

JANUARI 2024
UDDEVALLA KOMMUN

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSUTREDNING

FORSHÄLLA-BRÄCKE I UDDEVALLA KOMMUN

The COWI logo is rendered in a bold, orange, sans-serif font. It is positioned in the lower right quadrant of the page, partially overlapping a large, abstract, light gray geometric shape that resembles a stylized mountain or a cluster of overlapping triangles.

PROJEKTNR.

A272545

DOKUMENTNR.

A272545-4-02-UTR

VERSION

0,2

UTGIVNINGSDATUM

2024-01-19

BESKRIVNING

UTARBETAD

Peggy Piri

GRANSKAD

Frida Kvarnerot

GODKÄND

Mikael Bengtson

INNEHÅLL

Sammanfattning	3
1 Inledning och uppdragsbeskrivning	4
2 Förutsättningar	6
2.1 Underlag	6
2.2 Policy/strategi	6
2.3 Dimensionering- och fördröjningskrav	6
2.4 Reningskrav	7
2.5 Höjdsättning av mark	7
2.6 Hantering av skyfall	8
2.7 Koordinatsystem	8
3 Befintliga förhållanden	9
3.1 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö	9
3.2 Befintliga avrinningsförhållanden	11
3.3 Recipient	15
4 Framtida avrinningsförhållanden samt förslagna dagvattenlösningar	17
4.1 Drift och underhåll av dammar	22
4.2 Barnsäkerhet	23
4.3 Vattenverksamhet	23
5 Dimensionering och fördröjning av dagvatten	25
5.1 Dimensionerande flöden	25
5.2 Föreslagna fördröjningsvolymmer	26
6 Översvämningsrisker (kartering)	27
7 Rening av dagvatten	29
7.1 Planens påverkan på recipient samt ekosystemtjänster	31
8 Slutsatser och rekommendationer	33
9 Referenser	35

Sammanfattning

Detaljplanen innebär att naturmark exploateras och ett tiotal villatomter skapas. En genomfartsväg kommer att skapas genom nya villaområdet. Dagvatten från detta rekommenderas att ledas ytledes till ett krossdikessystem. Anläggning av gröna ytor på vattnets avrinningsvägar bidrar till trög avrinning, rening och fördröjning av dagvatten nära källan. Dikessystemet ska ha tillräcklig kapacitet för att kunna leda ett klimatanpassat 100-årsregn genom utredningsområdet. Nedströms byggområdet finns ett markavvattningsföretag vilket gör att avrinning från utredningsområdet behöver begränsas till 1,5 l/s,ha (1,5 l/s,ha*1,2 ha utredningsområdets area= 1,7 l/s, krav enligt Uddevalla kommun). Dagvatten renas och fördröjs genom ett trappat dikessystem kombinerad med en våt och torrdamm. Våtdammen kan ha minst 0,1 m permanent vattendjup, 1:1 släntlutning på kanterna samt totalt 80 m². Dammen har dimensionerats för ett 20-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25. Prioriterade föroreningsämnen som till exempel näringsämnen, tungmetaller, olja, suspenderade ämnen och total organisk kol (TOC) renas i våtdammen. Ytterligare rening kommer att ske i utgående dagvatten från dammen, genom att tät torrdamm med begränsat utlopp på 1,7 l/s för att ta hänsyn till markavvattningsföretaget nedströms. Halter av samtliga ämnen efter rening sänks till under riktvärden vilket är gränsen för en mycket känslig recipient enligt Göteborgs Stads dagvattenriktlinjer. Föroreningsbelastningen för de flesta ämnen efter rening kommer att reduceras till befintliga nivåer. En utbyggnad enligt förslaget bedöms inte kunna försämra möjligheterna för Forshällaån att uppnå MKN.

1 Inledning och uppdragsbeskrivning

COWI Sverige AB har fått i uppdrag av Uddevalla kommun att ta fram en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom detaljplanområdet del av Forshälla-Bräcke 17:1, med hänsyn till planerad byggnation. Den planerade nybyggnationen (kommer att kallas 'utredningsområdet') ligger ca 7800 m söder om Uddevalla (Figur 1).

Syftet med detaljplanen är att skapa ett 10 tal villatomter inom vad som idag är ett ca 1,14 ha stort obebyggt område bestående av skogsmark (Figur 2).



Figur 1. Utredningsområdet ligger ca 7800 m söder om Uddevalla. ©Lantmäteriet



Figur 2. Gränsen till utredningsområdet har markerats ut med gul linje. Utredningsområdet är obebyggt idag och består av skogsmark.

2 Förutsättningar

I kommande kapitel presenteras förutsättningar för denna utredning.

2.1 Underlag

De underlag som legat till grund för denna utredning är:

- > Grundkarta .dwg samt pdf 2022-10-25.
- > Naturvärdesinventering Forshälla-Bräcke 221117, melica.
- > Illustrationskarta pdf 221103.
- > Protokoll för startmöte av Forshälla-Bräcke 17:1, 2022-11-16, Uddevalla kommun.
- > Dagvattenutredning för detaljplan del av Forshälla-Bräcke 17:1 m.fl. Sigma civil, RAPPORT-117324 Version 1.8.
- > Projekterings PM/Geoteknik, Bohusgeo AB 2023-01-31.
- > SAMRÅDSREDOGÖRELSE, Dnr: 2020.2386, 2023-12-04.

2.2 Policy/strategi

Till grund för dimensionering och principlösningar har följande dokumentation använts:

- > Riktlinjer för dagvattenhantering i Uddevalla kommun.
- > Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall, fakta 2018:05 länsstyrelserna.
- > Svenskt Vattens publikation P105 och P110.
- > Samlad bedömning av dagvattenkänslighet i Uddevalla kommun, Arbetsmaterial.

2.3 Dimensionering- och fördröjningskrav

Dagvattenanläggningar dimensioneras för 20-årsregn som motsvarar minimikravet på återkomsttid för trycklinje i marknivå för dimensionering av nya dagvattensystem för tät bostadsbebyggelse, enligt P110 Tabell 2.1. Beräkning av dagvattenflödet görs även för nederbörd med återkomsttider 5, 10, 20 och 100 år enligt Uddevalla kommun (Bilaga 2. Checklista dagvatten hantering, lagstiftning). Återkomsttiden 5 år är dimensionerande för fylld ledning vid nybebyggelse i områden med tät bostadsbebyggelse och 100-årsregn används för att undersöka hur utredningsområdet påverkas av ett skyfall. Klimatfaktor 1,25 används för att kompensera påverkan från pågående klimatförändringar på flödena, enligt Uddevalla kommun. Avvattnings från utredningsområdet ska begränsas för att ta hänsyn till markavvattningsföretaget nedströms. Utredningsområdet ligger idag utanför kommunens

verksamhetsområde för dagvatten och detta kommer även efter exploateringen att gälla. Denna utredning kommer bland annat att redovisa hur hantering av dagvatten till följd av exploateringen bör se ut.

2.4 Reningskrav

Hänsyn behöver tas till MKN (miljökvalitetsnormer) för recipienten. MKN har fastställts för alla Sveriges yt-, grund- och kustvatten i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). Enligt Weserdomen (mål C461/13 från EU domstolen, meddelades 1 juli 2015) är medlemsstaterna skyldiga att ej ge tillstånd till verksamheter som riskerar att orsaka en försämring av status eller när uppnående av god ekologisk eller kemisk status äventyras. För att säkerställa att exploateringen inte påverkar recipienten och dess MKN negativt kommer föroreningsberäkningar att utföras. Ambitionen bör vara att använda bästa tillgängliga teknik och försöka reducera föroreningarna så nära källan som möjligt.

Recipienten är Forshällaån som bedöms ha **hög känslighet** med tanke på att ån inte är så stor (Utvärdera modellresultat för sötvatten | SMHI - Vattenwebb, 2023)¹ och rinner i Havstensfjorden (Åsebukten). Havstensfjorden är riksintresse för friluftsliv i Västra Götalands län och bedöms ha **hög känslighet**.

Enligt miljöförvaltningen i Göteborgs Stad går det inte att direkt jämföra miljökvalitetsnormer (MKN) i en recipient med villkor för utsläpp av dagvatten. Förvaltningen har tagit fram riktvärden som utgår ifrån MKN för recipienter i staden. "Tillämpningen av riktvärden innebär en förenklad hanteringsprocess" enligt den rapport som staden har publicerat på sin hemsida (R2020:13). I denna utredning används **riktvärden** (gäller recipient med hög känslighet) som är redovisade i samma rapport (R2020:13) för att kunna göra en bedömning om påverkan av dagvatten som släpps ut från utredningsområdet.

2.5 Höjdsättning av mark

Principer för höjdsättning bör följa Svenskt Vattens publikation P105. Höjdsättning inom byggorrådet ska underlätta avrinningen till dagvattenanläggningar. En svag lutning bör finnas från huslivet mot dagvattenanläggningar och gator så att vattnet inte samlas och skadar bebyggelse. Vid huslivet ska marken ha en lutning på minst 1:20. Lutning kan minskas längre bort från byggnaden till 1:50-1:100. Färdigt golv bör läggas på en nivå inräknad med dessa lutningar plus en säkerhetsmarginal. Säkerhetsmarginalen bör vara 0,2 m (minst 0,5 m för samhällsviktiga anläggningar) från marknivån i gatan eller vattenståndet vid ett klimatanpassat 100-årsregn, beroende på vilken som är högst. Färdigt golv rekommenderas anläggas på en nivå som säkerställer att byggnaden inte skadas vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

¹Enligt modellerade värden från SMHI varierar vattenföringen i Forshällaån mellan 0,005 och 5,03 m³/s, minimum och maximumvattenföring för perioden januari 2010 till december 2021.

