

# MYRBERGET - VRÅ 3:1

## Dagvattenutredning



# SAMMANFATTNING

På uppdrag av TB Gruppen har Sweco utfört en dagvattenutredning för Myrberget – Vrå 3:1. Under hösten 2015 har det utförts en översiktlig dagvattenutredning och en enklare geoteknisk utredning. I och med att planarbetet har gått vidare syftar följande utredning till att komplettera det tidigare arbetet som utförts på dagvattensidan. Utredningen utförs efter avstämning med Roslagsvatten och Knivsta kommun och ska följa Roslagsvattens checklista för dagvattenutredning i programskede. Utredningsområdet består idag av cirka 22 hektar avverkad skogsmark och är beläget i Alsike, några kilometer nordöst om Knivsta centrum. Området angränsar i väst till befintlig bostadsbebyggelse. Syftet med planarbetet är att möjliggöra för framtida bostäder (villor, par-/radhus, flerfamiljshus eller en kombination av dessa) inom området.

Utredningen ska presentera flödes-, fördröjnings- och föroreningsberäkningar utifrån ett antal olika scenarion och det presenteras översiktliga förslag på systemlösningar. För den framtida exploateringen finns ingen illustrationsplan som presenterar markanvändningen, istället har tre olika scenarion utretts där hårdgörningsgraden antas vara 50 %, 60 % och 75 % bebyggelse med flerfamiljshus. Det dimensionerande flödet ökar efter exploatering i samtliga fall och för att uppnå Roslagsvattens krav på fördröjning av de första 20 mm behövs en total fördröjningsvolym på 950 m<sup>3</sup> (50 %), 1140 m<sup>3</sup> (60 %) eller 1462 m<sup>3</sup> (75 %).

Avrinning från exploateringen kommer att ske både österut och västerut på grund av en vattendelare som är belägen (nästan) i mitten av utredningsområdet. Avrinningen kommer att nå det befintliga markavvattningsföretaget Sättra – Brännkärr – Träfallets dikningsföretag. Företaget är kulverterat efter anläggning och misstankar finns att även Trafikverket kulverterat vissa delar. Det behöver utföras en kompletterande utredning kring markavvattningsföretagets funktion i systemet idag. På grund av ökade flöden och befintligt markavvattningsföretag måste fördröjning av dagvatten ske för att minska översvämningsrisk. Enligt en översiktlig skyfallsanalys finns ett fåtal mindre instängda områden inom utredningsområdet, men ingen av dessa bedöms utgöra en större risk.

Vid platsbesök noterades stående vatten inom området och med kännedom om att de översta jordlagren indikerar på god infiltration kan det tyda på höga grundvattennivåer inom området. Det rekommenderas att en kompletterande serie av grundvattenmätningar utförs inför byggnation.

Övergripande förslag till systemlösningar för olika typer av bebyggelse (villor/par-/radhus, flerfamiljshus och allmän platsmark) har tagits fram. En mer detaljerad systemlösning behöver tas fram närmare ett praktiskt förslag på exploateringsgrad. Föroreningsbelastningen ökar i samtliga fall, vilket bedöms vara normalt när skogsområden exploateras, men hur stor påverkan det har på recipientens MKN behöver avgöras när en systemlösning tagits fram. Vad som är viktigt att poängtera är att dagvattnet från utredningsområdet behöver renas och utsläppen av näringsämnen bör hållas så låga som möjligt.

# INNEHÅLL

INLEDNING .....	3
Bakgrund och syfte .....	3
Orientering .....	3
Organisation .....	4
RIKTLINJER .....	5
Dagvattenpolicy för Knivsta kommun .....	5
ROSLAGSVATTENS Checklista för utredning i programskede .....	5
Krav för rening av dagvatten .....	6
Svenskt Vattens publikation P110 .....	6
Weserdomen .....	7
Ansvar för dagvatten .....	7
FÖRUTSÄTTNINGAR .....	9
Markanvändning Före och efter exploatering .....	9
Geologi och hydrologi .....	9
Avrinningsområde och flödesvägar .....	12
Avledningsväg för vatten från utredningsområdet .....	14
Recipient .....	22
Befintligt dagvattenledningsnät .....	23
Skyfallsanalys/Lågpunktskartering .....	24
METOD OCH INDATA .....	26
Markanvändning .....	26
Nederbörd .....	26
Rinntider .....	26
Erforderlig fördröjningsvolym .....	27
Föroreningsberäkningar .....	27
Flödesberäkningar .....	28
RESULTAT DAGVATTEN .....	29
Flödesberäkningar och erforderlig fördröjningsvolym .....	29
Fördröjningsberäkningar .....	29
Föroreningsberäkningar .....	29
SYSTEMLÖSNING FÖR DAGVATTENHANTERING .....	31
Principiell höjdsättning och sekundära avrinningsvägar .....	31
Förslag på systemlösning .....	32
SLUTSATSER OCH DISKUSSION .....	39
KÄLLOR .....	41



# INLEDNING

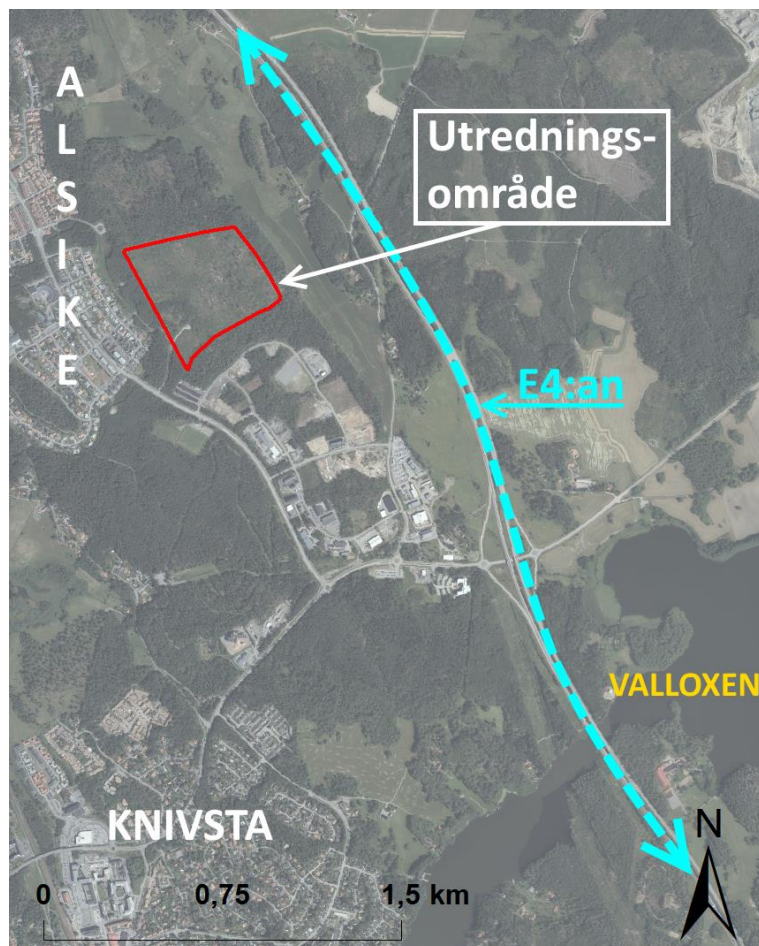
## BAKGRUND OCH SYFTE

På uppdrag av TB Gruppen har Sweco utfört en dagvattenutredning för utredningsområdet Myrberget - Vrå 3:1. Utredningsområdet består idag av cirka 22 hektar avverkad skogsmark och är beläget i Alsike, några kilometer nordöst om Knivsta centrum. Området angränsar i väst till befintlig bostadsbebyggelse. Syftet med planarbetet är att möjliggöra för framtida bostäder (villor, par-/radhus, flerfamiljshus eller en kombination av dessa) inom området.

Utredningen ska presentera flödes- och föroreningsberäkningar utifrån ett antal olika scenarion. Det tas fram förslag på systemlösningar, men då det saknas illustrationsplan är de endast övergripande. Fördröjningsvolymerna presenteras i relation till scenarion av olika exploateringsgrader. Utöver detta beskrivs avledning av dagvatten från utredningsområdet omfattande.

## ORIENTERING

Utredningsområdet i relation till landmärken presenteras i Figur 1.



Figur 1. Utredningsområdets placering i relation till landmärken i närområdet. Bakgrund: Topografiska kartan från Lantmäteriets visningstjänst.

## ORGANISATION

Beställare	Lars Kylin Mikaela Andersson	TB-gruppen Svefa
Uppdragsledare	Andreas Sandwall	Sweco Sverige AB
Handläggare	Terese Bergenstråle Sofi Sundin Frida Gissén	Sweco Sverige AB Sweco Sverige AB Sweco Sverige AB
Intern kvalitetsgranskare	Andreas Sandwall	Sweco Sverige AB

# RIKTLINJER

I arbetet med dagvattenutredning har ett antal dokument varit styrande vid bedömning av dagvattensituationen och för de förslagna åtgärderna. Följande dokument har varit vägledande i arbetet.

## DAGVATTENPOLICY FÖR KNIVSTA KOMMUN

Knivsta kommun har arbetat fram en dagvattenstrategi där gemensamma mål för en långsiktigt hållbar och effektiv dagvattenhantering presenteras. Strategin sammanfattas i följande mål:

- Dagvattenhanteringen ska bidra till att förbättra vattenkvaliteten i Knivstas sjöar och vattendrag
- Vattnets naturliga rörelse och grundvattennivåer ska påverkas så lite som möjligt av stadsbyggandet
- Stadsbyggandet och dagvattenhanteringen ska vara anpassade till ökande nederbörds mängder och längre perioder av torra så att skador på allmänna och enskilda intressen minimeras
- Dagvattenhanteringen ska bidra till en attraktiv stadsmiljö
- Dagvattenanläggningar ska utformas så att de gynnar så många ekosystemtjänster som möjligt
- Dagvattenhanteringen ska vara kostnadseffektiv.

## ROSLAGSVATTENS CHECKLISTA FÖR UTREDNING I PROGRAMSKEDE

Roslagsvatten har tagit fram en checklista för vad som ska redovisas för hantering av dagvatten i ett programskede.

- Verksamheter, markanvändning, kända markföroreningar etc, som kan förorena dagvattnet.
- Bedömning av översvämningsrisk från närliggande ytvatten, flödesbegränsningar för recipient. Om det finns anledningar till högre krav på fördröjning än 20 mm.
- Skyfallsanalys för att identifiera eventuella lågpunkter och risk för översvämning inom utredningsområdet
- In- och utströmningsområden
- Bedömning av förutsättningar för LOD
- Befintligt dagvattensystem, inklusive bedömning av skick och kapacitet
- Eventuella markavvattningsföretag som kan påverkas
- Recipienter för dagvatten inklusive dess status och beting för att uppnå MKN
- Teoretiska beräkningar av flöden före och efter utbyggnad enligt plan, med representativt dimensionerande regn inklusive klimatfaktor 1,25
- Fördröjningsbehov vid dimensionerande regn

- Förslag på generella tekniklösningar för dagvattenhantering inom kvartersmark respektive allmän platsmark
- En generell rekommendation gällande höjdsättning mark och gata för att säkra bebyggelsen vid stora regn.

### KRAV FÖR RENING AV DAGVATTEN

I dagsläget finns det inga nationellt fastställda gränsvärden för föroreningshalter i dagvatten. Bedömningar av dagvattenkvalitet och utsläppspåverkan på recipienter görs från fall till fall utifrån referensvärden och bedömningar av recipientens känslighet. I denna utredning ligger största vikt på att inte öka utsläppen till Lövstaån. Som referens för föroreningshalter används även Riktvärdesgruppens riktvärden för dagvattenutsläpp. Riktvärdesgruppen tog under 2009 fram riktvärden för föroreningar i dagvatten som fungerar som en indikator på om rening av dagvatten är nödvändigt. Reningen förutsätts göras med bästa möjliga teknik, till en rimlig kostnad och ha målsättningen att åtgärderna leder till att föreslagna riktvärden inte överskrids (Riktvärdesgruppen, 2009).

Riktvärdena är indelade i olika nivåer beroende på hur utsläppspunkten för dagvattnet förhåller sig den sjö eller det vattendrag som dagvattnet ska ledas till. Det finns därför riktvärden för direktutsläpp till recipient, utsläpp i delavrinningsområde uppströms recipient och utsläpp för verksamhetsutövare i förbindelsepunkt till ett sammanhängande dagvattensystem. Riktvärdena skiljer sig också åt mellan stora och små sjöar/vattendrag. I detta fall har nivå 1M använts då mottagande recipient idag varken har god kemisk eller ekologisk status. Riktvärden för nivå 1M visas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Föreslagna riktvärden för dagvattenutsläpp. Angivna riktvärden motsvarar utsläpp enligt nivå 1M (Riktvärdesgruppen, 2009).

Ämne	Enhet	Riktvärde 1M	Riktvärde 2M
Fosfor (P)	µg/l	160	175
Kväve (N)	µg/l	2000	2500
Bly (Pb)	µg/l	8	10
Koppar (Cu)	µg/l	18	30
Zink (Zn)	µg/l	75	90
kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,5
Krom (Cr)	µg/l	10	15
Nickel (Ni)	µg/l	15	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03	0,07
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40	60
Olja	mg/l	0,4	0,7
Bens(a)pyren	µg/l	0,03	0,07

### SVENSKT VATTENS PUBLIKATION P110

Svenskt Vattens publikation P110 ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten, 2016). Publikationen berör även befintliga områden och visar att mycket arbete kommer att krävas för att uppnå en förbättrad säkerhet mot översvämning i befintliga samhällen och för att reducera utsläppen av dagvattenföroreningar till recipienter.

