

---

# RAPPORT

---

LYNGHEM TOKARP AB

UPPDRAGSNUMMER: 30032333

**DAGVATTENUTREDNING FÖR DETALJPLAN DEL AV STIGAMO 3:1, VAGGERYD KOMMUN**



2022-05-24

**HANDLÄGGARE**  
**JONATHAN BERGER & ANNA ROSENDAHL**  
**GRANSKARE & EXPERT**  
**ELISABETH NEJDMO**

**Sweco Sverige AB**

**UPPDRAGSLEDARE**  
**JONATHAN BERGER**

## Sammanfattning

Lynghem Tokarp AB vill upprätta ett industriområde på del av Stigamo 3:1 i Vaggeryds kommun. Planområdet är cirka 30 ha stort och består i dagsläget av skogsmark.

Analys av områdets topografi visar att marken har en generell lutning åt nordost och att dagvattnet leds ut via planområdets östra gräns. Enligt rekommendation från Vaggeryds kommun utförs utredningen med samma dimensioneringskriterier som för industriområde norr om planområdet. Det innebär att det flöde som bildas vid ett framtida 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 fördöjas till flödet för naturlig markavrinning. Enligt flödesberäkningarna ska därmed 3 800 l/s fördröjas till 450 l/s. För detta blir den erforderliga fördröjningsvolymen 7 800 m<sup>3</sup>.

Längs med väg 30 behöver en obebyggd remsa finnas som skyddszon mot vägen. Inom denna zon föreslås ett svackdike för att fördröja dagvattnet. Ett svackdike ger även god reningseffekt. För att ytterligare få till erforderliga fördröjningsvolym samt högre reningseffekt föreslås svackdiket leda dagvattnet till en dagvattendamm, vilken anläggs i sydöstra delen av detaljplanen. Dagvattendammen utrustas med en försedimenteringsdamm för att minimera sedimentspridningen och underlätta vid underhåll, samt för att minimera negativ påverkan på dagvattendammens växter. Dammen avleds till befintlig trumma under väg 846.

Jämfört mot befintlig situation kommer dagvattenföroreningstransporten att öka markant, vilket sätter krav på reningsåtgärder. Hanteras inte dagvattnet från planområdet finns risk att recipienten inte uppnår MKN. Efter exploatering ökar främst näringsämnen, koppar, kadmium och kvicksilver. Aktuellt förslag renar dagvattnet från partiklar och metaller väl och bedöms vara bästa möjliga och rimliga teknik för att rena dagvattnet.

Recipienten uppnår idag ej god kemisk status. Om de överalltskridande ämnena bortses ifrån uppnås god kemisk status. Svackdike och damm har höga reningseffekter. Vidare transport från området till recipienten går via öppna system där ytterligare rening sker. Bedömning görs att dagvattnet från planerad markanvändning inom planområdet inte försvårar för recipientens förmåga att bibehålla god kemisk status. Fördröjning inom planområdet går att utföra så att utflödet från området bibehålls motsvarande före förändrad markanvändning, vilket medför att recipientens morfologi inte påverkas på ett negativt sätt. Recipientens förmåga att uppnå god ekologisk status bedöms inte äventyras.

Enligt den skyfallsanalys som har utförts har området en avrinningsväg som är i planområdets östra del och går via det föreslagna diket som avvattnar största delen av planområdet. Om planområdet höjdsätts korrekt med marklutning ut från byggnader samt att inga instängda områden skapas bedöms risker angående skyfall inom eller nedströms planområdet som små.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Underlag</b>	<b>1</b>
2.1	Riktlinjer och styrande dokument	1
<b>3</b>	<b>Förutsättningar</b>	<b>3</b>
3.1	Orientering och områdesbeskrivning	3
3.2	Geotekniska och marktekniska förhållanden	3
3.3	Topografi och avrinningsområden	5
3.4	Befintligt dagvattennät och hantering	5
3.5	Befintliga diken och markavvattningsföretag	6
3.6	Planerad exploatering	8
<b>4</b>	<b>Recipient och MKN</b>	<b>9</b>
4.1	Krokasjön	9
4.2	Lagan (WA89058738)	9
4.3	Grundvattenförekomst Vaggeryd - Taberg (WA26502178)	10
4.4	Övriga mindre vattendrag/diken	10
4.5	Renings- och fördröjningsbehov	11
<b>5</b>	<b>Flödesberäkningar</b>	<b>12</b>
5.1	Analys via SCALGO Live	13
5.2	Markanvändning före och efter exploatering	13
5.3	Dimensionerande rinntid	14
5.4	Dimensionerande nederbörds mängd	14
5.5	Dimensionerande regnintensitet	14
5.6	Dimensionerande flöden	15
5.7	Erforderlig fördröjningsvolym	15
<b>6</b>	<b>Föroreningar i dagvatten</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Beskrivning och rekommendationer för dagvattenhantering</b>	<b>18</b>
7.1	Förslag på dagvattenhantering	23
7.2	Dagvattendamm	23
7.3	Dagvattensystem för avledning av dagvatten	25
7.4	Föreslagen dimensionering för fördröjning och rening	26
7.5	Drift och underhåll	27

7.6	Dagvattensystem nedströms planområdet till recipienten	28
<b>8</b>	<b>Föroreningsreduktion från dagvattenhanteringssystem</b>	<b>29</b>
8.1	Osäkerheter i föroreningsberäkningarna	30
8.2	Val av byggmaterial och områdets föroreningspotential	31
<b>9</b>	<b>Påverkan på MKN</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>Skyfalls- och översvämningshantering</b>	<b>33</b>
10.1	Skyfallsanalys	33
10.2	Höjdsättning av området	34
10.3	Risker nedströms vid bebyggelse	35
<b>11</b>	<b>Sammanfattande bedömning och förslag på fortsatt arbete</b>	<b>36</b>

## 1 Bakgrund

Lynghem Tokarp AB vill upprätta ett industriområde på del av Stigamo 3:1 i Vaggeryds kommun. Arbetet med att ta fram en detaljplan pågår och planen är att planområdet samtidigt ska iordningställas för industrimark. Storleken på planområdet är ca 30 ha. I dagsläget består planområdet av skogsmark.

Sweco har fått i uppgift av Lynghem Tokarp AB att ta fram en dagvattenutredning i samband med framtagandet av ny detaljplan. Syftet med dagvattenutredningen är att utreda möjligheten att ta hand om dagvatten inom planområdet utifrån framtida förutsättningar, samt att ta fram förslag på dagvattenhantering avseende kvantitet/avledning och kvalitet/rening. Utredningen ska också säkerställa att förändringen i och med exploateringen inte medför försämrade förutsättningar för planområdets recipient att uppnå sin miljö kvalitetsnorm (MKN). En översiktlig skyfallskartering för utredningsområdet utförs för att identifiera rinnvägar och eventuella lågpunkter och känsliga områden vid ett skyfallsregn.

## 2 Underlag

Till grund för denna utredning ligger samtal med exploatören och tidigare utredningar för området, samt styrande dokument. Nedan redovisas underlag som använts vid framtagandet av denna utredning:

- Markteknisk undersökningsrapport, 10326696, WSP (2021-11-05)
- Avledning av dag-, drän- och spillvatten – P110, Svenskt Vatten (2016)
- Riktlinjer för vatten och avlopp i Vaggeryd kommun, Vaggeryd kommun (2019)

### 2.1 Riktlinjer och styrande dokument

Ett flertal riktlinjer styr arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till planområdet.

#### 2.1.1 Fördröjningsbehov och anvisningar

Behovet av fördröjning redovisas i Vaggeryd kommuns dagvattenstrategier. Där listas följande punkter gällande fördröjning av dagvatten:

- Dagvatten ska tas omhand så nära källan som möjligt.
- Genom att förebyggande arbete ta hänsyn till framtida klimatförändringar för att minimera effekterna av översvämningar.
- Dagvattensystemet är utformat så att skadlig uppdamning undviks vid kraftiga regn.
- Avledning av dagvatten ska inte påverka den naturliga grundvattenbildningen.

Fördröjningsbehovet har satts till att planområdet ska fördröja flödena från ett framtida 20-årsregn, med klimatfaktor 1,25, till flödena för naturlig markavrinning. Den specifika naturmarksavrinningen hämtas från Svenskt Vatten, publikation P110, figur 4.4. Avrinningen motsvarar en genomsnittlig skogs-/åkermark inom ett nederbördsrikt område i sydvästra Sverige. Flödet för naturlig markavrinning beräknas utan klimatfaktor.

För dimensionerande regn (20-årsregn) har klimatfaktor 1,25 ansetts rimlig. Detta eftersom Svenskt Vattens publikationer P104 (2011) och P110 (2016) rekommenderar användning av regnstatistik enligt Dahlström (2010) vid dimensionering och analys av dagvattensystem. Med hänsyn till klimatförändringar rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn kortare än en timme och minst 1,20 för längre regn.

### 2.1.2 Riktvärden och reningskrav

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på vattendrag har Vaggeryds kommun rekommenderat att dagvattnet ska renas så att miljö kvalitetsnormer uppnås. Bedömningen av den erforderliga reningen görs utifrån recipientens känslighet mot föroreningar, miljö kvalitetsnormer (MKN) och vattenförekomstens klassning i Vatteninformation Sverige (VISS).

Utöver detta så gäller enligt Vaggeryd kommuns dagvattenstrategi att:

- Tillförsel av föroreningar till dagvattensystem begränsas.
- Minimera påverkan från dagvatten i recipienten.
- Dagvatten nyttjas som en positiv resurs i samhällsbyggandet till exempel genom att olika ekosystemtjänster ska beaktas.

### 2.1.3 Skyfallssäkring och klimatanpassning

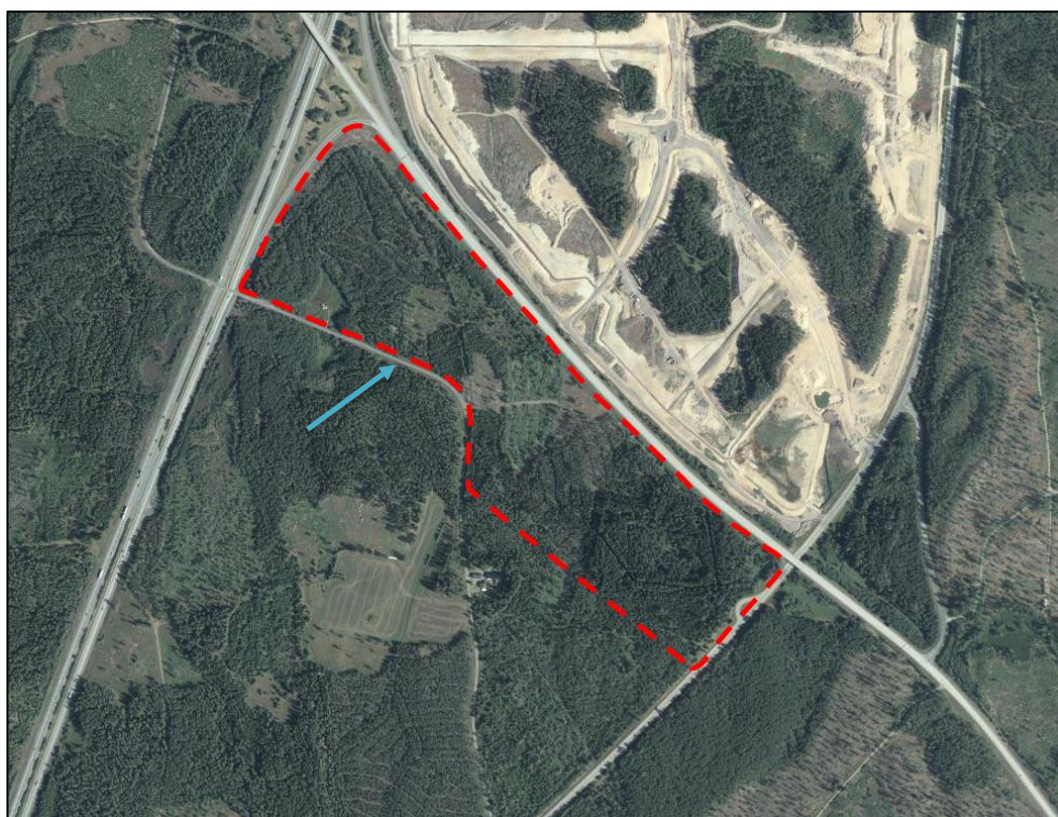
Skyfall är regnhändelser som är större än det regn för vilket dagvattensystemet är dimensionerat för (d.v.s. 20 år i detta fall, se kapitel 6. *Flödesberäkningar*). Skyfall avleds inte i dagvattensystem utan kräver i första hand åtgärder på markytan. Att hantera skyfall handlar om att på ett kontrollerat sätt avleda vatten till en förutbestämd plats så att konsekvenserna av skyfallet blir så små som möjligt. Exempel på skyfallsåtgärder kan vara höjdsättning av mark, fördröjning, säkra avledning svägar på ytan genom styrning av vatten exempelvis med vägbulor och kantstenar. Enligt Jönköpings läns regionala förutsättningar rekommenderas en klimatfaktor på 1,4 vid bedömning av översvämning risk vid ett 100-årsregn.

