat takvatten. Infiltrationen bör anläggas lätt skålformad så att den kan fungera som en översvämningsszon vid stora skyfall. Ett bräddavlopp i form av en kupolbrunn bör också anläggas för att avvattna zonen när den är fylld med vatten, för att undvika skador på byggnader och på infrastruktur.

Infiltrationen kan förbättras genom att anlägga en stenkista vid utkastaren, vilket även medför ett minskat slitage på grönytan som annars riskerar att ofta vara vattenmättad i det område dit takvatten leds.

Takdagvattnet kan även samlas in och användas som resurs för exempelvis bevattning, se mer i avsnitt 0.



Figur 26. Infiltration med utkastare i stenkista.

### Naturmarksstråk för omhändertagande av dagvatten från kvarter A

För kvarter A föreslås ett naturmarksstråk längs med kanten mot ån med en oljeavskiljare i inloppet för att bättre omhänderta föroreningar från den hårdgjorda ytan. Stråket är den gröna streckade linjen i figur 26. Naturmarksstråket nedanför den torra dammen, den blå ytan i figur 26, kan alltså förlängas upp emot ån. En tät kant ner mot ån bör anläggas så att vattnet fångas in och leds till oljeavskiljaren och inte ut till ån.

Ett annat alternativ är att kanten till dammen utformas som ett svackdike, och att oljeavskiljaren flyttas ner till den kanten. Det är osäkert om tillräckligt flack lutning går att få till. Det går också att bygga båda stråken som svackdiken.



Figur 27. Dagvattenhantering för kvarter A. Blåa pilar visar flödesvägar, grått område yta som bidrar till avrinning mot svackdiket och röda prickar visar oljeavskiljare.

Svackdiket eller dikena bör konstrueras som tidigare beskrivet. Flödes hastigheten i ett svackdike bör inte överstiga 1 m/s, och ytbehovet är ca 10 % av hårdgjord avrinningsyta, med ett minskat anläggningsdjup på cirka 0,5 m (VA guiden, Svackdike). En växthöjd på 5–15 cm anses vara optimalt för att kvarhålla partiklar i diket. Svackdiket skulle då till ytan vara 10 % av 1,2 ha (SVOA, dimensioneringstabell), vilket innebär cirka 880 m<sup>2</sup>. För att dimensionera 10 % av den hårdgjorda ytan

som rinner mot svackdiket har ytmagasinet antagits ett djup på 0,2 m som motsvarar medeldjupet för diket. Dessutom bör dikesbotten konstrueras tät, dvs att vattnet leds vidare mot den torra dammen, den blå ytan i figur 26.

Infarten till området, en fyrkant som på planskissen beskrivs som "gata" behöver också hanteras. Vårt förslag är att gatan avleds till en oljeavskiljare med utlopp till ett makadamdike, där vi har markerat grönt i skissen. Sedan bör dagvattnet efter rening i diket avledas till dagvattennätet och inte till dammen inom planområdet. Det kan vara svårt att leda vattnet i ledningar i marken då det finns korsande VA-ledningar där, och ett längre dike runt en skarp kant är inte en optimal konstruktion ur flödesperspektiv. Dagvattenledningarna i området går ändå till Stenunge å så detta påverkar inte den totala föroreningsbelastningen till recipienten.

### **Dagvattendamm för omhändertagande av dagvatten från kvarter A, B, C, infarten lagerlokalen och södra parkeringen**

Som ett sista fördröjnings- och reningssteg för dagvattnet föreslår utredningen en fördröjningsyta i form av en dagvattendamm, torr eller våt, alternativt en översilningsyta. I första hand föreslås en torr damm. Dammen eller ytan ska kunna samla upp, fördröja och ytterligare rena vattnet från hela planområdet utom tennishallen och infarten. Dammen eller ytan avslutar naturmarksstråket med svackdiket, och har utlopp samt bräddavlopp ner till Stenunge å.

Väljs en damm anläggs den nedsänkt, i nivå med dagens markyta innan upphöjningen, för att klara stabiliteten i marken. Då blir lutningarna upp emot de upphöjda ytorna viktiga att konstruera så att de inte blir för branta. Då finns risk för erosion, eller olyckor om fordon rullar över kanten. Reningseffekten är också sämre i en brant lutning.

Väljs en översilningsyta skulle den exempelvis kunna utformas som ett meandrande dike som tillåter både infiltration i marklager och sedimentering i dikesbotten. Förutsatt att svackdiket dimensioneras för att omhänderta 10 mm nederbörd, samt att dagvatten från kvarter A först omhändertas i en grönyta, behöver inte översilningsytan vara större än att den kan omhänderta delen som annars hade letts till ledningsnätet. Beroende på hur svackdiket konstrueras, kan översilningsytan dimensioneras för att omhänderta olika flöden. Med ett uppskattat medeldjup för översilningsytan på 0,2 m krävs en volym på 440 m<sup>2</sup> för att omhänderta 10 mm nederbörd från fastighet B, C, industrilokalerna och södra parkeringen. Det motsvarar 20 % av fastighet A. Översilningsytan utformas på sådant sätt att urspolning av föroreningar vid högt vattenstånd i Stenunge å i möjligaste mån undviks.

Exakt hur en torr damm skulle kunna utformas och bräddas mot ån är en fråga för projekteringskedet. I planskedet behöver vi avsätta en yta där det finns behov av anläggningar för dagvattenhantering. Rapporten rekommenderar att stråket hålls ihop med samma planbestämmelser och utformning för att upplevas som enhetlig för stråken vi kallar översilningsyta och torr damm.

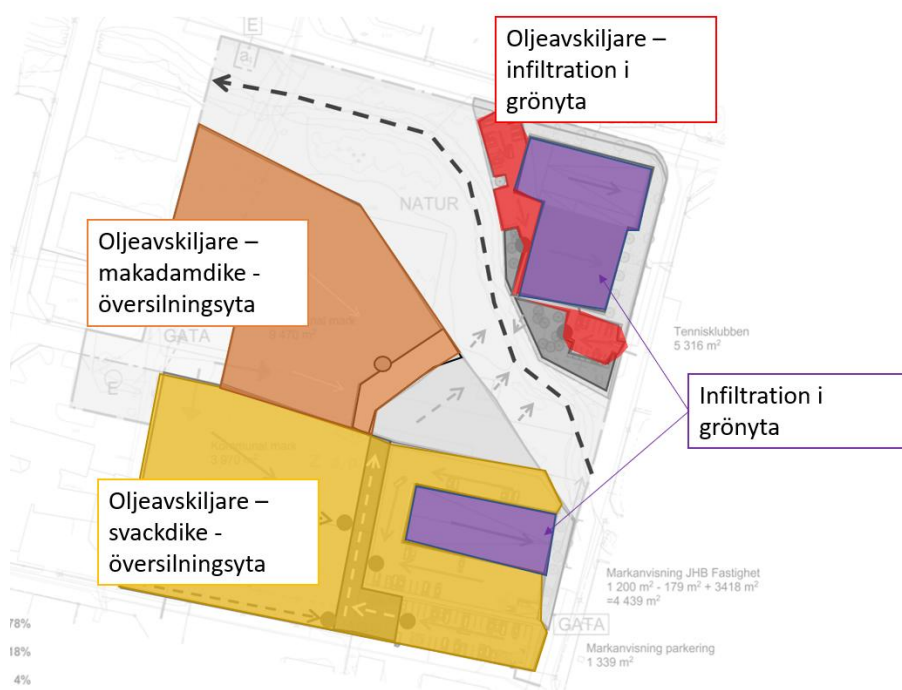


Figur 28. Exempel på översilningsytor med renande funktion.

