

# FRIDKULLA DAGVATTENUTREDNING, REVIDERAD VERSION



**UPPDRAG** 297008, Dagvattenutredning/ förprojektering Fridkulla

Titel på rapport: Dagvattenutredning Fridkulla

Status: Dagvattenutredning

Datum: 2020-05-13

#### **MEDVERKANDE**

Beställare: Västervik miljö och energi AB

Kontaktperson: Joanna Kilvéus

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Sofie Björnberg

Handläggare: Madeleine Hjertstrand

Kvalitetsgranskare: Sofie Björnberg

#### **REVIDERINGAR**

Revideringsdatum: 2020-04-30, tidigare slutrapport 2019-11-07

Version: 2

Initialer: TR och IG, Tyréns AB

## SAMMANFATTNING

På uppdrag av Västervik Miljö & Energi AB har Tyréns utarbetat föreliggande dagvattenutredning för Fridkullaområdet i Västerviks tätort. Syftet med rapporten är att utreda dagvattenförutsättningarna för att detaljplanera området som industri- och verksamhetsområde. Utförd revidering är gjord för att motsvara uppdaterat och minskat planområde.

Förutspådda ändringar av nederbörden på grund av klimatförändringar samt förändring av andelen hårdgjorda/genomsläppliga ytor i området förväntas ge förändrade förutsättningar för dagvattenhanteringen. Efter exploateringen får inte mer dagvatten släppas ut än det gör idag. Den erforderade magasinvolymen har beräknats, för respektive utsläppspunkt, för ett 10-årsregn som ska fördröjas till befintligt dagvattenflöde.

Fördröjning och magasinering av dagvattnet föreslås ske med till exempel infiltrationsytor, dagvattenkassetter och diken/svackdiken innan dagvattnet når det befintliga dagvattennätet och befintliga vattendrag som leder vattnet till i recipienten Kvännaren. Marken runt byggnader bör höjdsättas så att den lutar ut från husen och mot föreslagna dagvattenlösningar. Det har även föreslagits att marken bör höjdsättas så att dagvattnet vid ett extremregn rinner till områdena nordväst och söder om planområdet, och vidare till befintliga vattendrag, för att minimera risken att byggnader skadas.

På grund av berg i dagen och tunn jordmån finns begränsade möjligheter att fördröja tillräckligt mycket dagvatten i området. Framtida markhöjder behövs för att kunna göra en mer detaljerad utredning av föreslagen placering av dagvattenlösningarna.

Föroreningsberäkning med hjälp av schablonvärden från StormTac visar att föroreningshalterna kommer att öka i området efter exploatering. Med dagvattenlösningar som föreslås i denna rapport bedöms dock ingen negativ påverkan kvarstå på recipienten. En kontroll av reningsförmågan bör göras i samband med kommande projektering.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>METODIK OCH AVGRÄNSNING .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>RIKTLINJER GÄLLANDE DAGVATTEN .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>SKYDDSVÄRDA INTRESSEN .....</b>	<b>8</b>
4.1	NATURRESERVAT .....	8
4.2	FORNLÄMNINGAR .....	8
4.3	ÖVRIGA SKYDDSVÄRDA INTRESSEN .....	8
<b>5</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN .....</b>	<b>8</b>
5.1	GEOTEKNIK OCH TOPOGRAFI .....	8
5.2	GRUNDVATTEN .....	9
5.3	NUVARANDE MARKANVÄNDNING .....	9
<b>6</b>	<b>ÖVRIGA BEFINTLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR .....</b>	<b>10</b>
6.1	BEFINTLIGA LEDNINGAR .....	10
<b>7</b>	<b>BEFINTLIGT AVVATTNINGSSYSTEM .....</b>	<b>10</b>
7.1	RECIPIENT .....	10
7.2	DIKNINGSFÖRETAG .....	11
7.3	AVRINNINGSOMRÅDEN .....	12
7.3.1	ÖVERSVÄMNINGSPROBLEMATIK .....	13
<b>8</b>	<b>RECIPIENT FÖR DAGVATTEN OCH MILJÖKVALITETSNORMER .....</b>	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>BERÄKNADE FLÖDEN .....</b>	<b>15</b>
9.1	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR .....	15
9.2	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN (FLÖDEN OCH RINNTIDER) .....	16
9.3	FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN (FLÖDEN OCH RINNTIDER) .....	17
9.4	ERFORDRAD MAGASINSVOLYM .....	18
<b>10</b>	<b>FÖRORENINGSHALTER .....</b>	<b>19</b>
<b>11</b>	<b>EXEMPEL PÅ LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN .....</b>	<b>20</b>
11.1	DIKEN/SVACKDIKEN .....	20
11.2	INFILTRATIONSYTOR .....	21
11.3	MAKADAMDIKEN .....	22
11.4	DAGVATTENÅTGÄRDER I BEFINTLIG MILJÖ .....	23
<b>12</b>	<b>FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING .....</b>	<b>24</b>
12.1	PRINCIPUTFORMNING INOM PLANOMRÅDET .....	24
12.2	OMRÅDEN MED OFÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING .....	24
12.2.1	OMRÅDEN MED FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING .....	24

<b>13</b>	<b>HÖJDSÄTTNING OCH HANTERING AV SKYFALL.....</b>	<b>25</b>
13.1.1	SKYFALL .....	26
<b>14</b>	<b>FÖRORENINGSBELASTNINGAR OCH PÅVERKAN PÅ MKN EFTER EXPLOATERING .....</b>	<b>26</b>
<b>15</b>	<b>SLUTSATS.....</b>	<b>27</b>
15.1	REKOMMENDERAT FORTSATT ARBETE.....	27
<b>16</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>28</b>
16.1	SKRIFTLIGA.....	28
16.2	DIGITALA.....	28

## 1 BAKGRUND OCH SYFTE

På uppdrag av Västervik Miljö & Energi AB har Tyréns AB tagit fram föreliggande dagvattenutredning för Fridkulla verksamhetsområde i västra utkanten av Västervik. Syftet med denna rapport är att utreda dagvattenförutsättningarna för att detaljplanera området som industri- och verksamhetsområde.

Planområdet ligger i västra utkanten av Västervik, se figur 1 och 2, och är cirka 8 ha stort. Området består idag mestadels av skogsområde samt befintligt industriområde. Huvudfastigheten (Västervik 3:1) ägs av Västerviks kommun, de andra fastigheterna är privatägda (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

Inom planområdet planeras det för industrier och verksamheter. Området förväntas få en liknande utformning som Fridkulla har idag, d.v.s. med stora byggnader och mycket hårdgjord mark (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).



Figur 1. Planrådets ungefärliga placering markerad med röd ring (© Lantmäteriet)



Figur 2. Planområdets placering markerat med rött.

## 2 METODIK OCH AVGRÄNSNING

Följande underlag har erhållits från Västervik Miljö & Energi AB:

- Geotekniskt PM för Västervik 3:1 (2017-06-27)
- Plan- och genomförandebeskrivning (2019-04-10)
- Plankarta (2020-03-19)
- Idéskiss kring framtida bebyggelse i Jenny/Fridkulla (2017-01-31)
- Naturvärdesinventering inför detaljplan i Västervik, Jennyområdet, Calluna (2014-10-07)
- Grundkarta
- Underlag över befintliga VA-ledningar
- Undersökning av betydande miljöpåverkan (2019-04-10)

Utöver underlag tillhandahållet av Västervik Miljö & Energi AB har följande myndighetsdata använts:

- Information kring vattendrag och miljö kvalitetsnormer för vatten, Vatteninformationssystem Sverige (VISS)
- Information kring jordarter och jorddjup, Sveriges geologiska undersökning (SGU)
- Information om dikningsföretag, Länsstyrelsen i Kalmar län

Beräkningar av dagvattenflöden inom planområdet före och efter exploatering samt dimensionering av dagvattenanläggningar har gjorts i enlighet till Svenskt Vattens riktlinjer i publikation P110.

## 3 RIKTLINJER GÄLLANDE DAGVATTEN

Följande riktlinjer ingår i Västerviks kommun dagvattenstrategi:

- Uppkomst av dagvatten ska minimeras
- Dagvattenflöden omhändertas och fördröjs så nära källan som möjligt med följande prioritetsordning:

1. Lokalt omhändertagande
  2. Fördröjning så nära källan som möjligt
  3. Trög avledning och samlad fördröjning
- Förorening av dagvatten förhindras och eventuellt rening sker så nära källan som möjligt.
  - Dagvatten tillförs inte spillvattennätet.
  - Kommunkoncernen är föredöme avseende hållbar dagvattenhantering. Detta gäller vid ny- och ombyggnation samt i det egna befintliga fastighetsbeståndet och omfattar goda materialval, lokalt omhändertagande, fördröjning av dagvatten och nyttjande av dagvatten som resurs.
  - Dagvattensystem dimensioneras för ett framtida klimat.