2.6 Hantering av skyfall

Förutsättningar för skyfallshantering inom utredningsområdet är enligt rekommendationer från länsstyrelsen:

- > Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett klimatanpassat 100-årsregn.
- > Risken för översvämning från ett klimatanpassat 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- > Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- > Framkomligheten till och från utredningsområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.
- > Det nya utredningsområdet ska inte öka översvämningsrisken för omkringliggande områden med befintlig bebyggelse. Översvämningssituationen inom eller utanför utredningsområdet skall inte försämrats.

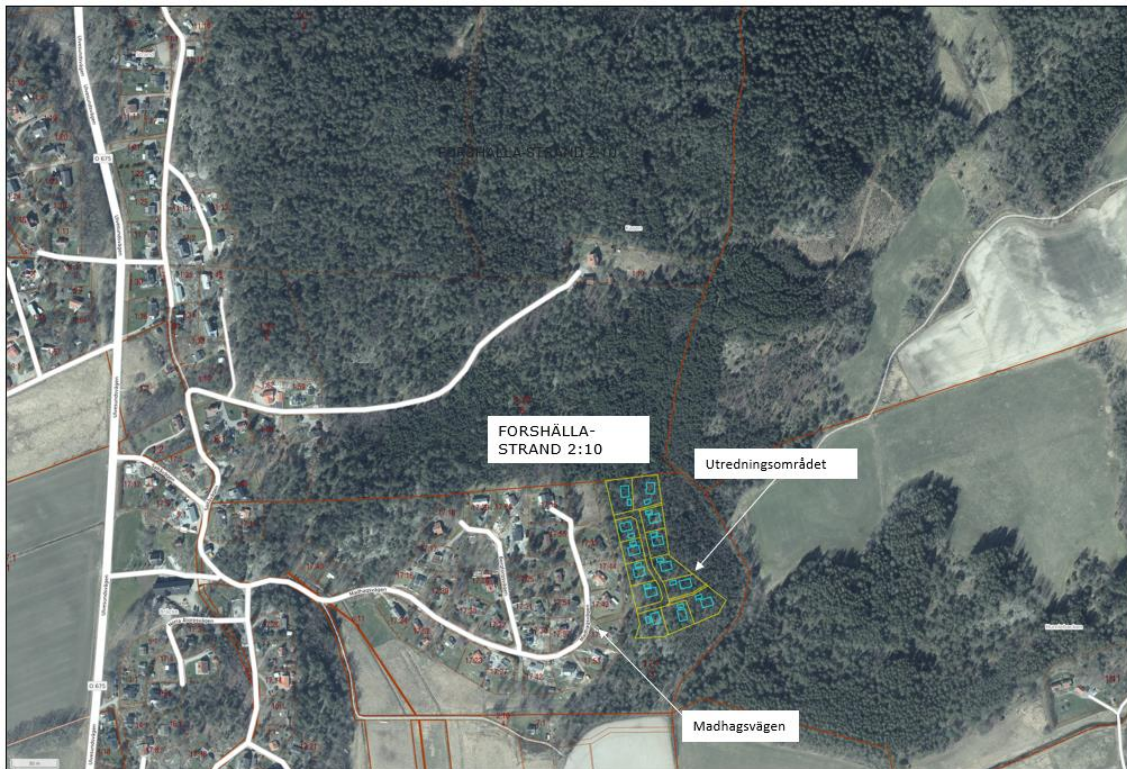
2.7 Koordinatsystem

I denna utredning har koordinatsystem SWEREF 99 12 00 i plan och RH 2000 i höjd använts.

3 Befintliga förhållanden

Utredningsområdet är ca 1,4 ha stort och består i dagsläget av skogsmark. Marken sluttar ner mot Forshällaån i söder.

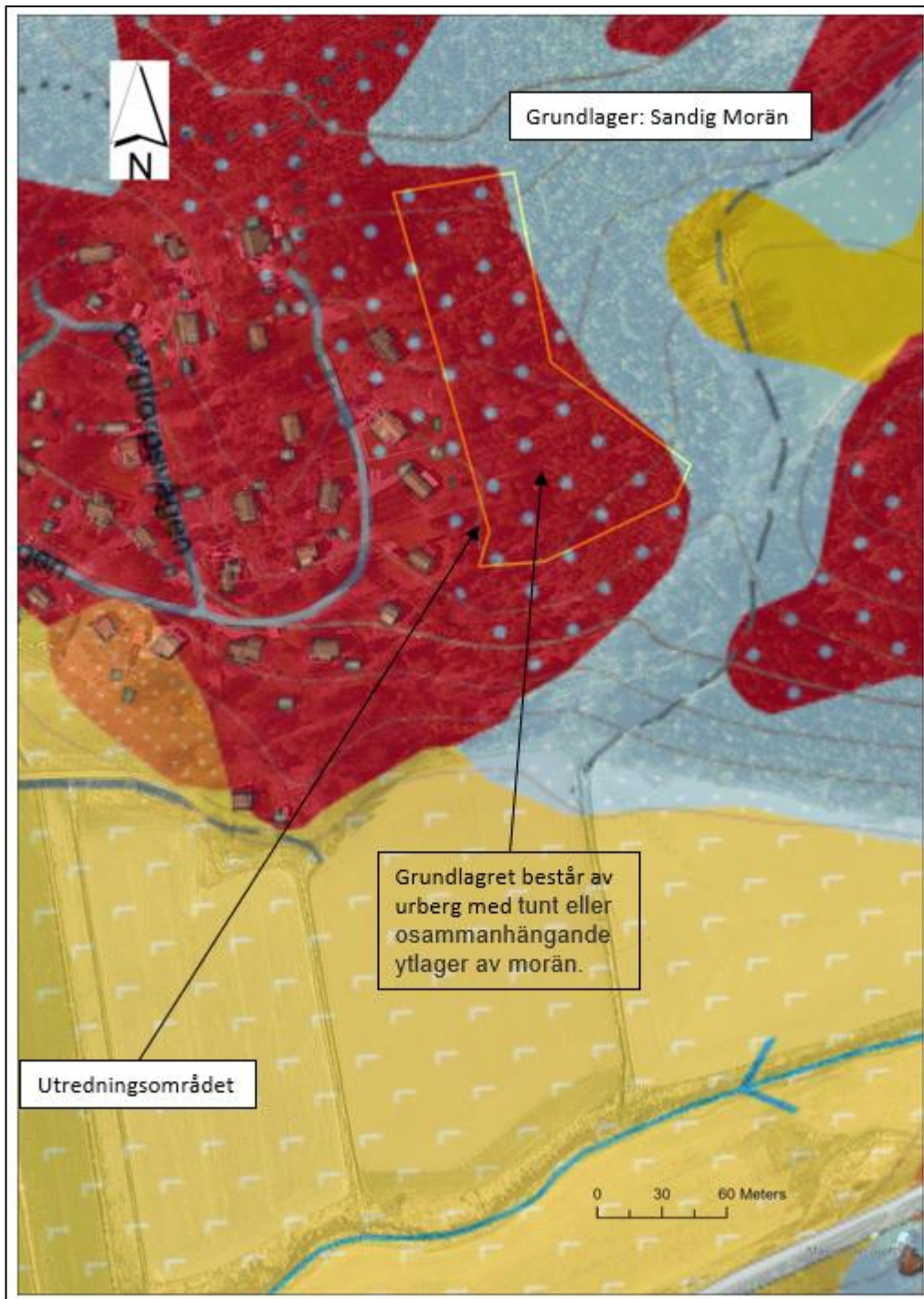
Strax norr om utredningsområdet ligger fastigheten FORSHÄLLA-STRAND 2:10 som ägs av Uddevalla kommun (se Figur 3). Närmaste väg (Madhagsvägen) ligger strax väster om utredningsområdet. Längs med gränsen i öster löper en stenvmur som kommer att bevaras.



Figur 3. Strax norr om utredningsområdet ligger fastigheten FORSHÄLLA-STRAND 2:10 som ägs av Uddevalla kommun.

3.1 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö

Enligt SGU:s jordartskarta består utredningsområdet till stor del av urberg med tunt eller osammanhängande ytlager av morän (se Figur 4). Infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet bedöms vara begränsade på grund av jordartsförhållanden i området.