## Omhändertagande av takdagvatten från kvarter A, B, och C

Om fastigheterna bebyggs med byggnader med tak föreslås hanteringen efterlikna de övriga byggnaderna i planen, alltså med infiltration av takvatten direkt i mark utan oljeavskiljare, och att infiltrationen ska ha ett utlopp mot ån efter rening i mark.

### 6.3 RENINGSEFFEKTER



Figur 29. Översiktlig schematisk bild över vilket vatten som renas i vilken anläggning.

#### GUL och ORANGE – oljeavskiljare – svackdike – översilningsyta

Dagvatten från områdena som är markerade med gult och orange i Figur 29 renas via oljeavskiljare och leds sedan till översilningsytan. Totala reningseffekterna i % presenteras nedan i Tabell 10.

Tabell 10. Reningseffekter för gul och orange angivna i %.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	ANT	Benz	TOC
<b>Gult + orange område</b>	19	10	28	24	32	39	27	24	11	29	75	61	61	61	31	-29 <sup>1</sup>

#### RÖD – parkering – oljeavskiljare, infiltration i grönyta

Beräkningen för 0,067 ha parkering och 0,033 ha gång- och cykelväg som renas i två steg: oljeavskiljare + grönyta som är 720 m<sup>2</sup> vilket motsvarar 73 % av parkeringsytan. Reningseffekterna presenteras nedan i Tabell 11.

<sup>1</sup> Denna ökning av TOC beror troligen på osäkerheter i modellen i datahanteringen i StormTac, datan bedöms ha låg säkerhet i programmet.



Tabell 11. Reningseffekter för rött område angivna i %.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	ANT	Benz	TOC
<b>Rött område</b>	44	45	60	46	82	42	55	62	42	87	95	36	36	71	71	69

### LILA – takdagvattnet infiltrerar i grönyta

Beräkningen för takdagvattnet har utgått från följande areor i m<sup>2</sup>:

Gräsyta tennishallen	Takytan tennishallen	Gräsyta industrilokalen	Takytan industrilokalen
500	2540	290	1444

Reningseffekter för föreslagna lösningar presenteras i Tabell 12.

Tabell 12. Reningseffekter för lila område angivna i %.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	ANT	Benz	TOC
<b>Lila område</b>	29	27	39	25	52	39	36	46	0	52	0	22	22	55	55	55

## 6.4 EROSIONSKYDD

För att hantera stabilitetsfrågor för utlopp i Stenunge å krävs att de åtgärder som föreslås i den geotekniska utredningen följs. Utlopp från tennishallen och från dammen bör ske med flera utloppsledning, via stenkistor eller stenlagda utloppsmynningar för att inte erodera åkanterna. Armering av branta åkanter är också ett alternativ.

## 6.5 KOSTNADSUPPSKATTNING NATURMARKSSTRÅK MED DAMM

Att anlägga ett svackdike är, om utrymme finns, en relativt billig åtgärd. För att avskilja finare partiklar och lösta föroreningar behövs kompletterande reningssteg. Observera att kostnadsuppskattningar av den här typen verkligen är just uppskattningar och kan variera stort beroende på områdets förutsättningar och utformning. Dimensionerna, samt de lokala förutsättningarna bestämmer investeringskostnaderna för anläggning av svackdike.

Kostnaden för att anlägga ett svackdike beror på schaktning och material. Driften av diken består främst i klippning av gräs och annan vegetation vilket kommer att behöva göras 2 ggr per år. Samma driftsåtgärder behöver en torr damm. Att anlägga en gräsmatta kostar runt 20 000 kr för 200 m<sup>2</sup>.<sup>2</sup> Det som tillkommer här är konstruktionen av fördröjande trösklar.

Kostnad för dagvattendamm varierar beroende på utformning och platsspecifika förutsättningar men överslagsmässigt bedöms schablonkostnaden vara 300–900 SEK/m<sup>2</sup> permanent dammare.<sup>3</sup> En torr damm bör kosta ungefär som ett svackdike att anlägga, det är främst schaktningen och utformningen av dammen med ledningar och utlopp som kostar.

## 6.6 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL

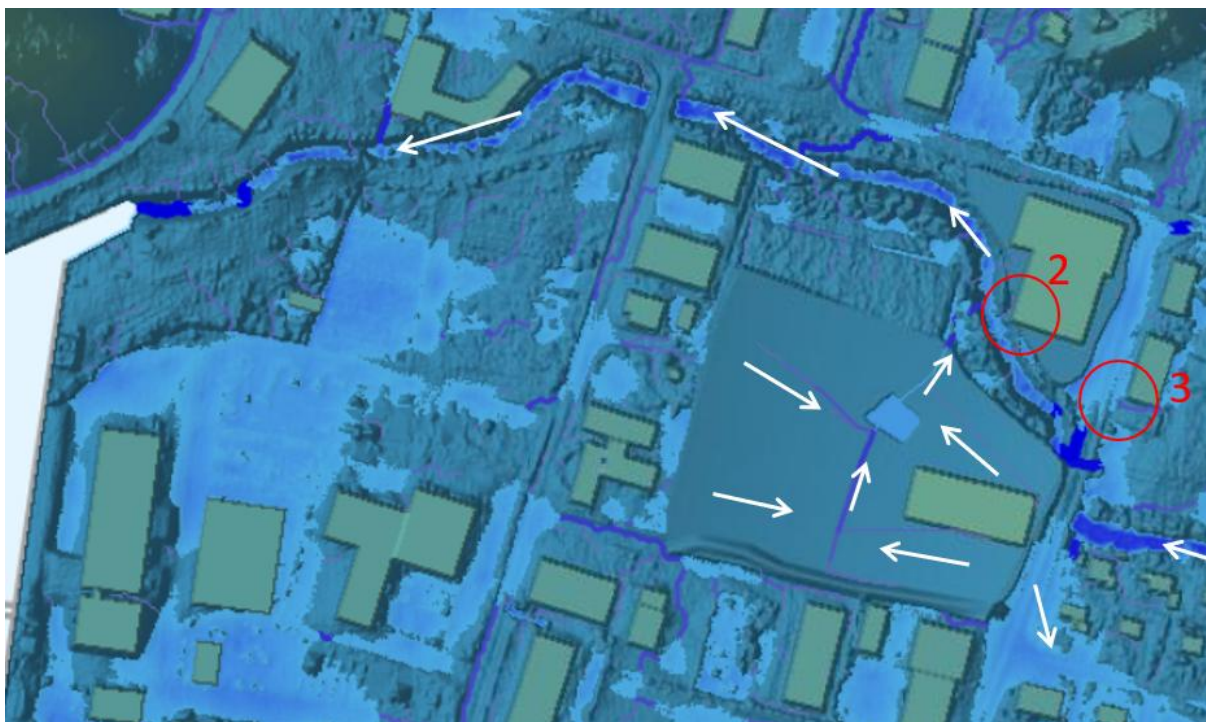
Beräkningsprogrammet Scalgo Live har använts för att visa lågpunkter och ytliga flödesvägar (Scalgo, 2020). Med Scalgo Live simuleras olika regnmängder och visar hur lågpunkter i utredningsområdet fylls upp och avrinner till nästa lågpunkt. Nederbördsmängden 56 mm motsvarar ett klimatanpassat 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter utan hänsyn till ledningsnätets kapacitet eller markens infiltrationsförmåga. Om hänsyn tas till att en viss del av nederbörden infiltrerar och leds bort via

<sup>2</sup> <https://www.boverket.se/contentassets/995a29106ee64228ba4cce7228d53375/kostnad>

<sup>3</sup> Sammanställning av kostnader för dagvattenanläggningar; T. Larm och J. Pramsten, 2009-02-25.

ledningsnätet kan nederbörds mängden reduceras. Beroende på hur ledningsnätet är utformat och var i systemet aktuellt område befinner sig kan det även innebära att Scalgo underskattar översvämning. Vid kraftig nederbörd kan dagvattensystem bli trycksatta och det kan medföra att dagvatten tränger upp ur brunnar. I analysen är marken upphöjd 80 cm och enbart de planerade fastigheterna är med. Det viktiga för analysen är att visa på flödesriktningen och potentiellt översvämmade områden som baseras på höjdkurvorna.

