

Dagvattenutredning

Dockstavarvet

Status

Slutversion

Beställare

Dockstavarvet AB

Datum

2024-09-23

Rev

2024-09-23

Uppdragsansvarig

Stina Sahlén

Handläggare

Pontus Karlström

Granskare

Johan Jönsson

Datum

2024-09-23

Projekt-ID

D0163040

Mottagare

Dockstavarvet AB

Varsvägen 1

870 33 Docksta

Sverige



Sammanfattning

AFRY har fått i uppdrag av Dockstavarvet AB att ta fram ett förslag till detaljplan för utveckling av Dockstavarvet. Planområdet ligger i tätorten Docksta beläget i Höga kusten strax söder om Skuleberget, och cirka fyra mil söder om Örnsköldsvik längs E4. Syftet med detaljplanen är att omexploatera planområdet för att möjliggöra utveckling av Dockstavarvets verksamhet.

Som del av planförslaget ska en dagvattenutredning upprättas. Syftet med dagvattenutredningen är att utifrån planerad markanvändning inom planområdet bedöma förutsättningar för dagvattenflöden samt föroreningsbelastning gentemot recipient. Det görs för att säkerställa dagvattenhantering och vattenkvaliteten i recipienterna Dockstafjärden samt Dockstaån.

Utredningen har beskrivit följande;

- Beskrivning av hur exploatering påverkar uppfyllnad av befintliga miljö kvalitetsnormer (MKN)
- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Bedömning av översvämningsrisker

Följande dagvattenflöden beräknades fram;

- Befintlig situation: 290 l/s vid 10-årsregn och 790 l/s vid 100-årsregn
- Planerad situation: 1100 l/s vid 10-års regn och 2300 l/s vid 100-årsregn.

Dagvattenflöden liksom föroreningsbelastning ökade markant vid planerad situation. Dock visade simuleringarna inga omfattande vattenansamlingar inom planområdet vid planerad situation. Utredningen kom fram till att den planerade situationen inte äventyrar miljö kvalitetsnormerna (MKN) hos recipienterna så länge biofilter eller annan lämplig reningsmetod används inom planområdet. För studien kritiska föroreningsämnen, kvicksilver och PBDE, ökade vid planerad situation. PBDE kunde via vald reningsmetod minska till koncentration som understeg befintlig situation, men det visade sig att kvicksilver vid simulering med olika typer av reningsmetoder inte kunde sänkas till motsvarande befintlig situation.

En översvämning genom höjning av vattennivån i recipient med 0,5 meter gav enligt simuleringarna endast begränsade ansamlingar vatten inom planområdet medan en höjning med två meter gav vattenansamling som täckte majoriteten av planområdet.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund & Syfte	1
1.2	Uppdragsbeskrivning	1
2	Förutsättningar	2
2.1	Underlag	2
2.2	Hydrologiska beräkningsmetoder.....	2
2.2.1	Flöden.....	2
3	Områdesbeskrivning	3
3.1	Platsbeskrivning.....	3
3.1.1	Befintlig markanvändning	3
3.1.2	Planerad markanvändning	5
3.2	Geotekniska förhållanden.....	6
3.2.1	Markförhållanden.....	6
3.2.2	Grundvattennivåer	9
3.3	Samlad bedömning för infiltration	9
3.4	Avrinning.....	9
3.5	Ledningsnät inom planområdet	13
3.6	Översvämningsanalys	14
3.7	Skyfallsanalys i SCALGO Live	17
3.7.1	Jämförelse mellan resultaten	19
3.8	Recipienter och MKN för vatten	19
3.8.1	Dockstafjärden	21
3.8.2	Dockstaån	21
4	Flödesberäkningar.....	22
4.1	Befintlig situation.....	22
4.1.1	Avrinningskoefficienter	23
4.1.2	Markanvändning	23
4.1.3	Flöden.....	24
4.2	Planerad utformning.....	24
4.2.1	Avrinningskoefficienter	24
4.2.2	Markanvändning	24
4.2.3	Flöden.....	25



4.2.4	Föroreningsberäkningar	25
5	Dagvattenhantering	27
5.1	Höjdsättning	27
5.2	Föreslagna dagvattenlösningar.....	27
5.2.1	Svackdike	29
5.2.2	Översilningsytor	29
5.2.3	Genomsläppliga beläggningar	30
5.2.4	Träd i skelettjord	32
5.2.5	Makadamdike.....	33
5.2.6	Krossmagasin.....	34
5.2.7	Växtbädd	35
5.2.8	Brunnsfilter.....	38
5.2.9	Vegetationsklädda tak.....	41
6	Slutsats och rekommendationer	42
7	Referenser.....	44

1 Inledning

1.1 Bakgrund & Syfte

AFRY har fått i uppdrag av Dockstavarvet AB att ta fram ett förslag till detaljplan för utveckling av Dockstavarvet. Området ligger i tätorten Docksta beläget i Höga kusten strax söder om Skuleberget och cirka fyra mil söder om Örnsköldsvik längs E4.

Syftet med detaljplanen är att omexploatera planområdet för att möjliggöra utveckling av Dockstavarvets verksamhet.

Som del av planförslaget ska en dagvattenutredning upprättas. Syftet med dagvattenutredningen är att utifrån planerad markanvändning inom planområdet bedöma förutsättningar för dagvattenflöden samt föroreningsbelastning gentemot recipient. Det görs för att säkerställa dagvattenhantering och vattenkvaliteten i recipienterna Dockstafjärden samt Dockstaån. De båda recipienterna kommer att beskrivas utförligt i kapitel 3.6. Beräkning av dagvattenflöden samt föroreningsbelastning kommer göras utifrån befintliga förutsättningar före exploatering samt planerade förutsättningar efter exploatering.

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Beskrivning av hur exploatering påverkar uppfyllnad av befintliga miljö kvalitetsnormer (MKN)
- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Bedömning av översvämningsrisker

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Daterat
Uppdragsbeskrivning och offert	2018-05-04
Översiktskarta / baskarta / grundkarta över utredningsområdet	2024-05-29
Strukturplan / plankarta / gränser för detaljplanområde	2024
Laserscannad höjddata	2024
Underlag av VA-ledningar (allmänna VA-ledningar / fastighetens ledningar)	2024
Tekniskt PM / PM Geoteknik	2024-01-18

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår/Version
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2023
ArcGIS	Länsstyrelsen	2024
Genomsläpplighetskarta	SGU	2024
Jordartskarta	SGU	2024
Markteknisk undersökning	AFRY	2024
PM Geoteknik	AFRY	2024
Provtagningsrapport markmiljö	FAVEO	2011
Jorddjupskarta	SGU	2024
Stormtac	Stormtac	2024
ScalgoLive	Scalgo	2024

2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar har utförts för befintlig situation och för planerad situation. För beräkningar av flöden har ett 10-årsregn med regnvaraktighet 10 min samt 100-årsregn med regnvaraktighet 10 min använts. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB)

2.2.1 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.

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

Där:

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

\bar{A} = återkomsttid [månader]

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

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [–]

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

k = klimatfaktor

3 Områdesbeskrivning

3.1 Platsbeskrivning

3.1.1 Befintlig markanvändning

Området är idag planlagt för industri. På området har tidigare bedrivits sågverksverksamhet. Idag ägs området av Dockstavarvet AB som använder området för varvsverksamhet, vilket sker inom fastighet 5:160. Fastighet 5:162 och 5:159 används för förvaring av båtar och lager. Fastigheterna Docksta 5:2 och 5:77 är bostadsfastigheter som saknar byggrätt för bostad i nu gällande plan. Fastigheten 5:128 ingår inte i dagvattenutredningen då den inte bedöms påverka exploateringsområdet, och därför kommer dagvattenflöde från den fastigheten till Dockstafjärden inte påverkas av exploateringen. Figur 3–1 nedan visar berörda fastigheter.

Fastighetsytor;

- 5:160 har en area på cirka 29 000 m² (2,9 ha)
- 5:162 har en area på cirka 12 000 m² (1,2 ha)
- 5:159 har en area på cirka 7 115 m² (0,71 ha)
- 5:77 har en area på cirka 2 413 m² (0,24 ha)
- 5:2 har en area på cirka 4 397 m² (0,44 ha)
- Samtliga fastigheter har en total area på cirka 54 925 m² (5,5 ha)

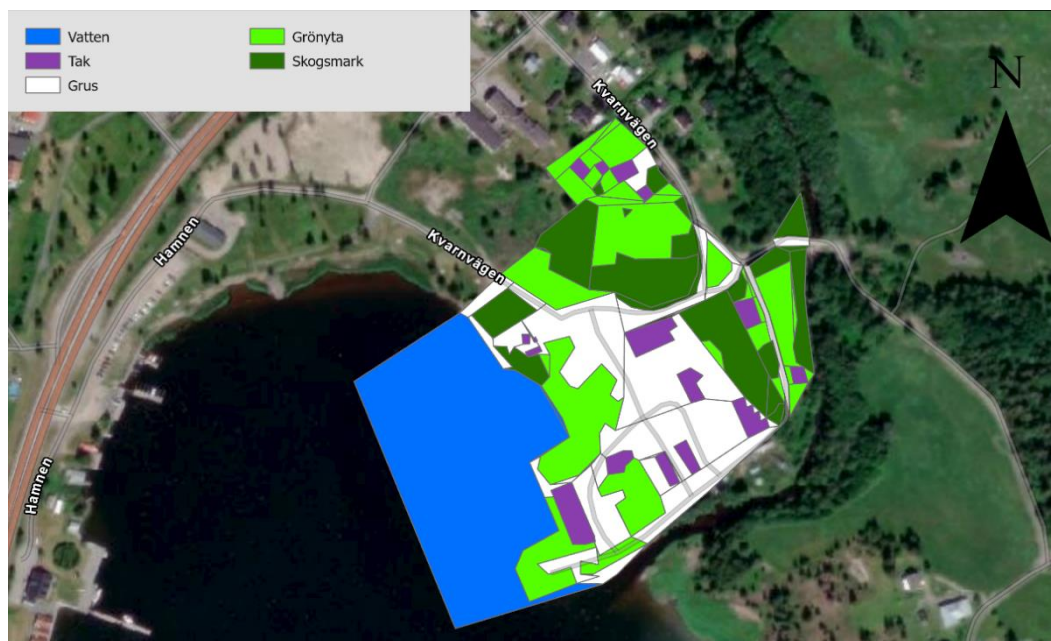


Figur 3–1. Översiktsbild av Dockstavarvets planområde inklusive närliggande fastigheter som bedöms kunna påverka föreslagen exploatering. Röda linjer har applicerats manuellt på grundkartan för att illustrera fastighetsgränser samt gräns för planområdet. ©Lantmäteriet.

Fördelning av markanvändning visas i figur 3–2 nedan. Marken består främst av grönyta (gräsmark), skogsmark, byggnader (tak) samt grus.

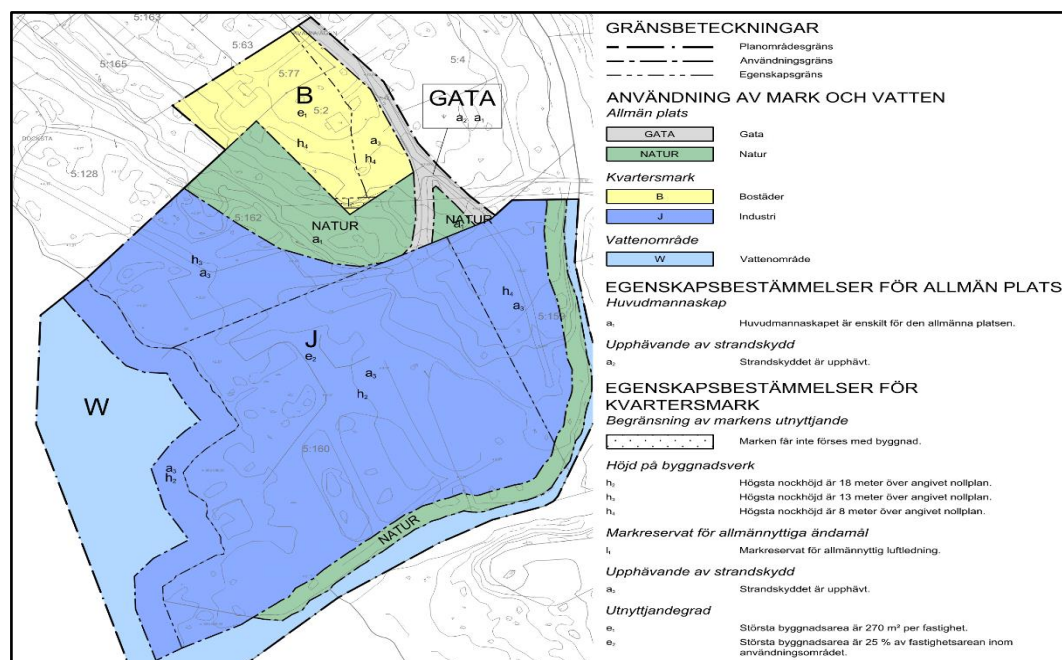
Befintlig ytfördelning;

- Tak: 3 592 m² (0,36 ha)
- Grus: 14 206 m² (1,42 ha)
- Gräsmark: 27 513 m² (2,75 ha)
- Skogsmark: 12 723 m² (1,27 ha)



Figur 3-2. Illustration av befintlig markanvändning inom planområdet. ©ArcGIS.

3.1.2 Planerad markanvändning



Figur 3-3. Bilden illustrerar planerad markanvändning inom planområdet. Exploatering kommer att ske inom det mörkblå området. Underlaget har tillhandahållits från Kramfors kommun.

Planerad markanvändning efter exploatering visas i figur 3-3 ovan. Den mörkblå ytan märkt *industri* kommer utgöra exploateringsområdet. Den mörkblå ytan motsvarar en yta om 41 292 m². Enligt planbestämmelserna får som högst 25% av den mörkblå ytan utgöras av byggnadsyta. Uppemot 80–100% av den mörkblå ytan består av tak samt asfalt. I den här utredningen antas 100% av den mörkblå ytan bestå av tak och asfalt. Beräknad uppdelning av tak och asfalt inom den mörkblå ytan visas i kapitel 4.2.

