RAPPORT

Uppdragsledare
Mikael Lindgren
Handläggare
Md Didarul Alam Tusher
Bitr-Handläggare
Lisa-Mari Sundin

Mobil
+46 72 207 56 57

E-post
mddidarulalam.tusher@afry.com
Project ID
D0069462

Datum
2023-01-25

Status
Slutrapport

Mottagare
Johanna Vinterhav
Planarkitekt
Kungsbacka kommun

Dagvattenutredning – Rågelund 1:127 m. fl.

ÅF-Infrastructure AB
Grafiska vägen 2A
SE-401 51 Göteborg
Sverige

Telefon +46 10 505 00 00
Registrerat säte i Luleå
Org.nr. 556185-2103
VAT: SE556185210301

afry.com

Sammanfattning

Kungsbacka kommun har beställt en dagvattenutredning för fastigheten Rågelund 1:127, Sintorp 4:260 och Sintorp 4:261 med anledning av den detaljplan som är under framtagande. Detaljplanens syfte är att möjliggöra för bostäder i flerbostadshus, radhus och kedjehus samt ytor för gemensam utevistelse. Området för planen är idag oexploaterad naturmark med en area på knappt 8 hektar. En dagvattenutredning har utförts för att hantera dagvatten inom planområdet enligt policy och riktlinjer. Beräkningar utförs enligt Svenskt Vatten publikation P110 med hjälp av StormTac för föroreningsberäkning och Scalgo för avrinningsområdes analys. Den information som mottagits för beräkning kom från Kungsbacka kommun som indata. Dimensioneringen utgick från kommunens dagvattenpolicy; 20-årsregn för fördröjning och ledningskapacitet i kommunal anläggning och >100-årsregn för marköversvämning med skador på byggnader och anläggningar. Fastigheter med mer än 1000 m^2 hårdgjorda ytor behöver också fördröja vatten inom kvartersmark enligt kommunens policy. Det ska fördröjas 1 m^3 per 100 m^2 hårdgjord yta inom fastighetsgräns. Förutom det behöver kommunal anläggning dimensioneras för att hantera dagvatten från hela planområdet. Anläggning inom kvartersmark bedöms som en ytterligare åtgärd till kommunalt system.

Planområdets topografi är huvudsakligen flack som lutar till en bäck som rinner genom planområdet. Bäcken flödar till Lundaån, som är den primära recipienten av dagvatten och Lundaån mynnar till havet (Vendelsöarkipelagen) som är slutrecipient. Utredningen visar att det idag rinner ungefär 90 l/s från utredningsområdet vid ett 20-årsregn, vilket kan jämföras med de 1000 l/s som rinner över området efter den utbyggda planen (inkl klimatfaktor). Det utökade flödet behöver fördröjas för att inte öka flödet i bäcken. Fördröjning ska ske i två steg; För det första inom kvartersmark med hårdgjorda ytor och för det andra i kommunal dagvattenanläggning. Fördröjningsbehovet inom kvartersmark har beräknats till total 187 m^3 för alla fastigheter med en hårdgjord yta som överstiger 1000 m^2. Fördröjning kan ske i underjordiska kassettmagasin eller motsvarande anläggningar. För fördröjning inom allmänna platser räknas totalt 790 m^3 fördröjning volym för att inte öka flödet vid ett 20 års regn. I denna utredning visas två alternativa systemlösningar för att uppfylla detta krav med olika anläggningar; våt damm, torr damm och makadammagasin.

Recipient till planområdet är Lundaån som är en mindre känslig recipient. Enligt kommunens dagvattenpolicy krävs rening för parkeringsytor större än 1250 m^2. Om parkeringsytorna inom planområdet har en sammanlagd yta som är större än detta (1250 m^2) krävs alltså rening. Det planeras en parkeringsyta i norra delen av planområdet med en area ca 1400 m^2. Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder från parkeringsytan har utförts för dagens situation, för situationen efter utbyggd plan samt för situationen efter utbyggd plan med rening i regnbäddar (total area 28 m^2). Föroreningsberäkningarna visar att regnbäddarna ger en kraftig reduktion i både mängder och halter av föroreningar. Alla föroreningar når ner till nivåer långt under Göteborg stads och Varbergs kommuns riktlinjer efter behandling i regnbäddar. Föroreningsberäkning för hela planområdet har också gjorts där våt damm fungerar som reningsåtgärd. Resultaten visar att föroreningshalter minskar efter rening i damm och ligger under riktlinjerna. Det bedöms att planområdet inte kommer att påverka slutrecipientens (Vendelsöarkipelagen) MKN negativt.

De föreslagna dagvattenanläggningarna kommer att överbelastas vid skyfall. Marknivån inom planrådet behöver därför höjdsättas på så sätt att avrinning och fördröjning sker på ytor där ingen skada uppstår.

copyright© AFRY

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING 5
1.1 Bakgrund 5
1.2 Syfte 6
1.3 Avgränsningar 6
1.4 Riktlinjer och Krav för Dagvattenhantering 6
1.5 Svenskt Vatten - P110 7
1.6 Vattenförvaltning 7

2 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN 7
2.1 Områdesbeskrivning 7
2.2 Topografi 8
2.3 Geologi 11
2.4 Grundvatten 12
2.5 Befintligt ledningsnät för dagvatten 12
2.6 Recipient och miljökvalitetsnormer 13
2.6.1 Ytvattenförekomst 13
2.6.2 Grundvattenförekomst 13
2.7 Markavvattningsföretag/Dikningsföretag 13

3 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN 14
3.1 Planerad bebyggelse 14
3.2 Markanvändning 15

4 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING 17
4.1 Flödesberäkningar 17
4.2 Fördröjningsbehov 19
4.3 Föroreningsberäkningar 21
4.4 Övergripande systemlösning 24
4.4.1 Alternativ 1 25
4.4.2 Alternativ 2 31
4.5 Beskrivning av anläggningar 35
4.5.1 Regnbädd 35
4.5.2 Våt Dagvattendamm 36
4.5.3 Torr damm 39
4.5.4 Makadammagasin 41
4.6 Översvämningsrisk vid höga nivåer i havet 42
4.7 Miljöpåverkan på miljökvalitetsnormer för vatten 45
4.7.1 Miljökvalitetsnormer Vändelsöarkipelagen 45
4.7.2 Dagvatten från planområdet 46
4.7.3 Ekosystemtjänster 47
4.8 Föroreningsbelastning från planområdet 48

copyright© AFRY

4.9 Översvämningsrisk vid skyfall och principiell höjdsättning 50

5 INVESTERINGSKOSTNAD 52

6 KOMMENTARER OCH SLUTSATSER 53

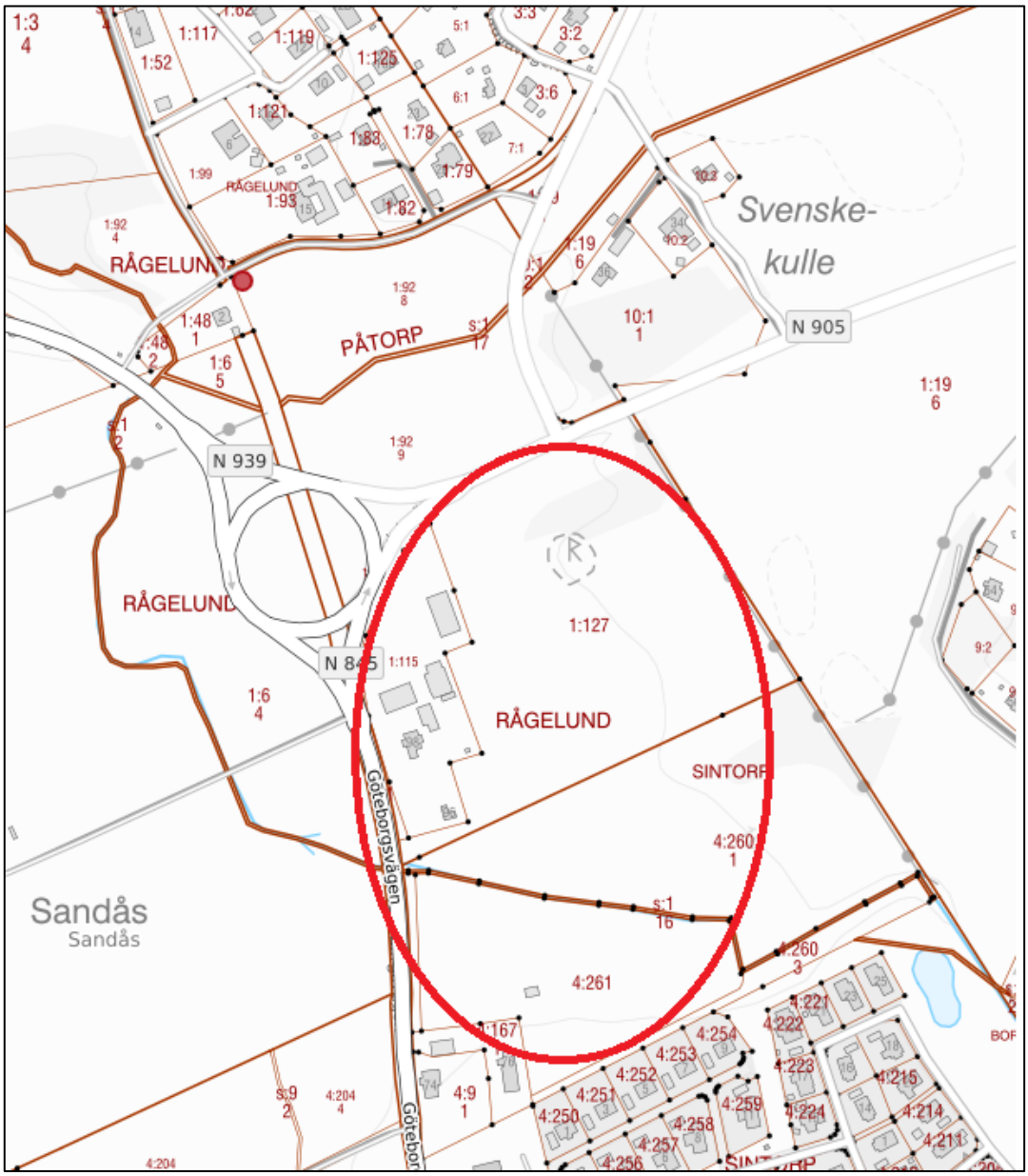
7 REFERENSER 55

copyright© AFRY

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Området för utredningen ligger norr om Frillesås centrum i Kungsbacka kommun med en area på knappt 8 hektar. I utredningsområdet planeras uppemot 200 bostäder. Som ett underlag till detaljplanen krävs att en dagvattenutredning tas fram för att på så sätt veta hur dagvattenhanteringen kan säkras. Se Figur 1 för utredningsområdets utbredning.



Figur 1 Planområde i röd cirkel.

copyright© AFRY

1.2 Syfte

AFRY har blivit ombedd att utreda och föreslå lösningar för dagvatten för projektområdet. Studien innehåller följande punkter:

- Utredning av dagvatten utifrån framtida exploateringsplan samt dess påverkan på uppströms och nedströms områden och recipient
- Hantering av dagvatten med systemlösning
- Beräkna föroreningsbelastning som genereras i framtida situation och dess hantering.
- En uppskattning av investeringskostnad samt drift-och underhållskostnad för föreslagna lösningar
- Studera effekten av 100 års skyfallsregn inom planområdet
- Studera effekten vid höga nivåer i vattendrag och hav
- En miljöbedömning av föreslagna dagvattenlösningar
- En översiktlig förklaring av påverkan och synergieffekter från ekosystemtjänster efter exploatering

1.3 Avgränsningar

Dagvattenutredningen har baserats på underlag som har tillhandahållits av Kungsbacka kommun. Inga provtagningar har utförts och föroreningars koncentrationer- och mängder baseras därför på schablonvärden. I Tabell 1 redovisas underlag som har använts i denna undersökning:

Tabell 1 Underlag.

Underlag	Vem	Tid
Illustrationsritning detaljplan	Kungsbacka kommun	2022-06-03
Grundkarta	Kungsbacka kommun	2022-06-03
Höjdfiler från kommunens geodatabas	Kungsbacka kommun	2022-06-03
PM Geoteknik	NollTre Konsult AB	2020-12-17
VA underlag (de befintliga ledningarna)	Kungsbacka kommun	2022-06-03
Dagvattenanvisningar	Kungsbacka kommun	2022-05-24
Dagvatten – Policy och Riktlinjer	Kungsbacka kommun	2012-04-10
VA policy	Kungsbacka kommun	2018-09-11

1.4 Riktlinjer och Krav för Dagvattenhantering

Dagvattenpolicyn i Kungsbacka kommun är antagen i kommunfullmäktige och gäller från 2012-04-10. Dagvattenpolicyn omfattar riktlinjer och ansvarsområden för dagvattenhantering inom kommunen.

copyright© AFRY

Den grundläggande policyn lyder:
”Hanteringen av dagvatten är att skapa genomtänkta, miljöanpassade och kostnadseffektiva rutiner för att ta hand om dagvattnet.”

Grundläggande riktlinjer är:

- Den naturliga vattenbalansen ska inte påverkas negativt.
- Föroreningskällor ska angripas och vid behov ska dagvattnet renas på dess väg till recipienten.
- Dagvattensystemen ska utformas och underhållas så att skadliga uppdämningar vid kraftiga regn undviks.
- Bebyggelsemiljön ska berikas, dagvattnet lyftas fram som en resurs och synliggöras. Säkerhets- och skötselfrågor måste beaktas.
- Belastningen på reningsverken ska minska.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska utnyttjas så långt som möjligt.
- Skadeverkningar vid miljöolyckor ska begränsas.

1.5 Svenskt Vatten - P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

1.6 Vattenförvaltning

EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag och beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential inom år 2027 samt att ingen vattenförekomsts status får försämras, den ska i stället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status.

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts. Vattenkvaliteten får inte försämras samt att normerna gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämras.

2 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

2.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet ligger norr om Frillesås centrum med en area på knappt 8 hektar. Projektområdet avser fastigheten Rågelund 1:127, Sintorp 4:260 och Sintorp 4:261. Planområdet avgränsas i norr av Almedalsvägen, i väst av Göteborgsvägen. Söder om planområdet ligger ett villaområde. Idag består planområdet av naturmark. Genom den södra delen av området rinner en bäck som flödar till Lundaån som är den primära recipienten av dagvatten, se Figur 2. Bäcken har ett djup som varierar mellan 0,5-1,5 m. Lundaån mynnar till havet (Vendelsöarkipelagen) som är slutrecipient.