Vid exploateringen ändras flödesvägarna så att den tidigare södergående skyfallsvägen ändrar flödesriktning och rinner istället norrut mot Stenunge å. Om marken höjs vid tennishallen rinner även det skyfallsflödet mot ån med vägen som skyfallsväg vilket ökar flödet till ån ytterligare. Ett ökat skyfallsflöde mot ån ökar risken för erosion i omkringliggande mark samt belastar kulverten nordväst om området. I Scalgoanalysen är dammen 60 cm djup och är inte skalenlig. Den är enbart dimensionerad för att visa ett skyfallstänk.

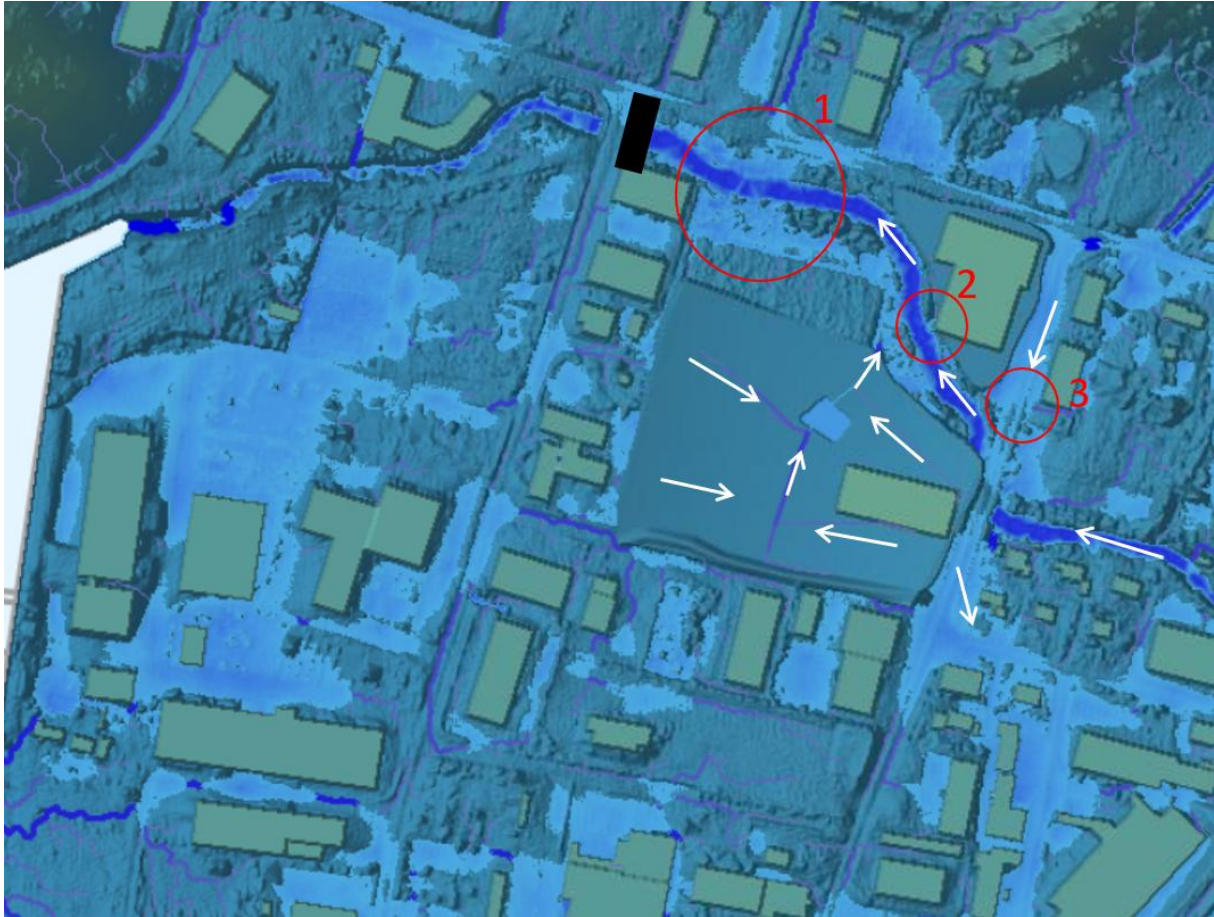


Figur 30. Föreslagen skyfallshantering med områden inringade i rött som riskerar skador på fasad.

För att hantera skyfall är det viktigt att vid höjning av marken under nya tennishallen tillse att skyfallsväg öster om området säkras så att byggnader inom markerade området (3) i Figur 30 inte översvämmas. Tennishallens fasad ligger nära ån som här får ett ökat flöde vilket även medför en risk för översvämning som bör beaktas vidare i planprocessen.

Korsningen utanför tennishallen är lågt belägen och riskerar att bli en översvämningsyta vid skyfall. Den föreslagna höjningen av marken med ca 80 cm kommer inte att utföras om tennishallen ligger kvar. Men om tennisklubben flyttar och hallens rivs är det aktuellt att höja upp marken. Då behöver dagvattenhanteringen för takvatten förses med tät kant så att inte vatten från planområdet riskerar att försämra förhållandena i korsningen. Planförslaget innebär att inget vatten från tennishallen avses att ledas mot korsningen, vilket bör förbättra situationen från dagens läge.

I Figur 31 blockeras kulverten för att se vad som händer om flödet genom kulverten hindras.



Figur 31. Om kulverten delvis blockeras (svart ruta) visar figuren på vilka områden som svämms över.

Konsekvenserna av en högre belastad å kan vara en högt belastad kulvert som inte kan hantera flödesmängderna. I ett sådant fall svämms naturmarken före kulverten över, vilket medför en risk för att åns strandkant vid ett skyfall skadas av vattenmassorna. Naturområdet inom strandskyddet fungerar som en översvämningssyta om kulverten blir en begränsande faktor. Inga byggnader skadas ytterligare av åns belastning.

Ån har ett stort avrinningsområde, cirka 8,57 km<sup>2</sup>, och att öka andelen hårda ytor är en översvämningssrisk för ån vilket understryker behovet av fördröjning av dagvatten vid normal nederbörd, samt att byggnader inte skadas vid så kallade katastrof-/100-års regn.

## 7 SCENARIO 6 – MED FÖRESLAGNA DAGVATTENÅTGÄRDER

I dialog med Stenungsund kommun har ytterligare ett scenario, scenario 6, lagts till i utredningen för att gräva mer i vilka förutsättningar som kan ge den mest gynnsamma förutsättningen att inte öka föroreningarna i utgående dagvatten mot dagens situation. Scenariot är indelat i åtta områden (enligt Figur 32. Områdesindelning för scenario 6. Områdesindelningen skiljer sig från scenario 1–5. nedan). Notera att område A, B, C och D inte är samma indelning som område A, B och C i scenario 1 till 5 från tidigare i rapporten.



Figur 32. Områdesindelning för scenario 6. Områdesindelningen skiljer sig från scenario 1–5.

