



## Dagvattenutredning ny detaljplan Västerhängsta 6:122 m fl. Ljungaverk, Ånge kommun

Status  
Slutversion

Beställare  
RES Renewable Norden AB

Datum  
2024-04-03

Uppdragsansvarig  
Pethra Fredriksson

Mottagare  
RES Renewable Norden AB

Handläggare  
Cajsa Arlestrand

Granskare  
Joanna Kleinrock

Projekt-ID  
D0102897

## Sammanfattning

AFRY har på uppdrag av RES Renewable Norden utfört en dagvattenutredning inför framtagande av ny detaljplan för Västerhängsta 6:122 m fl. vars status är inför samråd. Rapporten innefattar hela detaljplaneområdet. Planområdet är ca 30 ha stort och är beläget i Ljungaverk i Ånge kommun.

Utredningen innefattar redovisning av befintliga och framtida dagvattenflöden, samt förslag på hantering av framtida flöden. Utredningen redogör även för föroreningsberäkning för befintlig och framtida situation med och utan reningsåtgärder, samt skyfallsscenario.

Aktuella avrinningsområden har definierats, ytor samt flöden har beräknats och förslag lämnats på anläggning av diken med makadambarriärer. Syftet med dessa anläggningar är uppsamling och fördröjning av de tillkommande volymerna dagvatten samt rening.

Recipienter är Ljungan och Granån. Föroreningskoncentrationer i det framtida dagvattenflödet från planområdet kommer inte påverka områden nedströms efter föreslagna reningsåtgärder.

Hantering av dagvatten för området är beräknat för ett 10-årsregn med en varaktighet på 20 - 30 min. Översvämningsrisken för området har utretts där ett 100-årsregn med en klimatfaktor 1,25 har illustrerats.

## Bilagor

Bilaga 1	VA-plan R-51-1-01
Bilaga 2	VA-plan R-51-1-02
Bilaga 3	Avrinningsplan M-50-1-01
Bilaga 4	Avrinningsplan M-50-1-02
Bilaga 5	Avrinningsplan M-50-1-03

## Innehållsförteckning

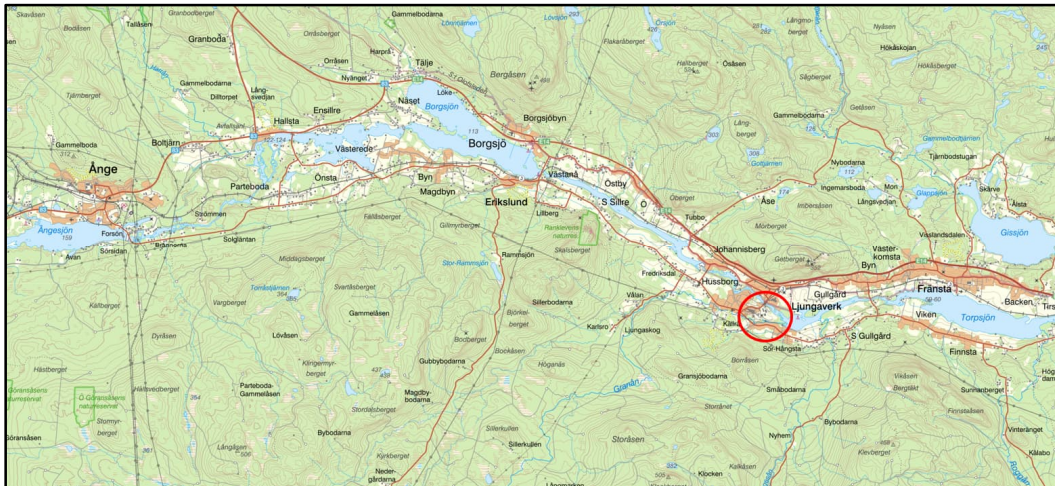
1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Uppdragsbeskrivning.....	2
2	Förutsättningar.....	2
2.1	Underlag.....	2
2.2	Dagvattenstrategi.....	3
2.3	Hydrologiska beräkningsmetoder.....	3
2.3.1	Flöden.....	3
2.3.2	Magasinsvolym.....	3
2.4	Miljökrav på recipient för dagvatten.....	3
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer för dagvatten.....	4
2.4.2	Recipients.....	5
3	Områdets förutsättningar.....	6
3.1	Planbeskrivning.....	6
3.2	Geotekniska förhållanden.....	8
3.2.1	Markförhållanden.....	8
3.2.2	Grundvattennivåer.....	9
3.3	Avrinning.....	9
3.4	Markavvattningsföretag.....	10
3.5	Förorenad mark.....	10
4	Flödesberäkningar.....	10
4.1	Befintlig situation.....	10
4.1.1	Markanvändning.....	11
4.1.2	Flöden.....	11
4.2	Planerad utformning.....	12
4.2.1	Markanvändning.....	12
4.2.2	Flöden.....	13
4.3	Magasinsvolym.....	14
4.3.1	Magasinsvolym avrinningsområde 1.....	14
4.3.2	Magasinsvolym avrinningsområde 2.....	14
5	Föroreningsberäkningar.....	15

5.1	Föroreningsberäkningar till Ljungan.....	15
5.2	Föroreningsberäkningar till Granån.....	16
6	Dagvattenhantering .....	17
6.1	Allmänna rekommendationer .....	17
6.2	Dike med makadambarriärer .....	18
6.3	Andra alternativ för dagvattenhantering.....	19
6.3.1	Brunnsfilter.....	19
6.3.2	Miljöanpassade materialval.....	20
6.3.1	Vegetationsklädda tak.....	20
6.4	Förorenad mark.....	20
6.5	Släckvatten.....	21
6.6	Föreslagen dagvattenhantering .....	22
6.6.1	Systemlösning.....	22
7	Skyfallsscenario vid 100-årsregn.....	23
8	Slutsats och rekommendationer.....	24

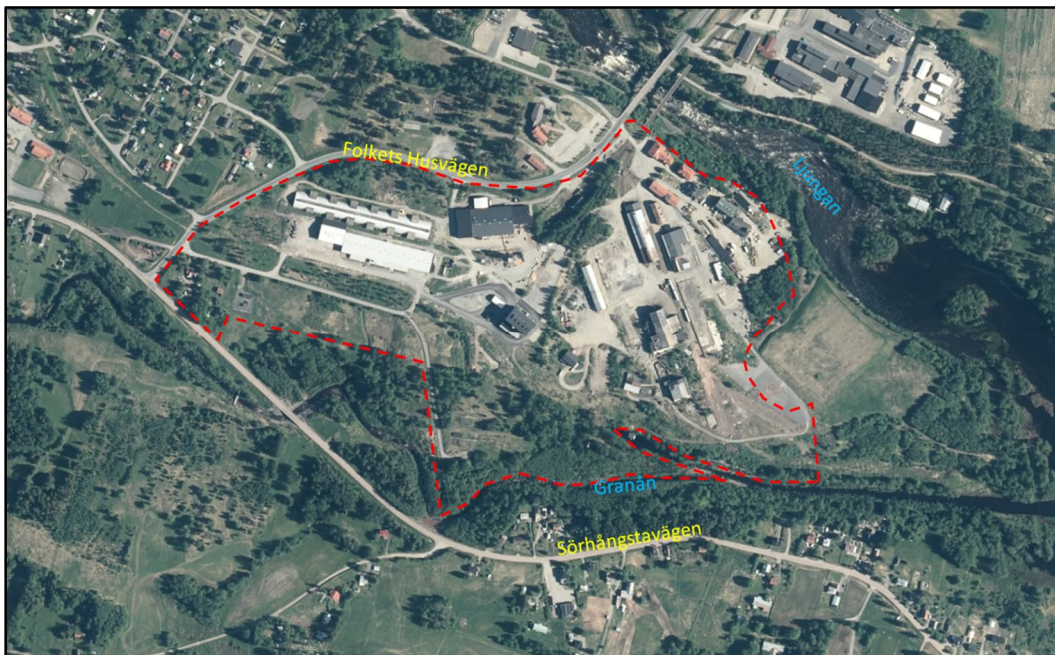
# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I samband med framtagande av ny detaljplan vars status är inför samråd för fastigheten Västerhängsta 6:122 m fl. utför AFRY en dagvattenutredning. Syftet med projektet är att undersöka möjlighet att inom planområdet utveckla utökad industriverksamhet på det ca 30 ha stora området som idag utgörs av bl a tillverkningsindustri. Planområdet är beläget i Ånge kommun.



Figur 1. Översiktskarta över planområdet, markerad med en röd cirkel (Lantmäteriet.se, 2023).



Figur 2. Översiktskarta över planområdet, markerad med en röstreckad linje (Lantmäteriet.se, 2023).

## 1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Beskrivning av recipienternas status utifrån befintliga MKN
- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Föreningensbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Bedömning av översvämningsrisker
- Förslag på dagvattenlösning

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Underlag

Dagvattenutredning för del av Västerhängsta 6:122 m fl. baseras på planbestämmelse angående exploateringsgrad, primärkarta över aktuellt område och geotekniska undersökningar. Via bl a primärkartan och Lantmäteriet har rinnvägar för dagvatten identifierats och utifrån exploateringsgrad har framtida ytor och flöden beräknats. Översiktliga föroreningsberäkningar för planområdet har utförts via StormTac för situation innan exploatering, efter byggnation och efter föreslagna dagvattenlösningar. Inga provtagningar av dagvatten har utförts och föroreningskoncentrationer baseras därmed på schablonvärden.