Figur 4. Grundlagret inom utredningsområdet består av urberg med tunt eller osammanhängande ytlager av morän. Källa: www.sgu.se

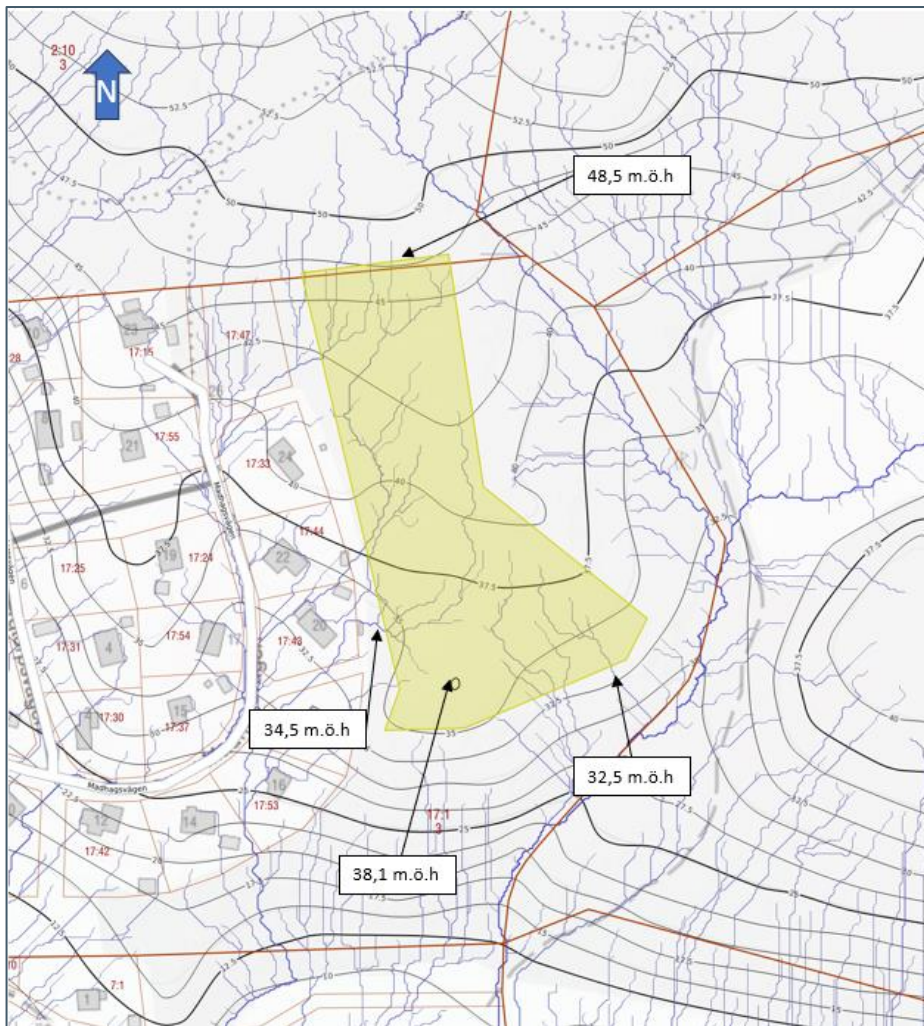
Det finns inga förorenade områden i anslutning till utredningsområdet registrerade hos länsstyrelsen. I Riksantikvarieämbetets databas finns det ett större område med fornlämning som ligger öster om och utanför utredningsområdet (se Figur 5). Det finns också två historiska husgrunder inom utredningsområdets norra del (markerade i blått i Figur 5).



Figur 5. Identifierade fornlämningar har markerats i rött och ligger utanför utredningsområdet. Två historiska husgrunder finns i utredningsområdets norra del, markerade i blått. Källa: Riksantikvarieämbetets öppna data (www.pub.raa.se)

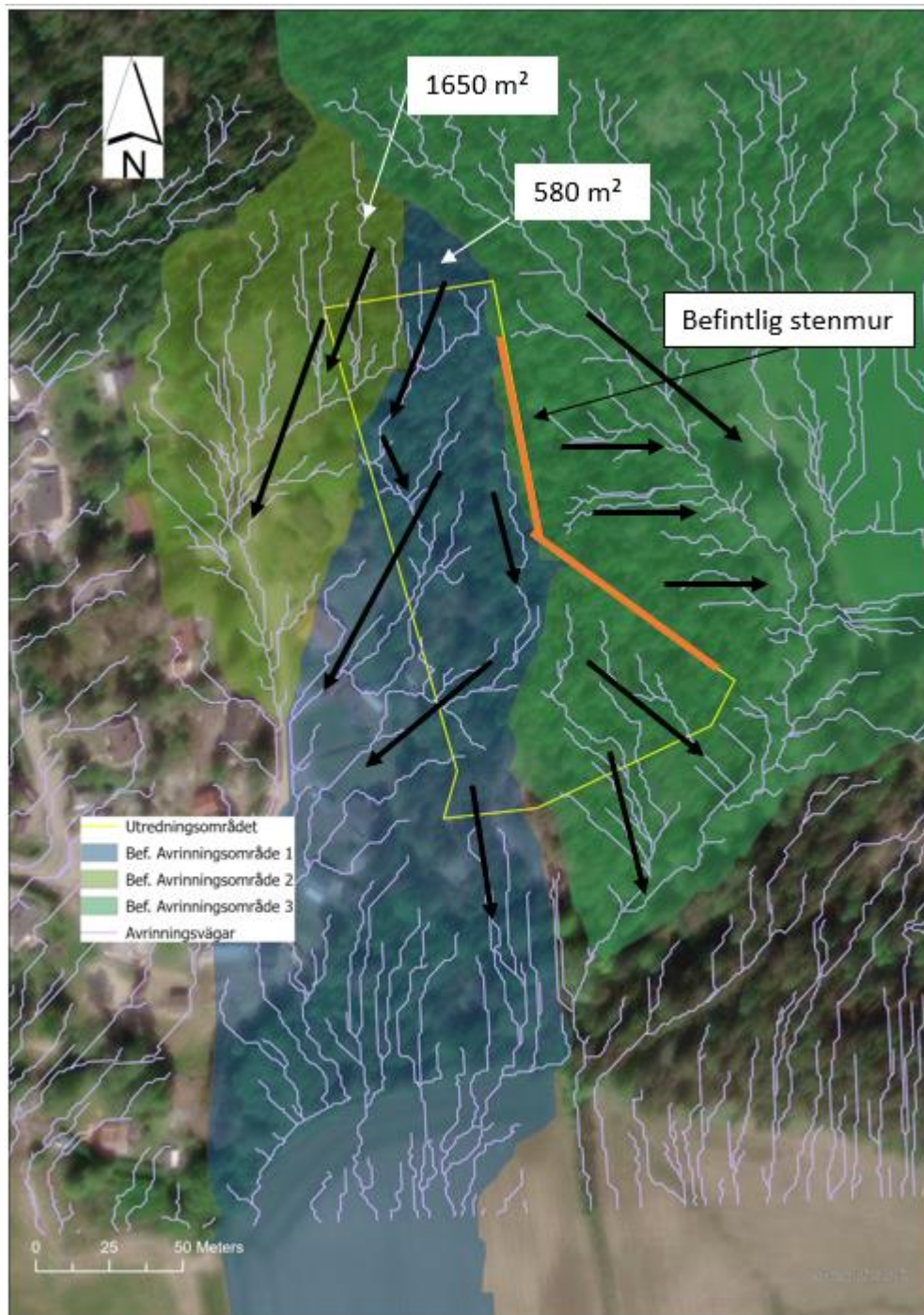
3.2 Befintliga avrinningsförhållanden

Marknivåer inom utredningsområdet varierar från ca +48,5 m längst i norr till +32,5 m längst i söder. Det finns en lågpunkt längs med gränsen i väst på +34,5 m och en lokal högpunkt på +38,1 m, se Figur 6.



Figur 6. Längst i norr ligger högsta punkten på +48,5 m. Längst i söder ligger en låg punkt på +32,5 m. Två mindre högpunkter finns inom området, +40,15 m och +38,1 m.

Generellt är utredningsområdet småkuperat och kan delas in i tre delavrinningsområden enligt Figur 7. Uppströmsliggande fastighet ägs av kommunen och den bidragande ytan uppströms utredningsområdet är begränsad (ca 0,22 ha). Längs med utredningsområdets östra gräns ligger en stenmur som kommer att bevaras även efter exploatering.