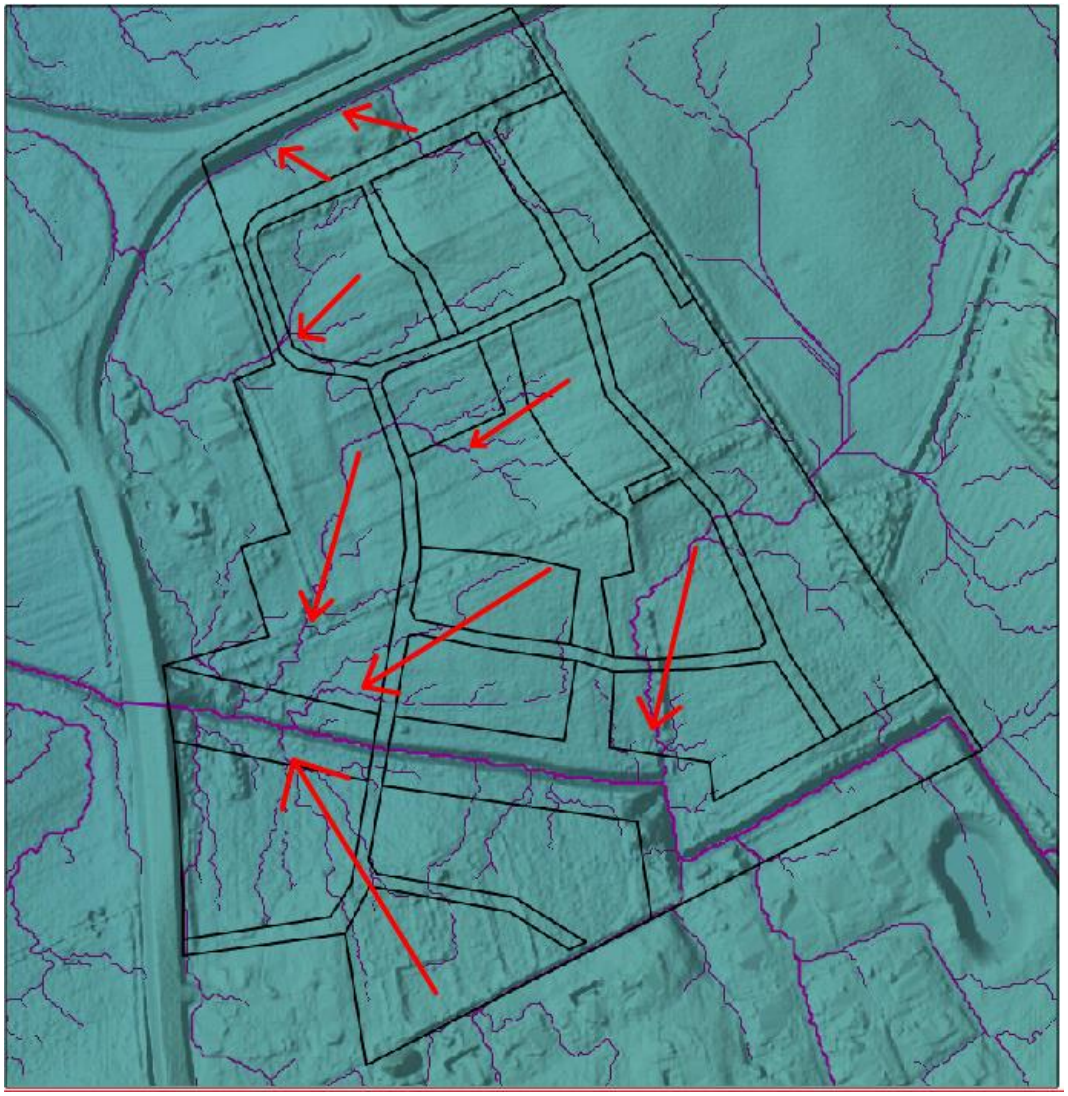
copyright© AFRY

Figur 2 Planområde – nuläge.

2.2 Topografi

Projektområdets topografi är flackt och sluttar något från öst till väst med en marknivå som varierar från +7,2 m till +10,8 m. Figur 3 visar den befintliga topografin med vattnets flödesvägar inom området.

copyright© AFRY

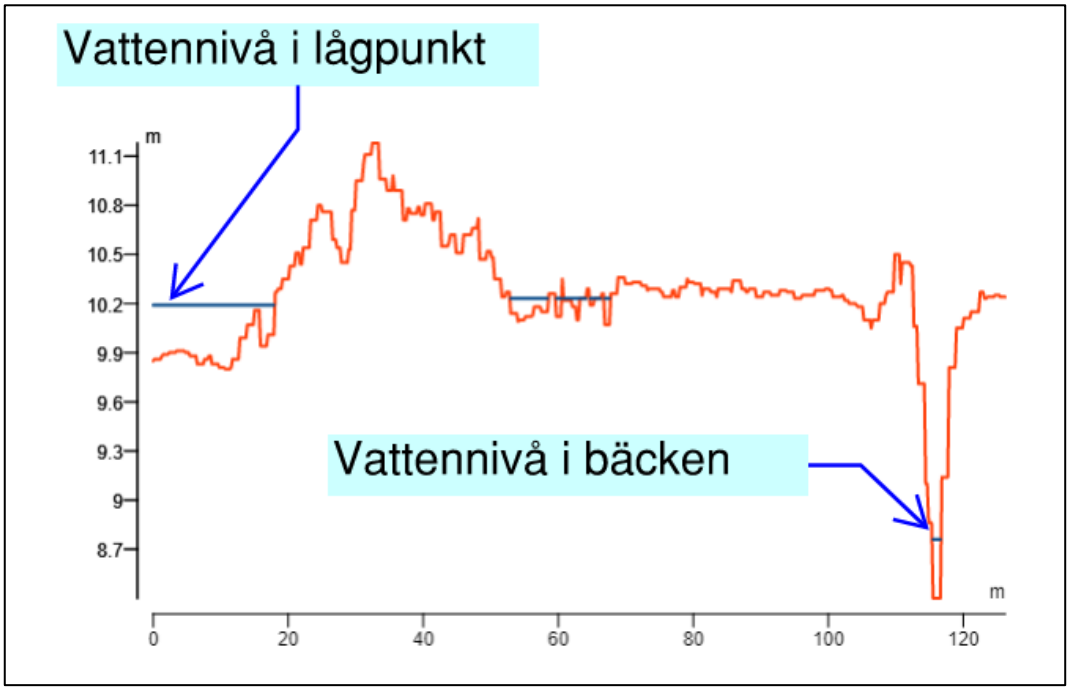


Figur 3 Befintlig topografi och flödesvägar (röda pilar visar flödesriktningen).

Figur 4 visar översvämningsläget vid 100 års regn för nuvarande situation. Det finns några lågpunkter inom området som kommer att fyllas upp vid nybyggnation. Öster om planområdet finns en lågpunkt där vatten samlas upp vid regn och flödar genom planområdet. Ett nytt dike kan grävas längs med planområdets östra gräns för att leda vatten därifrån till bäcken som visas i Figur 4. Figur 5 visar markprofil med vattennivå vid 100 års regn längs det föreslagna diket.

copyright© AFRY

Figur 4 Översvämningssituation vid 100 års regn. Grönlinje visar det föreslagna dikets placering.

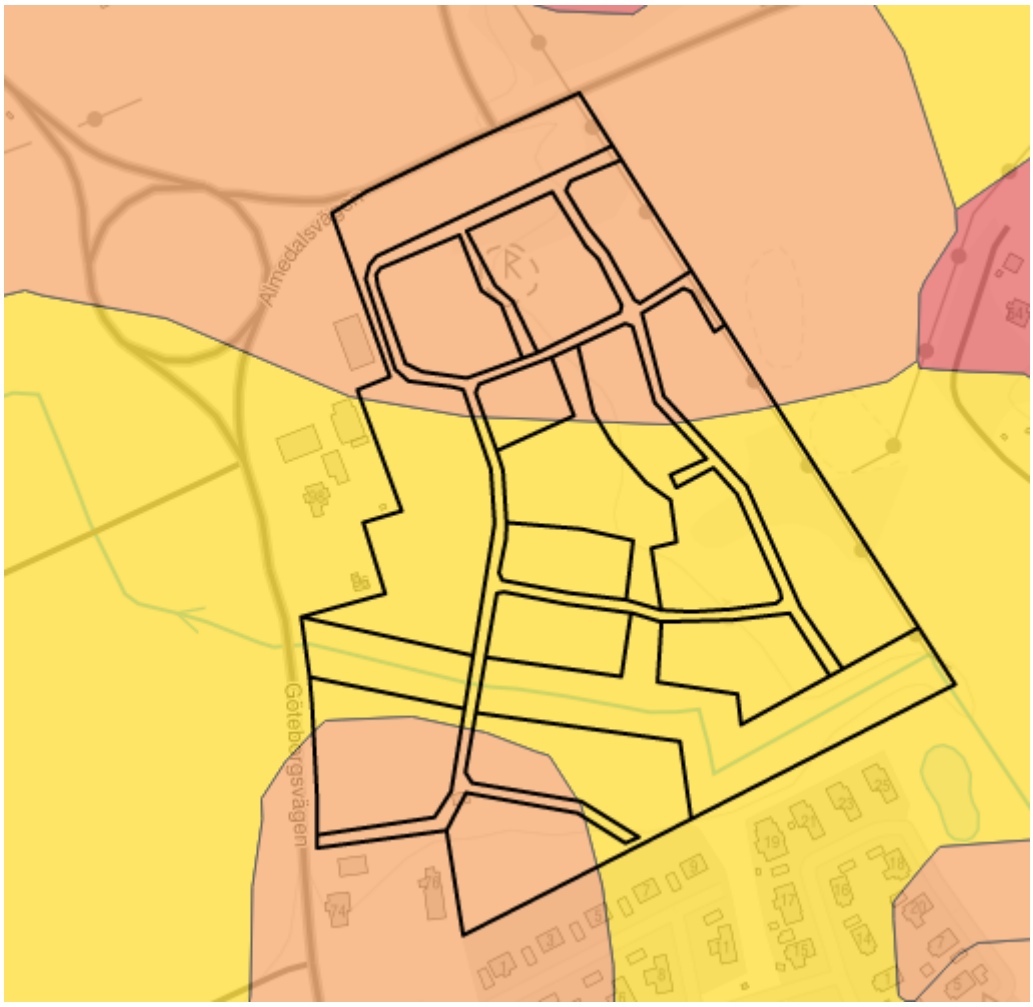


Figur 5 Markprofil längs det föreslagna diket i öst.

copyright© AFRY

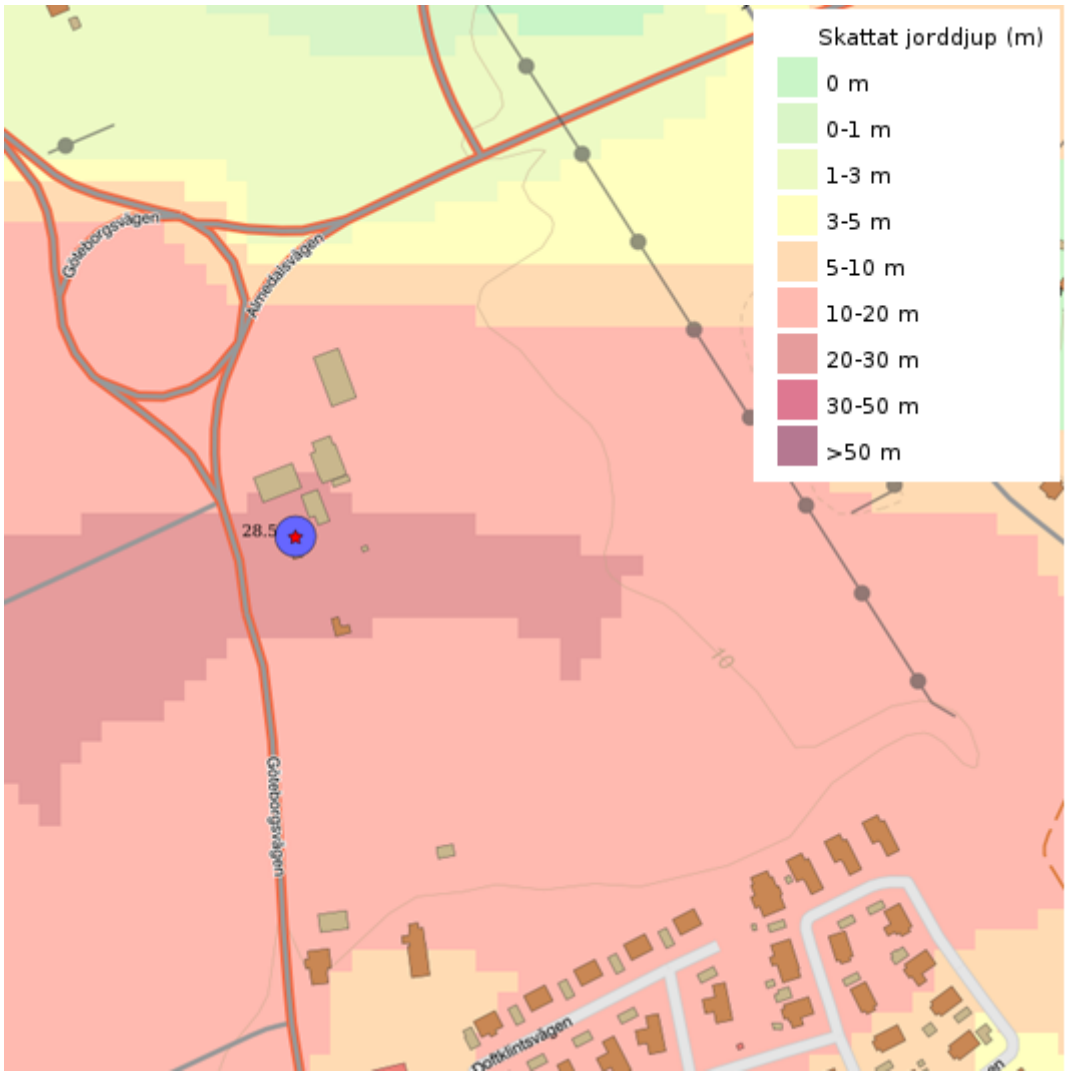
2.3 Geologi

Enligt PM Geoteknik (NollTre Konsult AB, 2020-12-17) förekommer ett lager mulljord ovan ett lager lera följt av en friktionsjord som vilar på berg. Öster om planområdet finns ett höjdparti där berget går i dagen. Mulljordens tjocklek varierar mellan 0,3 m och 0,5 m. Leran har en torrskorpa med 1-1,5 m tjocklek. Lerlagrets tjocklek varierar stort inom området från ca 2 m i östra delen av området till ca 20 m i västra delen av området. Med tanke på jordlagret bedöms marken inte ha god infiltrationsförmåga. Dagvattenlösningar som baseras på infiltration till mark väljs därför bort. Figur 6 och Figur 7 visar jordarter- och jorddjupskarta i området.



