



SUNDSVALLS KOMMUN

Dagvattenutredning Detaljplan Rökland

Status

Granskningshandling, Version 1.4

Beställare

Sundsvalls Kommun

Datum

2024-04-30

Rev

Rev 4

Uppdragsansvarig
Axel Meurling
axel.meurling@afry.com

Handläggare
Didarul Alam Tusher
Anna Larsson

Granskare
Axel Meurling
axel.meurling@afry.com

Datum
2024-04-30

Projekt-ID
D0162311

Mottagare
Malin Lingell
Sundsvalls kommun
Stadsbyggnadskontoret
851 85 Sundsvall



Innehållsförteckning

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.2 | Syfte | 2 |
| 2 | Förutsättningar | 2 |
| 2.1 | Underlag..... | 3 |
| 2.2 | Dagvattenstrategi..... | 3 |
| 2.3 | Hydrologiska beräkningsmetoder | 6 |
| 2.3.1 | Flöden..... | 6 |
| 2.3.2 | Magasinsvolym..... | 6 |
| 3 | Områdesbeskrivning | 7 |
| 3.1 | Platsbeskrivning | 7 |
| 3.2 | Geotekniska förhållanden | 7 |
| 3.2.1 | Markförhållanden | 7 |
| 3.3 | Hydrogeologiska förhållanden | 9 |
| 3.4 | Samlad bedömning av infiltrationsmöjligheter | 11 |
| 3.5 | Avrinning | 11 |
| 3.6 | Befintligt ledningsnät | 14 |
| 3.7 | Markavvattningsföretag..... | 15 |
| 3.8 | Recipenter och MKN för vatten | 15 |
| 3.8.1 | Recipient Alnösundet..... | 16 |
| 3.8.2 | Samlad bedömning | 16 |
| 4 | Flödesberäkningar..... | 17 |
| 4.1 | Befintlig situation | 17 |
| 4.1.1 | Markanvändning | 17 |
| 4.1.2 | Flöden..... | 18 |
| 4.1.3 | Flöden grundvatten och markvatten | 20 |
| 4.2 | Planerad utformning | 21 |
| 4.2.1 | Markanvändning | 22 |
| 4.2.2 | Flöden..... | 23 |
| 4.3 | Flöden från naturmark | 23 |
| 4.4 | Grundvatten/markvatten efter exploatering..... | 24 |
| 4.5 | Behov av utjämning | 24 |



| | | |
|-------|---|----|
| 5 | Föreslagen vattenhantering..... | 25 |
| 5.1 | Alternativ 1..... | 25 |
| 5.2 | Alternativ 2..... | 26 |
| 5.3 | Alternativ 3..... | 28 |
| 5.4 | Alternativ 4..... | 30 |
| 6 | Generell beskrivning av dagvattenlösningar..... | 31 |
| 6.1 | Svackdike..... | 31 |
| 6.2 | Torrdamm | 32 |
| 6.3 | Rörmagasin..... | 32 |
| 7 | Översvämningsanalys och skyfallshantering..... | 33 |
| 7.1 | Skyfallsanalys i SCALGO Live | 33 |
| 7.1.1 | Modellbeskrivning..... | 33 |
| 7.1.2 | Jämförelse mellan resultat..... | 33 |
| 7.2 | Förslag på skyfallshantering och rekommendationer för höjdsättning..... | 35 |
| 8 | Slutsats och rekommendationer..... | 36 |
| 8.1 | Förutsättningar | 36 |
| 8.2 | Bedömningar och slutsatser | 37 |
| 9 | Bibliografi | 38 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

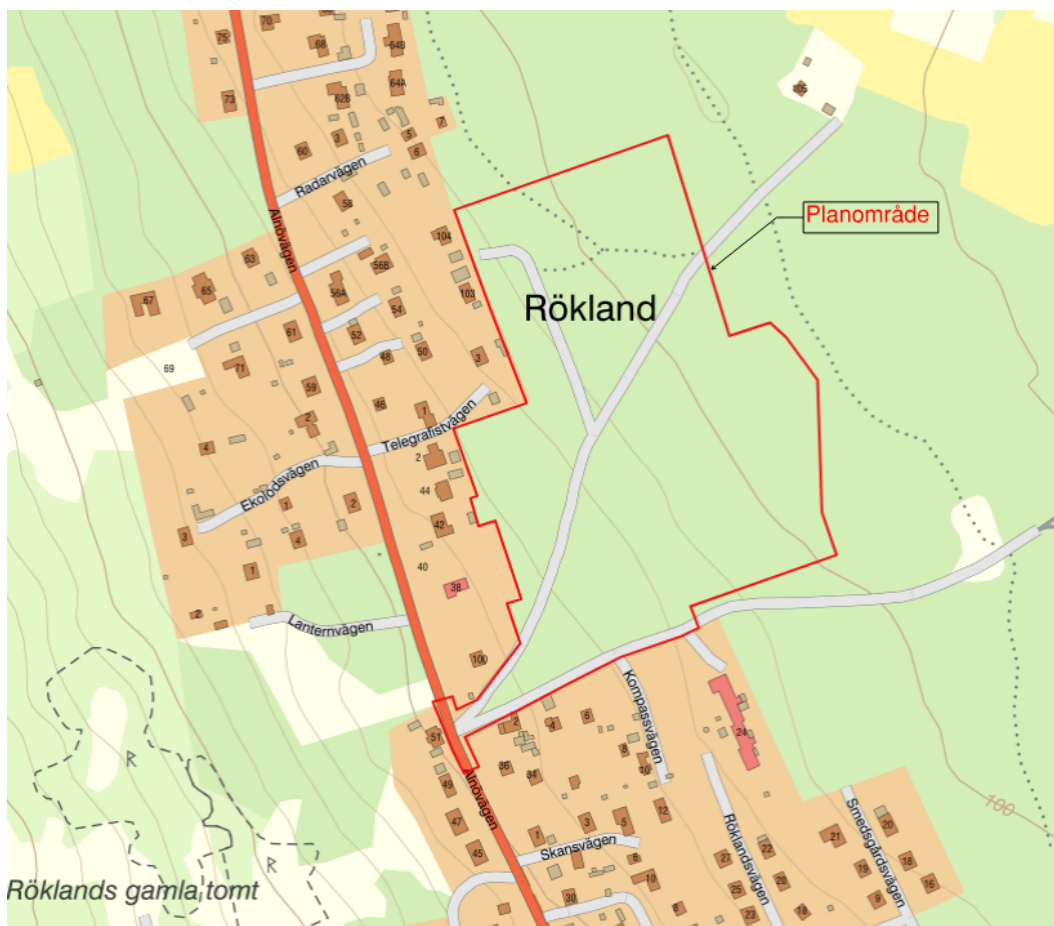
Sundsvalls kommun arbetar med framtagandet av en detaljplan som innebär en utökning av det befintliga bostadsområdet Rökland på Alnön, ca 10 kilometer nordost om centrala Sundsvall och drygt 1 km norr om Alnösidans brofäste. Planområdet har idag fastighetsbeteckning Rökland 1:144 och Rökland 1:129. Detaljplanen innebär 48 friliggande villatomter i 1-2 våningar. Antalet tomter är inte fastställt ännu och kan ändras beroende på tomtstorlek. Planområdet, som är ca 8,3 ha stort består idag av naturmark.

Arbetet med att ta fram en ny detaljplan för området Rökland på Alnö inleddes år 2011 av Sundsvalls kommun. Efter undersökning och utredning gick detaljplanen ut på samråd 2014. Bland utredningarna finns det två dagvattenutredningar som genomförts 2012 och 2013, samt en geologisk och miljöteknisk rapport från 2011.

Projektet pausades av olika skäl efter samrådet 2014, där trafiksituationen framstod som en av de begränsande faktorerna. Nu är förutsättningarna till hands för att återuppta arbetet med detaljplanen.

Sundsvalls Kommun har anlitat AFRY för att genomföra en ny dagvattenutredning då 10 år passerat mellan samrådet 2014 och det nya planläggningsbeslutet.

Dagvattenutredningen ska säkerställa hantering av dagvatten inom planområdet med hänsyn till kommunens dagvattenstrategi. Uppdragets syfte är att säkerhetsställa att marken är lämplig för föreslagen markanvändning inför framtagandet av ny detaljplan för Rökland.



Figur 1-1 Översiktskarta över planområdet, markerat med röd linje (Lantmäteriet, 2024).

1.2 Syfte

Uppdragets syfte är att säkerställa att marken är lämplig för föreslagen markanvändning inför framtagandet av en ny detaljplan. Utredningen tar hänsyn till hanteringen av vatten som kan uppstå i planen, såsom dagvatten, markvatten, grundvatten samt naturmarksavrinning från uppströms av planområdet.

I denna rapport kommer AFRY redovisa följande:

- Områdets belastning i dag (nuläge, naturmarksavrinning).
- Genererat flöde i form av markvatten, dagvatten och grundvatten efter exploatering.
- Om ett lokalt omhändertagande av dagvatten inom planområdet är möjligt.
- Lösningar för att uppnå flödesneutralitet vid 10 års regn.
- Lämpliga lösningar för markvatten, dagvatten och grundvatten för att området ska bli lämpligt att exploatera.
- Om det finns behov av att dränera, eller på annat sätt hindra vatten från uppströms liggande områden att belasta planområdet.

2 Förutsättningar

I detta projekt hanteras dagvatten, markvatten och grundvatten samt, naturmarksavrinning. Dagvatten är ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten. Grundvatten är allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen och som står i direkt kontakt med marken eller underliggande jordlager. Naturmarksavrinning är den

ytavrinning som sker på uppströms område. Markvatten är det vatten som befinner sig mellan markytan och grundvattennivån.

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

| Underlag | Daterat |
|---|----------------|
| Skiss planområde | 2024-01-11 |
| Grundkarta över området (.dwg) | 2024-01-11 |
| Dagvattenutredning WSP | 2013-12-01 |
| Dagvattenutredning Tyréns | 2012-10-30 |
| Översiktlig mark- och geoteknik Tyréns | 2011-05-16 |
| Dagvattenplan Sundsvalls kommun | 2020-06-23 |
| Rökland – lämplighetsbedömning, Sundsvalls kommun | 2023-10-06 |
| Lämplighetsbedömning Rökland, Tyréns | 2023-11-20 |

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

| Underlag/verktyg | Utgivare | Publikationsår/Version |
|--|-----------------|-------------------------------|
| P110 | Svenskt Vatten | 2016 |
| Scalگو | Scalگو Live | 2024 |
| VISS, Vatteninformationssystem Sverige | Länsstyrelsen | 2024 |
| WebbGIS | Länsstyrelsen | 2024 |
| Genomsläpplighetskarta | SGU | 2024 |
| Jordartskarta | SGU | 2024 |
| Jorrdjupskarta | SGU | 2024 |

2.2 Dagvattenstrategi

Sundsvalls kommun har en dagvattenplan som beskriver hur dagvatten ska hanteras inom kommunen. Planen innehåller strategiska ställningstaganden för dagvatten enligt följande punkter:

1. Sundsvalls kommun ska vara föredöme för andra verksamhetsutövare i dagvattenfrågor.
2. Sundsvalls kommun ska arbeta för separering av dag- och spillvatten där kombinerade system utgör problem.
3. I nya områden får inget dagvatten anslutas till spillvattennätet, vid förtätning/omvandling får anslutning av dagvatten till spillvattennätet endast ske i undantagsfall.
4. Dagvattentaxan ska användas som verktyg för att ge incitament till att omhänderta dagvattnet lokalt och koppla ifrån dagvatten där det finns kombinerade ledningar.

5. I nya bebyggelseområden och vid förtätning/omvandling ska dagvatten i första hand omhändertas lokalt inom området och i andra hand fördröjas så att dagvattenbelastningen från området inte ökar till följd av exploateringen.
6. I nya områden och vid förtätning/omvandling ska möjligheten att använda dagvatten som en resurs för sekundär nytta utredas.
7. Dagvattenlösningar ska utifrån platsens förutsättningar i största möjliga utsträckning utformas så att de nyttjar och efterliknar naturliga system.
8. Tillförseln av föroreningar till dagvattensystemet ska begränsas så långt som möjligt och så nära källan som möjligt. Vid behov av behandling bör rening ske så nära föroreningskällan som möjligt.
9. Direktutsläpp av dagvatten bör inte ske i mindre vattendrag som bäckar, eller i grundområden i sjöar och hav.
10. Kommunkoncernens förvaltningar och bolag har ett gemensamt ansvar för att hitta lösningar som möjliggör rening och/eller fördröjning av dagvatten där så krävs
11. När nya områden och förtätning/omvandling planeras måste förhållandena för dagvattenomhändertagande tidigt klargöras, med syfte att redovisa behov av fördröjning, avledning och rening av dagvatten för att identifiera möjliga lösningar.
12. Dagvatten ska i grunden ses som en resurs, som med rätt förbehandling/rening och fördröjning kan bidra till värdefull grundvattenbildning.
13. Dagvatten bör inte flyttas mellan olika avrinningsområden.
14. Dagvattensystemen ska utformas robust och klimatanpassat för att minska risk för skador vid höga flöden.
15. Vid planering av nya bebyggelseområden och vid förtätning/ombyggnad i befintliga områden ska avrinningsvägar för nederbörd upp till ett 100-årsregn med klimatkoefficient utredas och konsekvensbeskrivas. Om utredning och/eller konsekvensbeskrivning inte genomförs ska det motiveras varför.
16. Sundsvalls kommun ska verka för att befintlig bebyggelse på sikt ska klara att hantera ett 100-årsregn utan allvarlig risk för människors hälsa, miljön eller omfattande ekonomiska skador.
17. Enskilda objekt med särskilt samhällsviktig funktion ska vara anpassat för att klara ett 500-årsregn utan risk för betydande störning av verksamheten.

Enligt dagvattenplanen ska nya dagvattensystem dimensioneras enligt följande tabell.

Tabell 2-1 Återkomsttid för dagvattenanläggning (Svenskt Vatten P110, 2016)

| Dagvattensystem | Återkomsttid för regn vid fylld ledning (år) | Återkomsttid för trycklinje i marknivå (år) |
|----------------------------|--|---|
| Gles bostadsbebyggelse | 2 | 10 |
| Tät bostadsbebyggelse | 5 | 20 |
| Centrum- och affärsområden | 10 | 30 |

Området planläggs som 'Gles bostadsbebyggelse'. Gles bostadsbebyggelse avser bostadsområde med villa och utan flervåningshus.