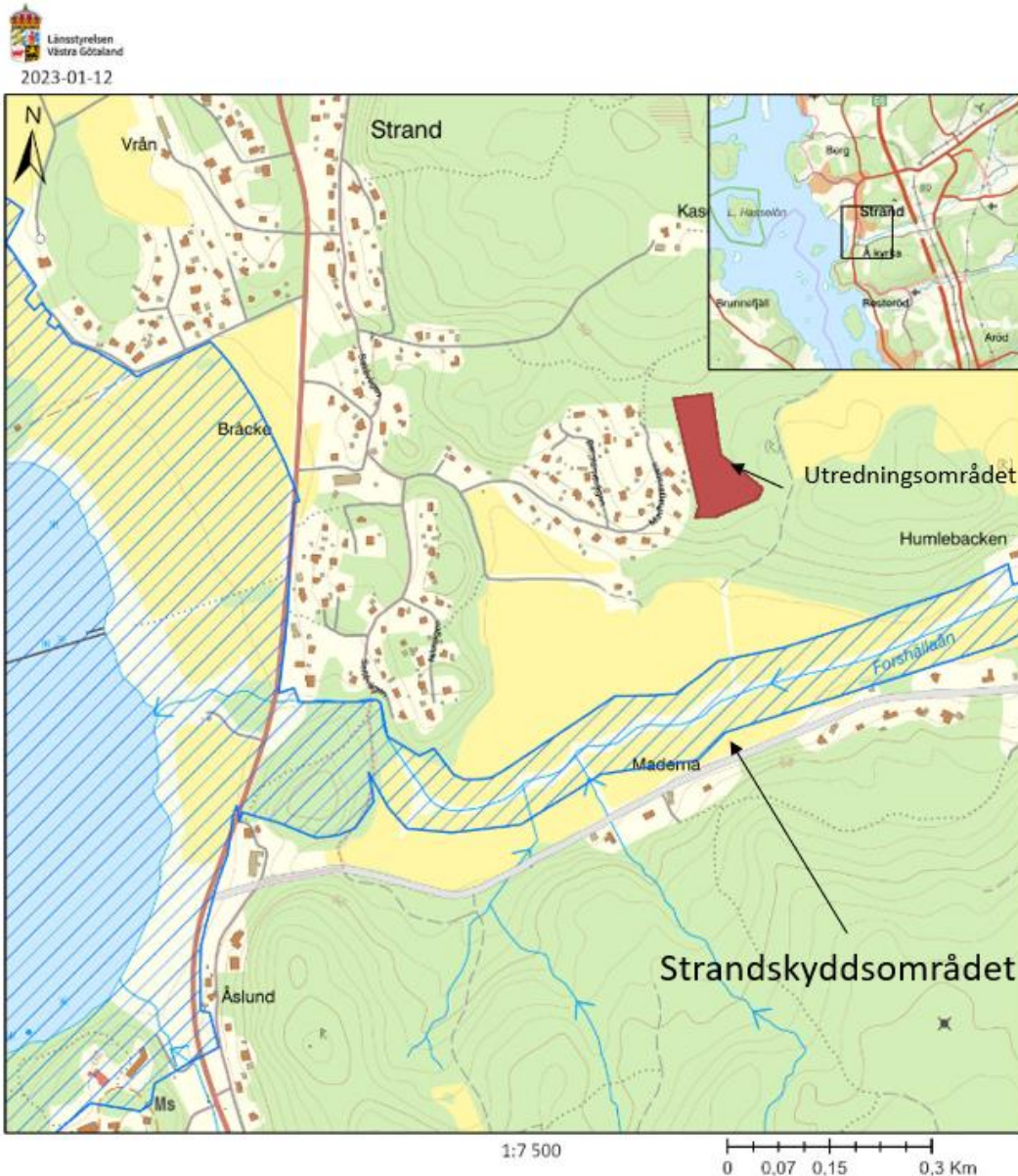
Figur 7. Befintlig avrinningsriktning är enligt svarta pilar. Uppströms utredningsområdet finns ca 0,22 ha naturmark som avrinner i sydvästlig riktning och delvis genom utredningsområdets nordvästliga hörn. Längs med utredningsområdets östra gräns löper en stenmur som kommer att bevaras även efter exploatering.

Markavvattningsföretaget Resteröd, Heljersöd mfl. 1894 är registrerat i länsstyrelsens databas (se Figur 8) och ligger söder om utredningsområdet. Framtida exploatering behöver ta hänsyn till dikningsföretaget. Avrinning från utredningsområdet efter exploateringen ska begränsas till 1,5 l/s,ha enligt Uddevalla kommun för att inte påverka markavvattningsföretaget.



Figur 8. Markavvattningsföretaget Resteröd, Heljersöd mfl. 1894 ligger på Forshällaån, söder om utredningsområdet. Avrinning från utredningsområdet till Markavvattningsföretaget ska begränsas till 1,5 l/s,ha efter exploatering, enligt Uddevalla kommun, för att inte påverka företaget.

Det finns strandskydd 100 m från ån där ny bebyggelse inte får planeras. Utredningsområdet ligger utanför det strandskyddade området (se Figur 9).



Figur 9. Längsmed Forshällaån sträcker sig strandskyddet med 100 m bredd från strandkanten där ny bebyggelse inte får planeras. ©Lantmäteriet Geodatasamverkan.

3.3 Recipient

Utredningsområdet ligger inom avrinningsområde för vattenförekomsten Forshällaån. Ån i sin tur mynnar ut i Havstensfjorden (Åsebukten) (se Figur 8). Forshällaån har idag måttlig ekologisk status och uppnår god kemisk status enligt VISS (förvaltningscykel 2017–2021) med undantag av att halter av bromerade difenyleter (PBDE), kvicksilver och kvicksilverföreningar överstiger sin miljökvalitetsnorm i vattenförekomsten. Beslutad miljökvalitetsnorm är god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus med undantag PBDE, kvicksilver och kvicksilverföreningar. Gällande ekologisk status beskrivs recipienten i VISS enligt nedan:

Kvalitetsfaktorerna näringsämnen och fisk är utslagsgivande för bedömningen. Vattenförekomsten är påverkad av näringsämnen/övergödning på grund av näringsutsläpp från bl.a. jordbruk och enskilda avlopp. Kvalitetsfaktorn fisk är bedömd till måttlig status eftersom

stora delar av vattenförekomsten saknar naturliga livsmiljöer för vattenlevande växter och djur. Vattendragets flöden är dessutom påverkade på ett sätt som är negativt för fiskbestånden eftersom vattenförekomsten är påverkad av markavvattning. Bedömningen baseras på kvalitetsfaktorerna morfologiskt tillstånd och hydrologisk regim. Människan har rätat ut slingrande vattendrag exempelvis vid markavvattning. Då ökar lutningen och vattnets hastighet. Bredare och djupare vattendrag minskar vattenhastigheten, något som sker vid rensningar, fördjupningar och muddringar. Stora delar av växter och djurs naturliga livsmiljöer har försvunnit på grund av mänskliga verksamheter.

Medelvärde för **totalfosfor** är **104 µg/l** enligt VISS, vilket motsvarar otillfredsställande status och har beräknats på 46 provtagningar mellan 2013 och 2018. Referensvärde har beräknats enligt bedömningsgrunder med jordbruksviktning.

Det finns ytterligare risk för att den ekologiska statusen avseende halter av Benso(a)pyrene, ämnesgruppen **PAH'er** och ämnesgruppen **metaller** (bl a koppar, zink, bly, och kadmium) sänks då trafikintensiteten i vattenförekomstens avrinningsområde är hög. Gällande kemisk status beskrivs recipienten i VISS enligt nedan:

”Halterna av **PBDE** bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av PBDE till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Problemet beror främst på påverkan från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av PBDE (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för PBDE ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition.” (Vattenmyndigheterna, 2023).

”Halterna av **kvicksilver** bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av kvicksilver till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av kvicksilver (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för kvicksilver ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition.” (Vattenmyndigheterna, 2023).

Då Forshällaån redan har problem med **näringsämnen** bör belastningen av främst fosfor inte öka efter exploatering. Medelvärden för mätdata (för period 2010–2021) för halter av kväve och fosfor vid mynning Forshällaån till Åsebukten enligt SMHI är **1407,43 µg/l (tot-N)** respektive **110,8 µg/l (tot-P)** (Utvärdera modellresultat för sötvatten | SMHI - Vattenwebb, 2023). Halter av fosfor och kväve i dagvatten från utredningsområdet som når Forshällaån ska inte överskrida dessa nivåer.

I länsstyrelsens rapport beskrivs Havstensfjorden som citat: ”Ett stor marint grundområde med vegetationssträckta bottnar av ålgräs, vegetationsfria ler- och sandbottnar samt ostron och blåmusselbankar.” (Miljökonsekvensbeskrivning- riskhanteringsplan Uddevalla Enligt Översvämningdirektivet 2007/60/EC Rapport: 2021:40).

4 Framtida avrinningsförhållanden samt förslagna dagvattenlösningar

Höjdsättning av ytor måste ske med lämplig lutning mot krossdiken. Delar av kvartersmark längst i öst samt tre tomter som planeras i söder har en naturlig lutning mot öst respektive söder. Genom att anlägga avskärande diken längs med utredningsområdets gräns i söder kan dagvattnet avledas till dagvattenanläggningen nedströms.

Naturmarken uppströms utredningsområdet har idag en avrinning i sydvästlig riktning mot intilliggande allmän naturmark. Ett avskärande dike längs med utredningsområdets gräns i norr justerar dagvattnets avrinningsväg så att det löper längs med gränsen till utredningsområdet innan det ansluter till angränsande naturområdet (riktning enligt de gröna pilarna i Figur 10). Avrinning kommer efter exploatering ske i samma riktning som idag.

Avrinning inom utredningsområdet efter exploatering sker i samma riktning som blåa pilar i Figur 10. Dagvatten från gångstigar kan anslutas ytledes till diken som löper längs med dessa. Dagvattnet kan därefter vidare avledas till de större krossdiken genom trummor under nya vägen.



Figur 10. Förslagna dagvattenhanteringar inom utredningsområdet samt riktning på avrinningsvägar. Gröna pilar avser riktning på avrinning från uppströms utredningsområdet. Blåa pilar avser riktning på avrinning genom utredningsområdet. Anläggningarnas placering är schematisk.

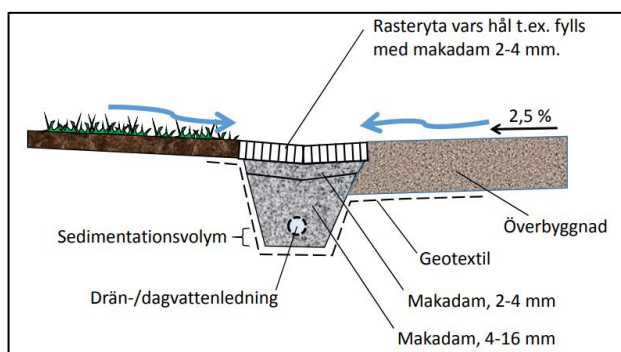
Öppen, ytlig avledning av dagvatten från hus, mindre parkeringsytor samt väg över grönytor mot krossdiken ger en trög avledning av dagvatten och möjliggör avskiljning av föroreningar till viss del redan innan vattnet når den huvudsakliga fördröjnings- och reningslösningen. Krossdiken som löper längs med vägen samt längs med gräns i väst ansluter dagvattnet och skyfall från utredningsområdet ner till ett trappat krossdike. Detta dike ansluts sedan till en mindre våtdamm.