Figur 6 Jordartskarta från SGU (brun: postglacial finsand, gul: glacial lera).

copyright© AFRY



Figur 7 Jorddjupskarta från SGU.

2.4 Grundvatten

Enligt PM Geoteknik (NollTre Konsult AB, 2020-12-17) ligger grundvattenytan 0,9-1,1 m under mark, vilket tyder på begränsad infiltrationskapacitet inom planområdet. Det finns inget grundvattenmagasin inom området enligt SGU.

2.5 Befintligt ledningsnät för dagvatten

Det finns inget befintligt dagvattenledningsnät inom planområdet eftersom det är ett naturområde i nuläget. Det finns dagvattenledningar och en dagvattendamm söder om området inom det befintliga bostadsområdet. Dagvatten därifrån leds via dagvattendammen till bäcken och vidare till Lundaån som är recipient. Det finns en betongtrumma med dimensionen 1200mm under Göteborgsvägen som ansluter bäcken från öst till väst (se Figur 8).

copyright© AFRY

Figur 8 Placering av trumma BTG1200.

2.6 Recipient och miljökvalitetsnormer

2.6.1 Ytvattenförekomst

Planområdet avvattnas via Lundaån som inte är klassificerad som en vattenförekomst men som mynnar ut i Vändelsöarkipelagen. Vändelsöarkipelagen är klassificerad som en vattenförekomst enligt Vattenmyndigheten. En mer utförlig beskrivning av miljökvalitetsnormer finns under kapitel *"Miljöpåverkan på miljökvalitetsnormer för vatten".*

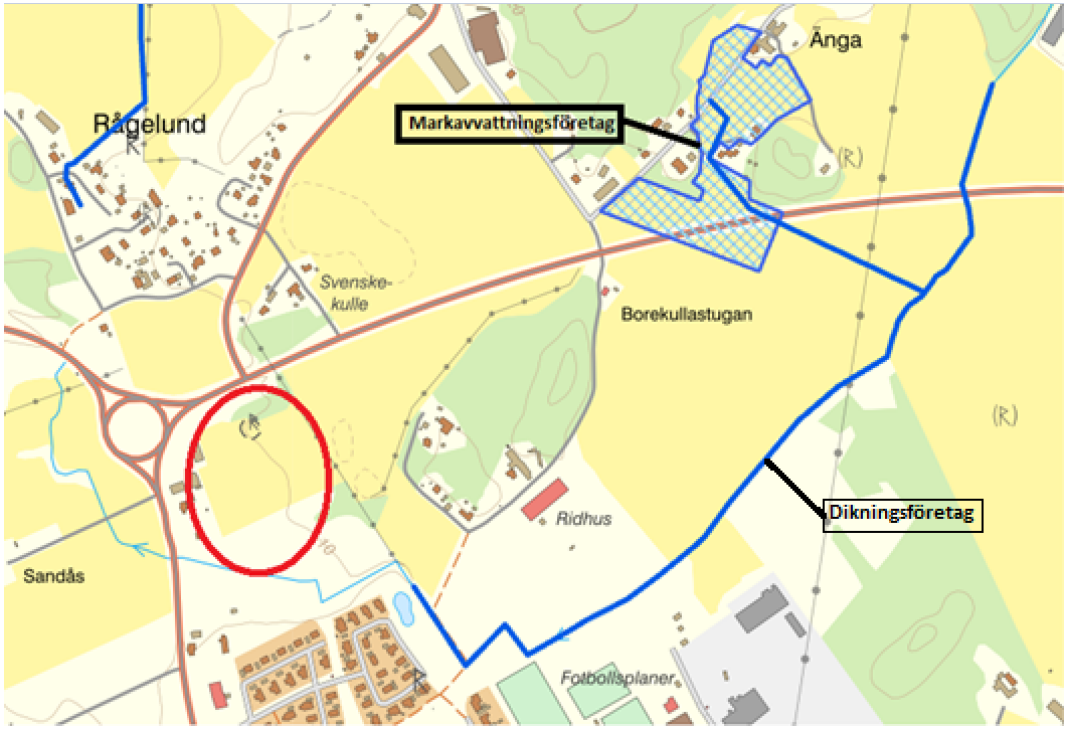
2.6.2 Grundvattenförekomst

Det finns ingen grundvattenförekomst i området.

2.7 Markavvattningsföretag/Dikningsföretag

Det finns ett markavvattningsföretag (Borekulla-Sintorp df 1962) uppström bäcken som flödar genom planområdet, se Figur 9. Planområdet påverkar inte markavvattningsföretaget vid ett 20-årsregn.

copyright© AFRY



Figur 9 Markavvattningsföretagets läge (blå linjer) uppströms planområdet (röd cirkel). Blå skraffering visar ytan som avvattnas och den blå feta linjen markerar den del av bäcken som tillhör företaget.

3 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

3.1 Planerad bebyggelse

Illustrationsplanen från kommunen visar ett exempel på hur bostadsbebyggelsen inom området kan ske tillsammans med ytor för gemensam utevistelse, se Figur 10. Det ska byggas en BMSS (Bostad med Särskild Service) i södra delen av området.

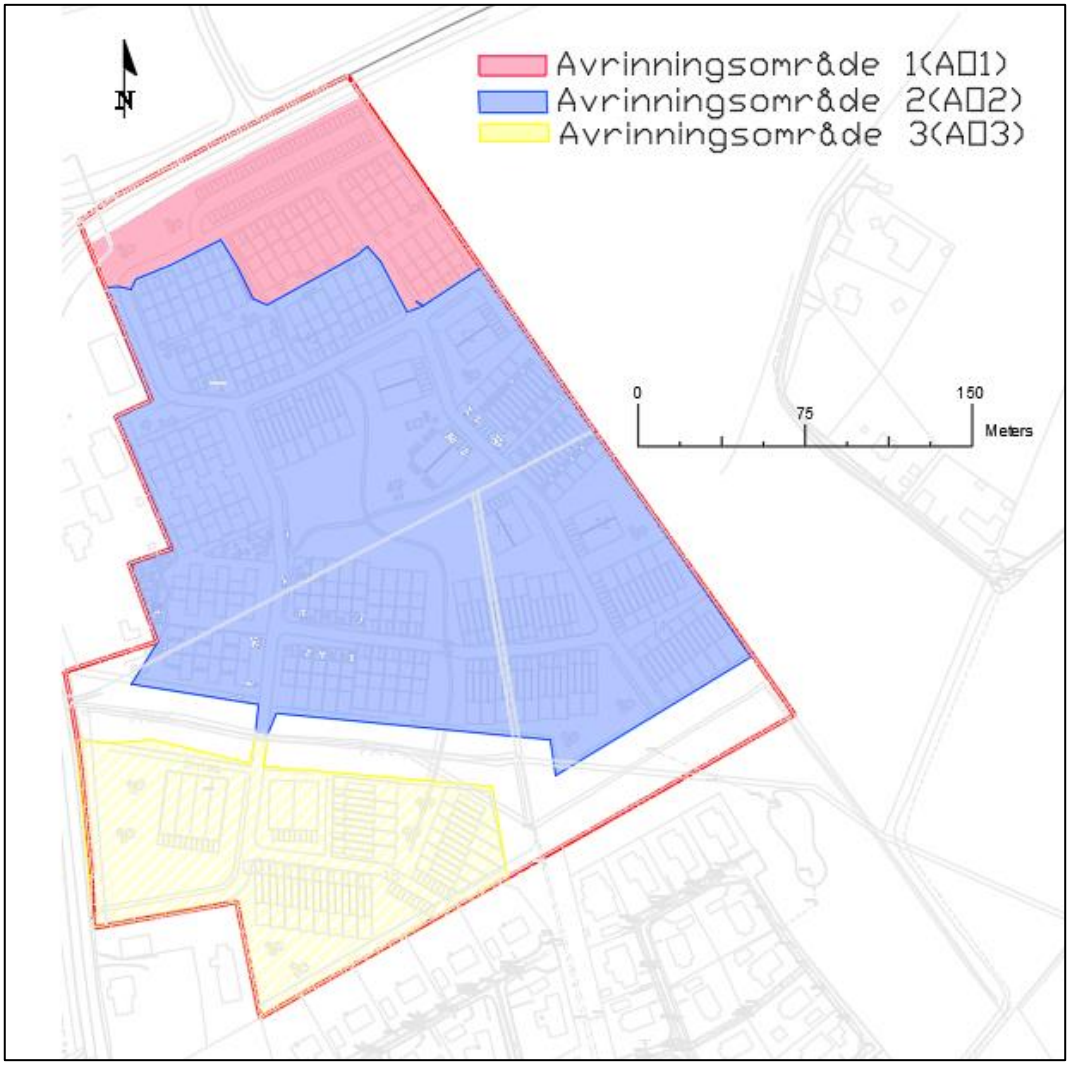
copyright© AFRY

Figur 10 Illustrationsplan för byggnation.

3.2 Markanvändning

Den befintliga markanvändningen omfattar oexploaterad mark med skog- och äng. I framtiden kommer det att byggas upp ett bostadsområde med ytor för gemensam vistelse. För beräkningar av flöden så har planområdet delats in i tre så kallade avrinningsområden (AO) enligt befintliga marknivåer som visas i Figur 3 och i Figur 11.

copyright© AFRY



Figur 11 Avrinningsområden inom planområdet.

Tabell 2 och Tabell 3 beskriver nuvarande och planerad markanvändning genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta. Den reducerade arean för ett område erhålls genom att områdets totala area multipliceras med en avrinningskoefficient, φ. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som bidrar till avrinning och har valts utifrån Svenskt Vatten P110 (2016).

Tabell 2 Nuvarande markanvändning - Fördelning av markanvändningstyper som grund för flödesberäkning.

Markanvändning	Avrinnings - koefficient	Area för respektive markanvändning och totalt inom varje avrinningsområde (ha)			
	φ	AO1	AO2	AO3	Totalt
Skogs-och ängsmark	0,12	0,82	4,43	1,45	6,70
Totalt		0,82	4,43	1,45	6,70
Reducerad dim. area		0,10	0,53	0,17	0,80

copyright© AFRY

Tabell 3 Planerad markanvändning - Fördelning av markanvändningstyper som grund för flödesberäkning (ha).

Markanvändning	Avrinnings - koefficient	Area för respektive markanvändning och totalt inom varje avrinningsområde (ha)			
	φ	AO1	AO2	AO3	Totalt
Takyta	0,9	0,13	1,09	0,29	1,50
Asfaltsyta	0,8	0,06	0,37	0,10	0,52
Blandat grönområde	0,12	0,38	2,55	0,95	3,88
Parkeringsplats	0,8	0,14	0,00	0,00	0,14
Lokalgata	0,8	0,11	0,42	0,12	0,66
Totalt		0,82	4,43	1,45	6,70
Reducerad dim. area		0,41	1,92	0,55	2,87

4 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

4.1 Flödesberäkningar

Avrinningen före och efter planerad bebyggelse har beräknats enligt rekommendationer i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Även dagvatten- och recipientmodellen StormTac WEB (v2022.2.3) har använts. Modellen nyttjar den rationella metoden för beräkning av dimensionerande och årliga flöden baserat på reducerade ytor enligt Tabell 2 och Tabell 3 och regnintensitet med valda återkomsttider på 2, 5, 20, 50 och 100 år. Beräkningar med 2-årsregnet har gjorts för att uppskatta vattenvolymen som innehåller de flesta av föroreningarna som en 'first flush'. Återkomsttiden 5 år är dimensionerande för fylld ledning och återkomsttiden 20 år är dimensionerande för fördröjning i denna utredning enligt P110 och Kungsbacka kommuns dagvattenpolicy. Tabell 4 visar minimikrav för dagvattenanläggning enligt P110. 'Tät bostadsbebyggelse' är aktuell för denna utredning som avser 20 års regn för fördröjning.

Tabell 4 Återkommstid för dagvattenanläggning (från P110)

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

Återkomstiden 50 år har beräknats särskilt för avrinningsområde A01 som rinner till Trafikverkets dike i norr. Enligt samråd mellan Trafikverket ock Kungsbacka kommun behöver dagvattenanläggningen fördröja ett 50 års regn innan vatten släpps ut till Trafikverkets diket.

Ett klimatkompenserat 100-årsregn har beräknats för att säkerställa att området kan omhänderta genererad volym utan betydande skador som följd. Pågående klimatförändringar innebär en framtid med intensivare regn och risk för högre vattennivåer.

copyright© AFRY

För att dagvattensystemet ska vara rätt dimensionerat även i framtiden görs en så kallad klimatkompensation genom att multiplicera nuvarande regnintensiteter med en faktor som är större än 1. I den här utredningen används ett påslag med en klimatfaktor 1,25 vilket medför en kapacitetsökning med 25 %. Dagvattenflöden har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning.

För indata till beräkningar av dimensionerande flöden, se Tabell 5. Regnvaraktigheten har beräknats utifrån längsta rinnlängd genom respektive avrinningsområde. Flödeshastighet antas vara 0,1 m/s över mark för befintlig situation och 1,5 m/s genom ledning efter exploatering. Rinntid eller regnvaraktighet = den längsta rinnlängden/ flödeshastigheten.

Tabell 5 Indata för beräkningar av dimensionerande flöden.