### 3 Förutsättningar

Områdets förutsättningar med avseende på bland annat geoteknik och topografi beskrivs översiktligt. I dagsläget består planområdet av skogsmark.

#### 3.1 Orientering och områdesbeskrivning

Planområdet Stigamo är beläget norr om Vaggeryd, söder avfarten mot Hok, se Figur 1. Området gränsar till E4:an i väster, väg 30 i norr, väg 846 i öster och enskild väg + skogsområde i söder. Trafikverket är väghållare för aktuella vägar (undantag enskild väg). Storleken på planområdet är drygt 30 ha.

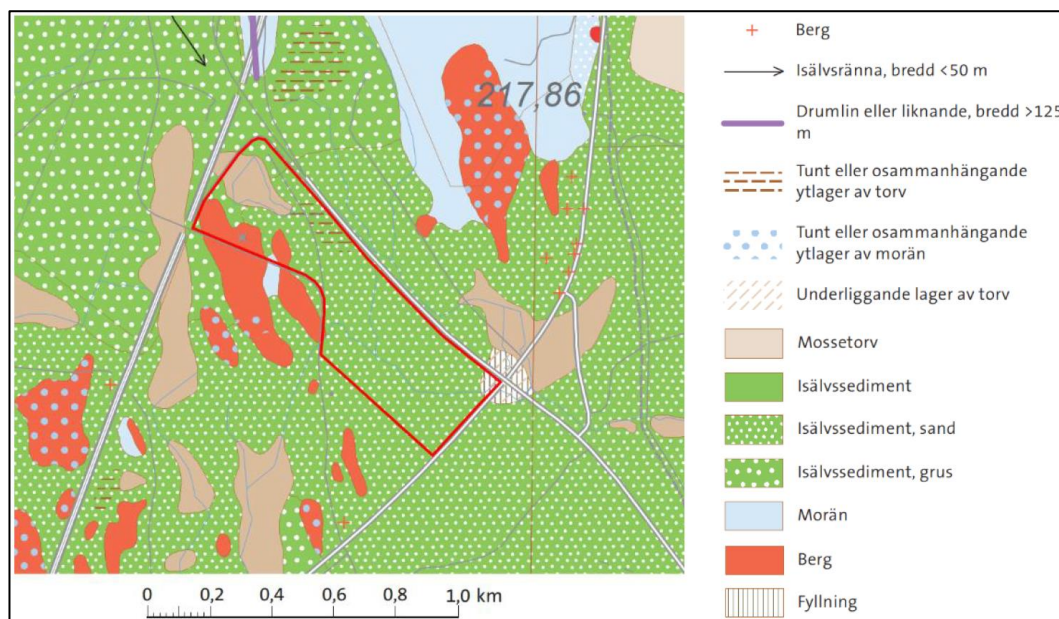


Figur 1. Planområdets placering i Stigamo (Scalgo, 2021). Enskild väg utpekad med blå pil.

#### 3.2 Geotekniska och marktekniska förhållanden

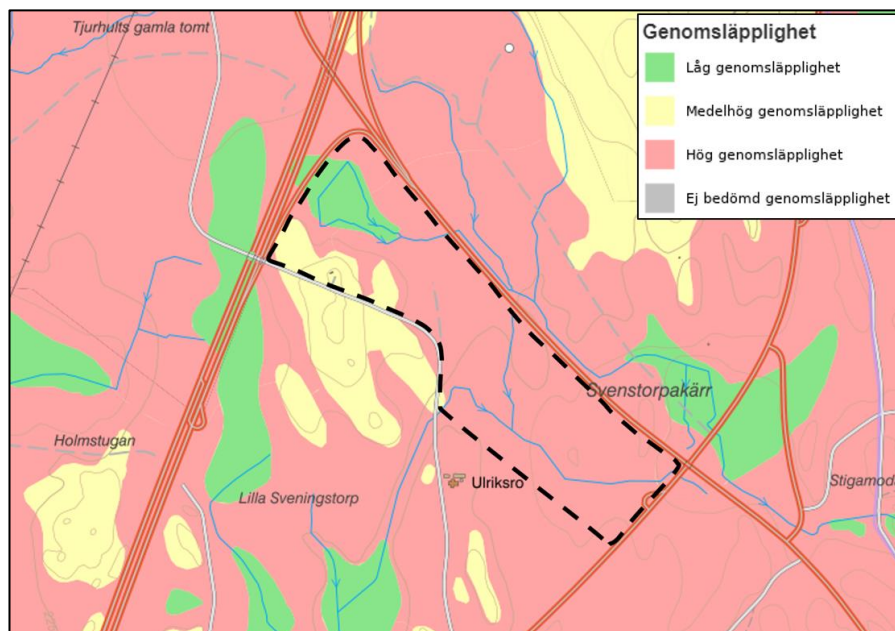
Jordartskartan från Sveriges geologiska undersökning (SGU) visar att planområdet utgörs i huvudsak av isälvssediment i form av sand, med ytlig torv förekommande ställvis, ovan morän på berg. I planområdets sydvästra del förekommer berg i dagen.





Figur 2. SGU jordartskarta (erhållet från SGU kartgenerator 2021-08-30).

Inom området har geotekniska undersökningar utförts (se Markteknisk undersökningsrapport Tokarp 1, 2021-11-05). De geotekniska undersökningarna har visat på att grundvattennivån varierar mellan 0,6 – 3,7 meter under befintlig marknivå. I och med jordmänen i planområdet och avståndet till grundvattnet bedöms infiltrationskapaciteten vara god. Detta bekräftas i Figur 3. Dock har det identifierats risk för att grundvattennivån trycks upp i planområdets östra delar vid mer extrema regn.

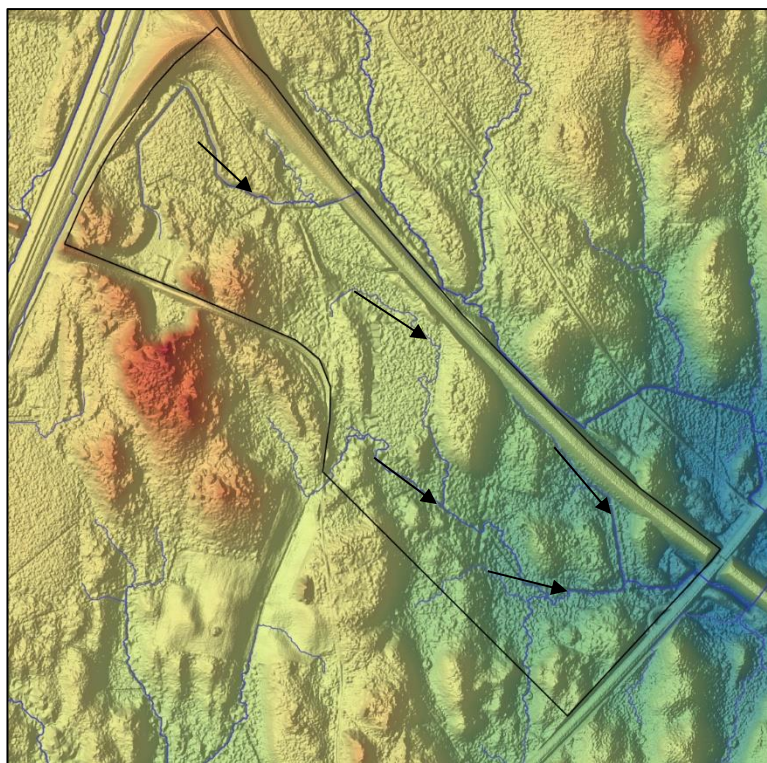


Figur 3. Genomsläppligheten inom och i anslutning till planområdet (SGU, 2021).



### 3.3 Topografi och avrinningsområden

Planområdet har en vattendelare i dess västra, södra och norra gräns. Detta gör att tillkommande dagvatten till planområdet från omkringliggande mark är mycket lågt och därmed försumbart. Hela planområdet lutar åt öster, och det är ditåt dagvattnet rinner, se Figur 4.



Figur 4. Topografi och befintlig riktning av ytligt dagvattenflöde inom och i angränsning till planområdet. Svarta pilar visar flödesriktning. Planområdets gräns är markerat med svart (Scalgo, 2021).

Planområdet är relativt platt och har en höjdskillnad på cirka 15 meter mellan dess västra och östra gräns. De västra delarna har en markhöjd på ungefär +230 m och de östra delarna har en markhöjd på ungefär +215 m.

### 3.4 Befintligt dagvattennät och hantering

Det finns inget allmänt dagvattennät inom eller i anslutning till planområdets avrinningsområden.

Nedströms planområdets avrinningsområde korsar en trumma väg 846 och avleder dagvattnet från planområdet. Dimensionen på trumman var inte känd i utredningskedet. Det finns även en trumma nedströms planområdet som leder dagvattnet under väg 30 och vidare mot recipient.

Det finns ytterligare en trumma under väg 30, vilken korsar vägen cirka 300 meter från avfarten/påfarten till E4:an. Denna trumma avleder främst vägdagvatten. Placering av aktuella trummor redovisas i Figur 5.



Figur 5. Placering, inklusive strömningsriktning, av planområdets anslutande trummor.

### 3.5 Befintliga diken och markavvattningsföretag

Längs med planområdets norra gräns går ett dike som avvattnar väg 30. Uppgifter om exakt streckning av dike saknades vid utredningsskedet.

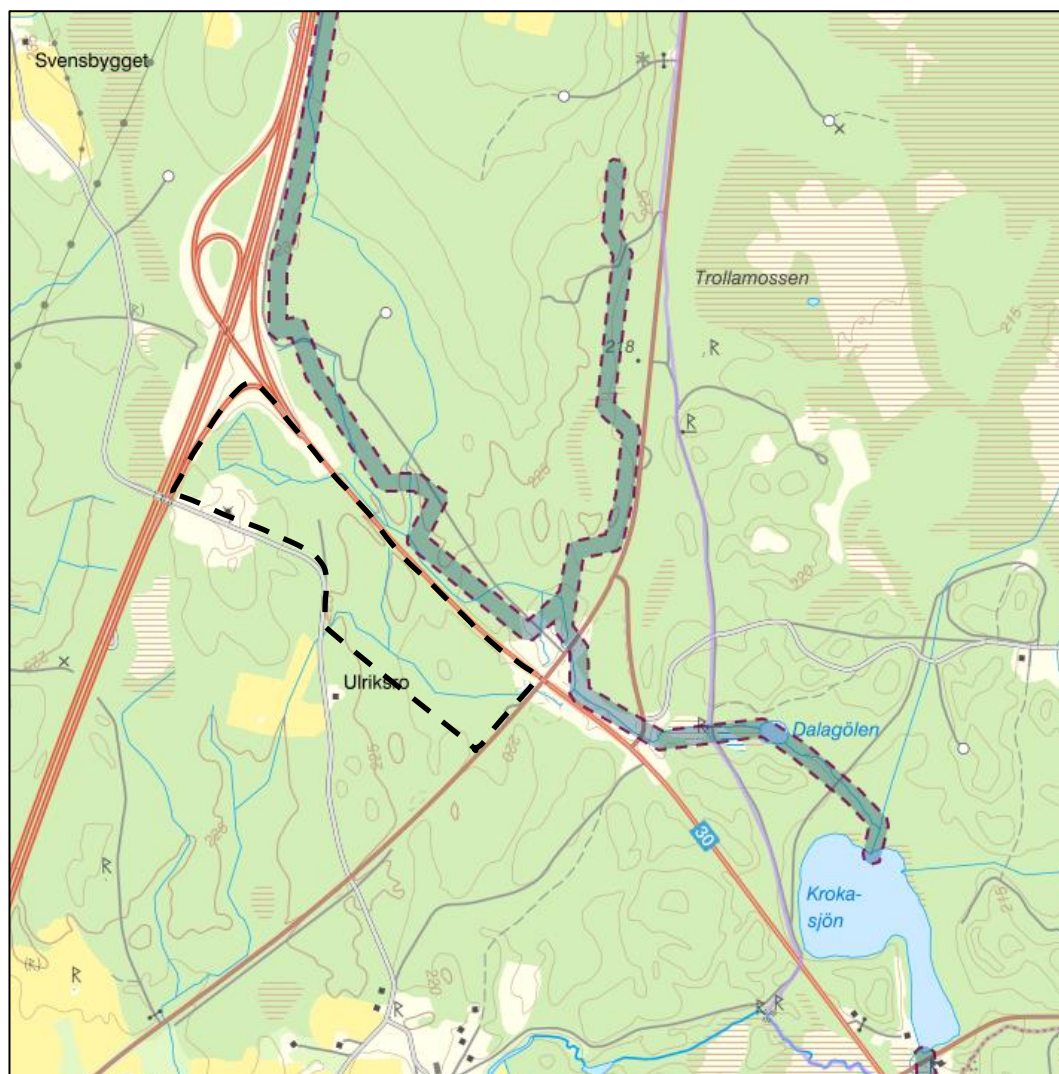
Längs med planområdets östra gräns går ett dike som samlar upp dagvattnet från planområdet, samt från väg 846, se Figur 6.