Ingen fördröjning antas ske i krossdiken inom utredningsområdet. Krossdiken har förmåga att avskilja partikelbundna föroreningar upp till 90% (reningseffekten är platsspecifik och är olika beroende av anläggningens utformning och andra lokala aspekter). Reningseffekt för de lösta näringsämnena och metaller uppskattas ligga mellan 10 och 20 procent. Dock bör exakt reningseffekt beräknas specifikt för varje anläggning. Figur 11 visar ett exempel på ett krossdike i ett villaområde.



Figur 11. Makadamdike mellan lokalgata och tomtmark. Källa: Stockholm vatten och avfall.

Figur 12 visar en principskiss på ett krossdike.



Figur 12. Principskiss på ett makadamdike. Bildkälla: Stockholm vatten och avfall. Exempel på rasteryta kan vara genomsläppliga betongplattor som också används på gräsarmering.

Sediment och grus från vägar ansamlas i diket och kan orsaka igensättning. Ett sätt att begränsa detta är att anlägga gräsbeklädda remsor mellan diken och vägytan. Ett annat alternativ kan vara att anlägga en mindre fraktion makadam ovanpå för att förhindra att mindre partiklar kommer in i krossdiken, se Figur 13.



Figur 13. Ett raster av betong förhindrar mindre partiklar från att komma in i makadamlagret i diket.
Bildkälla: Stockholm vatten och avfall.

Efter en tid behöver makadamlagret bytas ut för att kunna behålla reningseffekt och tillräcklig genomsläpplighet.

Generellt kommer vattnet inte att kunna infiltreras då infiltrationsmöjligheterna i utredningsområdet anses vara små. De huvudsakliga reningsprocesserna antas ske nedströms bebyggelse, i ett trappat dike som föreslås att anläggas ihop med en mindre våtdamm där höjdsättningen möjliggör detta. Föreslagna dagvattenlösningar presenteras i Figur 14.



Figur 14. Dagvatten från utredningsområdet fortsätter nedströms genom ett trappat krossdike till en mindre våtdamm där vattnet renas och fördröjs. Markerade blåa ytan är en illustration av en långsmal damm där vatten kan stå året om (s.k. permanent vattenyta). Bruna ytan är en illustration av en nedstänk yta där överflödigt dagvatten kan fördröjas. Utformningen är endast ett förslag. Anläggningarnas placering är schematisk.

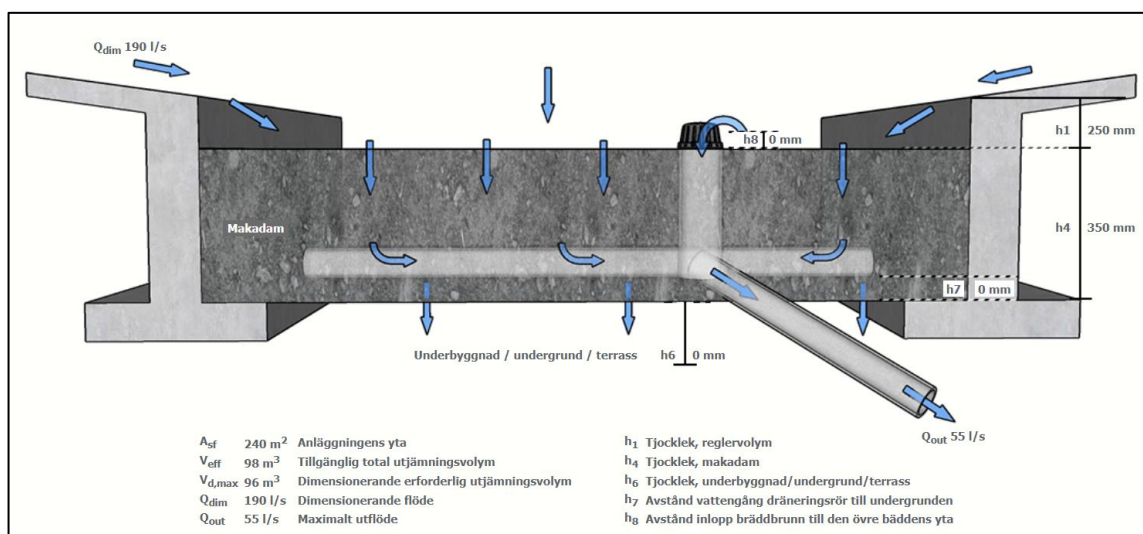
Trappat dike (nedströms utredningsområdet)

Ett trappat dike kan anläggas för att ansluta dagvatten från utredningsområdet till våddammen. Trappat dike begränsar avrinningshastigheten och fördröjer och renar dagvattnet stegvis, se Figur 15.



Figur 15. Trappat dike, bildkälla: Jonathan Malmberg ([Ekosystemtjänster för klimatanpassning – dagvattnelösningar och temperaturreglering - PBL kunskapsbanken - Boverket](#))

Diket bör dimensioneras för ett 20-årsregn och utloppet bör begränsas till 55 l/s som max. Figur 16 visar ett förslag för ett enkelt dike med dimensionerande fördröjningsvolym 98 m³. Diket uppskattas ta ca 240 m² yta i anspråk (2 m bredd, och 120 m lång).



Figur 16. Enkel skiss på dimensionering av ett dike med 98 m³ tillgänglig fördröjningsvolym. Bildkälla: StormTac.

Våtdamm

Dagvatten från trappat dike ansluts till en mindre våtdamm. Dammen kommer att ha ett begränsat utflöde motsvarande 1,5 l/s/ha för att ta hänsyn till befintligt markavvattningsföretag nedströms. I förslaget i Figur 14 har det valts att dela den permanenta dammvolymen från fördröjningsvolymen för att kunna dela upp ytan som behövs tas upp av dammen till mindre delar. Detta för att kunna utnyttja den befintliga marknivåer smartare och minska behovet av sprängning för att anlägga damm. Fördröjningsytan kan vara i form av en nedsänkt yta som kommer att anläggas längre söder ut (s.k. fördröjningsvolum syns i Figur 14).

Dammen kan delas upp till en för och en huvuddel. En fördamm kan skiljas från efterföljande huvuddamm genom till exempel en vall, en betongvägg, ett skibord eller en flytande skärm med plastduk förankrad till sedimenten. Figur 17 visar en damm där fördamm och huvuddamm har separerats med hjälp av en vall av makadam.

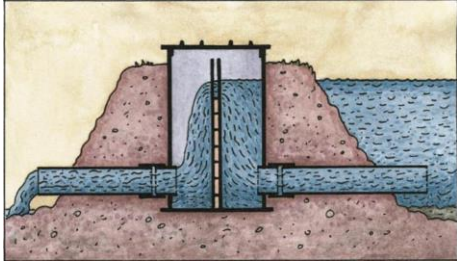


Figur 17. Exempel på utformning av en våtdamm med för och huvuddamm uppdelad med hjälp av makadamvall. ©COWI

Växtzon (litterat zon) runt dammen med vattendjup 0,15–0,3 m (maximalt 0,45 m), bredden >1–3 m och mycket låg släntlutning rekommenderas om utrymme finns (Thomas Larm, 2019).

Det är fördelaktigt att skapa en gradvis expansion från inloppet och gradvis kontraktion mot utloppet. Detta minskar uppkomst av kortslutningsströmmar (Thomas Larm, 2019).

En brunn i inloppet som skapar möjlighet för gravimetrisk avskiljning av sediment och oljefilm rekommenderas. Det är viktigt att skapa möjlighet för att vid behov kunna stänga av inloppet till våtdammen. Utloppet från våtdammen sker genom en nivåreglerande brunn som gör det möjligt för att kunna sätta utloppet under vattenytan. På så sätt minskar risken för temperaturskiktning i våtdammen. Reglering av vattennivå i dammen sker i regleringsbrunnen. Figur 18 redovisar exempel på en nivåreglerande brunn. Inlopp och utloppsbrunnar och dammen behöver nås genom en anslutande väg för slamtömning av brunnar och skötsel av anläggningen. Tabell 1 och Figur 19 beskriver den modellerade våtdammen.

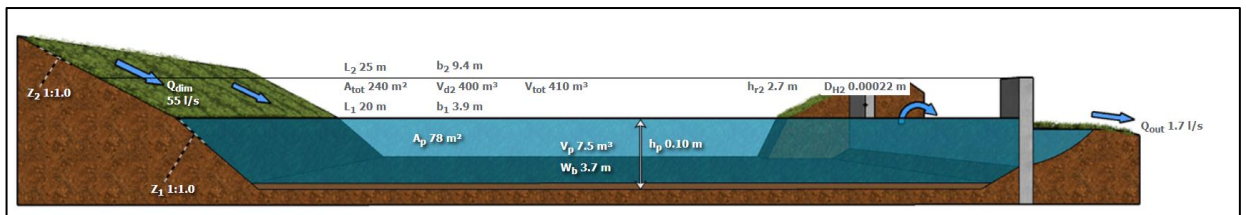


Figur 18. Exempel på nivåreglerande brunn från Uponor AB. Utflödet från dammen begränsas till 1,7 l/s (motsvarar 1,5 l/s,ha). Utloppet på damm sidan bör läggas under vattenytan och på bottennivå. På så sätt kan dammen vid behov tommas genom att regleringsanordningen i brunnen tas bort.