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Uppdragsbeskrivning och offert	2023-03-01
Primärkarta över utredningsområdet	2023-03-24
Gränser för detaljplanområde	2023-04-17
Underlag av VA-ledningar (allmänna VA-ledningar / fastighetens ledningar)	2023-05-05
MUR Dyno Nobel Nitrogen AB	2004-01-31

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P83	Svenskt Vatten	2001
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
Jorrdjupskarta	SGU	

## 2.2 Dagvattenstrategi

Ånge kommun har ingen dagvattenstrategi. Dagvattenhantering för Västerhängsta 6:122 m fl ska utföras enligt Svenskt Vattens rekommendationer. Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen. Tillkommande mängd dagvatten som VA-huvudmannen ansvarar för enligt P 110, med klimatfaktor 1,25 är ett 10-årsregn.

Dagvattenbrunnar finns inom området, det är dock osäkert om de fungerar samt hur omläggningar av ledningar skett.

## 2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10- och 100-årsregn med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB)

### 2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_{\bar{A}}$  = regnintensitet [l/s, ha]

$T_R$  = regnvaraktighet [minuter]

$\bar{A}$  = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_{\bar{A}} * k$$

Där:

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [–]

$i_{\bar{A}}$  = regnintensitet [l/s, ha]

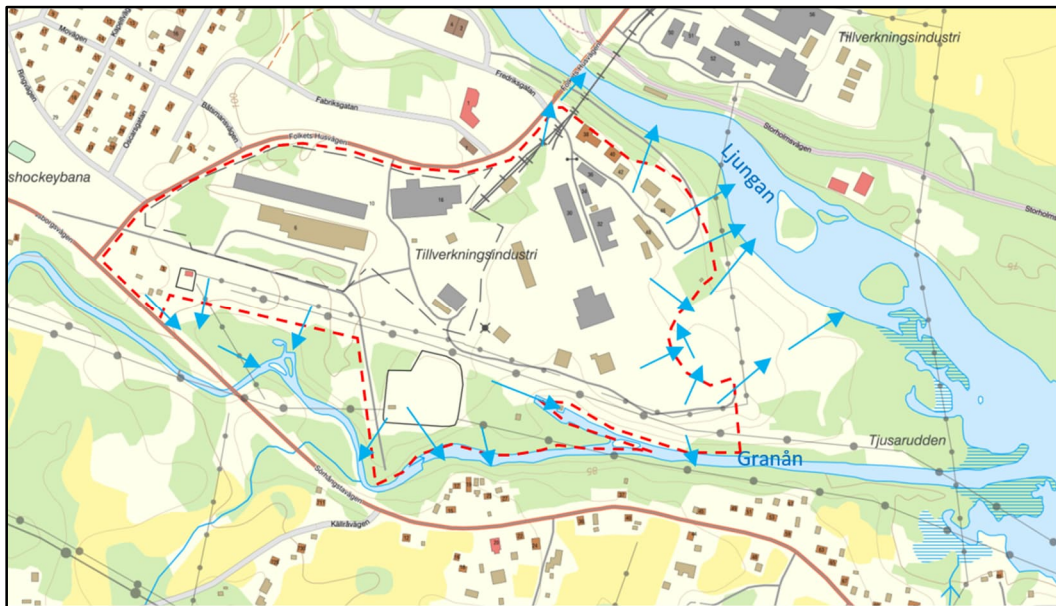
$k$  = klimatfaktor

### 2.3.2 Magasinsvolym

Magasinsvolym har beräknats enligt bilaga 10\_6a i P110. (Svenskt Vatten AB).

## 2.4 Miljökrav på recipient för dagvatten

Planområdet är beläget i direkt anslutning till recipienterna Ljungan och Granån (se Figur 3). Dagvatten avrinner inom planområdet via diken innan det når recipienterna. Den norra delen av planområdet avvattnas i nord-östlig riktning till Ljungan. I den södra delen av planområdet avrinner dagvatten åt söder till Granån innan det når recipienten Ljungan.



Figur 3. Vattnets rinnväg från planområdet till recipienterna Ljungan och Granån (Lantmäteriet.se, 2023).

#### 2.4.1 Miljö kvalitetsnormer för dagvatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljö kvalitetsnormer, normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljö påverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2027 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljö kvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2016; VISS)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Miljö kvalitetsnormer används inom vattenförvaltningen som ett juridiskt styrmedel för att ange de kvalitetskrav som vattnet ska uppnå vid en viss tidpunkt. Grundregeln är att vattenförekomsten ska uppnå normen god status eller god potential och att status inte får försämrats. Genom normen ska krav på ekologisk och kemisk status uppnås i ytvatten och för grundvatten ska krav på kemisk och kvantitativ status uppnås. För grundvatten finns även miljö kvalitetsnormen utgångspunkt för att vända en trend. Syftet med denna miljö kvalitetsnorm är att förhindra att riktvärdet överskrids och grundvattenförekomsten får otillfredsställande status. Vid denna nivå ska åtgärder vidtas för att se till att halterna sjunker. På grund av byggnadsarean som planen tillåter bedöms planen inte försvåra möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna i aktuella recipienter.

MKN påverkar förutsättningarna vid exploatering av till exempel ett nytt bostadsområde eller industriområde. Oavsett hur statusen ser ut i en vattenförekomst får den inte

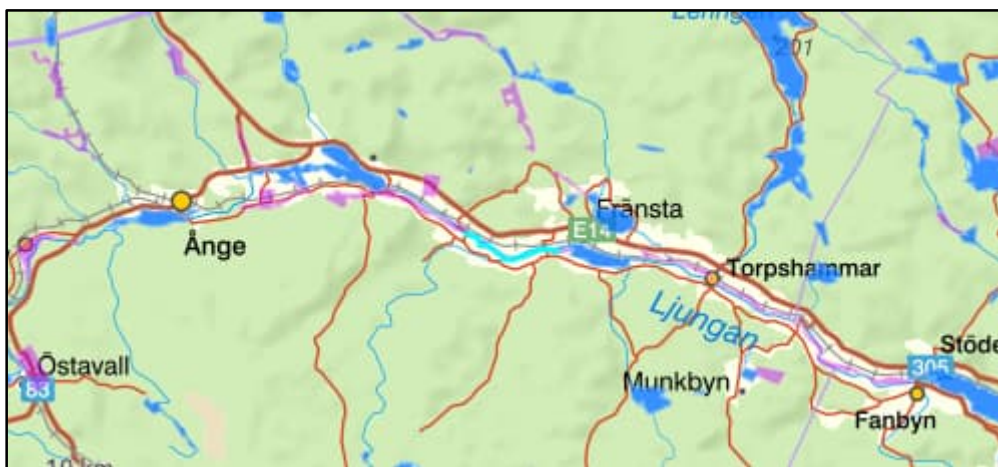


försämras i något avseende. Det innebär att vattenkvaliteten inte får försämras och att det räcker med en försämring av en kvalitetsfaktor för att påverka status i hela vattenförekomsten. Viktigt att komma ihåg är dock att klassificering och MKN är framtaget för ett grundvatten eller ytvatten och därmed inte direkt jämförbara med dagvatten. Detta faktum, samt att det ofta råder brist på underlag, försvårar arbetet med att bedöma effekten av enskilda utsläpp på en recipients status. I denna rapport har schablonvärden för beräkning av föroreningshalter använts och de beskrivs i kap 5.

#### 2.4.2 Recipienter

De aktuella recipienterna för Västerhängsta 6:122 m fl. är Ljungan (mellan Ljunga kraftverk och Torpsjön) och Granån vilka framgår med turkost streck i Figur 4 och Figur 5.

##### 2.4.2.1 Recipienten Ljungan (mellan Ljunga kraftverk och Torpsjön)



Figur 4. Översiktskarta för recipienten Ljungan (mellan Ljunga kraftverk och Torpsjön) som visas med turkost streck (VISS, 2023).

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 1. Statusklassificeringen för ekologisk potential och kemisk status sattes år 2023 i samband med skiftet till den tredje förvaltningscykeln.

Tabell 1. VISS statusklassificering av recipienten Ljungan (mellan Ljunga kraftverk och Torpsjön) från 2023-02-23.

Vattenförekomst	Ekologisk potential		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Ljungan SE693058- 151383	Otillfredsställande ekologisk potential	Måttlig ekologisk potential 2033	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Statusklassning för Ljungan (mellan Ljunga kraftverk och Torpsjön) är enligt VISS; Otillfredsställande ekologisk potential, kemisk status uppnår ej god. Tillkomst/härkomst kraftigt modifierad.

Tillkomst/härkomst klassas som kraftigt modifierad eftersom dess fysiska karaktär är förändrad p g a vattenkraftverksamhet. Åtgärder för att nå god ekologisk status skulle innebära att vattenkraftverksamheten syfte påverkades negativt. Ekologisk potential uppnås inte god p g a att vattenkraftproduktion påverkar hydromorfologin negativt. Det innefattar bl a konnektivitet uppströms och nedströms, samt den hydrologiska regimen –

vattenflödet och förändringar i vattenståndet i vattendraget. Gällande kemisk status uppnås inte god p g a förhöjd halt av kvicksilver (Hg), detta gäller även bromerad difenyleter (PBDE). Gränsvärden för kvicksilver och polybromerade difenyletrar överskrids i Sveriges alla ytvatten p g a atmosfärisk deposition. Dock har undantag satts för kvicksilver och bromerade difenyletrar eftersom det inte anses möjligt att uppnå sänkta halter som motsvarar gränsvärden för dessa ämnen för god kemisk ytvattenstatus.