### 7.1 BERÄKNINGAR

I skrivande stund är det inte bestämt hur planområdet ska bebyggas, varför områdesindelningen antagits ha markanvändning och hårdgöringsgrad enligt

Tabell 13. Antagen markanvändning och hårdgöringsgrad för planområdet indelat i åtta områden.. Markanvändningen kan komma att se annorlunda ut. Område D kommer att vara tennishall eller byggnad för industriverksamhet, område B kommer att vara byggnad för industriverksamhet, och område C kommer att vara en parkeringsplats. Område A är mer osäkert. Eftersom markanvändningen är osäker har flera scenarier beräknats tidigare i rapporten, där vi konstaterade att hårdgörningsgraden inte var central för föroreningshalterna.

I detta scenario 6 har en teoretisk markanvändning tagits fram i samråd med Stenungsunds kommun.

Tabell 13. Antagen markanvändning och hårdgöringsgrad för planområdet indelat i åtta områden.

	Område A	%	Område B	%	Område C	%	Område D	%
Parkering, last och körbara ytor	6068 m <sup>2</sup>	40%	1800 m <sup>2</sup>	40%	950 m <sup>2</sup>	68%	2150 m <sup>2</sup>	40%
Tak	6068 m <sup>2</sup>	40%	1800 m <sup>2</sup>	40%		0%	2150 m <sup>2</sup>	40%
Gröna ytor	3034 m <sup>2</sup>	20%	900 m <sup>2</sup>	20%	450 m <sup>2</sup>	32%	1075 m <sup>2</sup>	20%
<b>Summa:</b>	<b>15 170 m<sup>2</sup></b>		<b>4500 m<sup>2</sup></b>		<b>1400 m<sup>2</sup></b>		<b>5375 m<sup>2</sup></b>	
	Svackdike/damm	%	Natur/Stenunge å	%	Ny gata m vändplats	%	Teknisk anläggning pump	%
Parkering, last och körbara ytor		0%		0%	1285 m <sup>2</sup>	91%	175 m <sup>2</sup>	24%
Tak		0%		0%		0%	45 m <sup>2</sup>	6%
Gröna ytor	2100 m <sup>2</sup>	100%	9180 m <sup>2</sup>	100%	130 m <sup>2</sup>	9%	495 m <sup>2</sup>	69%
<b>Summa:</b>	<b>2100 m<sup>2</sup></b>		<b>9180 m<sup>2</sup></b>		<b>1415 m<sup>2</sup></b>		<b>715 m<sup>2</sup></b>	

Totalt innebär den antagna markanvändningen för scenario 6 en hårdgöringsgrad på 56 % och en andel grön yta på 44 %. Detta illustreras i Tabell 14. Total markanvändning och hårdgöringsgrad för detaljplanen.

Tabell 14. Total markanvändning och hårdgöringsgrad för detaljplanen

Parkering, last och körbara ytor	12 428 m <sup>2</sup>	31%
Tak	10 063 m <sup>2</sup>	25%
Gröna ytor	17 364 m <sup>2</sup>	44%
<b>Summa:</b>	<b>39 855 m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

### 7.1.1 Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden

Vid flödesberäkningar för planområdet har beräkningar för områden A, B, C och D. I beräkningarna görs antagandet att gröna ytor omhändertar sitt eget dagvatten. I enlighet med tidigare beräkningar har nederbörd med en återkomsttid på 10, 20 och 30 år samt klimatfaktor på 1,25 använts. De flöden som behöver omhändertas för respektive område vid olika nederbörd redovisas i Tabell 15. Flödesberäkningar.

Tabell 15. Flödesberäkningar för respektive delområde

Flöde med klimatfaktor 1,25 (l/s)					
Område A	area ha	Avrin.koeff.	10 års regn	20 års regn	30 års regn
Parkering, last och körbara ytor	0,61	0,5	87	109	124
Tak	0,61	0,9	156	196	224
Gröna ytor	0,30	1,0*	87	109	124
Område B	area ha	Avrin.koeff.	10 års regn	20 års regn	30 års regn
Parkering, last och körbara ytor	0,18	0,5	26	32	37
Tak	0,18	0,9	46	58	66
Gröna ytor	0,09	1,0*	26	32	37
Område C	area ha	Avrin.koeff.	10 års regn	20 års regn	30 års regn
Parkering, last och körbara ytor	0,095	0,5	14	17	20
Gröna ytor	0,045	1,0*	13	16	18
Område D	area ha	Avrin.koeff.	10 års regn	20 års regn	30 års regn
Parkering, last och körbara ytor	0,22	0,5	31	39	44
Tak	0,22	0,9	55	69	79
Gröna ytor	0,11	1,0*	31	39	44

\*områden som förväntas omhänderta allt dagvatten som faller på ytan

### 7.1.2 Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll

Föroreningsberäkningar för scenario 6 har genomförts på samma sätt som tidigare scenarier – detta beskrivs mer utförligt i stycke 5.2. Till skillnad från tidigare beräkningar har StormTac-typvärden och reningseffekter ändrats efter nya förutsättningar. Översilningsytan är nu beräknad som torrdamm och markanvändningen har ändrats från *industriområde mindre förorenad* till *lastkaj, parkering och takyta* för de områden som tidigare inte hade definierad markanvändning. Industriområden har takyta inlagda i schablonen, eftersom vi räknar med takytan separat bedömdes lastkaj vara mer rättvisande för markanvändningen än industriområde. Föroreningsbelastningen skiljer sig inte åt på betydande vis mellan industriområde och lastkaj.

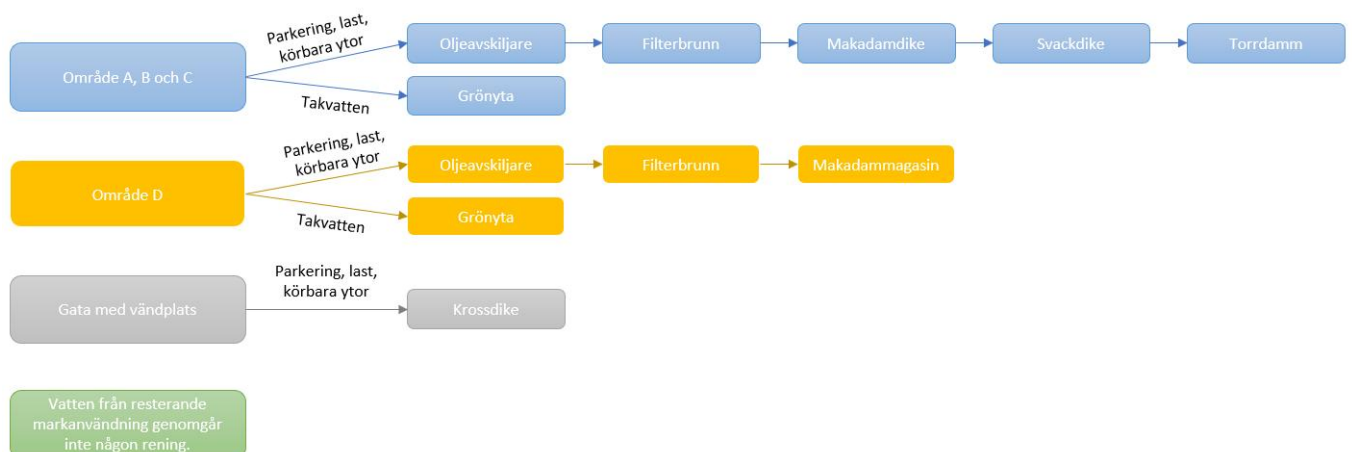
Även dagens markanvändning har uppdaterats, från grönområde till idrottsplats på de områden som idag är fotbollsplaner. Det ger ingen större effekt på föroreningshalterna men bedöms mer verklighetstrogen än att använda typhalter för grönområde för hela området.