Återkomsttiden 2 år är dimensionerande för denna typ av områden vid fylld ledning och 10 år för fördröjningsanläggning enligt Tabell 2-1.

Tabell 2-2 visar reningskrav för dagvatten. För en mindre belastad yta, så som planområdet (villaområde), krävs ingen särskild reningsanläggning, fördröjning eller eventuell fördröjning anses vara tillräckliga åtgärder. Planerade gator inom planområdet kommer att belastas med 410 ÅDT enligt PMet 'Lämplighetsbedömning Rökland, Tyréns 2010' som även faller inom kategori för mindre belastad yta (<2000 ÅDT). Det ingår ingen gemensam parkeringsplats inom planområdet utan alla villor kommer att ha egen parkeringsplats. Dessa segregerade parkeringsplatser bedöms inte avses som en hel parkeringsplats eftersom de inte skapar högre halter eller mängder föroreningar som en gemensam parkeringsplats brukar göra.

Tabell 2-2 Reningskrav för dagvatten för planområdet markerat med gul färg (Källa: Dagvattenplan, Sundsvalls kommun)

| Matris – riktlinjer för rening | | Yta | | |
|--------------------------------|---|---|--|--|
| | | Hårt belastad yta | Medelbelastad yta | Mindre belastad yta |
| Recipient (efter rening) | Infiltration till grundvatten/markvatten ⁵ | Rening | Enklare rening | - |
| | Bäckar eller mindre vattendrag | Det kan krävas mer långtgående rening än "Omfattande rening". Miljökontoret gör en bedömning i det enskilda fallet. | Rening+ efterföljande infiltration eller översilning | Enklare rening+ efterföljande infiltration eller översilning |
| | Större vattendrag, å eller sjö | Omfattande rening ⁶ | Rening | Enklare rening |
| | Grundområde i sjö eller hav | Omfattande rening ⁷ | Rening+ efterföljande infiltration/översilning | Enklare rening + efterföljande infiltration/översilning |
| | Hav | Rening | Enklare rening | - |
| | Dike | Rening/fördröjning ⁸ | Enklare rening/fördröjning | Fördröjning/ev. fördröjning |
| | Dagvattennät inom verksamhetsområde | Rening + fördröjning/ev. fördröjning | Enklare rening + fördröjning/ev. fördröjning | Fördröjning/ev. fördröjning |

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10- och 100-årsregn. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB). I den här utredningen används ett påslag med en klimatfaktor 1,25 vilket medför en kapacitetsökning med 25 %. Dagvattenflöden har beräknats utan klimatfaktor för befintlig situation.

2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

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

Där:

$i_{\text{Å}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

Å = återkomsttid [månader]

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

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

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i_{\text{Å}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

2.3.2 Magasinsvolym

För att bibehålla dagvattenflödet vid 10-årsregn även efter exploateringen krävs en utjämningsvolym. Det går att härleda ett generellt uttryck för magasinsvolymen, V , som funktion av regnet varaktighet, t_{regn} . Erforderlig magasinsvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen:

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

Där:

V = specifik magasinsvolym [m^3/ha_{red}]

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s ha]

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

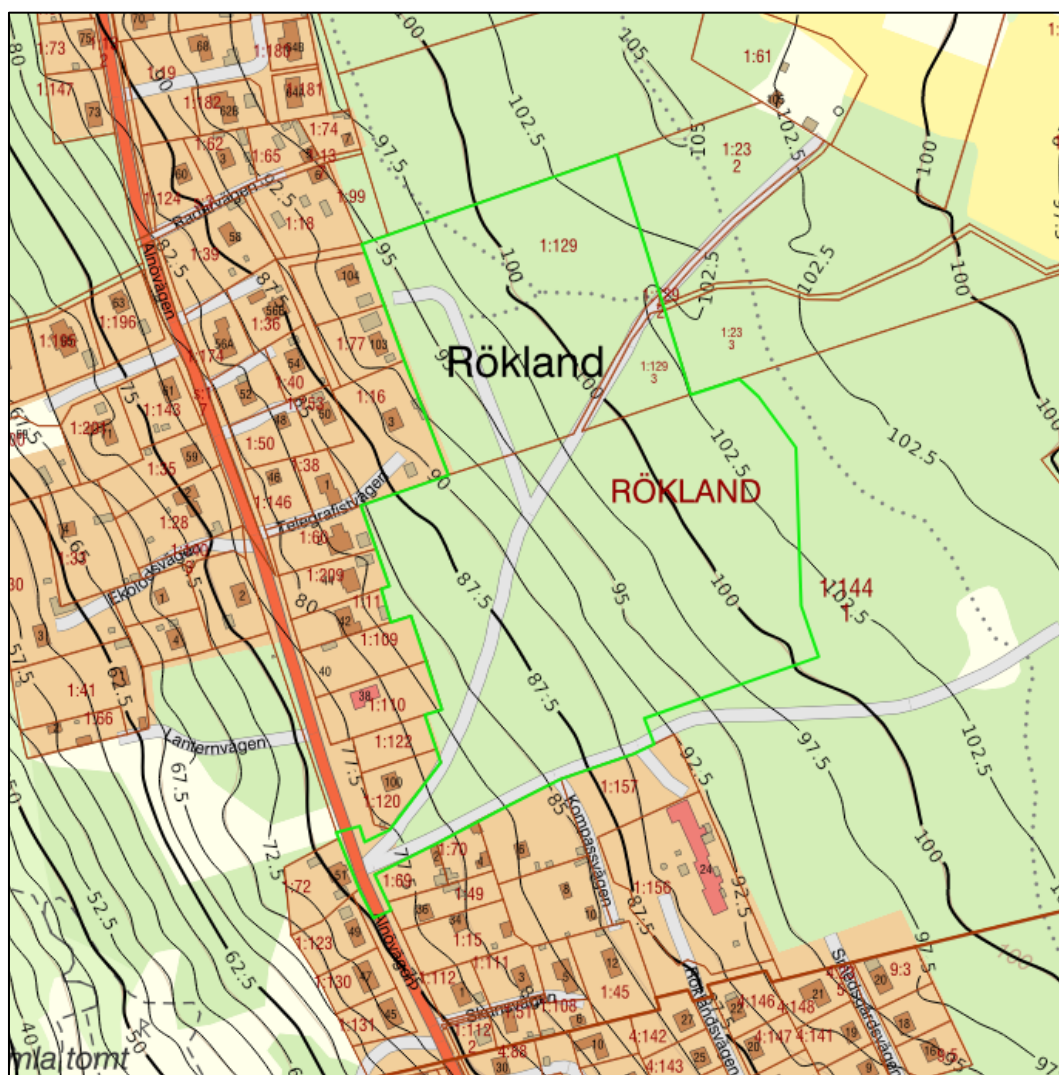
t_{rinn} = rinntid [min]

K = specifik avtappning från magasinet [l/s ha_{red}]

3 Områdesbeskrivning

3.1 Platsbeskrivning

Planområdet ligger i nordöstlig riktning om Sundvalls centrum. Idag består planområdet av skogsmark. Den finns ett befintligt villaområde i angränsning till planområdets södra och västra gräns. Den norra och östra delen avgränsas av naturområde. Marken inom planområdet är relativt kuperat. Markhöjderna i planområdet varierar mellan +75m - +103m och lutar mot sydväst. Marken i öst-västlig riktning lutar med 5-7 % lutning medan lutningen i nord-sydlig riktning varierar mellan 2-3%. Figur 3-1 visar topografin runt planområdet.



Figur 3-1. Topografi och fastighetsgränser. Grön linje visar utredningsområdet, svarta siffror är befintliga markhöjder, svarta linjer är höjdkurvor, röda linjer är fastighetsgränser.

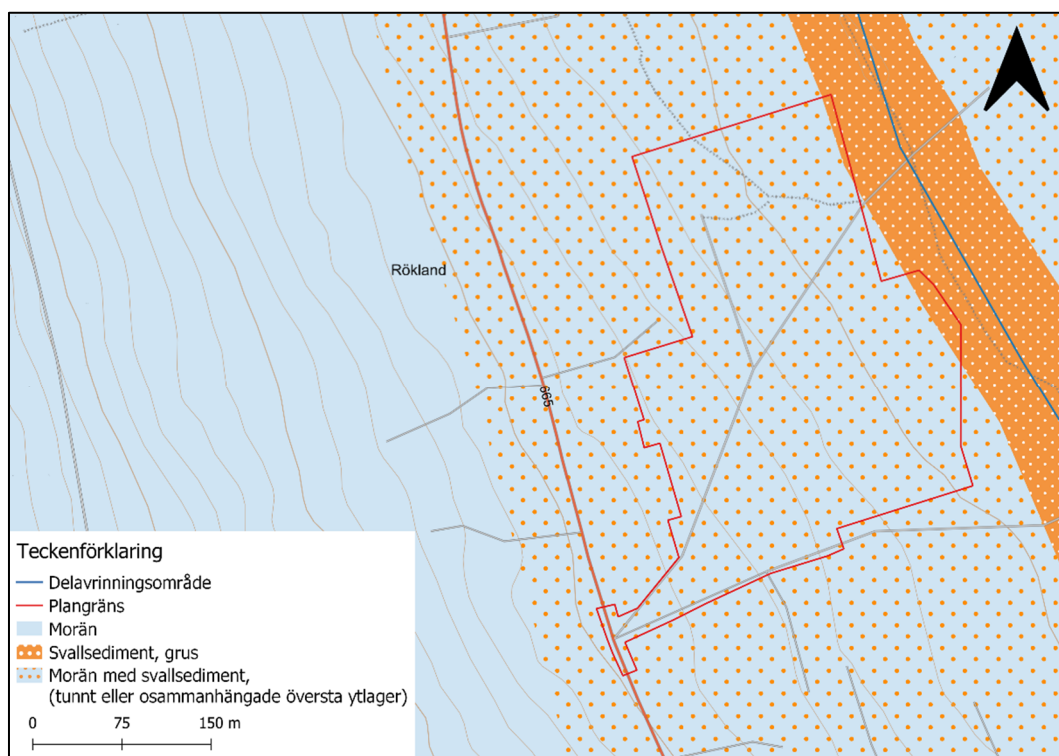
3.2 Geotekniska förhållanden

3.2.1 Markförhållanden

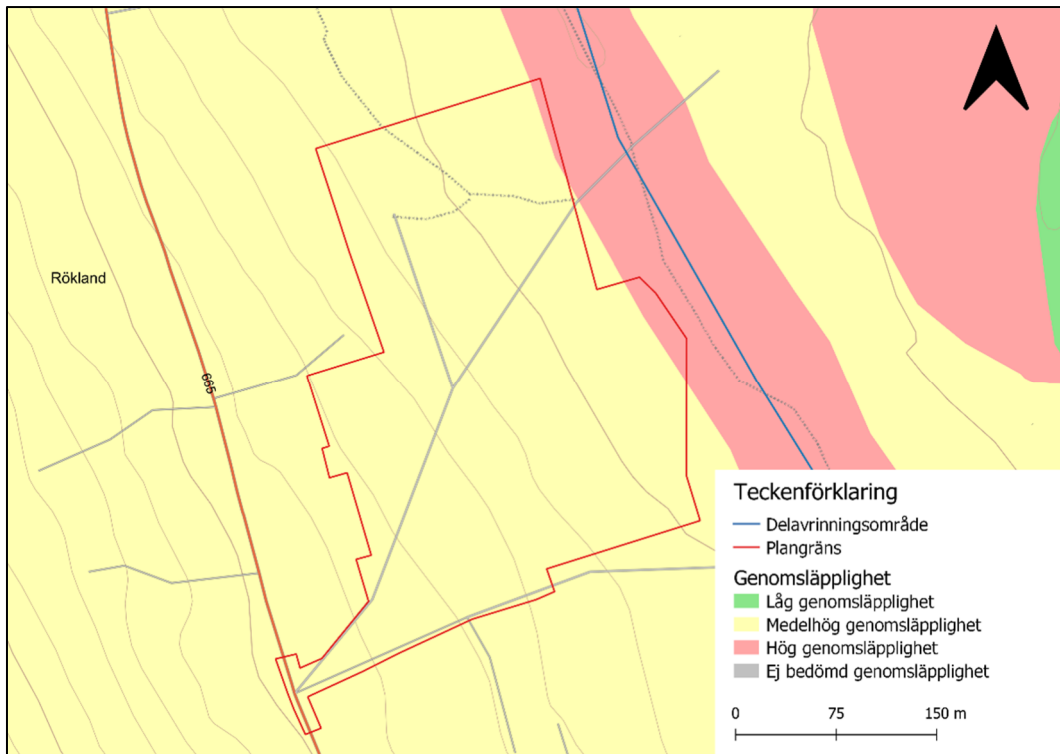
Enligt SGU:s kartunderlag består marken av morän med ett jorddjup som varierar mellan 1-3 m, se Figur 3-2 och Figur 3-4. En geoteknisk undersökning på platsen som utfördes (Tyréns, 2011a) bekräftar i stort denna bild då sonderingarna visar att jorden i området

mestadels består av ytligt svallad sandig grusmorän (ca 1 m mäktighet) som täcks av ett tunt lager mulljord. På djupet övergår moränen till att bestå av finare fraktioner som siltig sandmorän och sandig siltmorän. Bergnivåerna i området är inte bekräftade men Tyréns sonderingar avslutades med metodliga stopp vilket kan orsakas av fast lagrad morän, block eller berg, som djupast 2,7m.