Parameter			
	Avrinningsomr A01	Avrinningsomr A02	Avrinningsomr A03
Rinnlängd (m)	112	250	160
Flödeshastighet i befintlig mark (m/s)	0,1	0,1	0,1
Regnvaraktighet för befintlig situation (min)	19 minuter	42 minuter	27 minuter
Flödeshastighet efter exploatering genom ledning (m/s)	1,5	1,5	1,5
Regnvaraktighet för framtida situation (min)	10 minuter	10 minuter	10 minuter
Klimatfaktor (kf)	1,25	1,25	1,25

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enigt Svenskt Vatten P110 Kap 10.1 använts (Svenskt Vatten, 2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \qquad \textit{Ekvation 1}$$

Där:

$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$T_R = regnvaraktighet\ [minuter]$
$Å = återkomsttid\ [månader]$

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel och en klimatfaktor k_f= 1,25.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k_f \qquad \textit{Ekvation 2}$$

copyright© AFRY

Där:

$q_{dim} = dimensionerande\ flöde\ [l/s]$
$A = avrinningsområdets\ area\ [ha]$
$\varphi = avrinningskoefficient\ [-]$
$i_Å = regnintensitet\ [l/s, ha]$
k_f = klimatfaktor

Dimensionerande flöde för de tre avrinningsområdena visas i Tabell 6. Vid en jämförelse mellan dimensionerande flöde före och efter planerad bebyggelse kan det konstateras att det dimensionerande flödet för planområdet ökar efter bebyggelse med ca 910 l/s för ett 20-årsregn och ca 1526 l/s för ett 100-årsregn, se Tabell 6 för andra regnåterkomsttider. Men regnvaraktigheterna för de olika avrinningsområdena är inte samma för befintlig situation enligt Tabell 5. Det är osannolikt att beräknat flöde från Tabell 6 händer samtidigt i verkligheten. De beräknade totala flödena som visas i Tabell 6 är därför något överskattade.

Tabell 6 Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för nuvarande och planerad bebyggelse för regn med återkomsttider på 2,5, 20, 50 och 100 år och klimatfaktor 1,25.

	Dimensionerade flöde före bebyggelse (l/s)				Dimensionerade flöde efter bebyggelse utan fördröjning (l/s)				Ökat flöde efter bebyggelse (l/s)
Återkomsttid	AO1	AO2	AO3	Totalt	AO1	AO2	AO3	Totalt	Flödesökning
2 år	8	24	11	43	68	310	89	467	424
5 år	10	33	14	57	91	420	120	631	574
20 år	16	51	23	90	140	670	190	1000	910
50 år	22	69	31	122	200	910	260	1370	1248
100 år	28	87	39	154	250	1100	330	1680	1526

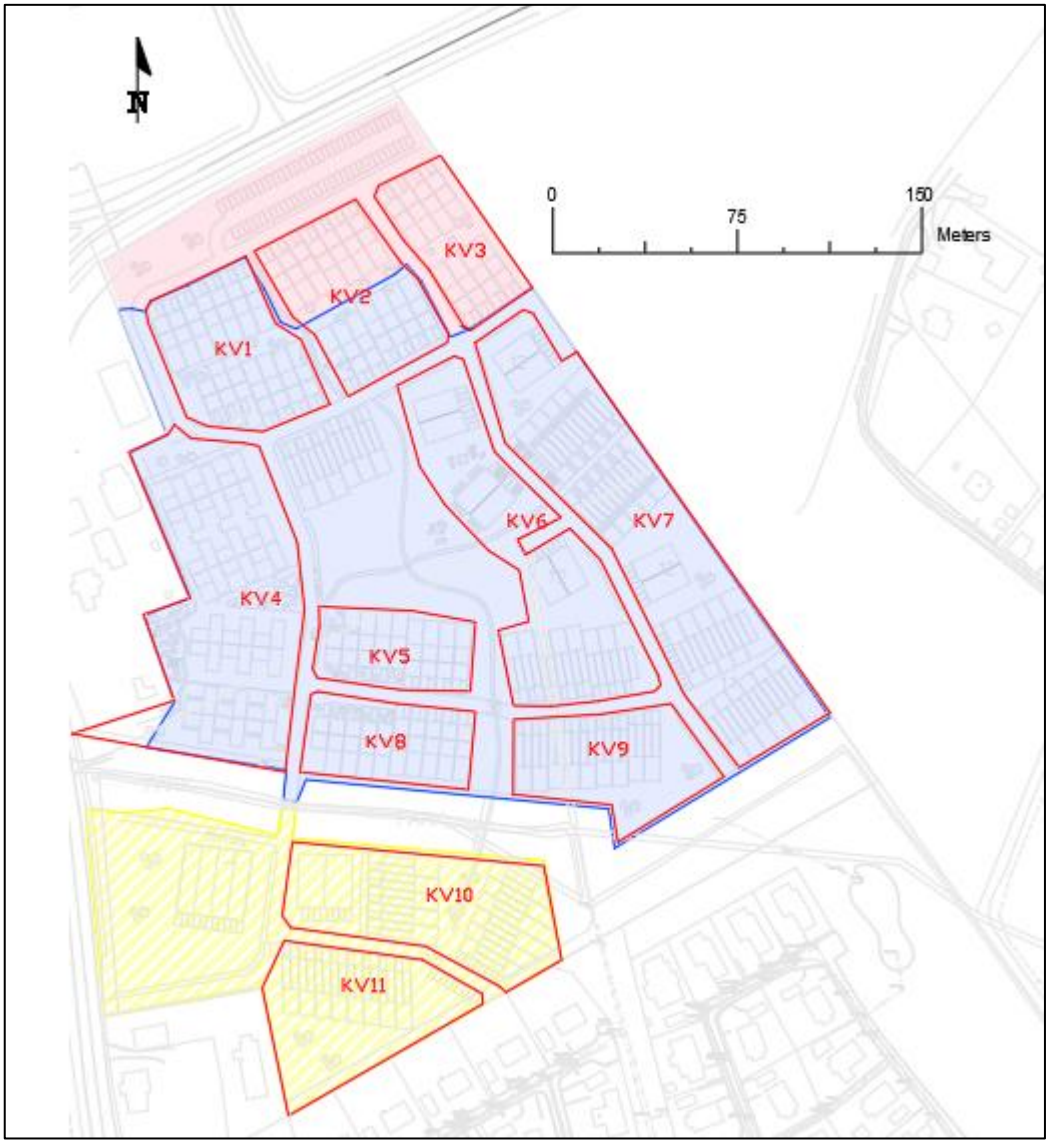
4.2 Fördröjningsbehov

I Kungsbacka Kommuns dagvattenpolicy står det:

, ’Fördröjning/utjämning av dagvatten ska ske på kvartersmark om den hårdgjorda ytan inom fastigheten är större än 1000 m^2. Ansvaret för att anlägga, äga samt drift och underhåll ligger på fastighetsägare. Fördröjningsanläggning med en effektiv volym av 1 m^3 per 100 m^2 hårdgjord yta ska anläggas’’.

Med hänsyn till detta har erforderlig fördröjningsvolym beräknats inom kvartersmark som har hårdgjorda ytor större än 1000 m^2, se Figur 12 och Tabell 7. Fastighetsindelningen är enligt detaljplanens illustration. Takyta och asfaltyta betraktas som hårdgjorda ytor. Inom kvartersmark behöver vatten fördröjas innan det släpps ut till kommunal dagvattenledning. En lösning för detta kan vara installation av underjordiska magasin. Magasin inom kvartersmark är fastighetsägarens ansvar – både byggnation samt drift och underhåll. Figur 15 visar ungefärlig placering av magasin. Fastighetsägarna kan installera annan typ av dagvattenanläggning så länge fördröjningskapaciteten blir minst densamma. Hårdgjorda ytor samt flöde kan också minskas genom att bygga gröna tak.

copyright© AFRY



Figur 12 Kvartersmark (röd linje) med större än 1000 m² hårdgjorda ytor.

Tabell 7 Fördröjningsbehov inom kvartersmark.

Kvartersmark (KV)	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11
Takyta	1182	1183	676,00	2371	760	1638	2429	845	760	1403	675
Asfaltsyta	605	542	311,0	515	319	583	445	364	348	390	423
Fördröjningsbehov, m^3	17,87	17,25	9,87	28,86	10,79	22,21	28,74	12,09	11,08	17,93	10,98
Erforderligt underjordiskt magasin yta, m^2 (djup 0.5m)	35,74	34,5	19,74	57,72	21,58	44,42	57,48	24,18	22,16	35,86	21,96

För beräkningarna görs antagandet att avrinningen från området vid planerad bebyggelse inte ska överskrida dagens avrinning. Fördröjning motsvarande ett 20 års regn behövs innan vattnet släpps ut till bäcken enligt Kungsbacka kommuns dagvattenpolicy. En

copyright© AFRY

fördröjning motsvarande ett 50 års regn behövs för avrinningsområde A01 om man släpper ut vatten till Trafikverkets dike i norr. Volymberäkningar i utredningen baseras på detta krav och har beräknats enligt publikation P110, kap 10.8 med indata från Tabell 3, Tabell 5 och Tabell 6. För att flödet från hela planområdet vid 20 och 50-årsregn inte ska öka jämfört med flödet idag krävs en utjämningskapacitet som visas i Tabell 8. Det blir en kommunal anläggning för att avleda och fördröja detta vatten - kommunen ska ansvara för drift och underhåll av dessa anläggningar.

Tabell 8 Total erforderlig fördröjningsvolym inom avrinningsområde vid 20-och 50-årsregn (m^3).

Område	Erforderlig fördröjningsvolym 20-årsregn (m^3)	Erforderlig fördröjningsvolym 50-årsregn (m^3)
AO1	100	140
AO2	560	
AO3	130	
Totalt	**790**	

4.3 Föroreningsberäkningar

Dagvattenföroreningar har beräknats i den webbaserade konceptuella modellen StormTac baserat på schablonhalter i dess databas[1]. StormTac är ett verktyg som modellerar föroreningar i dagvatten utifrån schablonvärden både för markanvändningar och reningseffekter för olika typer av reningsanläggningar. Det föreligger flera osäkerheter i beräkningarna bland annat från valet av dessa schablonvärden. Resultat från föroreningsberäkningar bör därför inte betraktas som exakta. Föroreningsberäkningarna ger en översiktlig bild av vilka metaller, näringsämnen eller andra föroreningar som kan finnas i dagvattnet. I modellen beräknas flöden i enlighet med Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten 2016).

Nederbördsvolymen som har använts i denna beräkning uppgår till 1141 mm/år (inklusive korrigeringsfaktor) motsvarande Veddige D som är den närmaste av SMHI:s väderstationer och är uppskattat från perioden 1991–2020 (SMHI 2021).

Enligt kommunens dagvattenpolicy beror reningskrav för dagvatten på markanvändning och recipientens känslighet.

[1] StormTac Database (2022). Stormwater, baseflow, surface water and wastewater database, v.2022.

copyright© AFRY

Tabell 9 Matris för dagvattenreningskrav.

Markanvändning	Föroreningshalter i dagvatten	Mark		Recipient		
		Lämplig för infiltration	Inte lämplig för infiltration	Mycket känslig	Känslig	Mindre känslig
Industri	Måttliga -Höga	Rening före infiltration	Dagvattenledning	Rening	Rening	Viss rening
Centrum med torg och lokalgator	Måttliga -Höga	Rening före infiltration	Dagvattenledning	Rening	Rening	Viss rening
Flerfamiljshus inkl. lokalgator	Måttliga	Infiltration, fördröjning	Dagvattenledning eller dike	Rening	Viss rening	Ej rening
Villaområde inkl. lokalgator	Låga	Infiltration, fördröjning	Dagvattenledning eller dike	Ej rening	Ej rening	Ej rening
Parker och naturområde	Låga	Infiltration, fördröjning	Dagvattenledning eller dike	Ej rening	Ej rening	Ej rening
Lokalgator ≤ 8000fordon/dygn	Låga	Infiltration, fördröjning	Dagvattenledning eller dike	Ej rening	Ej rening	Ej rening
Lokalgator 8000 -15000 fordon/dygn	Låga - måttliga	Infiltration, fördröjning	Dagvattenledning	Rening	Viss rening	Ej rening
Vägar>15000 fordon/dygn	Måttliga - Höga	Rening före infiltration	Dagvattenledning	Rening	Rening	Viss rening
Parkeringsytor (isolerade eller förbundna med ledningar) ≥ 1250m2 sammanlagd yta	Måttliga - Höga	Rening före infiltration	Rening	Rening	Rening	Rening

Tabell 9 har tagits från Kungsbacka kommuns dagvattenpolicy som visar reningskrav för olika förutsättningar. Den primära recipienten från utredningsområdet är Lundaån som klassificeras som en mindre känslig recipient. För ett bostadsområde som flödar till en mindre känslig recipient krävs det ingen dagvattenrening. Lokalgator inom planområdet har uppskattningsvis mindre än 15 000 fordon/dygn – alltså inget reningskrav. Men det finns en parkeringsyta i norra delen av planområdet på ca 1400 m^2, som kräver rening då den är större än 1250 m^2. Det är fastighetsägarens ansvar att rena dagvatten från parkeringsytan.

Föroreningsberäkning och förslag till rening har utförts för denna yta och biofilter/växtbädd rekommenderas för behandling av dagvatten innan det släpps ut till en fördröjningsanläggning. Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts i programmet StormTac för koncentrationer och mängder i dagvattnet för före och efter planerad bebyggelse. Den korrigerade årliga nederbörden är 1141 mm (SMHI Vattenwebb, 2021). Markanvändning som beaktas i denna föroreningsberäkning visas i Tabell 10.

Tabell 10 Markanvändning för föroreningsberäkning.

Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area för respektive markanvändning (ha)
Före exploatering	φ	
Skogs-och ängsmark	0,12	0,14
Efter exploatering		
Parkering	0,8	0,14

Beräkningarna har gjorts för tre fall; (1) nuvarande situation, (2) framtida situation utan rening och (3) framtida situation inklusive rening. Vid beräkningar av belastning (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då årsvolymen nederbörd avgör hur stor mängd föroreningar som genereras under ett år. Föroreningskoncentrationerna och mängderna redovisas i Tabell 11 och Tabell 12 som planområdets totala föroreningsbidrag till recipienten Lundaån efter rening.

copyright© AFRY

Tabell 11 Föroreningskoncentrationer (µg/l) för parkeringsområde före och efter exploatering, med rening.

Förorening	Befintlig situation utan rening (µg/l)	Planerad situation utan rening (µg/l)	Planerad situation med rening (µg/l)	Målvärden Göteborgs stad (övriga recipienter, µg/l)	Målsättning Riktvärde, Varbergs kommun (µg/l)
Fosfor (P)	42	130	74	150	200
Kväve (N)	810	2200	1500	2500	3 000
Bly (Pb)	1,9	27	5,6	28	14
Koppar (Cu)	5,3	37	19	22	20
Zink (Zn)	16	130	31	60	60
Kadmium (Cd)	0,098	0,4	0,078	0,9	0,40
Krom (Cr)	1,3	14	6,6	7	15
Nickel (Ni)	1,7	14	2,3	68	20
Kvicksilver (Hg)	0,005	0,073	0,038	0,07	0,050
Suspenderad substans (SS)	12 000	130 000	31000	60 000	60 000
Oljeindex (Olja)	78	730	280	1000	1 000
Benso(a)pyren (BaP)	0,0034	0,054	0,011		0,05
Bensen	0,026	3,6	1,9		10
TBT	0,0014	0,0019	0,001		0,001
Arsenik (As)	1,3	3,5	2,1	16	15
TOC	5600	20 000	10000	20 000	12 000
PCB	0,0063	0,02	0,011		0,014

Tabell 12 Föroreningsmängder (kg/år) för parkeringsområde före och efter exploatering, med rening.