P110 anger övergripande krav och förutsättningar för samhällenas avvattning, dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar, samt hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten ska ökas med 25 % i beräkningar i dagvattenutredningar.

Då nya dagvattensystem ska anläggas är det också grundläggande att husgrunder och byggnader inte översvämmas när kapaciteten i ledningar och öppna diken överskrids. Därmed är det extra viktigt att ta hänsyn till hur området höjdsätts så att ytligt rinnande dagvatten kan rinna undan utan att skada bebyggelse. Det här görs med fördel genom att anlägga byggnader högre än kringliggande vägar som då kan agera avledare mot närmaste recipient.

### **WESERDOMEN**

Den första juli 2015 avkunnade EU-domstolen en dom i mål C-461/13 som är mera känt som Weserdomen. Domen handlar om hur "försämring av vattenkvalitet" ska tolkas i ramdirektivet för vatten. Det domen innebär är att en verksamhet eller en åtgärd inte får tillåtas om det finns risk för att orsaka en försämring av en ytvattenförekomsts status. När det talas om en "försämring av status" har man i tidigare fall kunnat tolka det som en försämring av en statusklass (exempelvis från god till måttlig). Det innebär att om den biologiska statusen för en vattenförekomst klassades som måttlig så fanns det möjlighet att öka utsläppen av en parameter (så att klassningen för enbart denna sänktes från god till måttlig) så länge som den sammanvägda biologiska statusen inte förändrades. Efter Weserdomen är denna typ av ökning inte längre tillåtna.

Det här betyder i praktiken att det inte längre är tillåtet att godkänna projekt som kan äventyra att en enskild parameter sänks en statusklass, oberoende om den sammanvägda statusen förändras eller inte.

I Sverige infördes vattendirektivet i svensk lagstiftning år 2004 genom:

- Miljöbalken kap. 5.
- Förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.
- Förordning (2017:868) med länsstyrelseinstruktion.

### **ANSVAR FÖR DAGVATTEN**

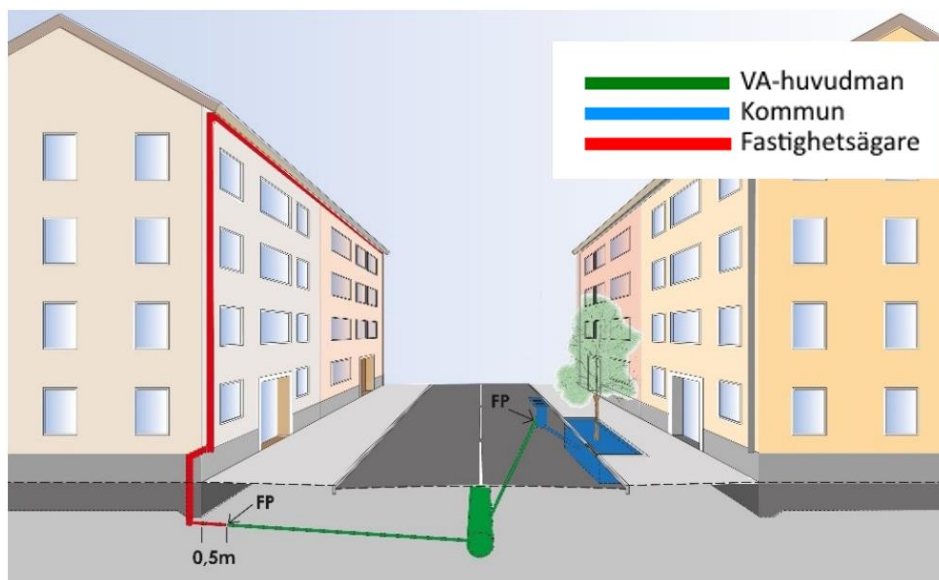
Varje fastighetsägare och verksamhetsutövare har ett ansvar för hantering av dagvatten på sin fastighet med sådan försiktighet att miljö och omkringliggande fastigheter inte skadas. Huvudmannen för allmän platsmark ansvarar för avvattningen av denna, precis som en fastighetsägare gör inne på sin fastighet. Huvudmannen för allmän platsmark kan vara kommunen, men också en gemensamhetsförening, exempelvis en vägförening.

Inom verksamhetsområdet för den allmänna dagvattenanläggningen är det sedan kommunen, i egenskap av VA-huvudman, som ansvarar för avledning(bortledning) av dagvattnet både från de anslutna fastigheterna (VA-abonnenterna) och den allmänna platsmarken. Det är detta som kan sammanfattas med "samlad bebyggelse".

Ansvarsfördelning åskådliggörs principiellt i figur 2. Fastighetsägare är ansvariga för dagvattenhanteringen på egen fastighet (byggnader och tomtmark), markerat med rött. Inom verksamhetsområde för allmänt VA får fastighetsägare ansluta till det allmänna VA-ledningsnätet enligt de krav som VA-huvudmannen bestämt i sin ABVA (Allmänna Bestämmelser för VA) och ska då erlägga avgifter enligt fastställd taxa.



Kommunen är ansvarig för dagvattenhanteringen för vägar, gator och allmänna platser, markerat med blått, innan anslutning sker till den allmänna VA-anläggningen. I figuren visas ingen parkmark, men denna ingår i begreppet allmän platsmark och ansvaret följer samma princip som för gata.



Figur 2: Beskrivning av ansvarsfördelningen för dagvattenssystemet. FP = förbindelsepunkt.

Den allmänna VA-anläggningen, markerad med grönt, ska tillgodose det behov som finns för bortledning av dagvatten från verksamhetsområdet utifrån det behov som definieras i vattentjänstlagen och den standard som Svenskt Vattens branschpraxis anger. Den ska även rena förorenat dagvatten enligt miljöbalken.

### 1.1.1 Ansvar vid skyfall

Det kommunala ansvaret kopplat till skyfall beror på regnets storlek. Mindre regn ska tas om hand av ledningsnätet och dimensionering sker enligt gällande branschpraxis, idag gäller P110 (Svenskt Vatten, 2016). Regn som överstiger dimensioneringskraven behöver inte tas om hand i ledningsnätet och rinner därmed av på ytan.

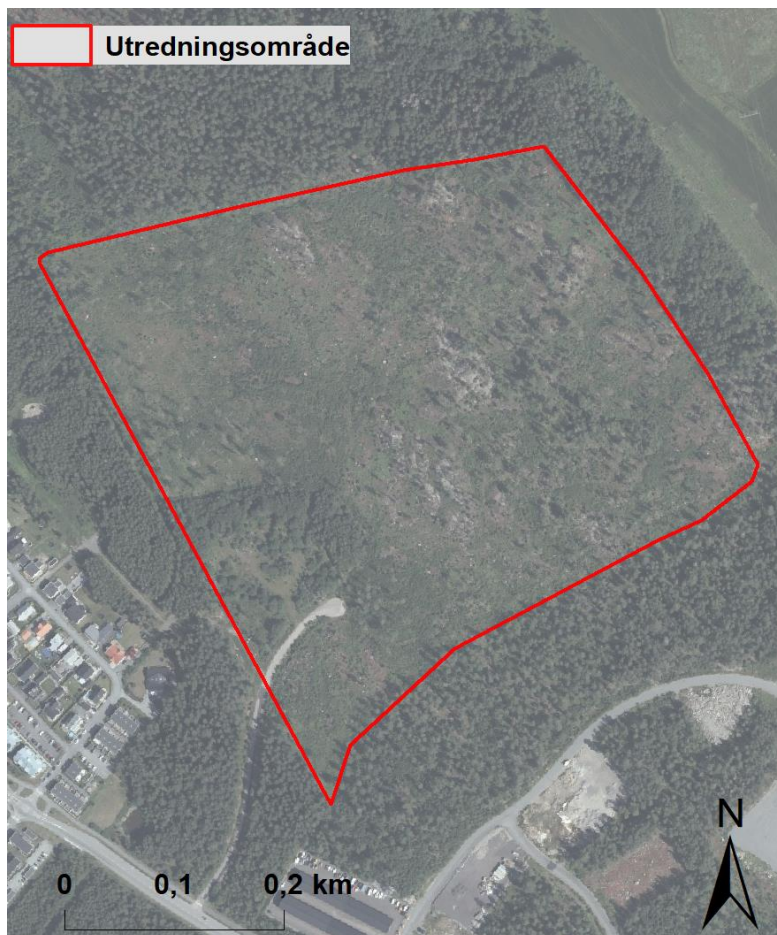
Kommunens juridiska ansvar vid situationer när ledningsnätets kapacitet överskrids, samt kommunens ansvar i rollen som fastighetsägare, beskrivs huvudsakligen i plan- och bygglagen (PBL), Miljöbalken (MB) och Jordabalken (JB). Där framgår det att ny bebyggelse i detaljplan ska lokaliseras till lämplig mark utifrån risken för översvämning. Kommunen har utredningsskyldighet för att klarlägga om marken är lämplig. För att avgöra om marken är lämplig rekommenderar Svenskt Vatten att ny bebyggelse anpassas så att skador på byggnader undviks vid regn med en återkomsttid om minst 100 år (Svenskt Vatten, 2016).

Kommunen kan komma att bli skadeståndsskyldiga mot fastighetsägare om bebyggelse tillåts på olämplig mark, eller om kommunen låter bli att inhämta tillräcklig kunskap. Skadeståndsansvaret preskriberas 10 år efter att planen har antagits.

# FÖRUTSÄTTNINGAR

## MARKANVÄNDNING FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING

Utredningsområdet utgörs totalt av cirka 22 hektar där markförhållandena i dagsläget består av ett hygge. Markanvändningen presenteras i Figur 3.

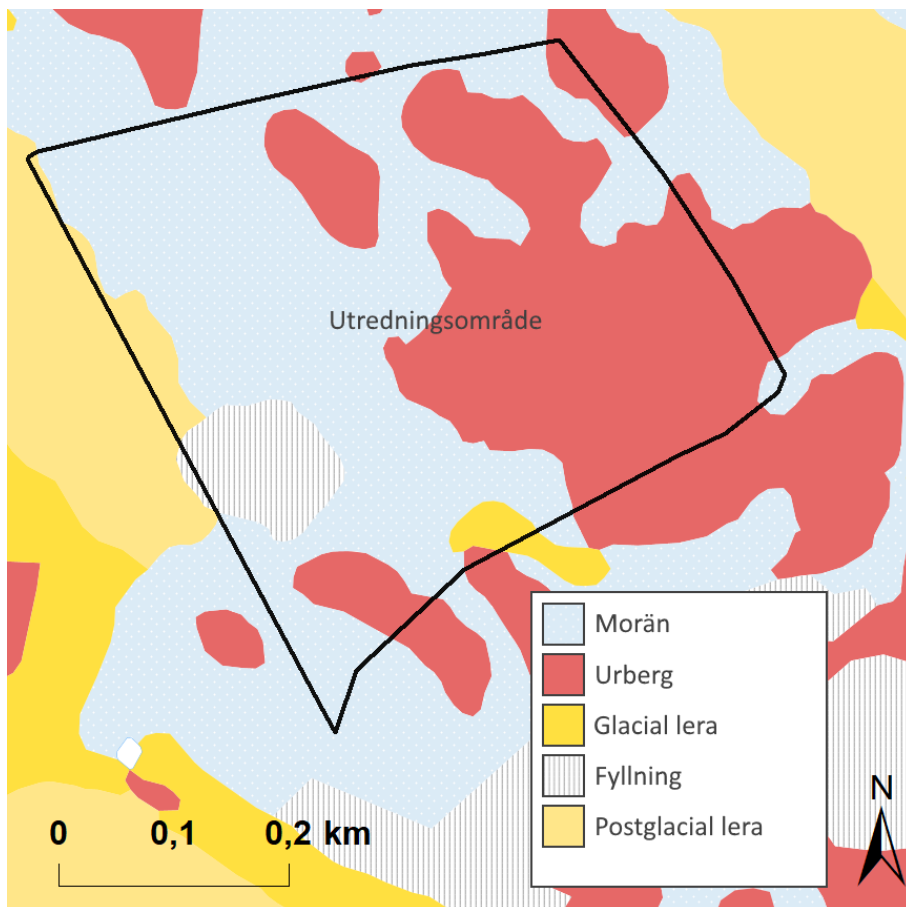


Figur 3: Utredningsområdet före exploatering, Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

En principskiss över den planerade markanvändningen finns att tillgå enligt planansökan (daterad 150216), men då planbeskedet ändrats sedan 2015 är exploateringsgraden inom området ej fastställt. I samråd med Knivsta kommun och Roslagsvatten ska den framtida markytan utredas för tre olika scenarion efter exploatering där det antas att 50 %, 60 % och 75 % av ytan exploateras. I beräkningarna har det antagits att det endast byggs flerfamiljsbostäder vilket bör ses som ett värstafallscenario i relation till hårdgörningsgraden eftersom det med stor sannolikhet kommer att bli blandad bebyggelse.