Figur 6. Uppsamlade dike vid planområdets östra gräns.

Strax norr om planområdet går ett markavvattningsföretag, *Stigamo nya markavvattningsföretag 2014*. Detta upprättades för avvattning av Norra Stigamo i samband med industriområdet, se Figur 7. Utloppet från planområdet leds in i markavvattningsföretaget och ger förutsättningarna att dagvattenflöden ska fördröjas ned till naturmarksflöden. Detta eftersom flödesförutsättningarna i avvattningsföretaget inte förändras.



Figur 7. Utbredning av markavvattningsföretaget "Stigamo nya markavvattningsföretag 2014".

### 3.6 Planerad exploatering

Planerad exploatering innebär byggnader för lager, logistik och industri. Exploateringsgraden för planområdet bedöms gå upp mot 100 %.

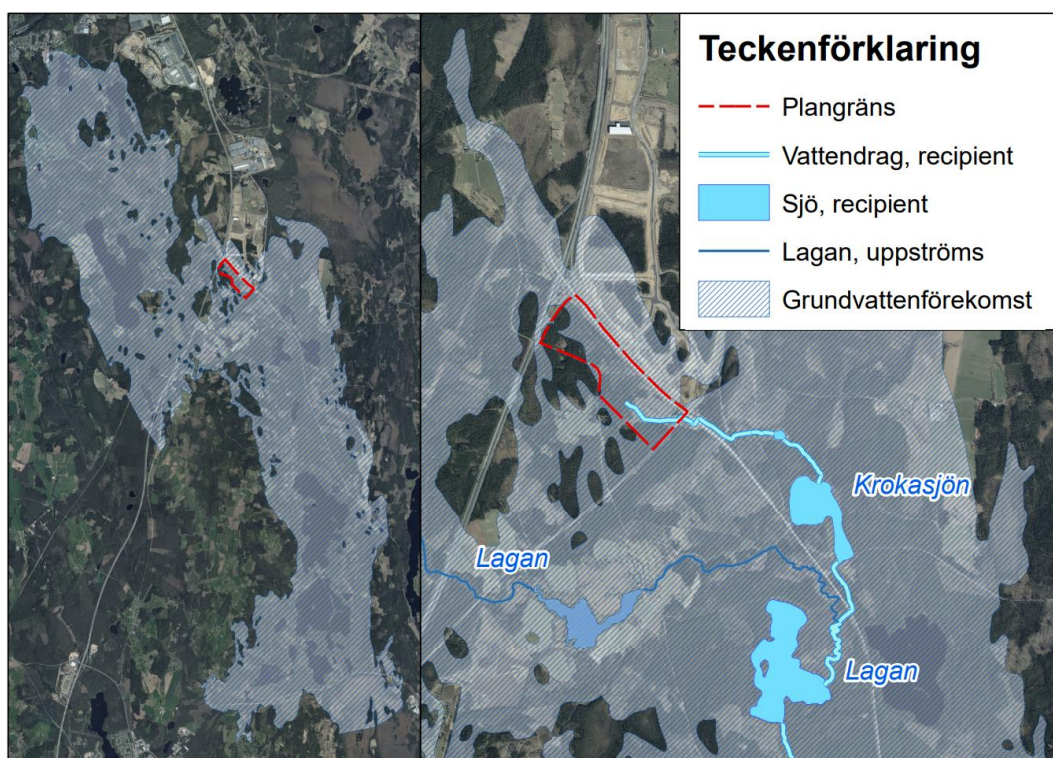
Längs med väg 30 ska det vara en obebyggd zon på 30 m där inga byggnader får uppföras.



## 4 Recipient och MKN

Ytvattnets tillstånd klassificeras enligt EU:s vattendirektiv (2000/60/EG) med avseende på ekologisk status och kemisk ytvattenstatus. Miljökvalitetsnormer (MKN) ska uppnås i varje vattenförekomst. Vattenförekomsternas status klassificeras utifrån kvalitetsfaktorer i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19).

Området har två ytvattenrecipienter, Krokasjön och Lagan, samt en grundvattenrecipient, Vaggeryd – Taberg, se Figur 8.



Figur 8. Planområdet i förhållande till samtliga recipienter.

### 4.1 Krokasjön

Markavvattningsföretaget rinner in i Krokasjön. Den är inte klassad i VISS och saknar MKN. Krokasjön rinner vidare mot Lagan.

### 4.2 Lagan (WA89058738)

Lagan är klassad som ett vattendrag och är 244 km lång. Vatteninformation Sverige (VISS) har delat in Lagan i flera sektioner och den som ligger i planområdets avrinningsområde ligger mellan Fängen och Eckern (WA89058738). Denna del är 9 km lång. Recipientens status och MKN redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för vattenförekomsten Månstadsån enligt VISS (2021-10-04).

	Status	Miljö kvalitetsnorm (MKN)
Ekologisk status	Måttlig	God ekologisk status 2021
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Med undantag för de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter.

Den ekologiska statusen för Lagan för aktuell sektion har bedömts som måttlig. Bedömningen baseras på att vattenförekomsten är påverkad av konnektivitetsförändringar, morfologiska förändringar och flödesförändringar, vilket bedöms ha effekt på vattenlevande organismers status.

Anledningen till att Lagan inte bedöms uppnå god kemisk status beror på att halten kvicksilver och bromerade difenyleter överskrider sin miljö kvalitetsnorm. Halten kvicksilver och bromerade difenyleter bedöms vara för hög i alla ytvattenförekomster i hela Sverige och den främsta anledningen till detta är atmosfäriskt luftnedfall.

#### 4.3 Grundvattenförekomst Vaggeryd - Taberg (WA26502178)

Delar av planområdet ligger ovanpå grundvattenförekomsten Vaggeryd - Taberg (WA26502178). Aktuell grundvattenförekomst är inte skyddad enligt vattendirektivet, men åtgärder för att inte försämrade dess MKN ska tas.

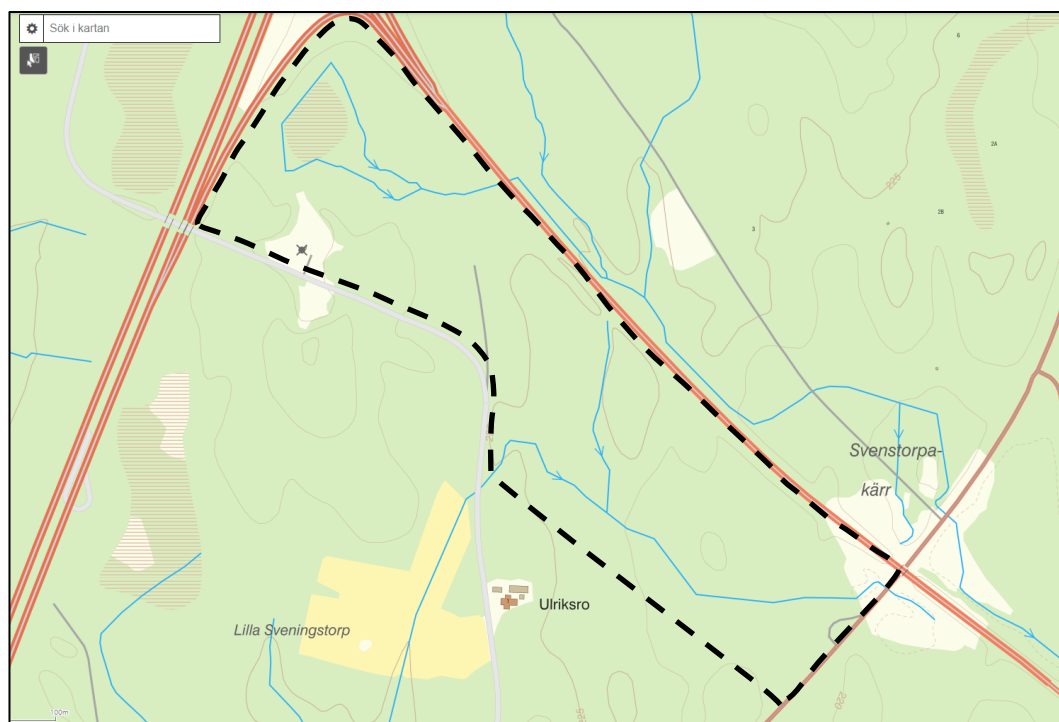
Tabell 2. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för grundvattenförekomsten Vaggeryd - Taberg enligt VISS (2021-10-04).

	Status	Miljö kvalitetsnorm (MKN)
Kemisk status	God	God kemisk grundvattenstatus
Kvantitativ status	God	God kvantitativ status

#### 4.4 Övriga mindre vattendrag/diken

Det har identifierats mindre vattendrag/diken inne i planområdet. De är dock inte klassade enligt VISS och vid fältbesök bedömdes de till dike.





Figur 9. Redovisning av utbredning av aktuella vattendrag/diken inom planområdet. Vid exploatering kring dessa kan det bli aktuellt med anmälan om vattenverksamhet.

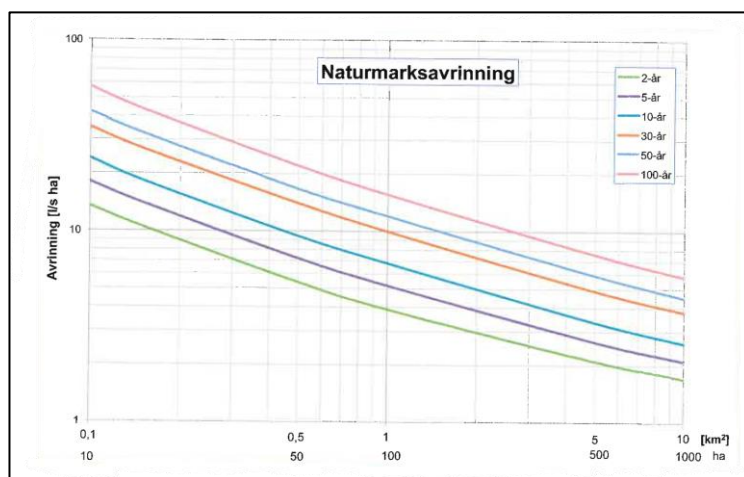
#### 4.5 Renings- och fördröjningsbehov

Statusbedömningen från Vatteninformation Sverige (VISS) visar att recipienterna inte är påverkade av prioriterade ämnen, bortsett från kvicksilver och bromerade difenyleter. Lagan påverkas negativt av flödesförändringar vilket understryker vikten av att ökade dagvattenflöden orsakade av exploateringen behöver fördröjas.

För grundvattenreservoaren bör dagvattnet renas innan det ges möjlighet att infiltrera, för att minska risken att förorena grundvattnet.

## 5 Flödesberäkningar

Enligt anvisningar från Vaggeryds kommun beräknas planområdets dimensionerande flöden för ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25. Framtida flöden ska fördröjas till det av befintlig naturmarksavrinning. För ett avrinningsområde på 30 ha hämtas från figur 4.4 i Svenskt Vatten P110 en naturmarksavrinning på 15 l/(s·ha), se Figur 10.



Figur 10. Specifik naturmarksavrinning från olika stora områden (Svenskt Vatten P110, 2016).

Dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (21.3.3) har använts för att beräkna dagvattenflöden från området. Genom nederbördsdata och rationella metoden enligt Dahlström 2010 (Svenskt vatten P110) beräknar modellen dimensionerande flöden utifrån angivna avrinningsområden, återkomsttider, avrinningskoefficienter etc.

För analys av avrinningsområden, lågpunkter och flödesvägar har SCALGO Live använts.

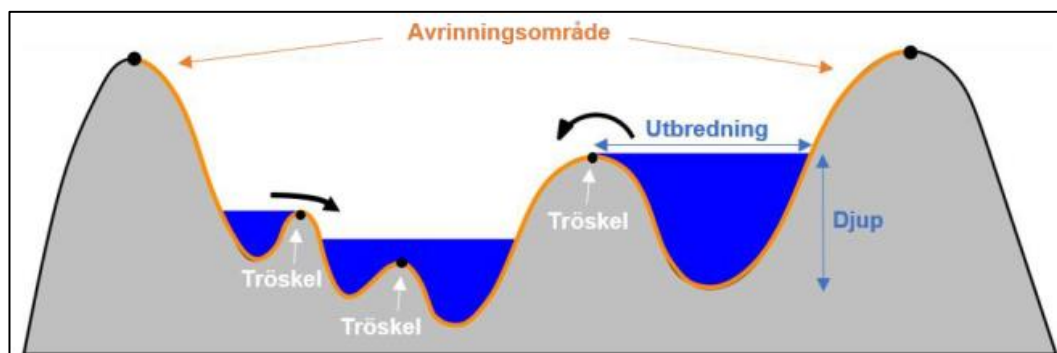
### 5.1.1 Motivering till val av klimatfaktor

Enligt Jönköpings läns regionala förutsättningar rekommenderas en klimatfaktor på 1,4 vid bedömning av översvämningsrisk vid ett 100-årsregn. För dimensionerande regn (20-årsregn) har klimatfaktor 1,25 ansetts rimlig. Detta eftersom Svenskt Vattens publikationer P104 (2011) och P110 (2016) rekommenderar användning av regnstatistik enligt Dahlström (2010) vid dimensionering och analys av dagvattensystem. Med hänsyn till klimatförändringar rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn kortare än en timme och minst 1,20 för längre regn. Dessa klimatfaktorer gäller för anläggningar som förväntas vara i drift vid slutet av detta århundrade.