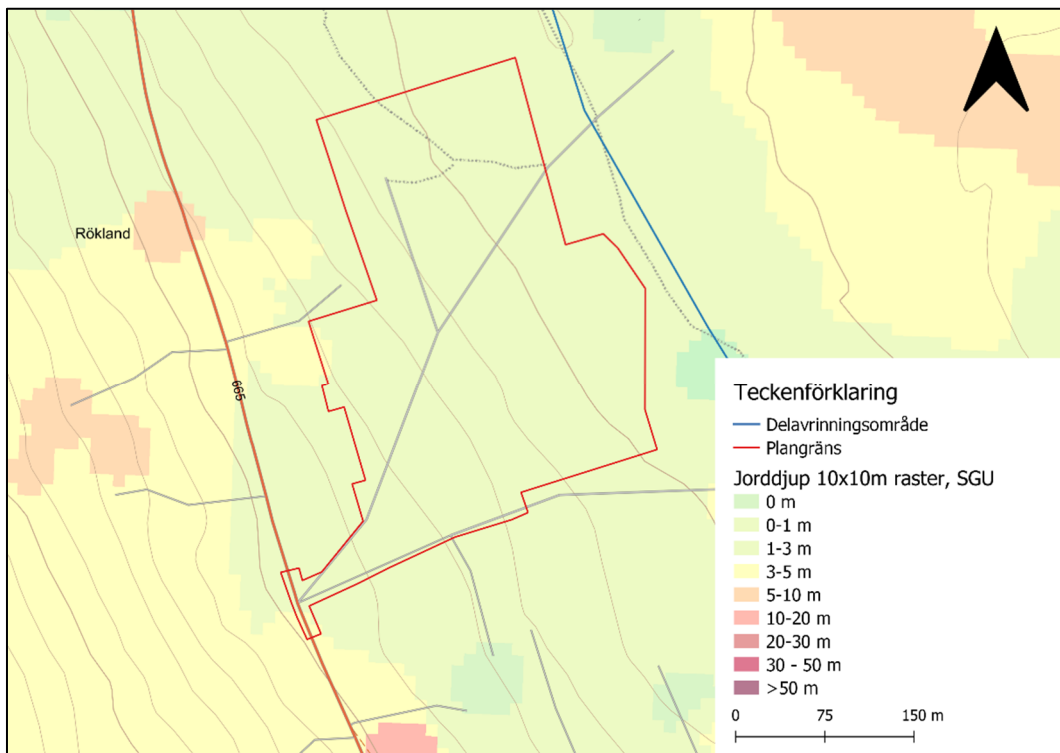
Med hänsyn till jordarterna bedöms marken ha medelhög infiltrationsförmåga enligt SGU:s karta för genomsläpplighet, vilket visas i Figur 3-3. De markprover som togs i samband med Tyréns geotekniska undersökning 2011 bekräftar detta men de jordarter med medelhög infiltration är relativt grunda, därefter avtas infiltrationsförmågan då djupare lager väntas bestå av antingen siltig morän eller berg. Se Projekterings PM (Tyréns, 2011a) och laboratorierapport (Tyréns, 2011b) i Tyréns översiktlig geoteknisk undersökning för mer information om de geotekniska förhållandena på platsen.



Figur 3-2 Jordarter. Röd linje – planområdesgräns, blå linje - vattendelare. (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-02-05)



Figur 3-3 Genomsläpplighet. Röd linje – planområdesgräns, blå linje - vattendelare. (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-01-29)



Figur 3-4. Jorddjup. Röd linje – planområdesgräns, blå linje - vattendelare. (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-02-06)

3.3 Hydrogeologiska förhållanden

Planområdet ligger i en sluttning strax nedströms en vattendelare vid en flack höjdrygg som sträcker sig i nord-sydlig riktning. Området utgörs av ett inströmningsområde för

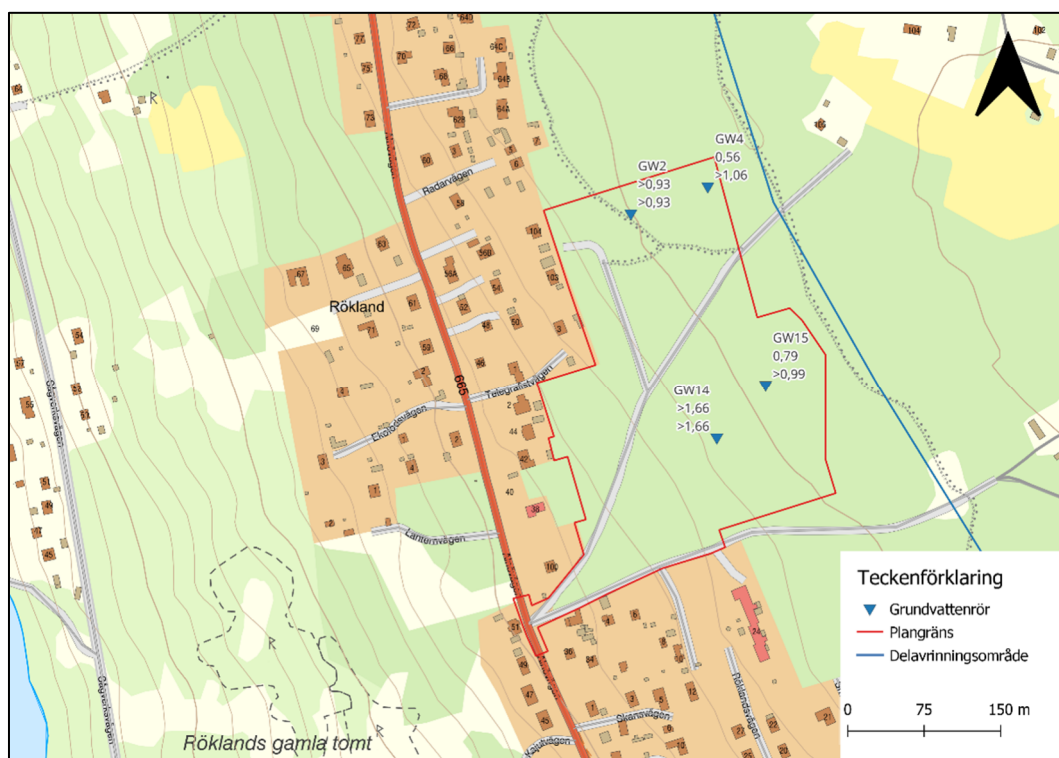
grundvatten där den allmänna flödesriktningen går ifrån öst till väst/sydväst, från mer höglänta till mer låglänta områden, ner mot Alnösundet.

Givet områdets lutning och jordtyp bedöms markflödet främst ske i det övre mer genomsläppliga jordlagret (sandig morän) och områdets avvattning från planområdet bedöms vara god vid nuvarande förhållanden.

Grundvattenmätningar i samband med Tyréns geotekniska undersökning (RH70) från 2011 visar på en grundvattenyta 0,6 m under markytan eller djupare. Mätningar utfördes endast vid två tillfällen och vid flertalet av mätningarna var grundvattenrören torrlagda, se Tabell 3-1 och Figur 3-5.

Tabell 3-1. Uppmätta nivåer i samband med Tyréns geotekniska undersökning omvandlade från RH70 till RH2000. Vid torrlagda grundvattenrör har rörets spetsnivå angetts som högsta nivå.

| ID | Marknivå [RH2000] | Rörets djup [m u my] | 2011-04-19 | 2011-05-06 |
|------|-------------------|----------------------|------------|------------|
| GW2 | 99,68 | 0,9 | <98,75 | <98,75 |
| GW4 | 102,68 | 1,1 | 102,12 | <101,62 |
| GW14 | 96,20 | 1,6 | <94,56 | <94,56 |
| GW15 | 101,47 | 1 | 100,68 | <100,48 |



Figur 3-5. Karta över grundvattenrörens placering i planområdet och uppmätta grundvattennivåer angivet i meter under markyta för mätningar 2011-04-19 respektive 2011-05-06.

Då grundvattennivån varierar över året och antalet mätningar är begränsade innebär det osäkerheter i fastställande av grundvattennivån, men ligger sannolikt >1m under markytan vid torrare förhållanden. Grundvattnets högsta nivå går inte att fastställa utifrån endast två mättillfällen men kan sannolikt vara högre än de högst noterade

värdena från 2011-04-19. Grundvattennivån är vanligtvis som högst i samband med snösmältning och stiger igen efter växtperiodens slut. Vid detta mättillfälle hade dygnsmedeltemperaturen i Sundsvall varit högre än 0 grader i ca två veckor vilket gör att det går att anta att snösmältningen kommit i gång men det går inte att avgöra om uppmätta värden är maximala nivåer. För att med säkerhet kunna bestämma grundvattenytans variation skulle fler nivåmätningar behövas då höga nivåer kan förväntas, exempelvis i samband med snösmältning och under hösten.

Osäkerheten i grundvattenytans nivåvariation medför således vissa osäkerheter vid bedömning om inläckage i planerade diken kommer att ske eller inte, men påverkar inte de uppskattade flöden som görs senare i detta PM då dessa beräknats utifrån nederbörd som bedöms vara det dominerande flödet. Eventuella grundvattenflöden i diken bedöms vara mycket begränsade och ej påverka dimensionering av dagvattenanläggning.

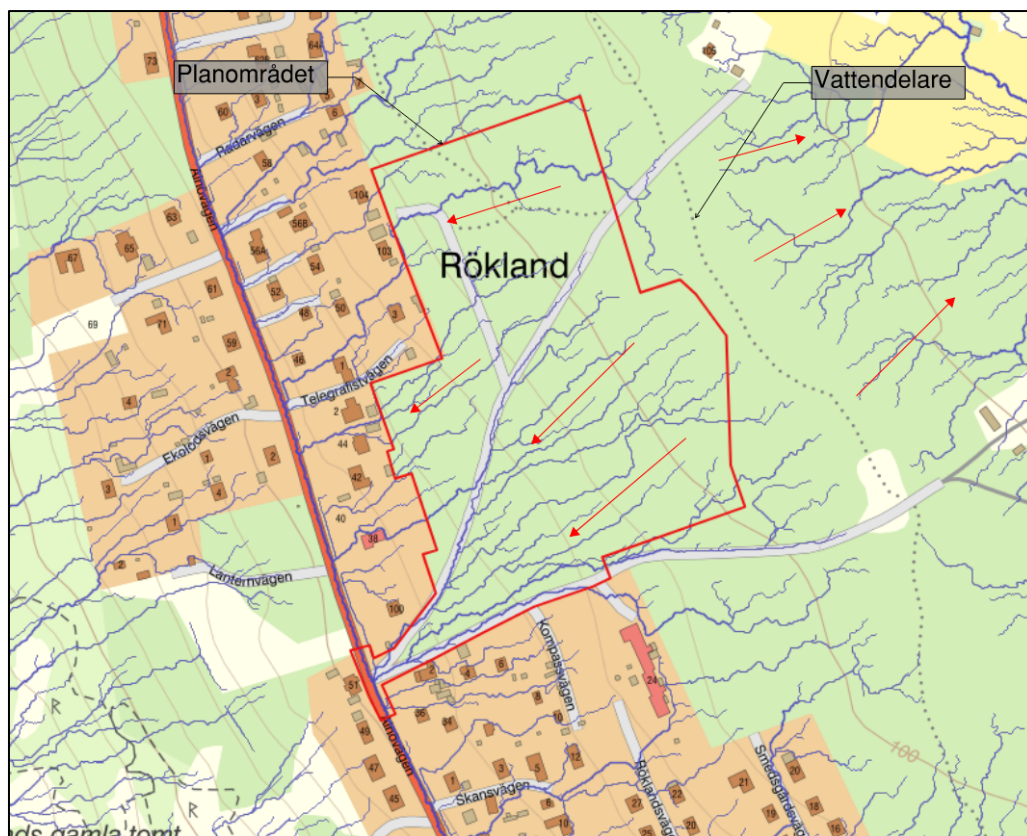
3.4 Samlad bedömning av infiltrationsmöjligheter

Infiltrationsmöjligheterna i området bedöms som ganska goda för nuvarande situation då det översta lagret består av genomsläppliga lager. Avlägsnas det översta lagret och den siltiga moränen/berg kommer i dagen blir infiltrationsförmågan sämre. Planområdets lutning och det begränsade genomsläppliga lagrets mäktighet (ca 1 m) kan medföra begränsningar av infiltrationsförmågan vid intensiva regn/snabb snösmältning.

Om markberedning i samband med etableringen av tomter/infrastruktur inom planområdet innebär schaktning där mindre genomsläppliga lager kommer i dagen blir följaktningen infiltrationsförmågan i området sämre än de nuvarande förhållandena.

3.5 Avrinning

Den naturliga avrinningen inom planområdet sker idag mot sydvästlig riktning, se Figur 3-6. Strax efter den östra gränsen av planområdet finns en vattendelare. Bortom vattendelaren så rinner vattnet i östlig riktning.



Figur 3-6. Befintlig avrinning inom planområdet

Mellan planområdes gräns och vattendelaren finns ett naturområde som lutar mot planområdet, se Figur 3-7. Området är ca 2,2 ha stort som kommer att belasta planområdet med ytavrinnande vatten.



Figur 3-7 Naturområde i öst som avrinner mot planområdet.

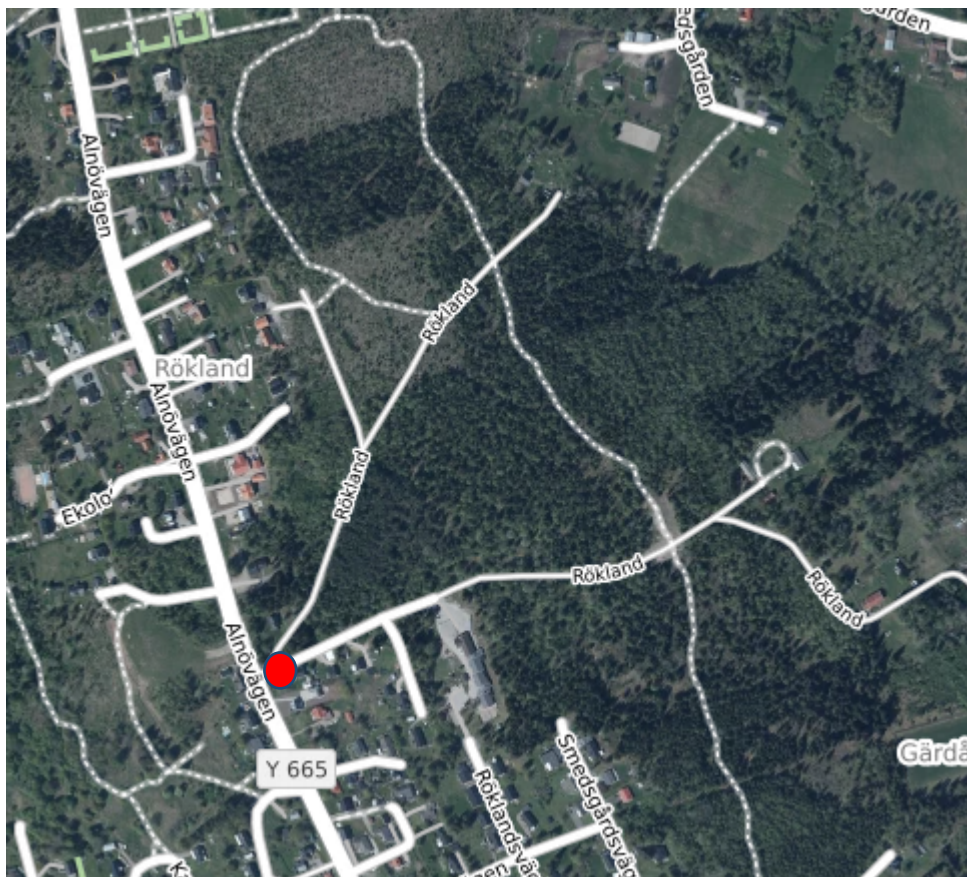
Enligt analys i Scalgo sker avrinningen efter planområdet åt söder via diket längs Alnövägen. Men enligt lokal kunskap hos kommunen korsar vattnet Alnövägen efter planområdet och rinner till Alnösundet, se Figur 3-8. Alnösundet ligger 500m bort från planområdet.