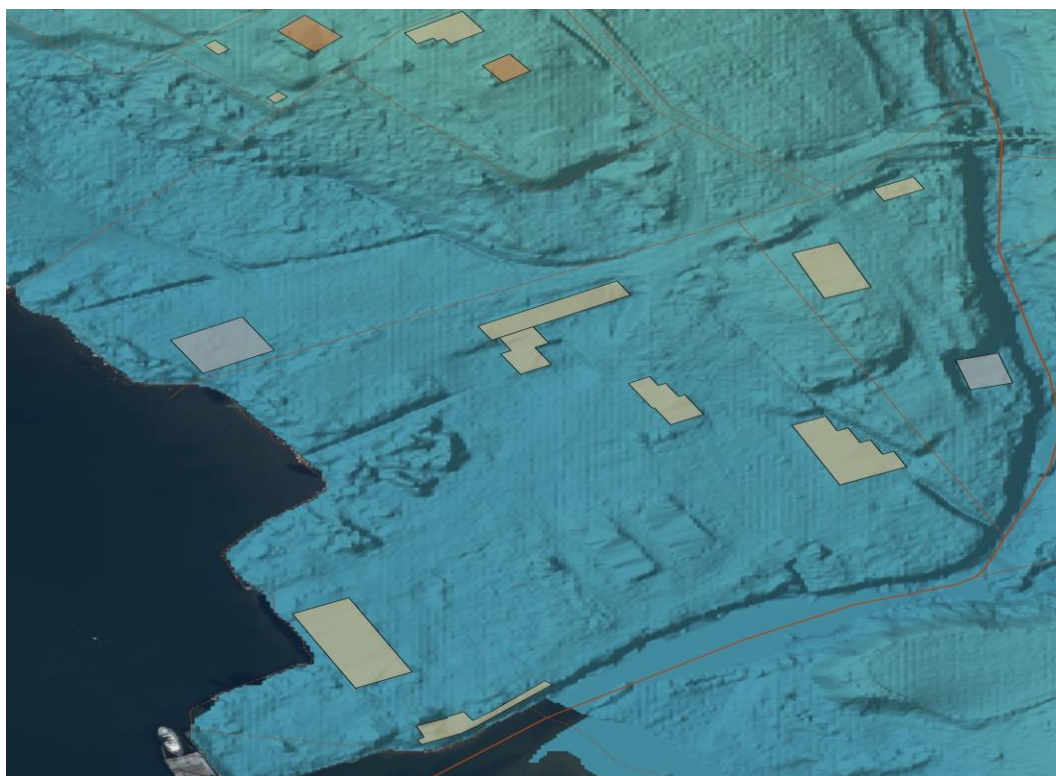
Ytfördelning planerad situation (figur 3–3);

- Mörkblå industriyta är 41 292 m² (4,12 ha)
- Gul bostadsyta är 6 535 m² (0,65 ha)
- Grön skogsmarksyta är 6 921 m² (0,69 ha)
- Gatuyta (grusväg) är 800 m² (0,08 ha)

3.2 Geotekniska förhållanden

3.2.1 Markförhållanden

Marknivån inom det undersökta området på Dockstavarvet är förhållandevis plan med lätt lutning från öster mot väster. I figur 3–4 nedan går det att urskilja en viss höjdskillnad mellan området där bostadsfastigheterna är belägna jämfört med fastigheten 5:160.



Figur 3–4. Höjdmodell över planområdet. ©Scalgo.

3.2.1.1 Jordarter

Under januari 2024 utförde AFRY geotekniska undersökningar inom området, på uppdrag av Dockstavarvet. Undersökningarna visade att marken i området är relativt homogen och sonderingar tyder på liknande jordlagerföljd. Generellt i området återfinns fyllnadsmassor av blandad karaktär. Därefter finns silt, sulfid och lera med varierande mäktighet innan sonderingarna stoppar på förmodad fast morän. De lösa jordlagren ökar i mäktighet närmare vattnet. Den överliggande fyllningen består av grusig sand, sågspån, trädrester och stenig grusig sand ner till cirka 3,0 meter under markytan beroende på undersökningspunkt. Hejarsonderingarna stoppade på mellan 8–16 meters djup under markytan i området, troligen i fast morän.

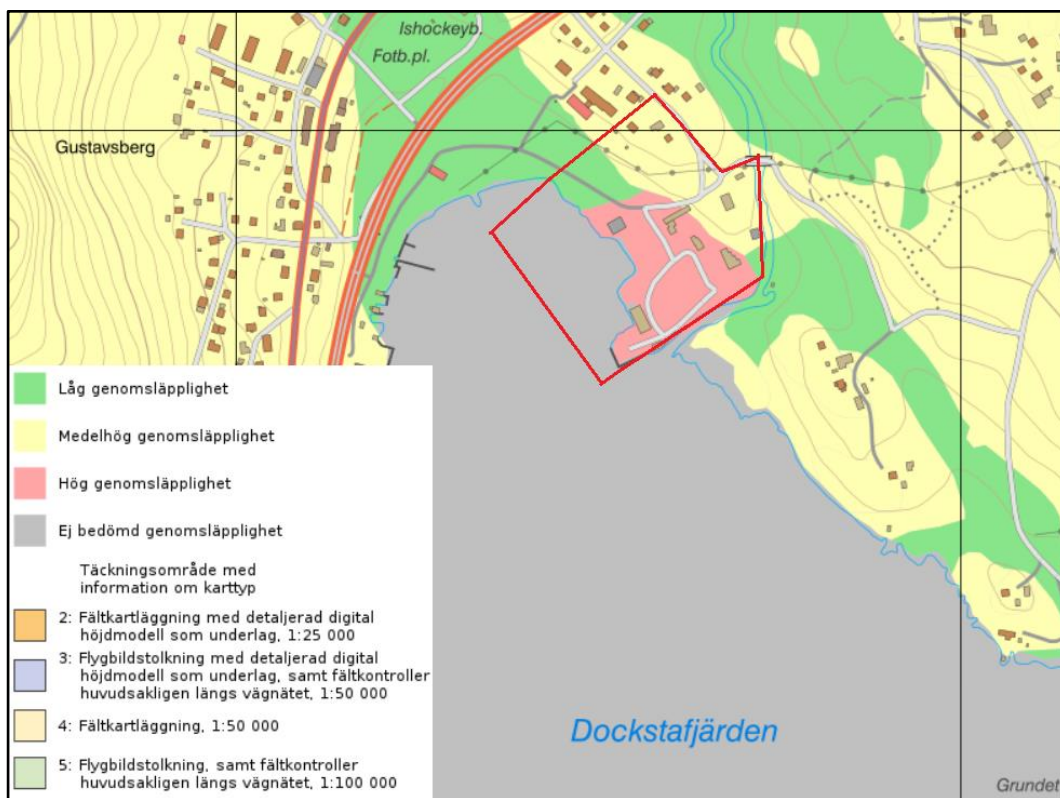
Tabell 3–1. Mätdata från utförda sonderingar under den geoteknologiska undersökningen. Tabellen visar vilka jordarter som främst förekommer på respektive jorddjup, samt de respektive jordlagrens lagertjocklek. ©AFRY.

Lager-tjocklek [m]	Djup [m.u.y]	Jordart
0,0 – 1,5	0,0 – 1,5	Mg:gr sa trä
1,5-2,2	1,5 - 2,2	Grsa, cl Mggrsa, susicl
2,2-3,5	2,2 – 3,5	siCl, grsaSi
3,5-5,0	3,5 - 5,0	sugrsaSi,su- siCl, grsaSi
5,0-12,0	5,0-12,0	*Ti
12,0-16,2	12,0-16,2	*Ti

Under 2011 utfördes jordprovtagning, på uppdrag av Dockstavarvet AB, inom berörda fastigheter med anledning av att marken tidigare användes av ett sågverk och det fanns då misstanke om att marken var förorenad. Provtagning gjordes mot de mest vanligt förekommande föroreningarna som kopplas till sågverk. Det var ämnen som klorfenoler, PAH:er, dioxin, organiska bekämpningsmedel samt kvicksilver. Analysresultaten visade att samtliga ämnen underskred Naturvårdsverkets riktvärde för ”mindre känslig markanvändning”. Det innebär att marken kan schaktas, bebyggas på och användas som fyllnadsmassor inom fastigheten.

3.2.1.2 Genomsläpplighet

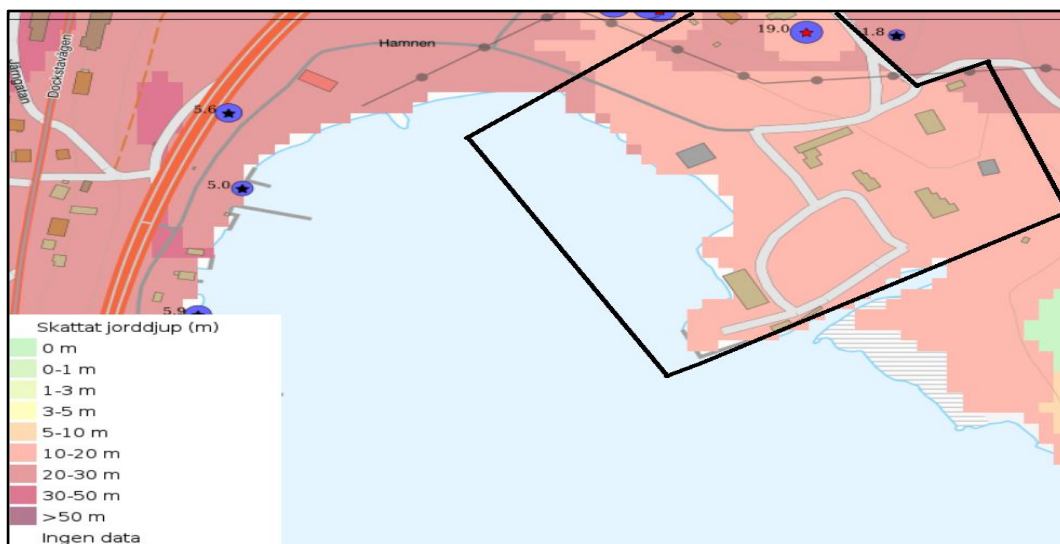
Förutsättningar för markens genomsläpplighet inom planområdet visas i figur 3–5. Kartunderlaget från SGU tyder på att marken inom planområdet generellt har en medelhög till hög genomsläpplighet, och kan därför möjliggöra god infiltration för dagvatten.



Figur 3–5. Genomsläpplighet i området kring Docksta. Planområdet är inringat med röd linje. ©SGU.

3.2.1.3 Jorddjup

Förutsättningar för jorddjupet inom planområdet visas i figur 3–6. Kartunderlaget från SGU tyder på att jorddjupet generellt är cirka 10–20 meter inom planområdet, vilket även överensstämmer med geotekniska undersökningarna inom området 2024.



Figur 3–6. Jorddjup i området kring Docksta. Planområdet är inringat med svart linje. ©SGU.

3.2.2 Grundvattennivåer

Under januari 2024 genomförde AFRY hydrogeologiska undersökningar inom området, i samband med den geotekniska undersökningen, på uppdrag av Dockstavarvet. Grundvattenrör lodades 11 januari 2024 och då var grundvattennivån 4,25 meter under inmätt markyta. 25 januari 2024 var motsvarande nivå 1,3 meter under markytan.

3.3 Samlad bedömning för infiltration

Underlag från den geotekniska undersökningen samt kartunderlag från SGU ger relativt liknande bild av infiltrationsmöjligheter inom området. Den överliggande fyllningen består av grusig sand, sågspån, trädrester och stenig grusig sand ner till cirka 3,0 meter under markytan beroende på undersökningspunkt. Lagret under består till stor del av silt, lera och sulfid följt av fast morän vilket kan hämma infiltrationen. Den geotekniska undersökningen tyder på att grundvattennivån varierar mellan cirka 1–4 meter under markytan. Grundvattnet lodades under januari. Vid snösmältning under våren samt under höstperiodens nybildning av grundvatten kan sannolikt högre grundvattenflöde förekomma (SGU, 2020). Generellt får det anses sannolikt att jordlagren i området ger goda infiltrationsmöjligheter. Figur 3–2 vittnar även om att en stor del av markanvändningen i området består av gräsmark (grönyta) och skogsmark vilket har god förmåga att omhänderta dagvatten. Jordprover som tagits på området tyder inte på förorenad mark som kan sprida sig till grundvattnet vid markarbete eller liknande. Ovanstående beskrivning gäller dock för befintlig markanvändning. Efter exploatering väntas stora delar av fastighet 5:160, 5:159 samt 5:162 att omvandlas till asfalt och takyta. Det kommer minska infiltrationsmöjligheter inom planområdet avsevärt. En viss del av dagvattenflödet från bostadsfastigheterna kan fortfarande infiltreras i skogsområdet som blir kvar inom 5:162, men som helhet kommer sannolikt dagvattenflödet till recipienterna Dockstafjärden och Dockstaån att öka betydligt.

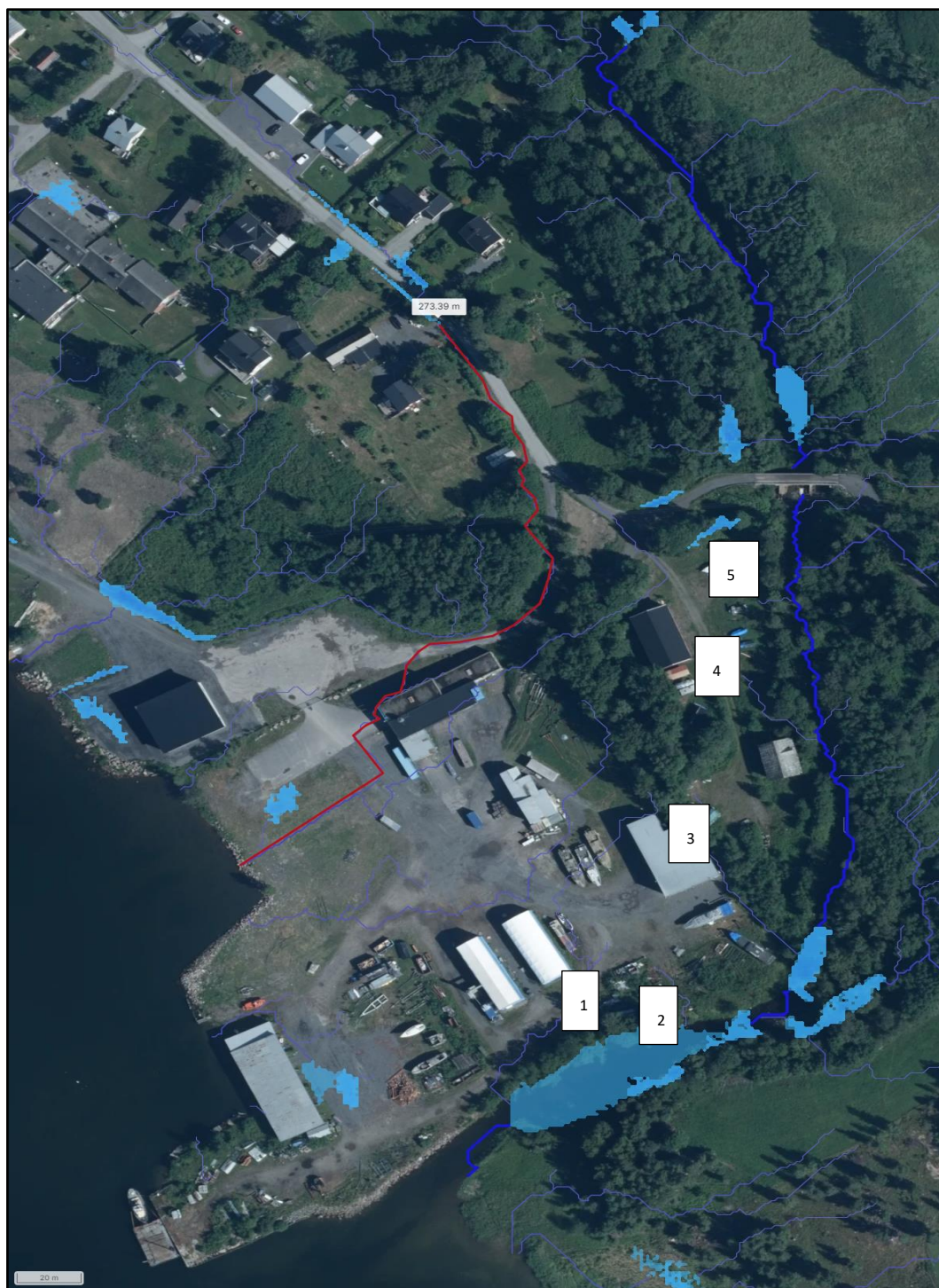
3.4 Avrinning

Figur 3–7 anger dagvattnets rinnvägar vid ett skyfall om 50 mm under en timme (som är SMHI:s definition av ett skyfall). Figuren visar en simulering som är framtagen i Scalgo. Den längsta rinnvägen inom området visas även i figur 3–8 och är cirka 273 meter lång. Huvuddelen av dagvattnet rinner ut i Dockstafjärden. Det går att urskilja några få rinnvägar som löper ned i Dockstaån. Simuleringen visar att dagvatten uppsamlas kring byggnad 23 samt nordöst om den stora byggnaden vid Dockstavarvets kaj. Dagvatten från fastigheterna 5:2 och 5:77 (som representeras av hus 12 och hus 14) rinner ned i Dockstafjärden norr om huvudfastigheten 5:160. Detsamma gäller för dagvatten som rinner från skogsområdet i fastighet 5:162. Den absoluta majoriteten av dagvattnet från de fastigheterna påverkar då inte fastighet 5:160 där den planerade exploateringen kommer att ske.