#### 2.4.2.2 Recipienten Granån



Figur 5. Översiktskarta för recipienten Granån som visas med turkost streck (VISS, 2023).

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 2. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2021 i samband med skiftet till den tredje förvaltningscykeln.

Tabell 2. VISS statusklassificering av recipienten Granån från 2021-12-20.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Granån SE692666- 150630	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Statusklassning för Granån är enligt VISS; måttlig ekologisk status, kemisk status uppnår ej god. Tillkomst/härkomst naturlig.

Gällande kemisk status uppnås inte god p g a förhöjd halt av kvicksilver (Hg), detta gäller även bromerad difenyleter (PBDE). Dock har undantag satts för kvicksilver och bromerade difenyletrar eftersom det inte anses möjligt att uppnå sänkta halter som motsvarar gränsvärden för dessa ämnen för god kemisk ytvattenstatus.

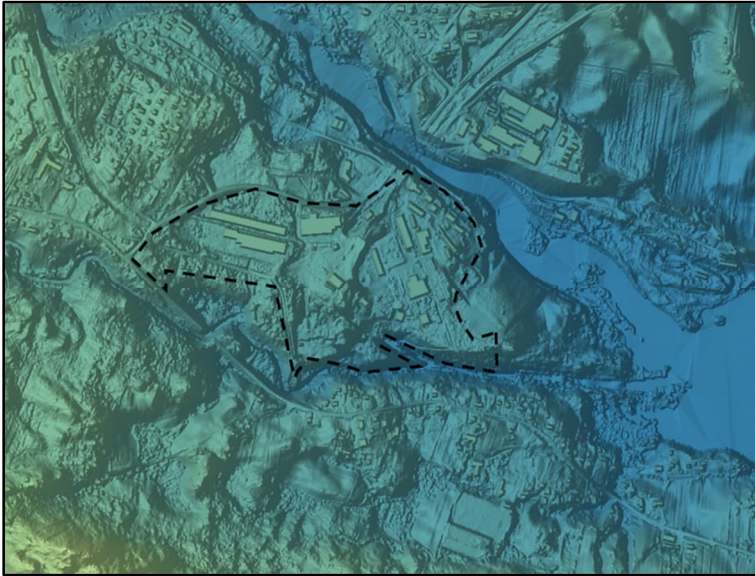
## 3 Områdets förutsättningar

I detta avsnitt redogörs för planområdets befintliga förutsättningar gällande bl a markens förutsättningar och dagvattnets rinnvägar.

### 3.1 Planbeskrivning

Planområdet är ca 30 ha stort och gränsar till Folkets Husvägen i nordväst, Ljungan i nordöst och Granån i söder. Planområdet är som högst i väst och sluttar åt nordöst, öst

och söder (se Figur 6). Vid undersökning av höjder via Lantmäteriet visas att planområdet har en nivåskillnad på 17 m i höjd. Marknivån är som högst i väst på ca + 108 MH (markhöjd över havet) och som lägst i öster ca + 91 MH.



Figur 6. Terrängkarta över planområdet markerad med streckad linje (Scalgo, 2023)

Platsbesök gjordes 3:e maj. Vid platsbesöket hade nästan all snö smält bort. Vid platsbesök observerades att de rinnvägar som identifierats via Lantmäteriet inte stämde helt. I den norra delen av planområdet fanns det inte något dike.



Figur 7. Foton från platsbesök 3:e maj.



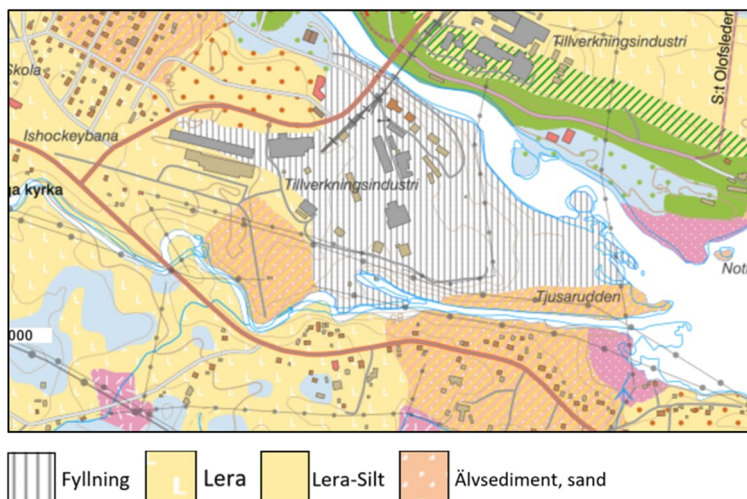
Figur 8. Foto från 23:e mars tidigare i år som visar viken vid Granån på fastighet 6:122.

## 3.2 Geotekniska förhållanden

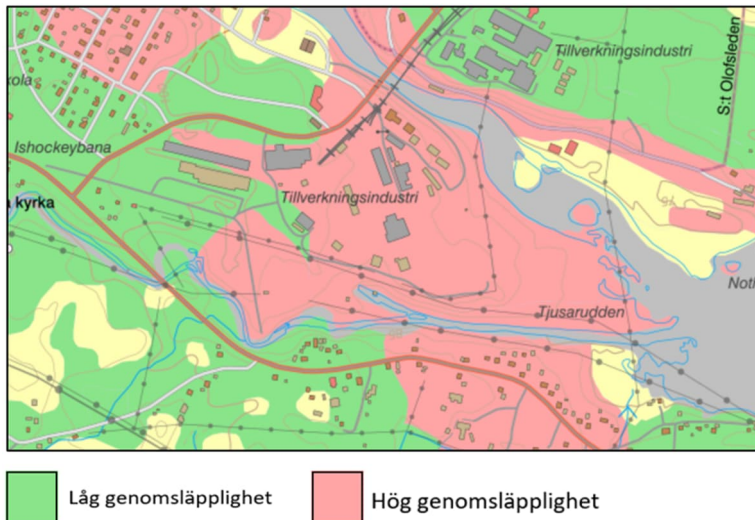
I detta avsnitt redovisas markförhållanden i planområdet, tidigare geotekniska undersökningar och dess resultat.

### 3.2.1 Markförhållanden

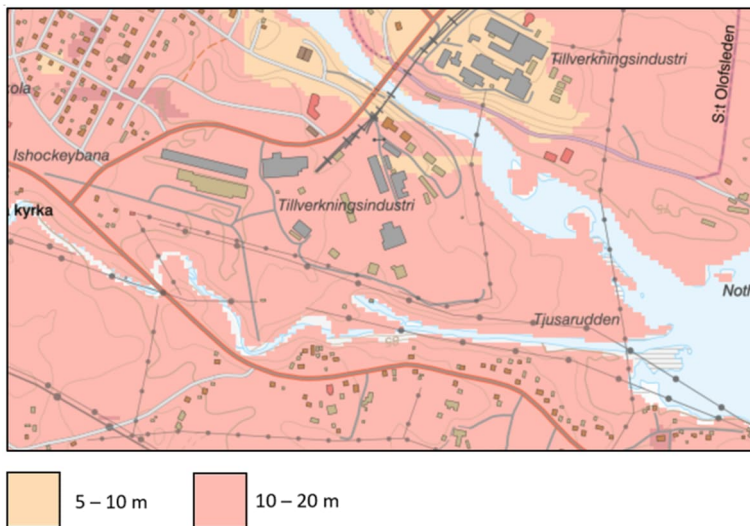
Jordarter i planområdet består i öster av fyllning, den nordvästra delen av lera-silt, den västra delen av lera och ett par områden i söder av älvsediment, sand se Figur 9. Planområdet består till största del av hög genomsläpplighet, i väster finns ett parti med låg genomsläpplighet se Figur 10. Jorddjupet inom planområdet varierar mellan 10–20 m, i den norra delen av planområdet finns ett par inslag med jorddjup på 5-10 m, se Figur 11. Information är hämtad via kartvisaren från SGU.



Figur 9. Karta över jordarter (SGU, 2023).



Figur 10. Karta över genomsläpplighet (SGU, 2023).



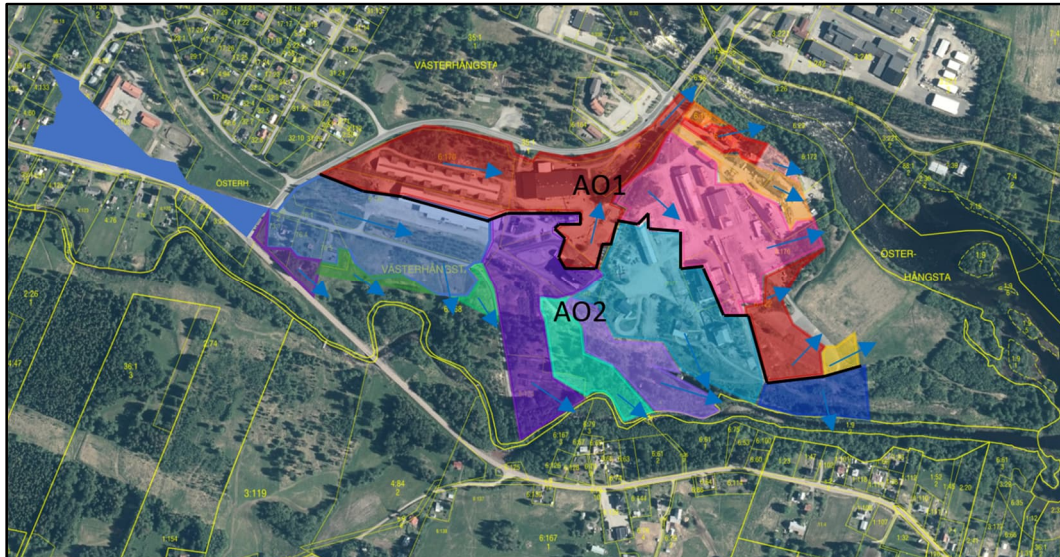
Figur 11. Karta över jorddjup (SGU, 2023).