Figur 3-8 Flödesväg till recipient i blå pilar enligt data från Scalgo. Röda pilar avser korrekt flödesväg enligt lokalkunskap.

3.6 Befintligt ledningsnät

Den tänkta anslutningspunkten befinner sig vid Alnövägens östra gräns som är en 250 mm ledning. Genom ledningen avleds vattnet till den västra sidan av Alnövägen där det finns en kommunal fördröjning- och reningsanläggning innan vattnet översilas ned mot recipient. Se Figur 3-9 för placering av befintlig anslutningspunkt.



Figur 3-9 Placering av befintlig anslutningspunkt (röd cirkel).

3.7 Markavvattningsföretag

Något markavvattningsföretag i närområdet har ej kunnat lokaliseras.

3.8 Recipienter och MKN för vatten

Vattnet från planområdet kommer att ledas till kommunalt dagvattensystem som är den primära recipienten för dagvatten. Efter kommunalt system leds vatten till recipient Alnösundet. Alnösundet (VISS EU_CD: SE622500-172430) är en vattenförekomst i VISS. Alnösundets lokalisering i förhållande till utredningsområdet framgår i Figur 3-8.

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljö kvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential inom en tidpunkt samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljö kvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2019)

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

3.8.1 Recipient Alnösundet

Recipient Alnösundet är enligt vattendirektivet en kustvattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 3-2. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2023 i samband med skiftet av den andra och tredje förvaltningscykeln.

Tabell 3-2. VISS statusklassificering av recipienten Alnösundet från 2023-05-05.

| Vattenförekomst | Ekologisk status | | Kemisk status | |
|---|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | Status (dagsläge) | MKN (framtida mål) | Status (dagsläge) | MKN (framtida mål) |
| Alnösundet SE622500-172430 | Måttlig ekologisk status | God ekologisk status år 2039 | Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus | God kemisk ytvattenstatus år 2027 |

Den ekologiska statusen bedöms till måttlig med medel tillförlitlighet. Bedömningen är baserat på växtplankton och stärks utifrån bedömningen av hydromorfologi. Klassificeringen utgår ifrån föreskriften HVMFS 2013:19. Statusklassning har gjorts med hjälp av WATERS beräknings- och bedömningsverktyg enligt instruktionen V. 5.0 daterad 190326 och datauttag från SHARK-web daterat 190305. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna konnektivitet och hydrografiska villkor bedömdes till otillfredsställande status. Detta innebär att påverkan anses vara så kraftig att man kan utsluta att biologin är god. Bottenfaunans populationsstorlek och reproduktion har med all säkerhet påverkats genom försämrade spridningsmöjligheter, och växtligheten på mjuka bottenar har med all säkerhet påverkats negativt av den förändrade vågregimen i grundområdet.

Den kemiska statusen i Alnösundet uppnår ej god med medel tillförlitlighet. Det beror på att gränsvärdena för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE) överskrids i alla Sveriges ytvatten på grund av atmosfärisk deposition. I Bottniska vikens kustvatten överskrids också bedömningsgrunden för dioxin.

Den sammanvägda statusen i Alnösundet utan överallt överskridande ämnen (Hg, PBDE) uppnår ej god kemisk status. Recipienten har överskridits halter för Antracen, Bly och blyförening, Kadmium och kadmiumföreningar, Hexaklorbensen. Men tillförlitligheten sätts till låg då bedömningen bygger på få prover och dessa inte kan anses representativa för vattenförekomsten.

3.8.2 Samlad bedömning

För dagvattnet från planområdet krävs ingen rening eftersom dagvattnet ej väntas vara särskilt belastat med föroreningar från ett villaområde. Dagvattnet kommer passera genom kommunalt ledningssystem innan utsläpp sker till Alnösundet. Möjligheten att uppnå Alnösundets miljökvalitetsnormer förväntas ej försvåras till följd av denna detaljplan.

Kommunen lät utföra en markmiljöundersökning inom planområdet under året 2014 (Rökland – lämplighetsbedömning, Sundsvalls kommun, 2023-10-06). Utredningen visar att marken inom planområdet inte har några kända föroreningar som riskerar att förorena någon recipient.

4 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar hjälper till att redogöra för flödesskillnaden innan och efter exploatering så att erforderlig fördröjningsvolym beräknas och dagvatteninfrastruktur så som ledningar och fördröjningsanläggningar kan dimensioneras.

4.1 Befintlig situation

För beräkningar av dagvattenflöden har planområdets nuvarande markanvändning analyserats. Figur 4-1 visar att planområdet idag består mestadels av naturmark. Det löper en grusväg diagonalt genom planområdet. En del av Kompassvägen som ligger i söder ingår också inom planområdet.



Figur 4-1 Befintlig markanvändning för planområdet.

4.1.1 Markanvändning

Tabell 4-1 beskriver den befintliga markanvändningen genom att redovisa totalarea, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta. Reducerad yta syftar till minskningen

av den yta där dagvatten får infiltrera. Avrinningskoefficienten är ett mått på hur mycket nederbörd eller vatten som rinner av från en specifik yta. Den uttrycker förhållandet mellan den totala mängden nederbörd som når marken och den mängd vatten som rinner av eller avrinner från ytan. Avrinningskoefficienter har valts utifrån Svenskt Vatten P110 (2016). Vid extrem nederbörd ökar avrinningskoefficienten för icke hårdgjorda ytor, såsom gräs och skog, till ett värde inom 0,2-0,8 beroende på topografi (marklutning) (Blomquist m.fl., 2016). En utökad avrinningskoefficient har valts här för extrem nederbörd som 100-års regn.

Tabell 4-1. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom planområdet.

| Del-område | Markanvändning | Yta [ha] | Avrinningskoefficient (10 årsregn) | Reducerad yta, 10 år [ha] | Avrinningskoefficient (100 årsregn) | Reducerad yta, 100 år [ha] |
|-------------------|----------------|-------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Planområde | Väg | 0,106 | 0,8 | 0,08 | 0,8 | 0,08 |
| | Grusväg | 0,184 | 0,40 | 0,07 | 0,5 | 0,09 |
| | Naturområde | 8,00 | 0,10 | 0,80 | 0,4 | 3,20 |
| Totalt | | 8,29 | | 0,96 | | 3,38 |

4.1.2 Flöden

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt Tabell 4-1. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10- och 100-årsregn med en regnvaraktighet på 70 minuter.

- $i_{10\text{-årsregn},xmin} = 63,92 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},xmin} = 135,41 \text{ l/s, ha}$

Regnvaraktigheten för flödesberäkning har beräknats utifrån längsta rinnsträcka i planområdet som enklast tas fram i Scalgo-verktyget (se Figur 4-2). Rinnhastigheten antas vara 0,1 m/s över mark för befintlig situation.

Rinntid eller regnvaraktighet = längsta rinnsträcka / rinnhastigheten.



Figur 4-2 Den längsta rinnsträcken genom planområdet nuläget visas i röd linje

Tabell 4-2 visar beräknad varaktighet för nuläget. Hela planområdet beaktas som ett avrinningsområde.

Tabell 4-2 Varaktighet för nuläget

| Delområde | Varaktighet [min] |
|--------------------|-------------------|
| Planområde nuläget | 420/0,1/60=70 |

Dagvattenflöden för befintlig markanvändning beräknas utan klimatfaktor, då beräkningarna avser generera uppskattade flöden för nuvarande situation. Klimatfaktor används för beräkning av flöden som väntas ske i samband med nederbörd i framtiden. Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

| Delområde | Flöden [l/s] | |
|--------------------|--------------|-------------|
| | 10-årsregn | 100-årsregn |
| Planområde nuläget | 61 | 457 |

4.1.3 Flöden grundvatten och markvatten

Markvatten är det vatten som finns mellan markytan och grundvattenytan (vattenmättade zonen). Den totala mängd vatten som kan lagras i markvattenzonen beror på flera faktorer, bland annat djup till grundvattenyta, porositet, kornstorleksfördelning och växtlighet. (SGU, 217). Andelen markvatten i marken varierar således över året och att uppskatta andelen markvatten/markvattenflöden är därför svårt utifrån enbart översiktliga data. I stycket nedan görs en översiktlig beräkning av totala flödet (grundvatten och markvatten) i området utifrån nederbörd, avdunstning och transpiration.

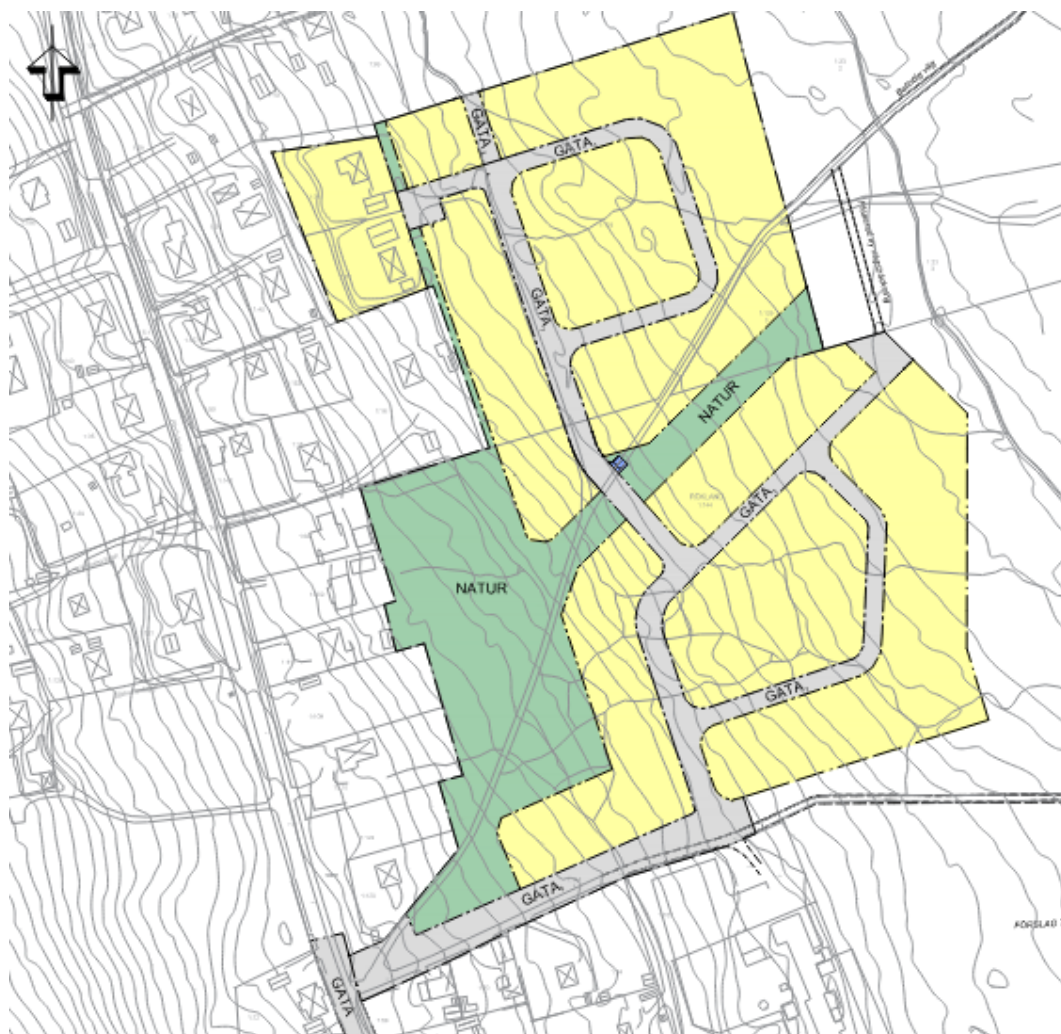
Nederbörden i avrinningsområdet uppgår ett normalår (1980-2010) till 689 mm/år där 376 mm/år avgår som avdunstning och transpiration¹, vilket ger en maximal markinfiltration på ca 313 mm/år förutsatt igen ytavrinning sker. Den faktiska infiltrationen är troligtvis något lägre. Litteraturvärdet för grundvattenbildningen i morän i området är ca 300 mm/år (Rodhe, 2006) vilket är det värde som använts vid beräkningarna nedan.

Markinfiltrationen multiplicerat med planområdets yta (8,3 ha) och området mellan vattendelaren och planområdet som bedöms ha flöde mot planområdet (2,2 ha, se Figur 3-7) ger ett totalt flöde på ca 1,0 l/s i årsmedel där området uppströms planområdet bidrar med ca 0,2 l/s av dessa.

¹ SMHI- Vattenbalans för avrinningsområdet. <https://www.smhi.se/vader/mark-och-vatten/vattenbalans>

4.2 Planerad utformning

Planområdet planeras att exploateras som ett bostadsområde med villor samt lokalgata och grönområde. Figur 4-3 visar framtida markanvändning för planområdet.



Figur 4-3 Planerad markanvändning för planområdet, där gult utgör villaområde.