## 5.2 Analys via SCALGO Live

Skyfallsanalys med hjälp av SCALGO Live innebär en analys av lågpunkter och rinnvägar. SCALGO Live är ett GIS-baserat beräkningsverktyg som bygger på analys av terrängdata. Modellen beräknar hur vatten inställer sig i lågpunkter i terrängen när terrängen belastas med en viss volym vatten, se Figur 11. Om tillräckligt mycket vatten rinner till en lågpunkt så att den fylls upp kommer vattnet rinna över dess tröskel och vidare till nästa lågpunkt. Om den vattenvolym som rinner genom terrängen inte är tillräcklig för fylla upp en lågpunkt kommer inget vatten att rinna över tröskeln och vidare till nästa lågpunkt nedströms, se Figur 11.

SCALGO Live är ett statiskt (tidsoberoende) beräkningsverktyg. När modellen belastas med en viss volym vatten kommer denna volym omedelbart inställa sig i terrängens lågpunkter. Modellen tar inte hänsyn till det hydrodynamiska förloppet från att regnet faller på marken tills dess att vattnet når en lågpunkt. Detta innebär att modellen inte kan identifiera effekter av tröghet i systemet. Modellen tar inte heller hänsyn till befintliga dagvattenledningar, dvs man modellerar vattnet på ytan när dagvattensystemet redan går fullt.



Figur 11. Visualisering av beräkningsmetodiken i Scalgo.

## 5.3 Markanvändning före och efter exploatering

Befintligt planområde utgörs av 30 ha naturmark. Planerad markanvändning för planområdet är logistiklokaler. Längs med väg 30 ska det vara en zon på 30 m som ej får bebyggas, dock får asfaltsytor utformas inom denna zon. De schabloner som har använts för flödesberäkningen för att återspegla framtida utformningen så korrekt som möjligt (Tabell 3).

Tabell 3. Befintlig och framtida markanvändning för planområdet.

Situation	Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient
Befintlig	Skogsmark	30	0,1
Framtida	Takyta	20	0,9
	Asfaltsyta	7	0,8

	Parkering	0,3	0,8
	Gräsyta	2,7	0,05

#### 5.4 Dimensionerande rinntid

En bedömning av genomsnittlig vattenhastighet inom planområdet har gjorts utifrån angivna hastigheter i Svenskt Vatten P110 (2016). Områdets dimensionerande rinnhastighet för befintligt område bedöms vara 0,1 m/s och 0,5 m/s, då det är avrinning på bevuxen markyta, samt vägdike. Beräknad rinntid för befintligt område är 100 minuter.

I utredningsskedet var utformningen av dagvattensystemet efter exploatering inte fastställd. Avledning kommer att ske delvis via diken men troligen även i ledningar. För planerat område bedöms den dimensionerade rinnhastigheten bli 40 minuter.

$$t_c = \left( \frac{L_1}{v_1} + \frac{L_2}{v_2} + \frac{L_3}{v_3} + \dots \right) / 60$$

$t_c$  = Dimensionerande rinntid ( $\geq 10$ )(min)

$L$  = Rinnsträcka (m)

$v$  = Vattenhastighet, medel (m/s)

#### 5.5 Dimensionerande nederbörds mängd

För föroreningsberäkningarna används årsmedelnederbörden för området. Data för årsmedelnederbörden är hämtat från SMHI, där den närmaste aktiva mätstationen Jönköpings flygplats (stationsnummer 74460). Den har varit aktiv sedan 1962. Uppmätt årsmedelnederbörd för perioden 1991 – 2020 är 718 mm/år och korrigerat värde är 790 mm/år. Anledningen till att nederbördsvärdet korrigeras är på grund av den felmarginal som uppstår vid inmätningen. Korrigeringen sker för att komma närmare den faktiska nederbörds mängden.

#### 5.6 Dimensionerande regnintensitet

Dimensionerande regnintensitet har beräknats för ett 20-årsregn med varaktigheten 40 minuter, se Tabell 4. Beräknad regnintensitet är utan klimatfaktor.

$$I = \alpha \times (12 \times \tau)^{1/3} \times \frac{\ln(t_r)}{t_r^k} + 2$$

$I$  = Regnintensitet (l/(s × ha))

$\alpha$  = Regressionskonstant (väljs till 190 för Sverige)

$\tau$  = Återkomsttid (år)

$t_r$  = Regnvaraktighet (min)

$k$  = Exponent (0,98)

Tabell 4. Dimensionerande regnintensitet (exkl. Klimatfaktor).

Återkomsttid	Regnintensitet [exkl. klimatfaktor]
20 år	120 l/s*ha

## 5.7 Dimensionerande flöden

Dimensionerande flöden för planerad markanvändning i planområdet har beräknats för ett 20-årsregn. Se dimensionerande flöden i Tabell 5. Enligt rekommendation från Svenskt Vatten P110 har en klimataktor på 1,25 använts för att beräkna det dimensionerande flödet för planerad markanvändning.

$$Q_{dim} = f_c \times I \times \varphi_a \times A_d$$

$Q_{dim}$  = Dimensionerande flöde (l/s)

$f_c$  = Klimatfaktor

$I$  = Regnintensitet

$\varphi_a$  = Dimensionerande avrinningskoefficient

$A_d$  = Dimensionerande avrinningsyta (ha)

Tabell 5. Flöden från planområdet vid befintlig naturmark och efter planerad exploatering. \*Inklusive klimatfaktor 1,25.

Situation	Dimensionerande flöde
Naturmarksavrinning	450 l/s
Framtida 20-årsregn*	3 800 l/s

## 5.8 Erforderlig fördröjningsvolym

Med flödes- och magasinvolymberäkningar enligt rationella metoden (se Svenskt Vatten P110), utan reducerad flödesfaktor, erhålls en magasineringsvolym på ca 7 800 m<sup>3</sup> för att fördröja 3 800 l/s till 450 l/s, se Tabell 6.

Detta är räknat med en regnvaraktighet på 2 timmar. Aktuell varaktighet har valts eftersom den ger upphov till störst volymbehov.

Tabell 6. Erforderlig fördröjningsvolym för planområdet.

Återkomsttid	Erforderlig fördröjningsvolym [inkl. klimatfaktor]
20 år	7 800 m <sup>3</sup>



## 6 Föroreningar i dagvatten - belastningsberäkningar

Belastningen av föroreningar i dagvattnet som planområdet genererar i dagsläget samt efter planerade åtgärder utan och med föreslagna dagvattenhanteringssystem har beräknats med verktyget StormTac (v21.3.3), där beräknade föroreningshalter utgår från schabloner för hur stor föroreningsbelastningen en viss typ av markanvändning kan ha.

Det sker en stor ökning av alla undersökta föroreningstyper efter planerad exploatering för planområdet, se Tabell 7. Detta är en naturlig följd av att naturmark byggs om till industriområde. För att inte riskera att planområdets recipienters vattenkvalitet försämras krävs att dagvattnet renas innan det leds ut från planområdet.

Tabell 7. Föroreningsbelastningen från planområdet för befintlig och framtida situation med erhållen ökning i årlig föroreningsmängd.

Ämne	Befintlig föroreningstransport (kg/år)	Framtida föroreningstransport, innan rening (kg/år)	Ökning (%)
Fosfor (P)	1,4	29	2000
Kväve (N)	27	280	940
Bly (Pb)	0,23	0,58	150
Koppar (Cu)	0,42	2,2	420
Zink (Zn)	1,1	5,4	390
Kadmium (Cd)	0,0082	0,13	1500
Krom (Cr)	0,16	0,93	480
Nickel (Ni)	0,25	0,87	250
Kvicksilver (Hg)	0,00057	0,0029	410
Olja	7,2	37	410
Suspenderat substans (SS)	1 300	4300	230
Benso(a)pyren (BaP)	0,001	0,0028	180

## 6.1 Föroreningsbelastning recipient - Scenario

Planområdets framtida föroreningspåverkan på vattenförekomsten Lagan bedöms utifrån ett scenario där vattnet inte genomgår ytterligare rening från planområdet. Scenariot är valt för att se vilken haltökning det blir i Lagan utifrån ett "worst case"-scenario.

Utredningen bedöms som konservativ då markförhållandena för infiltration bedöms som goda samt att vattnet går via dike till Dalagölen, vidare till Krokasjön, och därefter via bäck till Lagan som är en klassificerad vattenförekomst.

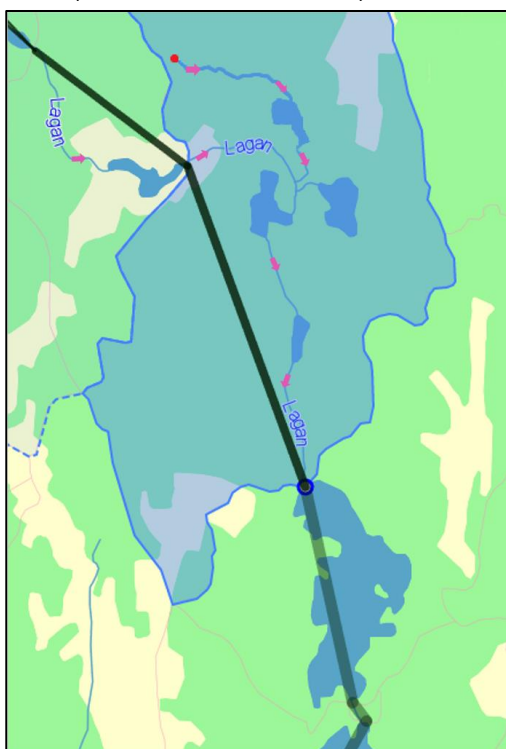
## 6.2 Bedömning av påverkan på recipient

Utredningsområdets framtida påverkan på vattenförekomsten Lagan: Fänge – Eckern (WA89058738) har bedömts genom att beräkna utredningsområdets haltbidrag till vattenförekomsten, som sedan har jämförts mot gällande miljökvalitetsnormer (MKN).

Utredningsområdets haltbidrag till Lagan har beräknats genom följande formel:

$$\text{Haltbidrag} = ((\text{Utredningsområdets koncentration i utsläppsvatten} \times (\text{Flöde ut från utredningsområdet})) / (\text{Flöde i Lagan}))$$

Föroreningskoncentrationen i dagvattnet som används i beräkningen är från StormTac som redovisas i Tabell 7. Föroreningsbelastningen från planområdet för befintlig och framtida situation med erhållen ökning i årlig föroreningsmängd. Flödets medelhalt i Lagan är framtagen från SMHI vattenwebb (Flödesstatistik 1981–2010) vid en sträcka i Lagan från sjön Dammen ner till sjön



Fängen, se

Figur 12. Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd prick och vattenriktning är markerad med lila pil.

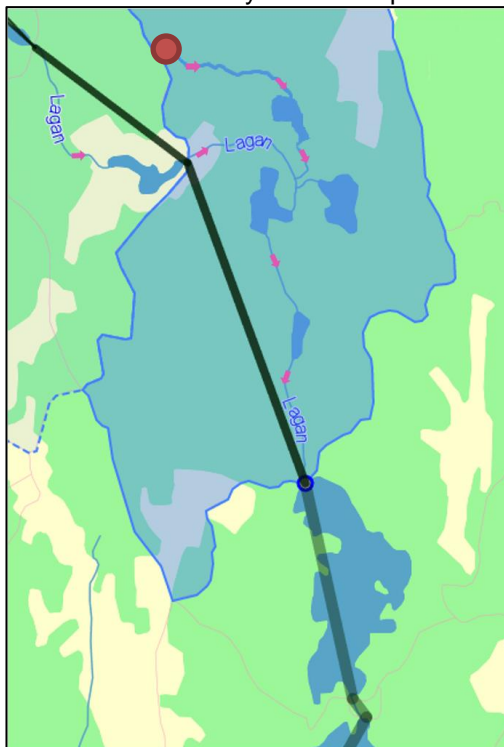
Vid höga haltbidrag (när haltbidraget överskrider 5% av MKN) beräknas det akvatiska fotavtrycket där mängden av respektive parameter jämförs mot flödet i vattendraget.

Medelvattenflödet (MQ) i Lagan där tillrinningen från planområdet sker har bedömts vara 0,77 m<sup>3</sup>/s.

Det akvatiska fotavtrycket (m<sup>3</sup>/s) beräknas enligt formeln:

$$\text{Akvatiskt fotavtryck} = 0,032 \times \text{mängd förorening (kg/år)}/\text{MKN } (\mu\text{g/l})$$

Det akvatiska fotavtrycket för respektive ämne jämförs sedan mot diagrammet i Figur 13.