## 4 SKYDDSVÄRDA INTRESSEN

### 4.1 NATURRESERVAT

Det finns inga naturreservat inom planområdet. Cirka 200-300 m norr om planområdet ligger Ljungåsens naturreservat (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

### 4.2 FORNLÄMNINGAR

Det finns inga fornlämningar inom planområdet, men i närheten av planområdet på södra sidan finns två fynd av stensättningar från bronsåldern/järnåldern (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

### 4.3 ÖVRIGA SKYDDSVÄRDA INTRESSEN

Det finns inga riksintressen, Natura 2000-områden, naturreservat eller övriga skyddsvärda intressen i planområdet (VISS, *Vattenkartan*, 2019).

## 5 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 5.1 GEOTEKNIK OCH TOPOGRAFI

Terrängen i området är kuperad och ligger ca 39 - 42 möh och lutar generellt mot sjön Kvännaren. Berggrunden består i huvudsak av granit och kvartsit och i vissa områden finns berg i dagen och ett ytskikt av isälvmaterial. (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

Enligt SGU:s jordartskarta består större delen av utredningsområdet av grusigt svallsediment och berg i dagen, samt ett mindre område med kärrtorv, se figur 3 (SGU, *Jordarter*, 2019).

Detta stämmer rätt väl överens med den generaliserade beskrivningen av jordarterna från den geotekniska utredningen som gjordes 2017. Där konstaterades att jordarterna i området består i huvudsak av grusig eller siltig sand ovan lera på friktionsjord med berg under, alternativt av sand ovan fastare lagrad friktionsjord med berg under. Lokalt kan torv förekomma med en mäktighet på upp till 0,5 meter. Djup till berget varierar mellan 0 - 6,5 meter under markytan inom området (ÅF, *PM Geoteknik*, 2017).

På grund av berg i dagen samt att jorddjupet är mindre än 2 m på vissa ställen finns det begränsad möjlighet för att infiltrera dagvatten.





## 6 ÖVRIGA BEFINTLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR

### 6.1 BEFINTLIGA LEDNINGAR

Skanova har befintliga el-, tele- och fiberkablar i planområdet (i Fridkullagatan och Truckgatan) och det finns befintliga vatten-, spillvatten- och dagvattenledningar inom området. Planområdet ingår i kommunalt verksamhetsområde för VA (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

## 7 BEFINTLIGT AVVATTNINGSSYSTEM

### 7.1 RECIPIENT

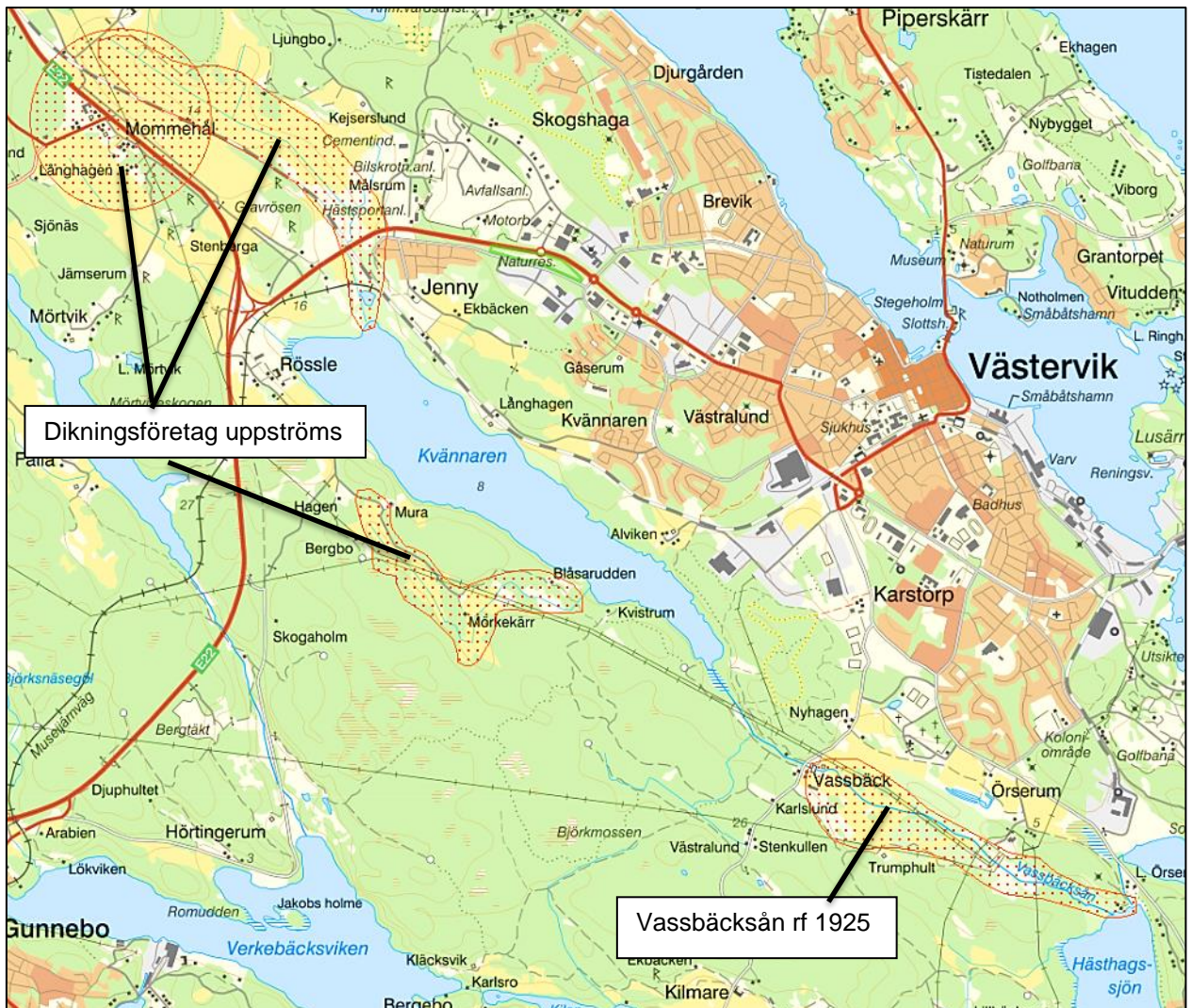
Planområdet ligger på en höjd och sluttar söderut mot sjön Kvännaren (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019). I dagsläget leds delar av dagvattnet till befintligt dagvattnenät i området och delar av dagvattnet rinner från planområdet med diffus avrinning och via befintliga diken ner till sjön Kvännaren som ligger söder om planområdet, se figur 4. Från Kvännaren så rinner vattnet vidare sydösterut i Vassbäckån till Hästhagsjön, sedan vidare därifrån ut i Örserumsviken och ut i Lusårnafjärden, som är en del av Östersjön (VISS, *Vattenkartan*, 2019).



Figur 4. Vattnets rinnväg från planområdet ut i Östersjön (VISS, *Vattenkartan*, 2019).

## 7.2 DIKNINGSFÖRETAG

Det finns fyra diktningföretag i anslutning till Kvännaren, varav ett diktningföretag ligger nedströms avrinningsområdet för exploateringsområdet, nedström Kvännaren. De andra ligger uppströms, se figur 5. Diktningföretaget som påverkas heter Vassbäcksån rf 1925, se figur 5. Inget maximalt utsläppsflöde till detta diktningföretag har hittats (Länsstyrelsen, *Markavvattning Kalmar län*, 2019).