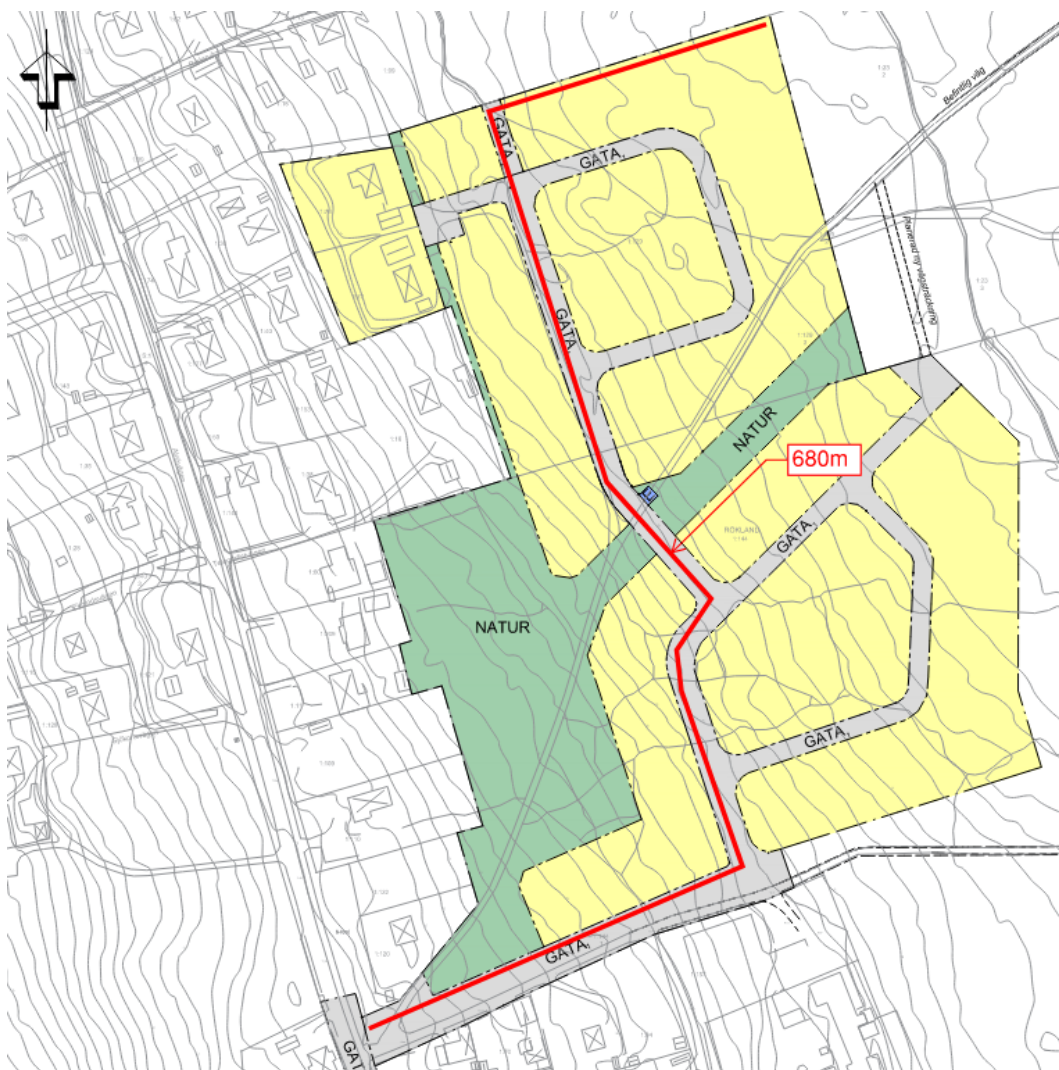
4.2.1 Markanvändning

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

Tabell 4-4. Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet.

| Del-område | Markanvändning | Yta [ha] | Avrinningskoefficient (10 årsregn) | Reducerad yta, 10år [ha] | Avrinningskoefficient (100-årsregn) | Reducerad yta, 100 år [ha] |
|---------------|----------------|-------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Planområdet | Villaområde | 5,27 | 0,4 | 2,108 | 0,4 | 2,108 |
| | Väg | 1,3 | 0,8 | 1,04 | 0,8 | 1,04 |
| | Grönområde | 1,72 | 0,10 | 0,172 | 0,40 | 0,688 |
| Totalt | | 8,29 | | 3,32 | | 3,84 |

Regnvaraktigheten för flödesberäkningarna har beräknats utifrån längsta rinnsträcka inom planområdet för framtida scenario och erhålls enligt avrinningsväg för den mest avlägsna punkten inom planområdet. Rinnhastighet antas 1 m/s genom dagvattenanläggning som ledning för framtida situation enligt Figur 4-4. Rinnhastighet antas till 0,5 m/s om vattnet rinner via dike.



Figur 4-4 Den längsta rinnsträckan genom planområdet vid framtida situation visas i röd linje.

Rinntid eller regnvaraktighet = längsta rinnsträcka / rindhastigheten.

Tabell 4-5 visar beräknad varaktighet för framtiden.

Tabell 4-5 Varaktighet för respektive delområde för framtiden

| Delområde | Varaktighet [min] |
|----------------------|--|
| Planområde framtiden | 680/1/60=11,33 min (rinner genom dagvattenledning) |
| | 680/0,5/60=22,67 min (rinner genom dike) |

4.2.2 Flöden

Översiktliga flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1, reducerade ytor enligt Tabell 4-4 samt med en klimatfaktor på 1,25. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde vid ett 11,33 minuters 10 och 100-årsregn.

- $i_{10\text{-årsregn},11,33\text{ min}} = 212,77 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},11,33\text{ min}} = 456,1 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{10\text{-årsregn},22,67\text{ min}} = 139,33 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},22,67\text{ min}} = 297,87 \text{ [l/s, ha]}$

Resultaten för dagvattenflöden redovisas i Tabell 4-6.

Tabell 4-6. Beräknade dagvattenflöden för planerad situation vid ett 10- och 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25.

| Delområde | Dagvattenflöde genom ledning [l/s] | | Dagvattenflöde genom dike [l/s] | |
|----------------------|------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| | 10-årsregn | 100-årsregn | 10-årsregn | 100-årsregn |
| Planområde framtiden | 883 | 2187 | 578 | 1428 |

Vid en jämförelse mellan Tabell 4-3 och Tabell 4-6 kan det tydas att exploateringen medför ett ökat dagvattenflöde. Dagvattenflödet från det exploaterade planområdet är ca 14 gånger större genom ledning eller ca 9 gånger större genom dike vid ett 10-årsregn än vid nuvarande markanvändning.

4.3 Flöden från naturmark

Naturmarken som ligger öst om planerat exploateringsområde avvattnas i nuläget via planområdet, se Figur 3-6. Avrinningsområdet som bidrar med flöde i väst har markerats i Figur 3-7. De totala flödena från hela naturmarksområdet har beräknats för 10 och 100 års regnhändelser, se Tabell 4-7. Flödet samlas inte till en enda punkt utan det distribueras längs den hela östra gränsen vilket minskar risken att orsaka skada på en specifik fastighet. Marken inom naturområdet har medelhög genomsläpplighet som även det indikerar på att flödena är mindre än vad som har beräknats. Därför bedöms det inte finnas något behov av ett avskärande dike i den östra gränsen då avrinningen inte ger upphov till någon särskild risk. Vattnet kommer därför att avrinna som nuläget fast nu genom fastigheter och över infiltrerbara ytor.

Det totala flödet (markvatten och grundvatten) från naturmarken öst om planområdet har uppskattats till mindre än 1 l/s (0,2 l/s) och anses därför försumbara vid dimensionering av fördröjningsanläggningar och transportsystem.

Tabell 4-7 Flöden från naturmark

| Metod | Avrinningsområdets area (ha) | Regnintensitet | | faktor | Flöde l/s | |
|--------------|------------------------------|--|--------------|------------------------|------------|-------------|
| | | 10-årsregn | 100-årsregn | | 10-årsregn | 100-årsregn |
| Se kap 2.3.1 | 2,2 | 145,24 l/s/ha (22 mins varaktighet) | 310,6 l/s/ha | 1,25 (klimatfaktor) | 39,94 | 341,66 |

4.4 Grundvatten/markvatten efter exploatering

Efter exploateringen av området kommer den naturliga infiltrationen i planområdet att minska till följd av att andelen hårdgjorda ytor ökar och vatten leds bort i dagvattenlösningar istället för att infiltrera i marken. Hur stor påverkan blir beror på ett flertal faktorer, exempelvis utformning av trädgårdarna.

Utifrån Tabell 4-4 och ett antagande om att 40% av ytan för villatomterna utgörs av hårdgjorda ytor innebär det en infiltration på ca 0,6 l/s, dvs en minskning på ca 0,4 l/s, enligt resonemanget om markinfiltration i avsnitt 4.1.3.

Skillnaden i markinfiltration kan ses som försumbar och bör inte påverka nedströms belägna fastigheter. Området bedöms fortfarande ha bra avvattning bort från planområdet under förutsättning att jordsammansättning och lutning inte ändras nämnvärt.

I Tyréns geotekniska undersökning (Tyréns, 2011a) föreslås grundläggning med platta på mark. Utifrån tillgänglig information bedöms det sannolikt att inga åtgärder gällande sänkning av grundvattennivå behövs för att kunna bebygga med denna metod.

4.5 Behov av utjämning

Enligt kommunens dagvattenplan för dagvattenhantering bör flödet från området inte öka efter exploatering vilket innebär att dagvatten måste fördröjas inom området innan anslutning sker till befintlig ledning eller dike, dvs ambitionen är flödesneutralitet vid ett 10-årsregn.

I Tabell 4-8 ser vi beräkningar för den magasinsvolym som krävs för att planområdets flöde efter exploatering och med en klimatfaktor på 1,25 ska uppnå detta krav. Magasinsvolymen representerar den volym vatten som ska kunna fördröjas i magasinet. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 2.3.2.

Tabell 4-8 Beräknad magasinsvolym för planområdet.

| Delområde | Utflöde före exploatering* [l/s] | Reducerad area efter exploatering [ha _{red}] | Specifik avtappning** [l/s ha _{red}] | Erforderlig magasinsvolym, ledning [m ³] | Erforderlig magasinsvolym, dike [m ³] |
|-------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| Planområdet | 61,27 | 3,32 | 18,45 | 833 | 803 |

* Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ur föreslaget magasin.

** Beräknas genom (flödet före exploatering) / (reducerad area efter exploatering).

Denna magasinering skulle få en tömningstid på 226 minuter.

5 Föreslagen vattenhantering

Fyra alternativa systemlösningar redovisas här för vattenhantering, som inkluderar olika anläggningar, till exempel svackdike, underjordiskt magasin och torrdamm. Risken för inträngning av grundvatten och markvatten i svackdikena bedöms generellt som låg då grundvattenytan sannolikt ligger lägre än dikenas bottennivå merparten av året. På grund av geotekniska förutsättningar bedöms det inte som möjligt eller rimligt att klara ett fullständigt lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) inom planområdet. Då de jordlager som innehar god infiltrationsförmåga är ytliga (ca 1 m) och grundvattennivån misstänks påträffas strax därefter ger upphov till lösningar som har stort ytanspråk och infiltrationsförmågan är inte tillräckligt god för att infiltrera vattnet inom rimlig tidsrymd. Föreslagen dagvattenhantering baseras på flödesneutralitet vid 10 års regn från planområdet.

I samtliga alternativ ses dagvattenledning i gatan som en nödvändighet för att transportera vatten till eventuella magasin eller dammar, samt för att ge tömningsmöjligheter för vägdräneringar eller kombinerade dikeslösningar. Utöver det så kan anläggningar förses med bräddmöjlighet samt att mängden sidotrummor för infarter kan minskas.

5.1 Alternativ 1

Detta alternativ bygger på att gräva svackdiken med dämmen och i kraftigare lutning kan svackdiket sektioneras likt terrasser i längdriktningen. Svackdiken läggs längs samtliga lokalgator inom planområdet, se Figur 5-1. Svackdikena ska fördröja samt avleda vatten. Förslagsvis kommer svackdikena ha en totalt längd på 1317 m, bredd på 3m med 0,5m totalt djup (varav 0,4m är vattendjup). Vattnet kan därefter fördröjas i torrdamm eller rörmagasin i samband med svackdikena för att täcka upp för resterande erforderlig fördröjningsvolym. Svackdikena måste ha tillräcklig volym med flack botten för att magasinera den vattenvolym som krävs. Marken inom planområdet lutar ca 6-7% i öst-västlig riktning. Detta medför att det kommer att bli svårt att konstruera svackdiken i denna riktning med korrekt, erosionsbeständig utformning och tillräcklig magasineringkapacitet. Därför rekommenderas inte denna lösning till planområdet utifrån ett byggbarhetsperspektiv.