Den nya gatan med vändplats har inkluderats i beräkningarna trots osäkerhet kring hur dagvattnet ska omhändertas. Osäkerheterna består dels av hur befintligt ledningsnät och pumpstation i planområdets västra delar påverkar möjligheterna till infiltration vid intilliggande grönytor, men det finns även oklarheter kring hur dagvattnet ska avledas. I och med att ytan kommer att trafikeras kommer den dock att ge upphov till föroreningar, varför rening av dagvattnet är nödvändigt. Utifrån förutsättningarna föreslår utredningen två alternativ för rening av gatan och vändplatsen, varav alternativ 1 ses som det bästa alternativet:

1. Avledning till föreslagen dagvattenanläggning för område A;
2. Rening med oljeavskiljare och/eller brunnsfilter och sedan avledning till grönyta vid pumpstationen där dagvattnet kan infiltrera.

I beräkningarna har alternativ 1 använts, dvs att dagvatten från vändplats renas i krossdike.

Nedan, i Figur 33, illustreras de reningssteg som använts i beräkningarna. Reningseffekter för område A, B, C och D visas i Tabell 16. De reningseffekter som uppnås ligger mellan 57–90% med relativt stora osäkerheter på 13–27 %. I Tabell 17 visas föroreningsmängder före/efter exploatering för område ABC samt D.



Figur 33. Schematisk illustration av reningssteg.

Beräknad effekt för total rening i varje område presenteras nedan i Tabell 16. Reningseffekten varierar med underhåll och flödes hastighet, samt blir osäker när dagvattenreningen sker i flera steg. Värdena

som presetneras är ett medelvärde av rening för de olika föroreningarna, och kan alltså vara både högre och lägre beroende på förorening.

Tabell 16. Reningssteg och reningseffekter med osäkerheter för område A, B, C och D. Reningseffekten har en felmarginal på cirka 30%. Den höga felmarginalen beror på att flera reningssteg sätts i serie.

		Reningseffekt A	Reningseffekt B	Reningseffekt C	Reningseffekt D
<b>Parkering, last och körbara ytor</b>	Oljeavskiljare + filterbrunn + makadamdike	72 %	70 %	90 %	
<b>Parkering, last och körbara ytor</b>	Oljeavskiljare + filterbrunn + Makadammagasin + Översilningsyta				90 %
<b>Tak</b>	Infiltration i grönyta	57 %	63 %	-	57 %

Effekten av reningen totalt, för hela området, presenteras i Tabell 17 nedan. Notera att rening sker i flera steg, och Stormtac kan inte beräkna att mer föroreningar förs bort än vad det finns föroreningar i dagvattnet efter exploateringen. Alla siffror som presenteras är framräknade baserade på typvärden från studier av liknande områden.

Tabell 17. Föroreningsmängder per ämne för område ABC samt D före/efter exploatering.

Område ABC	före rening (enligt plan)	efter rening	Förändring
P	2,3	0,05	-98%
N	21	1	-95%
Pb	0,2	0,002	-99%
Cu	0,28	0,008	-97%
Zn	1,2	0,006	-100%
Cd	0,01	0,00007	-99%
Cr	0,1	0,004	-96%
Ni	0,08	0,003	-97%
Hg	0,0004	0,00002	-94%
SS	949	34	-96%
Oil	6,6	0,005	-100%
PAH16	0,01	0,00002	-100%
BaP	0,0005	0,000002	-100%
Antracen	0,0002	0,0000012	-99%
Benz	0,004	0,00008	-98%
TOC	206	5	-97%

Område D	före rening (enligt plan)	efter rening	Förändring
P	0,54	0,23	-58%
N	6,1	2,4	-61%
Pb	0,05	0,004	-92%
Cu	0,079	0,012	-84%
Zn	0,28	0,027	-90%
Cd	0,0021	0,00031	-85%
Cr	0,031	0,0054	-83%
Ni	0,032	0,0036	-89%
Hg	0,00014	0,000031	-77%
SS	275	33	-88%



<b>Oil</b>	1,3	0,0686	-95%
<b>PAH16</b>	0,0064	0,00044	-93%
<b>BaP</b>	0,00012	0,000009	-93%
<b>Antracenen</b>	0,0001	0,00001	-86%
<b>Benz</b>	0,007	0,0008	-87%
<b>TOC</b>	52	18	-64%

Tabellen visar att för samtliga ämnen uppnås fullgod rening för det dagvatten som förorenas inom område A, B, C och D. Nedan i Tabell 18 sammanställs den totala förändringen för planen, inklusive den markanvändning som inte genomgår någon rening.

Tabell 18. Total sammanställning av planområdet. Föroreningsmängder anges i kg/år. Den totala förändringen jämför markanvändning före exploatering med markanvändning efter exploatering, med rening i föreslagna åtgärder. Grönt visar på förbättring och rött på försämring.

	Markanv före (idrott)	Totalt enligt plan	Förändring enligt plan, utan rening	Total mängd enligt plan, efter rening	TOTAL förändring
<b>P</b>	1,2	3,2	168%	0,88	-27%
<b>N</b>	11	33	197%	9,3	-16%
<b>Pb</b>	0,05	0,29	478%	0,022	-56%
<b>Cu</b>	0,13	0,42	226%	0,07	-45%
<b>Zn</b>	0,23	1,65	619%	0,14	-39%
<b>Cd</b>	0,0033	0,011	242%	0,00095	-71%
<b>Cr</b>	0,028	0,144	416%	0,020	-27%
<b>Ni</b>	0,021	0,13	503%	0,015	-27%
<b>Hg</b>	0,00016	0,00065	305%	0,00014	-14%
<b>SS</b>	400	1409	252%	172	-57%
<b>Oil</b>	1,7	9,2	443%	0,71	-58%
<b>PAH16</b>	0,0014	0,022	1445%	0,0021	52%
<b>BaP</b>	0,00008	0,00067	740%	0,000052	-35%
<b>Antracenen</b>	0,000093	0,0003	234%	0,000054	-42%
<b>Benz</b>	0,00082	0,015	1714%	0,0032	293%
<b>TOC</b>	77	290	277%	60	-24%

När ett grönområde hårdgörs och belastas med trafik är det nästintill omöjligt att inte förorena marken med ämnen som kommer främst från just trafik. Vår bedömning är att föreslagen rening i flera steg är tillräcklig för att hantera den ökning av föroreningar som uppstår genom föreslagen plan. Ovan i Tabell 18 kan vi utläsa att PAH och bensen ökar från dagens situation. Det kan bero på värden i schablonen i StormTac, det kan också bero på att reningen av dagvatten från den yta vi kallar ny gata med vändplats, där har ingen rening beräknats. PAH och bensen kommer främst från fordonstrafik. Den verkliga föroreningsbilden kommer att se bättre ut än i Tabell 18 eftersom den nya gatan med vändplats kommer att förses med rening.

För att bibehålla tillräckligt god rening är det viktigt att se till skötsel av oljeavskiljare och krossdiken, samt att välja brunnfilter efter de föroreningar som förväntas öka.

Föroreningshalterna efter rening minskar till under riktvärdena för Göteborgs stad för samtliga ämnen utom fosfor som fortfarande är något över riktvärdena, se Tabell 19. Observera att vi i den beräkningen använt den gamla markanvändningen grönområde, varför halterna skiljer sig åt mellan tabell 18 och 19. I typvärdena som ligger till grund för beräkningarna är förmodligen det stora grönområdet runt Stenunge å en anledning till att fosforhalterna inte minskar lika mycket som resterande ämnen. Grönområdet runt Stenunge å har i beräkningarna inte genomgått någon rening. Halterna av fosfor efter rening kommer

att vara lägre än dagens halter, varför förutsättningarna att uppfylla miljö kvalitetsnormer för näringsämnen för Stenunge å inte försämras. Vi kan också se i tabell 19 att samtliga halter som Göteborgs stads riktvärden gäller för klaras, utom fosfor.