Förorening	Befintlig situation utan rening(kg/år) (a)	Planerad situation utan rening (kg/år) (b)	% förändring utan rening (kolumn a-b) (c)	Planerad situation med rening (kg/år) (d)	% förändring med rening (kolumn a-d) (e)
Fosfor (P)	0,027	0,17	529,63	0,11	307,41
Kväve (N)	0,52	2,9	457,69	2,2	323,08
Bly (Pb)	0,0012	0,035	2816,67	0,008	566,67
Koppar (Cu)	0,0034	0,048	1311,76	0,027	694,12
Zink (Zn)	0,01	0,17	1600,00	0,044	340,00
Kadmium (Cd)	0,000063	0,00053	741,27	0,00011	74,60
Krom (Cr)	0,00084	0,018	2042,86	0,0095	1030,95

copyright© AFRY

Förorening	Befintlig situation utan rening(kg/år) (a)	Planerad situation utan rening (kg/år) (b)	% förändring utan rening (kolumn a-b) (c)	Planerad situation med rening (kg/år) (d)	% förändring med rening (kolumn a-d) (e)
Nickel (Ni)	0,0011	0,018	1536,36	0,0033	200,00
Kvicksilver (Hg)	0,0000032	0,000095	2868,75	0,000055	1618,75
Suspenderad subs tans (SS)	7,8	170	2079,49	44	464,10
Oljeindex (Olja)	0,05	0,94	1780,00	0,41	720,00
Benso(a)pyren (BaP)	0,0000022	0,000071	3127,27	0,000016	627,27
Bensen	0,000016	0,0046	28650,00	0,0027	16775,00
Arsenik (As)	0,0000009	0,0000025	177,78	0,0000014	55,56
TBT	0,0008	0,0045	462,50	0,003	275,00
TOC	3,6	26	622,22	15	316,67
PCB	0,000004	0,000027	575,00	0,000015	275,00

Då den framtida utbyggnaden främst sker på oexploaterad mark krävs stora insatser för att nå ner till dagens föroreningsnivåer (om det ens är möjligt). Beräkningarna visar att föroreningsnivåerna, med föreslagen dagvattenhantering, minskar i koncentration (Tabell 11) för alla föroreningar jämfört med koncentration utan rening och ligger under Göteborgs stads samt Varberg kommuns riktvärden. Om man betraktar föreningsmängd över ett år visar det en ökning i mängd för de allra flesta ämnen även efter rening (se Tabell 12). Att föroreningsmängden kan öka samtidigt som föroreningskoncentrationen minskar beror på att exploateringen ger upphov till mer dagvatten. Då dagvattnet ökar blir föroreningarna mer utspädda varför mängden kan öka samtidigt som koncentrationen minskar.

För att det ska bli en rättvis jämförelse rekommenderas dock att dessa föroreningar, med sin ökning i mängd till trots, ändå sätts i ett större perspektiv och jämförs med nivåerna utan behandling i regnbäddar. Exempelvis går ökningen av mängderna för Bensen från ca 287 gånger före rening till ca 167 gånger efter behandling i regnbäddar.

4.4 Övergripande systemlösning

Föreslagen systemlösning har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Då planerad utformning inte är helt fastställd ännu måste den föreslagna lösningen samt lokaliseringen ses som ett principförslag. Exakt utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter görs i ett senare skede vid detaljprojektering. Två alternativ för systemlösning har utretts här. I det första alternativet ingår tre dagvattenanläggningar för fördröjning för tre avrinningsområden. Lösningen innebär våt damm, makadammagasin eller torr damm som fördröjningsanläggning. Man kan i stället tänka sig en stor våt damm för fördröjning av hela planområde som diskuteras i alternativ två. Våt damm och makadammagasin har emellertid bättre reningskapacitet än en torr damm. Planområdet är ett bostadsområde som inte kräver rening enligt kommunens

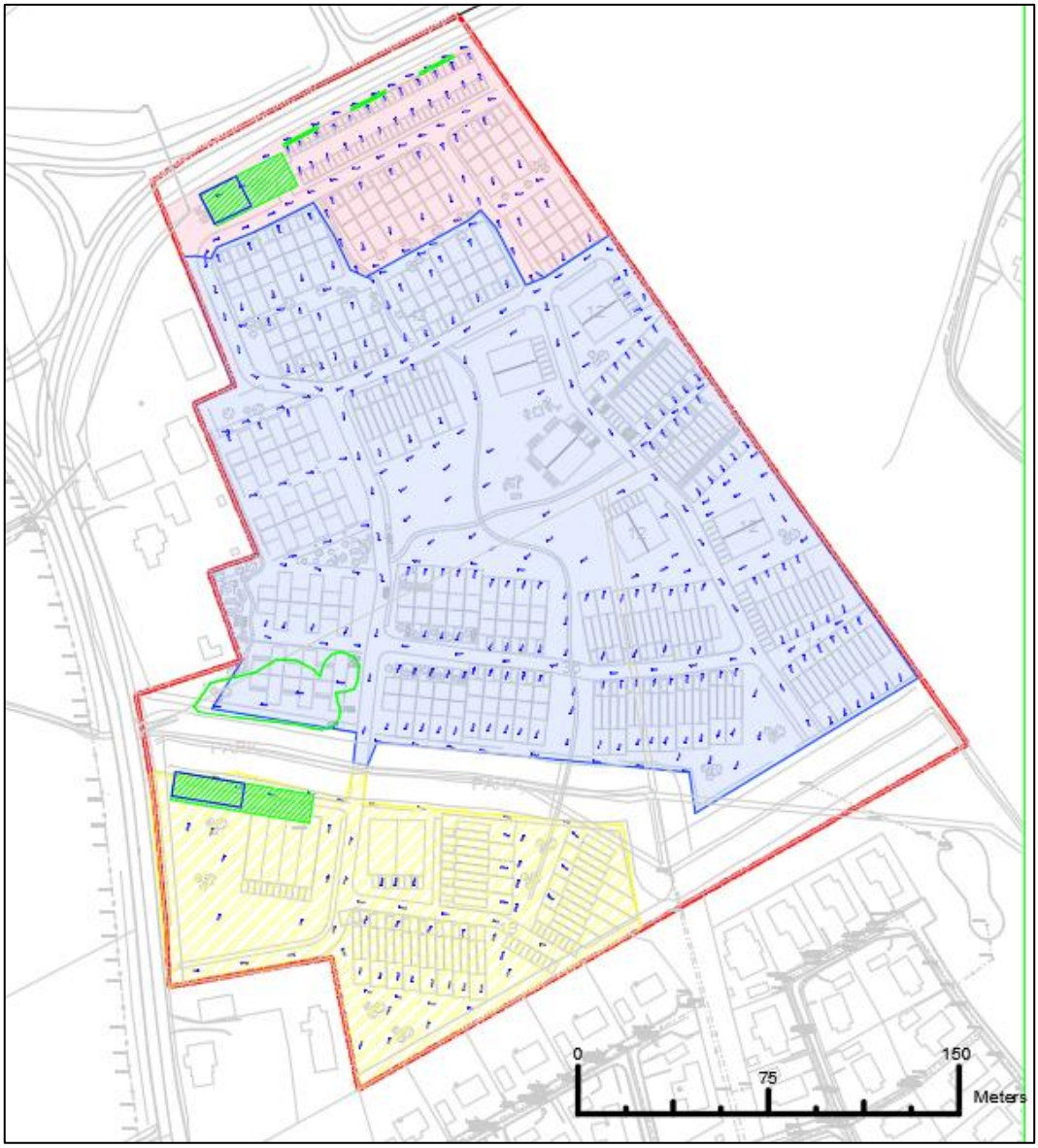
copyright© AFRY

dagvattenpolicy med Lundaån som recipient. Lundaån flödar till Vendelsöarkipelagen som är slutrecipient med måttlig ekologisk status och ej heller god kemisk status. En våt damm eller makadammagasin ger ett bättre skydd mot förorening till slutrecipienten med hänsyn till MKN. En föroreningsberäkning har gjorts som visar påverkan på MKN efter behandling i våt damm (se kapitel 4.8).

4.4.1 Alternativ 1

Alternativ 1 bygger på de tre avrinningsområden som identifierats inom planområdet. Förslaget utgår från befintliga marknivåer inom området vilket blir kostnadseffektivt med hänsyn till att det krävs mindre markarbete. Figur 13 visar rekommenderad avvattningsplan för hela området. Vattnet från AO1 rinner norrut medan AO2 rinner till sydvästra hörnet. I den norra gränsen av planområdet finns Trafikverkets dike som kommer att ta upp vattnet från den norra delen (AO1) efter 50 års regn med fördröjning i makadammagasin. Vatten rinner till detta dike i nuläget och efter exploatering kommer det inte att öka vid ett 50 års regn. Två ytterligare anläggningar med våt damm och makadammagasin har också föreslagits för AO2 och AO3. Erforderlig volym visas i Figur 15. Det behövs totalt 830 m^3 fördröjningsvolym i de tre anläggningarna för detta alternativ baserat på ett 50 års regn för AO1 samt 20 års regn för AO2 och AO3.

copyright© AFRY



Figur 13 Avvattningsplan.

Figur 15 visar systemlösning för dagvatten med anläggningar, t.ex. dagvattenledning, brunn, dike, damm, biofilter, underjordiskt magasin, torr damm mm. Dagvattenlösningen har dimensionerats för ett 50 års regn för avrinningsområde A01 och 20 års regn för avrinningsområde A02 och A03. En våt damm och ett makadammagasin har placerats bredvid bäcken. Planområdet är flackt och nivåskillnaden mellan befintlig mark och bäckens botten är liten, vilket framgår i Figur 14.

copyright© AFRY

Figur 14 Sektion i bäcken (röd linje i ortofoto visar sektionens placering).

Fördröjningsanläggningar är placerade på ca 10 m avstånd från bäckens krön så att bäcken inte påverkas vid markarbete. Markfyllning är begränsad till ca 1 m så den inte överstiger markens belastningskapacitet (25 kPa) enligt markundersökningen. Ytterligare hänsyn behöver tas vid detaljprojektering så att slänten till bäcken får en korrekt utformning. Byggnader behöver flyttas norr och söder om bäcken för att anläggningar ska få plats ordentligt. Dammen i avrinningsområde A02 ingår i ett parkområde som behöver planeras mer i detalj i samband med projektering.

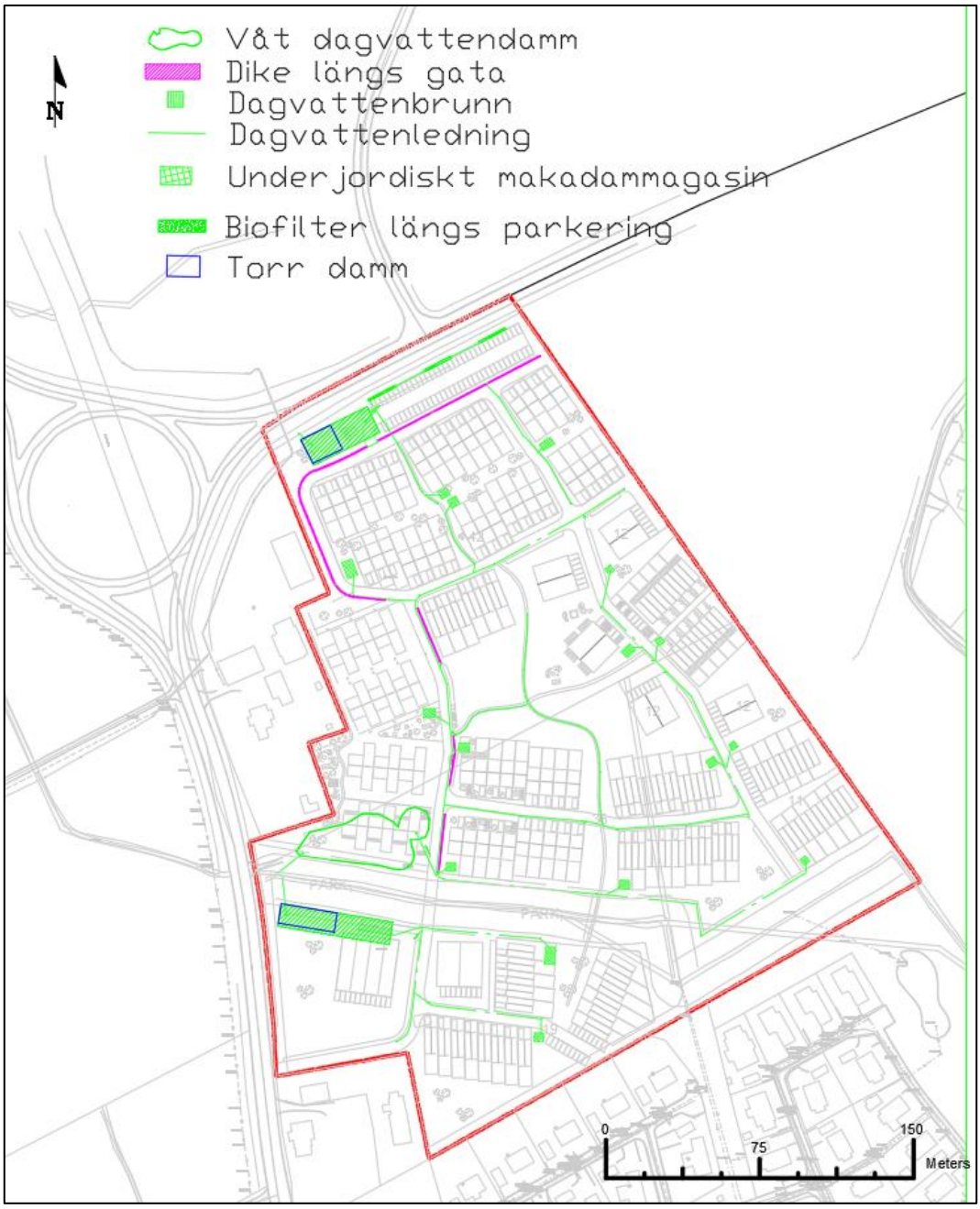
Dagvattenbrunnar placeras i gatorna för att avleda vatten. Lutning krävs till brunnarna och vattnet kan styras med kantsten längs gatorna så att det formas en kanal för att avleda vattnet vid skyfall. Dagvattenledning placeras under gatorna som avleder vattnet till dammar. Ett 0,3 m brett dike har föreslagits längs vissa gator som ska fånga upp vatten till dagvattennätet genom kupolbrunnar i diket. Diken kan inte placeras längs alla gator på grund av tillgängligheten till fastigheter eller parkeringsplats. Föreslaget dike kan bidra till att rena dagvatten som kommer från gata. Diket är inte ett krav enligt kommunens dagvattenpolicy men det bidrar positivt från reningssynpunkt där det är möjligt. Vatten vid skyfall kan också samlas i diket samt avlastar vägen. Underjordiska dagvattenmagasin placeras inom kvartersmark för att fördröja vatten. Höjdsättningen inom kvartersmark måste göras på så sätt att allt vatten rinner till magasinet i en lågpunkt. En 1 m bred växtbädd/biofilter har föreslagits längs parkeringsytan i den norra delen av området. Det krävs totalt 28 m^2 biofilter för att kunna rena dagvatten från parkeringsytan. Den erforderliga biofilterytan beräknas för att behandla ett 2 års regn från parkeringsytan samt för att hålla föroreningshalterna under riktvärdena. Valet av regn har gjorts med hänsyn till rening eftersom denna mängd regn absorberar de flesta av föroreningarna som en ’first flush’. Alternativ till växtbäddar kan vara makadamdiken, filterbrunnar mm. Det behövs noggrann planering om alternativa lösningar väljs så att reningseffekten inte försämras jämfört med växtbäddar och att föroreningsnivåerna klarar riktlinjerna.