Figur 12. Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd cirkel.

Det beräknade haltbidraget har jämförts med gränsvärde/ bedömningsgrunder för ekologisk och kemisk status från HVMFS 2019:25.

### 6.3 Resultat

Resultatet från beräkningen av haltbidraget från planområdets framtida etablering till Lagan redovisas i Tabell 8 tillsammans med aktuella miljökvalitetsnormer; bedömningsgrunder för särskilda förorenade ämnen (SFÄ) och gränsvärden för kemisk ytvattenstatus.

Beräknade haltbidraget varierar mycket i storleksordning, mellan ca 0,01–0,1 µg/l, men även upp till 11 µg/l för kväve (N). I jämförelsen mot MKN har även haltbidragens andel av MKN beräknats i % där man tydligare ser påverkan av föroreningar dagvattnet jämfört med nuvarande markanvändning och planerad användning i planområdet. Det är några ämnen som överskrider 5 % av det beräknade haltbidragets andel av miljökvalitetsnormer, men då har man i denna beräkning inte tagit hänsyn till den naturliga reningen på vägen till Lagan. Att uppta 5 % av en MKN kan bedömas vara rimligt för en punktkälla.

Det finns ingen bedömningsgrund eller något gränsvärde för totalkväve i sötvatten i HVMFS 2019:25. Ammoniakhalt beräknas enligt HVMFS 2019:25 utifrån uppmätt ammoniumhalt, pH-värde och temperatur. Allt kväve i dagvattnet antogs utgöras av ammonium eftersom data för ammoniumhalt i dagvattnet saknades.

För fosfor baseras vattenförekomstens status på uppströms och nedströms liggande vattenförekomster. För nedströms liggande vattenförekomst (Fängen, WA69186801) är den observerade halten totalfosfor 8 µg/l vilket motsvarar hög status. Vid beaktande av bakgrundhalten får halten fosfor inte överskrida 25 µg/l i vattenförekomsten om miljökvalitetsnormen ska kunna uppnås. Haltbidragets andel av MKN för fosfor beräknas till 4,8 % enligt Tabell 8 nedan.

*Tabell 8. Resultat vid beräkning av verksamhetens haltbidrag till recipienten baserat på riktvärden för utsläpp i vatten i scenariot utan något reningssteg mer än svackdiken. Haltbidraget jämförs med*

miljökvalitetsnormer och observerad halt i befintlig transport och framtida transport av dagvatten från planområdet.

Ämne	Befintlig föroreningstransport (µg/l)	Framtida m. endast dike (µg/l)	Haltökning (µg/l)	Haltbidragets andel av MKN (%)	Gränsvärden/bedömningsgrund (µg/l)
Fosfor (P)	16	140	1,218	4,8	25
Kväve (N)*	310	1300	11,312	-	-
Ammoniak (NH <sub>3</sub> -N)	2,34	9,82	0,085	8,5	1
Bly (Pb)	2.6	2,8	0,024	2	1,2
Koppar (Cu)	4.7	11	0,096	19	0,5
Zink (Zn)	12	26	0,226	4,1	5,5
Kadmium (Cd)	0,092	0,61	0,005	6,6	0,08
Krom (Cr)	1.8	4,4	0,038	1	3,4
Nickel (Ni)	2.8	4,1	0,036	0,8	4
Kvicksilver (Hg)	0,0064	0,014	0,000	0,2	0,07
Suspenderat substans (SS)	14 000	20 000	174,026	-	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,0046	0,013	0,0001	66,5	0,00017

\* Antaget att allt kväve i vattnet är i form av ammonium

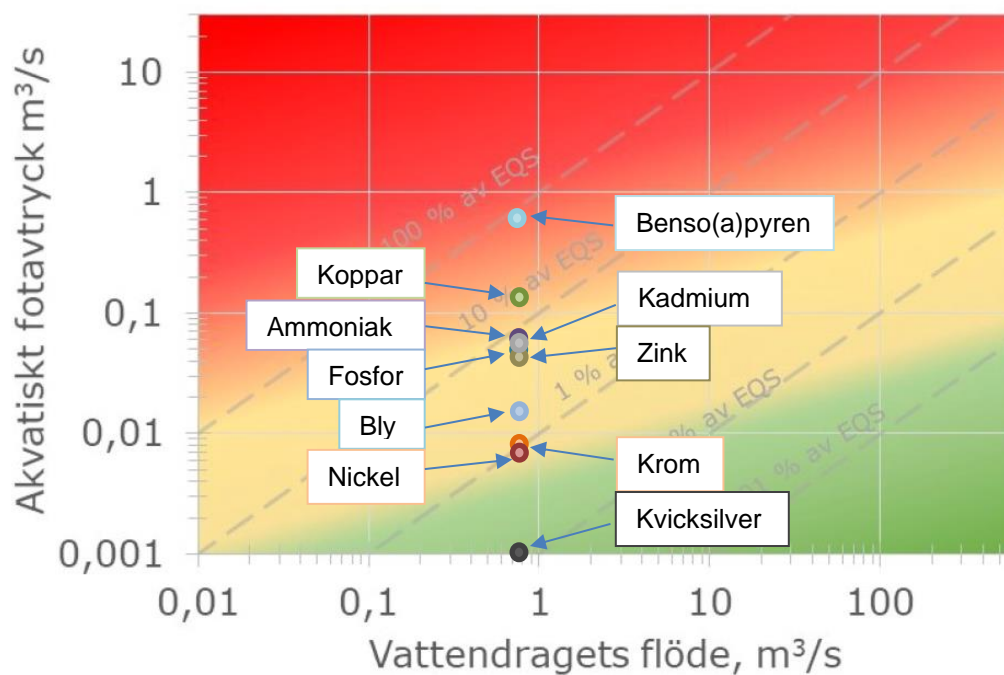
Benso(a)pyren (BaP) har ett större haltbidrag än övriga ämnen, 66,5 %. På grund av det höga haltbidraget så har det akvatiska fotavtrycket beräknats för samtliga ämnen för att kontrollera om haltbidraget är betydande, se tabell 9. Beräkningen är baserad på flödet från vattenförekomsten, inte för den dikesväg den transporterar från planområdet till Lagan där vattnet under tiden rinner genom svackdiken och Krokarsjön.

Tabell 9. Akvatiskt fotavtryck av alla ämnen i dagvattnet från planområdet till Lagan, nuläge (befintlig transport) och framtida beräknad transport.

Ämne	Akvatiska fotavtryck (befintlig transport) (m <sup>3</sup> /s)	Akvatiska fotavtryck (framtida transport) (m <sup>3</sup> /s)
Fosfor	0,002	0,04
Ammoniak	0,016	0,066
Bly (Pb)	0,006	0,015
Koppar (Cu)	0,0027	0,14
Zink (Zn)	0,006	0,031
Kadmium (Cd)	0,003	0,052
Krom (Cr)	0,0002	0,009
Nickel (Ni)	0,002	0,007
Kvicksilver (Hg)	0,0003	0,001
Benso(a)pyren (BaP)	0,02	0,53

Det största akvatiska fotavtrycket från planområdet (utan föreslagna reningsanläggningar) sker från Benso(a)pyren och belastningen bedöms som hög, se Figur 13. Koppar, ammoniak och kadmium, som även de har ett relativt högt haltbidrag, uppvisar måttlig belastning. Reningssteg bör anläggas för att inte medföra negativ påverkan på recipienten.





Figur 13. Diagram över det akvatiska fotavtrycket jämfört med vattendragets flöde. Grön färg indikerar låg belastning, gul färg måttlig belastning medan röd färg indikerar hög belastning. Källa: Statens Geotekniska Institut, 2003.

## 7 Beskrivning och rekommendationer för dagvattenhantering

Med flödes- och magasinvolymberäkningar enligt rationella metoden (se Svenskt Vatten P110), utan reducerad flödesfaktor, erhålls en magasineringsvolym på ca 7 800 m<sup>3</sup> för att fördröja 3 800 l/s till 450 l/s.

### 7.1 Förslag på dagvattenhantering

Nedan följer förslag på dagvattenhantering inom planområdet för att magasinera 7 800 m<sup>3</sup>. På grund av den höga föroreningshalten krävs det fördröjningsåtgärder som har hög reningseffektivitet. Förslaget innebär att dagvattendamm utformas på planområdets östra del. Dammen utformas med hög andel växtlighet för ökad rening. Dagvattnet inom planområdet avleds till dammen via svackdiken. Svackdiken kan med fördel väljas för att på så vis uppnå högre reningsgrad och separation av partiklar innan dagvattnet når dammen.

För att förhindra läckage av föroreningar vid händelse av olycka är det viktigt att utloppen i både svackdike och dagvattendamm har avstängningsmöjligheter.

En detaljerad beskrivning av föreslagen dagvattenlösning redovisas nedan:

### 7.2 Dagvattendamm

En dagvattendamm bidrar med god fördröjning, och vid rätt utformning, en god rening av dagvatten. Genom att magasinera uppemot hela avrinningsvolymen, för att sedan kontrollerat avleda vattnet under en längre tid, möjliggörs rening av dagvattnet genom olika processer där sedimentering av suspenderat sediment (SS), och därmed avskiljning av partikelbundna föroreningar, är den viktigaste.

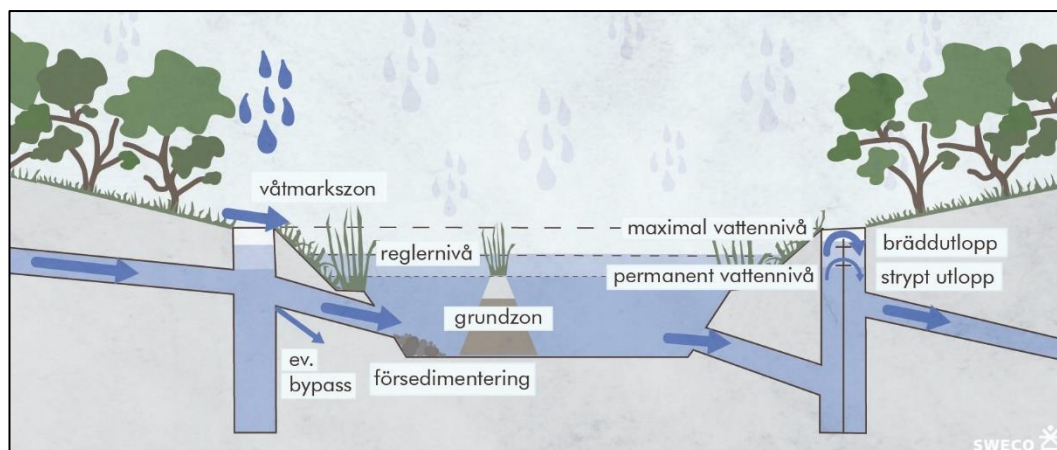
För att öka reningsgraden bör dammen utformas för att öka partiklars möjlighet att sedimentera. Detta innebär att dammen bör ha en så lång uppehållstid som möjligt. Detta kan skapas genom att dammen har ett rekommenderat längd:bredd förhållande (2:1–4:1), samt att placera inlopp och utlopp på dammen så långt ifrån varandra som möjligt. Det bör också se till att dammen är utformad på ett sådant sätt att den hydrauliska effektiviteten ökar, d.v.s. vattenflödet ska fördelas jämnt i dammen och kortslutningar eller ”döda zoner” ska undvikas.

Genom att utforma en mindre försedimenteringsdamm kan grövre sediment fångas, och underhållsbehovet på den större dammen minskas. Det ger även en lägre påfrestning på den större dammens växtlighet. En försedimenteringsdamm som utgör ca 10 % av den totala dammarean rekommenderas (Johnson 2007). Försedimenteringsdammen kan utformas med tät botten för att minimera spridningen av föroreningar till grundvattnet. Separationen mellan försedimenteringsdammen och dagvattendammen kan med fördel utgöras av makadam för att ytterligare öka reningseffekten. I Figur 14 och Figur 15 visas en principskiss och exempelbild av dagvattendamm.

Om dammens botten hamnar under grundvattennivån är det nödvändigt att utforma den med en tät botten för att förhindra uppträngning av grundvatten i dammen.

På grund av risk för resuspension av sediment i dammen vid skyfall bör skyfallsvägar säkerställas så att vatten rinner runt dammen vid flöden som är större än vad dammen är dimensionerad för.

Förslagsvis placeras dagvattendammen nära planområdets uppsläppspunkt av dagvatten i det nordöstra hörnet.



Figur 14. Principskiss över en dagvattendamm (Bild: Sweco).