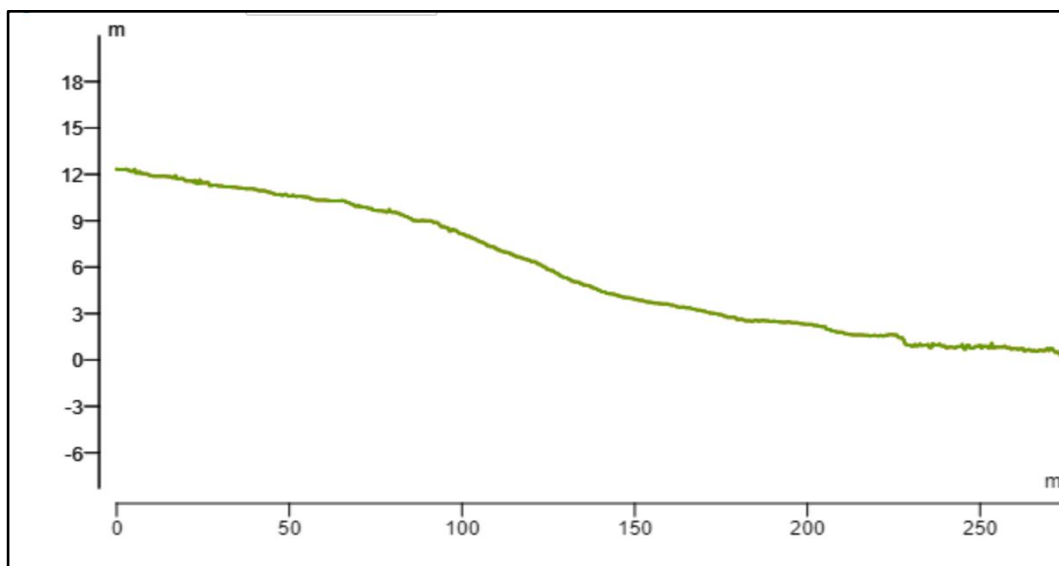


Figur 3–7. Avrinningsvägar inom planområdet vid skyfall om 50 mm under en timme. ©Scalco.

Längsta rinnsträcka, som visas i figur 3–8 nedan, har beräknats genom simulering i Scalco. Den längsta rinnsträckan är cirka 275 meter. Genom okulär analys av bilden kan man se att dagvattnet först leds cirka 100 meter via dike för att sedan rinner cirka 175 över grusytan till Dockstafjärden. Flödes hastigheten i diket och på grusytan har antagits vara 0,5 m/s. Det blir då en rinntid på cirka 9 minuter vilket understiger 10 minuter. Det ger att beräkningsmodell enligt kapitel 2.3.1 kan användas. Efter exploatering bedöms grusytan istället utgöras av asfalterad yta vilket ger en antagen flödes hastighet på 1,0 m/s istället för 0,5 m/s. Det kommer då ge en snabbare rinntid. Beräkningsmodell enligt kapitel 2.3.1 kan då användas vid beräkning av dagvattenflöde även vid exploaterad situation.

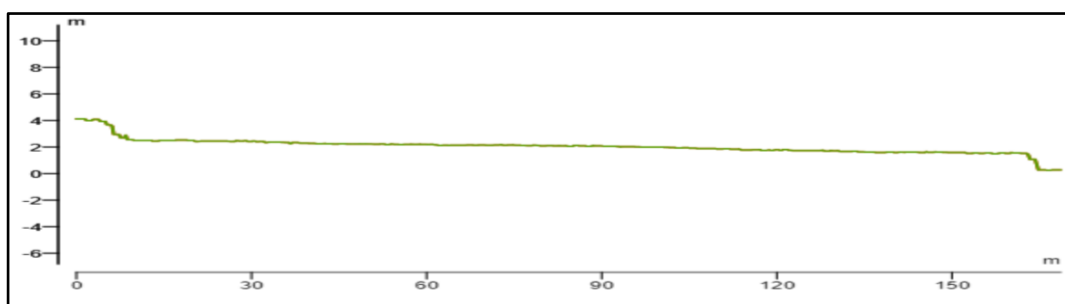


Figur 3–8. Illustration av längsta rinnsträcka inom planområdet för Dockstavarvet. Siffrorna 1–5 indikerar flödesvägar för dagvatten till Dockstaån. Simuleringen avser ett skyfall om 50 mm under en timme. ©Scalgo.

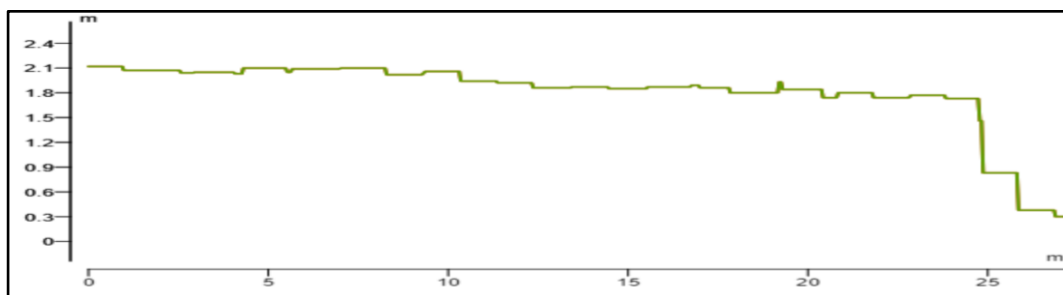


Figur 3-9. Höjduveckling längs planområdets längsta rinnväg för dagvattnet. Motsvarar rödmarkerad linje i figur 3-8. ©Scalgo.

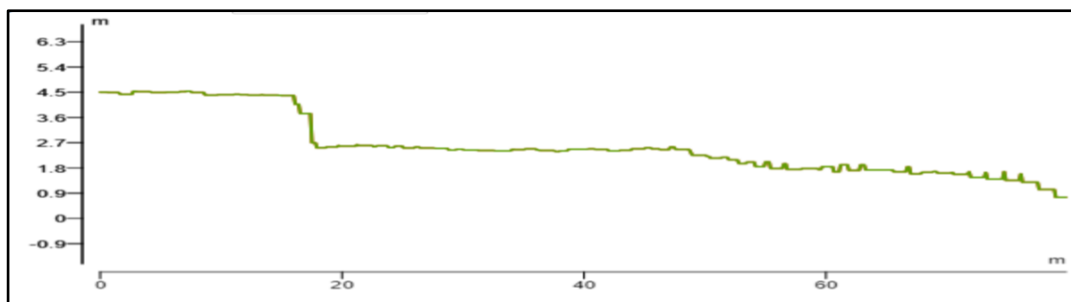
Höjdmodellen i figur 3-4, figur 3-7 samt ovanstående figur 3-9 tyder på att det sker naturlig avrinning av dagvatten till Dockstafjärden inom planområdet. Genom simulering i Scalgo har även fem avrinningsvägar för dagvatten till Dockstaån identifierats (se figur 3-8). Höjdmodell för rinnvägar till Dockstaån visas i nedanstående figurer 3-10 till 3-14. Samtliga rinnvägar till Dockstaån varierar i längd men alla har svag lutning ned mot ån. Den planerade situationen som visas i figur 3-3 visar att ett angränsande stråk till ån med gräs/ skogsmark kommer lämnas orört, vilket kan bidra med infiltration av en viss del av dagvattnet. Sannolikt kommer de identifierade rinnvägarna till ån behöva brytas genom omledning eller uppsamling av dagvattnet. Det behöver göras för att underlätta recipientens återhämtning till god ekologisk status samt förhindra att halter av ämnet PBDE inte ökar i ån (se kapitel 3.8.2). Gräs och skogsmark kan även fungera som en översilningsyta som hjälper till att fördröja dagvattenflödet samt fastlägga föroreningspartiklar. Samtidigt behöver det förtydligas att dagvattens rinnvägar vid planerad situation kan skilja sig från befintlig situation då markanvändning och höjdsättning kan skilja sig åt.



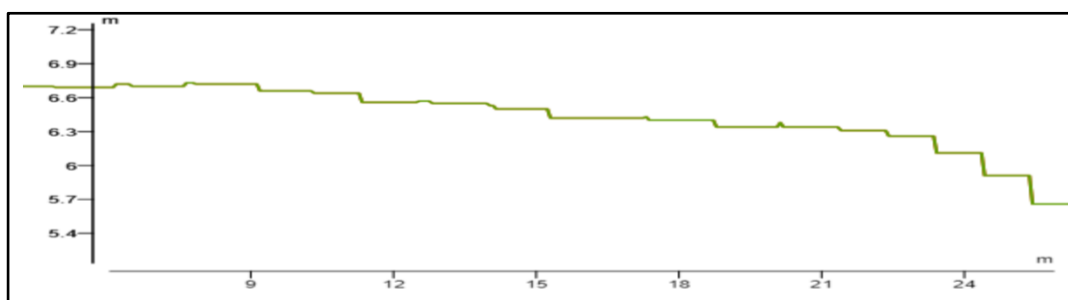
Figur 3-10. Höjduveckling längs rinnväg 1 (se figur 3-8) till Dockstaån. ©Scalgo.



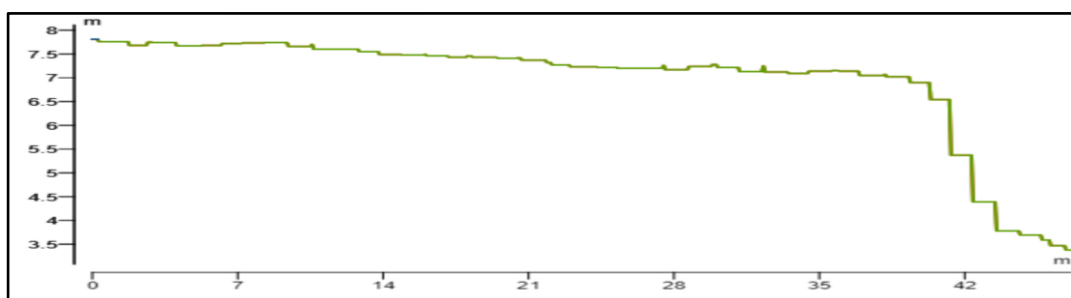
Figur 3-11. Höjdtveckling längs rinnväg 2 (se figur 3-8) till Dockstaån. ©Scalgo.



Figur 3-12. Höjdtveckling längs rinnväg 3 (se figur 3-8) till Dockstaån. ©Scalgo.



Figur 3-13. Höjdtveckling längs rinnväg 4 (se figur 3-8) till Dockstaån. ©Scalgo.



Figur 3-14. Höjdtveckling längs rinnväg 5 (se figur 3-8) till Dockstaån. ©Scalgo.

3.5 Ledningsnät inom planområdet

Kartunderlag som tillhandahållits från Kramfors kommun tyder på att det finns ledningar för vatten och spillvatten inom planområdet. Figur 3-15 nedan visar att befintliga ledningar är kopplade mot bostadsfastigheterna 5:77 och 5:2. Ledningarna löper mellan fastigheterna och Dockstavarvets fastighet 5:160. Den gröna linjen mellan bostadsfastigheterna och 5:160 motsvarar ledningsrättighet att dra ledning över annan fastighet.

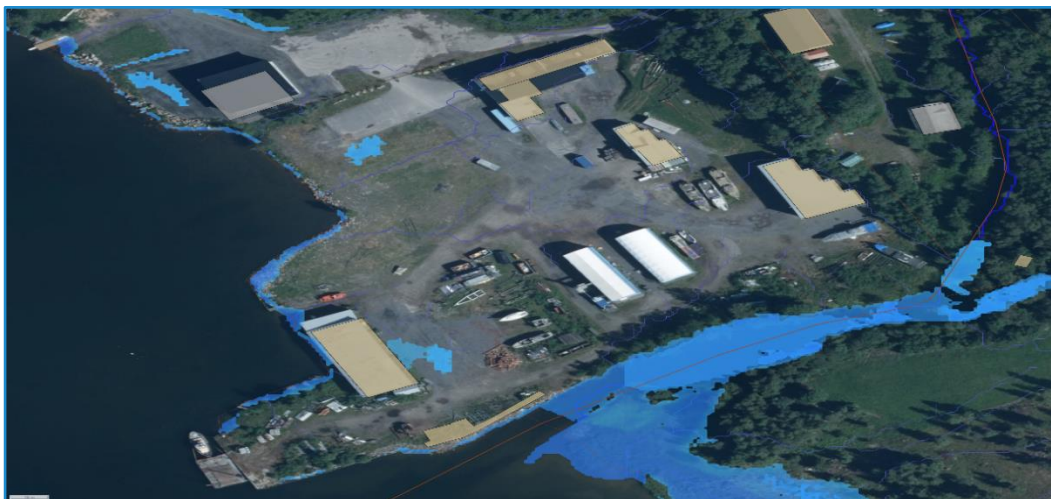


Figur 3–15. Karta över befintliga vatten, spillvatten och dagvattenledningar inom planområdet. Röda streck motsvarar spillvattenledningar och blå streck motsvarar vattenledning. Gröna streck motsvarar tillstånd från Lantmäteriet om ledningsdragning över genom annan fastighet (rättighet/ servitut). Underlaget har tillhandahållits från Kramfors kommun.