### 3.2.2 Grundvattennivåer

Structor Miljöteknik AB utförde 2004 en Miljöteknisk markundersökning inom del av fastighet Västerhängsta 6:122 på uppdrag av Dyno Nobel Nitrogen AB. Ur Miljöteknisk markundersökning inom del av fastighet Västerhängsta 6:122 går att utläsa att grundvattennivån inom fastighetsgränsen varierar mellan 1–6 m djup, samt att grundvattenprov ej tagits då grundvattennivån låg djupt.

### 3.3 Avrinning

Den befintliga avrinningen delas in i två avrinningsområden fortsättningsvis kallat AO1 och AO2. AO1 avrinner mot nordöst och AO2 mot söder. Avrinning inom planområdet sker via öppna rinningsvägar på marken. Det dagvatten som inte infiltreras naturligt i marklagren rinner vidare via diken mot recipienterna som beskrivits i kapitel 2.4.2. För båda avrinningsområdena finns flertalet utsläppspunkter (markerat med olika färger) till respektive recipient se Figur 12. AO1 är ca 13 ha stort. AO2 är ca 19 ha stort varav knappt 2 ha av avrinningsområdet är beläget utanför planområdet. Det tillkommande dagvattnet till planområdet i AO2 sträcker sig väster om planområdet.



Figur 12. Befintlig avrinning för planområdet.

### 3.4 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag är gemensamhetsföreläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras. (Länsstyrelsen, 2017)

Det finns inget markavvattningsföretag som berörs av planområdet.

### 3.5 Förorenad mark

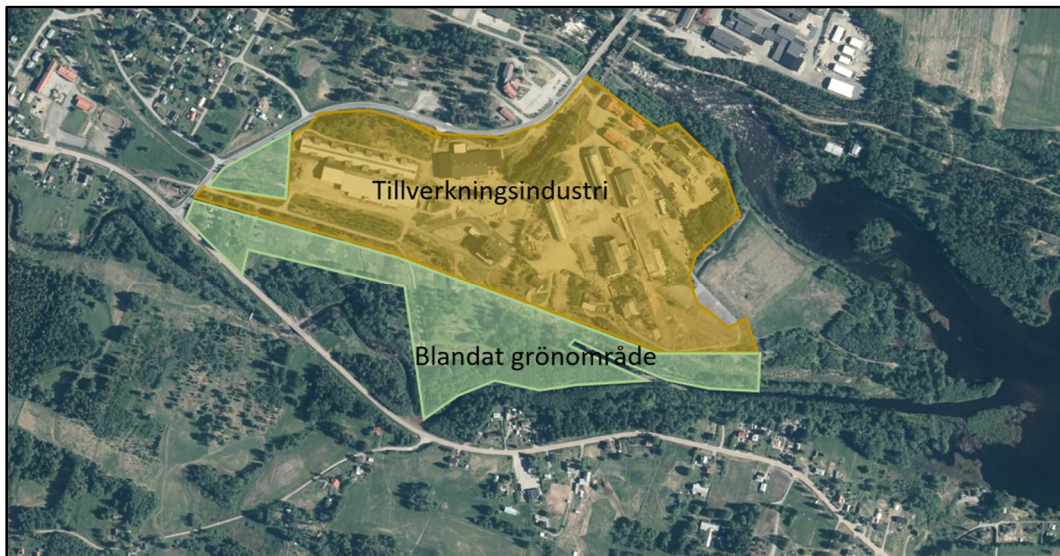
I markmiljöutredning redovisas för förorenad mark inom planområdet.

## 4 Flödesberäkningar

Beräkningar i följande kapitel redovisar flöden för både 10- och 100-årsregn, där fördröjning i magasin dimensioneras enligt krav att fördröja ett 10-årsregn. Inför beräkningar av flödet har varje avrinningsområde behandlats var för sig och olika marktyper har identifierats. De olika marktyperna har mätts upp och multiplicerats med lämplig avrinningskoefficient för att få fram ett dagvattenflöde per avrinningsområde. Regnintensitet redovisas både för återkomsttid med det sk 10-årsregnet och extremregn som det sk 100-årsregnet. Klimatfaktor 1,25 har använts för beräkning av framtida nederbörds mängder. Dagvattenberäkningen är utförd med den sk "Rationella metoden" och följer Svenskt Vattens publikation "P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten". Rationella metodens beräkningsgång innebär förenklat: regnintensitet \* ytans avrinningskoefficient \* total area.

### 4.1 Befintlig situation

Marken inom planområdet är delvis exploaterad, med byggnader och hårdjord yta. Den befintliga markanvändningen består av byggnader, asfalt, hårt packat grus, skogsmark och öppna gräsytor. Planområdet är ca 30 ha stort.



Figur 13. Befintlig markanvändning för planområdet.

#### 4.1.1 Markanvändning

Tabell 3 och Tabell 4 beskriver den befintliga markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Avrinningskoefficienten är en faktor för hur stor del av ett regn som genererar dagvatten och varierar beroende på marktyp. För beräkning av flöden på upptagningsområdet innan exploatering har följande avrinningskoefficienter använts, enligt Svenskt Vatten P110 tabell 4.8:

För byggnader - Tak 0,9, för hårdgjord yta (hårt packat grus/asfalterade ytor) – Asfalterad yta 0,8 och för grönyta/skogsmark – Gräsyta 0,1.

Tabell 3. Areaberäkning för befintlig markanvändning för avrinningsområde 1 inom planområdet.

Markanvändning AO1	Yta [m <sup>2</sup> ]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [ha]
Gräsyta	35017	0,1	0,35
Asfalterad yta	74025	0,8	5,92
Tak	21437	0,9	1,93
<b>Totalt</b>	<b>130479</b>		<b>8,20</b>

Tabell 4. Areaberäkning för befintlig markanvändning för avrinningsområde 2 inom planområdet.

Markanvändning AO2	Yta [m <sup>2</sup> ]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [ha]
Gräsyta	121386	0,1	1,21
Asfalterad yta	41650	0,8	3,33
Tak	9186	0,9	0,83
<b>Totalt</b>	<b>172222</b>		<b>5,37</b>

#### 4.1.2 Flöden

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt tabell 3 och 4. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10- och 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10 minuter.

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{min}} = 228 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{min}} = 489 \text{ l/s, ha}$

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 5.

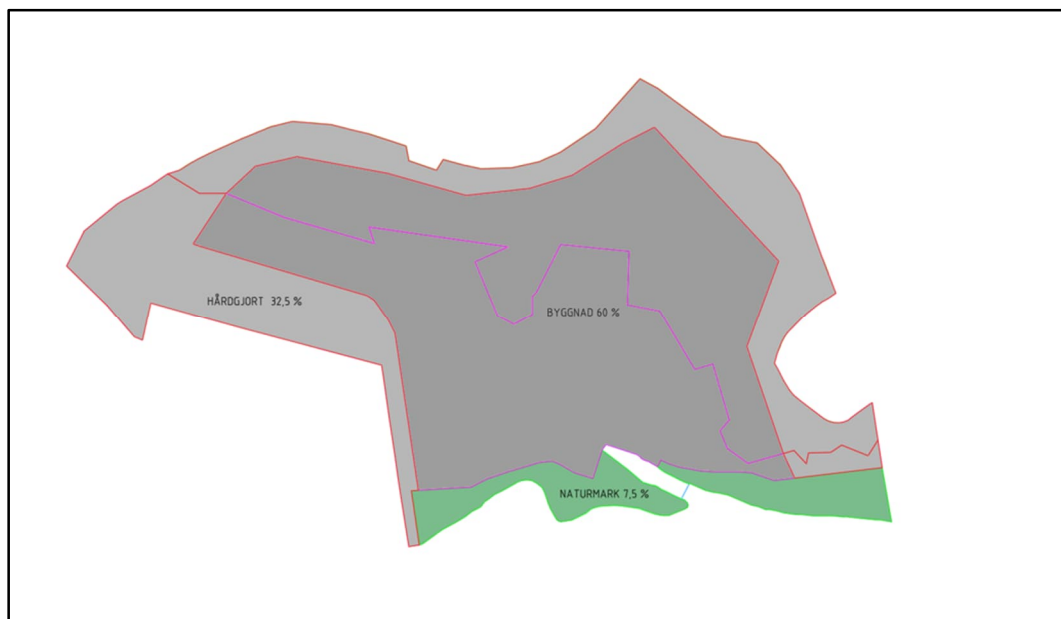
Tabell 5. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

Delområde	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
AO1	1870	4008
AO2	1225	2626
Totalt	3095	6634

## 4.2 Planerad utformning

Planområdets utformning kommer att möjliggöra för industriverksamhet. Områdets framtida ytor för exploatering begränsas i detaljplanen i hur stor del som kommer att få bebyggas. Av resterande yta kommer en viss del av ytan reserveras för dagvattenhantering och återstående yta få hårdgöras.

Beräkningar på avrinning efter exploatering är baserade på att planområdets yta till 60 % bebyggs, 32,5 % hårdgörs och 7,5 % är naturmark, se Figur 14 nedan.