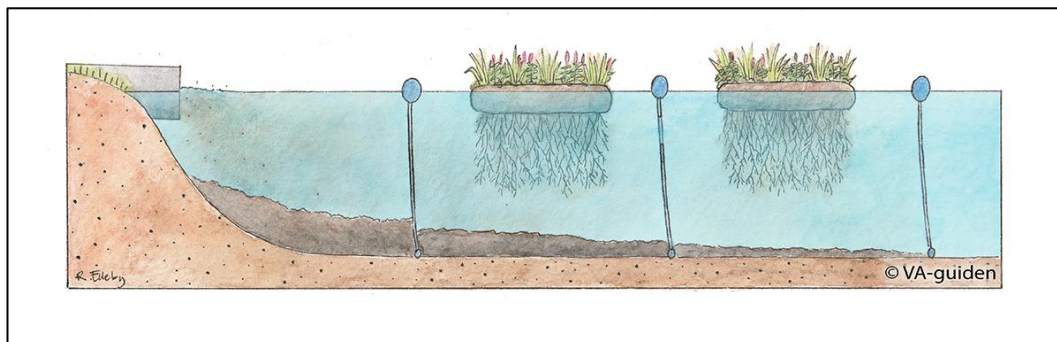


Figur 15. Exempel på dagvattendamm (Foto: Sweco).

### 7.2.1 Flytande våtmarker (möjligt tillägg)

Dagvattendammen kan kompletteras med flytande våtmarker för utökad rening. Flytande våtmarker förbättrar även landskapsbilden och passar väl in i dammar med reningssyfte.

En flytande våtmark är i grunden flytande konstgjorda öar. På ön planteras växter vars rötter hänger ner ungefär 75 cm i vattnet och bildar en rotgardin. Rotgardinen bidrar till att bromsa upp vattenflödet och påskyndar sedimenteringen.



Figur 16. Principskiss på flytande våtmark (Källa: VA-guiden).

## 7.3 Dagvattensystem för avledning av dagvatten

Förslagsvis avleds dagvattnet ytligt inom planområdet. Detta gör både underhåll och installation billigare. Utformas systemet rätt kan det även bidra med rening. Eftersom dagvattnet har höga föroreningsnivåer rekommenderas att den ytliga avledningen sker via svackdiken.

Befintlig trumma under väg 846 behöver ha en kapacitet på minst 450 l/s för att kunna avleda dagvattnet från planområdets dagvattenhanteringssystem. Vid utredningsskedet saknades underlag för att beräkna kapacitet för aktuell ledning. För framtida arbete behöver dess kapacitet identifieras. Identifieras att kapaciteten är för låg rekommenderas en trumma med följande dimensioner. Dimensionerna behöver ses över vid projektering.

Längd: 30 meter

Dimension: 550 mm

Lutning: 8 ‰

Observera att utbyte av trumma kan klassas som vattenverksamhet och därmed kan tillstånd krävas.

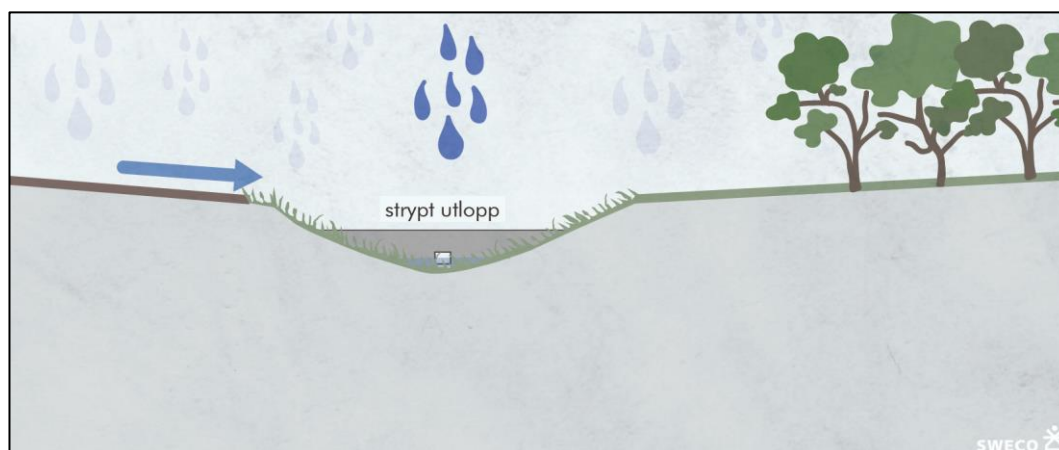
### 7.3.1 Avledning via svackdiken

Svackdiken är flacka diken som har en botten av vegetation, ofta gräs (Figur 17). De kan därmed både fördröja och magasinera vatten vid kraftig nederbörd. För rekommenderad utformning av planområdets dagvattensystem har svackdikena funktionen att avleda dagvatten, samt att rena det. Rening sker främst genom gräsöversilning, där partiklar och



partikelbundna föroreningar fastläggs längs svackdikets gräsbevuxna slänt. Det rekommenderas att svackdikena utformas med tät botten för att minimera risken för infiltration av förorenat dagvatten till grundvattentäkten.

Förslagsvis anläggs svackdiket i den zon längs med väg 30 som ska vara obebyggd.



Figur 17. Schematisk bild över ett svackdike (Sweco).



Figur 18. Exempelbild på svackdike (Foto: Sweco).

#### 7.4 Föreslagen dimensionering för fördröjning och rening

Nedan följer generella dimensioneringsberäkningar för att föreslagen dagvattenanläggning ska kunna magasinera 7 800 m<sup>3</sup>, d.v.s. en magasinvolym enligt beräkning med P110.

Beräkningarna behöver ses över vid projektering. Observera att detta är översiktliga exempelutformningar.

Tabell 10. Exempelutformning på dagvattendamm.

Dagvattendamm	Area, vattenyta (m <sup>2</sup> )	Area, total (m <sup>2</sup> )	Permanent djup (m)	Permanent volym (m <sup>3</sup> )	Reglerhöjd (m)	Reglervolym (m <sup>3</sup> )
	2400	2900	1	1900	0,7	1800

Tabell 11. Exempelutformning på svackdike.

Svackdike	Bottenbredd (m)	Total bredd (m)	Djup (m)	Släntlutning	Reglervolym (m <sup>3</sup> )
	6,9	12	0,6	1:3	6 000

## 7.5 Drift och underhåll

Att upprätthålla funktionen i föreslagna dagvattenhanteringssystem kräver kontinuerligt underhåll. Därför rekommenderas att en plan för både kortsiktig och långsiktig drift samt underhåll tas fram. Nedan sammanfattas viktiga saker att tänka på:

### 7.5.1 Dagvattendamm

Det löpande underhållet innefattar renhållning och ogrärensning. Yta, översvämningsskydd samt inlopp och utlopp måste kontrolleras regelbundet så att de inte sätter igen.

Tömning av sediment behöver ske regelbundet. Har dammens utformats med en försedimenteringsdamm behöver enbart försedimenteringsdammen tömmas regelbundet. Tillskott av vägsalt kan få metaller att lösa sig i vatten. Om dammens avrinningsområde för tillskott av vägsalt för tömning av sediment ske på hösten, för att undvika att metaller som har ackumulerats under sommarhalvåret inte löses upp och lakas ur.

### 7.5.2 Svackdike

Underhåll av svackdiken bestäms främst av hur gräsytan i dess slänter och botten tas omhand. För optimal rening bör gräset klippas och hållas på en höjd mellan 50–150 mm. Eftersom dagvattnet som når svackdiket är förorenat med näringsämnen behöver inte svackdiket gödslas.

Det är viktigt att se till att utlopp och eventuella inlopp i svackdiket hålls fria från skräp eller löv som kan täppa igen och hindra vattenflödet.

Vintertid är svackdiken även bra ytor för upplagring av snö. För att denna funktion ska fungera optimalt bör dess utlopp, samt eventuella inlopp, hållas isfria.



## 7.6 Dagvattensystem nedströms planområdet till recipienten

Mellan utsläppspunkt från planområdet och Lagan kommer dagvattnet rinna i gräsbevuxna diken, vattendrag samt in i en mindre vattenförekomst (Krokasjön). Total rinnsträcka innan dagvattnet når Lagan uppskattas till 2,3 km.

## 7.7 Släckvattenhantering

Det har identifierats att föreslagna dagvattenhanteringssystem även kan omhänderta släckvatten vid en eventuell brand. Avledning av släckvatten sker likt dagvatten och kommer till slut hamna i dammen. För att förhindra spridning av släckvattnet ut från planområdet och till närliggande vattendrag krävs att utloppet från dammen utformas med en ventil som kan stängas vid eventuell brand.

För att förhindra spridning av föroreningar orsakade av branden är det viktigt att förhindra infiltration. Försedimenteringsdammen kan med fördel utformas med tät botten. Genom att installera avstängningsventil mellan försedimenteringsdammen och dagvattendammen kan hantering av släckvattnet ske utan risk för infiltration till grundvattnet.

## **8 Föroreningsreduktion från dagvattenhanteringssystem**

För att rena dagvattnet till den grad att MKN inte riskeras uppnås av planområdets recipienter föreslås ett dagvattenhanteringssystem med svackdike och dagvattendamm, för mer utförlig beskrivning se kap. 7 *Beskrivning och rekommendationer av dagvattenhantering*. Svackdiken och dammar renar dagvattnet med hjälp av naturliga processer. För att minska risken vid spill av exempelvis olja rekommenderas att avstängningsventiler installeras i systemet.

Föreslagen utformning av dagvattensystem sänker föroreningskoncentrationen i dagvattnet. Modellerad föroreningsreduktion redovisas i Tabell 12 och

Tabell 13. Observera att dessa siffror relaterar till exempelutformningen på svackdike och dagvattendamm och att reningsgraden kan komma att påverkas om utformningen ändras.

Tabell 12. Föroreningsbelastningen från planområdet före och efter rening från föreslagen dagvattenlösning.

Ämne	Befintlig föroreningstransport (kg/år)	Framtida föroreningstransport, efter rening (kg/år)	Ökning (%)
<b>Fosfor (P)</b>	1,4	14	900
<b>Kväve (N)</b>	27	170	530
<b>Bly (Pb)</b>	0,23	0,16	-30
<b>Koppar (Cu)</b>	0,42	0,87	110
<b>Zink (Zn)</b>	1,1	1,4	30
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,0082	0,026	220
<b>Krom (Cr)</b>	0,16	0,24	50
<b>Nickel (Ni)</b>	0,25	0,32	30
<b>Kvicksilver (Hg)</b>	0,00057	0,0018	220
<b>Olja</b>	7,2	1,9	-70
<b>Suspenderat substans (SS)</b>	1 300	1500	20
<b>Benso(a)pyren (BaP)</b>	0,00041	0,0005	20

Tabell 13. Modellerad föroreningsreduktion i de föreslagna reningsanläggningarna.

Ämne	Framtida föroreningstransport, innan rening (kg/år)	Framtida föroreningstransport, efter rening (kg/år)	Reningsgrad (%)
Fosfor (P)	29	14	50
Kväve (N)	280	170	40
Bly (Pb)	0,58	0,16	70
Koppar (Cu)	2,2	0,87	60
Zink (Zn)	5,4	1,4	70
Kadmium (Cd)	0,13	0,026	80
Krom (Cr)	0,93	0,24	70
Nickel (Ni)	0,87	0,32	60
Kvicksilver (Hg)	0,0029	0,0018	40
Olja	37	1,9	95
Suspenderat substans (SS)	4300	1500	70
Benso(a)pyren (BaP)	0,0028	0,0005	80

## 8.1 Osäkerheter i föroreningsberäkningarna

Beräkningar med StormTac ger upphov till osäkerheter i föroreningskoncentrationerna. Detta beror på att föroreningskoncentrationerna kan variera stort även från samma avrinningsområde mellan olika regn och snösmältningshändelser. Koncentrationerna under ett specifikt regn kan avvika signifikant från medelvärdet som beräknats med StormTac. Samma gäller reningsgraden för dagvattenanläggningar. Reningsgraden i procent kan variera stort mellan olika regnhändelser. Variationer beror bland annat på olika årstider och väderförhållanden (regnintensitet, temperatur, växtlighet, mm.) och regnförhållanden (regnintensitet, längd torrperiod sedan förra regn, mm.),

Dataunderlaget i StormTacs databas är också en källa till osäkerhet för resultat. Vissa tungmetaller, suspenderat material och näringsämnen kväve och fosfor har exempelvis undersökts i ett stort antal studier medan dataunderlaget för andra föroreningar är begränsat. Samma gäller för olika markanvändningar; för vissa mera allmänna markanvändningar finns ett brett dataunderlag, för andra mera specifika bara några enstaka mätvärden.

En fördel för modelleringen är att planområdet är så pass stort. I större områden finns olika aktiviteter som jämnar ut varandra vilket ger en större chans att de verkliga föroreningskoncentrationerna ligger nära de modellerade.

Föroreningsberäkningen och beräkningen av reningsgraden medför en viss osäkerhet vilket bör beaktas när resultaten tolkas. Det finns inte andra enkla modeller över föroreningsbelastningen som skulle kunna användas i detta fall, varför StormTac-beräkningen trots dess osäkerhet bedöms som en lämplig metod.