3.6 Översvämningsanalys

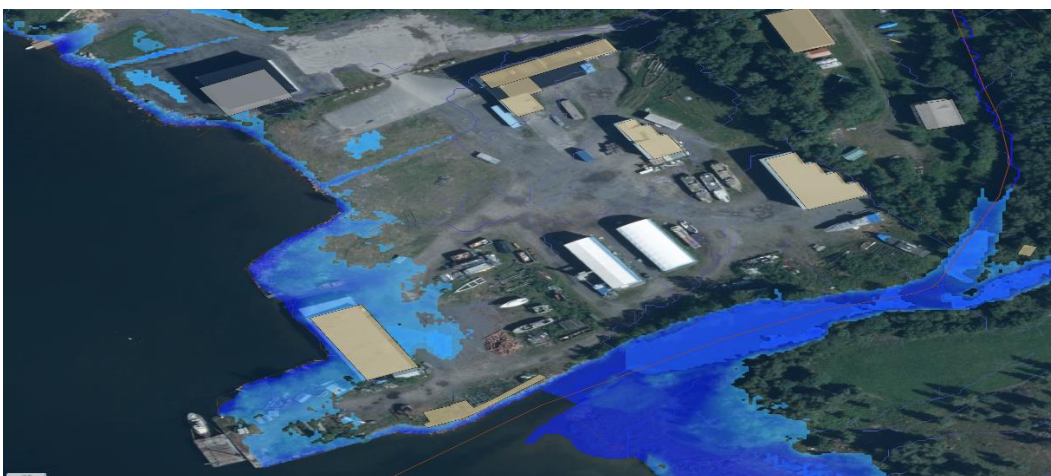
För att undersöka risker för och konsekvenser av skyfall och översvämningsrisker har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. Detta för att kartera lågpunkter och avrinningsvägar samt för att skapa en översiktlig bild av konsekvenser vid kraftiga skyfall. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. Modellen tar inte hänsyn till något ledningsnät eller infiltration och därmed är avrinningskoefficienten vid analys 1 vilket innebär att det är värsta möjliga scenariot som analyseras. Modellen tar inte heller hänsyn till det dynamiska förloppet, dvs avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterialen. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar. Analysen ger dock en översiktlig bild över översvämningsituationen.

Nedan följer en illustration av översvämningskonsekvenser om vattennivån i Dockstafjärden och Dockstaån höjds. Vid en höjning på 50 cm (figur 3–16) skulle en liten del av planområdet närmast kustlinjen täckas med vatten. På vissa håll har vatten tagit sig cirka 5–6 meter in på planområdet sett från Dockstafjärdens kustlinje.



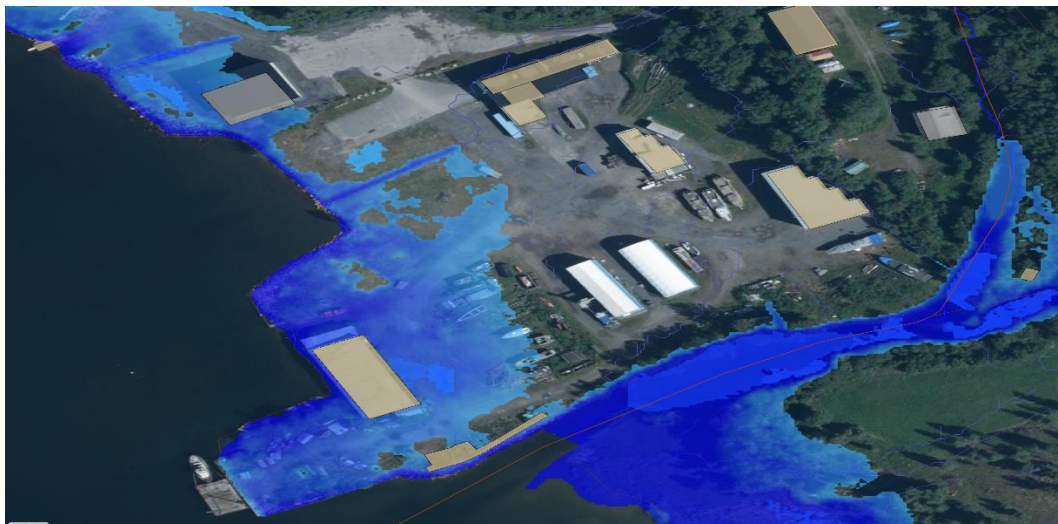
Figur 3–16. Simulering av översvämningsproblematik om Dockstafjärden och Dockstaåns vattennivå höjs med 50 cm. ©Scalgo.

Om vattennivån skulle höjas med 1 meter (figur 3–17) så kommer kustlinjen vid Dockstafjärden svämma över och tränga sig in mer markant på planområdet. Samtidigt syns det att Dockstaån blir djupare men detta påverkar inte planområdet. På vissa ställen har vattnet trängt in cirka 40–45 meter in på planområdet från Dockstafjärdens kustlinje.



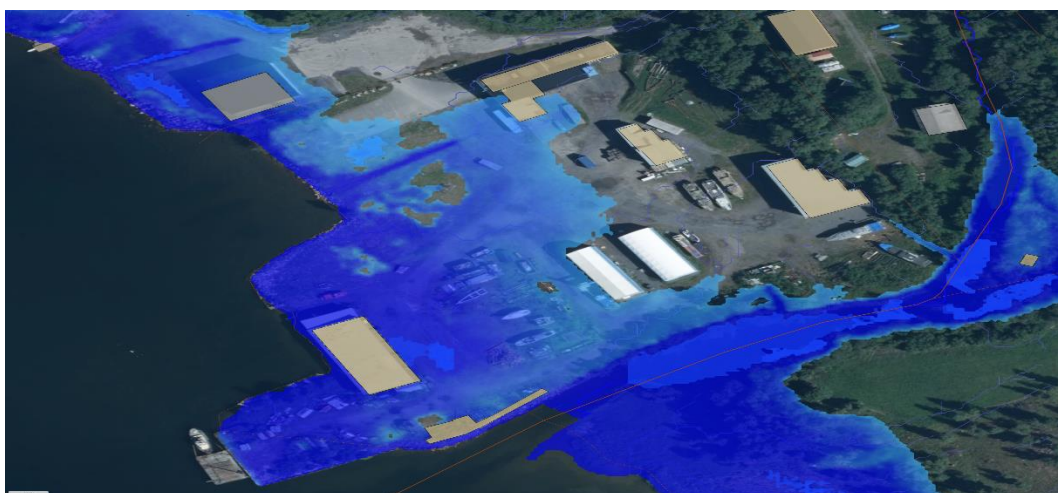
Figur 3–17. Simulering av översvämningsproblematik om Dockstafjärden och Dockstaåns vattennivå höjs med 1 meter. ©Scalgo.

Vid en höjning av vattennivån på 1,5 meter (figur 3–18) letar sig vattnet ännu längre in på planområdet. På vissa ställen har vattnet trängt in cirka 80–90 meter in på planområdet från Dockstafjärdens kustlinje. Den ökade vattennivån har fortfarande inte gjort att vatten tränger in på planområdet från Dockstaån.



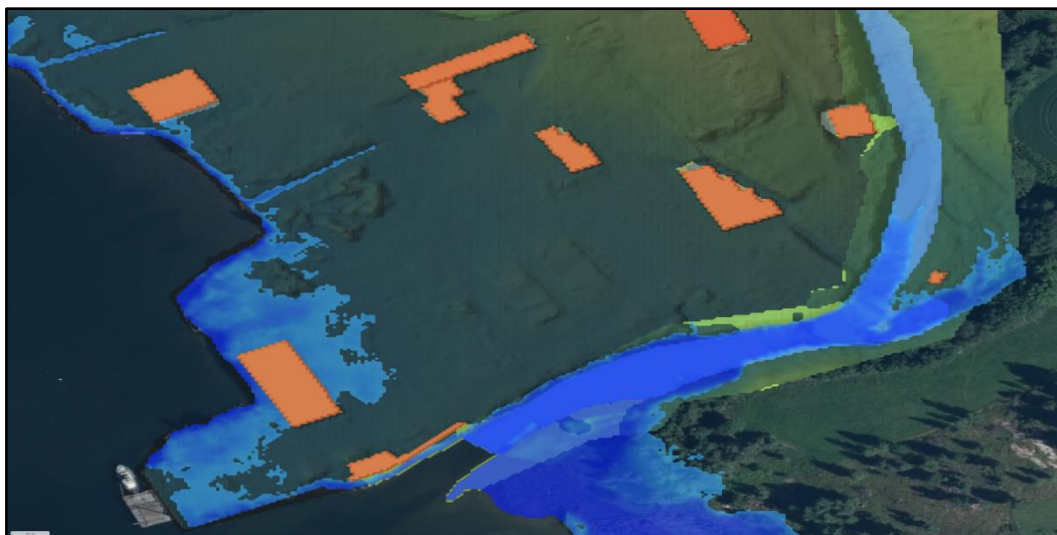
Figur 3–18. Simulering av översvämningsproblematik om Dockstafjärden och Dockstaåns vattennivå höjs med 1,5 meter. ©Scalgo.

Vid en höjning av vattennivån på 2 meter (figur 3–19) har nu vattnet översvämmat större delen av planområdet. På vissa ställen har vattnet trängt in över 100 meter in på planområdet från Dockstafjärdens kustlinje. Fortfarande kommer merparten av översvämningen från Dockstafjärden. Den ökade vattennivån har fortfarande inte gjort att vatten tränger in på planområdet från Dockstaån.



Figur 3–19. Simulering av översvämningsproblematik om Dockstafjärden och Dockstaåns vattennivå höjs med 2 meter. ©Scalgo.

Som jämförelse gjordes även en simulering av översvämningsproblematik vid planerad situation (figur 3–20), det vill säga med asfalterad yta inom planområdet. Vid en förhöjd vattennivå på 1 meter skulle Dockstaån blir djupare men samtidigt inte tillräckligt mycket för att vattnet ska tränga sig in på planområdet. På vissa ställen har vattnet trängt in cirka 40–45 meter in på planområdet från Dockstafjärdens kustlinje. Med andra ord likvärdigt resultat jämfört med förhöjd vattennivå om 1 meter vid befintlig situation.

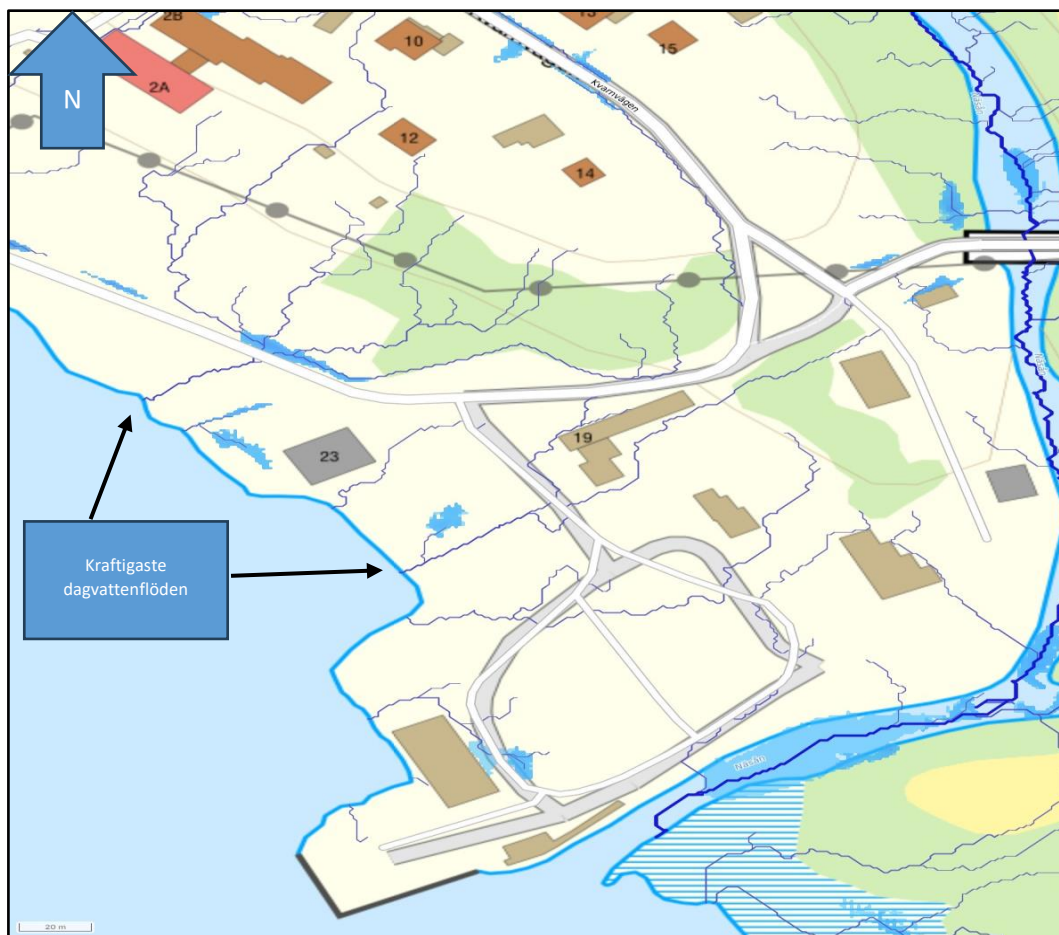


Figur 3–20. Simulering av översvämningssproblematik vid planerad situation om Dockstafjärden och Dockstaåns vattennivå höjs med 1 meter. ©Scalgo.

Slutsatsen av översvämningssimuleringen inom planområdet vid förhöjd vattennivå blir först och främst att markanvändning inte verkar påverka resultatet. Det ska emellertid mycket till för att förhöjning av vattennivån med 0,5 meter till två meter ska bli verklighet. Simuleringarna visade att även vid en relativt osannolik höjning av vattennivån med 0,5 meter, så blev konsekvenserna försumbara. Översvämningssrisker kan sannolikt ytterligare minskas genom förhöjning av marknivån utmed Dockstafjärden. För att minska risken för översvämning i byggnad inom området kan hänsyn till markförhöjning tas även vid projektering av dessa byggnader. Det krävs dock ytterligare utredningar för att bestämma i vilket mån markförhöjning ska eller kan användas inom området.

3.7 Skyfallsanalys i SCALGO Live

Skyfallsanalysen visade att vid ett skyfall om 50 mm under 1h så uppstår enstaka vattensamlingar på planområdet. Figur 3–21 och 3–22 nedan pekar även ut de kraftigaste dagvattenflödena till Dockstafjärden från planområdet. Figur 3–21 avser befintlig markanvändning. Figur 3–22 nedan visar resultat från skyfallsanalys vid planerad situation. Det mörklagda grå/svarta partiet i bilden motsvarar asfaltsyta i stället för tidigare markanvändning. Efter manuellt redigerad markanvändning i Scalgo utfördes en ny skyfallsanalys, återigen med 50 mm under 1h. Som visas i figuren så visar simuleringen ingen märkbar skillnad vad gäller vattensamling inom planområdet. "Fläckarna" inom planområdet i bilden motsvarar asfalt. Fläckarna beror på ett systemfel när framtagning av bilden görs i Scalgo.