Figur 14. Illustrerad markanvändning för planområdet.

### 4.2.1 Markanvändning

För beräkningar av flöden inom planområdet efter exploatering har följande avrinningskoefficienter använts enligt svenskt vatten P110 tabell 4.8;

För byggnader - Tak 0,9, hårdgjord yta – Asfalt 0,8 och för naturmark/mark som lämnas orörd, samt reserveras för dagvattenanläggning – Grönyta 0,1.

Tabell 6 och

Tabell 7 beskriver den illustrerade markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Tabell 6. Areaberäkning för planerad markanvändning för avrinningsområde 1 inom planområdet.

Markanvändning AO1	Yta [m <sup>2</sup> ]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [ha]
Asfalt/hårdgjort	52192	0,8	4,18
Tak	78287	0,9	7,05
Totalt	130479		11,23



Tabell 7. Areaberäkning för planerad markanvändning för avrinningsområde 2 inom planområdet.

Markanvändning AO2	Yta [m <sup>2</sup> ]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [ha]
Grönyta	22890	0,1	0,23
Asfalt/hårdgjort	45999	0,8	3,68
Tak	103333	0,9	9,3
<b>Totalt</b>	<b>172222</b>		<b>13,21</b>

#### 4.2.2 Flöden

Översiktliga flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1, reducerade ytor enligt tabell 6 och 7 samt med en klimatfaktor på 1,25. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde vid ett 10 minuters 10- och 100-årsregn.

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 284 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 611 \text{ [l/s, ha]}$

Flödesberäkningar har utförts för hela planområdet uppdelat i respektive avrinningsområde. Flöden efter 10 min med ett 10- och 100-årsregn redovisas i Tabell 8 nedan.

Tabell 8. Beräknade dagvattenflöden och för illustrerad markanvändning vid ett 10- och 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25.

Delområde	Dagvattenflöde [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
AO1	3198	6855
AO2	3732	7999
<b>Totalt</b>	<b>6930</b>	<b>14854</b>

Det sammanlagda dagvattenflödet för hela planområdet beräknas för ett 10-års regn med en varaktighet på 10 minuter bli totalt 6930 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är 3835 l/s.

För ett 100-års regn med en varaktighet på 10 minuter blir det sammanlagda dagvattenflödet totalt ca 14850 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är 8220 l/s.

Det sammanlagda dagvattenflödet för AO1 beräknas för ett 10-års regn med en varaktighet på 10 minuter bli totalt ca 3200 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är ca 1330 l/s. För ett 100-års regn med en varaktighet på 10 minuter blir det sammanlagda dagvattenflödet totalt ca 4010 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är ca 2850 l/s.

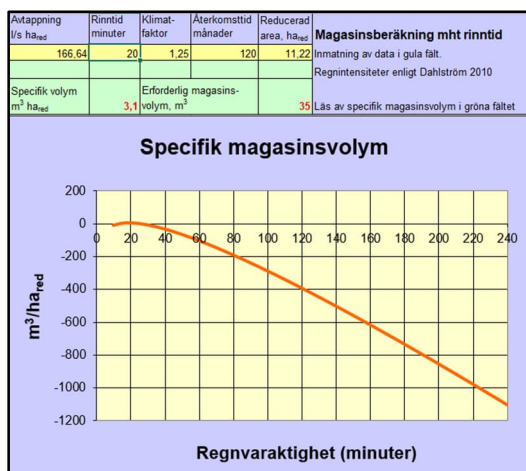
Det sammanlagda dagvattenflödet för AO2 beräknas för ett 10-års regn med en varaktighet på 10 minuter bli totalt ca 3730 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är ca 2510 l/s. För ett 100-års regn med en varaktighet på 10 minuter blir det sammanlagda dagvattenflödet totalt ca 8000 l/s. Vid en jämförelse av tabell 5 kan det tydas att skillnaden i flöde före och efter exploatering är ca 5370 l/s.

### 4.3 Magasinsvolym

Enligt Svenskt vattens rekommendationer för dagvattenhantering får flödet från området inte öka efter exploatering vilket innebär att dagvatten måste fördröjas på området innan utsläpp till recipient sker. Volymen på fördröjning i diken är beroende på storleken på det strypta utflödet samt beräknad tillrinning. Det strypta utflödet ska motsvara den befintliga avrinningen för ett 10-års regn innan exploatering.

#### 4.3.1 Magasinvolum avrinningsområde 1

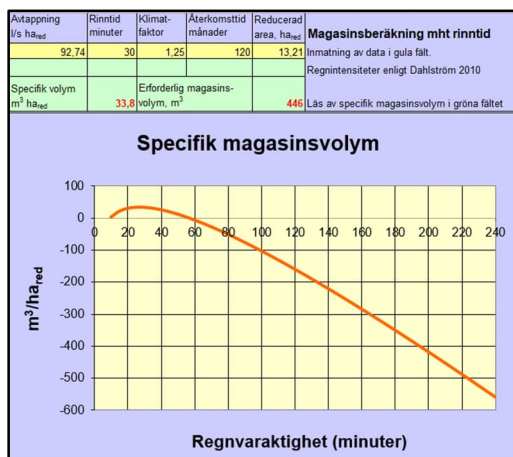
I Figur 15 ser vi beräkningar för den magasinvolym som krävs för att planområdets flöden inom AO1 efter exploatering och med en klimatfaktor på 1,25 ska uppnå detta krav. Magasinsvolymen representerar den volym vatten som ska kunna fördröjas i magasinet; ca 35 m<sup>3</sup> fritt vatten. Kravställningen att fördröja ett 10-årsregn genererar störst erforderlig magasinvolym vid en regnvaraktighet på 20 min.



Figur 15. Beräkning av magasinvolym för AO1 för ett 10-årsregn med en rinntid på 20 minuter.

#### 4.3.2 Magasinvolum avrinningsområde 2

I Figur 16 ser vi beräkningar för den magasinvolym som krävs för att planområdets flöden inom AO2 efter exploatering och med en klimatfaktor på 1,25 ska uppnå detta krav. Magasinsvolymen representerar den volym vatten som ska kunna fördröjas i magasinet; ca 450 m<sup>3</sup> fritt vatten. Kravställningen att fördröja ett 10-årsregn genererar störst erforderlig magasinvolym vid en regnvaraktighet på 30 min.



Figur 16. Beräkning av magasinvolym för AO2 för ett 10-årsregn med en rinntid på 30 minuter.

## 5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer inom området före samt efter illustrerad exploatering med och utan föreslagen reningsåtgärd. Koncentrationerna har summerats för respektive avrinningsområde och redovisas i Tabell 9 och Tabell 10 som planområdets totala föroreningsbidrag till respektive recipient. Beräkningar är utförda för en årsmedelnederbörd på 540 mm.

De redovisade beräkningarna av dagvattnets föroreningsinnehåll har utförts i dagvattenmodellen StormTac. Modellen sammanställer schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Värdena uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya studier. Föroreningshalterna som anges i StormTac är alltså årsmedelvärden och baserade på en årsmedelnederbörd om 760 mm.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie flödesproportionellt tagna samlingsprover. Det innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter i StormTac har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att de är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. Dock har även internationella studier använts vid brist på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar. Tillförlitligheten är högst för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnen suspenderad substans (SS), näringsämnen och metaller (undantaget kvicksilver). Tillförlitligheten är lägst för markanvändningarna industriområden och banvall.

Att ta fram schablonhalter är komplext. På grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika markanvändningskategorier anger StormTac i allmänhet "Låg säkerhet" för de flesta föroreningar på grund av litet dataunderlag. Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för varje specifikt utredningsområde. Detta eftersom föroreningsinnehållet i dagvatten till stor del beror på platsspecifika förutsättningar, så som takmaterial och andra byggnadsmaterial. Till exempel kan vissa föroreningar genereras från "rena" taktytor i StormTac. Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som exakta värden, men de ger en indikation om vilka ämnen som tenderar att öka/minska inom området vid planerad markförändring.

### 5.1 Föroreningsberäkningar till Ljungan

I Tabell 9 redovisas för planområdets föroreningsbidrag till Ljungan. De markanvändningar som använts i beräkningarna är mindre förorenad industri för befintlig situation och industri för planerad situation.

Tabell 9. Föroreningskoncentrationer ( $\mu\text{g/l}$ ) för område AO1 före och efter illustrerad exploatering, samt efter exploatering med rening. Koncentrationer som överskrider värden för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Planerad situation med rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	270	280	210
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1600	1800	1000
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	13	18	13
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	32	39	27
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	190	220	120
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0.98	1.4	0.65
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	8.6	13	11
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	11	15	15
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0.056	0.066	0.066
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	82000	91000	76000
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	1500	2300	1100
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0.73	0.90	0.75
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0.099	0.14	0.12

I Tabell 9 går att utläsa att samtliga föroreningskoncentrationer antas öka efter illustrerad byggnation utan reningsåtgärder. Att föroreningskoncentrationer stiger efter byggnation beror på förändring av markanvändningen.

De dagvattenlösningarna som rekommenderas i kapitel 6 används i detta kapitel för översiktliga beräkningar av planområdets slutgiltiga föroreningsbidrag till recipienten Ljungan. Åtgärderna innefattar anläggningar i form av dike med makadambarriärer.

I databasen StormTac har generell marktyp industri använts för beräkning för framtida situation. Beroende på typ av verksamhet som bedrivs inom olika industrier skiljer sig tillförlitligheten för de uppskattade föroreningskoncentrationer som genereras av beräkningsprogrammet.