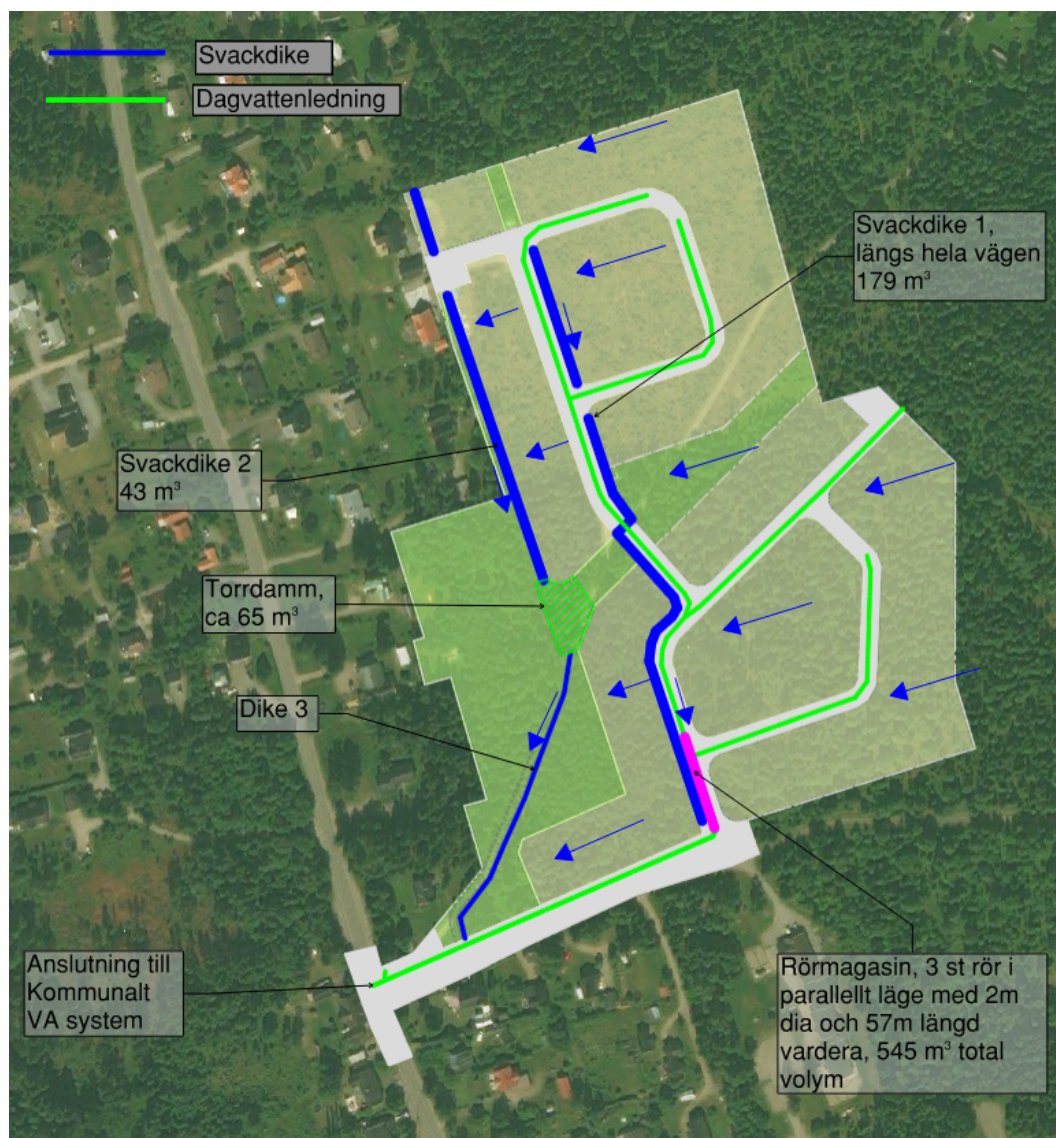
Figur 5-1 Systemlösning för alternativ 1. Blå linje avser svackdike, rosa linje avser rörmagasin och blå pilar visar avvattningsplan.

5.2 Alternativ 2

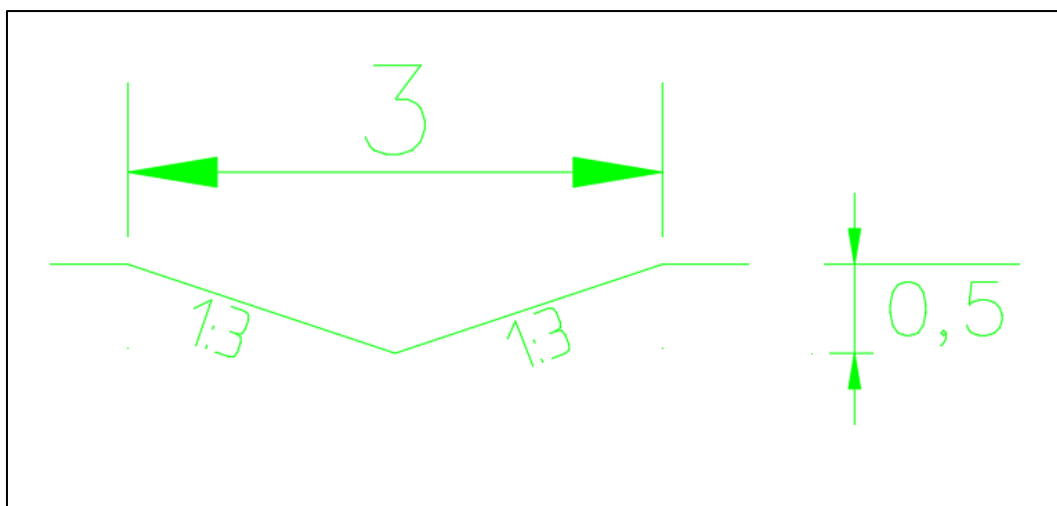
I detta alternativ föreslås svackdiken i samband med torrdamm och rörmagasin för att fördröja vatten, se Figur 5-2. Svackdikena föreslås endast i nord-sydlig riktning i detta alternativ, svackdike i öst-västlig riktning undviks helt med hänsyn till byggbarhet. Svackdike 1 och svackdike 2 kommer att utformas för att fördröja dagvatten. Svackdikena kommer att ha en sektion som visas i Figur 5-3. Den totala längden diken uppgår till 480 m som ger en fördröjningskapacitet på 230 m³. Svackdikena behöver ha en flack längslutning med intermittenta vallar för att magasinera vatten. Svackdikena kommer att ha en längslutning som följer vägprofilen som kan variera mellan 2-5 %. Det försämrar dikets möjlighet till fördröjning eftersom det krävs en flack botten för att hålla vatten. Om man antar 5 % i snittlutning längs aktuella sträckor så ger det möjlighet att använda 50% av tillgänglig regleringsvolym i svackdike enligt en konservativ uppskattning. Då får man 115 m³ (50% av 230 m³) tillgänglig volym i svackdike. Svackdike 1 kommer att utformas med makadamlager under botten för att installera dräneringsledning till väg. Makadamlager har en tvärsektion på 1,8 m² enligt förprojektering av SWECO. Om man tar 40% porvolym i makadam ger det 107 m³ ytterligare fördröjningsvolym i svackdike 1. Då det uppskattas till totalt 222 m³ fördröjningsvolym på svackdike.

Resten av vattnet behöver fördröjas i andra anläggningar, i detta fall föreslås torrdamm och rörmagasin under gata för att uppfylla kraven att fördröja 833 m³ dagvatten för hela planområdet. Den allokerade platsen i väster kan rymma en torrdamm med 65 m³ fördröjningskapacitet. Ett rörmagasin med kapacitet på 545 m³ behövs installeras under gata för att fördröja resterande volym vatten.

Dagvattenledningar läggs i gatan för att avleda vatten från gator, fastigheter och svackdiken inom planområdet. Svackdikena ska kopplas till ledningar för att avleda vatten efter fördröjning. Detta är främst för att topografin i området är ogynnsamt för fullständigt öppna system. Svackdiken som anläggs vid infarter till fastigheter kan avbrytas och kopplas till ledningar vid brytpunkter. Vid kortare infarter kan sidotrummor anläggas. Utlopp från Svackdikena behöver strypas samt dimensioneras för att magasinera vatten. Det ger också bräddmöjligheter. Längs gator i sydvästlig – nordöstlig riktning kan vägen utformas med "vinge" för att leda vatten mot projekterade lågpunkter med brunn och ledning och utlopp till svackdiken. Dike 3 har föreslagits för att avleda vatten från torrdammen samt att fånga skyfallsvatten från fastigheter. Detta dike kan konstrueras med 1 m bredd, 1:2 släntlutning och ett djup på 0,25 m.



Figur 5-2 Systemlösning för alternativ 2. Blå pilar visar avvattningsplan.

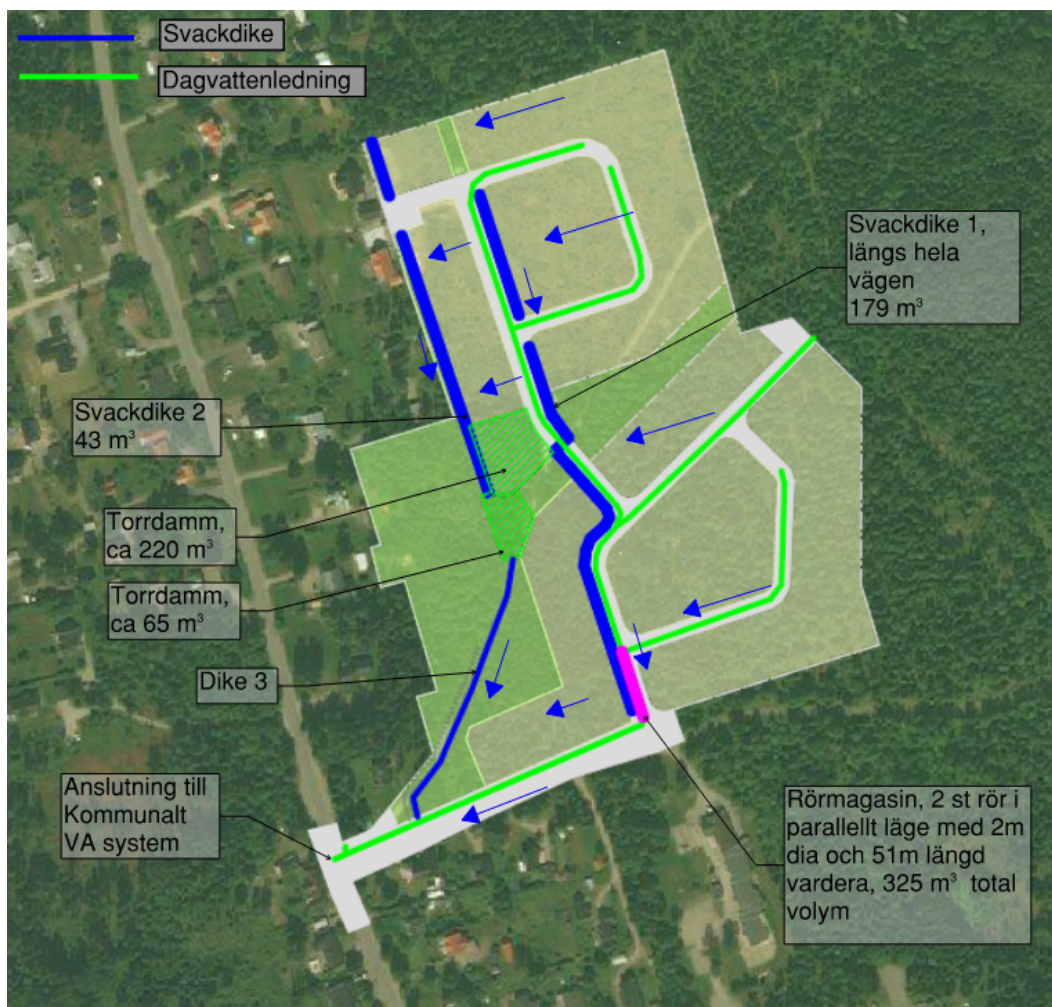


Figur 5-3 Tvärsektion till svackdike 1 och svackdike 2

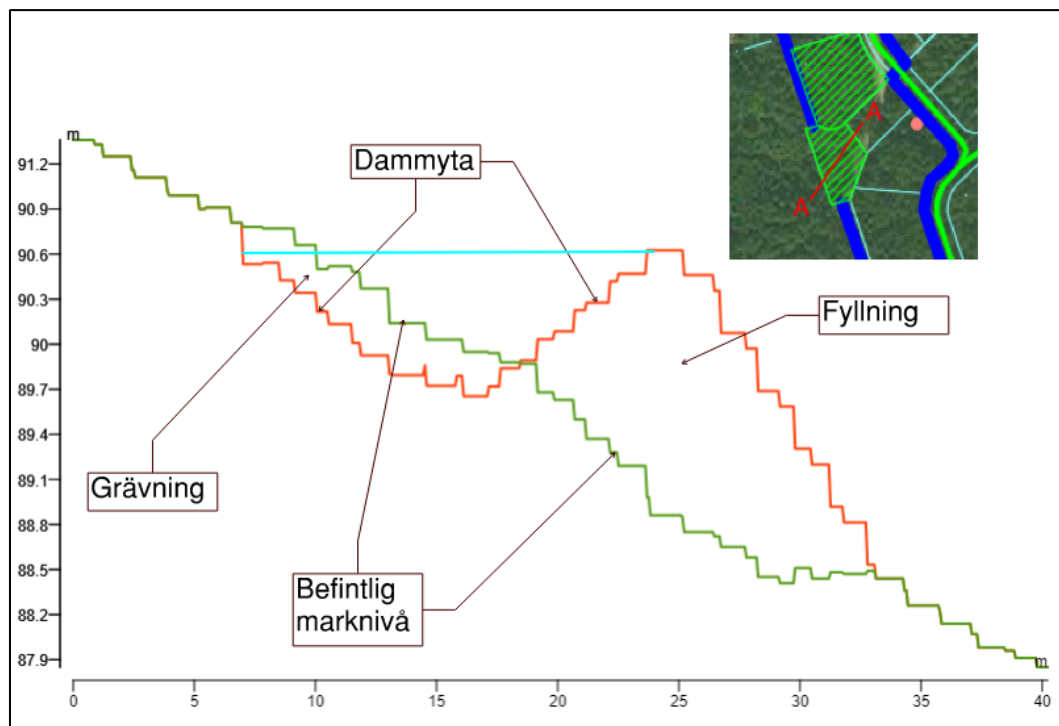
5.3 Alternativ 3

I detta alternativ föreslås två torrdammar i samband med svackdike och rörmagasin för att fördröja vatten, se Figur 5-4 för torrdammarnas placering. Vatten från fastigheter ska rinna ut till lokalgatan eller kan avledas direkt till ledningar med servisanslutning. Dagvattenledning har föreslagits under lokalgatan för att omhänderta vatten från gatan, fastigheter samt dränering för vägen. Vatten som rinner till ledningsnätet föreslås ledas till torrdammar. Dammarna kommer att utformas med maxdjup om 1 m med hänsyn till grundvattennivåer. Dammarna föreslås ha en invändig släntlutning på 1:6 och utvändigt släntlutning på 1:3. Eftersom marken lutar ca 2-6% åt olika håll inom planområdet behövs det markarbeten för både schakt och fyll. Se Figur 5-5 som redovisar ett exempel på hur tvärsektionen kan se ut efter markarbeten utförts. Torrdammens kapacitet och utformning kan ändras vid detaljprojektering eftersom vallens utformning beror på markens stabilitet. Vallens bredd kan eventuell öka beroende på erforderligt markarbete för säkra stabiliteten vilken i sin tur kan påverka torrdammens kapacitet.

Torrdammens utformning har skapats i Scalgo med föreslagen släntlutning för att uppskatta fördröjningsmöjligheter. Två torrdammar kan fördröja 65 respektive 220 m³ vatten. Svackdike 1 och svackdike 2 fördröjer 222 m³ vatten. Resten av volymen som ligger på 325 m³ bör fördröjas i rörmagasin. Dike 3 föreslås konstrueras som ett vanligt dike med 1 m bredd, 1:2 släntlutning och ett djup på 0,25 m för enbart avledning av vatten från torrdammar och för att skydda befintliga fastigheter i väst från skyfall.