Man kan placera torr damm i stället för makadammagasin i AO1 och AO3. Det minskar ytbehovet jämfört med makadammagasin som visas i Figur 15, men det ger inte samma reningseffekt som ett makadammagasin. I så fall kan man tänka sig att placera makadamdiken längs alla gator så att vatten renas i diket innan det kommer till en torr

copyright© AFRY

damm. Alla anläggningarna i Figur 15 är med rätt skala. Linje som visar våt damms gräns avser vattenspegelsyta vid 20 års regn när dammen är fylld.

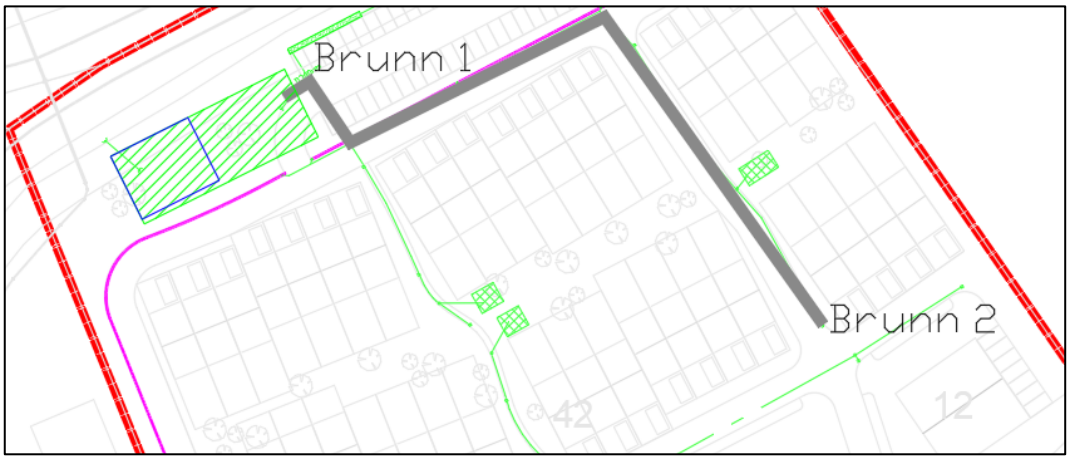
Drift och underhåll är en viktig punkt vid våt damm eller makadammagasin. Två av anläggningarna har placerats vid Göteborgsvägen. Det behövs anslutningsväg till dem från planområdet, som kan användas vid underhållsarbete.



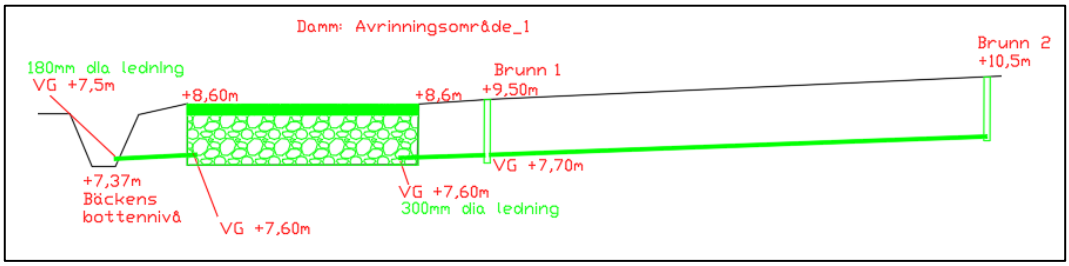
Figur 15 Systemlösning för dagvattenhantering enligt alternativ 1.

copyright© AFRY

Föreslagen profil för ledningarna visas i figurerna 16-21 med föreslagen markhöjd runt anläggningar vid framtida höjdsättning så att erforderligt djup, vattengångsnivå för utloppet och täckning över inloppsledningen kan säkerställas.

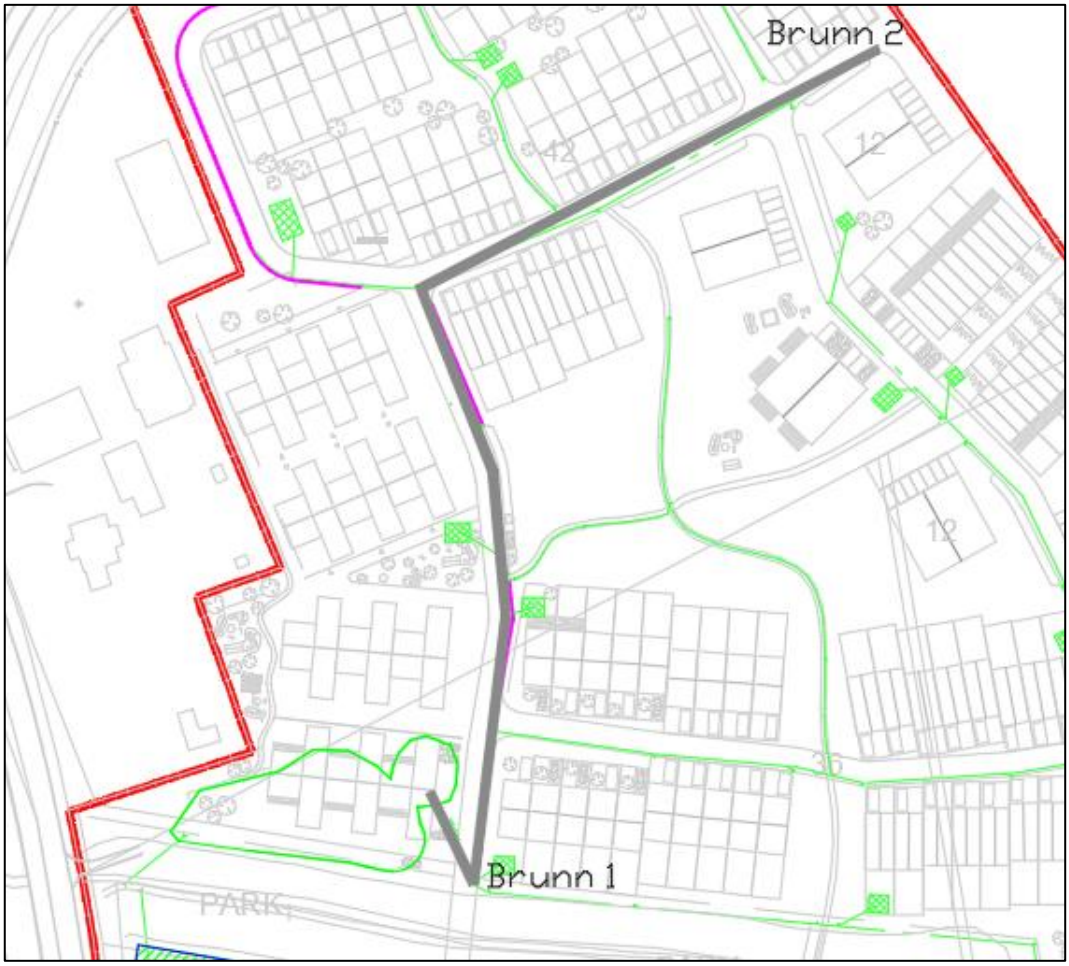


Figur 16 Profillinje (fet svart linje) för AO1.

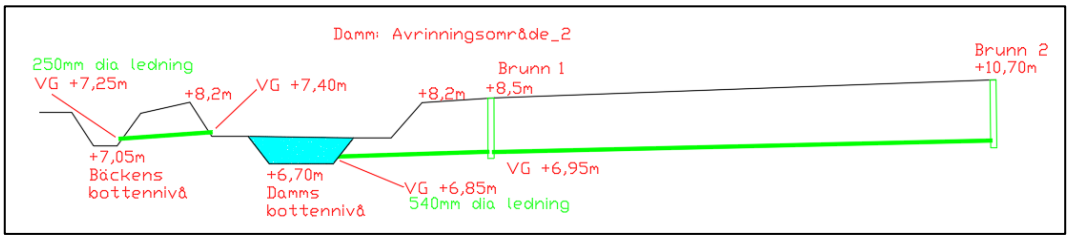


Figur 17 Ledningsprofil längs profillinje som visas i Figur 16 (grönlinje visar ledning).

copyright© AFRY

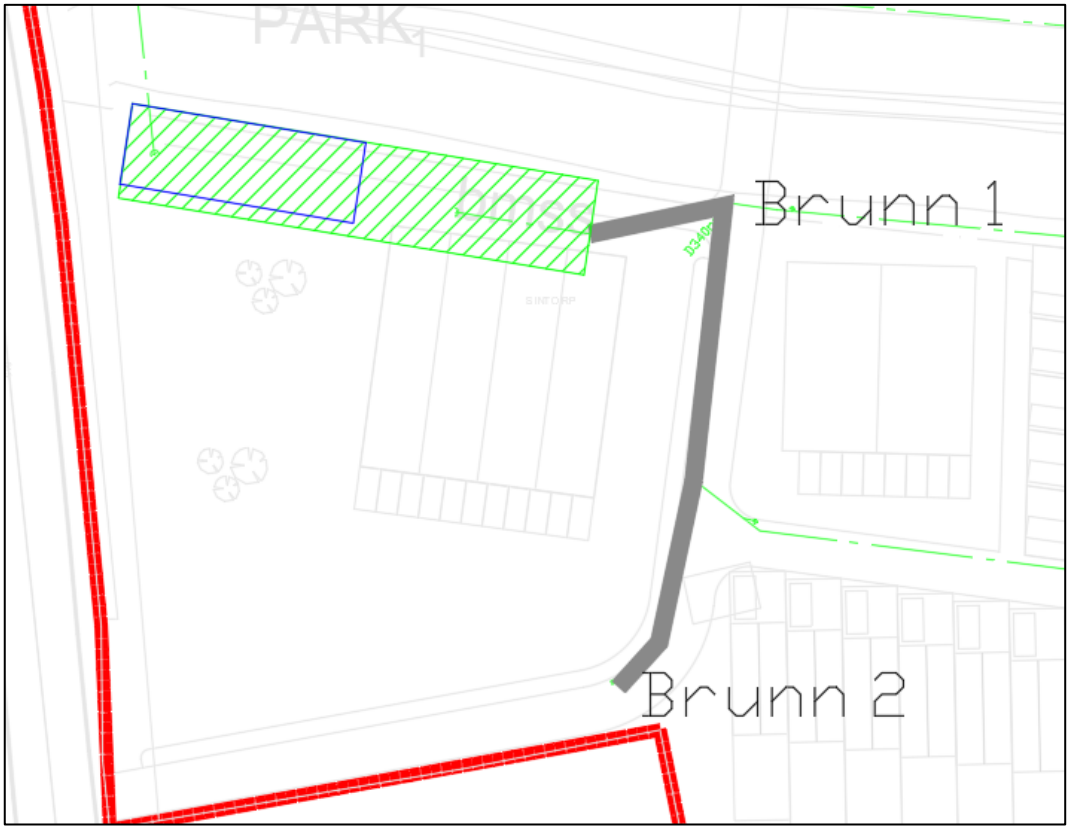


Figur 18 Profillinje för AO2.

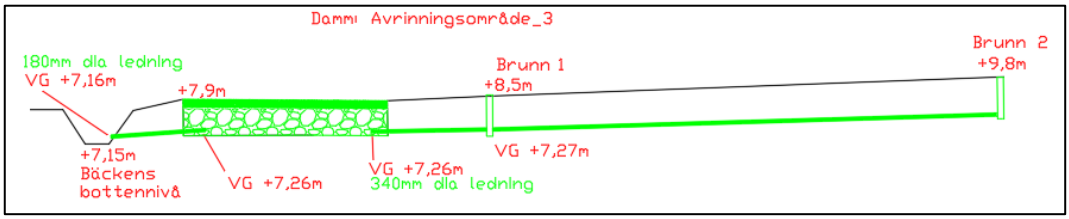


Figur 19 Ledningsprofil längs profillinje som visas i figur 18 (grön linje visar ledning).

copyright© AFRY



Figur 20 Profillinje för AO3.