Efter föreslagen reningsåtgärd är det endast nickel och kvicksilver som inte riktigt når ner till typvärdet för befintlig situation. Klassificering av säkerhet gällande befintliga statistiska data av föroreningskoncentrationen krom, kvicksilver och bensopyren för marktypen industriområde är klassad som låg, nickel och PAH är klassad som medel. Reningseffekter är klassad som låg säkerhet för kvicksilver, PAH och bensopyren. Eftersom värdena för dessa föroreningskoncentrationer är osäkra och marginellt skiljer sig från uppskattade typvärden för befintlig situation kan antagna reningsåtgärder anses som goda nog. Den ökade föroreningskoncentrationen som exploateringen resulterar i, avskiljs från dagvattnet genom avsättning på fyllningen i makadambarriärerna som har en tillsats av biokol samt genom sedimentering i diken.

## 5.2 Föroreningsberäkningar till Granån

I Tabell 10 redovisas för planområdets föroreningsbidrag till Granån. De markanvändningar som använts i beräkningarna är mindre förorenad industri och blandad grönyta för befintlig situation markanvändning och industri och blandad grönyta för planerad situation.

Tabell 10. Föroreningskoncentrationer ( $\mu\text{g/l}$ ) för område AO2 före och efter illustrerad exploatering, samt efter exploatering med rening. Koncentrationer som överskrider värden för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Planerad situation med rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	230	270	88
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1400	1700	610
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	11	18	5.8
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	27	37	10
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	150	210	53
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0.81	1.3	0.22
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	7.0	12	5.1
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	8.8	15	5.8
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0.045	0.063	0.041
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	71000	88000	30000
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	1200	2200	480
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0.59	0.86	0.37
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0.079	0.13	0.066

I Tabell 10 går att utläsa att samtliga föroreningskoncentrationer antas öka efter illustrerad byggnation utan reningsåtgärder. Att mängden föroreningar stiger efter byggnation beror på förändring av markanvändningen.

De dagvattenlösningarna som rekommenderas i kapitel 6 används i detta kapitel för översiktliga beräkningar av planområdets slutgiltiga föroreningsbidrag till recipienten Granån. Åtgärderna innefattar anläggningar i form av dike med makadambarriärer.

I databasen StormTac har generell marktyp industri och blandat grönområde använts för beräkning för framtida situation. Beroende på typ av verksamhet som bedrivs inom olika industrier skiljer sig tillförlitligheten för de uppskattade föroreningskoncentrationer som genereras av beräkningsprogrammet.

Samtliga föroreningskoncentrationer bedöms nå ner till uppskattade typvärden för befintlig situation efter föreslagna reningsåtgärder. Den ökade föroreningskoncentrationen som exploateringen resulterar i, avskiljs från dagvattnet genom avsättning på fyllningen i makadambarriärerna som har en tillsats av biokol samt genom sedimentering i diken. Efter byggnation och anläggning av föreslagna reningsåtgärder kommer föroreningsmängderna alltså inte att öka.

Efter rening av dagvatten i föreslagna reningsåtgärder bedöms samtliga föroreningskoncentrationer nå ner till betydligt lägre koncentrationer än för den befintliga situationen. Eftersom Granån mynnar ut i Ljungan vid planområdets östra del, kan ett antagande om att planområdets totala utsläpp av föroreningskoncentrationer till recipienterna Granån och Ljungan inte försämras efter byggnation med föreslagna reningsåtgärder.

## 6 Dagvattenhantering

I detta avsnitt redogörs för föreslagna dagvattenlösningar.

### 6.1 Allmänna rekommendationer

Dagvattenhanteringen ska följa de riktlinjer som beskrivs i avsnitt 2.2. Dagvatten från planområdet kommer att avledas till recipienterna via diken. Avrinningsvägar kommer att styras av framtida utbyggnad. Vid utredning av befintligt terrängförhållanden kan

framtida rinnvägar förutsägas. Utifrån de platsspecifika förutsättningarna som finns har ett förslag tagits fram för dagvattenhanteringen inom planområdet. Dagvattnet föreslås avledas ytligt i största uträkning. Ytlig avvattning bidrar till fördröjning och rening.

Allt takvatten samlas upp och transporteras via dagvattenledningar till diken. Dagvatten som inte rinner mot diken samlas upp via brunnar och leds till diken. Diken inom planområdet bör utformas så att befintliga diken utanför planområdet ej tillförs mer dagvatten än vad naturmarken från motsvarande område avger idag. Volymen på dikena är beroende av storleken på det strypta utflödet samt beräknad tillrinning. Det strypta utflödet från dikena ska motsvara den befintliga avrinningen för ett 10-års regn innan exploatering. Det innebär att dagvattenflödet nedströms fördröjningsanläggningarna blir opåverkat efter den nya byggnationen, vid ett regn med en intensitet lika med eller lägre än ett 10-årsregn.

Beräkningar har utförts där relevanta koefficienter har använts för att få fram reducerande ytor samt avrinningsflöden. Beräkningar av flöde till fördröjning i diken ger ett effektivt volymbehov på totalt ca 480 m<sup>3</sup> fritt vatten, 35 m<sup>3</sup> i den norra delen och ca 450 m<sup>3</sup> i den södra delen av planområdet. Effektivt volymbehov är beräknat utifrån befintlig avrinning. Ändrad höjdsättning och avrinningsvägar kan innebära att andelen av det totala volymbehovet som ska fördröjas för respektive avrinningsområde behöver justeras.

Totalt behövs ca 750 m långt dike för rening och fördröjning av 10-års regnet om planområdet anläggs med högsta tillåtna exploatering enligt detaljplan (60% byggnader, 32,5 % asfalt, 7,5 % naturmark).

Dikena ska anläggas med hänsyn till befintlig marks lutning samt var förorenad mark finns. Om diken anläggs där förorenad mark finns anläggs diken med tät duk för att förhindra att omkringliggande förorenad mark urlakas till recipient, vilket kommer framgå av markmiljörapporten som håller på att tas fram. Förslag redovisas på VA-plan. Om diken anläggs i förorenad mark, ska marken saneras och massor köras till deponi. Mer specifik placering av var diken har behov av att anläggas beror på framtida utbyggnadstakt och placering av byggnader.

Vid placering av diken i hårdgjorda ytor kan de anläggas som makadamdiken med öppet bärlager under asfalt.

Förslag har tagits fram på placering av anläggning av diken längs detaljplanegräns där det är möjligt, vilka presenteras på VA-plan. För att ta hänsyn till de befintliga branta slänterna i den sydöstra delen av planområdet anläggs förslagsvis ett dike mitt i befintligt industriområde till recipient. Eftersom det finns branta slänter i den nordöstra delen av planområdet är det inte lämpligt att anlägga diken där. Vid byggnation i den nordöstra delen av planområdet föreslås fördröjning och rening av dagvatten ske via magasin och filterbrunn innan det släpps ut i slänt i öster och rinner vidare till recipient.

## 6.2 Dike med makadambarriärer

Ett dike med makadambarriärer är ett dike som på utvalda platser delvis fylls med makadam. Fyllningen av makadamhinder byggs upp med en lutning på 1:2. Makadamhinder minskar risken av erosion i diken och fördröjer och renar dagvattnet. Dagvatten fördröjs i diket genom strypning av utflöde. Rening av dagvattnet sker via sedimentation samt att tillsatt biokol i makadamhindren renar kväve, fosfor och organiska

föroreningar. Dikena är utformade med slänter på 1:3 som innebär en ökad kapacitet att fördröja dagvatten.

Dikena i AO1 föreslås anläggas med en bredd på 3 m och en total längd på ca 100 m, utan bottenbredd och 0,5 m djup. Dikena anläggs med 4 st jämnt fördelade makadambarriärer. Makadambarriärerna anläggs till en höjd på 5 cm under dikeskrön. Effektiv fördröjning för utformade diken är ca 37 m<sup>3</sup>. Beräkningar är utförda på ett dike med likadan sektion och oförändrad längslutning på dikets botten och översida. I projekteringskedet och när placering av byggnader är fastställt får diket anpassas till nya förutsättningar.

Dikena i AO2 föreslås anläggas med en bredd på 4,1 m och en total längd på ca 650 m och 0,5 m i bottenbredd och 0,6 m djup. Dikena anläggs med 24 st jämnt fördelade makadambarriärer. Makadambarriärerna anläggs till en höjd på 5 cm under dikeskrön. Effektiv fördröjning för utformade diken är ca 440 m<sup>3</sup>. Beräkningar är utförda på ett dike med likadan sektion och oförändrad längslutning på dikets botten och översida. I projekteringskedet och när placering av byggnader är fastställt får diket anpassas till nya förutsättningar.

## 6.3 Andra alternativ för dagvattenhantering

### 6.3.1 Brunnsfilter

Brunnsfilter är reningsinsatser som kan monteras direkt i befintliga dagvattenbrunnar eller efter en fördröjningsanläggning. De kan bidra med rening nära källan, både i nya och i befintliga dagvattensystem. Filtermaterialet avgör vilka föroreningar som kan avskiljas. Flödet genom filtret påverkar reningsförmågan. De flesta modeller är försedda med förbiledning så att flödet genom filtret kan hållas på en lagom nivå även i samband med flödestoppar.

Brunnsfilter passar bäst i befintlig, tätbebyggd miljö där föroreningsbelastningen är måttlig till hög och det saknas plats och möjlighet för andra dagvattenlösningar. Parkeringsplatser, industriområden och bensinstationer i befintlig miljö är exempel på platser där det kan vara lämpligt att installera brunnsfilter.