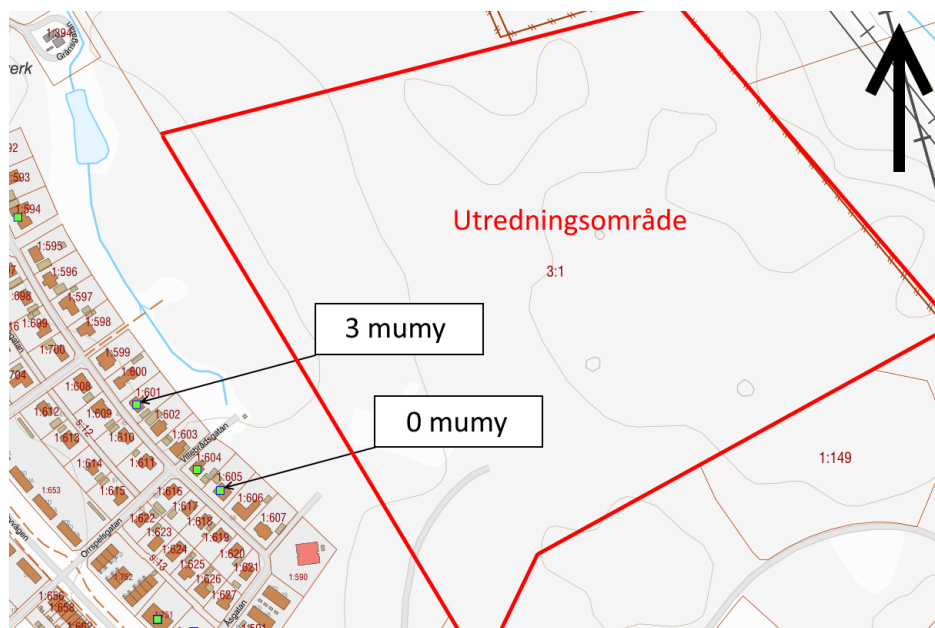
### GEOLOGI OCH HYDROLOGI

Utifrån tillgängliga data från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU, 2020a) framgår det att de översta lagren inom utredningsområdet består av sandig morän, glacial lera och urberg, se Figur 4. Sandig morän är en jordart där infiltration kan förväntas ske. Enligt sticksonderingsmätningar utförda med markundersökningskäpp (MUK) som utfördes 150806 så varierade mäktigheten av jordlagren mellan 0,2-0,7 meter.



Figur 4. Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) som visar att utredningsområdet består av sandig morän, glacial lera och urberg. Kartan är hämtad från SGU:s visningstjänst för jordarter 1:25 000 – 1:100 000.

Längs Villebrådsgatan finns två fastigheter med energibrunnar vars grundvattennivå har registrerats vid borrhållet (SGU, 2020b). I dessa har grundvattennivån uppmätts till 3 (VRÅ 1:601) respektive 0 (VRÅ 1:605) meter under markytan. I Figur 5 presenteras brunnarnas placering i relation till utredningsområdet.



Figur 5. Utdrag från SGU:s Brunnarkiv där två energibrunnar, som ligger i anslutning till utredningsområdet, noterat grundvattennivån i meter under markyta (mummy) vid installation.

Lite längre nordväst, längs Tallstigen, finns också två fastigheter med energibrunnar vars grundvattennivå har registrerats. I dessa har grundvattennivån uppmätts till 6 (VRÅ 28:6) respektive 3 (VRÅ 28:8) meter under markytan.

Vid platsbesök kunde det konstateras att det fanns ytligt vatten inom utredningsområdet (se Figur 6), men det noteras att besöket gjordes på vårkanten så stående vatten kan vara ett resultat från snösmältningen. Vid startmöte med Knivsta kommun och Roslagsvatten uttryckte de en oro för att låglänta delar av utredningsområdet kunde ha en stående vattenyta oberoende av säsong. Då de översta lagerna inom utredningsområdet utgörs av sandig morän, med god infiltrationskapacitet, finns det en risk för att det stående vattnet är grundvatten. Med ytligt stående vatten och indikationer på höga grundvattennivåer rekommenderas det att grundvattnets nivå fastställs i samband med geoteknisk utredning.



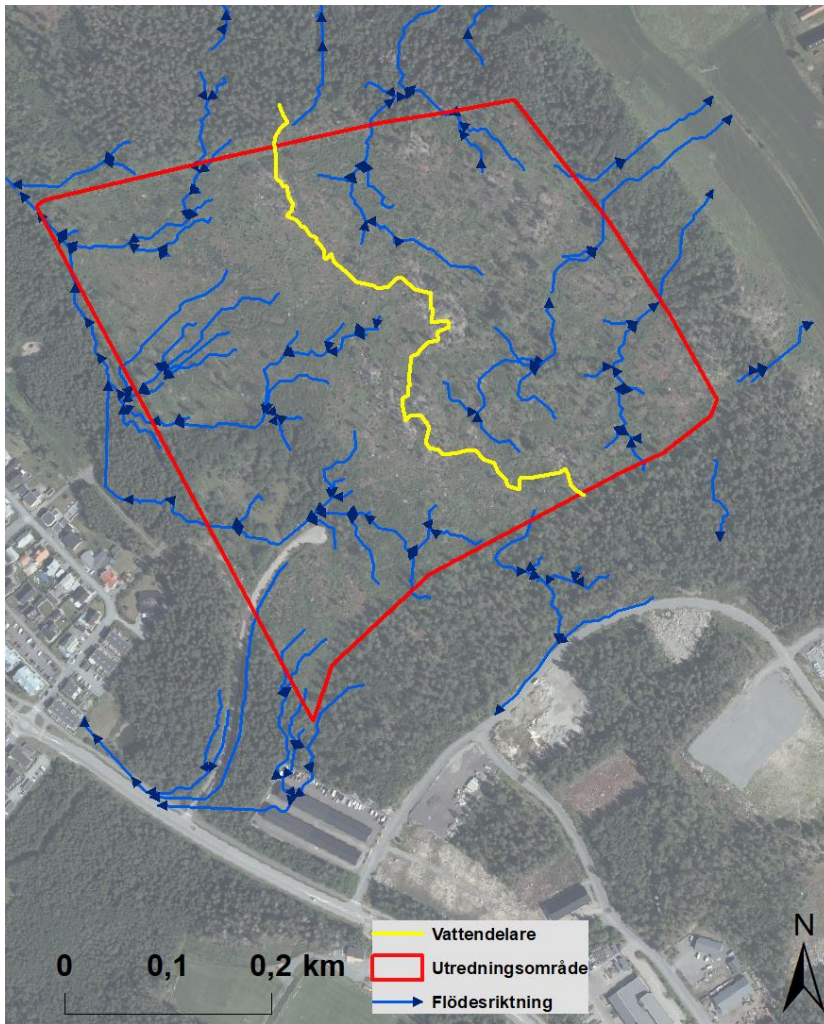


Figur 6 Ytvatten inom utredningsområdet som har identifierats vid platsbesök.

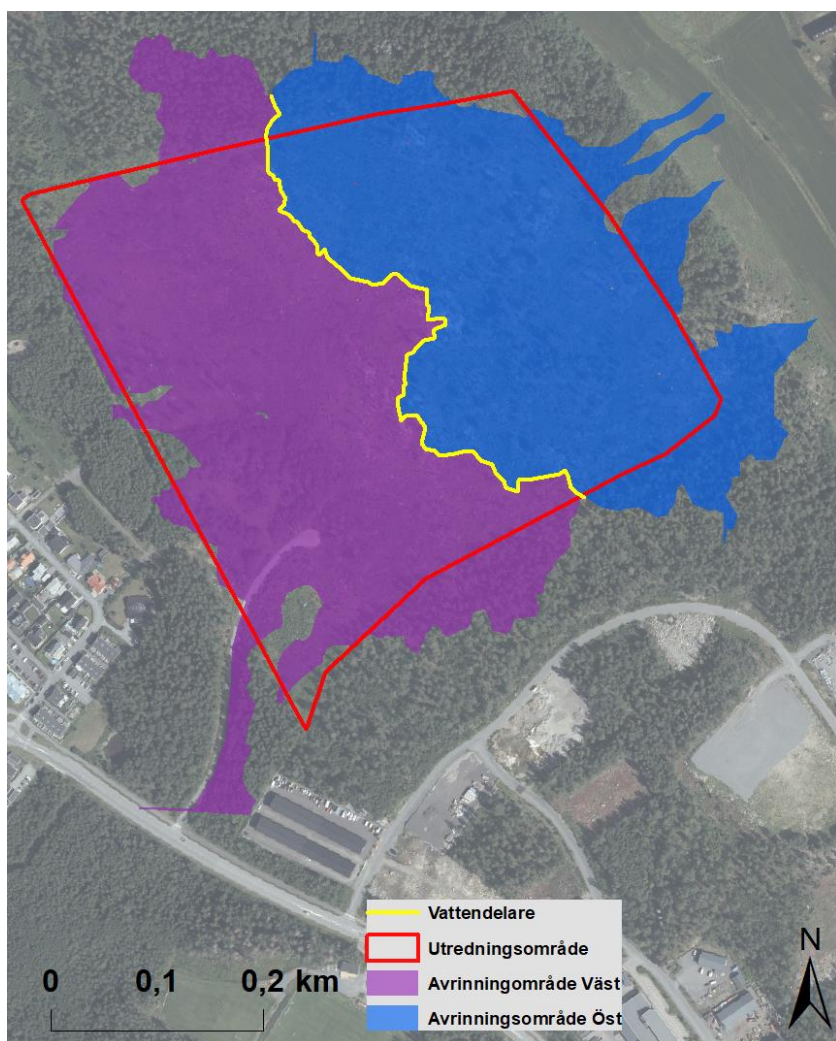
### **AVRINNINGSOMRÅDE OCH FLÖDESVÄGAR**

I följande avsnitt redovisas den generella flödesriktningen samt avrinningsområdet som påverkar utredningsområdet. Båda analyserna har utförts genom analys av Nya Nationella Höjdmodellen (NNH) från Lantmäteriet (2x2 m upplösning). I Figur 7 redovisas den generella flödesriktningen och i Figur 8 presenteras utredningsområdets avrinningsområde (ARO). Avvattning från utredningsområdet sker idag åt två håll, på grund av en vattendelare, via naturdiken eller diffust genom lågstråk. Avrinning från den västra delen mynnar ut i en dagvattendamm söder om befintligt värmeverk och avrinning österut når åkerdiken.





Figur 7. Avrinning inom och i anslutning till utredningsområdet. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.



Figur 8. Avrinningsområde till utredningsområde, där det lilla avrinningsområdet avvattnas i västlig riktning och det blåa i östlig riktning. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

Vid stora nederbördstillfällen kan dagvatten ytligt avrinna genom utredningsområdet och skapa problem om inte höjsättningen utformas för att undvika detta. AROt består av totalt 26,36 ha och vid mindre regn bedöms dagvatten tas om hand lokalt, d.v.s. att utredningsområdet vid mindre regn inte förväntas påverkas av annat dagvatten än det som faller lokalt. Den totala ytan som avvattnas i östlig riktning (östra AROt) uppskattas till 12,19 hektar och i västlig riktning (västra AROt) till 14,17 hektar.

#### AVLEDNINGSVÄG FÖR VATTEN FRÅN UTREDNINGSMOMRÅDET

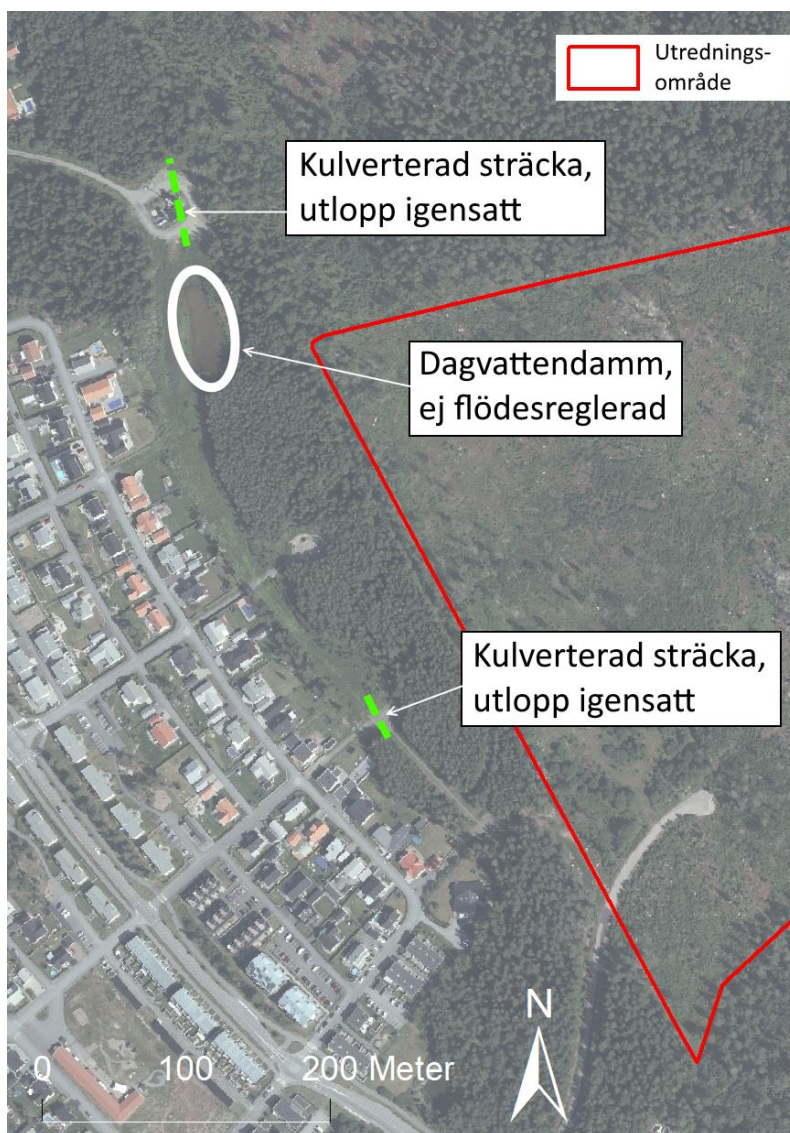
Då exploateringsgraden inte är fastställd är det svårt att uttala sig om hur dagvatten kommer fördröjas inom utredningsområdet, och det är därför också osäkert hur stora flöden som kommer att avledas. Vad som går att uttala sig om är att dagvattnet med största sannolikhet kommer att följa terrängens befintliga lutning (i enlighet med Figur 7). Avledning sker därför naturligt åt två håll, öster och väster (i enlighet med vattendelaren, se Figur 8).