Tabell 1. Dimensioner på modellerade våtdamm i StormTac.

Våtdamm	
Längd: bredd förhållande	1:5
Släntlutning nedre del (z_1 i Figur 15)	1:1
Våt volym	7,5 m ³
Maximalt dimensionerande Utflöde	1,7 l/s (1,5 l/s,ha *1,2 ha= 1,7 l/s)
Totalt Ytbehov	240 m ²
Permanent vattendjup	Minst 0,1 m
Permanent vattenyta	78 m ²

Fördröjningsbehovet har beräknats till 400 m³ för hela utredningsområdet (se avsnitt 5.2) och trappat dike kan erbjuda upp till 100 m³ fördröjningsvolym. Resterande 300 m³ behöver fördröjas nedströms i en nedsänk yta (så kallad fördröjningsvolym i Figur 14).



Figur 19. Modellerad våtdamm. Källa: StormTac.

4.1 Drift och underhåll av dammar

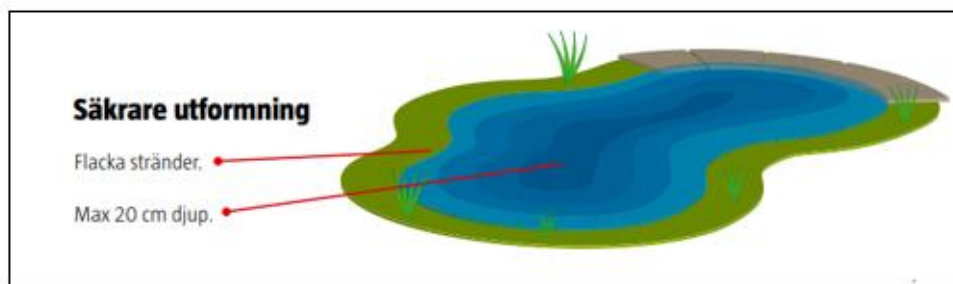
För att upprätthålla en hög reningskapacitet i våtdammen, behöver den kontrolleras regelbundet och skötas. Skräp och sediment vid in- och utlopp behöver rensas bort regelbundet, för att kunna behålla funktionen. Bottensediment som ansamlas bör avlägsnas med jämna mellanrum. Enligt Trafikverkets rekommendation kan bottensediment rensas vart femte år (Enheten för Samhälle och trafik, 2003) men detta bör kontrolleras i början av anläggningens liv för att hitta ett lämpligt tidsintervall som passar just den anläggningen. En flack släntlutning runt dammen underlättar drift och underhåll av ytorna runt denna.

För att växter ska kunna etablera sig runt dammen rekommenderas att ingen makadam läggs runt strandlinjen. Erosionsskydd får bara läggas vid in- och utlopp. Anordning för att vid behov kunna fullständigt tömma dammen bör finnas.

Om grundvattennivåerna är låga och/eller dammen har täta bottnar, finns det risk att dammen torkar ut under varma och torra sommarmånader.

4.2 Barnsäkerhet

Enligt boverkets byggregler behöver dammar med maximalt 0,2 meter vattendjup inte ha särskilt skydd (Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd - avsnitt 8:951). För lite vattendjup gör att sediment samlas snabbt och underhållsbehovet ökar. Permanent vattendjup rekommenderas vara minst 0,5 meter. Det blir i så fall viktigt att en skyddsanordning exempelvis ett staket som är minst 0,9 meter högt (Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd - avsnitt 8:952) och som barn inte kan krypa under eller klättra över skapas runt dammen. Grindar i staket bör inte kunna öppnas av barn. Inloppsöppningen bör förses med galler eller dylikt (Projekteringsråd vid utformning av dagvattenanläggningar inom NSVA Utgåva 1.0, 2019). Figur 16 är en enkel skiss på hur barnsäkerheten runt våta dammar kan ökas.



Figur 20. Skiss på hur barnsäkerheten runt våta dammar kan ökas (MSB248, reviderad November 2014).

4.3 Vattenverksamhet

Dagvattenåtgärder och planerade markarbeten inom utredningsområdet innebär inga påverkningar i något naturligt förekommande vattendrag. Utredningsområdet är redan idag lämpligt för att byggas ut till villaområde enligt förslaget. Utsläppet från våtdammen nedströms utredningsområdet och den slutliga fördröjningsytan har begränsats till 1,7 l/s (1,5 l/s,ha *1,2 ha= 1,7 l/s). Detta flöde bedöms inte kunna ha någon påverkan i dikesystemets nedströms eller i recipienten.

Vattenverksamhet definieras i 11 kap. 2 § 4 miljöbalken bland annat som åtgärder som utförs för att avvattna mark, sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål (markavvattning). I förarbetena till bestämmelsen anges, som exempel, att med markavvattning avses dikning, årensning, sjösänkning och invallning (se prop. 1997/98:45, Del 2, s. 127). Inga av ovannämnda åtgärder förekommer inom utredningsområdet eller i anslutning till detta. Därför bedöms att en utbyggnad enligt förslaget inte kommer att innebära markavvattning.

Det rekommenderas att samtliga föreslagna dagvattenanläggningar som avser avledning och rening byggs ut först innan utbyggnad inom utredningsområdet startas.

5 Dimensionering och fördröjning av dagvatten

Flödesberäkningar för att dimensionera dagvattensystemet har utförts med rationella metoden. Den matematiska formeln som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (från P110, Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där q_{dim} är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient (-), $i(t_r)$ är dimensionerande regnintensitet [l/s · ha], t_r är regnets varaktighet/rinntid (min) och k_f är klimatfaktor (-).

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta. Denna multiplicerat med arean benämns som reducerad area.

I rationella metoden antas regnets varaktighet vara lika lång som avrinningsområdets koncentrationstid. Koncentrations/rinntiden avser den tid det tar för hela utredningsområdet att bidra till flödet i beräkningspunkten. Klimatfaktor 1,25 används för att ta hänsyn till ökad regnintensitet i framtiden på grund av pågående klimatförändringar.

5.1 Dimensionerande flöden

Dimensionerande dagvattenflöden beräknades för utredningsområdet för ett typiskt villaområde. Antagen markanvändning, avrinningskoefficient och reducerad area innan och efter exploatering presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Befintlig och framtida markanvändning.

Område	A (ha)	φ (-)	A reducerad (ha)
Befintlig			
Skogsmark	1,15	0,1	0,12
Framtiden			
Villaområde	1,15	0,45	0,52

Dimensionerade flöden är beräknade med rationella metoden för återkomsttiderna 5-, 10-, 20- och 100-årsregn. I Tabell 3 nedan presenteras dimensionerande flöden.

Tabell 3. Rinntider och dimensionerande flöden Q(l/s), befintliga och framtiden.

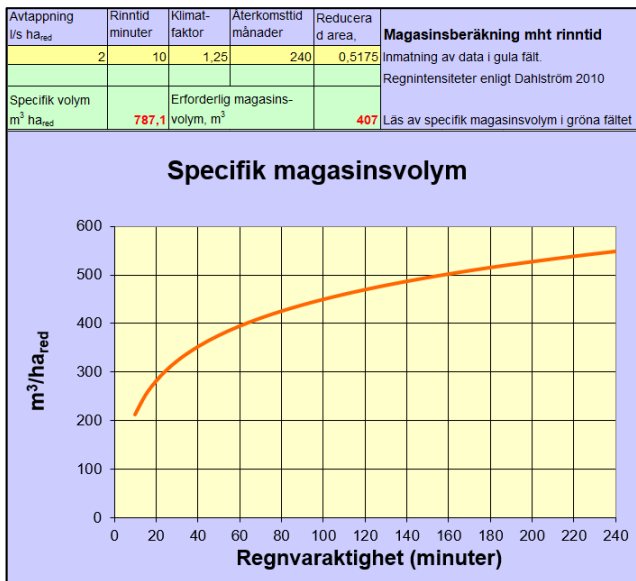
Befintlig markanvändning					Framtida markanvändning				
Rinntid (min)	$Q_{dim, 5\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 10\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 20\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 100\text{-års-regn}}$	Rinntid (min)	$Q_{dim, 5\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 10\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 20\text{-års-regn}}$	$Q_{dim, 100\text{-års-regn}}$
19	14	18	23	38	10	118	148	186	318

Vid ett 20-årsregn förväntas flödet från utredningsområdet öka från ca 23 l/s till 186 l/s. Detta beror främst på att andel hårdgjordyta ökar efter exploatering. Utöver det kommer

klimatförändringarna att orsaka mer intensiva regn i framtiden vilket resulterar i ökade avrinningsflöden.

5.2 Föreslagna fördröjningsvolym

För att inte öka utflödet från utredningsområdet efter exploatering behöver dagvattnet fördröjas och utflödet bör begränsas till 1,5 l/s,ha som är den tillåtna avrinningen enligt Uddevalla kommun. Erforderlig fördröjningsvolym beräknades med rationella metoden till 400 m³ för 20-års dimensionerande återkomsttid. Utöver fördröjningsbehovet bör dimensionering av dagvattenanläggningar göras med hänsyn till tillräcklig reningseffekt.