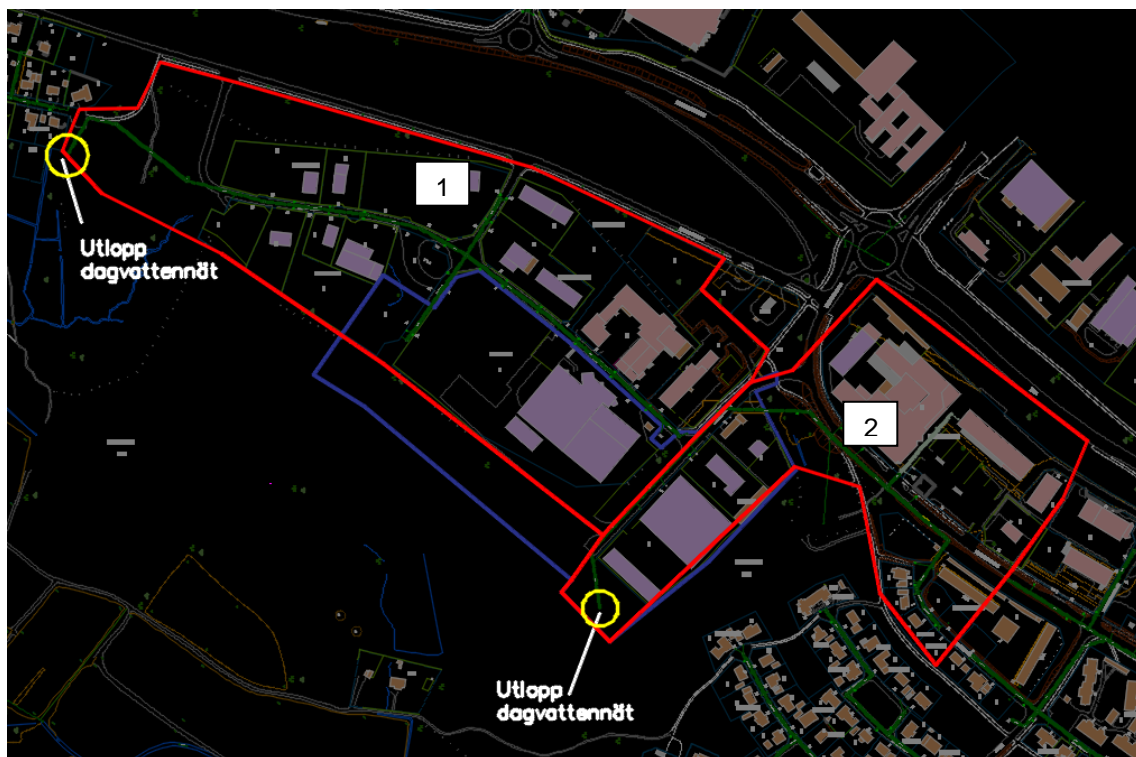


Figur 5. Diktningföretag nära planområdet. Endast Vassbäcksån rf 1925 ligger nedströms planområdet (Länsstyrelsen, *Markavvattning Kalmar län*, 2019).

### 7.3 AVRINNINGSSOMRÅDEN

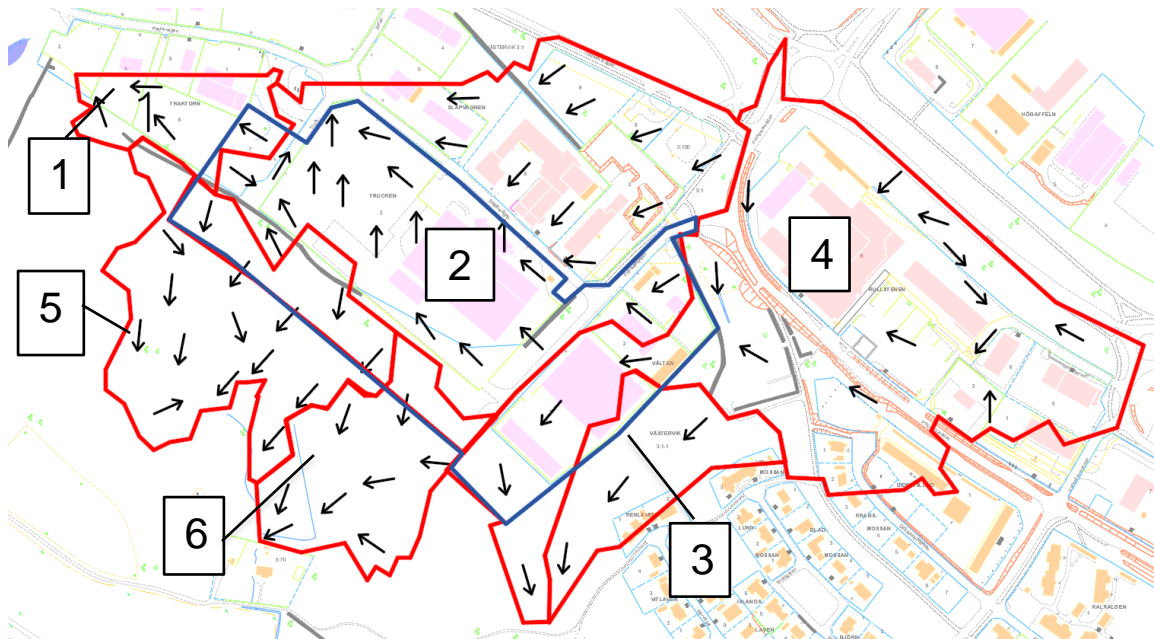
Befintlig mark avleds till ett kommunalt dagvattensystem. Dagvattenanläggningen idag är utformad med direktavrinning från hårdgjorda ytor. Inga åtgärder för fördröjning eller annan behandling ingår i anläggningen. Tekniskt avrinningsområde och befintliga utlopp för dagvattenledningar presenteras i Figur 6. Befintliga dagvattenledningar varierar mellan 200 - 500 mm i avrinningsområde 1 och mellan 250 - 800 mm inom avrinningsområde 2.

Vid befintliga utloppspunkter släpps dagvatten direkt ut i naturmark där vatten så småningom ansluter till befintligt dikessystem. Dikessystemet och dess kapacitet redovisas i anslutande *Hydraulisk utredning av dagvattenledningar i Fridkulla och Jenny, Västervik (Tyrens 20191107)*. Utlopp från avrinningsområde 1 övergår direkt i dike medan vatten från avrinningsområde 2 avrinner via en naturstig. Enligt uppgifter från beställaren avrinner detta vatten inte på ett optimalt sett och åtgärder bör vidtas.



Figur 6. Tekniska avrinningsområden för dagvatten, 1 resp 2. Avrinningsområden basteras på avledninga v dagvatten till teknisk anläggning, dvs dagvattenledning. Avledning sker med direktkoppling

När dagvattenledningar inom området överbelastas kommer avrinning istället ske ytledes. Detta inträffar vid intensiva regn som överstiger dimensionerande återkomsttid för ledningsnätet. Vanligen innebär det vid regn med en återkomsttid på 5-10 år. Ytledes avrinning sker åt olika håll, beroende på markytornas höjdsättning och planområdet ingår då i sex olika delavrinningsområden, se figur 7 nedan. Avrinningsområdena för ytledes avrinning har erhållits från den *Hydraulisk utredning av dagvattenledningar i Fridkulla och Jenny, Västervik (Tyrens 20191107)*. Utloppspunkterna från delavrinningsområdena leds dagvattnet delvis till befintligt dagvattennät och delvis till befintliga diken som leder vattnet till sjön Kvännaren.