### Avvattning västerut från utredningsområdet

Avvattning västerut kommer att nå ett grävt dike i skogskanten som passerar ett antal kulverterade sträckor (pumpstation, lekplats "Djungeln", värmekraftverket) och en dagvattendamm. Vid platsbesök noterades att två av dessa trummor (pumpstationen och värmekraftverket) var igensatta på utloppssidan, vilket innebär att inloppet identifierades men utloppet var inte synligt. Flödet passerar också en dagvattendamm som inte verkar vara flödesreglerad, vilket i kombination med status för kulverten under värmekraftverket (som avvattnar dammen) gör det svårt att uttala sig om hur stor reglervolymer dammen har.

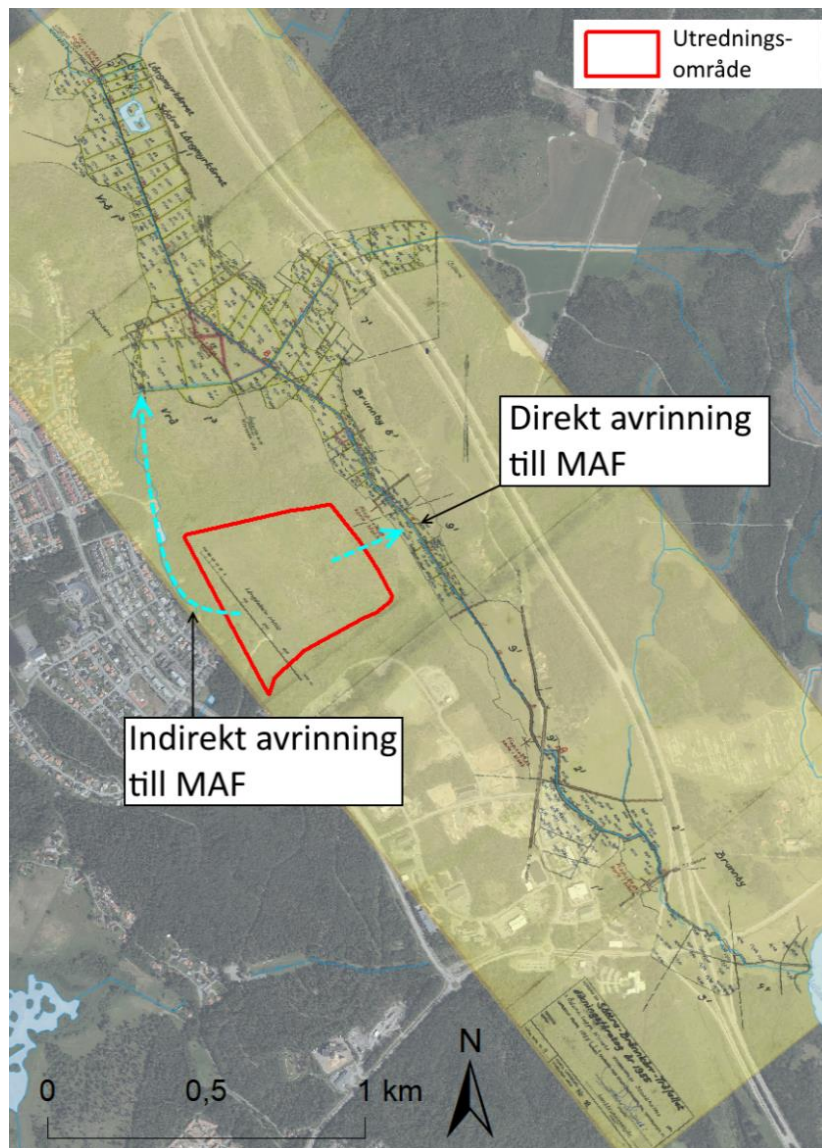
I relation till utredningsområdets exploatering är det av stor vikt att fördröjning görs lokalt och att igensatta kulvertar/vägtrummor grävs fram för att säkerställa vidare avledning. I Figur 9 presenteras identifierade osäkerheter för dagvatten från utredningsområdets västra del.



Figur 9. Avvattning västerut påverkas av igensatta kulvertar och en oreglerad dagvattendamm. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

### Sättra – Brännkärr – Träfallat dikningsföretag

Både vattnet som rinner österut och västerut kommer att nå ett dikesystem på jordbruksmarken öster om utredningsområdet. Dikessystemet är del i Sättra – Brännkärr – Träfallat dikningsföretag från år 1955. Utredningsområdets gräns i relation till markavvattningsföretagets (MAF) förrättningshandlingar visas i Figur 10. Flödesriktningen för markavvattningsföretaget är från nordväst till sydöst, det vill säga från åkermarken mot sjön Valloxen.



Figur 10. Utredningsområdets gräns i relation till markavvattningsföretagets dragning. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

Enligt MAF:s förrättningshandlingar (1955) har avrinningen "vid flöden" i dess avrinningsområde beräknats till 0,8 liter per sekund och hektar och medelvattenmängden vid vegetationsperioden har antagits till 0,1 liter per sekund och hektar. Vidare står att översvämning vid högvatten inte behöver befaras mot bakgrund av att avloppen har dimensionerats "till djup, som erfordras för markens torrläggning". Enligt kartunderlag för

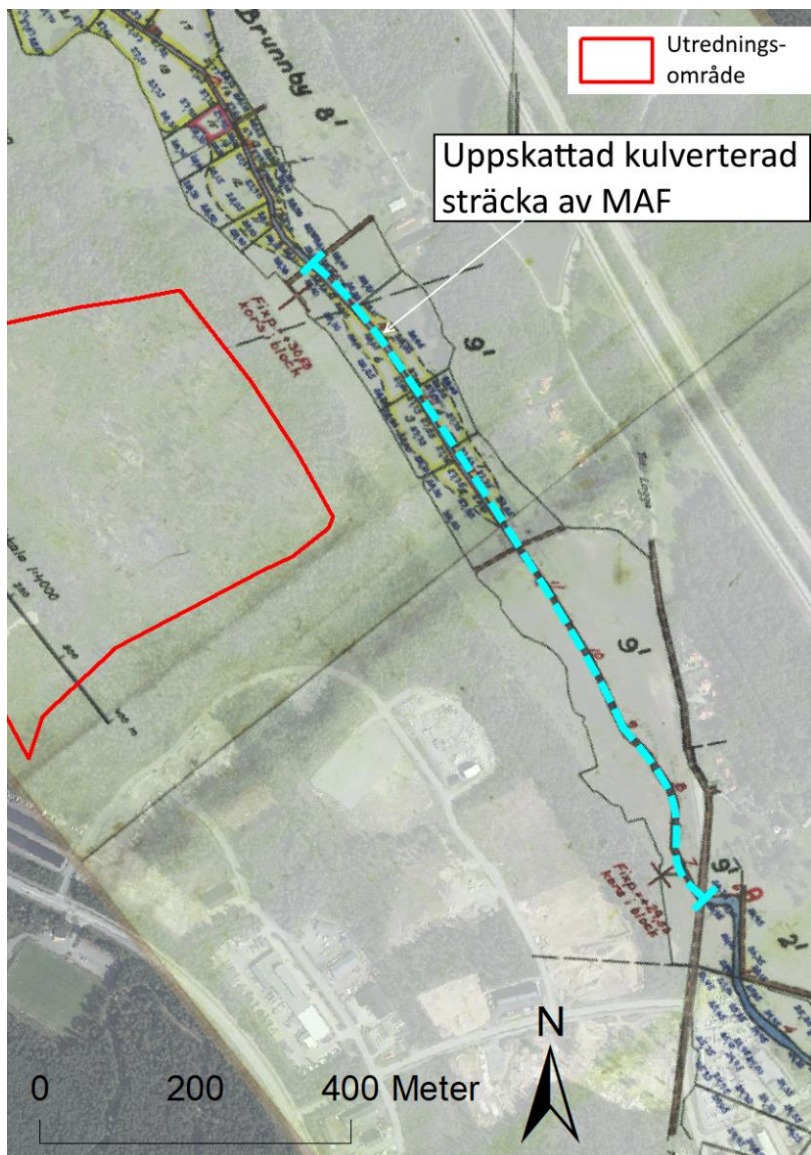
MAF ser det ut att vara ritat i 32 sektioner, men det presenteras endast dimensioner för sju av dessa i förättningsdokumentet. Dimensioner, höjdlägen och lutningar som framgår av profil- och sektionsritningar och en uppskattad flödeskapacitet för dessa presenteras i Tabell 2. Sedan 1955 har MAF delvis kulverterats. Presenterade flöden är inte korrigerade för den täckdikning som gjorts av markavvattningsföretaget då det inte funnits några handlingar tillgängliga som dokumenterat detta arbete. Till följd av täckdikningen antas att den verkliga flödeskapaciteten i MAF är betydligt lägre än vad som framgår av tabellen nedan.

Tabell 2. Flödeskapacitet i dikesektioner enligt Sättra – Brännkärr – Träfallet dikningsföretag år 1955. Presenterade flöden är inte korrigerade för den täckdikning som gjorts av markavvattningsföretaget och det kan därför antas att flödeskapaciteten är betydligt lägre.

Sektion enligt MAF	Bottenbredd (m)	Djup (m)	Lutning (‰)	Flödeskapacitet (l/s)
8,5	0,5	2,5	0,5	17898
8	0,5	2,5	0,5	17898
7,5	0,5	2	0,5	10270
7	0,5	1,9	0,5	9049
6,5	0,5	1,5	0,5	5080
6	0,5	1	0,5	1938
5,5	0,5	1	0,5	1938

Av tabeller framgår att diket klarar av höga flöden och om markavvattningsföretaget varit i sitt originalutförande hade det inte funnits någon risk för att den nya bebyggelsen påverkar avvattningen negativt, speciellt inte om det kommer att ske fördröjning. Vid platsbesök identifierades sträckan där kulvertering har skett, se Figur 11, och vid vandring av sträckan är det oklart varför den utförts. Den största delen av kulverten är synlig längs hela sträckan i botten av MAFs dikning. Den enda riktiga utfyllnad som gjorts är längs sista sträckan fram till Carl von Paykulls väg och övrig sträcka är det antingen ingen fyllning eller så har diket använts som soptipp (bilvrak, slipers, trasiga metalldelar, m.m.).





Figur 11. Utredningsområdets gräns i relation till kulverterad sträcka av markavvattningsföretaget. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

På grund av kulverteringen bedömer Sweco att det vid större flöden mot markavvattningsföretaget kan finnas en risk för översvämning, men då det saknas dokumentation för den täckdikning som utförts är det svårt att uttala sig om hur den dimensionerats. Det kan dock bedömas som orimligt att täckdikningen tagit höjd för de flöden som dikningsföretaget dimensionerades för. In- och utlopp från kulverteringen presenteras i Figur 12.



Figur 12. In- och utlopp för kulverteringen i markavvattningsföretaget.

En ytterligare osäkerhet i vattnets väg från utredningsområdet är om det finns kapacitet i befintliga naturdiken och åkerdiken utanför markavvattningsföretaget. Vid platsbesök noterades inget naturligt dike ner mot åkermarken utan avrinning från naturmarken såg ut att ske diffust längst stora delar av sträckan. Åkerdiket som ligger närmast skogsbrynet var igenvuxet och vid flera platser identifierades yttlig avrinning mot markavvattningsföretagets dikning, se Figur 13. Vid samtliga platser där yttlig avrinning identifierades fanns dräneringsledning ut mot markavvattningsföretagets dike. Huruvida dräneringsledningarna var tänka att avvatta åkerdiket är okänt. Det är också möjligt att dräneringsledningarna är en del av åkerdräneringen och att marken sjunkit ihop vid anläggning varpå yttlig avrinnande vatten sökte sig längs dessa vägar. Då avvattningen inte ser ut att fungera felfritt idag behöver avvattning av utredningsområdets östra delar utredas vidare. Frågan om hur dagvatten säkert ska avledas mot åkerdiken och vidare mot markavvattningsföretaget behöver lösas i projekteringskedet.

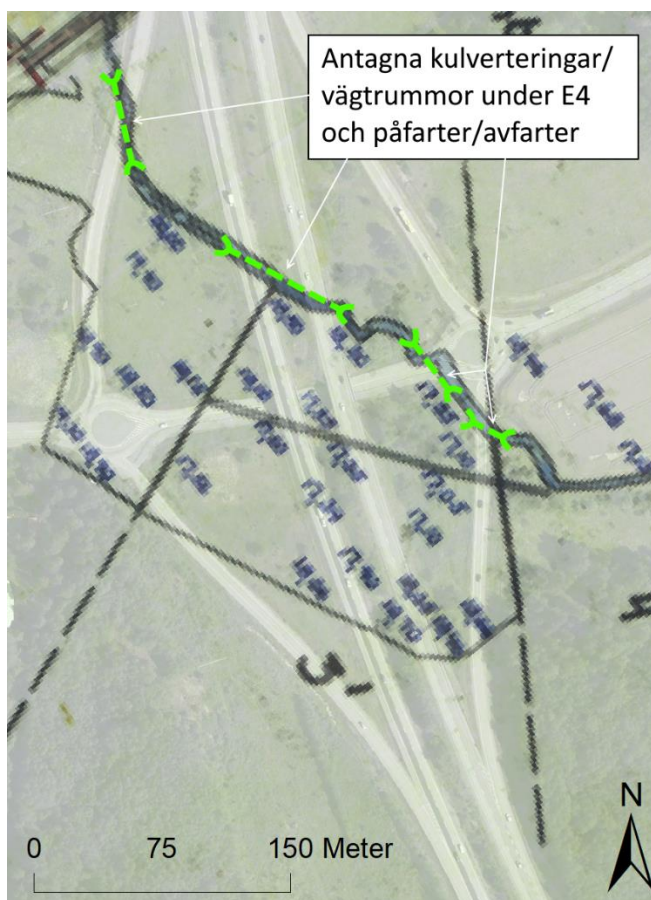




Figur 13. Ytlig avrinning mot markavvattningsföretagets dike från åkerdike. Utredningsområdet ligger uppströms skogsområdet i figuren.