Tabell 19. Föroreningshalter före och efter exploatering utan rening, i µg/l. Rött visar överskridande av riktvärden, gult ej riktvärden och grönt visar under riktvärden även efter exploatering. Värdena är modellerade i Stormtac och är därför inte exakta värden utan kan visa på vad föreslagen rening kan innebära för detaljplaneområdet.

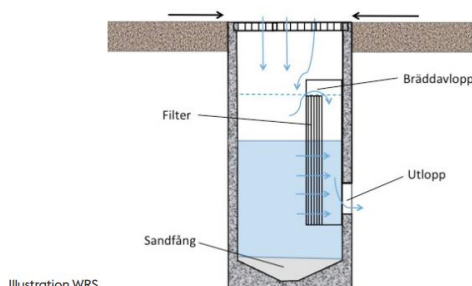
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP	Antracen	Benz	TOC
Nuvarande	110	1 100	2,1	8,7	19	0,17	1,6	1,4	0,01	17 000	110	0,14	0	0	0,03	6 200
Scenario 6	62	600	1,1	4,2	7,7	0,07	1,5	0,97	0,005	9900	27	0,10	0,0025	0,0036	0,11	3400
Riktvärde	50	1 250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25 000	1 000	--	0,27	--	50	12 000

### 7.1.3 Fördröjning

För att uppfylla fördröjning enligt Göteborgs dagvattenstrategi på att omhänderta 10 mm behöver cirka 270 m<sup>3</sup> vatten fördröjas inom planområdet. I föreslagna dagvattenlösningar finns kapacitet att fördröja 650 m<sup>3</sup> i torrdammen (om den konstrueras enligt planförslag till ytan och har ett grunt djup på maximalt 0,5 m). Svackdicket kan fördröja maximalt 400 m<sup>3</sup> dagvatten. I stort innebär det att vid normal nederbörd finns mycket goda förutsättningar för att omhänderta allt dagvatten inom planområdet och förbättra situationen i området vid skyfall. För det dagvatten som når Stenunge å har fokus i utredningen legat på att uppnå tillräcklig rening för att inte förvärra kvaliteten i ån, och på sikt inte försvåra Stenunge åns möjlighet att uppnå fastställda miljö kvalitetsnormer.

### 7.1.4 Brunnsfilter

Ett brunnsfilter renar dagvatten genom ett filtermaterial som avskiljer föroreningar. Flödet genom filtret samt val av filtermaterial påverkar reningsförmågan. De flesta filtermaterial har bra reningseffekt för metaller, men föroreningarna kan lakas ut om filtret mätas eller om flödena genom filtret blir höga. Brunnsfiltret placeras nära källan och är lämpliga vid bland annat industriområden och parkeringsplatser. Filtrens renande effekt har dock en hög osäkerhet då det inte finns många studier på deras effekt på föroreningar.



Eftersom den beräknade föroreningsmängden, baserad på typvärden i StormTac version 20.2.2, minskar med exploateringen för 9 av 16 studerade föroreningar bör inte brunnsfiltret vara avgörande i planens risk att äventyra MKN.

I StormTac-modellen har filter av typ 2 valts, som är standard och ger reningseffekter som är medelhöga om man ser till data från databasen. Brunnsfilter dimensioneras inte för fördröjning av flöden eftersom den inte antas ha en fördröjande effekt.

För att säkerställa att brunnsfilter inte sätts igen under höst och vinter av löv och grus rekommenderas kontroll en till två gånger per månad, och regelbunden gatusopning. Filterbyte rekommenderas en till tre gånger per år (Blecken 2016).

## 8 YTTERLIGARE DAGVATTENÅTGÄRDER

Utöver de lösningsförslag som presenteras i kapitel 6 och 7 så vill utredningen lyfta fram ytterligare dagvattenåtgärder. De ingår inte i systemförslaget men kan övervägas i kommande projektering som alternativ eller komplement till det vi har föreslagit.

### 8.1 GRÖNA TAK

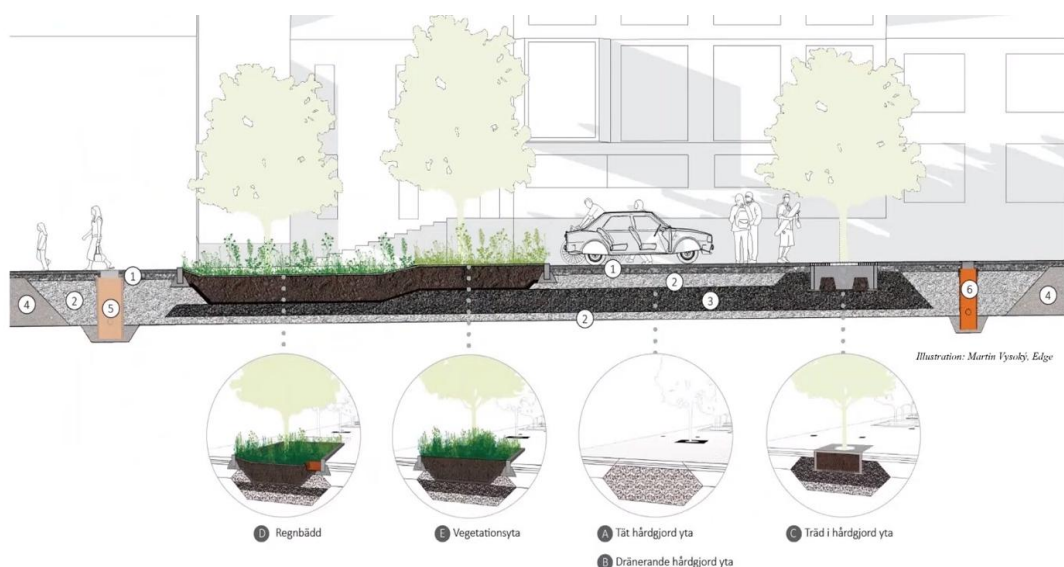
Gröna tak är takytor som istället för att hårdgöras använder levande växtlighet. Gröna tak bidrar med viss rening och fördröjning av flöden. Underhållsbehovet är olika beroende på vilken typ av växtlighet som väljs. För gröna tak som inte är vistelseytor, till exempel sedumtak eller biotaktak, är skötselbehovet oftast mycket lågt. En tänkbar lösning för att kunna fördröja och magasinera mer vatten inom planområdet är att anlägga alla industrilokaler med gröna tak.



Figur 34. Grönt tak i stadsdelen Seved i Malmö. Foto: Jonathan Malmberg. Bildkälla: Boverket.

### 8.2 BLÅ GRÖN GRÅA LÖSNINGAR (BGG)

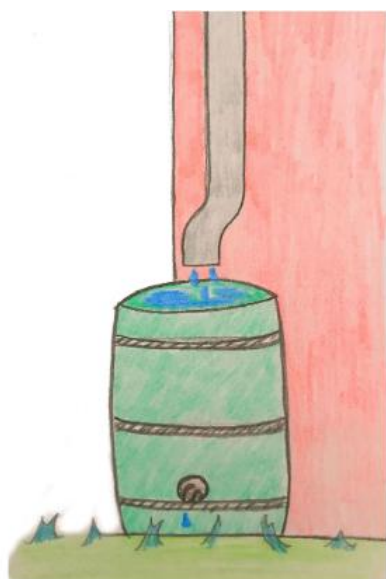
Blågröngrå (BGG) är ett begrepp som syftar på integrering av funktioner inom dagvattenhantering (det blå), vegetation (det gröna) och hårdgjorda ytor (det grå) (Edge, 2019). För utredningsområdet lämpar sig den södra parkeringsplatsen och parkeringen ovanför den, samt parkeringarna runt tennishallen, väl för att anläggas med BGG-ytor, alltså där växter, genomsläpplig beläggning samt infiltration i mark samverkar för att rena och fördröja dagvatten med öppna förstärkningslager. En principskiss av BGG-yta illustreras nedanför i Figur 32.