Figur 3–21. Simulering av skyfall vid befintlig situation. Bilden pekar ut kraftigaste dagvattenflöden till Dockstafjärden från planområdet. ©Scalgo.



Figur 3–22. Simulering av skyfall vid planerad situation. Den mörklagda ytan motsvarar asfaltsyta istället för befintlig markanvändning. Bilden pekar ut kraftigaste dagvattenflöden till Dockstafjärden från planområdet. ©Scalgo.

3.7.1 Jämförelse mellan resultaten

Vid en jämförelse av simulerad skyfallsproblematik mellan befintlig och planerad situation syns inga märkbara skillnader vad gäller rinnvägar eller vattensamlingar inom planområdet. Scalgo tar som nämnt inte hänsyn till eventuell infiltration vilket skapar osäkerhet vad gäller resultaten från denna analys. Vad som går att säga är att resultaten för befintlig respektive planerad situation visar att ett skyfall inom planområdet inte visar tecken på omfattande vattensamlingar eller rinnvägar. Det behöver även förtydligas att simulerade rinnvägar vid planerad situation är högst osäkra i detta skede och behöver inte nödvändigtvis överensstämma med verkligheten. Skyfallsanalysen ger snarare en bild av förväntat dagvattenflöde som passerar planområdet.

3.8 Recipienter och MKN för vatten

Inom Dockstavarvets gränser finns två potentiella recipienter; Dockstafjärden och Dockstaån. De aktuella recipienterna presenteras i figur 3–23 respektive 3–24. Den del av Dockstaån som är relevant för utredningen mynnar ut från Gällstasjön norr om Docksta och mynnar sedan ut i Dockstafjärden. Den beskrivna sträckan är cirka 1 km lång (se figur 3–24). Bedömning om ytvattenförekomstens status framgår från informationen i Vatteninformationssystem Sverige (VISS).

Dockstafjärden tillhör Bottenhavet. Den geografiska utbredningen sträcker sig över 4 km² och illustreras med den turkosa gränsdragningen i figur 3–23. Bedömning om kustvattenförekomstens status framgår från informationen i Vatteninformationssystem Sverige (VISS).



Figur 3–23. Dockstafjärdens geografiska utbredning (inramad av turkosa gränsdragning). ©VISS.



Figur 3–24. Dockstaåns geografiska utbredning. Dockstaån utgörs av den turkosa linjen som utmynnar i Dockstafjärden. ©VISS.

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta 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 innan år 2021 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska i stället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer 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 Dockstafjärden

Recipient Dockstafjärden är enligt vattendirektivet en kustvattenförekomst och klassas i VISS enligt tabell 3–2. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2023 under den tredje förvaltningscykeln.

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

Kustattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
SE630180- 182080	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2027	Uppnår ej god kemisk status	God kemisk status 2027

Den ekologiska statusen bedöms vara måttlig. Det beror på att den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn *hydrografiska villkor* bedöms otillfredsställande, vilket i sin tur beror främst på sjöfartstrafiken i området. Det innebär att påverkan bedöms vara så kraftig att god biologisk status går att utesluta. Växligheten på mjuka bottenar har med all säkerhet påverkats negativt av den förändrade vågregimen (till följd av sjöfartstrafiken) i grundområdet. 50 % av det grunda (0 – 15 meter) vattenområdets yta påvisar en vågregim som är väsentligt förändrad från referensförhållandet. Statusklassningen baseras på en modellering av fysisk påverkan i svenska kustvatten. Påverkansfaktorer som ingår i modellen är bland annat erosionsrisk från båttrafik, vågbrytare och pirar. Tillförlitlighetsklassningen bedöms ligga på medelhög.

Att kustvattenförekomsten ej uppnår god kemisk status beror på att gränsvärden för Kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE) i fisk överskrider i alla Sveriges ytvatten på grund av atmosfärisk deposition. I Bottniska vikens kustvatten överskrider också bedömningsgrunden för dioxin. Utsläpp av PBDE och Kvicksilver har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen. Tillförligheten sätts till medelhög för både Kvicksilver och PBDE. Både Kvicksilver och PBDE omfattas av ett undantag i form av mindre strängt krav. Det beror på att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa ämnen till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus.

Halten dioxin i strömming överskrider gränsvärdet enligt HVMFS 2018:17. Gränsvärdet utgår från människans konsumtion av fisk och baseras på livsmedelsverkets analyser. Tillförlitligheten sätts till medelhög då bedömningen baseras på både mätdata och extrapolering samt att variabiliteten av dessa analyser är stor. Den sammanlagda bilden är att det inte går att fastställa geografiska skillnader i halter av dioxiner och dioxinlika ämnen i sill/strömming som är fångade i olika delar av Östersjön.

3.8.2 Dockstaån

Recipient Dockstaån är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 3-3. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2023 under den tredje förvaltningscykeln.

Tabell 3-3. VISS statusklassificering av recipienten Dockstaån från 2023-05-05.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
SE699668-162805	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Den ekologiska statusen bedöms vara måttlig med medelhög tillförlitlighet. Det beror på kvalitetsfaktorn *fisk*. Kvalitetsfaktorn påverkas som helhet negativt av flera hydromorfologiska faktorer. Vattendraget bedöms ha dålig konnektivitet. Vattendragsfårans konnektivitet i sidled har bedömts som väsentligt avvikande från referensförhållandet på grund av antropogen verksamhet som påverkat vattendragsfårans bredd och djup. Vattendraget bedöms ha dålig hydrologisk regim, vilket beror på att vattendragsfårans specifika flöde har bedömts som väsentligt avvikande från referensförhållandet på grund av antropogen verksamhet som påverkat vattendragsfårans bredd och djup. Den antropogena verksamheten som åsyftas är att vattendraget tidigare använts som flottled.

Vattendragets morfologiska tillstånd bedöms vara dåligt. Vattendragsfårans form och strukturer har bedömts som väsentligt avvikande från referensförhållandet på grund av flottledsverksamheten, som påverkat vattendragsfårans bredd och djup. För samtliga kvalitetsfaktorer som nämnts har tidsfrist för god status satts till 2027 då det anses tekniskt omöjligt att nå god status tidigare.

Den kemiska statusen uppnår ej god nivå med medelhög tillförlitlighet. Det beror på parametrarna PBDE och Kvicksilver samt Kvicksilverföreningar överskrider gränsvärden i fisk. Gränsvärdena för PBDE och Kvicksilver överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster, sjöar, vattendrag och kustvatten. Utsläpp av PBDE har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen. Undantag för uppfyllnad av god kemisk ytvattenstatus gäller för både PBDE och Kvicksilver. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av PBDE och Kvicksilver 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.

4 Flödesberäkningar

4.1 Befintlig situation

Befintlig markanvändning består främst av grönyta (gräsmark), skogsmark, byggnader (tak) samt grus. Befintlig ytfördelning åskådliggörs i figur 4–1 samt tabell 4–2.



Figur 4–1. Illustration av befintlig markanvändning inom planområdet. ©ArcGIS.

4.1.1 Avrinningskoefficienter

Val av avrinningskoefficienter har utgått från riktlinjer enligt Svenskt Vatten P110 och anges i tabell 4–1. Angivna avrinningskoefficienter är även förinställda i simuleringsverktyget Stormtac.

Tabell 4–1. Avrinningskoefficient för olika underlag enligt P110.

Markyta	Avrinningskoefficient
Asfaltsyta	0,85
Takyta	0,9
Gräsyta	0,1
Skogsmark	0,1
Grusyta	0,4

4.1.2 Markanvändning

Tabell 4–2 beskriver den befintliga markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Tabell 4–2. Visar yta, reducerad yta samt avrinningskoefficient för respektive markyta vid befintlig situation.

Del-område	Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100-årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Hela planområdet	Grus	14 206	0,4	5 682	0,4	5 682
	Tak	3 592	0,9	3 233	0,9	3 233
	Grönyta(gräs)	27 513	0,1	2 751	0,1	2 751
	Skogsmark	12 723	0,1	1 272	0,1	1 272
Totalt		58 034		12 938		12 938

4.1.3 Flöden

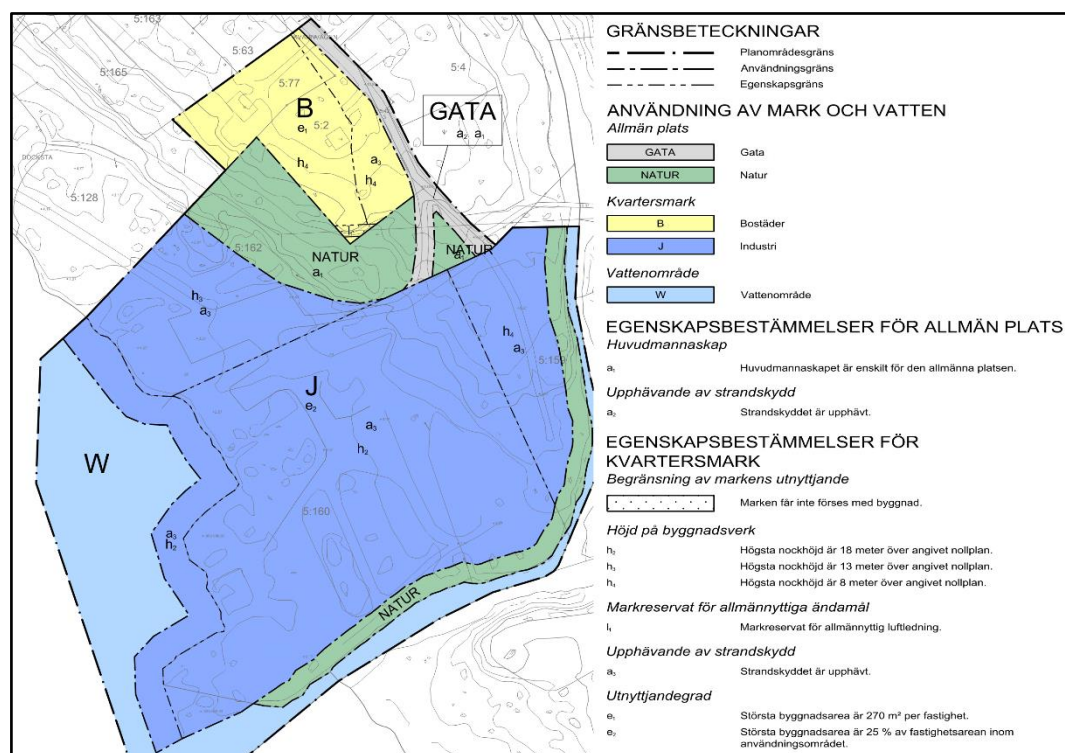
Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 där reducerade ytor enligt tabell 4–2 använts. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-årsregn respektive 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10 minuter.

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. 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
Hela planområdet	290	790

4.2 Planerad utformning



Figur 3–3 & 4–3. Bilden illustrerar planerad markanvändning inom planområdet. Exploatering kommer att ske inom det mörkblå området. Bilden har tillhandahållits från Kramfors kommun.

4.2.1 Avrinningskoefficienter

Avrinningskoefficienter enligt tabell 4.1 används även för för planerad situation.

4.2.2 Markanvändning

- Industrier (mörkblå) är 41 292 m². Antagande görs om att 100% av ytan som inte är takyta omvandlas till asfaltyta samt att takytan motsvarar 25% av industrierytan.
- Bostadsfastighet (gul yta) är 6 535 m². Av den ytan motsvaras 598 m² av takyta och 494 m² grusyta. Resterande 5 443 m² består av gräsyta.
- Skogsmark (grön yta) är 6 921 m²
- Gatuyta (grus) är 800 m².

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

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

Del- område	Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100-årsregn)	Reducerad yta [m ²]
	Tak	10 921	0,9	9 829	0,9	9 829
	asfalt	30 969	0,85	27 872	0,85	27 872
	Gräsyta	5 443	0,1	544	0,1	544
	Skogsmark	6 921	0,1	692	0,1	692
	Grusyta (gata+grus)	1294	0,4	518	0,4	518
Totalt	55 548			39 455		39 455

4.2.3 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 10 minuters 10 och 100-årsregn. Dagvattenflöden beräknades genom följande formel;

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

Resultaten för dagvattenflöden samt volym redovisas i tabell 4–5. Beräkningar har utförts via Stormtac, som följer angivna beräkningsprinciper i enlighet med P110.

Tabell 4-5. Beräknade dagvattenflöden och dess volym för planerad situation vid ett 10- och 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25.

Delområde	Dagvattenflöde [l/s]		Volym [m ³]/år	
	10-årsregn	100-årsregn	10-årsregn	100-årsregn
Planområde efter exploatering	1100	2300	32 000	32 000
Totalt	1100	2300	32000	32000

Vid en jämförelse mellan tabell 4–3 och tabell 4–5 kan det tydas att dagvattenflödet ökar markant vid planerad situation. Klimatfaktorn 1,25 samt den ökande andelen asfalterad yta inom planområdet är avgörande faktorer till det.

4.2.4 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar för befintlig och planerad situation har utförts med hjälp av typhalter- och mängder från programmet Stormtac Web v24.2.1. Typvärden är framtagna från långa serier med flödesproportionell provtagning. De används för beräkning av årliga medelhalter och årlig medelbelastning av föroreningar. Främst svenska undersökningar har använts för kalibrering varmed dessa typhalter är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. Föroreningshalter och mängder baseras på befintlig och framtida markanvändning inom planområdet samt årliga nederbördsmängden 674 mm, inklusive en korrigeringsfaktor på 1,1. Bedömningen av årsnederbörden baseras på medelvärdet för perioden 1991–2020 från mätstationer i närheten av Kramfors.

Koncentrationerna och mängderna för planområdet redovisas i tabell 4–6 och 4–7 som planrådets totala föroreningsbidrag till recipienten. De markanvändningar som använts i beräkningarna återfinns i tabell 4–2 och 4–4.

De ämnen som analyserats är de 10 standardämnena enligt StormTac samt Kvicksilver (Hg), PBDE (47) & PBDE (99). Kvicksilver och PBDE har tagits med för att de överstiger gränsvärde i båda recipienter och är huvudanledningen att båda recipienter inte uppnår god kemisk status.

Föroreningshalter i tabell 4–6 enligt "efter föreslagen dagvattenlösning" bygger på antagande att biofilter installerats inom planområdet. Se kapitel 5.2.

Tabell 4–6. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för hela planområdet före och efter anläggande av föreslagen dagvattenlösning. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Efter föreslagen dagvattenlösning	Reduktion (%) **
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	64	69	42	34
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1200	1600	1100	8
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	2,6	5	1,6	38
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	10	15	8,6	14
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	29	35	9,9	66
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,17	0,32	0,065	62
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	1,6	4,9	2,7	-69
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	1,8	3,7	1,1	39
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	14 000	11 000	6 200	56
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,0091	0,031	0,016	-76
PBDE (47)	$\mu\text{g/l}$	0,00013	0,00018	0,000094	28
PBDE (99)	$\mu\text{g/l}$	0,00016	0,00022	0,00012	25
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,0060	0,019	0,0044	27

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 740 mm.