#### **Påverkan på Trafikverkets anläggning**

Omfattningen på markavvattningsföretaget är något osäker eftersom de dikessektioner som presenteras i förrättningshandlingen endast omfattar en kort del av sträckan, medan kartmaterialet visar på en sträcka från Träfallet ner till Valloxen, se Figur 10. Vad som går att säga är att Trafikverket, vid anläggning av E4an, kulverterat eller lagt ner trummor vid passage av diket. Huruvida kulverteringarna gjorts i en del av markavvattningsföretaget är osäkert, men om det gjorts finns det inga handlingar som tar upp detta. I Figur 14 presenteras antagna korsningar mellan E4an och Lövstaån/markavvattningsföretaget.



Figur 14. Karta över markavvattningsföretagets antagna dragning över E4an med antagna kulverteringar/vägtrummor markerade. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

Oavsett hur kulverteringen under E4an gått tillväga finns det potentiellt två saker som behöver tas hänsyn till: MAF begränsningar i flödeskapacitet och Trafikverkets konsekvensklassning för anläggningar under E4an. Begränsningar i flödeskapacitet för MAF bedöms idag till stor del drivas av kulverteringen väster om Carl von Paykulls väg, vilket också är den kulvertering som utredningsområdet påverkar, men då avvattningsystemet under E4an inte inventerats är kapaciteten osäker. Om kulverteringen av MAF någon gång skulle öppnas upp finns det risk att Trafikverket kommer att ha åsikter om säkring av flödesvägar under E4an. Då E4an är en stor och viktig väg antas den hamna i vad som Trafikverket benämner som konsekvensklass 3 (Trafikverket, 2014), vilket betyder att ett klimatkompenserat 200-årsflöde ska kunna rinna under vägen utan att riskera översvämningsrisk.

### Sammanfattning

Enligt förrättningshandlingen ska det, eftersom antalet delägare i företaget är fler än två, finnas en styrelse som är ansvarig för handhavande av företagets förenade angelägenheter. Detta omfattar bland annat underhåll. Följande står i förrättningshandlingen i relation till underhåll:

*"För vidmakthållande av det genom företaget uppnådda torrläggningresultatet skola avloppen för framtiden omsorgsfullt underhållas. De öppna kanalerna skola grundligt rensas minst vart femte år och därutöver vid behov.*

*Vederbörande sakägare skall i förekommande fall genom anordnande av stängsel eller dylikt förhindra, att avloppen igentrampas eller på annat sätt skadas av betande kreatur. För motverkande av utskärningar i slänterna skall om så erfordrar förstärkningsarbeten på slänterna utföras.”*

#### *Förrättningshandling Sättra-Brännkärr-Träfallet dikningsföretag 1955*

På grund av att det i den juridiskt gällande förrättningshandlingen finns information om hur markavvattningsföretaget ska upprätthållas efter anläggning bör det utredas huruvida det fortfarande finns markägare som bör ingå i en styrelse. Kulverteringen bedöms, enligt flödesberäkning av anläggningen, utgöra den största risken för översvämning vid höga flöden. Exploateringen av Myrberget - Vrå 3:1 kommer att påverka flöden i avrinningsområdet och i förlängningen också flöden i MAF och under E4an. Om fördröjning av dagvatten sker inom utredningsområdet kan de dock inte antas ha en betydande påverkan på dessa. Det är emellertid inte enbart denna exploatering som har påverkan på flöden i MAF och under E4an. En del av exploateringen längs Villebrådsgatan avvattnas till ett system som rinner ner till MAF och även kommande detaljplan för Träfallet kommer påverka flödena.

Hantering av alla tillkommande flöden till MAF ska göras med försiktighet eftersom det som står i förrättningsdokumenten fortfarande är juridiskt bindande. Då det redan skett en kulvertering, och då ytterligare exploatering planeras i närområdet, kan det vara värt att utreda huruvida det är möjligt att avveckla MAF. Att juridiskt avveckla markavvattningsföretaget avvecklas innebär inte automatiskt att översvämningens risker minskar. Det finns ett flertal vägar som redan idag ingår i markavvattningsföretaget som fortfarande kommer att behöva vägtrummor och utöver dessa kommer också E4an att behöva hanteras med försiktighet. Sweco rekommenderar att en mer omfattande utredning, som tar hänsyn till all kommande exploatering i avrinningsområdet, utförs. Denna bör ske av en högre beslutande instans så som kommunen. I samband med det arbetet bör även Trafikverket bjudas in.

#### **RECIPIENT**

Recipient för dagvatten som släpps till diket är Lövstaån<sup>1</sup>, norr om sjön Valloxen. Nedan bedömning av miljötillståndet i Lövstaån utgår från information i databasen Vatteninformationssystem Sveriges (VISS) senaste bedömning<sup>1</sup>, där Vattenmyndigheterna/Länsstyrelserna samlar information om sina bedömningar av alla större vatten i Sverige<sup>2</sup>. De bedömda enheterna kallas för vattenförekomster. Att ett vatten är klassat som en vattenförekomst innebär också att det finns mål för vilken nivå dess miljötillstånd ska ha uppnått vid en viss tidpunkt. Målen kallas för miljö kvalitetsnormer (MKN) och klassningen av dess miljötillstånd kallas för vattenförekomstens status. Miljö kvalitetsnormer för vattenförekomster fastställs med stöd av 5 kap. MB, enligt vattenförvaltningsförordningen och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25. Miljö kvalitetsnormer för ytvattenförekomster ska fastställas för ekologisk status samt för kemisk status. Statusklassningen är uppbyggd av olika kvalitetsfaktorer och de kan i sin tur bestå av olika parametrar. Tillståndet i vattenförekomsterna ska inte försämrats, det så kallade icke-försämringskravet (förordning 2015:516). MKN för vattenkvalitet gäller för vattenförekomsten som helhet. Senaste fastslagna MKN för

<sup>1</sup> Lövstaån - Vattendrag - VISS - VattenInformationssystem för Sverige (länsstyrelsen.se) Åtkomst 2021-02-25

<sup>2</sup> Observera att arbetet med den nya förvaltningscykeln, cykel 3, pågår hos Länsstyrelserna och Vattenmyndigheterna, varför ny information om vattenförekomsten kan tillkomma innan cykeln har avslutats. Så fort den nya cykeln officiellt färdigställs hänvisas till VISS för senaste information om den aktuella vattenförekomsten



Lövstaån är god ekologisk status 2027 och god kemisk ytvattenstatus. Undantag finns för de överallt överskridande ämnena bromerad difenyleter och kvicksilver.

Bedömning av eventuell påverkan av dagvatten från utredningsområdet avseende ekologisk status baseras på de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna (parametrarna näringsämnen och särskilda förorenande ämnen). Beroende på recipientens storlek och dimensionerande flöden efter fördröjning kan det finnas behov att se över påverkan på hydromorfologiska faktorer i ett senare skede. Bedömning av kemisk status baseras på prioriterade ämnen. Det är dessa kvalitetsfaktorer som bedöms kunna kopplas till påverkan från dagvatten från utredningsområdet.

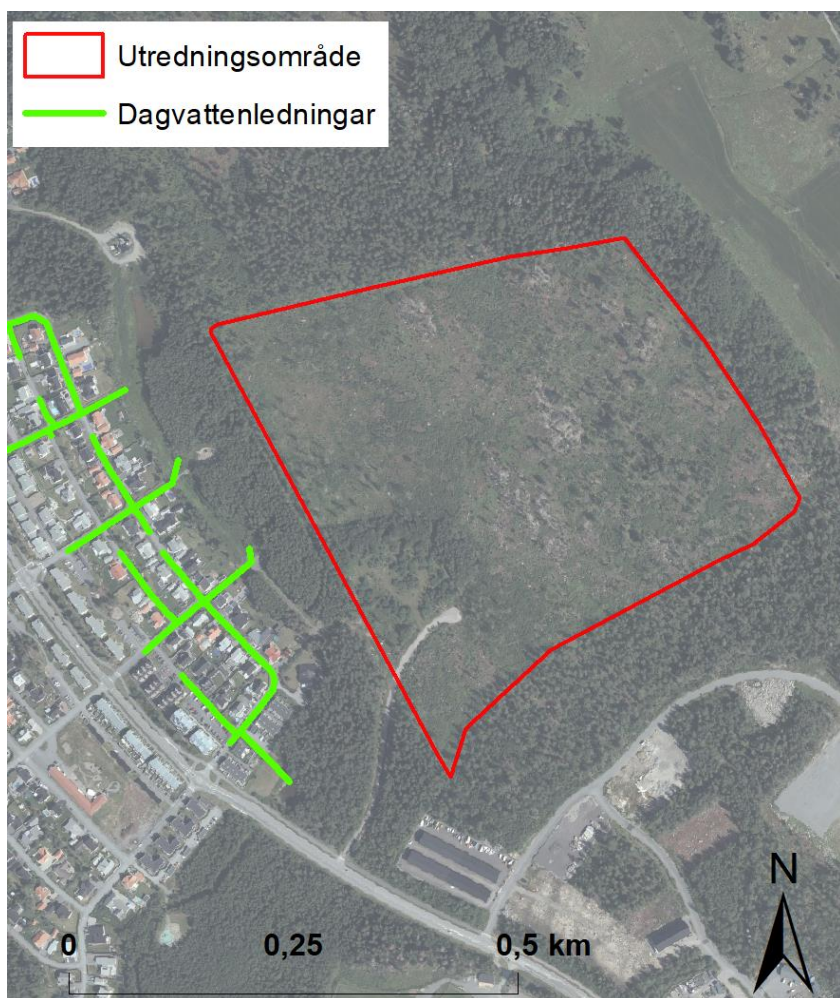
Senaste klassning anger att Lövstaån har måttlig ekologisk status till följd av övergödning och fysisk påverkan på vattendraget. Bedömningen av näringsämnen är en expertbedömning baserad på en extrapolering av vattenförekomster av samma typ och med samma påverkan. Expertbedömningen uppges ha god säkerhet. Inga särskilda förorenande ämnen (SFÅ) har bedömts.

Vattenförekomsten uppnår inte god kemiska status. Denna bedömning baseras på nationella bedömningar av att de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter inte uppnår god status i någon av Sveriges ytvattenförekomster. Bedömningarna är alltså inte gjorda utifrån mätvärden för den specifika vattenförekomsten. Inga andra prioriterade ämnen har bedömts och det går därför inte att veta om vattenförekomsten uppnår god kemisk status om det bortses ifrån de överallt överskridande ämnena.

Av de påverkanskällor som uppges ha betydande påverkan på vattendraget och även kan kopplas till föroreningar i dagvatten anges de diffusa källorna urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition. För urban markanvändning, jordbruk och enskilda avlopp är fosfor det ämne som bedöms kunna ge upphov till risk för sänkt status i vattenförekomsten. För transport och infrastruktur listas koppar, bens(a)pyren och ämnesgrupperna metaller och PAH:er. Källan till de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter är atmosfärisk deposition. Den planerade exploatering kan inte kopplas till den fysiska påverkan som påverkar recipienten idag.

#### **BEFINTLIGT DAGVATTENLEDNINGSNÄT**

Idag avvattnas inget dagvatten via dagvattenledningar mot Lövstaån. Det befintliga dagvattenledningsnätet ligger utanför utredningsområdet i anslutning till bostadsområdet i sydväst. I Figur 15 visas utredningsområdet i relation till ledningsnätet. Ledningsnätet är enligt uppgift från Roslagsvatten högt belastat och möjligheten att tillföra vatten är begränsad, på grund av det rekommenderas påkoppling till kommunalt ledningsnät undvikas om möjligt.