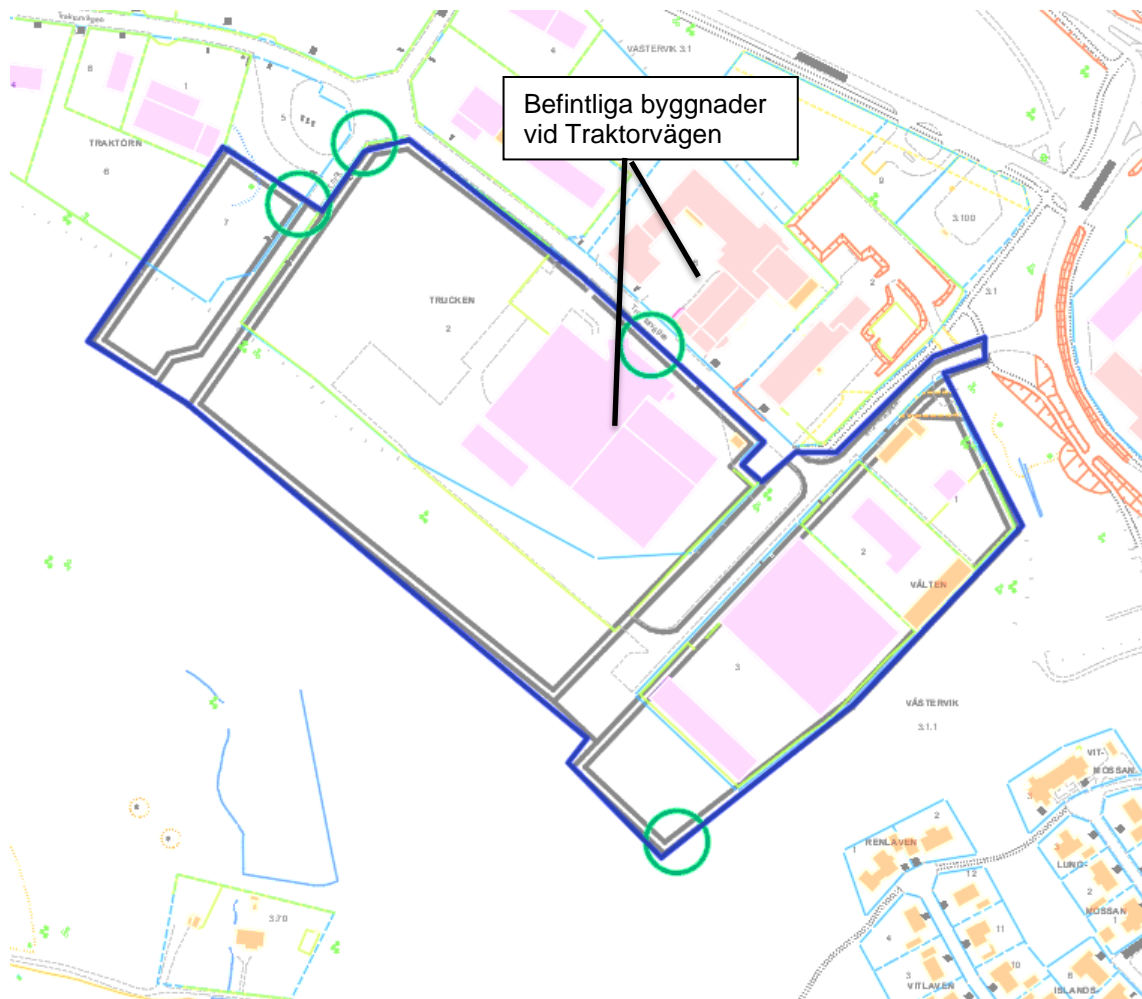
Figur 7. Planområdet visas med blå linje. Det ingår i sex olika delavrinningsområden som avgränsas med röda linjer. Pilarna visar dagvattnets flödesriktningar.

### 7.3.1 ÖVERSVÄMNINGSPROBLEMATIK

Planområdet är kuperat, men lutar generellt åt sydväst mot sjön Kvännaren. Jordlagret är på många ställen mindre än 2 m och på vissa ställen finns berg i dagen, detta ger att infiltrationsmöjligheterna i området är begränsade, vilket kan öka risken för översvämning. Lågpunkter i planområdet kan ses i figur 8. De befintliga byggnaderna vid Traktorvägen i nordöstra delen av planområdet får mycket vatten i dagsläget.

I dagsläget finns ingen dagvattenfördröjning i området.

Instängda områden kan ses i bilaga D - Hydraulisk utredning av dagvattenledningar i Fridkulla och Jenny, Västervik.



Figur 8. Lågpunkter (gröna cirlar) i planområdet.

## 8 RECIPIENT FÖR DAGVATTEN OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Miljö kvalitetsnormer, MKN, är ett juridiskt bindande styrmedel som kan innefatta föroreningsnivåer och störningsnivåer som inte får underskridas/överskridas. För ytvatten finns miljö kvalitetsnormer för kemisk och ekologisk status, medan det för grundvatten finns MKN för kemisk och kvantitativ status. Ekologisk status är en sammanvägning av biologiska, kemiska och hydrologiska parametrar. Exempel på kemiska parametrar som ingår är näringsämnen och pH. Nuvarande situation jämförs med ett ursprungligt tillstånd för varje parameter som är unik för varje vattenförekomst. Resultatet för de olika parametrarna vägs sedan samman i en övergripande status för vattenförekomsten.

Planområdet avvattnas via sjön Kvännaren och via Vassbäcksån till Hästhagsjön och sen ut i Lusernafjärden (som är en del av Östersjön), se figur 4. Enligt Västerviks kommuns dagvattenpolicy klassas både Kvännaren och Lusernafjärden som känsliga för mänsklig påverkan.

Kvännaren uppnår måttligt god ekologisk status på grund av överbelastning av näringsämnen (vilket leder till övergödning) samt på grund av morfologiska förändringar. Kvännaren uppnår ej god kemisk status på grund av för höga halter av miljögifter såsom polybromerade difenyletrar,

kvicksilver och kvicksilverföreningar. Faktorer som påverkar sjöns status är bland annat förorenade områden, deponier, urban markanvändning, jordbruk och enskilda avlopp (VISS, *Kvännaren*, 2019).

Vassbäcksån uppnår också måttligt god ekologisk status på grund av överbelastning av näringsämnen (vilket leder till övergödning) samt på grund av morfologiska förändringar. Den uppnår ej god kemisk status på grund av för höga halter av kvicksilver i fisk samt på grund av för höga halter av polybromerade difenyletrar. Faktorer som påverkar åns status är bland annat urban markanvändning, jordbruk, enskilda avlopp samt morfologiska förändringar såsom dammar och slussar (VISS, *Vassbäcksån*, 2019).

Miljö kvalitetsnormerna för Hästhagsjön finns det ingen information om.

Lusärnafjärden är en del av Östersjön och är den slutliga recipienten för dagvattnet från planområdet. Även denna recipient uppnår måttligt god ekologisk status och ej god kemisk status. Precis som för recipienterna uppströms beror det bland annat på övergödning, för höga halter av polybromerade difenyletrar och kvicksilver och förändrad morfologi. Betydande påverkanskällor är bland annat närliggande reningsverk, jordbruk och urban markanvändning (VISS, *Lusärnafjärden*, 2019).

Föroreningshalterna i dagvattnet har beräknats före och efter exploatering, se kapitel 10. Marken som är planerad att nyexploateras utgörs idag av naturmark och bedöms därför inte vara förorenad. Däremot i östra delarna av planområdet, som gränsar till befintliga industrier, finns kända förorenade områden (Västerviks kommun, *Plan- och genomförandebeskrivning*, 2019).

## 9 BERÄKNADE FLÖDEN

### 9.1 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Befintliga flöden har beräknats för ett statistiskt 10-årsregn med hjälp av rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110, enligt följande formel:

$$Q = A \cdot \phi \cdot i = A_{red} \cdot i$$

Q = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets totala yta [ha]

A<sub>red</sub> = reducerad area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i = dimensionerande regnintensitet [l/(s,ha)]

För framtida flöden har samma formel använts, men flödet har då multiplicerats med en klimatfaktor på 1,25.

Det dimensionerande flödet från respektive delavrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den del av planområdet som ingår i avrinningsområde 5 och 6 kommer vid exploatering avvattnas mot avrinningsområde 2 och således belasta det tekniska avrinningsområdet område 2. Hur regn vid skyfall kommer avrinna beror på höjdsättning av tillkommande markytor.

Inom dimensionerande regntillfällen har således avrinningsområde 5 och 6 utgått och avrinningsområde 2 utökats i beräkningarna som beskriver flödet efter exploatering.

## 9.2 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN (FLÖDEN OCH RINNTIDER)

För att räkna ut rinntiden har ungefärliga vattenhastigheter från Tabell 4.5 i P110 använts. Längsta rinntid för respektive avrinningsområde visas i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Längsta rinntid för de olika avrinningsområdena innan exploatering.

Avrinningsområde	Rinntid (min)
1	196m/0,5m/s = 7 min → 10 min
2	328m/0,5m/s = 10 min
3	257m/0,1m/s = 45 min
4	905m/0,5m/s = 30 min

Dimensionerande regn har valts till ett 10-årsregn enligt tabell 2.1 i P110. Följande avrinningskoefficienten har antagits:

Industriområde: 0,9

Naturmark: 0,2

Berg i dagen: 0,8

Asfalt: 0,8

Den reducerade arean för respektive avrinningsområde presenteras i tabell 2 nedan. De olika avrinningsområdena och rinnriktningarna visas i figur 7.

Tabell 2. Reducerad area för respektive avrinningsområde innan exploatering.