** från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering.

Tabell 4–7. Föroreningsmängder (kg/år) för hela planområdet före och efter exploatering. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Efter föreslagen dagvattenlösning	Reduktion (%) **
Fosfor (P)	kg/år	4,3	2,2	1,3	70
Kväve (N)	kg/år	110	51	34	69
Bly (Pb)	kg/år	0,20	0,16	0,051	75
Koppar (Cu)	kg/år	0,83	0,48	0,27	67
Zink (Zn)	kg/år	2,4	1,1	0,32	87
Kadmium (Cd)	kg/år	0,014	0,010	0,0021	85
Krom (Cr)	kg/år	0,11	0,16	0,087	21
Nickel (Ni)	kg/år	0,14	0,12	0,036	74
Suspenderad substans (SS)	kg/år	1000	360	200	80
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00080	0,00098	0,00051	36
PBDE (47)	kg/år	0,000011	0,000057	0,000030	73
PBDE (99)	kg/år	0,000014	0,000071	0,000037	74
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00052	0,00060	0,00012	77

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 740 mm.

** från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering

Vid jämförelse av befintlig och planerad situation är föroreningen *suspenderad substans* (SS) den enda som inte ökar i koncentration vid planerad situation. Vid simulerad förändring av föroreningsmängder är det däremot enbart Krom (Cr), Kvicksilver (Hg) och Benso(a)pyren (BaP) som ökar vid planerad situation.

Viktigt att notera är att beräkningarna för ämnen utöver de tio standardämnena har en högre osäkerhet då antalet referensvärden inte är lika många som för standardämnena.

Beräknad föroreningsbelastning ska ses som en ungefärlig bild av förväntad dagvattensammansättning även om modelleringsresultatet ger exakta siffror. Stormtac beräknar typvärden med för vissa ämnen en mycket hög standardavvikelse vilket betyder att det råder stor osäkerhet i enskilda värden.

5 Dagvattenhantering

5.1 Höjdsättning

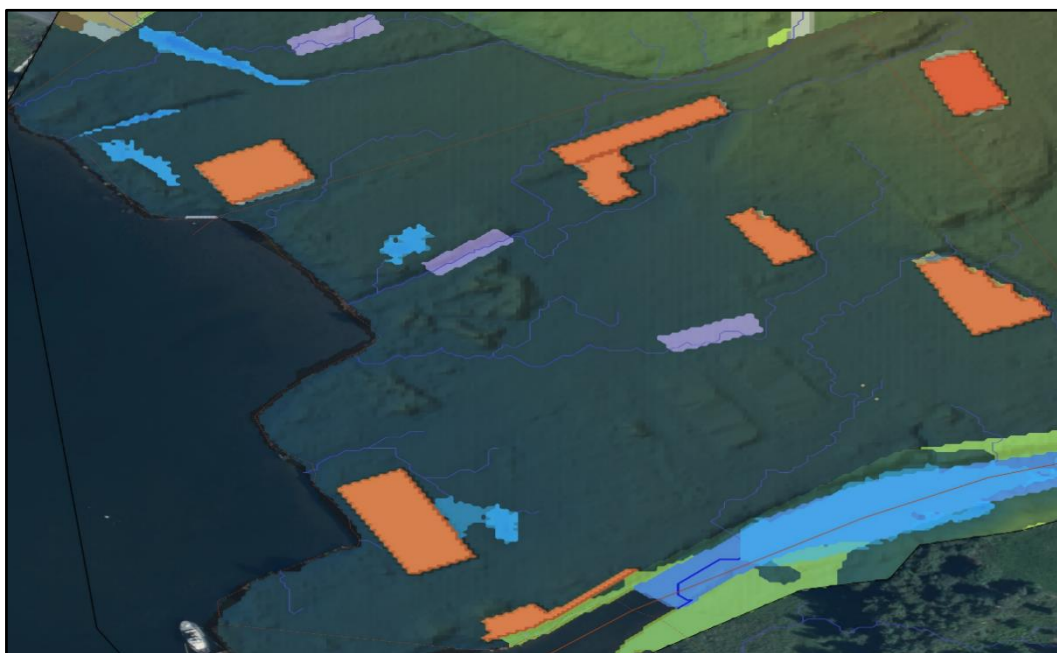
Majoriteten av avrinningen inom planområdet sker i riktning mot Dockstafjärden. Det är även lämpligt att dagvattnet leds till denna recipient. Eftersom det är viktigt att dagvatten inte når Dockstaån så behöver planområdet höjdsättas så att dagvatten hindras från att rinna ned i ån. Det behöver göras för att underlätta recipientens återhämtning till god ekologisk status samt förhindra att halter av ämnet PBDE inte ökar i ån (se kapitel 3.8.2).

5.2 Föreslagna dagvattenlösningar

Reningseffekten efter föreslagen dagvattenlösning, enligt tabell 4–6 och 4–7, har antagit att biofilter installeras inom planområdet. Mer information om biofilter beskrivs i kapitel 5.2.7. Lösningen ger generellt god reningseffekt. Huvudregeln är att föroreningshalten kvicksilver och PBDE inte ska öka som följd av den planerade situationen. Till följd av att den absoluta majoriteten av planområdet hårdgörs är det rimligt att föroreningshalten

ökar för de flesta föroreningsämnen. Simuleringar mellan olika reningsmetoder i Stormtac visar att föroreningshalten för kvicksilver är mycket svår att sänka till att vara i paritet med halter före planerad situation. Men föreslagen dagvattenlösning skulle enligt simuleringar sänka föroreningshalten kvicksilver med 48 procent jämfört med planerad situation utan dagvattenlösning.

Föreslagen placering av biofilter i figur 5–1 ska inte ses som ett skarpt förslag utan främst en indikation om ytbehov för biofilter. Val av dagvattenlösning samt exakt placering inom planområdet kräver ytterligare utredning. Dagvatten kan samlas upp och färdas till biofilter genom exempelvis diken eller rörledningar. Men återigen behövs det ytterligare utredning för att bestämma utformning av ledningsalternativ. En fördel med öppna dikeslösningar är att de kan fördröja och hjälpa till att rena dagvattnet på föroreningar samtidigt som det kan minska översvänningsrisker vid exempelvis skyfall.



Figur 5–1. Bilden visar exempel på placering av dimensionerade biofilter (rosa zoner). ©Scalgo.

Det är viktigt att påpeka att gjorda simuleringar i Stormtac för dagvattenlösning inte har tagit hänsyn till fördröjning av dagvatten genom biofiltret. Anledningen till det är att Dockstafjärden bedöms kunna omhänderta det uppkomna dagvattenflödet inom planområdet. Med fördröjning hade respektive föroreningshalter sannolikt varit ännu lägre. Att det bortses från fördröjning vid simuleringen baseras även på att simulering av 100-årsregn i figur 3–7 inte visar på några omfattande konsekvenser av vare sig dagvattenflöde eller ansamlingar dagvatten inom planområdet.

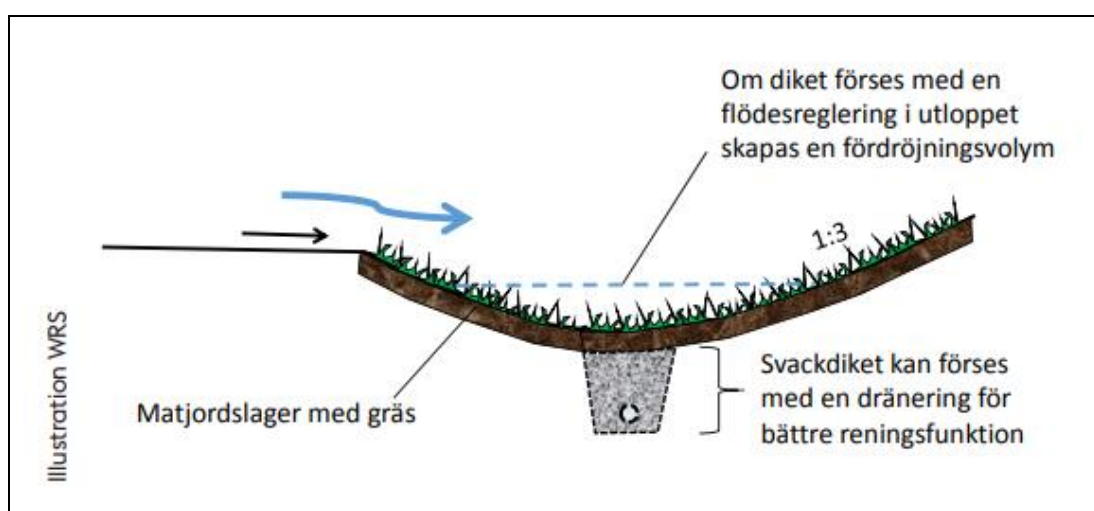
Scalgo tar inte hänsyn till infiltration vilket sannolikt gör att verklighetens dagvattenflöde kommer vara mindre omfattande än vad simuleringen visar. Exempelvis kommer en viss del av dagvattnet sannolikt infiltreras i skogsmarken innan det når planområdet.

Nedan följer exempel på övriga dagvattenlösningar som bedöms kunna användas inom planområdet.

5.2.1 Svackdike

Ett svackdike är ett gräsklätt dike med svag släntlutning (se figur 5–2). 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. Dock är oftast endast ett svackdike inte nog för att uppnå tillräcklig rening av dagvatten. Svackdiken kombineras oftast med andra reningssteg i dagvattensystemet. Exempelvis kan det fungera som trög avledning från en nedsänkt växtbädd eller som förbehandling till en dagvattendamm (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).



Figur 5–2. Principskiss av ett svackdike (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a)

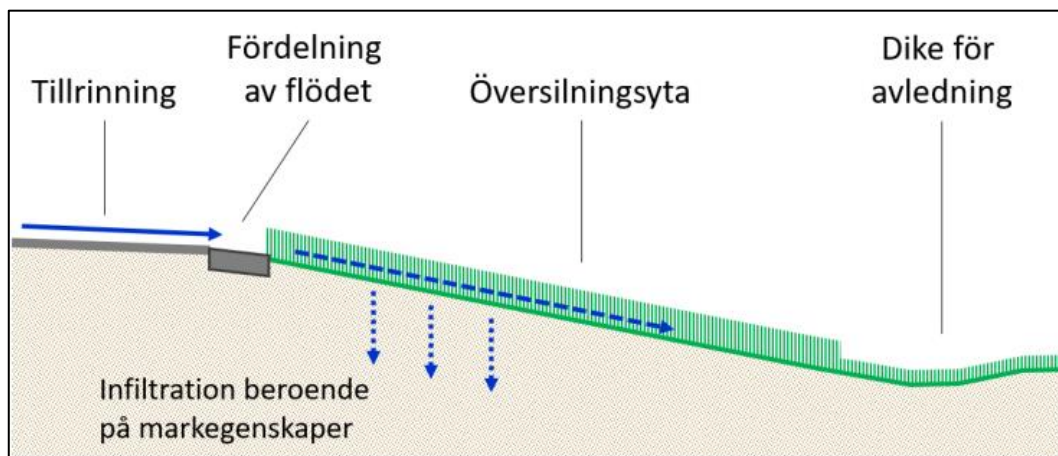
Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

5.2.2 Översilningsytor

En översilningsyta är en lätt sluttande gräsyta dit dagvatten från vägar och andra hårda ytor avrinner. Med en svag lutning rinner dagvattnet från toppen av slänt, genom en fördelningsanordning och sedan över själva översilningsytan, se figur 5–3. Översilningsytor är utformade för att ta emot ett jämnt utspritt dagvattenflöde över ytans hela bredd istället för ett koncentrerat inflöde från en punkt. Beroende på markförhållandena rinner en del av dagvattnet på ytan och en del infiltrerar genom marken och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

Syftet med översilningsytor är främst att avskilja sediment och partikelbundna föroreningar samt bryta ned organiska ämnen. Ytorna har även en viss kapacitet att fördröja flöden som inte är alltför hög (VA-guiden, 2022b). Livslängden för en översilningsyta är oftast över 50 år. Efter en tid kommer dock den övre markprofilen troligtvis sättas igen av föroreningar. Översilningsytor kan till exempel anläggas i

anslutning till vägar och parkeringsytor, men också som en samlad lösning för ett större tillrinningsområde (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).



Figur 5–3. Principskiss av en översilningsyta (Svenskt Vatten Utveckling, 2019)

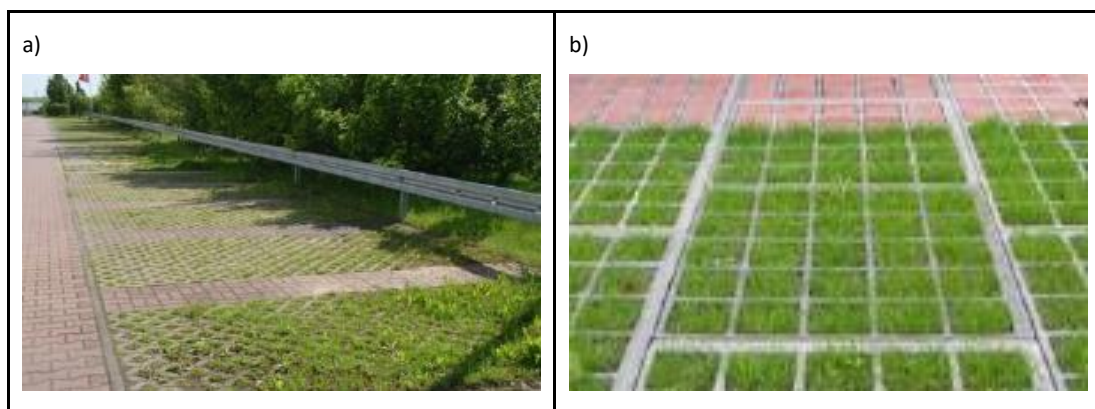
Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

5.2.3 Genomsläppliga beläggningar

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidrar med flödesutjämning och rening av dagvatten. Ytor som släpper igenom vatten minskar även risken för översvämningar vid kraftiga regn. Exempel på genomsläppliga beläggningar kan ses i figur 5–4 och figur 5-5a & b



Figur 5–4. Exempel på genomsläpplig betongbeläggning med grusfogar.



Figur 5–5 a och b). Exempel på genomsläppliga beläggningar med gräs (alltimark.se).