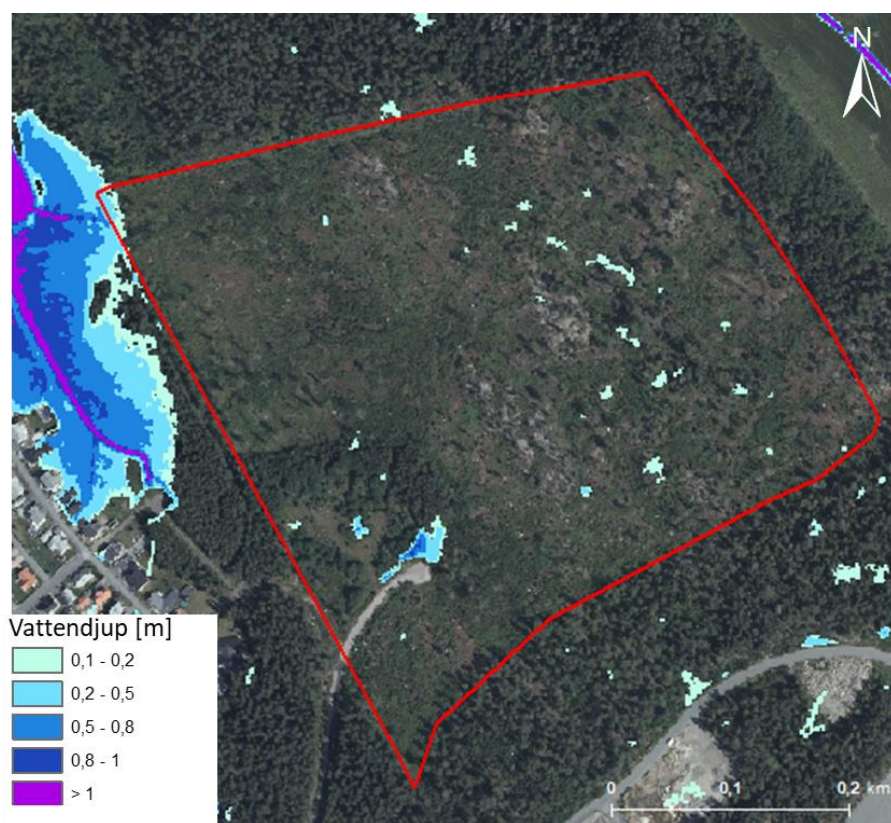
Figur 15. Karta över utredningsområdet och det befintliga dagvattennätets utbredning. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

### SKYFALLSANALYS/LÅGPUNKTSKARTERING

En översiktlig analys av ett skyfallsscenario har gjorts med hjälp av verktyget SCALGO Live. SCALGO Live är en GIS-baserad onlinetjänst som används för att analysera höjddata ur ett ytavvattningssperspektiv. I analysen används både terrängdata och vattenvolymer för att identifiera vilka områden som riskerar att översvämmas då en given volym vatten rinner av på markytan. Metoden saknar dynamiska (tidsberoende) aspekter och kan inte identifiera effekter av tröghet i ett system. Exempel på tröghet kan exempelvis vara flödesmotstånd över en markyta eller dynamiska effekter av ledningsnät eller trummor.

SCALGO Live är ett bra verktyg i tidiga planeringsskedan där översiktlig systemförståelse för ytavrinning och potentiella översvämningsrisker är i fokus. Resultaten från SCALGO Live bör i regel inte användas för detaljprojektering eller dimensionering, det finns dock undantag för när detta kan vara lämpligt. Vid planering av ny bebyggelse är det viktigt att ta hänsyn till sådana identifierade översvämningsområden för att förhindra att vatten blir stående och därmed skadar byggnader eller hindrar framkomlighet för exempelvis utryckningsfordon.

Skyfall som analyserats kan likställas med ett 100-års regn med 60 minuters varaktighet. Detta har analyserats för att identifiera vilka områden som, med befintlig höjdsättning, riskerar att översvämmas med vatten vid stora regn. Detta scenario används, tillsammans med en klimatfaktor om 25 %, utifrån rekommendationer från P110 (Svenskt Vatten, 2016). I Figur 16 presenteras resultatet av att belasta utredningsområdet med en regnvolym motsvarande 67,5 mm nederbörd. För denna belastning gäller även antagandet att ledningsnätet inte avbördar något vatten samt att infiltration på genomsläppliga ytor inte sker.



Figur 16. Vattendjup i lokala lågpunkter vid kraftig nederbörd (67,5 mm, motsvarande ett 100-års regn med 60 minuters varaktighet och klimatfaktor 25 %). Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

För befintliga förhållanden har ett fåtal instängda områden identifierats. Risk för översvämning har lokaliserats vid slutet av grusvägen efter avfarten från Brunnbyvägen. Rekommendationer kring höjdsättning i anslutning mot fasad presenteras i avsnittet *Principiell höjdsättning och sekundära avrinningsvägar* nedan.

# METOD OCH INDATA

## MARKANVÄNDNING

En sammanställning av de olika typerna av markanvändning som använts som indata presenteras i Tabell 3. Markanvändning före exploatering har uppskattats utifrån Lantmäteriets ortofoto. Markanvändning efter exploatering är baserat på de tre olika hårdgörningsscenarier som diskuterats med Knivsta kommun.

Tabell 3. Markanvändning före och efter exploatering. Notera att den totala avrinningskoefficienten är viktad och inte summerad.

Markanvändning	Före exploatering			Efter exploatering 50%		
	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. area (ha)	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. area (ha)
Tät skogsmark	21,12	0,1	2,11	10,56	0,1	1,06
Väg	0,12	0,8	0,1	0,12	0,8	0,1
Flerfamiljsområde	0	0,45	0	10,56	0,45	4,75
<i>Totalt</i>	21,24	0,1	2,21	21,24	0,28	5,91

Markanvändning	Efter exploatering 60%			Efter exploatering 75 %		
	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. area (ha)	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. area (ha)
Tät skogsmark	8,45	0,1	0,85	5,42	0,1	0,54
Väg	0,12	0,8	0,1	0,12	0,8	0,1
Flerfamiljsområde	12,67	0,45	5,7	16,25	0,45	7,31
<i>Totalt</i>	21,24	0,31	6,65	21,24	0,37	7,95

## NEDERBÖRD

En genomsnittlig, korrigerad, årsmedelnederbörd på 580 mm har använts för utredningsområdet, baserad på SMHI:s meteorologiska station Ultuna (9749) då den bedöms ligga närmast området. Nederbörden på stationen är mätt till 527,2 mm som normalvärde under perioden 1961-1990 och har sedan korrigerats med faktor 1,1 för att kompensera för mätförluster.

## RINNTIDER

Rinnsträcka och rindhastighet har beräknats för utredningsområdet före och efter exploatering. I Tabell 4 presenteras resultaten.

Tabell 4. Rinnsträcka, -hastighet och -tid, före och efter exploatering.

Före exploatering		
Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Rinntid (min)
250	0,1	42

Efter exploatering 50 %		
Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Rinntid (min)
250	0,5	10

Efter exploatering 60 %		
Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Rinntid (min)
250	0,5	10

Efter exploatering 75 %		
Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Rinntid (min)
250	0,5	10

#### ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Dagvattenanläggningarna ska enligt krav från Roslagsvatten utformas så att 10 alternativt 20 mm regn (beroende på markanvändningstyp), räknat över hela fastighetens yta (reducerad area), kan renas och fördröjas innan utsläpp. För att beräkna erforderlig fördröjningsvolym för ett 20 mm regn används ekvation 1.

$$U_{20mm} = \frac{20 \text{ mm}}{1000} * A \text{ (m}^2\text{)} * \varphi \quad (1)$$

$U_{20mm}$  representerar den erforderliga fördröjningsvolymen i m<sup>3</sup> för ett scenario med 20 mm nederbörd. A är området yta i m<sup>2</sup> och  $\varphi$  är avrinningskoefficienten.

#### FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Beräkning av föroreningsbelastning har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v.20.2.2). Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar i dagvatten kan utföras. Nödvändiga indata till modellen består av nederbördsmängd samt det aktuella området area och markanvändning. Till beräkningarna använder modellen kvalitetsgranskade schablonhalter av föroreningar, baserade på flödesproportionell provtagning (StormTac, 2020).

Observera att en modellering är en förenklad beskrivning av verkligheten som inte fullt ut kan återspegla de komplexa skeenden som tillsammans påverkar föroreningsinnehållet i dagvattnet. Omfattningen av modellens dataunderlag varierar mellan olika typer av föroreningar, likaså för markanvändningar, vilket ger föroreningsberäkningarna en viss osäkerhet. Mot bakgrund av avsaknaden av andra modeller som beskriver dagvattnets föroreningsinnehåll, samt reningseffekt i dagvattenanläggningar, bedöms StormTac-modellen, trots dess osäkerheter, som den mest lämpliga metoden att använda för att beräkna föroreningsbelastning i föreliggande fall. Modellens osäkerhet behöver dock beaktas när slutsatser dras.



## FLÖDESBERÄKNINGAR

Beräkning av dagvattenflöden har utfördes enligt riktlinjerna och beräkningsmetoden från Svenskt Vattens publikation P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten" samt med hjälp av StormTac (v.20.2.2).

Enligt P110 bör en klimatafaktor användas vid beräkning av framtida flöden. Då området i framtiden kommer att påverkas av ett förändrat klimat användes en klimatafaktor (1,25) vid beräkning av flöden i modellen. Flöden beräknades för regn med 5, 20 och 100 års återkomsttid (baserat på tät bostadsbebyggelse). I Tabell 5 syns ansvarsfördelning och rekommenderad återkomsttid som bör hanteras i dagvattenledningar enligt Svenskt Vatten. Det dimensionerande flödet för ledningsnätet bör motsvara ett 5-årsregn.

Om exploateringsgraden blir lägre än antaget kan det finnas behov att se över beräkningen med lägre återkomsttider för nederbörd.

Tabell 5. Ansvarsfördelning mellan kommun och VA-huvudman vid olika återkomsttider och typer av bebyggelse enligt P110.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid (år) för regn vid fylld ledning	Återkomsttid (år) för trycklinje i marknivå	Återkomsttid (år) för mark-översvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	>100
Tät bostadsbebyggelse	5	20	>100
Centrum- och affärsområden	10	30	>100

# RESULTAT DAGVATTEN

## FLÖDESBERÄKNINGAR OCH ERFORDRLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Dimensionerande flöden före och efter exploatering, beräknat för olika återkomsttider, presenteras i Tabell 6. Klimatfaktor 1,25 har använts för att beräkna flöden.

Tabell 6. Återkomsttid för regn och dimensionerande flöden från utredningsområdet före och efter exploatering.

Återkomsttid (år)	Flöde (l/s)			
	Före exploatering	Efter exploatering		
		Scenario 1 (50% hårdgörs)	Scenario 2 (60% hårdgörs)	Scenario 3 (75% hårdgörs)
5	200	1300	1500	1800
20	320	2100	2400	2800
100	540	3600	4100	4900

## FÖRDRÖJNINGSBERÄKNINGAR

Dagvattenanläggningarna ska enligt krav från Roslagsvatten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta (reducerad area), kan renas och fördröjas innan utsläpp. Erforderlig fördröjningsvolym för bebyggd area i respektive scenario redovisas i Tabell 7 nedan. Beroende på bostadstyp kan det finnas behov att räkna om fördröjningsvolymbehovet vid senare skede.

En kompletterande beräkning har också utförts för om utredningsområdets bebyggs med villafastigheter. Enligt tidigare dagvattenutredning (Sweco, 2021) för grannområdet Vrå 1:3 har en medelstorlek för en villatomt (1050 m<sup>2</sup>) använts.

Notera att ingen beräkning gjorts för allmän platsmark då det saknas information om hur stor yta den kan tänkas utgöra.

Tabell 7. Fördröjningsvolym för olika exploateringsgrad.

Scenario	Erforderlig fördröjningsvolym
Exploatering 50 %	950 m <sup>3</sup>
Exploatering 60 %	1140 m <sup>3</sup>
Exploatering 75 %	1462 m <sup>3</sup>
Villatomter	2,5 m <sup>3</sup> /villatomt

## FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

I följande avsnitt redovisas beräknade föroreningshalter och -mängder som vanligen förekommer i dagvatten. Det redovisas också en jämförelse mellan beräknade halter (årsmedelvärden) från utredningsområdet före och efter exploatering och Riktvärdesgruppens riktvärden. I Tabell 8 redovisas föroreningshalten (µg/l) samt mängden (kg/år) för respektive scenario. För framtida markanvändningen har ingen anläggning av LOD-lösning eller annan reningsanläggning antagits.

Tabell 8 Föroreningsbelastning från utredningsområdet före och efter exploatering. I den yttersta högra kolumnen redovisas riktvärden från Riktvärdesgruppen. Notera att värden som fetmarkerats överskrider föreslaget riktvärde.

Ämne	Före exploatering		Efter exploatering 50 %		Efter exploatering 60 %		Efter exploatering 75 %		Riktvärden (µg/l)
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	
<b>P</b>	17	0,51	140	6,3	160	7,5	<b>180</b>	9,5	160
<b>N</b>	370	11	1200	52	1300	60	1400	74	2000
<b>Pb</b>	4	0,12	<b>9,8</b>	0,44	<b>11</b>	0,50	<b>11</b>	0,61	8
<b>Cu</b>	5,7	0,17	<b>19</b>	0,86	<b>21</b>	1,0	<b>23</b>	1,2	18
<b>Zn</b>	13	0,39	63	2,8	69	3,3	<b>78</b>	4,1	75
<b>Cd</b>	0,14	0,0041	<b>0,44</b>	0,02	<b>0,48</b>	0,023	<b>0,52</b>	0,028	0,4
<b>Cr</b>	2,6	0,078	7,7	0,34	8,4	0,4	9,2	0,49	10
<b>Ni</b>	4,1	0,12	6,9	0,31	1,7	0,34	7,7	0,41	15
<b>Hg</b>	0,008	0,0003	0,018	0,0008	0,019	0,0009	0,021	0,0011	0,03
<b>SS</b>	22000	660	<b>48000</b>	2100	<b>51000</b>	2400	<b>55000</b>	3000	40000
<b>Oil</b>	120	3,7	<b>440</b>	20	<b>480</b>	23	<b>530</b>	28	400
<b>PAH16</b>	0,066	0,002	0,36	0,016	0,39	0,019	0,44	0,024	-
<b>BaP</b>	0,0066	0,0002	<b>0,031</b>	0,0014	<b>0,034</b>	0,016	<b>0,038</b>	0,002	0,03

Resultatet indikerar på att området idag inte överskrider riktvärden för något av ämnena och den genomgående trenden för både föroreningshalter och -mängder är att värdena ökar i och med hårdgörningsgrad. Flertalet ämnen överskrider riktvärdena i samtliga scenarion vilket indikerar att det finns ett tydligt reningsbehov efter exploatering.