Figur 35 Skiss av BGG-yta. Bildkälla: Edge.

### 8.3 DAGVATTEN SOM RESURS

Fastighetens dagvatten kan även tas omhand och användas som resurs för verksamheter belägna inom utredningsområdet. Detta skulle kunna ske genom insamling av takvatten i vattentunnor för användning till bevattning. En damm skulle, om den anläggs våt, även den kunna användas som en källa till vatten. Vattnet skulle kunna användas antingen till bevattning eller som resurs för det eventuella båtupplaget. Även takvattnet som samlas upp i tankar kan användas till tvätt av båtskrov inför till exempel ommålning till våren. Tillräckligt rent dagvatten kan utgöra en värdefull resurs genom att omhändertas av växtlighet, genom att infiltreras och bidra till ett friskt grundvatten samt återanvändas där dricksvattenkvalitet inte är nödvändigt. Området som exploateras här ligger i nära anslutning till andra industriområden som inte har samma omhändertagande av dagvatten. Exploatering nära en känslig å är i sig en stor risk för ån. Det är dock viktigt att reningsbehovet av det återanvända dagvattnet utreds och renas på ett tillbörligt sätt.



Figur 36. Illustration av insamling av takvatten genom vattentunna. Bildkälla: Lexell mfl, 2016.

## 9 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

Att exploatera naturmark med industriverksamhet intill en känslig å är i sig en risk för ån som kräver omfattande dagvattenåtgärder. I detaljplaneskedet där bebyggelsen inte ännu är färdigplanerad efterfrågas en hårdgörningsgrad som både hanterar att klara dagvattenfrågan men som också möjliggör industriverksamhet inom fastigheterna. Dagvattenutredningens åtgärder har goda möjligheter att fördröja dagvatten innan det når ån, dels i fyllnadsmassor men också i avsatta dagvattenåtgärder (grönstråk och översilningsyta/dagvattendamm). Fokus för den känsliga recipienten ligger istället på rening där Stenunge å är extra känslig för tillförsel av näringsämnen där recipienten har *otillfredsställande ekologisk status*.

Tillsyns- eller prövningsmyndigheten måste se till att verksamhetsutövaren vidtar de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som krävs för att förhindra att vattenmiljön försämras på ett otillåtet sätt eller **äventyrar** möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormen. Det innebär att se till att verksamheten inte innebär ett allvarligt hot mot möjligheten att uppnå rätt kvalitet på vattenmiljön. Stenunge å har miljö kvalitetsnormen *God ekologisk status 2027* (kan inte uppnås till 2021 på grund av administrativa begränsningar). Urban markanvändning är av VISS utpekad som en påverkanskälla med betydande påverkan på Stenunge å där dagvattnet kan ha betydande påverkan. Bedömningen baseras på att minst 10 % av Stenunge åns avrinningsområde täcks av markklasserna "tät stadsstruktur" och/eller "handel, industri och militära områden". VISS pekar ut PAH'er och metaller som koppar, zink, bly och kadmium som kan leda till att miljö kvalitetsnormerna för vatten inte följs. Den känsliga fosforhalten påverkas med *betydande påverkan* även av antropogen belastning genom jordbruk inom avrinningsområdet, enligt vattenmyndighetens nationella analys 2018. Belastningen från jordbruk bidrar till risker för sänkt status för totalfosfor.

För en exploateringsgrad till 90 % per fastighet, med föreslagna dagvattenåtgärder enligt dagvattenutredningen har en total föroreningsberäkning tagits fram efter rening, se Tabell 20 nedan.

Tabell 20. Föroreningar före och efter rening för respektive område, blandat grönområde (dvs mark inom detaljplan som inte förändras) samt total föroreningshalt efter rening. Förändringen visar nuvarande markanvändning jämfört med markanvändning enligt plan efter rening i föreslagna dagvattenåtgärder. Grönt visar förbättring och rött visar försämring. Föroreningarna anges i kg/år.

	Nuvarande markanvändning	Gul & Orange	Lila	Röd	Blandat grönområde (övrig mark)	Totalt	Förändring
<b>P</b>	1,8	0,14	0,4	0,052	0,2	0,79	-56%
<b>N</b>	17	1,1	3,1	0,95	3	8,15	-52%
<b>Pb</b>	0,034	0,0069	0,0054	0,0065	0,0076	0,03	-22%
<b>Cu</b>	0,14	0,018	0,02	0,014	0,02	0,07	-49%
<b>Zn</b>	0,3	0,071	0,046	0,014	0,041	0,17	-43%
<b>Cd</b>	0,0027	0,00049	0,0016	0,00017	0,00032	0,00	-4%
<b>Cr</b>	0,027	0,01	0,0086	0,0042	0,0025	0,03	-6%
<b>Ni</b>	0,023	0,0047	0,0083	0,0033	0,0023	0,02	-19%
<b>Hg</b>	0,00013	0,000028	0,000011	0,000031	0,000019	0,00	-32%
<b>SS</b>	280	34	40	9,4	67	150,40	-46%
<b>Oil</b>	1,8	0,99	0,012	0,03	0,23	1,26	-30%
<b>PAH16</b>	0,0023	0,00078	0,0012	0,0011	0,00012	0,00	39%
<b>BaP</b>	0,000073	0,000082	0,000027	0,000021	0,000012	0,00	95%
<b>ANT</b>	0,000062	0,000019	0,000015	0,0000088	0,00001	0,00	-15%
<b>Benz</b>	0,00054	0,00053	0,00014	0,00059	0,000091	0,00	150%
<b>TOC</b>	100	0	14	5,1	18	37,10	-63%

Sammanfattningsvis är rening i flera steg i kombination med oljeavskiljare god rening för industriområdet för majoriteten av de studerade ämnena. För polycykliska aromatiska kolväten (PAH16), benz(a)pyren (BaP) och benzen (Benz) förvärras föroreningsmängderna, trots rening i flera steg i dagvattenlösningar.

Hårdgörningsgraden är här mindre viktig för föroreningshalterna. Det spelar alltså mindre roll om ytan är hårdgjord till 50 eller 90 % för möjligheterna att uppfylla MKN. Istället är det viktigt att minska föroreningarna, både vid källan samt i reningsåtgärder. Hade området planerats för en annan typ av verksamhet än industriområde, som kontorslokaler eller handel, hade föroreningarna i schablonerna varit lägre och reningen hade blivit bättre. Hade parkeringsplatserna och körytorna minskat i yta och ersatts av mer gröna ytor hade föroreningarna också blivit lägre i schablonerna.

Samtliga beräkningar är baserade på schabloner i StormTac, som i sin tur är baserade på en stor mängd studier med varierande osäkerhet. Det är därför viktigt att inte fastna i decimaler utan hela tiden utgå från de platsspecifika förutsättningarna. För planområdet innebär det att minska föroreningarna på industriområdet, och minska föroreningarna till Stenunge å genom att avsätta mark i planen för dagvattenhantering.