Avrinningsområde:	Typ av yta:	Area (ha):	Avrinningskoeff:	Red area (ha):
1	Naturmark	0,1	0,2	0,02
	Berg i dagen	0,1	0,8	0,08
	Industriområde	1,07	0,9	0,96
			Totalt:	1,06
2	Naturmark	0,54	0,2	0,11
	Berg i dagen	0,54	0,8	0,43
	Industriområde/tak	7,85	0,9	7,07
	Asfalt	0,87	0,8	0,70
			Totalt:	8,30
3	Industriområde	0,17	0,9	0,15
	Naturmark	0,835	0,2	0,17
	Berg i dagen	0,835	0,8	0,67
			Totalt:	0,99
4	Naturmark	2,92	0,2	0,58
	Industriområde	7,76	0,9	6,98
			Totalt:	7,57

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid regnintensiteten kan utläsas från tabell 4.6 i P110. Med hjälp av den reducerade arean och regnintensiteten fås befintligt dagvattenflöde.

Tabell 3. Befintliga dagvattenflöden

Avrinningsområde:	Red area (ha):	Varaktigheten (min)	Regnintensitet i (l/s, ha)	Dagvattenflöde Q (l/s):
1	1,0	10 min	228	242
2	8,3	10min	228	1893
3	1,0	45 min	88,2	87
4	7,6	30 min	115,7	876



### 9.3 FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN (FLÖDEN OCH RINNTIDER)

Längsta rinntid för respektive avrinningsområde efter exploatering visas i tabell 4 nedan.

Tabell 4. Rinntider för respektive avrinningsområde efter exploatering.

Avrinningsområde	Rinntid (min)
1	196m/0,5m/s = 7 min → 10 min
2	328m/0,5m/s = 10 min
3	257m/0,1m/s = 45 min
4	905m/0,5m/s = 30 min

Dimensionerande regn har valts till ett 10-årsregn enligt tabell 2.1 i P110.

Följande avrinningskoefficienten har antagits:

Industriområde: 0,9

Naturmark: 0,2

Berg i dagen: 0,8

Asfalt: 0,8

Den reducerade arean för respektive avrinningsområde presenteras i tabell 5 nedan. De olika avrinningsområdena och rinnriktningarna visas i figur 6.

Tabell 5. Reducerad area för respektive avrinningsområde efter exploatering.

Avrinningsområde:	Typ av yta:	Area (ha)	Avrinningskoeff:	Red area (ha):
1	Naturmark	0,1	0,2	0,02
	Industriområde	1,07	0,9	0,96
	Berg i dagen	0,1	0,8	0,08
			Totalt:	1,1
2	Naturmark	0,48	0,2	0,10
	Industriområde	8,88	0,9	7,99
	Asfalt	0,87	0,8	0,70
	Berg i dagen	0,48	0,8	0,38
			Totalt:	9,16
3	Industriområde	0,20	0,9	0,18
	Naturmark	0,835	0,2	0,17
	Berg i dagen	0,835	0,8	0,67
			Totalt:	1,02
4	Naturmark	2,92	0,2	0,58
	Industriområde	7,76	0,9	6,98
			Totalt:	7,60

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid regnintensiteten kan utläsas från tabell 4.6 i P110. Med hjälp av den reducerade arean, klimatfaktorn och regnintensiteten fås framtida dagvattenflöde. De framtida dagvattenflödena från respektive avrinningsområde presenteras i tabell 6.

Tabell 6. Framtida dagvattenflöden.

Avrinningsområde:	Red area (ha):	Varaktigheten (min)	Regnintensitet i (l/s, ha)	Klimatfaktor	Dagvattenflöde Q (l/s):
1	1,1	10 min	228	1,25	303
2	9,16	10min	228	1,25	2611
3	1,02	45 min	88,2	1,25	112
4	7,6	30 min	115,7	1,25	1095

Tabell 7. Ökning av dagvattenflöde efter exploatering

Avrinningsområde:	Dagvattenflöde före exploatering (l/s):	Dagvattenflöde efter exploatering (l/s):	Ökning av flöde (l/s):	Ökning av flöde (%):
1	242	303	61	25
2	1893	2611	718	38
3	87	112	25	29
4	876	1095	219	25

#### 9.4 ERFORDRAD MAGASINSVOLYM

Erfordrad magasinsvolym har beräknats antaget att vi inte får släppa ut mer dagvatten från respektive avrinningsområde jämfört med hur mycket som släpps ut från områdena i dagsläget, se tabell 3. Dimensionerande utflöden från respektive delavrinningsområde och erforderade magasinsvolym redovisas i tabell 8 nedan. Dimensionering är gjord för ett klimat anpassat 10-årsregn.

Dimensionering av fördröjningsanläggningarna är gjord vid intensiva regn då infiltrationshastigheten till omgivande mark försumbar. Dimensioneringen antar alltså tät botten där allt vatten behöver magasineras innan avtappning sker i utloppsledning. Då endast några av avrinningsområdena påverkas av exploateringen, har avrinningsområdena delats upp i de som påverkas av förändrad markanvändning och de som endast påverkas av ökade regnmängder i framtiden, se tabell 8 och 9.

Tabell 8. Erfordrad magasinsvolym i de avrinningsområden som påverkas av förändrad markanvändning.

Avrinning-sområde:	Framtida red area (ha):	Utsläppsgräns (l/s) (befintligt dagvattenflöde från respektive område)	Beräknad fördröjning (m <sup>3</sup> )
2	9,16	1893	440
4	7,6	876	394

Tabell 9. Erfordrad magasinsvolym i de avrinningsområden som endast påverkas av förändrade regnmängder i framtiden.

Avrinningsområde:	Framtida red area (ha):	Utsläppsgräns (l/s) (befintligt dagvattenflöde från respektive område)	Beräknad fördröjning (m <sup>3</sup> )
1	1,1	242	37
3	1,0	87	31

## 10 FÖRORENINGSHALTER

Föroreningshalterna har översiktligt beräknats före och efter exploatering, se tabell 10 nedan. Av tabellen framgår att föroreningshalten ökar för alla ämnena när området exploateras. Några generella reningshalter för olika möjliga dagvattenanläggningar visas i tabell 11 nedan.

Tabell 10. Föroreningshalter i dagvattnet från planområdet före och efter exploatering.

Ämne	Föroreningshalter innan exploatering (kg/år)	Föroreningshalter efter exploatering (kg/år)	Ökning (%)	Kommentar
<b>Fosfor, P</b>	26	28	8	Beror främst på ökad avrinning
<b>Kväve, N</b>	170	180	6	
<b>Bly, Pb</b>	2,6	2,8	8	Schablonvärdena i StormTac baseras på internationella mätvärden. I Sverige används blyfritt fordonbränsle, därför är risken liten att blyhalten ökar.
<b>Koppar, Cu</b>	3,9	4,3	10	Ökningen av kopparhalten beror mycket på vilka ytmaterial som väljs. Om det inte tillkommer kopparytor, t.ex. koppartak, så är risken att kopparhalterna ökar liten.
<b>Zink, Zn</b>	23	26	13	Härstammar framförallt från bildäck, ökar med ökad trafikmängd
<b>Kadmium, Cd</b>	0,14	0,14	0	
<b>Krom, Cr</b>	1,2	1,3	8	
<b>Nickel, Ni</b>	1,5	1,6	7	
<b>Kvicksilver, Hg</b>	0,0062	0,0067	8	
<b>Partiklar, SS</b>	8800	9600	9	Ökar med ökad trafikmängd
<b>Olja</b>	210	230	10	Ökar med ökad trafikmängd
<b>PAH16</b>	0,085	0,093	9	

Tabell 11. Generella reningsgrader i olika möjliga typer av dagvattenanläggningar.

Ämne	Svackdike	Makadamdike	Torr damm	Våt damm	Rening i biofilter (t.ex. regnbäddar mm)
Fosfor, P	35 %	60 %	10 %	55 %	65 %
Kväve, N	35 %	55 %	25 %	35 %	40 %
Bly, Pb	65 %	80 %	40 %	75 %	80 %
Koppar, Cu	50 %	65 %	30 %	60 %	65 %
Zink, Zn	65 %	85 %	30 %	60 %	85 %
Kadmium, Cd	65 %	85 %	40 %	50 %	85 %
Krom, Cr	50 %	55 %	40 %	75 %	55 %
Nickel, Ni	50 %	65 %	30 %	50 %	75 %
Kvicksilver, Hg	15 %	45 %	10 %	30 %	80 %
Partiklar, SS	70 %	80 %	50 %	80 %	80 %
Olja	85 %	90 %	75 %	80 %	70 %
PAH16	60 %	60 %	30 %	70 %	85 %

## 11 EXEMPEL PÅ LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN

### 11.1 DIKEN/SVACKDIKEN

Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning, se figur 9. Svackdike är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel. Ett svackdike kan ses som ett alternativ till traditionella avloppssystem och används främst där man önskar ett öppet dagvattensystem. Meningen är att de skall fungera som transportsystem och för magasinering av dagvattnet. Svackdiken kan förses med strypt utlopp eller överfall i olika sektioner för att vidaregående flöde skall begränsas.