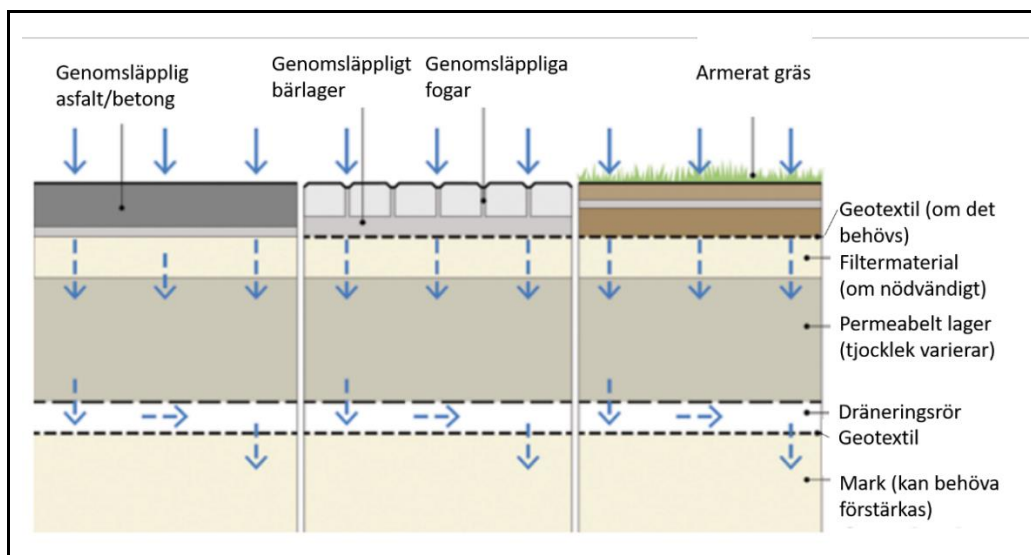
Grus, hålstensbeläggning, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt är några beläggningsexempel. Under den översta beläggningen finns lager av makadam i olika grovlekar som släpper igenom och infiltrerar dagvattnet. När dagvattnet rinner genom beläggningen och underlaget renas det i flera steg genom sedimentation, filtrering och fastläggning. En genomsläpplig beläggning bidrar till effektiv ytanvändning då flödesutjämning skapas direkt under beläggningssytan. För att funktionen på genomsläppliga beläggningar ska bibehållas krävs kontinuerligt underhåll så de inte sätter igen.

Rening sker genom sedimentation, filtrering och fastläggning. Anläggningen har potential att rena 50–95 % av partikelbundna och lösta föroreningar.

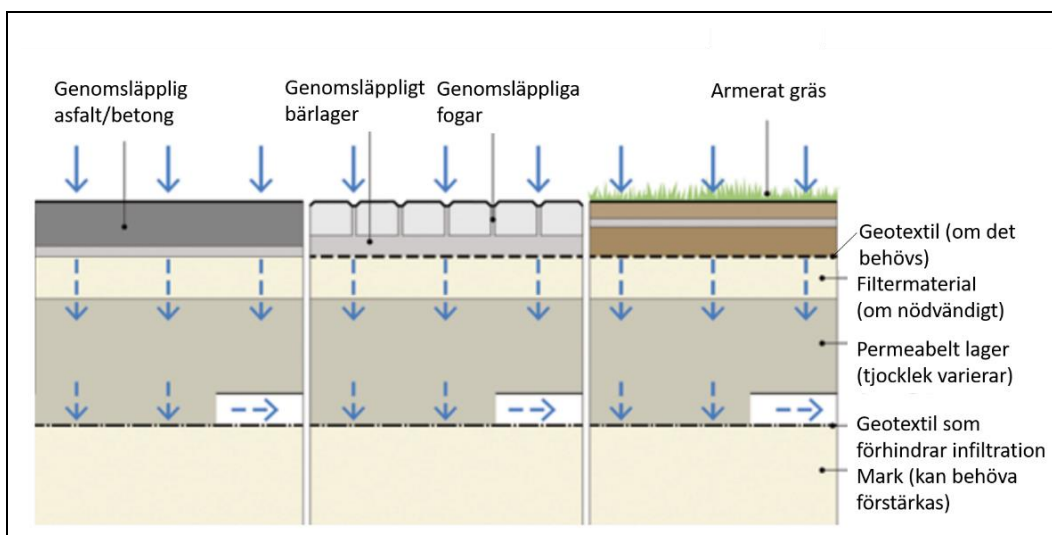
Beroende på markens infiltrationskapacitet kan genomsläppliga beläggningar anläggas på olika sätt. Är infiltrationskapaciteten begränsad kan dräneringsledningar anläggas. Är det mindre än en meter till grundvattnet under överbyggnaden bör vattnet inte infiltreras och kan då anläggas med exempelvis en tät duk och ledningar som avleder vattnet som infiltrerar. Se figur 5–6 och figur 5–7 för exempel på hur system med genomsläppliga beläggningar kan utformas.

En yta med genomsläpplig beläggning upplevs oftast som mjukare och mer trivsamt.

Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.



Figur 5-6. Genomsläppliga beläggningar med infiltration och dräneringssystem (CIRIA, 2015).



Figur 5-7. Genomsläppliga beläggningar utan infiltration (CIRIA, 2015).

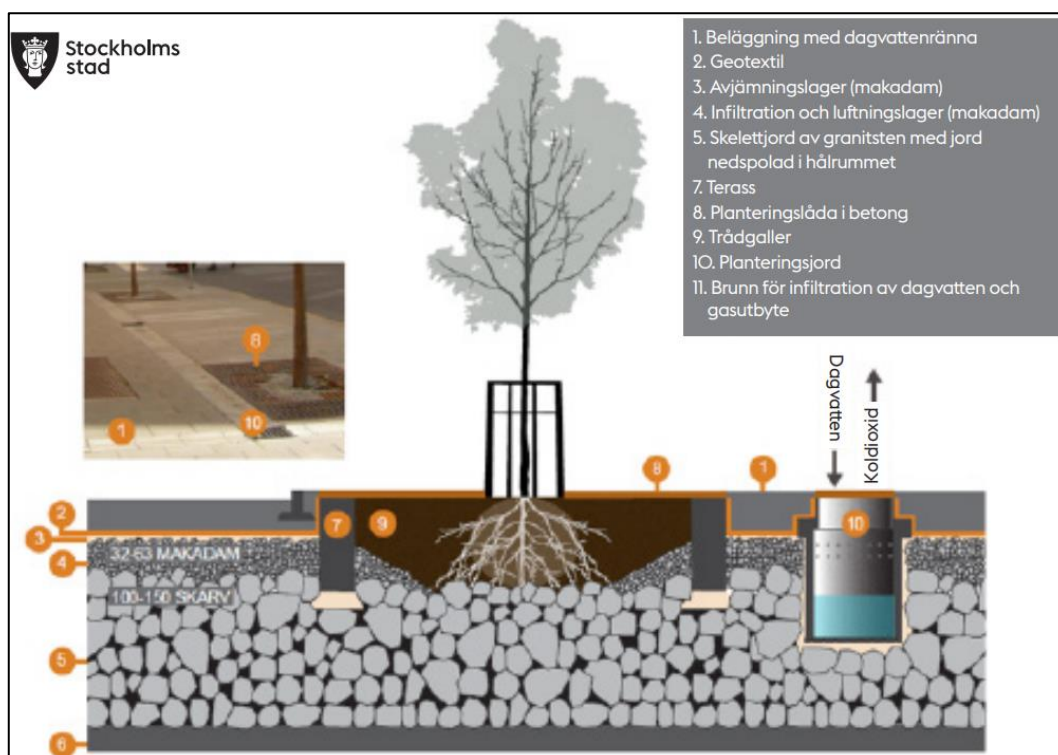
5.2.4 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grop fylls med grov makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet, medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 procent och i luftig skelettjord cirka 30 procent av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord två till fyra procent och för en vanlig skelettjord cirka sex till tolv procent per 100 m² avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Figur 5–8 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).



Figur 5–8. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

5.2.5 Makadamdike

Makadamdiken är öppna diken som är helt eller delvist fyllda med kross som kan både fördröja och avleda dagvatten samt till viss del även rena dagvatten. Makadamfyllda diken kan anläggas där plats saknas för mer ytkrävande anläggningar som t.ex. svackdiken. Beroende på lokala geologiska förutsättningar kan makadamdiket utformas med öppen botten (om marken är genomsläpplig) där vattnet infiltrerar i makadamdiket och perkolerar till grundvattnet och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen. I tätare jordar är dikesbotten tät och dagvattnet leds vidare till dagvattennätet via ett dräneringsrör i botten på diket (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

Fördröjningsvolymen i makadamdiket skapas av porvolymen i fyllningsmassorna, normalt cirka 30 procent av diket totala volym. Fördröjningsvolymen anpassas genom justeringar av diket geometri efter dimensionerande regnflöden från de ytor som ska

avledas till makadamdiket. Nederbörd som överskrider magasinvolymen och dikets avledningskapacitet behöver bräddas till dagvattennätet. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i dikets lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.

Makadamdiken avskiljer främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. I diken med dräneringsrör stärks reningseffekten om en sedimentationsvolym skapas genom att röret placeras en bit ovanför dikets botten. En högre andel finare fraktioner i makadamdiket ökar också reningskapaciteten, men minskar samtidigt den fördröjande volymen och infiltrationskapaciteten (Stockholm Vatten och Avfall, 2022e).

Makadamdiken kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till vägar och parkeringar, se figur 5–9.



Figur 5–9. Makadamdike (Svenskt Vatten Utveckling, 2019)

Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

5.2.6 Krossmagasin

Krossmagasin är ett underjordiskt magasin för att fördröja och rena dagvatten. Genom att dagvattnet infiltrerar ner genom magasinmediet kommer dagvattnet att renas. Magasinet är fyllt av grovt material, till exempel makadam. Med makadammagasin med en porositet på 30 % måste magasinets volym vara tre gånger större än den volym vatten det ska hålla. Dagvattnet leds in till magasinet genom en brunn eller dagvattenledning där det sedan fördelas över magasinet med en spridningsledning. Är infiltrationsförmågan i den omkringliggande marken låg kan magasinet kläs in i en geotextil. Magasinet dräneras då med en dräneringsledning i botten av magasinet, och det fördröjda dagvattnet leds då vidare till det allmänna ledningsnätet. Ett bräddlopp bör anslutas till magasinet för att leda bort dagvatten vid stora regn eller långvariga regn där magasinet blir mättat.

Driften och underhållet av ett krossmagasin innefattar kontroller av ledningar och brunnar. Dessa kan behöva rensas också. Efter en tid kommer magasinets mediet behöva bytas för att porvolymen har täppts till. Stockholm vatten och avfall uppskattar att magasinet fungerar 25–50 år. (Stockholm vatten och avfall, 2019). 15–30 år enligt denna rapport <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/241505/241505.pdf>. Bedömning av livslängd får göras utifrån specifikt projekt.

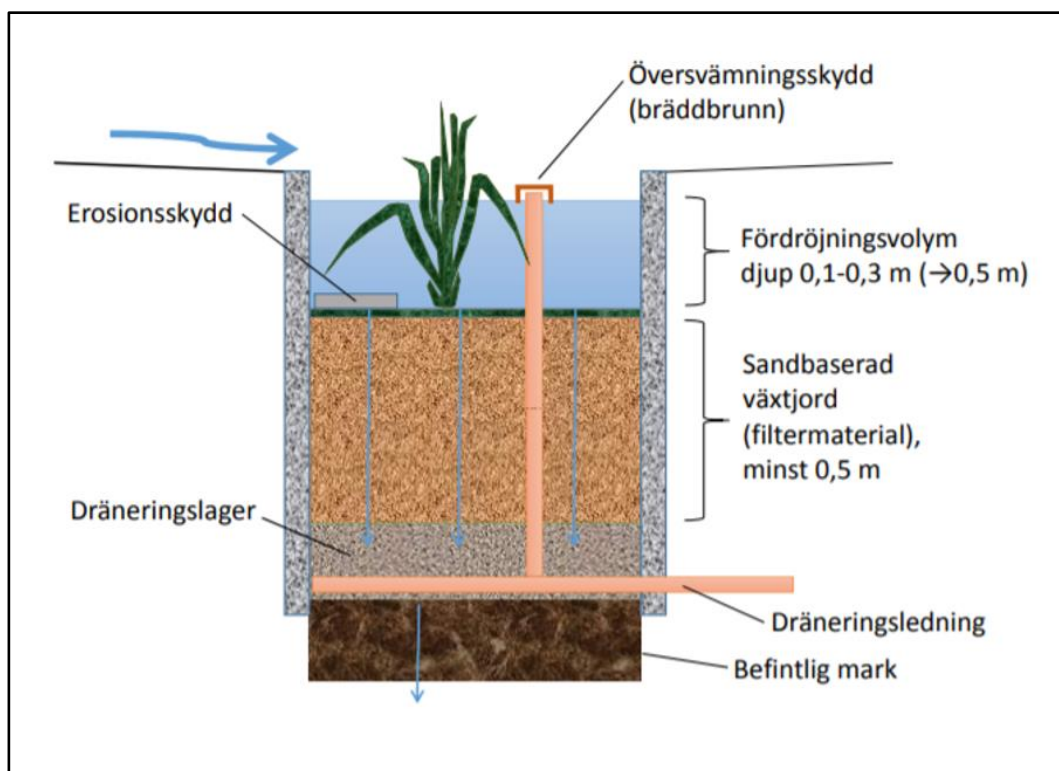
Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

5.2.7 Växtbädd/Biofilter

Växtbäddar/ Biofilter används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med kraftiga regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtermaterial. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av växtbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i växtbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 5–10 visar en principskiss över en växtbädd och figur 5–11 visar exempel på nedsänkt växtbädd.

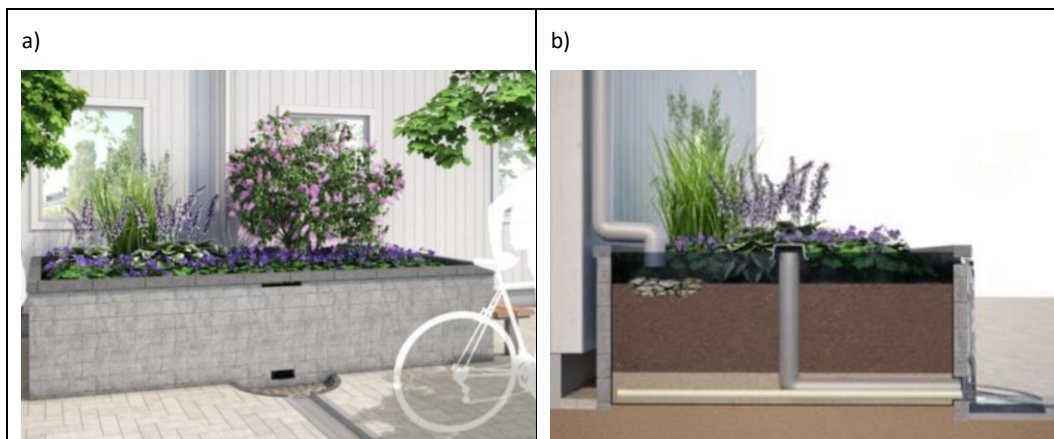
Vid lägre temperaturer, tex på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysriskerna ska minimeras. (Stockholm Vatten och Avfall, 2022f)



Figur 5–10. Principskiss på växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022f).



Figur 5–11. Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna stad dagvattenstrategi, 2019).



Figur 5-12a) & b). Exempel på upphöjd växtbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (Vinnova, 2014).

Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

Exempelfigurer nedan från rapporten Bioretention Technical Design Guidelines 2014 (Waterbydesign, 2014)



Figur 5-13. Öppning i kantsten, inlopp till växtbädd (Waterbydesign, 2014)



Figur 5–14. Öppning i kantsten, inlopp växtbäddar (Waterbydesign, 2014)

5.2.8 Brunnsfilter

Brunnsfilter är reningsinsatser som kan monteras direkt i befintliga dagvattenbrunnar eller efter en fördröjningsanläggning. De kan bidra med rening nära källan, både i nya och i befintliga dagvattensystem. Filtermaterialet avgör vilka föroreningar som kan avskiljas. Flödet genom filtret påverkar reningsförmågan. De flesta modeller är försedda med förbiledning så att flödet genom filtret kan hållas på en lagom nivå även i samband med flödestoppar (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i).