## 10 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Planförslaget innebär en ökad hårdgjordhetsgrad jämfört med befintlig situation vilket innebär ett ökande flöde av dagvatten. Planförslaget innefattar omvandling från mestadels naturmark och idrottsplats till industriverksamhet, vilket betyder att föroreningarna i dagvattnet också ökar. Simulering har gjorts i StormTac som visar att mängderna och halterna ökar för samtliga föroreningar vid exploatering. För planerad markanvändning, utan rening, så överskrider fosfor, kväve, koppar, zink, krom, suspenderad substans, olja samt totalt organiskt kol gränsvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs stad.

Reningen och fördröjning sker i oljeavskiljare, svackdike, infiltration i grönstråk, krossdiken samt en torrdamm. I scenario 1-5 har en översilningsyta räknats på. I scenario 6, som tillkommit efter resultat från scenario 1–5, har även krossdiken, brunnsfilter och den torra dammen lagts till i beräkningarna.

Vid skyfall bidrar exploateringen till ett ökat flöde (360 % större flöde) och skyfallsvägarna ändras med höjdsättningen så att ett större flöde riktas mot ån. För att hantera det kan naturmarken i planområdets nordvästra del användas som skyfallsyta i de fall att kulverten under vägen inte kan hantera det nya, större flödet. Svämmas kulverten över rinner skyfallet vidare mot havet. Viss översvämning vid kulverten skapar enligt analys i Scalgo inga skador på närliggande byggnader.

Takdagvatten bör omhändertas genom infiltration/opsamling och återanvändning som resurs då det kan anses mindre förorenat. Mer takyta inom fastigheterna behöver inte äventyra möjligheten att uppnå MKN.

Rening av dagvatten från hårdgjorda ytor inom industrimarken behöver ske i flera steg där oljeavskiljare är ett viktigt förstasteg.

Med dagvattenrening i flera steg med fokus på fosforrening kommer industriverksamhetens utformning avgöra huruvida exploateringen äventyrar Stenunge ås möjlighet att uppnå MKN. För att med säkerhet bedöma planens påverkan på MKN behövs en mer detaljerad planerad markanvändning. Planen behöver ta yta i anspråk för att hantera dagvatten utanför fastighetsgräns, oavsett hårdgörningsgrad inom fastighet. Stenunge ån har idag *otillfredsställande status* på grund av fosfor. Utredningen visar att detaljplanen har potential att minska mängden fosfor till ån i föreslagna lösningar. Dessutom fördröjs mer dagvatten än vad som krävs vid normal nederbörd, vilket innebär att större delen av dagvattnet inte når ån utan samlas upp i torrdammen.

I scenario 6 där en föreslagen markanvändning och hårdgörningsgrad har beräknats, visar föroreningsberäkningar att detaljplanen inte äventyrar Stenunge åns möjlighet att uppnå MKN. Dels på grund av de extra reningsstegen som inte var med i beräkningarna för scenario 1–5, dels eftersom majoriteten av dagvattnet inte når Stenunge å utan fördröjs och omhändertas inom planområdet. Vattnet kommer att nå ån främst vid större nederbörd. För de ämnen som enligt typvärden i Stormtac ökar med exploateringen, Bensen och Polycykliska aromatiska kolväten, bör föroreningar minskas vid källan och oljeavskiljare samt brunnsfilter väljas med hänsyn till de föroreningar som ökar. Föroreningarna äventyrar inte Stenunge ås förutsättningar att nå god status.

Området är lågt beläget och exploateringen måste ta hänsyn till översvämningensrisken det medför att bebygga områden nära kusten.

Om industriverksamheten används till båtupplag, på ytorna A, B och/eller C, bör ett minireningsverk utredas för att hantera vattnet från ytorna. Båtuppställningsplatser innebär andra typer av föroreningar än vad vi har dimensionerat dagvattenanläggningarna för. Reningen av vatten från ett båtupplag bör också stämmas av med miljöförvaltningen, då det utgående vattnet kan liknas vis ett spillvatten från en verksamhet.

För att dagvattenhanteringen ska fungera krävs det att lutningen och höjdsättningen sker som i våra skisser för att ledas till oljeavskiljare och vidare i dagvattensystemet.

# 11 REFERENSER

Blecken, Godecke, 2016. Kunskapssammanställning dagvattenrening. [SVU-rapport 2016-05 \(svensktvatten.se\)](#)

Bohusgeo AB, 2010. Stenung 4:56 m.fl. – Komplettering.

EBH-kartan. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c>.

Edge, 2019. Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system.

Göteborg stad, 2010. Dagvatten – så gör vi! Handbok för kommunal planering och förvaltning. [Dagvattenhandbok+2010.pdf \(goteborg.se\)](#)

Göteborg stad, Dagvatten och skyfall. [Dagvatten och skyfall - så här gör vi! - Göteborgs Stad \(goteborg.se\)](#). Hämtad 2021-04-10.

Göteborgs Stad, 2020. Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient. [Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient](#). Hämtad 2021-04-16.

Lexell, Angelica; Lindqvist, Erika; Nilsson, Anton; Nilsson Caroline, 2016. Regnvattentunnor som metod för att minska flödestopparav dagvatten, bräddningar och översvämningar. Examensarbete. [Regnvattentunnor som metod för att minska flödestopparav dagvatten, bräddningar och översvämningar](#).

Planbeskrivning, Samrådshandling 2012-11-06. DETALJPLAN för småindustri och båtupplag, gamla SIF-området. [Planbeskrivning gamla SIF2.indd \(stenungsund.se\)](#)

Scalgo Live 2020, SWEREF99 TM. [Home - SCALGO](#)

SMHI, 2018. Extremvattenstånd i Stenungsund. [Extremvattenstånd i Stenungsund](#).

Stenungsund kommun, 2008. Allmänna bestämmelser för användande av Stenungsunds kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning. [VA bestämmelser 2009.qxd \(Page 1\) \(stenungsund.se\)](#)

Va guiden, svackdike. [Svackdike | VA-guiden](#). Hämtad 2021-04-14



## 12 BILAGOR

### 12.1 BILAGA 1

- Källa: [12BC3.3 Svackdike – Teknisk Handbok \(goteborg.se\)](#)

Vid utformning av svackdike bör följande tas i beaktande:

- Vid projektering ska hänsyn tas till säkerhet, tillgänglighet och framkomlighet för samtliga angränsande trafikslag
- Projektera diket med en lutning på 1:5 eller lägre
- Lämpligt avstånd mellan bräddavloppsbrunnarna beror på vilka hydrauliska förhållanden som råder och diket totala längd
- Dräneringsledningar ges lämpligen samma lutning som gatan, men för fördröjningens skull ges en mindre lutning om möjligt
- Ta hänsyn till kostnader kopplade till skötsel av anläggningen. Kan vara lämpligt att välja ett svagväxande gräs
- Brunn som kopplas på närliggande dagvattensystem ska utformas med sandfång
- Släpp i kantstenen ska vara ”doppat till noll” för att undvika att snöröjningsfordon kör sönder kantstenen.
- För att säkerställa god avrinning bör stödremsan hårdgöras med asfalt och ansluta till släntbeklädning ca 25 mm under slitlagrets övre kant. KOV.
- Kupa-brunnens vattenintag får aldrig vara högre upp än 15 cm under slitlagernivå. Bräddningsbrunnarnas höjd bör vara minst 10 cm
- Är svackdiket även ett vägdike måste svackdiket utformas så att vatten aldrig leds in i väggkroppens överbyggnad. Svackdikets lägsta punkt avgör dräneringsåtgärder.
- Växtjorden bör väljas utifrån den vegetation som önskas. En B-jord med 5-8% mullhalt är ett vanligt val

## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

[wsp.com](http://wsp.com)

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

T: +46 10-722 50 00  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