Ett svackdike skall inte beaktas som ett komplett reningssystem. Däremot är det en metod som är effektiv mot rening av kväve och även upp till 20 % av metaller. Det går inte heller att säkerhetsställa en konstant hög reningseffekt och gräset behöver klippas kontinuerligt för att kunna behålla flödet. Våtmarksbeväxta svackdiken renar bättre än gräs. Eftersom svackdikena i princip är självgödslande på grund av alla näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling.

Vanliga diken har vanligtvis brantare släntlutning än svackdiken, upp till en lutning på 1:2, och tar därför mindre plats än svackdiken.



Figur 9. Exempel på svackdike (foto: Tyréns)

## 11.2 INFILTRATIONSYTOR

Exempel på infiltrationsytor är till exempel gräsarmering, grusytor eller plattbeläggning, se figur 10, men det kan även vara gräsytor, växtbäddar eller planteringsytor. Infiltrationsytor kan anläggas i anslutning till byggnader, ytorna fördröjer då dagvatten som rinner ner från byggnaden. Viktigt är dock att ha korrekt isolering av byggnadens grund, så att dagvatten inte tränger in i grunden. Vid utlopp i växtbädden rekommenderas det att läggas erosionskydd, t.ex. i form av stenar. Det är även viktigt att välja passande växter, för att minska risken för att rötterna växer in i grunden. Infiltrationsytor kan utformas med dränering i botten eller med endast infiltration till omgivningen.

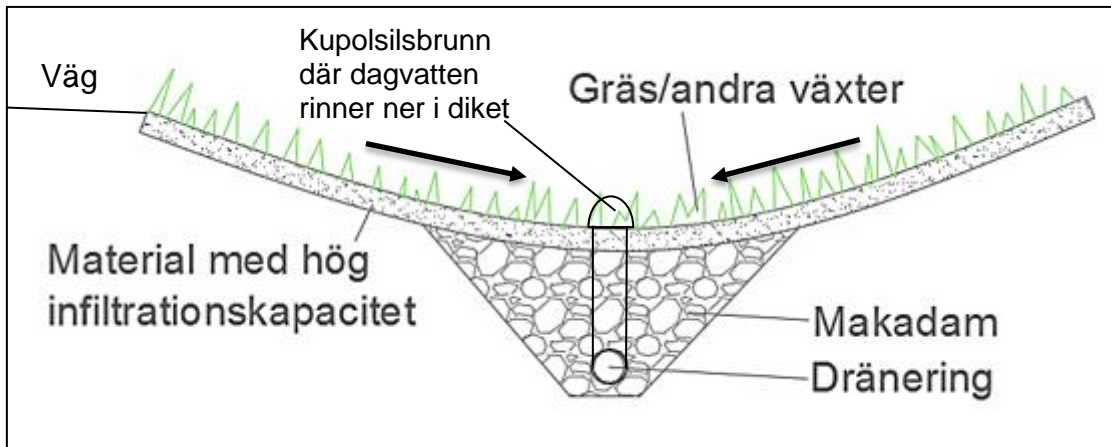
För bästa reningseffekt föreslås att dagvattnet från parkeringsytor och hårdgjorda ytor avrinner mot gröna ytor innan det når dagvattennätet.



Figur 10. Exempel på en yta med gräsarmering (foto: Tyréns AB).

### 11.3 MAKADAMDIKEN

Ett makadamdike är ett dike som är fyllt med makadam, se figur 11. En fördel med makadamdiken är att de kan anläggas under t.ex. gräs- eller asfaltsytor, utformningen av makadamdikena kan således varieras. Den fria volymen, det vill säga magasinerings- eller utjämningsvolymen, i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager eller genom en kontrollerad avtappning via ett speciellt anlagt dräneringssystem. Infiltration till diket kan ske via t.ex. infiltration ovanifrån eller via en kupolsilsbrunn, se figur 11. Makadamdiken har främst fördröjande förmåga men de har även viss renande effekt. Nackdelen är dock att makadamdiken kan behöva grävas om och makadammen kan behöva spolras, eftersom de kan sättas igen, beroende på belastning av partiklar. Genom att makadamdikena förses med ett materialskiljande lager, t.ex. geotextil, som omsluter diket, ökar diket livslängd.



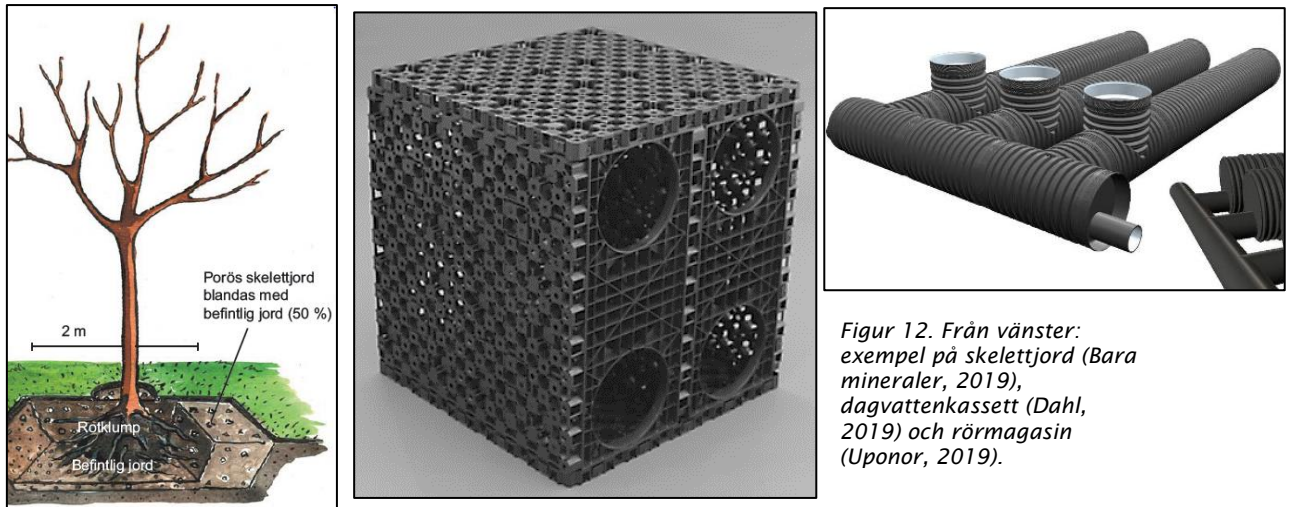
Figur 11. Principutformning av ett makadamdike.

#### 11.4 DAGVATTENÅTGÄRDER I BEFINTLIG MILJÖ

Dagvattenåtgärder som här föreslås i befintlig miljö är dagvattenkassetter, rörmagasin och skelettjordar. Dessa kan anläggas där det finns begränsat med plats, till exempel där en damm inte får plats.

Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella stenkistor och makadammagasin, fördröjer dagvatten och tillåter infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en våtvolymer på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med stenkistor och makadammagasin är, förutom att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större. Andra fördelar är att formen på magasinet är flexibel beroende på hur kassetterna placeras och de kan ha en tunn överbyggnad och ändå vara körbara. Geotextilduk bör även läggas runt kassetterna så att inte jord och partiklar kommer in i magasinet. Noteras bör också att dagvattenkassetterna måste anläggas över grundvattenytans nivå, annars kan inte hela magasinvolymen användas för fördröjning. Se ett exempel på en dagvattenkassett i figur 12. Rörmagasin består av dagvattenrör med stor dimension som kan lagra och fördröja dagvatten, se figur 12. Det kan antingen vara ett rör eller flera på rad.

Skelettjordar består av ett material med en stor hålrumsvolymer, ofta makadam, som kan magasinera dagvatten, se figur 12. De kräver minimalt underhåll, har lång hållbarhet, passar alla miljöer och kan magasinera stora volymer vatten. Om man blandar ner biokol i makadammen erhålls även extra rening av dagvattnet samt gynnsamma förhållanden för eventuella träd som växer i skelettjorden.