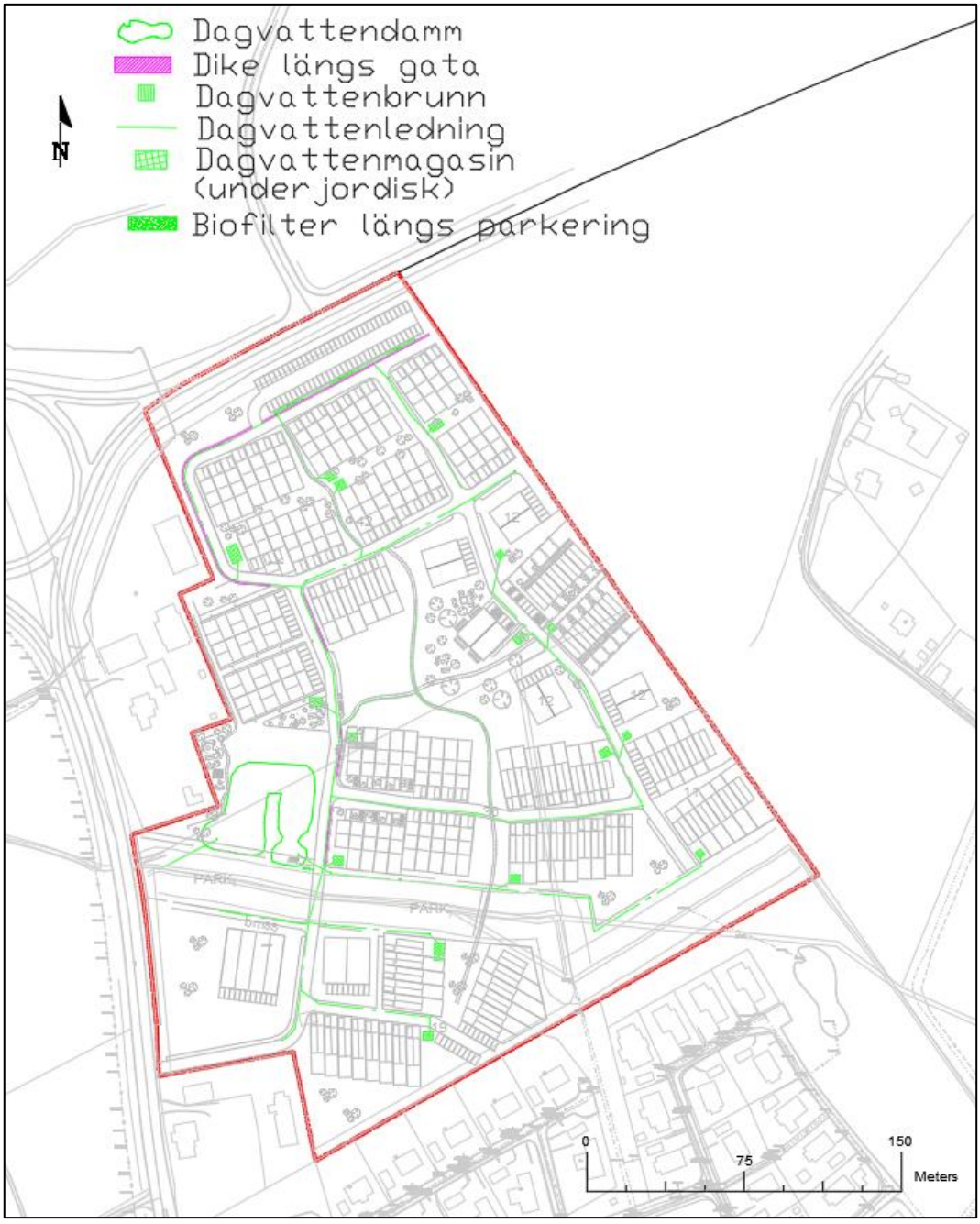


Figur 21 Ledningsprofil längs profillinje som visas i figur 20 (grön linje visar ledning).

4.4.2 Alternativ 2

Ett annat alternativ för dagvattenhantering visas i Figur 22. I detta alternativ föreslås bara en damm (790 m^3, 1,1m djup) istället för tre anläggningar. Dammen kan placeras på norra sidan om bäcken och sen släppa ut vatten till bäcken efter fördröjning. Fördelen med detta alternativ ligger i enklare drift och underhåll för kommunen, men det kommer att bli kostsamt att justera marklutningen på detta sätt utfrån markarbetesperspektiv. Markhöjder i den norra delen (AO1) behöver lutas mot söder för att avleda vatten till dammen. Dagvatten från södra delen (AO3) behöver också avledas samt korsa bäcken innan dammen. Bäcken kan korsas med dykarledning (se Figur 26). Föreslagen profil för ledning visas i Figur 23 och i Figur 24. I detta alternativ finns det en risk med att bara ha en damm - om det händer något fel vid dammen kommer det påverka hela området. Det är emellertid bättre från ett underhållsperspektiv.

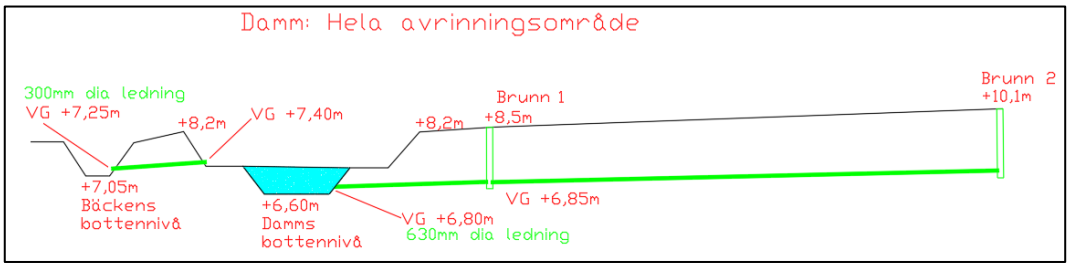
copyright© AFRY



Figur 22 Systemlösning med en enda damm.

copyright© AFRY

Figur 23 Profillinje för ledning.

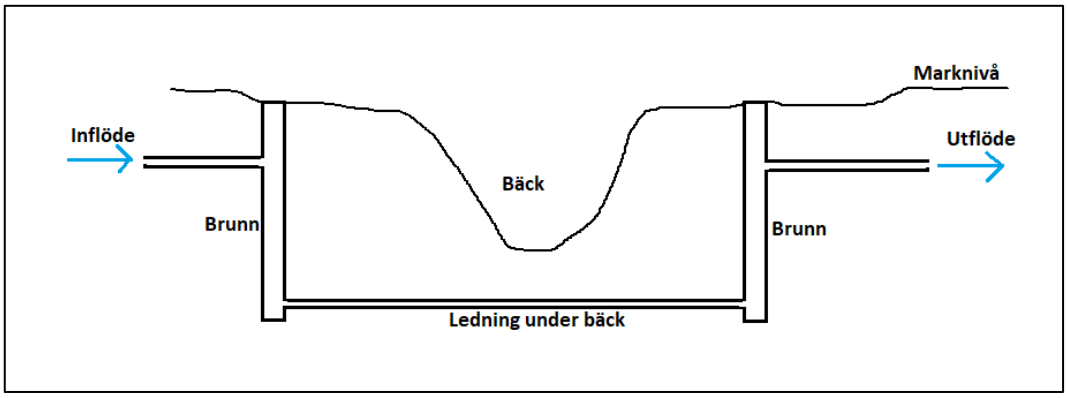


Figur 24 Ledningsprofil längs linje som visas i Figur 23.

copyright© AFRY

Avvattningsplan för detta alternativ visas i Figur 25.

Figur 25 Avvattningsplan (1 damm).



Figur 26 Dykarledning.

copyright© AFRY

4.5 Beskrivning av anläggningar

4.5.1 Regnbädd

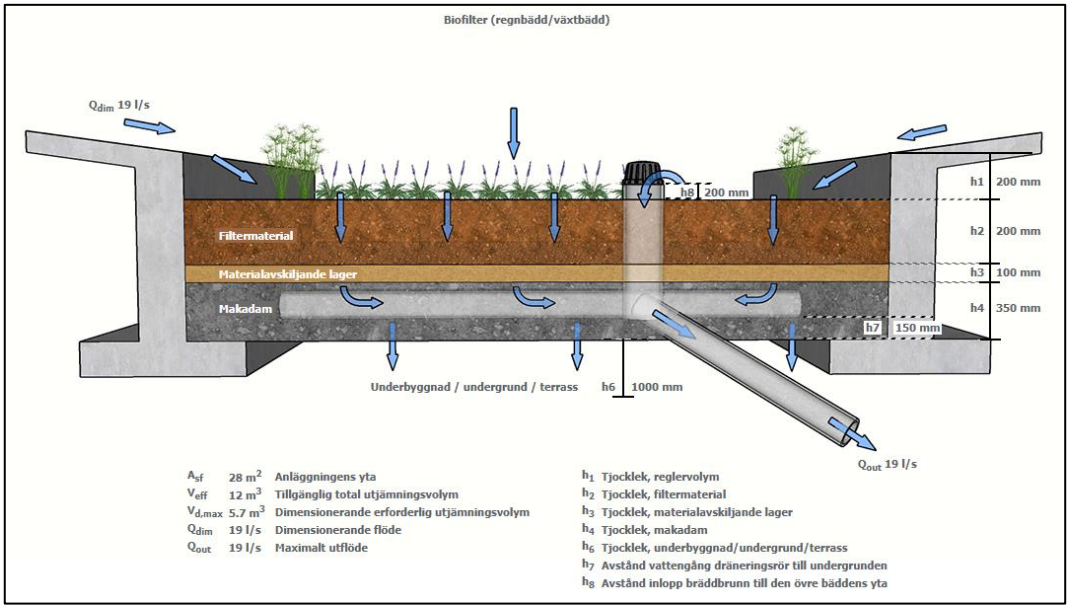
Regnbäddar anläggs som planteringslådor där växter planteras och dit dagvatten avleds för rening och fördröjning. Växtligheten kan anpassas efter områdets förutsättningar även fast vissa (tåliga) växter är att föredra i anslutning till inkommande dagvatten. Reningsprocesserna i en regnbädd bygger på filtrering i bäddens jordlager samt växtupptag. Regnbäddens fördröjningskapacitet beror på bäddens porvolym, infiltrationskapacitet samt eventuell nedsänkning. Intag av dagvatten kan generellt ske både genom ytlig och ledningsbunden avrinning. Vid ytligt intag är det viktigt att vid detaljprojekteringen säkerställa att omgivande mark och byggnader höjdsätts så att avrinning till regnbädden möjliggörs. Figur 27 Visar exempel på en växtbädd.

Figur 27 Exempelbild för växtbädd (från Stockholm vatten och avfall).

I föreliggande utredning har ett behov av totalt 28 m^2 regnbäddar identifierats för att minimera förorening från parkeringsyta. Detta under följande förutsättningar:
- Regnbäddarna är nedsänkta 200 mm (ytlig magasineringsvolym)
- 200 mm filtermaterial (jordlager), beräknad porositet 25 %
- Materialavskiljande duk
- 350 mm makadam, beräknad porositet 40 %

Ovanstående parametrar är även de som har använts i föroreningsberäkningarna. Se schematisk skiss av de olika lagren i Figur 28.

copyright© AFRY

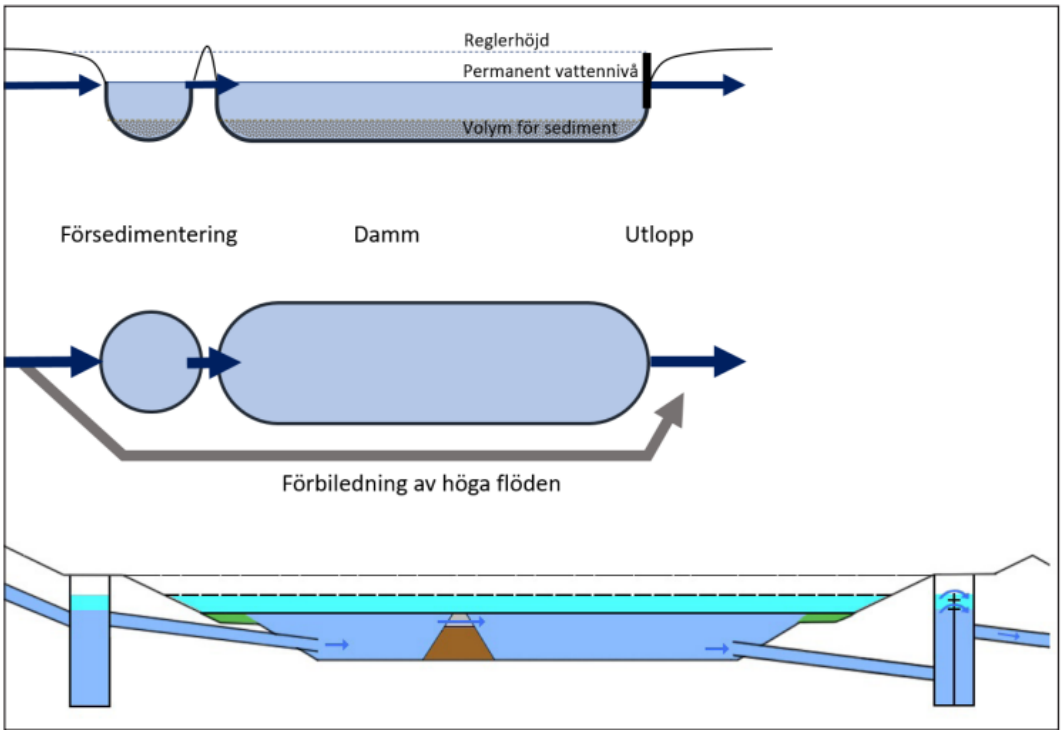


Figur 28 Tvärsektion av växtbädd.

4.5.2 Våt Dagvattendamm

Våt dagvattendamm har en permanent vattenspegel som bidrar till rening av dagvatten. Dammen utgörs till ett djup ca 1-2m. Permanent vatten står i den nedre delen av dammen (0,5m-1m) och den övre delen reserveras för fördröjning. Figur 29 Visar principskiss av våt damm och Figur 30 visar ett exempel från verkligheten.

copyright© AFRY



Figur 29 Principskiss av våt damm (från Stockholm vatten och avfall).

Figur 30 Exempelbild av våt damm (från Stockholm vatten och avfall).