Ett brunnsfilter består av en kassett av plast eller stål som omsluter ett filtermaterial. Bark, träfiber, zeolit, polypropen, torv, aktivt kol och järnhydroxid är exempel på filtermaterial. Beroende på modell kan ett brunnsfilter läggas, ställas eller hängas direkt i en brunn, antingen vid inloppet eller vid utloppet. I båda fallen är det viktigt att konstruktionen tätar mot brunnens väggar. Genom att placera ett galler som kan fånga upp sand, grus, löv och andra grövre partiklar före filtret minskar risken för igensättning. Ett sandfång på brunnens botten avskiljer också grövre partiklar och minskar risk för igensättning av filterkassetter som är placerade vid brunnens utlopp.

Reningen i ett brunnsfilter uppstår genom att föroreningarna binds till filtermaterialet. Valet av filtermaterial påverkar vilka föroreningar som kan avskiljas. De flesta filtermaterial har bra reningseffekt för metaller, men föroreningarna kan lakas ut om filtret mättas eller om flödena genom filtret blir höga. Erfarenheterna av brunnsfilter är begränsade i Sverige. Mycket forskning pågår, bland annat om funktionen hos olika filtermaterial. Genomförda studier visar att reningseffekten kan variera kraftigt.

Brunnar med brunnsfilter ska slamsugas regelbundet i samma utsträckning som andra rännstensbrunnar. För att få en tillräcklig rening är det helt avgörande att filtren kontrolleras och byts ut regelbundet. Belastningen avgör hur ofta filtermaterialet behöver

bytas. Intervallet kan variera från ett till fyra byten per år. Uppföljning behöver göras inom ett par år för att se om filtren behöver bytas oftare. Hanteringen av förbrukat filtermaterial bör anpassas efter typ och föroreningsinnehåll, lämpligen identifierat genom kemiska analyser. Filtrets typ och föroreningsinnehåll styr vilken avfallshantering som lämpar sig: kompostering, förbränning eller deponering. Avfallet kan behöva hanteras som miljöfarligt avfall.

#### 6.3.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen som exempelvis zinktack. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

#### 6.3.1 Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak, även kallade gröna tak kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten. En sådan anläggning består generellt av tre lager ovanpå. Ett dräneringslager med ett tätskikt under, sedan ett lager med växtsubstrat och överst ett vegetationstäck. Vegetationsklädda tak delas oftast upp i två kategorier; intensiva och extensiva tak. Intensiva tak har ett tjockare växtsubstrat (15 cm eller mer) och kan därför inhysa en större variation av växtlighet, men även magasinera och fördröja större dagvattenvolymer. Extensiva tak har ett tunnare djup på växtsubstratet (cirka 3–10 cm) och därför torktåliga gräsvegetation, till exempel sedum tak. Det finns även vegetationsklädda tak som kombinerar de två typerna.

Fördröjning av dagvatten uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasinera nederbörd. En del försvinner genom avdunstning. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan gröna tak reducera avrinningen med 25 till 75 procent.

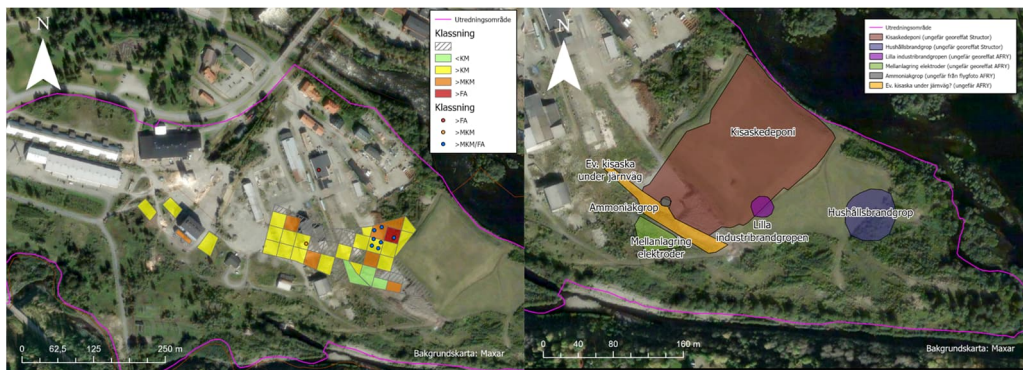
Generellt sett har vegetationsklädda tak en högre kapacitet att fördröja vattnet under sommaren än under vintern när vegetationen inte är aktiv. Ett traditionellt sedumtak kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett intensivt tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan fördröja och magasinera cirka 20 millimeter nederbörd.

### 6.4 Förorenad mark

Om planområdet är förorenat föreligger det en risk att spridningshastigheten av föroreningar tillfälligt ökar. Detta eftersom marken vid anläggning av industritomterna kan komma att dräneras, vilket kan medföra ett ökat flöde av potentiellt förorenat grundvatten till Ljungan, jämfört med rådande förhållanden (innan byggnation).

I Figur 17 redogörs för var det kan finnas förorenad mark. Väster om de förorenade områdena kan diken anläggas som fungerar som avskärande barriärer för både ytvatten och ytligt grundvatten och leda vattnet ut från området utan att passera de förorenade områdena. Då kan dagvatten uppströms avledas ut från planområdet utan att ytterligare urlaka föroreningar i öster om föreslaget dike.





Figur 17. Bilder tillhandahållna från utredare för markmiljörapport.

Vid exploatering av planområdet bör ett kontrollprogram upprättas avseende provtagning av föroreningar i mark samt grund- och ytvatten (Ljungan). De första provtagningarna utförs innan markarbeten påbörjas och provtagningen fortlöper under utförande av markarbeten. Detta för att kunna jämföra och bedöma föroreningsituationen före, respektive under samt efter markarbetena.

Om förorening påträffas inom planområdet: På lång sikt bedöms inte belastningen avseende föroreningskoncentrationer öka i recipienten Ljungan till följd av exploateringen, utan snarare minska. Detta eftersom sanering av mark vars riktvärden för mindre känslig mark (MKM) överskrids kommer att utföras vid etablering. Samt att hårdgörande av ytor genom asfaltering inom området agerar som en barriär vilket förhindrar perkolation, av nederbörd och avrinningsvatten, och således även spridning av eventuell förorening i ytliga mark-vattensystemet till djupare mark/grundvatten. Det innebär att om hårdgörande av mark utförs på så sätt att avrinning inte kommer i kontakt med den förorenade marken, kommer inte föroreningsbelastning från de områdena spridas.

## 6.5 Släckvatten

Brandvatten är det vatten som används för att släcka en brand, och släckvatten är det vatten som avrinner efter släckningen (Svenskt vatten).

Vid en brand är det viktigt att vidta rätt åtgärder för att skydda människors hälsa och miljön. Det föreligger risk för spridning och exponering av föroreningar till mark, grundvatten och recipienter, denna risk behöver minimeras. För att minimera föroreningsutsläpp ska dag- och spillvattenbrunnar täckas över så snart som möjligt, så att inte släckvatten och eventuellt förorenat regnvatten sprider sig via ledningsnätet. Även invallningar kan användas för att begränsa spridningen.

Släckvatten är ofta kraftigt förorenat med ämnen från branden, vilka ämnen och vilka mängder beror på vad som har brunnit, det kan även ha tillsatts ämnen i släckvattnet för att effektivare kunna bekämpa branden. Om branden inträffar under en torr period bör brandplatsen vattnas för att minimera föroreningsutsläpp via föreslagna uppsamlingsåtgärder. Generellt är ämnena PAH, VOC och SVOC ett problem i släckvatten samt att det kan förväntas finnas höga halter av flera olika metaller.

Föreslagna anläggningar för hantering av dagvatten har som syfte att fördröja och härbärgera dagvattenmängder, en viss rening sker i dessa men det är inte dess huvudsyfte. Om utloppen från anläggningar stängs t ex genom att en ventil stängs kan dessa dock vid

ett brandtillbud användas för uppsamling av släckvatten. Anläggningar får sedan grävas upp och släckvatten saneras.

I anslutning till föreslagna diken kan släckvattendepåer anläggas. Depåerna ska utformas för att kunna hålla den volym släckvatten som bedöms behövas. För att föroreningar från släckvatten inte ska spridas till recipient eller tränga in i marklager skall de tätas med gummiduk i botten och längs slänter. Utloppet från depåerna kan utformas så att en släckvattenmatta kan förhindra släckvatten att rinna ut från depån. Alternativt kan en ledning med ventil anläggas som beskrivs ovan.

Alternativt kan magasin anläggas med en ventil på utgående ledning. För att minimera föroreningsutsläpp ska ventilen stängas så snart som möjligt vid ett brandtillbud, så att inte släckvatten och eventuellt förorenat regnvatten sprider sig via ledningsnätet och till utlopp.

Det bör finnas en släckvattenplan för industriområde när de anlägger. Då planområdet är beläget i nära anslutning till recipient är det extra viktigt att samla upp släckvattnet då det inte hinner renas på annat sätt innan det når recipienten. En släckvattenplan bör upprättas inför bygglov.

I bilaga B Släckvattenutredning, Grön H2 RES Ljungaverk har utredning gällande släckvatten gjorts vid nyetablering av vätgasproduktionsanläggning inom fastighet Västerhängsta 6:122 1. Ur utredning går att utläsa att mängden släckvatten som anläggningen ska kunna hantera bedöms vara upp till 220 m<sup>3</sup>.