Figur 12. Från vänster: exempel på skelettjord (Bara mineraler, 2019), dagvattenkassett (Dahl, 2019) och rörmagasin (Uponor, 2019).

## 12 FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING

### 12.1 PRINCIPUTFORMNING INOM PLANOMRÅDET

Utformningen av dagvattenhanteringen har delats upp i ytor som påverkas av förändrad markanvändning och ytor som endast påverkas av framtida klimatförändringar. Föreslagen dagvattenhantering beskrivs nedan.

Exempelvis bör allt dagvatten från hårdgjorda ytor i industrimark bör passera en oljeavskiljare innan det leds ut i befintliga vattendrag. För att minska hårdgjordhetsgrader föreslås det att anlägga infiltrationsytor där det är möjligt, t.ex. på parkeringsplatser.

### 12.2 OMRÅDEN MED OFÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING

Avrinningsområde 1 och 3 påverkas inte av exploateringen och får ökade dagvattenflöden endast på grund av framtida klimatförändringar och ökade regnmängder, se tabell 6 och 7.

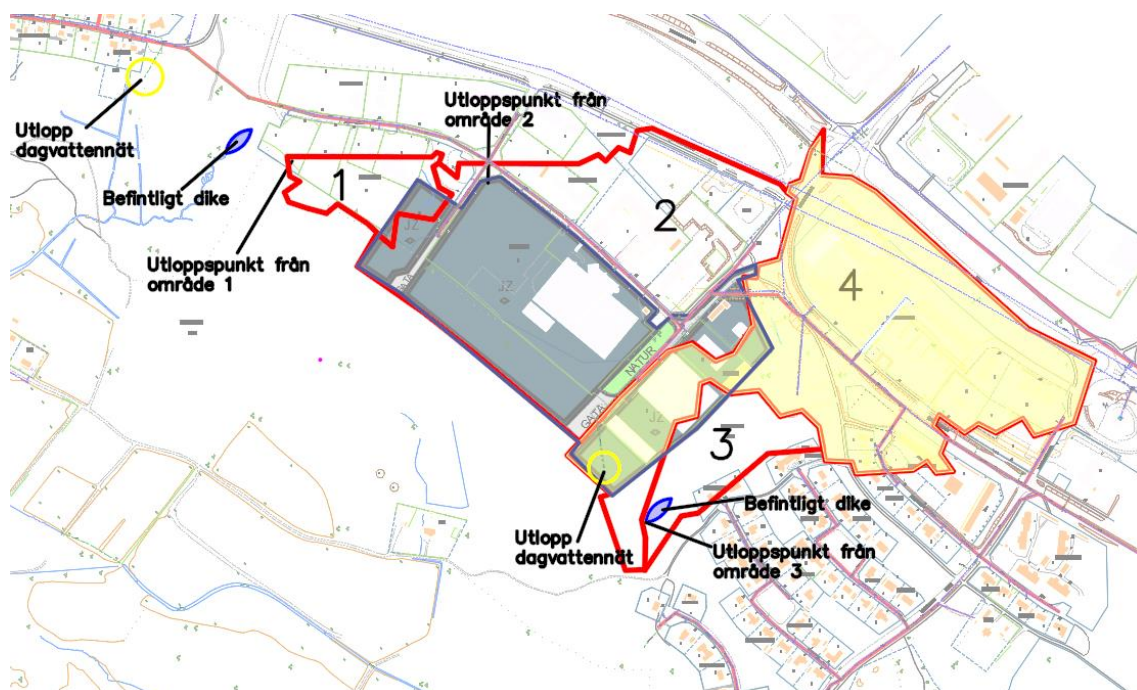
I avrinningsområde 1 lutar i nordvästlig riktning mot ett befintligt dike. En större del av området är fastighetsmark och därför föreslås att leda dagvattnet, i exempelvis ett dike, förbi fastigheterna till området nordväst om planområdet och fördröja det där. I detta avrinningsområdet behövs 37 m<sup>3</sup> magasinvolym och det kan fås genom att bredda och kontrollera befintligt vattendrag utanför planområdet, se figur 13.

Avrinningsområde 3 lutar söderut mot ett befintligt dike. Detta område kommer inte att påverkas av exploateringen, men i detta avrinningsområdet behövs på grund av framtida klimatförändringar ytterligare 31 m<sup>3</sup> magasinvolym. Det kan fås genom att bredda befintligt vattendrag, se figur 13.

#### 12.2.1 OMRÅDEN MED FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING

Nuvarande avrinningsområden förestås förändras efter exploatering. Detta för att minska belastning på idag överbelastade diken, ge en mer samlad fördröjning samt ett mer kontrollerat utsläpp av dagvatten från området. Nya avrinningsområden presenteras i figur 13.





Figur 13. Föreslagen framtida dagvattenhantering för respektive avrinningsområde. Blå linje markerar planområdet och röda linjer markerar de olika delavrinningsområdena. Gulmarkerat område inom avrinningsområde 4 avser de delarna av området som kommer avvattnas till ledningsnät. Områden med enbart naturlig avrinning kommer ej att åtgärdas.

Avrinningsområde 2 och 4 får ändrade flöden på grund av framtida klimatförändringar samt förändrad markanvändning.

Området nordöst om Traktorvägen inom avrinningsområde 2 lutar i sydvästlig riktning och leds huvudsakligen till befintligt dagvattennät och här kommer ytanvändningen inte förändras efter exploatering. Sydväst om Traktorvägen lutar området mestadels i nordvästlig riktning och föreslås ledas till avrinningsområdets nordvästra hörn, där det kan anslutas till befintligt dagvattennät. I detta område behövs 440 m<sup>3</sup> magasinvolym. En lösning är att fördröja dagvattnet med ytliga lösningar här, t.ex. svackdiken, för att slippa bergschakt.

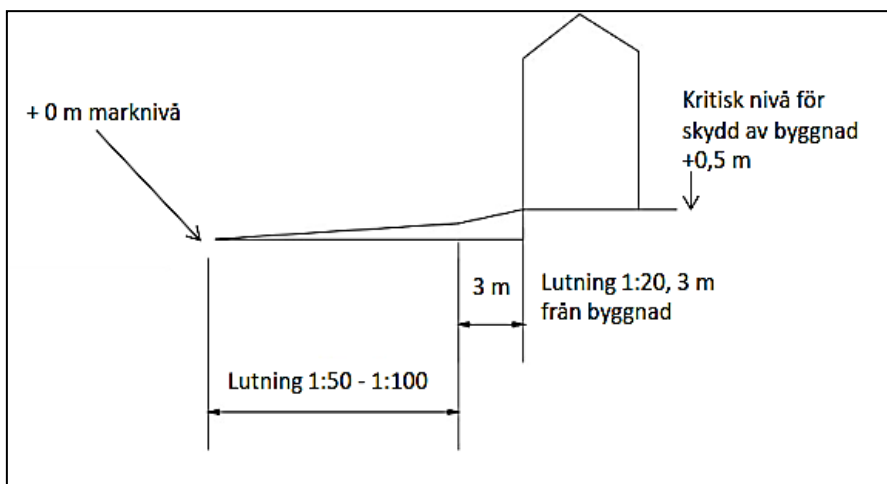
Avrinningsområde 4 lutar söderut och föreslås efter fördröjning avledas till befintligt dike i avrinningsområde 3. I denna utredningen har det antagits att hela område 4 kommer att ledas dit, men beroende på hur det befintliga dagvattennätet är kopplat så kommer kanske inte hela området avledas dit.

Totalt behöver ca 830 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas från område 2 och 4 för att ej ge ökad belastning på ledningsnätet jämfört med dagens flöden. Denna fördröjning kan utformas som dagvattenmagasin, till exempel i form av öppna lösningar, innan det leds till ledningsnätet eller diken.

## 13 HÖJDSÄTTNING OCH HANTERING AV SKYFALL

Området bör höjdsättas så att vatten avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan skador på byggnader. Svenskt Vatten rekommenderar att såväl bostadsbebyggelse och centrum- och affärsområden dimensioneras så att marköversvämmingar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110). Respektive fastighet bör höjdsättas så att dagvatten från lastplatser, parkeringsytor, vändplatser och andra ytor där tung trafik kör avrinner till dagvattennätet via oljeavskiljare.