Brunnsfilter passar bäst i befintlig, tätbebyggd miljö där föroreningsbelastningen är måttlig till hög och det saknas plats och möjlighet för andra dagvattenlösningar. Parkeringsplatser, industriområden och bensinstationer i befintlig miljö är exempel på platser där det kan vara lämpligt att installera brunnsfilter (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i).

Ett brunnsfilter består av en kassett av plast eller stål som omsluter ett filtermaterial. Bark, träfiber, zeolit, polypropen, torv, aktivt kol och järnhydroxid är exempel på filtermaterial. Beroende på modell kan ett brunnsfilter läggas, ställas eller hängas direkt i en brunn, antingen vid inloppet eller vid utloppet. I båda fallen är det viktigt att konstruktionen tätar mot brunnens väggar. Genom att placera ett galler som kan fånga upp sand, grus, löv och andra grövre partiklar före filtret minskar risken för igensättning. Ett sandfång på brunnens botten avskiljer också grövre partiklar och minskar risk för igensättning av filterkassetter som är placerade vid brunnens utlopp (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i).

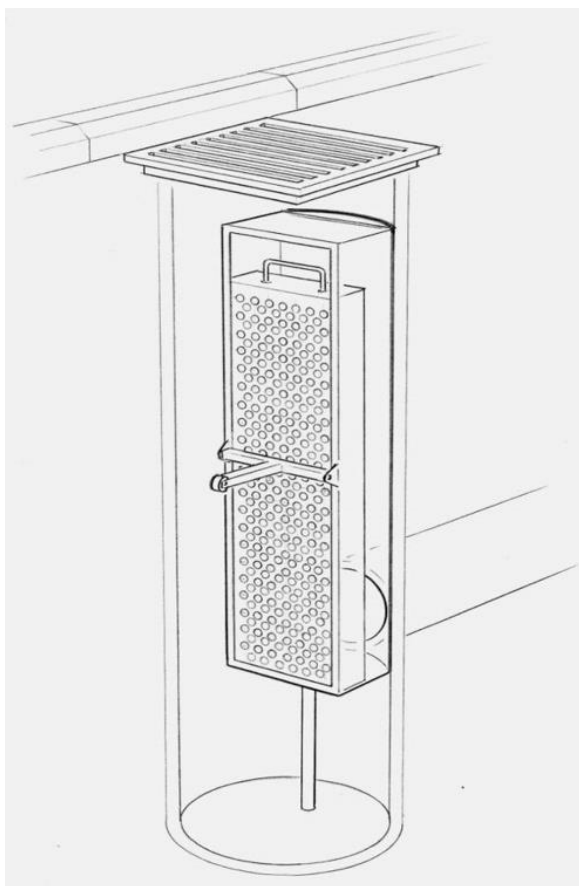
Reningen i ett brunnsfilter uppstår genom att föroreningarna binds till filtermaterialet. Valet av filtermaterial påverkar vilka föroreningar som kan avskiljas. De flesta

filtermaterial har bra reningseffekt för metaller, men föroreningarna kan lakas ut om filtret mättas eller om flödena genom filtret blir höga. Erfarenheterna av brunnsfilter är begränsade i Sverige. Mycket forskning pågår, bland annat om funktionen hos olika filtermaterial. Genomförda studier visar att reningseffekten kan variera kraftigt (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i).

Brunnar med brunnsfilter ska slammsugas regelbundet i samma utsträckning som andra rännstensbrunnar. För att få en tillräcklig rening är det helt avgörande att filtren kontrolleras och byts ut regelbundet. Belastningen avgör hur ofta filtermaterialet behöver bytas. Intervallet kan variera från ett till fyra byten per år. Uppföljning behöver göras inom ett par år för att se om filtren behöver bytas oftare. Hanteringen av förbrukat filtermaterial bör anpassas efter typ och föroreningsinnehåll, lämpligen identifierat genom kemiska analyser. Filtrets typ och föroreningsinnehåll styr vilken avfallshantering som lämpar sig: kompostering, förbränning eller deponering. Avfallet kan behöva hanteras som miljöfarligt avfall (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i). Ett brunnsfilter kostar ca 4000 - 6000 kr/st enligt StomTacs databas. I Tabell 5–1 listas några fördelar och nackdelar med brunnsfilter.

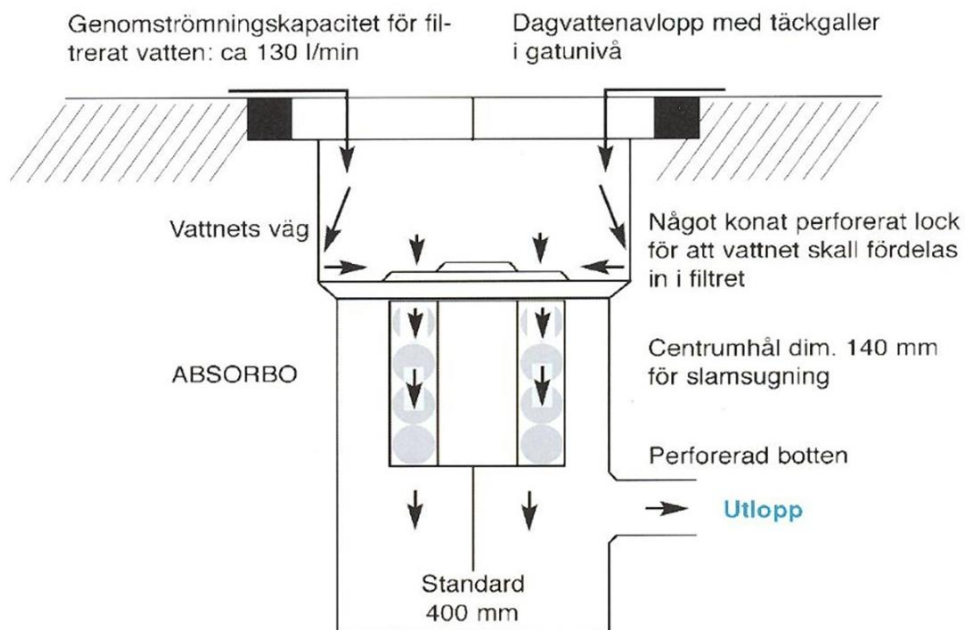
Tabell 5–1. Fördelar och nackdelar med brunnsfilter (Stockholm Vatten och Avfall, 2022i)

Fördelar	Nackdelar
Bidrar till rening av dagvatten nära källan	Kräver tillsyn och filterbyten
Tar inget markutrymme i anspråk	Risk för igensättning vid bristande underhåll
Kan enkelt integreras i befintliga dagvattensystem	Saknas bräddfunktion finns risk för utlakning av föroreningar vid höga flöden
	Brunnar i trafikerade miljöer kan vara svåra att kontrollera och sköta



Figur 5-15. FlexiClean brunnsfilter (FlexiClean, 2022)

Vattnets väg i **ABSORBON**



Figur 5-16. Absorbo brunnsfilter (Absorbenta Miljö AB, 2022)

5.2.9 Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak, även kallade gröna tak kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten. En sådan anläggning består generellt av tre lager ovanpå. Ett dräneringslager med ett tätskikt under, sedan ett lager med växtsubstrat och överst ett vegetationstäck. Vegetationsklädda tak delas oftast upp i två kategorier; intensiva och extensiva tak. Intensiva tak har ett tjockare växtsubstrat (15 cm eller mer) och kan därför inhysa en större variation av växtlighet, men även magasinera och fördröja större dagvattenvolymer. Extensiva tak har ett tunnare djup på växtsubstratet (cirka 3–10 cm) och därför torktåliga gräsvegetation, till exempel sedum tak. Det finns även vegetationsklädda tak som kombinerar de två typerna (VA-guiden, 2022d).

Fördröjning av dagvatten uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasinera nederbörd. En del försvinner genom avdunstning. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan gröna tak reducera avrinningen med 25 till 75 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2022j).

Generellt sett har vegetationsklädda tak en högre kapacitet att fördröja vattnet under sommaren än under vintern när vegetationen inte är aktiv. Ett traditionellt sedumtak kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett intensivt tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan fördröja och magasinera cirka 20 millimeter nederbörd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022j).



Figur 5–17. Gröna tak kan anläggas både på platta och lutande tak (Svenska Naturtak AB, 2018).

Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

6 Slutsats och rekommendationer

Dagvattenutredningen visade att dagvattenflödet inom planområdet ökar något vid jämförelse mellan befintlig situation och planerad situation. Dagvattenflöde har beräknats med 10-årsregn och 100-årsregn. Följande dagvattenflöden beräknades fram;

- Befintlig situation: 290 l/s vid 10-årsregn och 790 l/s vid 100-årsregn
- Planerad situation: 1100 l/s vid 10-års regn och 2300 l/s vid 100-årsregn.

Dagvattenflödena ökade markant vid planerad situation. Samtidigt visade simuleringar av dagvattenflöden i Scalgo att det inte skapas omfattande ansamlingar dagvatten inom planområdet. Med tanke på hur recipientstatus idag och simulerade dagvattenflöden inom planområdet så bedöms dagvattenrening vara det primära fokuset och fördröjning av dagvatten vara sekundärt. Både Dockstafjärden och Dockstaån omfattas av undantag vad gäller kemisk status då det anses tekniskt omöjligt att minska halterna av kvicksilver och PBDE till nivå som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Dock får inte nuvarande nivåer av PBDE i Dockstaån öka.

Vid jämförelse mellan befintlig och planerad situation ökar alla föroreningsämnen utom suspenderad substans. Föreslagen dagvattenlösning i form av biofilter visar en positiv inverkan på föroreningshalten samt föroreningsmängd i dagvattnet. Dagvattenlösningen gjorde att samtliga föroreningsämnen utom kvicksilver och krom minskade till koncentrationer som understeg befintlig situation. Simulering med olika typer av dagvattenlösningar visade att ingen lösning hade förmåga att sänka koncentrationen kvicksilver tillbaka till motsvarande befintlig situation. PBDE minskade dock till koncentration som understeg befintlig situation.

I denna utredning har biofilter använts som exempel på möjlig dagvattenlösning. Det behöver samtidigt klargöras att det enbart är ett av flera alternativ som listats i den här utredningen. Syftet med föreslagna dagvattenlösningar inom ramen för den här utredningen var att just ange exempel på dagvattenlösningar som kan användas inom området. Exakt placering och utformning av dagvattenlösningar inom området kräver ytterligare utredning.

Samtidigt har det klargjorts att resultat från simulering av föroreningshalter och mängder ska ses som ungefärliga och inte exakta. Simulering av dagvattenflöden i Scalgo ska även dem ses som ungefärliga då programmet inte tar hänsyn till infiltration. Sannolikt är verklighetens dagvattenflöden lägre än vad simuleringar inom ramen för dagvattenutredningen visar. Exakt utformning och placering av dagvattenlösningar kräver ytterligare utredningar.

Planområdet får inte höjdsättas så att dagvatten leds till ner till Dockstaån. Exakt utformning av höjdsättning kräver emellertid fler utredningar.

Utredningen har även undersökt risk och konsekvenser till följd av förhöjd vattennivå i recipienterna. Simulering gjorde med förhöjd vattennivå om 0,5 till två meter. En höjning på 0,5 meter gav enligt simuleringarna endast begränsade ansamlingar vatten inom planområdet medan en höjning med två meter gav vattenansamling som täckte majoriteten av planområdet. Noterbart var dock att vid samtliga simuleringar kom vatteninströmningen över planområdet från Dockstafjärden och knappt någonting från Dockstaån.

Det som sammanfattningsvis går att fastlägga är att den planerade situationen inte äventyrar miljö kvalitetsnormerna (MKN) hos recipienterna så länge biofilter eller annan lämplig reningsmetod används inom planområdet.

7 Referenser

Allt i mark. (den 29 augusti 2024). *Marksten betong*

<https://www.alltimark.se/produkter/marksten-betong/benders-bas-fasadofasad/>

Absorbenta Miljö AB. (den 27 maj 2022). *Dagvattenrening*. Hämtat från Absorbenta

Miljö AB: <https://www.absorbenta.se/vara-tjanster/dagvattenrening/>

CIRIA. *The SuDs Manual*, 2015

FlexiClean. (den 27 maj 2022). *FlexiClean*. Hämtat från FlexiClean:

<https://www.flexiclean.eu/om-flexiclean-36951844>

Havs & vattenmyndigheten. (den 29 augusti 2024). *Miljö kvalitetsnormer för vatten vid tillsyn och provning*.

<https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/provning-och-tillsyn/miljokvalitetsnormer-vid-provning-och-tillsyn.html>

Solna Stad. (den 29 augusti 2024). *Strategi för en hållbar dagvattenstrategi i Solna stad*.

<https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022a). *Svackdike*. Hämtat från

Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022b). *Översilningsyta*. Hämtat från

Stockholm Vatten och Avfall:

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022d). *Skelettjord*. Hämtat från

Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022e). *Makadamdike*. Hämtat från

Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/md_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022f). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat

från Stockholm Vatten och Avfall:

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. (den 13 september 2022i). *Brunnsfilter*. Hämtat från

Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/brunnsfilter_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 13 september 2022j). *Vegetationsklädda tak*. Hämtat

från Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf

Svenska Naturtak AB. (2018). *Sedumtak och gröna tak.*

<https://www.svenskanaturtak.se/>

Svenskt Vatten Utveckling. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten, 2019.

<https://www.svenskvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf>

Sveriges Geologiska Undersökning. (den 15 augusti 2024). *Genomsläpplighet*

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-1202129.5840071687,5989643.209396418,2381877.5840071687,7780246.790603582>

Sveriges Geologiska Undersökning. (den 15 augusti 2024). *Jorddjup*

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=-1177489.53472707,6114523.459156918,2406517.6332872673,7905127.040364082>

Sveriges Geologiska Undersökning. (den 15 augusti 2024). *Så varierar grundvattennivåer över året.* <https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/om-grundvattennivaer/sa-varierar-grundvattennivaer-over-aret/>

Vatteninformationssystem Sverige. (den 15 augusti 2024). *Dockstafjärden*

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA44622677>

Vatteninformationssystem Sverige. (den 15 augusti 2024). *Dockstaån*

<https://viss.lansstyrelsen.se/SearchResults.aspx?ViewType=0&q=Docksta%C3%A5n&s=S%C3%B6k> VA-guiden. (den 12 september 2022b). Översilningsytor. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/oversilningsyta/>

VA-guiden. (den 12 september 2022d). Vegetationsklädda tak. Hämtat från VA-guiden:

<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/vegetationskladda-tak/>

Vinnova. T. Lindfors, H. Bodin-Sköld, T. Larm Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer, 2014.

Waterbydesign. Bioretention Technical Design Guidelines, Version 1.1 Oktober 2014