Figur 5-4 Systemlösning för alternativ 3. Blå pilar visar avvattningsplan.

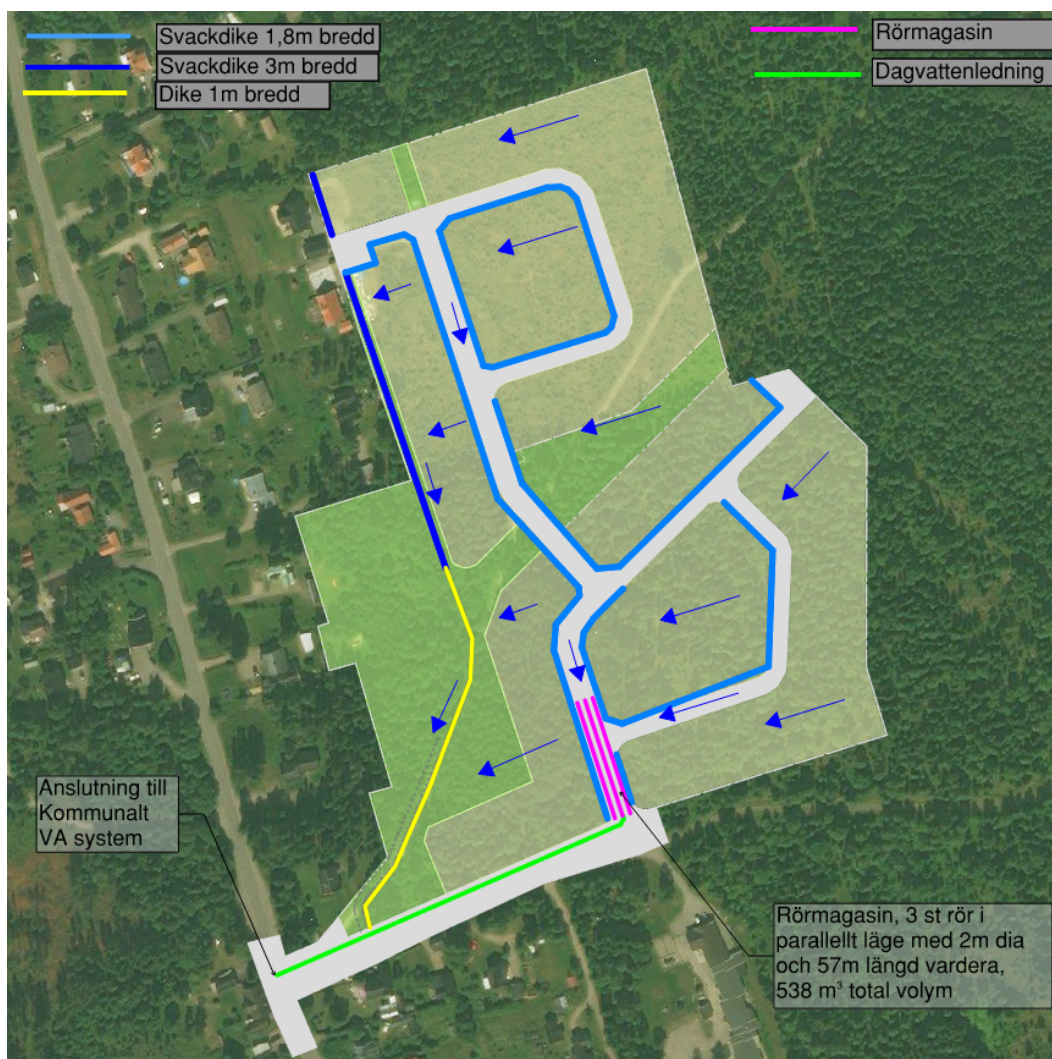


Figur 5-5 Tvärsektion A-A

Åtgärderna som beskrivs i alternativ 3 anses lämpligare med hänsyn till planområdets topografi och fördröjningsbehov. Däremot så innebär de omfattande markarbetena som behöver utföras för att skapa volymer i dessa lutningar att det inte är särskilt platseffektivt och annars exploaterbar yta används ej på ett resursbevarande sätt.

5.4 Alternativ 4

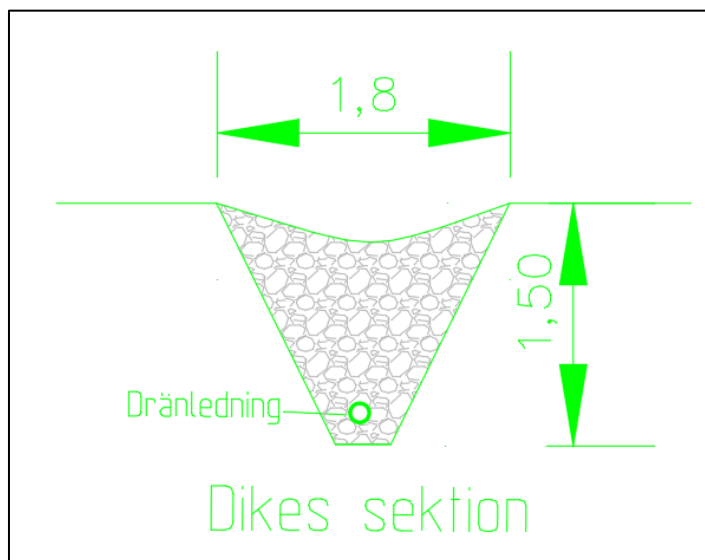
I detta alternativ föreslås svackdike och rörmagasin för att fördröja samt avleda vatten, se Figur 5-6 för dikesplacering. Vatten från fastigheter ska rinna ut till svackdike längs med lokalgatan. Vatten som rinner till svackdike föreslås ledas till rörmagasin. Svackdikena bör byggas upp med dämmen, dvs intermittenta vallar för att fördröja dagvatten. Svackdikena längs med gatorna kommer att konstrueras med makadamlager och dräneringsledning för att dränera vägterrassen, se Figur 5-7 för antagen sektion till svackdike. Svackdiket med 3m bredd konstrueras enligt Figur 5-3 utan något makadamlager. Det kan fördröjas totalt 265 m³ dagvatten i svackdikena. Resten av erforderlig fördröjningsvolym som ligger på 538 m³ kan fördröjas i 3 stycken ihopkopplade rörmagasin.



Figur 5-6 Systemlösning för alternativ 4. Blå pilar visar avvattningsplan.

Alternativ 4 är en nästan helt öppen lösning där förutsättningarna för det finns. Det medför dock att nästan 3/4 av fördröjningsvolymen ges av rörmagasin. Utöver det så behöver svackdikena göras erosionssäkra. Möjlighet till brädd till ledningssystem finns ej

om exempelvis svackdiken skulle bli igensatta. Konfigurationen på rörmagasin är flexibel och anpassningsbar i ett detaljprojekteringskede för att optimera lösningen.



Figur 5-7 Antagen sektion till svackdike med 1,8m i bredd

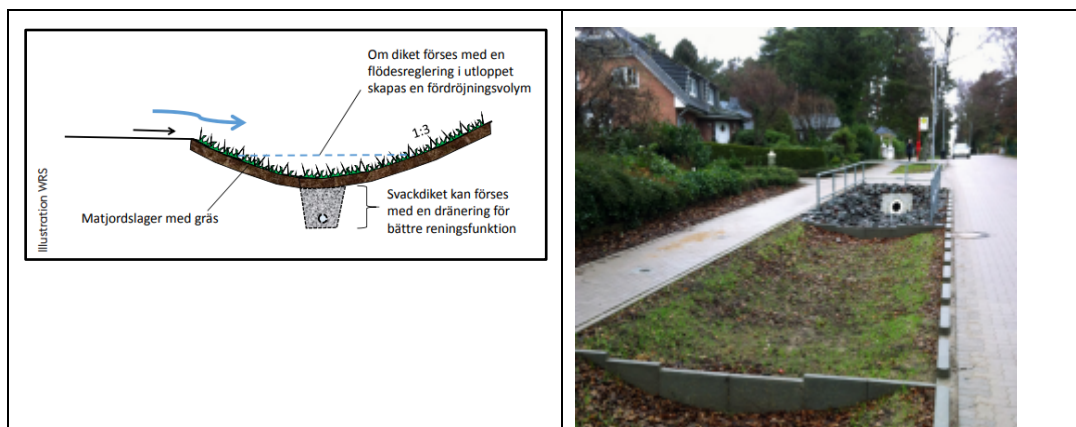
Då dräneringsledningens nivå styrs av väggkroppens uppbyggnad och avser att avvattna vägterassen så medför det att den kan hamna under grundvattennivåerna och dränera grundvatten. Detta kan vara en tillståndspliktigt och bör utredas vidare eller säkerställas med utökade grundvattenmätningar. Krossdiket kan också skyddas mot inträngande grundvatten med hjälp av tätskikt, men det är samtidigt kostnadsdrivande.

6 Generell beskrivning av dagvattenlösningar

6.1 Svackdike

Ett svackdike är ett gräsklätt dike med svag släntlutning (se Figur 6-1). Svackdikena kräver en svag till måttlig slänt- och längsgående lutning. Om marken har kraftigare lutning kan svackdiket sektioneras likt terrasser i längdriktningen. Huvudsyftet med ett svackdike är att fördröja och avleda dagvatten. Är markförhållandena lämpliga kan vattnet infiltrera vidare i marken och bidra med viss rening. Reningen kan ske genom sedimentering och fastläggning samt genom infiltration av vattnet främst vid låga flöden (Svensk vatten utveckling, 2019). Reningsfunktionen kan också förstärkas om ett dräneringslager läggs i botten.

Svackdiken är en av de enklaste och mest grundläggande typerna av dagvattenanläggningar som kan minska avrinningen. Den flödesutjämnande funktionen kan förstärkas om svackdiket förses med ett utlopp som kan strypas, och/eller med hjälp av dämmande sektioner (se Figur 6-1). Bräddfunktion kan åstadkommas med hjälp av brunnsintag till en dagvattenledning.



Figur 6-1 Principskiss av ett svackdike (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a) och bild (Källa: SVOA)

6.2 Torrdamm

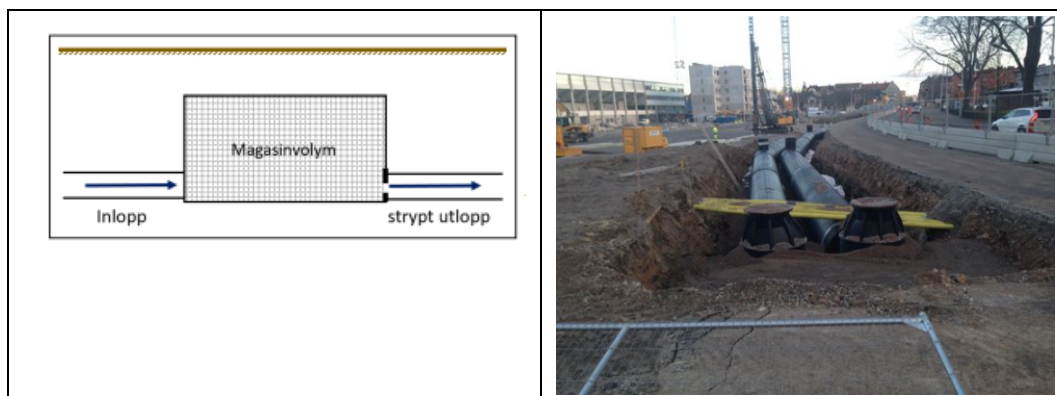
Torrdammar är större nedsänkta gräsytor som används för att fördröja och till viss grad rena dagvatten. Ytorna är dimensionerade för att kunna fördröja och rena mer extrema flöden, till skillnad från mindre grönytor som endast infiltrerar dagvatten med rening som primär funktion. Dimensioneringen görs utifrån de utjämningsbehov som finns. De utformas med bottenutlopp som kan strypas, vilket innebär att flödet nedströms regleras. Vid hög avrinning av vatten bildas en tillfällig vattenspegel som sedan försvinner successivt då tillrinningen avtar. Torra dammar är enkla, billiga och driftstabla. De kan användas för att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdgjord yta.



Figur 6-2 Torrdamm (Källa: SVOA)

6.3 Rörmagasin

Rörmagasin är i princip överdimensionerade rör som därmed skapar en fördröjningsvolym. Den läggs under gata i anslutning till dagvattenledningar. Flödesutjämning sker genom ett strypt bottenutlopp. Magasinen bör anläggas ovan grundvattenytan men kan ligga lägre om omgivning krävs. Det krävs att överliggande fyllnadsmaterial motverkar lyftkraften som grundvattnet ger upphov till.



Figur 6-3 Principskiss av rörmagasin (vänster, källa: SVOA) och bild (höger, källa SMHI)

7 Översvämningsanalys och skyfallshantering

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

7.1 Skyfallsanalys i SCALGO Live

7.1.1 Modellbeskrivning

För att undersöka risker för översvämnning och konsekvenser av skyfall har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. Detta för att kartera lågpunkter och avrinningsvägar samt för att skapa en översiktlig bild av konsekvenser vid kraftiga skyfall. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. I modellen tas hänsyn till markinfiltration enligt kurvnummer-metoden som baseras på jordarter. Således ökar avrinningsvolym med regnmängd efter det att marken blir vattenmättad.

Modellen tar inte hänsyn till det dynamiska förloppet, dvs avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterialen. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar. Analysen ger dock en tydlig översiktlig bild över översvämningsituationen. Enligt SMHIs definition är 50 mm/timme regn att beaktas som skyfall. Här används 68 mm regn i analysen som motsvarar ett klimatanpassat (Kf 1,25) 100-årsregn med 60 minuters varaktighet.