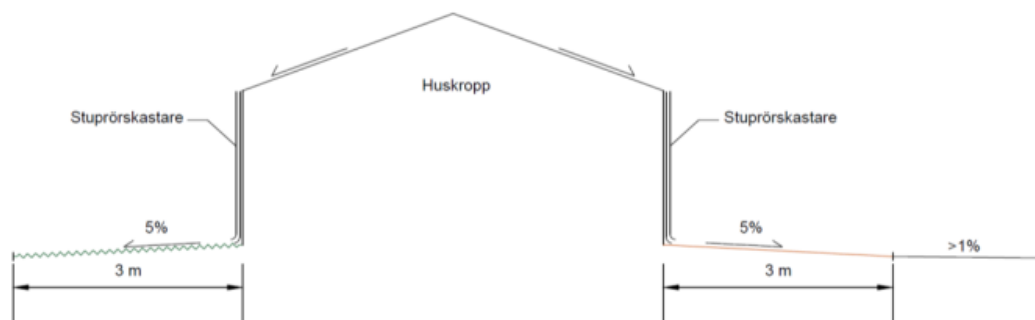
# SYSTEMLÖSNING FÖR DAGVATTENHANTERING

## PRINCIPIELL HÖJDSÄTTNING OCH SEKUNDÄRA AVRINNINGSVÄGAR

En väl genomtänkt höjdsättning är viktigt för att undvika skador på bebyggelse till följd av översvämningar. För att uppnå detta bör byggnader alltid placeras högre än angränsande områden (vägar, stigar, grönytor, mm.) vilket medför att dagvatten vid extrem nederbörd kan avledas ytligt i händelse av att dagvattensystemets maxkapacitet överskrids. Dessa ytliga vägar för vatten är det som benämns sekundära avrinningsvägar och kan med fördel placeras i lågstråk i befintlig terräng.

Lågstråk rekommenderas så att vattnet säkert kan avrinna vid stora nederbördstillfällen. Ingångar till byggnader bör höjdsättas så att vatten inte rinner in i dessa innan det rinner över de tröskelnivåer som finns på vattnets väg ut ur utredningsområdet. Hänsyn till dessa aspekter måste tas i den kommande projekteringen.

För att förhindra att vatten rinner mot huskropp rekommenderar Svenskt Vattens publikation P105 ett avstånd på 3 meter med en lutning på 1:20 (5 %), se Figur 17. Förslaget innebär en utkastare på cirka 20 centimeter i kombination med att marken närmast fasaden hårdgörs för att undvika belastning på byggnadens dräneringssystem. Marklutningen rekommenderas därefter till cirka 1–2 % för att inte riskera att dagvatten rinner in mot byggnaden.



Figur 17. Rekommenderad höjdsättning av mark närmast fasad (Sweco, 2017).

Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) 4 kap 36 § har en fastighetsägare ett generellt ansvar att se till att avvattningen av den egna tomten inte medför betydande olägenhet för omgivningen. Detta kan tolkas som att en avledning av dagvatten till en annan fastighet inte är tillåtet om inte särskild överenskommelse skett mellan markägare, samt att ingen olägenhet skapas.

Området ligger idag i ett naturmarksområde med både små och stora höjdskillnader. Då området idag är oexploaterat antas det att den naturliga avrinningen fungerar i dagsläget. För att så långt som möjligt bevara den naturliga balansen i systemet rekommenderas att det görs en inventering av lågstråk och mindre diken för att se om det är möjligt att använda dessa även efter exploatering.

Enligt kravet från Roslagsvatten ska dagvattenanläggningarna utformas så att 10-20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta (reducerad area), kan renas och fördröjas innan utsläpp. Höjdsättningen är också en förutsättning för att dagvattnet ska kunna ledas till de



föreslagna dagvattenanläggningarna och därmed också en förutsättning för att vattnet renas och fördröjs.

### **FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING**

Inom utredningsområdet finns en höjdrygg som, grovt räknat, delar avrinningen så att hälften avrinner åt varsitt håll (faktiska siffror är 54 % västerut och 46 % österut). Om topografin inte påverkas av nya projekterade markhöjder rekommenderas därför att en systemlösning för dagvatten planeras på respektive sida vattendelaren. Praktiska rekommendationer kring sekundära avrinningsvägar och samlade avledningsstråk behövas göras när en illustrationsplan tagits fram för området.

Enligt jordartskartan (se Figur 4) består jordlagerna i huvudsakligen av sandig morän med inslag av urberg, vilket tyder på att marken i teorin har goda förutsättningar för infiltration. Vid platsbesök identifierades en stor del berg i dagen och det är därför viktigt att fördröjningsanläggningar planeras utifrån förhållanden på platsen för respektive exploateringsområde. I låglänta delar av utredningsområdet identifierades mycket stående vatten och det är därför viktigt att säkerställa att samtliga föreslagna dagvattenlösningarna går att anlägga genom kompletterande grundvattenmätningar. Vid områden med mycket berg kan det finnas behov av samlad avledning och hantering för att undvika större bergschakter.

Då det inte finns någon illustrationsplan att relatera en systemlösning till förs istället en övergripande diskussion kring möjliga lösningar i relation till ägandeförhållanden för marken.

### **Villabebyggelse och LOD på mindre fastigheter**

Om utredningsområdet utformas så att det, likt närområdet, byggs ett stort antal par-/radhus och villatomter rekommenderas lokalt omhändertagande av dagvatten(LOD-lösningar). Fördröjning ska göras inom respektive fastighet och i enlighet med schablonberäkning i avsnittet om Erforderlig fördröjningsvolym kommer cirka 2,5 m<sup>3</sup> fördröjningsmagasin behöva skapas för respektive fastighet. Utrymme för fördröjningsanläggning, ex. stenkista, behöver tas med när området ritas för att säkra att det finns bräddningsmöjligheter antingen mot lokalt dagvattenledningsnät i gata eller till ett avskärande dike.

En stenkista är en grop som fylls med stenar (makadam) och som sedan täcks över. Magasinet ska förses med ett bräddavlopp som ser till att vattnet har möjlighet att brädda när fördröjningsvolymen överskrider dimensionerad volym. Det rekommenderas att magasinet inte tätas för att möjliggöra perkolation, men det ska noteras att det i samband med denna utredning inte finns något geoteknisk PM/MUR tillgängligt. När geotekniskt PM/MUR finns kan ett slutgiltigt beslut tas gällande ev. tätning.

Då en stenkista är en typ av underjordiskt magasin tar de ingen eller mycket liten markyta i anspråk och volymen i magasinet kan enkelt utformas efter behov. Reningsförmågan i magasinen uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar. Graden av rening beror på flödesförhållandena i magasinet, men avskiljningsförmågan kan i bästa fall ligga på 30 – 65 % för totalhalt av metaller och upp till 50 procent för totalfosfor. Anläggningen renar inga lösta föroreningar.

Avledning från fastighet rekommenderas, efter rening och fördröjning, till naturmark eller till kommunal anläggning. Några möjliga alternativ för avledning är:

- Till ett avskärande dike som anläggs bakom en fastighetslänga som är en gemensamhetsanläggning. Beroende på hur ansvarsfrågan för gemensamhetsanläggningen ser ut och vilka reningsmöjligheterna som finns lokalt bedöms det även möjligt med avledning mot en större gemensam reningsanläggning, ex. en dagvattendamm.
- Till ett avskärande dike som anläggs bakom fastigheten ägt av kommunen
- Till servis mot kommunal dagvattenledning

Om markförutsättningar gör att det inte är lämpligt att anlägga LOD-anläggningar på varje fastighet, exempelvis om arbetet kräver omfattande bergschakt, rekommenderas att en kompletterande analys görs av bästa möjliga och mest effektiva reningsanläggning för relevanta fastigheter.

### **Flerfamiljshus och större reningsanläggningar**

Vid anläggning av flerfamiljshus och andra typer av bostäder där det skapas en bostadsrättsförening är det enklare att ha ett gemensamt ansvar för dagvattenanläggningen. Vid sådana bostadsområden rekommenderas ofta större dagvattenanläggningar som våta dammar, växtbäddar/rain garden-lösningar eller större system med diken, svackdiken och dämmen.

Nu för tiden byggs ofta flerfamiljshus utan parkeringsplatser på marknivå och det byggs istället garage under byggnader. Om det är något som planeras rekommenderas att växtbäddar ovan bjälklag planeras. Denna typ av växtbäddar har ett begränsat djup och ingen möjlighet till infiltration medan vanliga växtbäddar har möjlighet att byggas djupare och trots att infiltrationskapaciteten är mycket begränsad är det möjligt med viss perkolation. Växtbäddar ovan bjälklag behöver utformas med dräneringsledningar.

Växtbäddar rekommenderas utformas som lokala lågpunkter i topografin för att kunna ta emot dagvatten från hårdgjorda ytor och samtidigt ge ett trevligt inslag i stadsmiljön. Genom infiltration i mark, avdunstning och upptag i växtligheten hjälper anläggningarna till med såväl rening som fördröjning. Vid konstruktion bör växtbäddarna anpassas efter de specifika förhållandena som gäller för den plats där anläggningen ska placeras. Faktorer som spelar in är typ av växter (enklare växter, buskar eller träd), omgivande marktyp (i det här fallet lera) samt djup och läge för anläggningen (solljus, nedtrampningsrisk, m.fl.). Önskad renings- och fördröjningseffekt beror på djup och materialval i växtbädden. I Figur 18 presenteras exempel på nedsänkta växtbäddar och växtbäddar ovan bjälklag.

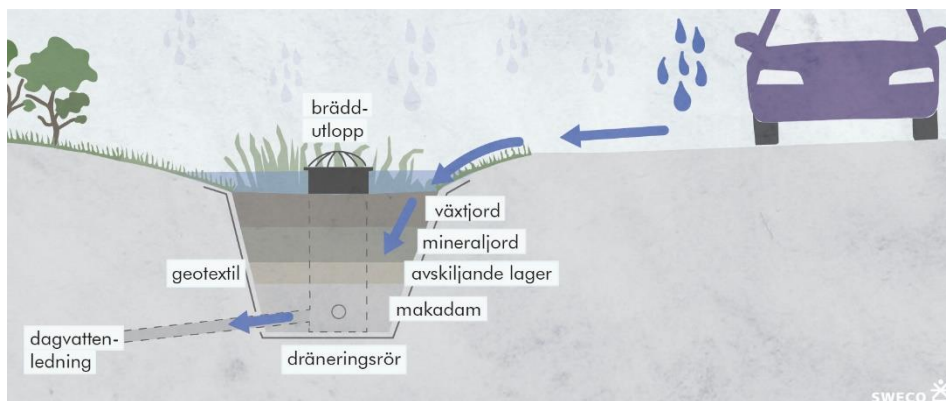


Figur 18. Till vänster visas en nedsänkt växtbädd på förgårdsmark i anslutning till lokalgata i Norra Djurgårdsstaden. Bilderna till höger visas växtbäddar i marknivå ovan bjälklag, den övre kommer från Östra Sala Backe och den nedre från Norra Djurgårdsstaden. Foto: Sweco.

Anläggningens area bör uppgå till 3–5 % av det reducerade tillrinningsområdet och bör kunna dräneras inom 24–48 timmar. För att säkerställa att dagvatten når anläggningen kan den med fördel placeras som utloppspunkt för dagvattenrännor. Anläggningen rekommenderas utformas med en dräneringsledning i botten på grund av den begränsade infiltrationsmöjligheten.

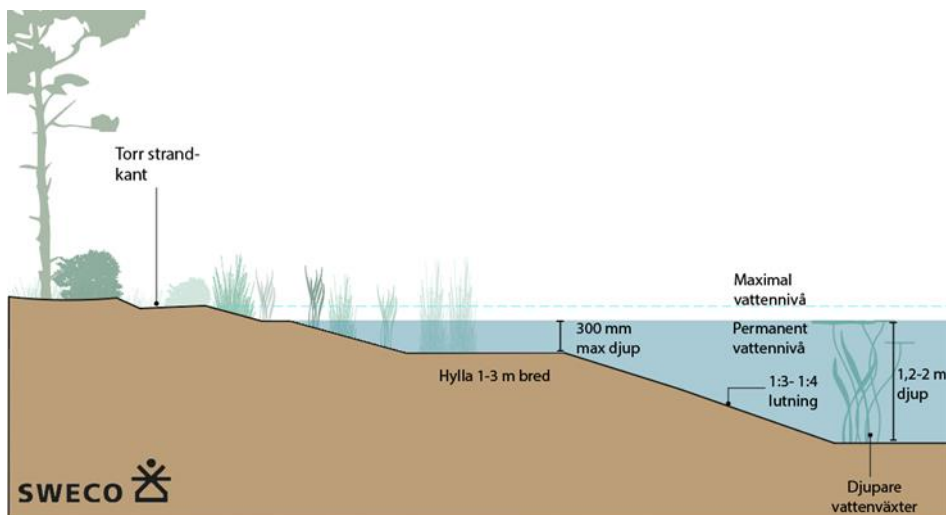
Stockholm Vatten och Avfall rekommenderar att jordlagret består av en sandbaserad växtjord med minst 0,5 m djup där porositeten ligger runt 15 %, men det går även att anlägga dem med en blandning av matjord och pimpsten (40/60) där porositeten blir högre, ca. 25 %. Notera att växtvalet bör spegla substratet i växtbädden. I denna beräkning har substratet antagits ha 25 % porositet.

Boverket rekommenderar att bräddmöjligheter anordnas så att vatten aldrig blir stående högre än 0,2 m. I Figur 19 visas en enkel tvärsnitt på en utformning av en nedsänkt växtbädd.