Inom fastigheten kan en mur anläggas längs med vägkanten, vilket kan medföra att släckvatten om det överstiger volymen av det som ryms i fördröjningsmagasinet samlas upp på vägytan och kan tas om hand separat och därmed motverka att förorenat vatten sprids från området. En mur som samlar upp släckvatten i en vall reducerar risken för att släckvattnet sprids till grundvatten via infiltrering i marken.

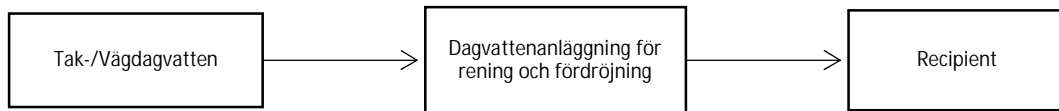
Anläggningsägare ska ha en handlingsplan och rutiner som snabbt kan verkställas om brand uppstår. Man ska ha en ritning över aktuella brunnar som täcks över, det ska även finnas rutiner och utrustning för invallning. Det är anläggningsägarens ansvar att lämplig utrustning för ändamålet finns tillgänglig samt att det finns utrustning för hantering av uppkomna mängder släckvatten, antingen via egen inköpt utrustning eller via avtal med lämplig entreprenör som kan biträda med insats och utrustning. Utrustningen ska vara anpassad för anläggningen i fråga och det övergripande målet är att förhindra utsläpp till recipient och ge möjlighet till omhändertagande av förorenat vatten.

Täta dukar kan läggas under eventuella grusytor och andra ytor som inte är hårdgjorda, detta minskar risken av spridning av förorenat släckvatten. Efter ett släckningsarbete ska magasin och övriga ytor där släckvattensamlats tömmas på vatten med en sug, alla ytor som exponerats för släckvatten ska saneras innan ventilen på utgående ledning från dagvattenmagasinet kan öppnas igen.

## 6.6 Föreslagen dagvattenhantering

### 6.6.1 Systemlösning

Takvatten ses som relativt rent dagvatten och behöver inte renas, men det fördröjs i dike. Vägdagvatten från infartsväg och parkeringar behöver renas innan det leds till recipienten, se figur 14.

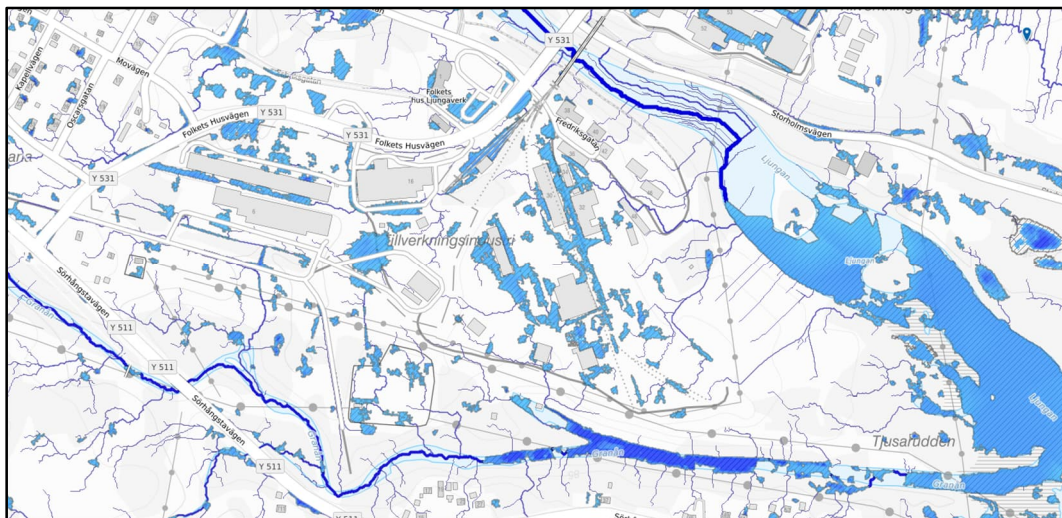


Figur 14. Princip för dagvattenhantering.

## 7 Skyfallsscenario vid 100-årsregn

En översvämningssanalys görs för att få en uppfattning av hur planområdet påverkas av extrem nederbörd och vilka områden som löper risk att drabbas av stående vatten. Enligt Svenskt Vattens rekommendationer ska inga skador på nybyggda fastigheter ske vid ett 100-årsregn. Det är därför viktigt att undersöka översvämningssituationen vid ett extremt regn så som 100-årsregn.

För att undersöka risker för översvämning och konsekvenser av skyfall har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. Detta för att kartera lågpunkter och avrinningsvägar samt för att skapa en översiktlig bild av konsekvenser vid kraftiga skyfall. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. Modellen tar inte hänsyn till något ledningsnät eller infiltration och därmed är avrinningskoefficienten vid analys 1, vilket innebär att det är värsta möjliga scenariot som analyseras. Modellen tar inte heller hänsyn till det dynamiska förloppet, dvs avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterial. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar. Analysen ger dock en tydlig översiktlig bild över översvämningssituationen. SMHI:s definition av skyfall är 50 mm/timme (SMHI, 2021) och därför har 50 mm regn studerats i analysen. Analysen har genomförts för befintlig situation och visas i Figur 18 nedan.



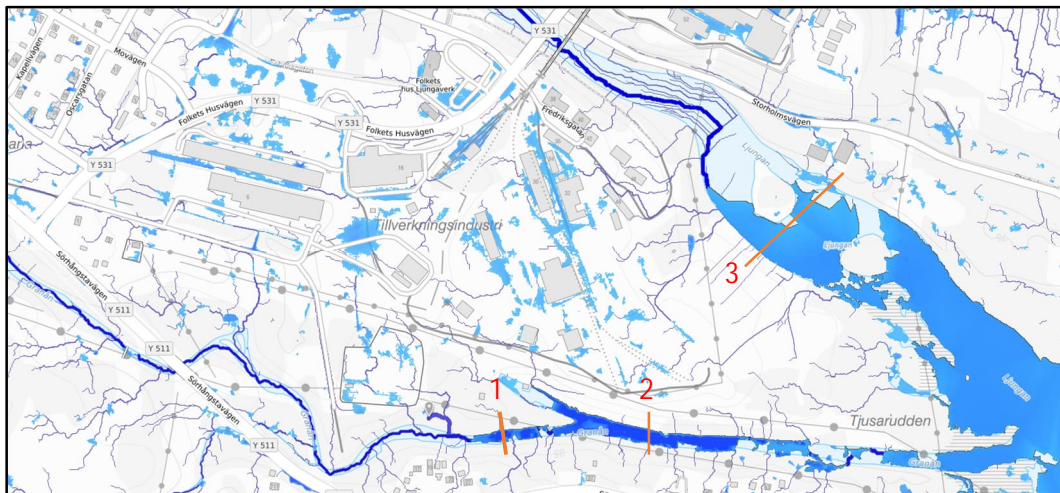
Figur 18. Befintliga ansamlingar av vatten vid ett skyfall. Befintliga lågpunkter visas i blått.

För att förhindra att yt- eller dagvatten samt skyfall rinner in i nya byggnader måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaderna. I dagsläget är det många byggnader som har en lägre markhöjd än befintlig mark, vilket resulterar i instängda områden. I Figur 18 visas att flera byggnader är omgivna av lågpunkter med stående vatten vid ett 100-årsregn. Vid exploatering av området finns möjlighet att förbättra situationen och när placering av nya byggnader och höjdsättning för planområdet utreds. Rinnstråk för skyfall kan då projekteras in som har kapacitet att leda vatten bort till recipient utan att riskera att skada byggnader.

Om en åtgärd önskas för att förhindra eventuella skador som kan uppstå på egna byggnader vid skyfall är en nivåjustering möjlig att göra. Genom en sänkning, likt ett svagt dike, på en hårdgjord yta kan stora regn snabbare ledas mot slutrecipienten. En sådan åtgärd projekteras vid ett eventuellt senare skede.

Vid nederbörd med hög intensitet som skyfall kommer föreslagna dagvattenanläggningar inte kunna fördröja regnvattnet utan det avrinner istället ytligt och kan potentiellt orsaka marköversvämningar med stora skador på byggnader och annan känslig infrastruktur. För att minimera risken för översvämningar är det viktigt att inte skapa instängda områden samt att höjsätta marknivån så att avrinning och fördröjning sker på ytor där ingen skada sker. Byggnader ska anläggas med minst FG + 0,2 m högre än anslutande gata, för att vattnet ska ansamlas på gatan och ledas vidare mot diken.

Högsta vattennivåer i recipienterna har utretts vid ett 100-årsregn. I Granån når vattennivån som högst (anvisning 1) 76,58 MH och (anvisning 2) 74,77 MH vid anvisade markeringar i Figur 19 nedan. I Ljungan når vattennivån (anvisning 3) 73,04 MH.



Figur 19. Anvisningar var högsta vattennivåer är redovisade.

## 8 Slutsats och rekommendationer

I den här dagvattenutredningen har ett förslag för en översiktlig dagvattenhantering tagits fram utifrån föreslagna markanvändningar i plankartan. Eftersom utformningen för den framtida bebyggelsen inte är fastställd i dagsläget baseras lösningar och beräkningar på den högst tillåtna exploateringsgraden. Där med är framtagna förslag överdimensionerade om maximal bygg- och hårdgöringsgrad inte nyttjas. Ytor bör utformas så att hårdgjorda ytor ligger högre än grönytor.

En korrekt utformning, dimensionering och placering av dagvattenlösningar kan utföras först i senare skede när det är fastställt hur utbyggnation kommer att se ut och placeras.