## 8.2 Val av byggmaterial och områdets föroreningspotential

Det ska väljas material som inte orsakar problem föroreningsproblem i dagvattnet och minimerar reningsbehov. Om exempelvis ett galvaniserat plåttak, ett grönt tak eller ett papptak väljs så kommer det att medföra stora skillnader i koncentrationer av respektive typförorening i dagvattnet, d.v.s. zink, näringsämnen respektive PAH:er. Ur föroreningsperspektiv är det fördelaktigt att välja inerta material.

## 9 Påverkan på MKN

Planerad exploatering kommer öka halten föroreningar i dagvattnet, vilket är en naturlig följd av att naturmark byggs om till industriområde. Genom rimliga reningsmetoder går det inte att sänka föroreningshalten till samma nivå som innan exploatering. Utöver det har Lagan ett mycket stort avrinningsområde, varav planområdet utgör en liten del. Av den anledningen bedöms påverkan från planområdet på vattendragets kvalitet som liten. Dagvattnet rinner även genom en del system innan det når Lagan (se 7.6 *Dagvattensystem nedströms planområdet till recipienten*) vilket bedömer öka reningsgraden och minska påverkan på recipienten.

Genom att utforma ett dagvattensystem med svackdike och dagvattendamm såsom beskrivet i kapitel 6.1 *Föroreningsbelastning recipient - Scenario*

*Planområdets* framtida föroreningspåverkan på vattenförekomsten Lagan bedöms utifrån ett scenario där vattnet inte genomgår ytterligare rening från planområdet. Scenariot är valt för att se vilken haltökning det blir i Lagan utifrån ett "worst case"-scenario.

Utredningen bedöms som konservativ då markförhållandena för infiltration bedöms som goda samt att vattnet går via dike till Dalagölen, vidare till Krokasjön, och därefter via bäck till Lagan som är en klassificerad vattenförekomst.

### 9.1 Bedömning av påverkan på recipient

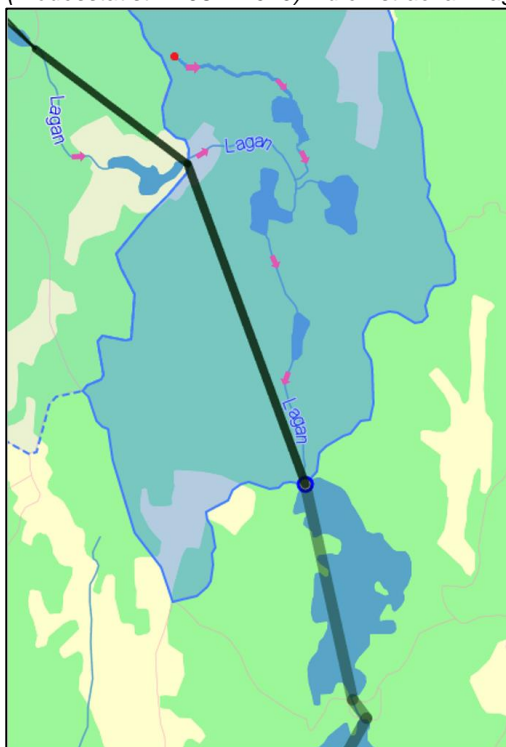
Utredningsområdets framtida påverkan på vattenförekomsten Lagan: Fänge – Eckern (WA89058738) har bedömts genom att beräkna utredningsområdets haltbidrag till vattenförekomsten, som sedan har jämförts mot gällande miljökvalitetsnormer (MKN).

Utredningsområdets haltbidrag till Lagan har beräknats genom följande formel:

$$\text{Haltbidrag} = ((\text{Utredningsområdets koncentration i utsläppsvatten} \\ \times (\text{Flöde ut från utredningsområdet})) / (\text{Flöde i Lagan}))$$

*Föroreningskoncentrationen i dagvattnet som används i beräkningen är från StormTac som redovisas i Tabell 7. Föroreningsbelastningen från planområdet för befintlig och framtida situation med erhållen ökning i årlig föroreningsmängd. Flödets medelhalt i Lagan är framtagen från SMHI*

vattenwebb (Flödesstatistik 1981–2010) vid en sträcka i Lagan från sjön Dammen ner till sjön



Fängen, se

Figur 12. Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd prick och vattenriktning är markerad med lila pil.

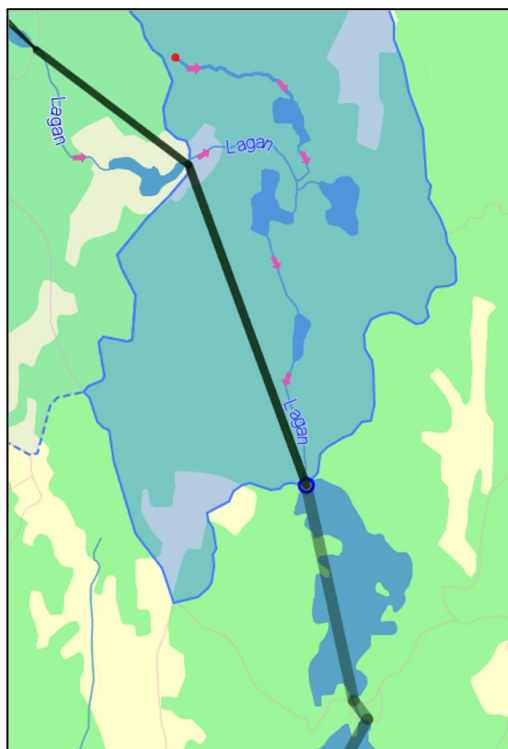
Vid höga haltbidrag (när haltbidraget överskrider 5% av MKN) beräknas det akvatiska fotavtrycket där mängden av respektive parameter jämförs mot flödet i vattendraget.

Medelvattenflödet (MQ) i Lagan där tillrinningen från planområdet sker har bedömts vara 0,77 m<sup>3</sup>/s.

Det akvatiska fotavtrycket (m<sup>3</sup>/s) beräknas enligt formeln:

$$\text{Akvatiskt fotavtryck} = 0,032 \times \text{mängd förorening (kg/år)/MKN } (\mu\text{g/l})$$

Det akvatiska fotavtrycket för respektive ämne jämförs sedan mot diagrammet i Figur 13.



Figur 12. Karta över sträckan där data för flöde i Lagan är uppmätt. Planområdet är markerad med röd cirkel.

Det beräknade haltbidraget har jämförts med gränsvärde/ bedömningsgrunder för ekologisk och kemisk status från HVMFS 2019:25.

## 9.2 Resultat

Resultatet från beräkningen av haltbidraget från planområdets framtida etablering till Lagan redovisas i Tabell 8 tillsammans med aktuella miljö kvalitetsnormer; bedömningsgrunder för särskilda förorenade ämnen (SFÄ) och gränsvärden för kemisk ytvattenstatus.

Beräknade haltbidraget varierar mycket i storleksordning, mellan ca 0,01–0,1 µg/l, men även upp till 11 µg/l för kväve (N). I jämförelsen mot MKN har även haltbidragets andel av MKN beräknats i % där man tydligare ser påverkan av föroreningar dagvattnet jämfört med nuvarande markanvändning och planerad användning i planområdet. Det är några ämnen som överskrider 5 % av det beräknade haltbidragets andel av miljö kvalitetsnormer, men då har man i denna beräkning inte tagit hänsyn till den naturliga reningen på vägen till Lagan. Att uppta 5 % av en MKN kan bedömas vara rimligt för en punktkälla.

Det finns ingen bedömningsgrund eller något gränsvärde för totalkväve i sötvatten i HVMFS 2019:25. Ammoniakhalten beräknas enligt HVMFS 2019:25 utifrån uppmätt ammoniumhalt, pH-värde och temperatur. Allt kväve i dagvattnet antogs utgöras av ammonium eftersom data för ammoniumhalt i dagvattnet saknades.



För fosfor baseras vattenförekomstens status på uppströms och nedströms liggande vattenförekomster. För nedströms liggande vattenförekomst (Fängen, WA69186801) är den observerade halten totalfosfor 8 µg/l vilket motsvarar hög status. Vid beaktande av bakgrundshalten får halten fosfor inte överskrida 25 µg/l i vattenförekomsten om miljö kvalitetsnormen ska kunna uppnås. Haltbidragets andel av MKN för fosfor beräknas till 4,8 % enligt Tabell 8 nedan.

*Tabell 8. Resultat vid beräkning av verksamhetens haltbidrag till recipienten baserat på riktvärden för utsläpp i vatten i scenariot utan något reningssteg mer än svackdiken. Haltbidraget jämförs med miljö kvalitetsnormer och observerad halt i befintlig transport och framtida transport av dagvatten från planområdet.*

Ämne	Befintlig föroreningstransport (µg/l)	Framtida m. endast dike (µg/l)	Haltökning (µg/l)	Haltbidragets andel av MKN (%)	Gränsvärden/ bedömningsgrund (µg/l)
<b>Fosfor (P)</b>	16	140	1,218	4,8	25
<b>Kväve (N)*</b>	310	1300	11,312	-	-
<b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>-N)</b>	2,34	9,82	0,085	8,5	1
<b>Bly (Pb)</b>	2.6	2,8	0,024	2	1,2
<b>Koppar (Cu)</b>	4.7	11	0,096	19	0,5
<b>Zink (Zn)</b>	12	26	0,226	4,1	5,5
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,092	0,61	0,005	6,6	0,08
<b>Krom (Cr)</b>	1.8	4,4	0,038	1	3,4
<b>Nickel (Ni)</b>	2.8	4,1	0,036	0,8	4
<b>Kvicksilver (Hg)</b>	0,0064	0,014	0,000	0,2	0,07
<b>Suspenderat substans (SS)</b>	14 000	20 000	174,026	-	-
<b>Benso(a)pyren (BaP)</b>	0,0046	0,013	0,0001	66,5	0,00017

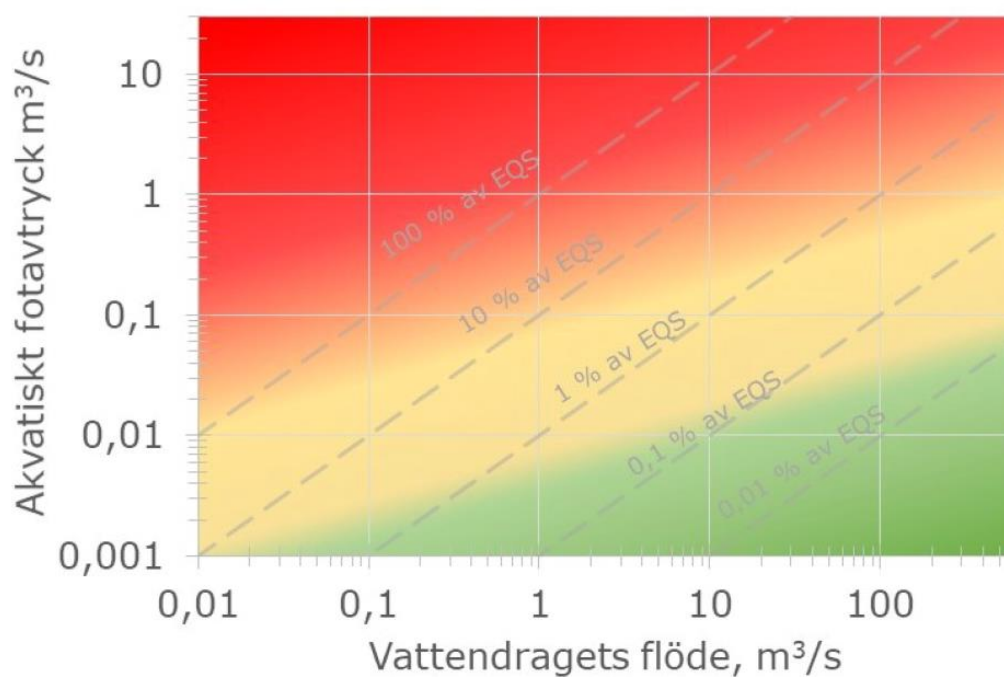
\* Antaget att allt kväve i vattnet är i form av ammonium

Benso(a)pyren (BaP) har ett större haltbidrag än övriga ämnen, 66,5 %. På grund av det höga haltbidraget så har det akvatiska fotavtrycket beräknats för samtliga ämnen för att kontrollera om haltbidraget är betydande, se tabell 9. Beräkningen är baserad på flödet från vattenförekomsten, inte för den dikesväg den transporterar från planområdet till Lagan där vattnet under tiden rinner genom svackdiken och Krokarsjön.

Tabell 9. Akvatiskt fotavtryck av alla ämnen i dagvattnet från planområdet till Lagan, nuläge (befintlig transport) och framtida beräknad transport.