Figur 19. Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjning ovanpå bädden. Illustration: Sweco.

Vid fördröjning i dagvattendamm rekommenderas avledning att göras via lokalt ledningsnät, alternativt via dikessystem om det är möjligt. Dagvattendammar kan göras såväl små som stora, och det är möjligt med större dammar som tar hand om dagvatten från flera fastigheter med flerbilshus. Det viktiga vid gemensamma anläggningar är att ansvarsfrågan är tydlig i relation till underhåll och drift. Beroende på de geotekniska förutsättningarna kan det finnas behov av tätskikt i dammens botten. Dammens normalvattendjup är normalt rekommenderat till cirka 1-2 meter med ett permanent djup på cirka 1 meter. Det brukar rekommenderas att dammen delas upp i två delar, en mindre, ofta något djupare, försedimenteringsdel med hårdgjord botten och en större del med mjuk botten. Den djupare delen syftar till att förenkla underhåll och slamtömning då det grövsta sedimentet kommer att ansamlas där. De bågiga delarna kan avskiljas genom, exempelvis, en filtervall, skärm, spont eller liknande. Den större delen kan med fördel utformas i zoner med olika djup och en grundare vegetationshylla runt om. Den grundare hyllan bör vara 1–3 m bred och ha ett vattendjup på max 0,3 m. Vegetationshyllan ger dels möjlighet till växtlighet som kan bidra med rening, men agerar också skydd mot drunkning. En princip för generell utformning av dammar presenteras i Figur 20.



Figur 20 Illustration principdimensionering av dagvattendamm. Illustration: Sweco.

Om det är mindre hårdgjorda områden som behöver fördröjning- och reningsåtgärder är det möjligt att skapa ett system med vegetationstäckta diken med strypt utlopp. Syftet med



svackdiken är att kunna ta hand om större mängder dagvatten och bidra till en trögare avledning. Diken har inte särskilt hög reningseffekten som ensam lösning, men den tröga avledningen i kombination med andra lösningar ökar den totala reningseffekten genom systemet och minskar generellt fördröjningsbehovet. Tätning av botten rekommenderas inte eftersom en viss perkolationsbedöms vara möjlig och infiltration ökar reningseffekten ytterligare, men detta styrs främst av resultaten i geotekniskt PM/MUR. Vid begränsade infiltrationsmöjligheter i marken, och om en öppen lösning inte är möjlig på hela sträckan på grund av höjdskillnader, rekommenderas att diken utformas med en dräneringsledning i botten.

Ett vegetationstäckt svackdike är ett gräsklätt dike med svag till måttlig släntlutning som etableras i nivå strax under tillrinningsområdet. I Figur 21 och Figur 22 nedan presenteras exempel på utformning av diken.



Figur 21. Exempel på hur gräsbeklädda diken kan utformas. Bilderna kommer från Stockholm Vatten och Avfall.



Figur 22. Exempel på hur ett större svackdike kan utformas. Figuren är hämtad från VegTech.

Det är viktigt att marken närmast svackdiket utformas så att det lutar mot svackdiket och att inga höjder byggs in som försvårar för vattnet att ta sig dit. På grund av utformningen och öppenheten av diken avskiljer de mycket grovt sediment. Grova sediment kan påverka infiltrationsförmågan över tiden. Rensning av diken när en större mängd sediment kan observeras rekommenderas för att upprätthålla förmågan. Diket kan också med fördel utföras med avgränsade sektioner (ex genom installation av tvärgående vallar i makadam) för att öka både fördröjningsvolymen och reningen.

Diket bör anläggas med självfall så att vattnet leds vidare i önskad riktning och kan anslutas till en ledning för vidare transport. Dikets dimensioner avgör hur stor

magasineringsvolym det rymmer. Ju bredare diket är desto bättre eftersom stor bredd ger minskad vattenhastighet vilket innebär ökad rening. I Figur 23 visas en enkel tvärsektion på en utformning av ett svackdike med en vall som har ett strypt utlopp.



Figur 23. Principskiss för svackdike med strypt utlopp. Illustration: Sweco.

### Allmän platsmark

Ansvar för dagvattenhantering på allmän platsmark kommer att ligga på kommunen. De kommer med stor sannolikhet att ha åsikter om hur den ska utformas, men ett generellt förslag ges i detta PM.

Avvattning av vägar rekommenderas i första hand göras i öppna dikessystem, som beskrivits i tidigare avsnitt, och i andra hand i ledningsnät. Om det inte går att utforma dikessystem med tillräcklig fördröjning och rening rekommenderas att avledning görs mot torrdammar. Beroende på utformning av bostadsområden och vägar behöver ett beslut tas gällande tekniska möjligheter till avledning i ett PM Dagvatten eller i en förprojektering.

Torra dammar är skålförmade gröna ytor som kan användas för att fördröja och rena dagvattenflöden. Vid höga flöden bildas en tillfällig vattenspegel men vatten försvinner succesiv då tillrinningen avtar och infiltrerar ner genom markytan. Vid begränsande infiltrationsmöjligheten kan vattnet ledas bort via ett dike, gärna med strypt utlopp, eller förhöjt bräddutlopp. Om vatten kan spridas på hela ytan sänks flödes hastigheten och det gynnar sedimentation av partikelbundna föroreningar. Torrdammen har gräsbevuxen botten och gräsbevuxna slänter för att kunna fungera som ett biofilter. Om anläggningen töms genom att vattnet infiltrerar i marken kan även lösta föroreningar avskiljas. Om det ofta är höga flöden och finns risk för stående vatten rekommenderas att det finns bräddutlopp i form av en kupolsil eller liknande. Figur 24 visar exempel på torrdammar.



Figur 24. Exempel på torrdamm. Den vänstra bilden visar en torrdamm i Slavstaparken i Uppsala och är belägen i ett bostadsområde. Den högra bilden visar en torrdamm (området där växtligheten är högre) i industriområdet Boländerna i Uppsala. Foto: Sweco.

Vid etablering krävs regelbunden bevattning och återkommande kontroller av hur växtligheten utvecklar sig. Kontrollera bör fortskrida över ett till två år för att ytterligare försäkras om att växterna tar sig. Löpande underhåll omfattar klippning där de flacka slänterna underlättar skötseln. För att minska risk för läckage av växtnäringsämnen kan klipptgräs och andra beskurna växtdelar rensas bort från platsen. Sediment kan behöva tömmas regelbundet och det rekommenderas att ett kontrollprogram tas fram där även rensning av inlopp och bräddavlopp inkluderas.

En torrdamm är inte den enda lösningen utan svackdiken och ledningsnät kan även kopplas samma med våta dammar eller större växtbäddslösningar. Huruvida det är möjligt rekommenderas att beslutas i ett senare skede.

# SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Utredningsområdet har undersökts ur ett dagvattenperspektiv där flödesvägar och avrinning utretts. Kvantitativa flödes- och föroreningsberäkningar har utförts utifrån avstämning med kommunen och Roslagsvatten och förslag på åtgärder för fördröjning och rening har tagits fram. Följande slutsatser har dragits:

Utifrån tillgängliga data bedöms att möjligheten för infiltration av dagvatten finns i området. Enligt SGU består de översta lagren inom utredningsområdet av sandig morän, glacial lera och urberg. Sandig morän är en jordart där infiltration förväntas ske. Enligt sonderingsmätningar som har utförts på marken under hösten 2015 varierar mäktigheten på jordlagren mellan 0,2 – 0,7 m. Vid platsbesök samt i kommunikation med kommunen har det identifierats det finns stående vatten inom delar av utredningsområdet. Då jordlagren indikerar på god infiltration i de översta lagren kan det innebära att jordlagren under den sandiga moränen inte tillåter infiltration eller på höga grundvattennivåer. Det rekommenderas att en geoteknisk utredning utförs för att säkerställa grundvattennivåerna och infiltrationsmöjligheten.

Avrinning förväntas ske österut och västerut för utredningsområdet, nästan exakt delat på mitten, på grund av en vattendelare. För den befintliga marktopologin har ett fåtal instängda områden identifierats med ett vattendjup på ca 0,1 – 0,2 m där den största lågpunkten identifierats vid slutet av vägen som idag finns inom utredningsområdet. Vid kommande arbete är det viktigt att tänka på höjdsättningen och att lågpunkter jämnas så att det finns ytliga avrinningsvägar för vattnet.

Avrinning från utredningsområdet kommer att nå det befintliga markavvattningsföretaget Sättra – Brännkärr – Träfallets dikningsföretag. Företaget är kulverterat på en stor del av sträckan, vilket inte gjorts i enlighet med gällande förrättningshandlingar, och det misstänks även att Trafikverket byggt E4an över delar av sträckan. Det rekommenderas att en utförlig utredning görs kring markavvattningsföretaget, dess framtid och vad det är som faktiskt gäller i rådande läge. Till det att markavvattningsföretaget utretts tillräckligt rekommenderas att fördröjning sker av dagvatten för att minska översvämningens risker nedströms utredningsområdet.

Recipienten för dagvattnet som avvattnas från utredningsområdet är Lövstaån som idag inte uppnår varken god kemisk eller ekologisk status. Lövstaån har måttlig ekologisk status till följd av övergödning och fysisk påverkan på vattendraget och uppnår inte god kemisk status. Den kemiska statusen bedöms på nationella bedömningar genom att de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter inte uppnår god status i någon av Sveriges ytvattenförekomster på grund av atmosfärisk deposition. Fysisk påverkan på recipienten kan idag inte kopplas till utsläpp av dagvatten från den planerade exploateringen, men det noteras att utsläpp av näringsämnen bör hållas så låga som möjligt. Dock noteras det att en stor del av avrinningsområdet utgörs av jordbruksmark där en stor del av näringsämnen kan förväntas härstamma. Föroreningarna fosfor (enbart för scenariot med 75 % exploateringsgrad), bly, koppar, kadmium, suspenderat material, olja och BaP överskrider riktvärdena efter exploatering och rening behöver ske.

Då det inte finns någon illustrationsplan att relatera systemlösningarna till, rekommenderas att en systemlösning för dagvatten tas fram närmare beslut kring



exploateringsgrad och utformning. Förslag till möjliga dagvattenanläggningar kan därför enbart beskrivas övergripande och sättas i relation till ägandeförhållanden till marken. Om utformningen av utredningsområdet beskrivs som närområdet, byggs par/- och radhus samt villatomter, rekommenderas LOD-lösningar på respektive fastighet. Enligt schablonberäkningar med antagandet om en tomtyta på ca 1050 m<sup>2</sup>, kommer ett fördröjningsmagasin på cirka 2,5 m<sup>3</sup> att behöva anläggas. Exempel på fördröjningsmagasin som kan vara lämpliga att anlägga är stenkistor med avledning från fastighet via avskärande dike till en gemensamhetsanläggning, dike ägt av kommunen eller servis mot kommunal dagvattenledning. Det sistnämnda bör undvikas då dagvattenledningsnätet idag är överbelastat. För flerfamiljshus eller bostäder ägt av en bostadsrättsförening rekommenderas en större gemensam dagvattenanläggning. Förslag på sådana lösningar är våtdammar, växtbäddar eller större system inkluderande diken, svackdiken och dammar.

Dagvattenhanteringen för allmän platsmark skiljer sig från bostadsfastigheter då ansvaret för dagvattenhanteringen ligger på kommunen. Det rekommenderas att avvattnings sker i öppna dikessystem eller torrdammar om diken inte går att utformas så att villkoren för fördröjning och rening uppnås. Vid etablering av öppna lösningar som inkluderar grönytor och växtlighet bör ett kontrollprogram för underhåll tas fram i samband med projektering.

# KÄLLOR

Miljösamverkan Sverige, 2015. Markavvattningsföretag. *Vägledning för tillsyn, omprövning och avveckling*. Länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Jordbruksverket samt Havs- och vattenmyndigheten. April 2015. Tillgänglig via:

<http://www.miljosamverkansverige.se/SiteCollectionDocuments/Projekt%20och%20rapporter/Vatten/Tillsyn%20markavvattning/Rapport%20Tillsyn%20Markavvattning%20med%20bilagor.pdf> Åtkomst 2020-06-01

Riktvärdesgruppen, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

Tillgänglig via: <http://stormtac.com/admin/Uploads/Rapport%202009%20Forslag%20till%20riktvarden%20for%20dagvattenutslapp.pdf>

SGU, 2020a. Jordarter 1:25 000 – 1:100 000.

Tillgänglig via: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SGU, 2020b. Kartvisare: Brunnar.

Tillgänglig via: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>

Stockholm stad, 2017. Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017.

Tillgänglig via: [http://www.stockholm.se/PageFiles/153375/V%C3%A4xtb%C3%A4ddar\\_i\\_Stockholm\\_2017.pdf](http://www.stockholm.se/PageFiles/153375/V%C3%A4xtb%C3%A4ddar_i_Stockholm_2017.pdf)

StormTac, 2020. Welcome to StormTac.

Tillgänglig via: <http://www.stormtac.com>

Svenskt Vatten, 2016. Publikation P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten.

Tillgänglig via: [http://vav.griffel.net/filer/p110\\_del1\\_jan2016.pdf](http://vav.griffel.net/filer/p110_del1_jan2016.pdf)

Sweco, 2021. DVU Vrå 1:3.

Tillgänglig via: Underlag från parallell utredning.

Trafikverket, 2017. Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310.

Tillgänglig via: <https://trvdokument.trafikverket.se/>

**Beställare** TB-gruppen  
**Uppdrag** 30022719 DVU Vrå 3:1  
**Konsult** Sweco Sverige AB  
**Upprättad av** Terese Bergenstråle, Frida Gissén, Sofi Sundin  
**Granskad av** Andreas Sandwall, Sofi Sundin