Figur 21. Erforderlig magasinvolym (m³) beräknas till 400 m³. Utloppet från magasinet begränsas till 1,7 l/s (1,5 l/s,ha *1,2 ha= 1,7 l/s). Det strypta utflödet ur magasinet varierar med fyllnadsgrad i utloppsledningen. Genomsnittliga utflödet antas vara ca 2/3 av det maximala utflödet.

6 Översvämningsrisker (kartering)

För att studera hur översvämningsriskerna i och nedströms utredningsområdet påverkas av planerad bebyggelse utfördes en skyfallsanalys i SCALGO Live. SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningsrisker. SCALGO Live visar översvämningsrisker baserat på lågpunkter i området för ett valt regndjup. En översvämningskartering med SCALGO Live kan ändå anses som en fingervisning för risker vid skyfall när ledningsnätets kapacitet ändå inte är tillgänglig. SCALGO Live använder lantmäteriets höjddata med upplösning 1x1 m.

För analysen så har framtida byggnader importerats in i SCALGO Live ovanpå befintliga marknivåer. Skyfallsanalysen har utförts för ett blockregn med 100 års återkomsttid med inräknad klimatfaktor 1,25 vilket motsvarar totalt 37 mm regn under 10 minuters varaktighet².

Allt dagvatten från utredningsområdet kommer att ledas nedströms genom krossdiken till en våtdamm.

Enligt Uddevalla kommuns räddningstjänst, begränsas framkomligheten för ambulanser generellt vid 0,2 m vatten på vägarna. Vattensamling djupare än 0,5 meter begränsar framkomligheten även för brandkåren. Områden med vattensamling djupare än 0,2 m har valts för att identifieras som riskområden vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Inga flödeshastigheter har beräknats för ytavrinning vid ett skyfall. Framkomlighet på prioriterade vägar bör kontrolleras och ny anläggning av vägar ska inte ske i låglänta områden där det finns risk för översvämningsrisker med mer än 0,2 m vattendjup. Framkomlighet till entréer bör garanteras genom att undvika placering av dessa i låglänta punkter med risk för översvämningsrisker.

Exploatering kommer inte orsaka försämrade översvämningsrisker nedströms utredningsområdet då allt dagvatten kommer att rinna av ytor inom utredningsområdet och samlas genom trappat dike i den föreslagna våtdammen nedströms. Trappat dike har 100 m³ fördröjningskapacitet. Utloppet från dammen begränsas till 1,7 l/s (1,5 l/s,ha *1,2 ha= 1,7 l/s). Dammen har dimensionerats för ett klimatanpassat 20-årsregn och fördröjningsvolymen har 300 m³ kapacitet. Framkomligheten till och från utredningsområdet är säkrad genom att dagvatten under ett skyfall rinner genom trummor och krossdiken och hittar ut från utredningsområdet och slutligen samlas i våtdammen och fördröjningsanläggningen nedströms.

Längst i norr finns ca 0,22 ha naturmark som tillhör fastigheten FORSHÄLLA-STRAND 2:10 som belastar utredningsområdet. Ett avskärande dike längs med utredningsområdets gräns i norr kan leda avrinningen förbi utredningsområdet.

Erforderlig dikesbredd för att avleda ett klimatanpassat 100-årsregn från utredningsområdet efter exploatering beräknades med Manningsformell (Manningstal= 20, rinntid 10 minuter) och presenteras i Tabell 4. Planerade diken har redovisats i Figur 10 samt Figur 14 i tidigare avsnitt (se avsnitt 4.2). Dikens exakta dimensioner bör tas fram vid projekteringskedje och baserade på de förutsättningarna på plats vid byggskede.

²Varaktigheten beräknas vara samma som rinntid genom utredningsområdet. Avrinning antogs ske mesta dels på rännstenar eller genom diken (0,5 m/s).

Tabell 4. Krossdikens topp bredd och djup inräknad med 30% porvolym för att avleda ett klimatanpassat 100-årsregn genom utredningsområdet och nedströms till fördröjningsytan.

	Krossdikets topp bredd (m), inräknad 30% porvolym, lika med bottenbredd (släntlutning=0)	Uppskattat krossdikesdjup (m) för att avleda 100-årsregn, inräknad 30% porvolym
Diken i väst	1	0,9
Vägdike i mitten	1	1,2
Avskärande dike längs i norr	0,7	0,3
Krossdiket nedströms utredningsområdet ³	2	0,7

³Det modellerade diket i StormTac har antagits ha 2 m bredd.

7 Rening av dagvatten

Föroreningsberäkningar har utförts för utredningsområdet med hjälp av StormTac webbapplikation (version v.24.1.1), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade utredningsområdet. Till de olika markanvändningarna finns typiska värden för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten med förknippade osäkerheter.

Årsmedelnederbörden 1088 mm/år har använts som indata för nederbörden (baserat på normalvärde för perioden 1991–2020 för station 81210 från SMHI 1026 mm, inklusive korrektionsfaktor på 6%).

Enligt StormTac användarmanual rekommenderas generellt att beräkna hela utredningsområdet som en enda markanvändning i stället för att dela upp ytor då t.ex. typhalter som används baseras på större mängd data, med mindre variation (osäkerhet). Därför vid val av markanvändningar i StormTac har man tänkt "brett". Ett område med villabebyggelse, innefattar samtliga markanvändning inom ett normalt villaområde, till exempel lokalgator, vägdi-ken, tak, uppfartsvägar och gräsmattor och dessutom har mindre osäkerhet i typhalter. För att kunna simulera framtidens klimat, har klimatfaktorn satts på 1,25 för framtiden. Återkomsttiden för befintlig situation valdes till 20 år utan respektive med exploatering. Tabell 5 redovisar markanvändning som användes i föroreningsberäkningen i StormTac. Basflödet d.v.s. flöde i dagvattensystemet vid torrväder, inläckande grundvattenflöde och anslutet dräneringsvatten bedöms vara noll då jordlagret består främst av berg. Avrinningskoefficienten från utredningsområdet efter exploatering beräknas vara 0,45 motsvarande kuperad villabebyggelse (P110, 2019).

De modellerade reningsanläggningar i StormTac innefattar ett krossdike som är serieanslutet till en våtdamm. Krossdiken inom utredningsområdet har inte modellerats och därför innefattar resultaten från beräkningen inte reningseffekten som diken inom utredningsområdet kan erbjuda.

Tabell 5. Parameter som använts i StormTac för att modellera framtida situation med respektive utan exploatering.

Markanvändning	ha	Rinntid (min)	Återkomsttid (år)	Klimatfaktor
Framtid utan exploatering				
Skogsmark	1,15	30	20	1,25
Framtid med exploatering				
Villaområde	1,15	10	20	1,25

Resultat från föroreningsberäkning med respektive utan exploatering visas i Tabell 6. Jämförelse med riktvärden för olika ämnen visar att efter exploatering och rening (modellerad reningsanläggning enligt beskrivningarna i avsnitt 4) kommer halter av de prioriterade ämnen i dagvatten att sjunka till under riktvärden. Halter av näringsämnen kommer att överstiga befintliga nivåer dock inte riktvärden. Halten av fosfor ligger under gränsvärdet som har

påpekats i VISS (104 µg/l). Halten av kvicksilver efter rening ligger en bra bit under befintliga nivåer vilket är positivt.

Tabell 6. Föroreningshalter (µ/l) för befintlig situation samt efter exploatering utan och med rening. Gulmarkerade värden överskrider riktvärden. Fetmarkerade värden överskrider befintliga nivåer.

Ämne	Riktvärden µ/l, Mycket känslig recipient	Befintligt (µg/l)	Framtida utan rening (µg/l)	Framtida med rening (µg/l)
P (fosfor)	50	15	160	36
N (kväve)	1250	260	1600	560
Pb (bly)	28	1,3	7,5	0,89
Cu (koppar)	10	4,4	14	3,2
Zn (zink)	30	13	58	5,1
Cd (kadmium)	0,9	0,05	0,31	0,037
Cr (krom)	7	1,2	3,7	0,56
Ni (Nikel)	68	1,5	4,8	0,92
Hg (kviksilver)	0,07	0,005	0,011	0,0039
SS (suspenderade ämnen)	25 000	8000	31 000	5800
Olja	1000	54	320	16
PAH16	0,27	0,025	0,37	0,025
As (Arsenik)	16	0,87	1,9	0,45
TOC (Total organisk kol)	12 000	5200	7500	4100

Resultat från föroreningsberäkning med respektive utan exploatering visas i Tabell 7. Föroreningsbelastning av samtliga prioriterade ämnen kommer att minska efter rening förutom näringsämnen, PAH16 och TOC. Resultaten visar att näringsämnen är svåra att rena i dagvatten och verken halter eller belastningen av kväve eller fosfor kommer att kunna reduceras till under befintliga nivåer. Det är viktigt att nämna att resultaten från StormTac bygger på mätdata och typhalter av de olika ämnen som avrinner från modellerade ytor i programmet. Underlagen till programmet är förknippat med viss osäkerheter. Beräkningsresultatens osäkerhet behöver beaktas när slutsatser dras. Dessutom måste anläggningarnas storlek vara

ekonomiskt försvarbara. Det går att höja reningseffekten ännu mer genom att anlägga ytterligare reningsanläggningar men åtgärderna bör vara ekonomiskt skäliga för att byggas.

I reningsberäkningen har reningseffekten i krossdiken inom utredningsområdet, inte räknats med. Om detta räknas in, kan belastning av näringsämnen i renat dagvatten sjunka ytterligare. Ett krossdike kan rena näringsämnen upp till 90 %.