Ämne	Akvatiska fotavtryck (befintlig transport) (m <sup>3</sup> /s)	Akvatiska fotavtryck (framtida transport) (m <sup>3</sup> /s)
Fosfor	0,002	0,04
Ammoniak	0,016	0,066
Bly (Pb)	0,006	0,015
Koppar (Cu)	0,0027	0,14
Zink (Zn)	0,006	0,031
Kadmium (Cd)	0,003	0,052
Krom (Cr)	0,0002	0,009
Nickel (Ni)	0,002	0,007
Kvicksilver (Hg)	0,0003	0,001
Benso(a)pyren (BaP)	0,02	0,53

Det största akvatiska fotavtrycket från planområdet (utan föreslagna reningsanläggningar) sker från Benso(a)pyren och belastningen bedöms som hög, se Figur 13. Koppar, ammoniak och kadmium, som även de har ett relativt högt haltbidrag, uppvisar måttlig belastning. Reningssteg bör anläggas för att inte medföra negativ påverkan på recipienten.



Figur 13. Diagram över det akvatiska fotavtrycket jämfört med vattendragets flöde. Grön färg indikerar låg belastning, gul färg måttlig belastning medan röd färg indikerar hög belastning. Källa: Statens Geotekniska Institut, 2003.

Beskrivning och rekommendationer för dagvattenhantering bedöms påverkan på dagvattnet minimeras så långt som möjligt inom planområdet. Dessa utgör bästa möjliga teknik för rening av dagvattnet som även kan anses rimlig.

Fosfor och kväve har båda hög procentuell ökning trots att de renas väl i reningsanläggningarna. Fosfor renas till ca 50 % i de reningsanläggningarna och kväve upp till 40 %. Lagan har en god status för näringsämnen, vilket gör att den inte anses känslig för dessa. Av dessa anledningar bedöms den mängd fosfor och kväve som släpps ut i Lagan inte påverka recipientens förmåga att bibehålla god status för näringsämnen.

Benso(a)pyren uppvisar måttligt höga halter även efter rening. Påverkan på recipienten bedöms ändå som försumbar då rening i form av fotolys, oxidation och avdunstning till luft bedöms ske på vägen fram till Lagan. I ett vattendrag bedöms halveringstiden för Benso(a)pyren vara 2,9 timmar och reduktionen som sker fram till Lagan bedöms vara hög då sträckan är nästan 2 km från planområdet till recipient. Det akvatiska fotavtrycket av Benso(a)pyren bedöms efter rening vara 0,09 vilket motsvarar måttlig belastning.

De metaller som har en hög procentuell ökning är koppar, kadmium och kvicksilver. Reningen av dessa är varierande, där koppar renas till 60 %, kadmium till 80 % och kvicksilver till 40 %. Lagan har inte något uppmätt problem med höga mängder koppar eller kadmium i dagsläget. Underlaget för metaller i StormTac är dock ganska osäkert, vilket medföljer att beräknade halter ut från planområdet kommer bli med hög osäkerhet.

I dagsläget har Lagan, liksom alla Sveriges vattenförekomster, förhöjda halter av kvicksilver och kvicksilverföreningar till följd av luftnedfall. Till följd av att det är naturmark som exploateras till industrimark så kommer koncentrationen av föroreningar att öka och reningen av kvicksilver i anläggningarna från området vara så bra den kan bli.

Det bedöms att föreslaget system innebär bästa möjliga och rimliga lösning för rening.

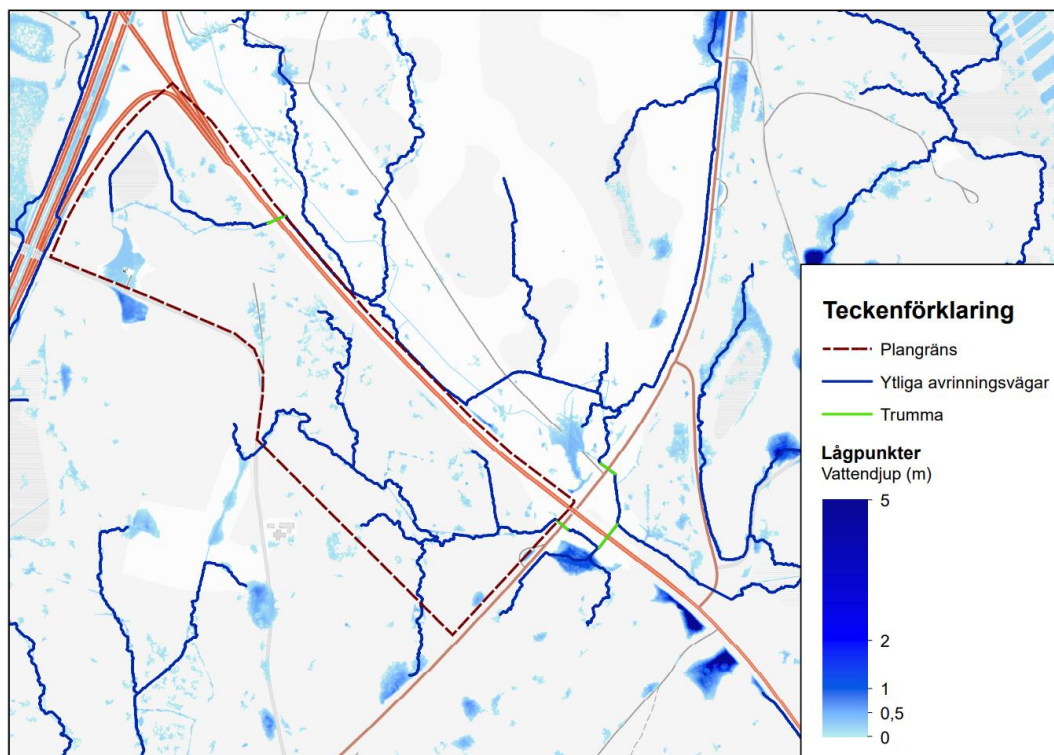
## 10 Skyfalls- och översvämningshantering

I Svenskt Vatten P110 (2016) återfinns ett rekommenderat minimikrav på återkomsttid på regn för att skydda byggnader och annan verksamhet från marköversvämningar. Minimikravet är en återkomsttid på 100 år, inklusive klimatfaktor. Enligt Jönköpings läns regionala förutsättningar rekommenderas en klimatfaktor på 1,4 vid bedömning av översvämningrisk vid ett 100-årsregn. För aktuell skyfallskartering tas dock inga flöden i beaktning, utan det är en analys av lågpunkter och känsliga områden för att identifiera vart behov av åtgärder finns kring skyfallshantering, och därför är inte klimatfaktor applicerbart.

### 10.1 Skyfallsanalys

I den övergripande utredningen för översvämningrisker vid regn med återkomsttid 100+ för Stigamo 3:1 beaktas skyfallssituationen med förslag på framtida höjdsättning av området i åtanke. Känsliga punkter ska även identifieras. Befintliga flödesvägar och instängda områden har tagits fram med SCALGO LIVE.

Planområdet belastas inte av något större skyfallsstråk utan belastas i huvudsak av det regnvatten som faller på det. Vid skyfall kommer dagvatten rinna ut från planområdet. Majoriteten av dagvattnet kommer att rinna mot väg 846 och mot trumman som leder det under vägen. Vid flöden större en trummans kapacitet kommer dagvattnet brädda över vägen, se Figur 19.



Figur 19. Översvämningpunkter vid skyfall och ytliga avrinningsvägar inom och intill planområdet.

Inom planområdet finns det ytor där vatten riskerar att ansamlas och bli stående. Den största av dessa lokala lågpunkter är placerad i planområdets västra del. Denna analys gäller för dagens marknivåer. Vid exploatering av området för byggnation förändras marknivåer och till följd av detta kan även avrinningsvägar och lågpunkter förändras.

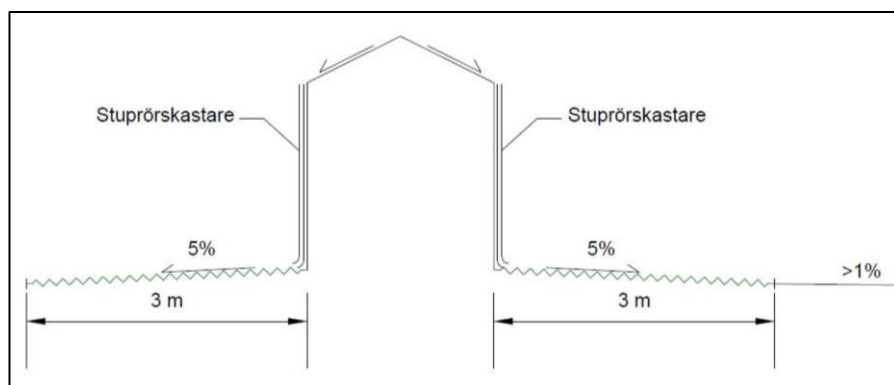
## 10.2 Höjdsättning av området

Det är av stor vikt att framtida höjdsättning tillåter vattnet att rinna liknande vägar vid extremregn och att möjligheten för vattnet att rinna ut från planområdet inte tas bort. Detta betyder att lågpunkter, instängda områden och barriärer ska undvikas samt att liknande avrinningsstråk finns efter exploatering som i dagsläget. Avrinningsstråken fortsätter då att rinna mot områdets lågpunkter och ut från planområdet.

I vidare arbete är det viktigt att planområdet höjdsätts så att byggnader inte tar skada vid extrem nederbörd upp till minst ett klimatanpassat 100-årsregn. För att så långt som möjligt undvika negativa konsekvenser ur skyfallssynpunkt bör följande åtgärder göras:

- Analysen av rinnvägar inom avrinningsområdet bör tas hänsyn till vid placering av byggnader. Dessa bör inte stå på en rinnväg utan dagvattnet ska kunna rinna mellan byggnaderna för att minska skaderisken på husen. Närliggande byggnader till avrinningsstråken rekommenderas att höjdsättas så att de ligger högre än stråket.
- Lägsta marknivån inom planområdet måste ligga ovanför nivån som krävs för att dagvattnet ska ha möjlighet att rinna ut ur planområdet, d.v.s. höjden för trumman under väg 846.
- Marken ska luta bort från samtliga byggnader och mot yta som agerar flödesväg vid skyfall. För att få tillräckligt skydd för byggnader rekommenderas att marken precis intill byggnader är minst 30 cm högre än intilliggande lågpunkter, se Figur 20.

Utöver detta så ska marken enligt angivelser i Svenskt Vatten P105 (2011) luta ut från byggnaderna för att yt- och dagvatten inte ska bli stående intill huskropp, se Figur 20. Närmast byggnaden, de första tre metrarna, bör marken ha en lutning på 5 %. Därefter kan marken ha en flackare lutning mellan 1–2 %.



Figur 20. Principskiss över rekommenderade lutningar från byggnader för att undvika att yt- och dagvattnet ställer sig intill huskropp (Bild: Sweco).

### 10.3 Risker nedströms vid bebyggelse

I dagsläget har planområdet grovt uppskattat en möjlighet att magasinera cirka 1 000 m<sup>3</sup> dagvatten i sina lågpunkter. Vid skyfall avleds majoriteten av dagvattnet på ytan och väldigt lite tas omhand via infiltration. Vid ett skyfall i befintlig situation beräknas infiltrationen vara så pass liten att den är försumbar. Av den anledningen så kommer troligtvis ett framtida skyfall, exklusive klimatfaktor, att ge upphov till liknande flöden, trots den planerade hårdgöringsgraden. En hårdgjord ytan höjer däremot hastigheten på vattnet. Svackdike har en bromsande effekt. Trots att dammen kommer att förbiledas vid skyfall har denna även en något bromsande effekt eftersom den, tillsammans med svackdiket, är dimensionerad för ett 20-årsregn. Av dessa anledningar bedöms exploateringen inte öka skaderisken till följd av skyfall för väg 846 eller trumman under den. Det bedöms inte heller finnas någon risk för väg 30 att få flöden från ett skyfallsregn.

## 11 Sammanfattande bedömning och förslag på fortsatt arbete

Om planområdet exploateras enligt planförslag bidrar det till en markant ökad avrinning av dagvatten från området. I denna utredning föreslås ett dagvattenhanteringssystem som klarar av att fördröja 7 800 m<sup>3</sup> dagvatten. Systemet gör att flödena från planområdet fördröjs så att ett framtida klimatanpassat 20-årsregn blir samma som för naturavrinning från området. Efter exploatering kommer ett föroreningstransporten från planområdet att öka. En omvandling från naturmark till logistikområde (industri) ger stor ökning av föroreningstransporter.

Föreslagna dagvattenanläggningar bedöms som mest lämpliga för området och ger hög reningseffekt. Recipienten bedöms som mindre känslig varför påverkan på recipientens förmåga att bibehålla uppsatta miljökvalitetsmål inte bedöms äventyras. Föreslaget dagvattensystem bedöms främja att befintliga förutsättningar för recipienten behålls.

Vid höjdsättning av marken för anpassning till skyfall rekommenderas att avledningsstråk utformas för att avleda dagvattnet bort från planerade fastigheter.

Förslag på fortsatt arbete:

- Exakt utformning av dagvattensystem utefter erforderlig fördröjning och rening av dagvatten.
- Upprättande av en skötsel- och underhållsplan för dagvattensystemen.
- Inmätning av respektive trummor (kan endast göras då dessa inte är vattentäckta).
- Eventuellt byte av trumma. Detta kan innebära vattenverksamhet.