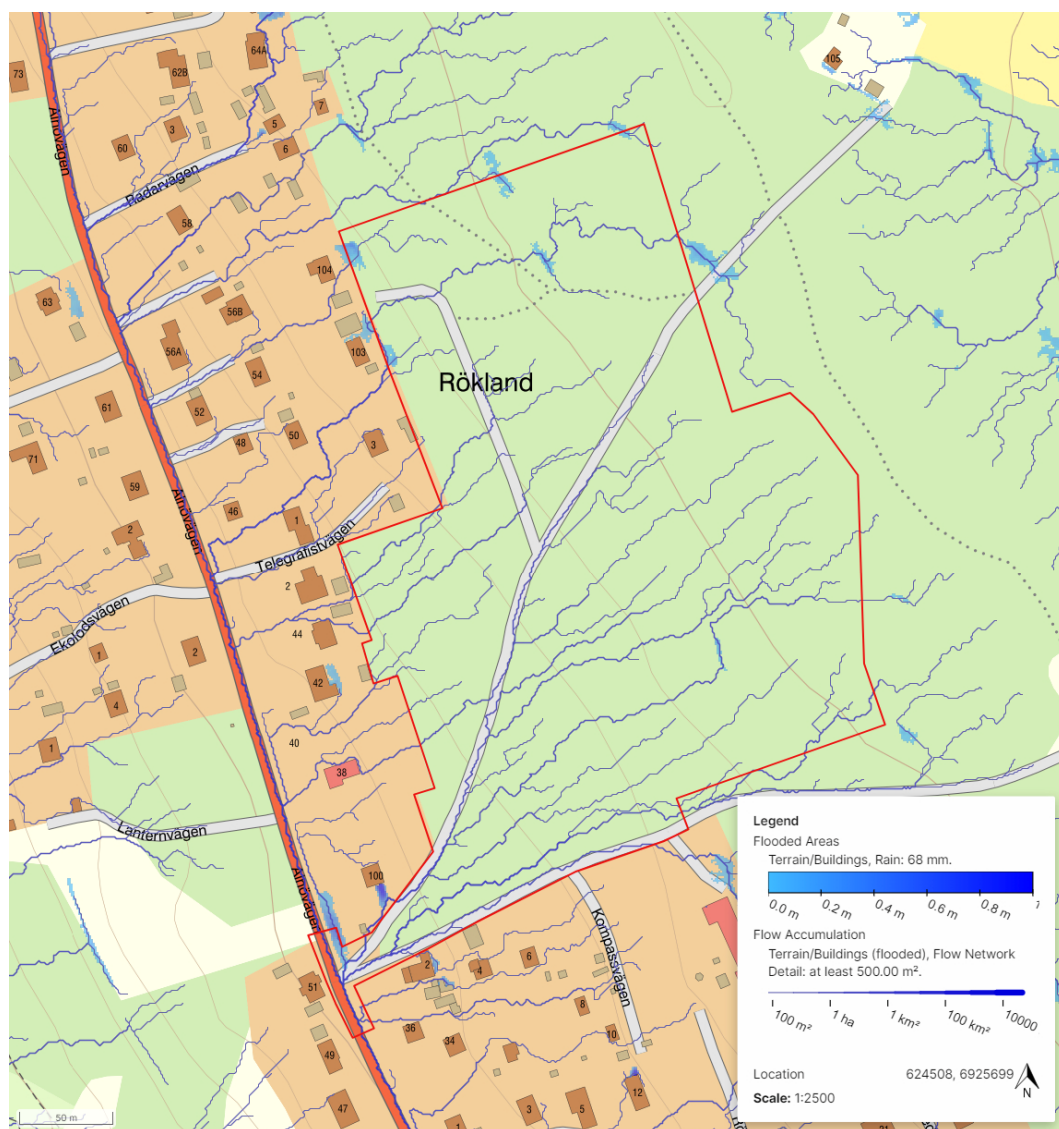
7.1.2 Jämförelse mellan resultat

Analysen har genomförts för två situationer, befintlig situation med befintlig markhöjd samt framtida situation där befintlig marknivå består men planerad dagvattenlösning har lagts in i planområdet. Se Figur 7-1 för resultat av översvämningsanalys vid befintlig situation och Figur 7-2 för analys av framtida situation. Det finns ingen märkbar ansträngd lågpunkt inom planområdet för befintlig situation. Vatten avrinner ytligt i sydvästlig riktning och belastar bostadsområde till väst.

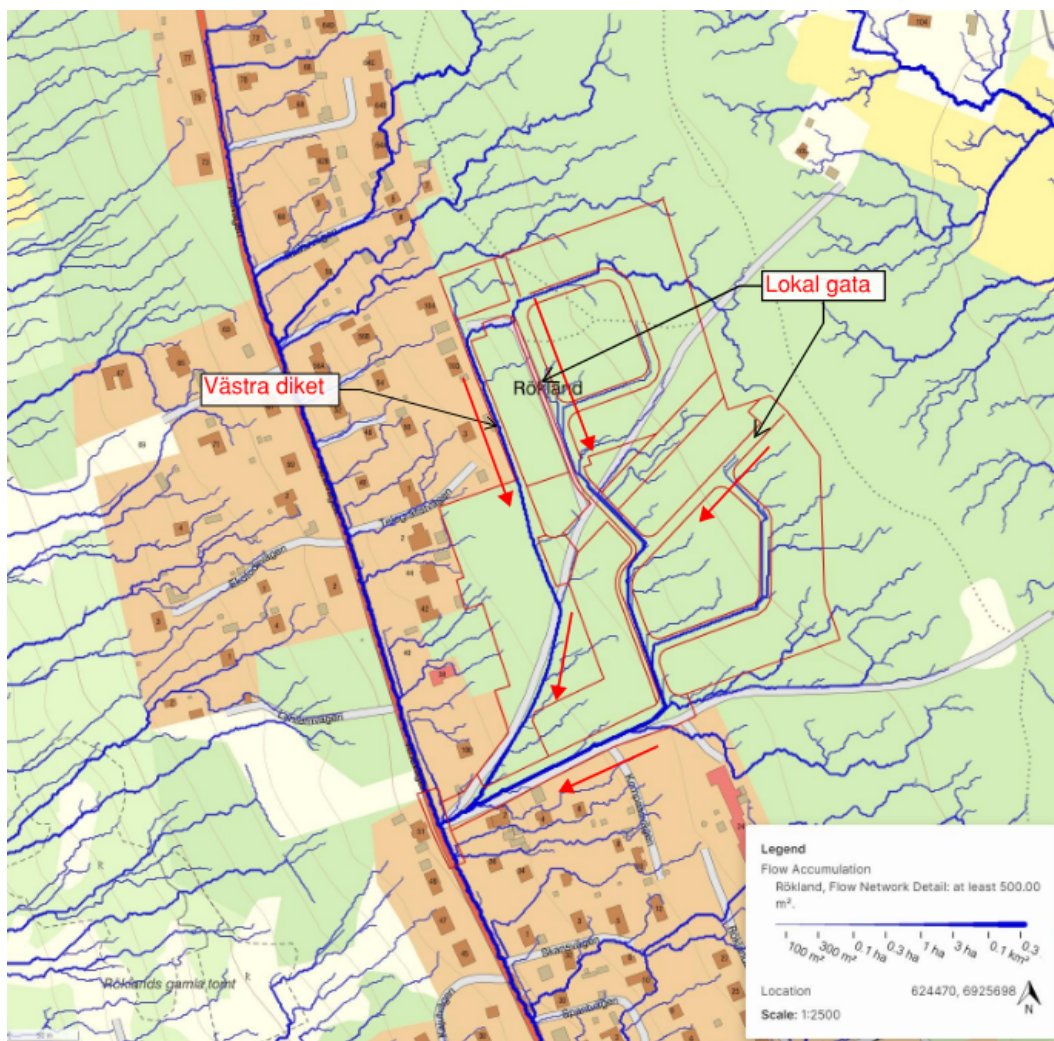
För framtida situation läggs ett dike längs med den västra gränsen och två torrdammar in i modellen. Avrinningsväg följer diket till utloppspunkten. Lokalgatorna har sänkts jämfört med befintlig marknivå med varierande fall till utloppspunkten (Alnövägen) för

att simulera en skyfallsväg över gatorna. Vid skyfall går dagvattenanläggningarna fulla och vattnet bräddar utmed gatorna som avrinningsväg.

Det finns ingen märkbar lågpunkt inom planområdet efter exploatering, utöver diket och dammar där vatten kan samlas och orsaka översvämning. Det rekommenderas att marknivåer planeras noggrant vid senare skeden för att inte skapa en ansträngd lågpunkt.



Figur 7-1 Skyfallsanalys. Befintlig situation. Blå linjer avser avrinningsväg för vatten.



Figur 7-2 Skyfallsanalys. Framtida situation. Blå linjer avser avrinningsväg för vatten. Röda pilar avser flödesriktning

7.2 Förslag på skyfallshantering och rekommendationer för höjdsättning

Vid kraftigare regn än de dimensionerande 10-årsregnen kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattensystemet. Då måste området vara höjdsatt så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan skador på byggnader. Avrinningen sker då lämpligast i riktning mot närliggande gata och svackdike. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016).

Då man vill undvika stående vatten längs fasader är det viktigt att utformningen med dess höjdsättning görs korrekt. Den principiella höjdsättningen för planområdet måste säkerställa att marken lutar från byggnaderna mot gata eller svackdike. Färdiggolvnivå till byggnader behöver höjdsättas till en nivå som är högre än befintlig mark för skydd mot avrinnande vatten genom fastigheter såsom naturmarksavrinning från öst. Det allmänna rådet från Boverket är att markytan invid en byggnad bör luta från byggnaden med en lutning om 1:20 inom 3 meters avstånd (Boverket, 2022). Varefter lutningen kan minska till 1:30 bort från fasad.

Gatorna bör fungera som skyfallsstråk och därför är det viktigt att höjdsätta gatorna så att lutning fås hela vägen till utloppspunkten. Fallet kan variera mellan sträckorna men ingen lågpunkt bör skapas inom gatuprofilen Marken inom kvartersmark har god förutsättning för att avleda skyfallsvatten med kontinuerlig lutning. Vid framtida höjdsättning bör det säkerställas att skyfallsvatten från kvartersmark får möjlighet att avledas till närliggande gata eller svackdike enligt avvattningsplan (se Figur 5-2, Figur 5-2, Figur 5-4).

8 Slutsats och rekommendationer

De viktigaste punkterna från denna utredning är:

8.1 Förutsättningar

- Marken i planområdet lutar från nordöst till sydväst. Marken består av morän med förutsättningar för medelhög infiltration. Men planområdets lutning och det begränsade genomsläppliga lagrets mäktighet begränsar infiltrationsförmågan.
- Grundvattenytan bedöms ligga >1m under markytan vid torrare förhållanden, vilket sannolikt gäller vid stora delar av året. Grundvattennivå vid blötare förhållande har inte kunnat fastställas pga. få antal mätningar.
- Geografin medför att planområdet får inrinnande naturmarksvatten från öst om planområdet. Behovet av hantering av tillkommande naturmarksvatten, grundvatten och markvatten bedöms utifrån befintligt underlag ej erforderligt, utan bebyggelse kan förväntas tåla den mängd vatten som beräknas ledas mot den östra plangränsen.
Mängden tillkommande naturmarksvatten/grundvatten/markvatten är i vilket fall försumbart vid dimensionering av anläggningar och ledningar.
- Befintlig ledning samt vägdike vid anslutningspunkten tar vatten från planområdet och vidare till recipient via MSVAs översilningsanläggning.

8.2 Bedömningar och slutsatser

- Anläggningar som riskerar att hantera markvatten eller grundvatten kan utgöra tillståndspliktig verksamhet för markavvattning enligt miljöbalkens 11 kapitel. Utifrån tillgängligt underlag bedöms dock inträngningen av mark/grundvatten i svackdiken som begränsad och bör inte utgöra tillståndspliktig verksamhet. Fler grundvattenmätningar vid förväntade höga nivåer skulle stärka denna bedömning.
- Framtida markhöjdsättning ska utföras så att ytliga avrinningsvägar säkerställs och att inga instängda områden skapas som kan orsaka skada på byggnader vid ett skyfall. Det bedöms uppfyllas om råd från BBR används vid projekteringskedet.
- Den planerade exploateringen innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket leder till ökade flöden. Vid ett 10-årsregn ökar flödet från 61 l/s för befintlig situation till ca 883 l/s efter exploatering genom ledning eller 578 l/s genom dike.
- Fyra alternativa systemlösningar föreslås för att hantera dagvatten inom planområdet. Dagvattnet i planområdet föreslås att avledas via ledningar, svackdiken och ledas till föreslagna magasin och torrdammar placerade inom området innan det kopplas på anslutningspunkten.
- För att fördröja dagvatten så att inte flödet ökar jämfört med befintlig situation vid ett 10-årsregn krävs en total erforderlig fördröjningsvolym på 883 m³ inom planområdet om vattnet avleds genom ledningar. Den erforderliga fördröjningsvolymen ligger på 803 m³ om vattnet avleds genom diken.
- Föreslagna torrdammar kan ha öppen botten med infiltrationsförmåga till marken, dock så är möjligheten begränsad och i beräkningar har ej hänsyn till infiltration tagits.
- Ett system av svackdike och dike längs den västra bebyggelsegränsen kommer utöver uppsamling av dagvatten från planområdet och fördröjningsanläggningar även kunna bidra till minskad påverkan på nedströms liggande fastigheter vid skyfall.
- Instängd lågpunkt bör undvikas inom planområdet vid exploatering. Gatorna bör fungera som skyfallsstråk och avleda vatten till utloppspunkten.

Sammanfattningsvis så är det svårt att argumentera för enbart öppna lösningar i enlighet med dagvattenplanen då topografin ej är gynnsam för den typen av lösningar, fördröjningsvolymen i öppna anläggningar medför antingen att vallar för att skapa volymen med acceptabla släntutfall i kraftig lutning tar för mycket mark i anspråk för att ge en betydande volym. Kraftiga lutningar medför också höga vattenhastigheter och en erosionsproblematik som måste hanteras.

9 Bibliografi

- Boverket. (2022). *Boverkets byggregler (2011:6) - föreskrifter och allmänna råd, BBR*. Hämtat från https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf
- Rodhe, A. (2006). *Grundvattenbildning i svenska typjordar*. Institutionen för geovetenskaper, Hydrology. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 28 februari 2022g). *Öppna anläggningar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-stadens-allmanplats/oppna-anlaggningar/>
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 15 mars 2022h). *Tekniska lösningar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/under-mark/>
- Svenskt Vatten Utveckling. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Svenskt Vatten.
- Tyréns. (2011a). *Översiktlig Geoteknisk undersökning- Projekterings PM*.
- Tyréns. (2011b). *Översiktlig Geoteknisk undersökning-Laboratorierapport*.