Tabell 7. Föroreningsbelastning (kg/år) för befintlig situation samt efter exploatering utan respektive med rening. Gulmarkerade värden överskrider befintliga nivåer.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida utan rening (kg/år)	Framtida med rening (kg/år)
P (fosfor)	0,11	1,5	0,35
N (kväve)	1,9	15	5,4
Pb (bly)	0,0097	0,072	0,0085
Cu (koppar)	0,033	0,13	0,031
Zn (zink)	0,093	0,56	0,049
Cd (kadmium)	0,00037	0,003	0,00035
Cr (krom)	0,0087	0,035	0,0054
Ni (Nikel)	0,011	0,047	0,0089
Hg (kvicksilver)	0,000037	0,00011	0,000037
SS (suspenderade ämnen)	59	290	55
Olja	0,4	3,1	0,15
PAH16	0,00019	0,0036	0,00024
As (Arsenik)	0,0064	0,018	0,0043
TOC (Total organisk kol)	38	72	39

7.1 Planens påverkan på recipient samt ekosystemtjänster

Samtliga föroreningar renas till under riktvärden för mycket känslig recipient. Halten av fosfor ligger en bra bit under gränsvärden som har meddelats i VISS för Forshällaån men också riktvärden som har meddelats av Göteborgs Stads för mycket känslig recipient. Utflödet från våtdammen kommer att rinna genom ett dikessystem innan det mynnar i Forshällaån. Sträckan mellan våtdammen och ån består i stort sett av åkermark. Det bedöms att växtligheten som finns på vägen innan vattnet når recipienten kommer att kunna fånga upp ytterligare näringsämnen och TOC så att halter av dessa kan sjunka ytterligare innan recipienten nås.

Det är svårt att uppnå höga reningseffekter för kväve och generellt bedöms inte kväve vara det tillväxtbegränsande näringsämnet i vattendragen utan det begränsade näringsämnet är fosfor. För hav bedöms det generellt vara viktigare att få till en större kväveavskiljning. Ekologisk status gällande halter av kväve i Åsebukten bedöms som måttliga enligt VISS. Främst bedöms påverkan på Havstensfjorden ha orsakats av skogsbruk och jordbruk men även urban markanvändning påverkar den ekologiska vattenkvalitén i fjorden avseende syrgasförhållandena. Utsläppsbehandlande och/eller förebyggande åtgärder behöver genomföras för att minska utsläppet så att god status kan nås till 2027 i fjorden.

För att kunna ytterligare sänka belastning av näringsämnen (fosfor och kväve) rekommenderas att gröna och öppna dagvattenlösningar anläggs på kvartermark och gatan i så stor utsträckning som möjligt. Till exempel kan skelettkonstruktion med träd eller biofilteranläggning i form av farthinder användas längs med vägen. Ju längre ner avrinningsvägen anläggs dagvattenanläggningar desto högre sannolikhet att merparten av ytor har hunnit spolas med dagvatten och därmed mycket av föroreningar har hunnit följa med och kommer att nå reninganläggningen.

Naturvårdsverket definierar ekosystemtjänster som alla produkter och tjänster som ekosystemen erbjuder människan och som bidrar till vår välfärd och livskvalité. Människors överlevnad och välmående är beroende av dessa tjänster. Träd och gröna ytor bör anläggas i så stor utsträckning som möjligt för att kunna bidra till klimatanpassning genom upptagning av dagvatten, skugga och temperaturutjämning. Både träd och gröna ytor bidrar till biologisk mångfald och flera ekosystemtjänster.

8 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning kan sammanfattas med följande slutsatser och rekommendationer:

- > Utredningsområdet består i dagsläget av naturmark med mycket liten infiltrationsmöjlighet. Vid detaljprojektering bör ytor få lämplig lutning för att underlätta ytledes avrinning till krossdiken.
- > Vid detaljprojektering bör höjdsättning av ytor studeras noggrant för att säkerställa tillfredställande yt-avledning till krossdiken och slutligen till våtdammen.
- > Dikessystemet bör ha tillräcklig kapacitet för att på ett tillfredställande sätt kunna avleda ett klimatanpassat 100-årsregn genom utredningsområdet. Lämplig bredd per dikessträcka för detta har beräknats och redovisats i denna utredning.
- > För att förhindra halter av näringsämnen i dagvatten från att öka, förespråkas ytlig avledning av dagvatten över gröna ytor inom kvartersmark och gata, särskilt för att skapa ytterligare möjlighet för rening av dagvatten inom utredningsområdet. Finns det plats och möjlighet att anlägga träd och gröna ytor längs med vägen, bör möjligheten undersökas. Träd och gröna ytor minskar avrinning från planytan, förhindrar föroreningar (bland annat näringsämnen) från att lämna utredningsområdet och höjer därmed reningseffekten i våtdammen nedströms. Träd ökar den biologiska mångfalden och har en positiv påverkan på ekosystemtjänster.
- > Flera olika alternativ för rening av dagvattnet från utredningsområdet har undersökts; bland annat ett alternativ med biofilteranläggning. Alternativet med våtdamm hade minst ytbehov och högsta reningseffekt.
- > Nedströms utredningsområdet finns ett markavvattningsföretag. Utloppet från våtdammen har begränsats till 1,7 l/s ($1,5 \text{ l/s,ha} * 1,2 \text{ ha} = 1,7 \text{ l/s}$) enligt uppgift från Uddevalla kommun för att ta hänsyn till detta.
- > Föreslagna dagvattenlösningar behöver ha en fördröjningsvolym för total 400 m³ vatten. Den permanenta våtdammen har delats från den fördröjningsvolymen. Det trappat dike uppströms dammanläggningen bedöms kunna erbjuda upp till 100 m³ fördröjningsvolym. Resterande 300 m³ bör fördröjas i en nedsänk yta nedströms våtdammen. Våtdamm bedöms kunna bidra även med biologisk mångfald och ekosystemtjänster.
- > Dimensionering av trummor under väg bör göras för ett klimatanpassat 100-årsregn för att säkerställa avledning av skyfall genom utredningsområdet och säkerställa framkomligheten.
- > Hantering av dagvatten under byggskede med avseende på både fördröjning och rening är viktig. Länshållnings/överskottsvatten bör omhändertas och renas innan utsläpp till recipient, både avseende partiklar och eventuellt föroreningsinnehåll.
- > Dagvatten från koppar- och zinktak måste alltid renas innan det släpps till dagvattensystemet. Det rekommenderas att undvika byggnadsmaterial som kan innehålla miljöfarliga ämnen. Dessa ämnen kan lösas upp efter en period och spolats med vattnet och nå recipienten vilket leder till att föroreningsbelastningen i recipienten ökar.

- > Det rekommenderas att anlägga gröna och öppna dagvattenlösningar inom utredningsområdet och avleda vattnet på gräsytor inom kvartersmark för att på så sätt kunna fånga upp föroreningar (främst näringsämnen) nära källan.
- > Krossdiken som löper längs med vägen och villakvarteren kan erbjuda upp till 90% rening av näringsämnen. Krossdikens reningseffekt inom utredningsområdet ha inte räknats med i modellberäkningen på grund av stor osäkerhet som kan finnas i allt för detaljerad modellering. Bedömningen är dock att om reningseffekten av dessa diken räknas med kan näringsämnen i renat dagvatten reduceras till befintliga nivåer.
- > Åtgärder för att hantera dagvatten inom och i anslutning till utredningsområdet innebär inga påverkan på naturligt förekommande vattendrag och det inte heller bedöms innebära vattenverksamhet.
- > Det rekommenderas att samtliga dagvattenanläggningar som avser avledning och rening byggs ut först innan utbyggnad inom utredningsområdet.
- > Föroreningsbelastningen för de flesta ämnen efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar kommer att reduceras till befintliga nivåer. En utbyggnad enligt förslaget bedöms inte kunna försämra möjligheterna för Forshällaån att uppnå MKN.

9 Referenser

- (u.d.). *Bilaga 2. Checklista dagvatten hantering, lagstiftning*. Uddevalla : Uddevalla kommun. Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd - avsnitt 8:951. (u.d.). Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd - avsnitt 8:952. (u.d.). Boverkets byggregler .
- Enheten för Samhälle och trafik, T. (12 2003). *VÄGDAGVATTENDAMMAR; Publikation 2003:188-En undersökning av funktion och reningseffekt*. Vägverket.
- (u.d.). *Miljökonsekvensbeskrivning– riskhanteringsplan Uddevalla Enligt Översvämningsdirektivet 2007/60/EC Rapport: 2021:40*. Länsstyrelsen Västra Götaland.
- MSB248, M. f. (reviderad November 2014). *Barnsäker pool och trädgårdsdamm*.
- P110. (2019). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. Svenskt Vatten.
- Projekteringsråd vid utformning av dagvattenanläggningar inom NSVA Utgåva 1.0. (den 10 04 2019). NSVA.
- R2020:13, M. i. (u.d.). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*.
- Thomas Larm, S. A. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och* . Stockholm: Svenskt Vatten AB.
- Utvärdera modellresultat för sötvatten | SMHI - Vattenwebb*. (den 01 02 2023). Hämtat från WWW.smhi.se: <https://vattenwebb.smhi.se/modelldiff/>
- Vattenmyndigheterna. (den 13 02 2023). *VISS-Vatteninformationssystem*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se>.