Fastighetsmarken ska anläggas högre än gator så att dagvattnet kan rinna av ytledes vid extrema regn. För att hindra yt- eller dagvatten att rinna in i nya byggnader på planområdet måste marken ges en ordentlig lutning ut från byggnaderna, så att dagvattnet rinner mot föreslagna fördröjningslösningar, översvämningssytor och dagvattenstråk. I figur 14 visas principen för höjdsättning i området. Enligt Svenskt Vattens P105 ska byggnader ligga minst 0,5 meter över marknivån. Närmast byggnaderna, ca 3 m, ska marken ha en lutning på 1:20. Längre ut rekommenderas en lutning 1:50-1:100.



Figur 14. Princip för höjdsättning (Svenskt Vatten P105)

### 13.1.1 SKYFALL

Det framtida dagvattensystemet har dimensionerats utifrån fördröjning av ett 10-årsregn till ett befintligt regn. Föreslagna fördröjningslösningar har inte kapacitet att avleda dagvattnet vid kraftigare regn än ett 10-årsregn. Marken vid nya byggnader bör höjdsättas så att dagvattnet vid kraftigare regn rinner ut från planområdet till områdena väster, söder och sydöst om planområdet och sedan vidare till de befintliga vattendragen. För att undvika översvämningar inom planområdet bör instängda områden undvikas. På grund av avskärande diken och vägar förväntas det inte några större dagvattenmängder som rinner in till planområdet utifrån.

Höjdsättningen bör utformas så att vid extrema regn så rinner dagvattnet ut från fastigheterna till vägar och gator, som då kan användas som rinnvägar ut från planområdet.

## 14 FÖRORENINGSBELASTNINGAR OCH PÅVERKAN PÅ MKN EFTER EXPLOATERING

Föroreningsbelastningen på recipienten bedöms öka efter exploatering, enligt kapitel 11, eftersom andelen naturmark kommer att minska och trafikmängden kommer att öka. Därför är det viktigt att använda dagvattenlösningar som kan rena dagvattnet innan det når recipienten.

Exempel på dagvattenlösningar som renar dagvattnet är torra dammar, våta dammar, svackdiken med lång uppehållstid för vattnet och biofilter (t.ex. infiltrationsdike med växter och makadam). Reningseffekten för de olika dagvattenlösningarna kan ses i kapitel 10. Med användande av föreslagna dagvattenanläggningar bedöms möjligheterna goda att rena dagvatten så att recipienten ej kommer påverkas. Detta bör dock studeras närmare i senare skede när möjligheterna och omfattning av olika typer av anläggningar är beslutade.

I denna rapport har dagvattnet antagits komma från diffus avrinning, dagvatten från eventuella olyckshändelser har ej studerats. Dagvattenhantering inne på respektive fastighet har ej heller studerats då kommande verksamheter ej är kända. Utöver åtgärder i denna rapport kan ex oljeavskiljare samt åtgärder för hantering av ev. miljöfarliga ämnen tillkomma.

## 15 SLUTSATS

Erfordrad fördröjningsvolym i området har tagits fram, för att inte släppa ut mer dagvatten än det släpps ut idag samt motverka risken för översvämning. Magasinsvolymerna uppfyller att ett inkommande 10-årsregn fördröjs till befintligt dagvattenflöde från området idag.

Dagvattenåtgärder som föreslås är

- Diken och svackdiken
- Breddning av befintliga vattendrag
- Översilningsytor

Diken och svackdiken, samt översilningsytor är tänkt att anläggas främst inom planområdet. De befintliga diken som behöver breddas ligger utanför planområdet.

Avrinningsområdet har delats upp i 4 stycken delavrinningsområden.

Den erforderade magasinvolymen för att fördröja ett 10-årsregn till befintligt regn har beräknats för respektive avrinningsområde. Dagvattnet ansluts dels till befintliga vattendrag och dels till befintligt dagvattennät.

På grund av berg i dagen och osäker framtida höjdsättning av marken är det i nuläget svårt att föreslå placering av fördröjningsmagasin i alla avrinningsområdena. Höjdsättningen bör utformas så att marken lutar ut från byggnaderna och så att dagvattnet rinner mot föreslagna dagvattenlösningar. Den bör också utformas så att dagvattnet vid ett extremregn rinner ut från området, mot vattendragen som är recipienter.

Den samlade bedömningen av gällande planförslag ur dagvattensynpunkt är att eftersom det finns berg i dagen och jordmånen på vissa ställen är väldigt tunn, finns det begränsade möjligheter för infiltration och lokalt omhändertagande av dagvatten inom området, vilket gör att det krävs ytliga dagvattenlösningar.

### 15.1 REKOMMENDERAT FORTSATT ARBETE

Utformningen av dagvattenanläggningen och placering av olika fördröjningsanläggningar som föreslås i denna rapport behöver arbetas fram. Detta görs förslagsvis i en förprojektering. Förprojekteringen behöver ta hänsyn till både områden med förändrad markanvändning och områden som exploateras till följd av detaljplanen. När en förprojektering är genomförd bör även en detaljerad utredning av föroreningshalter och transporter bör göras när övergripande utformning av dagvattensystemet är beslutat och framtida markhöjder är bestämda. Detta för att mer i detalj kunna utreda påverkan på MKN hos recipienten.

Det bör utredas hur dagvattnet ska tas omhand i områden med ytligt berg, ett alternativ är att fylla upp med massor där det är liten jordmån.

Dagvattenhanteringen får även anpassas till verksamheten på respektive fastighet. Dagvatten från utsläpp vid olycka och brand- och släckvatten ska tas omhand på respektive fastighet. Detta är frågor som bör beaktas och hanteras när planerande verksamheter är kända.

## 16 REFERENSER

### 16.1 SKRIFTLIGA

Tyréns (2019). Hydraulisk utredning av dagvattenledningar i Fridkulla och Jenny, Västervik.

Västerviks kommun, Plan- och genomförandebeskrivning, Detaljplan för Fridkulla verksamhetsområde, dnr 2018/87-214, 2019-04-10.

Västerviks kommun, Dagvattenstrategi, Dagvattenstrategi för Västerviks kommun med handlingsplan för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering, Kommunstyrelsens förvaltning Enheten för samhällsbyggnad, 2020-04-24.

ÅF, PM Geoteknik, Västervik 3:1, Geoteknisk utredning för ny detaljplan för del av fastighet Västervik 3:1, Martin Jansson, 2017-06-27.

### 16.2 DIGITALA

Bara mineraler (2019), hämtad 2019-10-30.  
[http://baramineraler.se/images/pdf/Porst\\_Pimpstensskelett.pdf](http://baramineraler.se/images/pdf/Porst_Pimpstensskelett.pdf)

Dahl (u.å.). Dagvattenkassetter Pluvial Cube, hämtad 2019-09-20.  
<https://www.dahl.se/store/dahl/vvs---industri-337757/13-k%C3%A4rl-och-cisterner-339729/expansionsk%C3%A4rl-f%C3%B6r-%C3%B6ppet-system-329922-46/dagvattenkassetter-pluvial-cube-339939#&gid=1&pid=1>

Eniro (2019). Västervik, hämtad 2019-07-02.  
<https://kartor.eniro.se/?c=57.763392,16.595820&z=16>

Länsstyrelsen, Markavvattning Kalmar län, hämtad 2019-08-06.  
<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=16241dba8b5645e18f6bbb9e4f5ff962>

Västerviks kommun, Dagvattenpolicy för Västerviks kommun, hämtad 2019-07-03.  
<https://www.vastervik.se/globalassets/vastervik-miljo-och-energi/vatten-och-avlopp/pdf/dagvattenpolicy-webb.pdf>

Sveriges geologiska undersökning (SGU), Jordarter, hämtad 2019-07-11.  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

Sveriges geologiska undersökning (SGU), Genomsläpplighet, hämtad 2019-07-11.  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425>

Svenskt Vatten (2016). P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten (2011). P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utformning. Stockholm: Svenskt Vatten.

Uponor (2019). Fördröjning, hämtad 2019-10-30.  
<https://www.uponor.se/infra/catalogue/dagvatten>

VISS, Vattenkartan (2019), hämtad 2019-07-18.  
<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>

VISS, Kvännaren (2019), hämtad 2019-07-18.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/waters.aspx?waterMSCD=WA23440103>

VISS, Lusärnafjärden (2019), hämtad 2019-08-08.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/waters.aspx?waterMSCD=WA39471387>

VISS, Vassbäckån (2019), hämtad 2019-07-18  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA20060755>