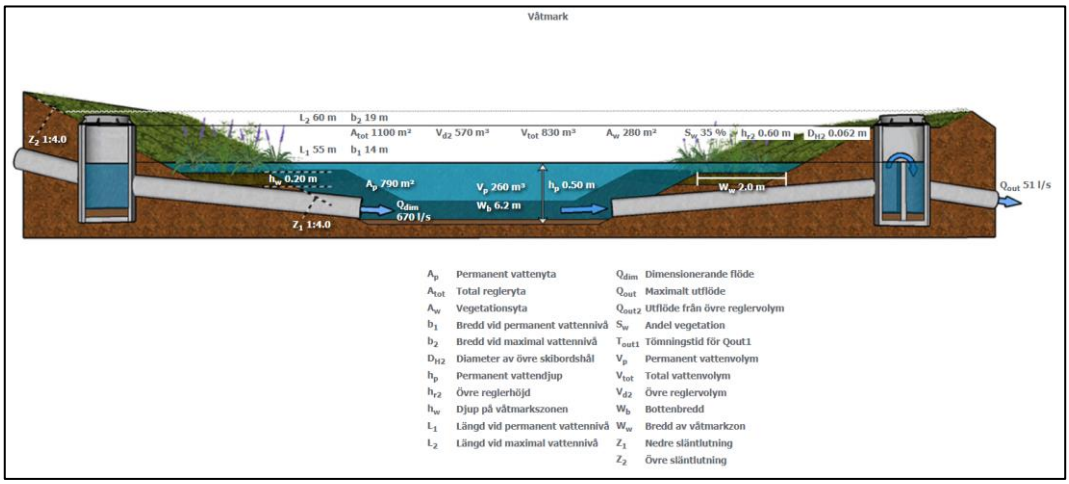
copyright© AFRY

En våt dagvattendamm med öppen vattenspegel har föreslagits i planområdet med ca 1 m djup. Dammar har placerats i den lägsta punkten inom avrinningsområdet. Vid framtida markhöjdsättning behöver hänsyn tas till inlopp och utloppsnivå i dammen så att dagvattenledningarna kan anläggas och kopplas till dammen på rätt nivå. Tabell 13 visar erforderlig dammvolym. Utflöde från dammar begränsas och ska motsvara förhållanden innan exploatering enligt Tabell 6 så att flöden till bäcken inte ska öka efter exploatering. Kolumn (e) i Tabell 13 visar yta för vattenspegel vid 20 års regn. Nivåskillnad mellan högsta vattenspegel och dammens kant antas vara 200 mm. Det behövs totalt ytterligare 2 m yta runt vattenspegeln för sluttformning och skötsel - kolumn (f). Dammen placeras på allmän plats och kan utföras som kommunal park och bidra till en bra samhällsmiljö och landskap.

Tabell 13 Dammdimension (alternativ 1).

Område	Fördröjningsvolym 20-årsregn (m^3)	Högsta Djup (m)	Sluttlutning	Våt Yta (m2)	Totalt erforderlig yta (m2)	Tillämpas Utflöde (l/s)	Utlopp ledningsdia (mm)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
AO2	560	1,1	1:4	1100	1550	51	250

Figur 31 visar dimensioner för dammen i alternativ 1.



Figur 31 Dimensioner för dammen i alternativ 1.

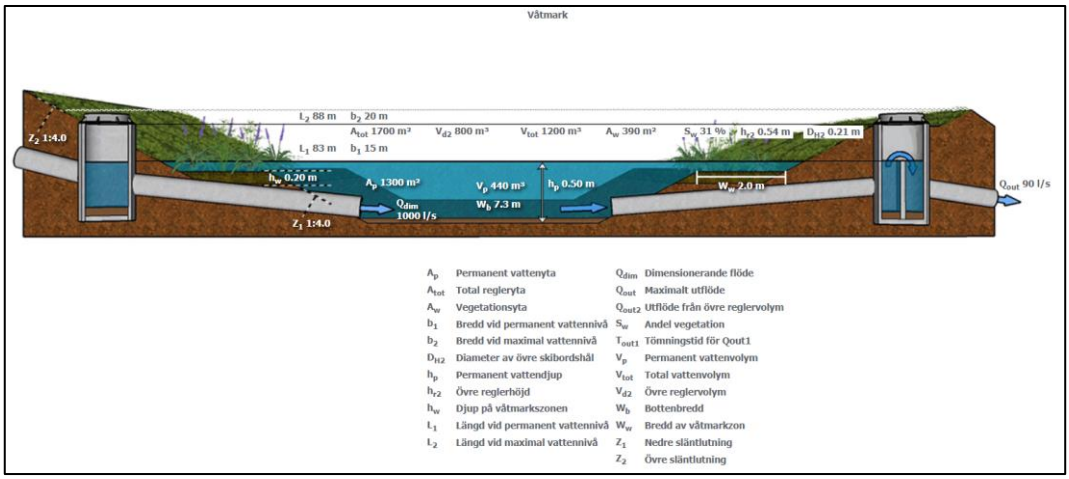
Tabell 14 visar dammdimension för alternativ 2 när hela området fördröjs i en damm.

Tabell 14 Dammdimension (alternativ 2).

Område	Fördröjningsvolym 20-årsregn (m^3)	Djup (m)	Sluttlutning	Våt Yta (m2)	Totalt erforderlig yta (m2)	Tillämpas Utflöde (l/s)	Utlopp ledningsdia (mm)
A01-A03	790	1,05	1:4	1700	2300	90	300

copyright© AFRY

Dimensioner för dammen visas i Figur 32.



Figur 32 Dimension för damm i alternativ 2.

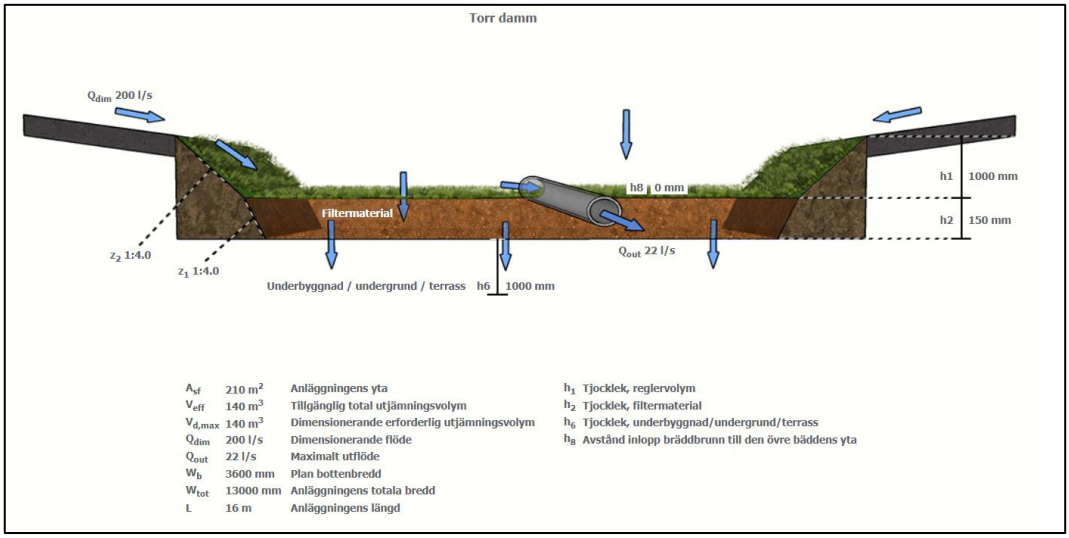
4.5.3 Torr damm

Torr damm är en översvämningsyta som är nedsänkt från omkringliggande yta för att fördröja vatten vid regn. Här står ingen permanent vattenyta utan det utförs som en grönyta. En torr damm har lägre reningsförmåga än en våt damm då den kommer som komplement till andra anläggningar, till exempel biofilter, makadamdike mm.

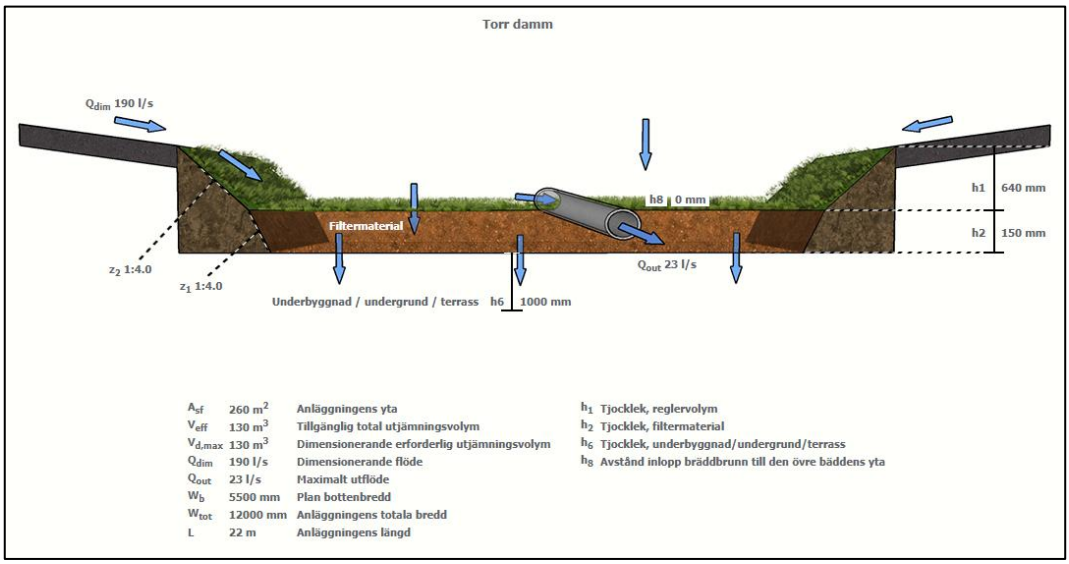
Figur 33 Exempelbild av torr damm (från Stockholm vatten och avfall).

Figur 34, Figur 35 och Tabell 15 visar dimension för torr damm enligt alternativ 1.

copyright© AFRY



Figur 34 Torr damm dimension för område AO1 (alternativ 1).



Figur 35 Torr damm dimension för område AO3 (alternativ 1).

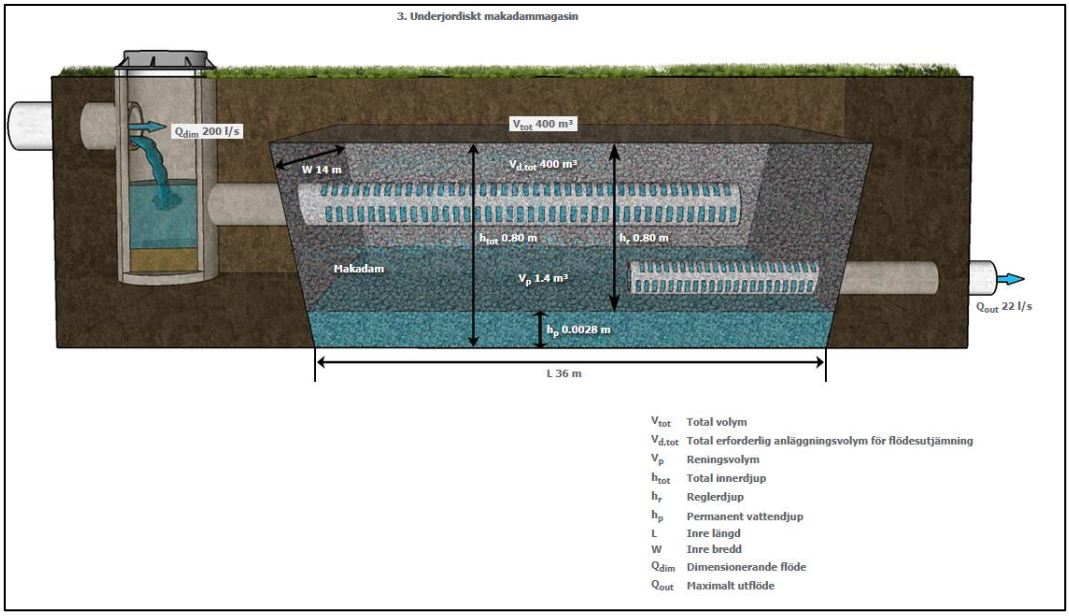
Tabell 15 Dimension för torr damm.

Område	Fördröjnings volym (m^3)	Högsta Djup (m)	Släntlutning	Yta (m2)	Tillämpas Utflöde (l/s)	Utlopp ledningsdia (mm)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(g)	(h)
AO1	140	1	1:4	210	22	180
AO3	130	0,64	1:4	260	23	180

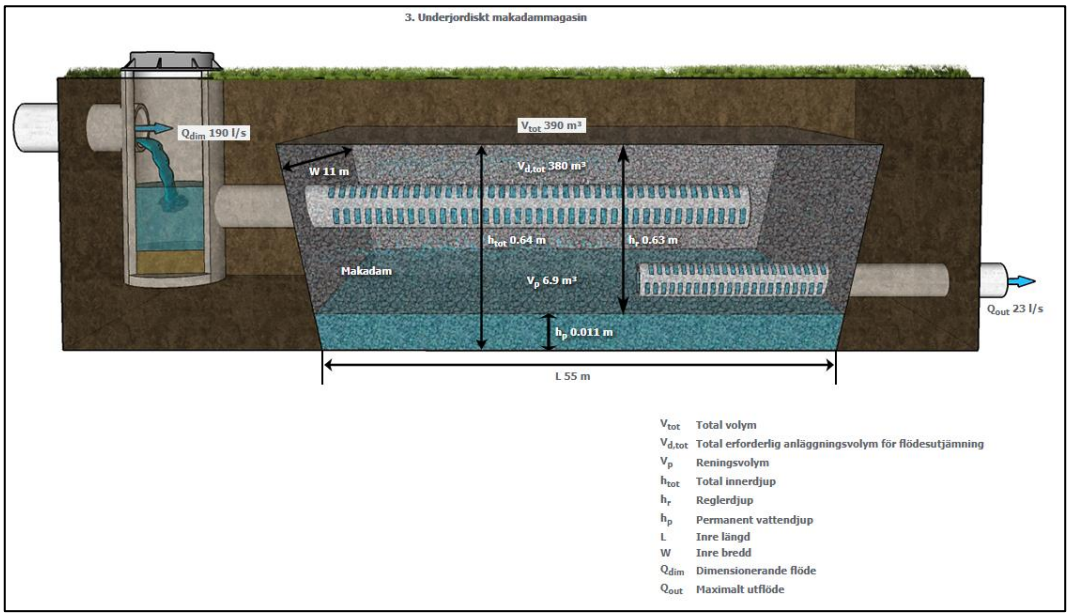
copyright© AFRY

4.5.4 Makadammagasin

Makadammagasin med porutrymme kan rena samtidigt som det fördröjer vatten. I Figur 36 och Figur 37 visas tvärsektion av makadammagasin som föreslås i alternativ 1. Ett jordlager med gräs eller växter kan läggas ovanpå makadam.



Figur 36 Tvärsektion av makadammagasin med dimension i område AO1 (alternativ 1).



Figur 37 Tvärsektion av makadammagasin med dimension i område AO3 (alternativ 1).

copyright© AFRY

Figur 38 Makadammagasin (från Stockholm vatten och avfall).

4.6 Översvämningsrisk vid höga nivåer i havet

Utredningsområdet ligger nära kusten. Översvämningsrisken vid höga nivåer i havet har uttretts och baseras på data över havsnivåer från SMHI. Tabell 16 Visar havsvattennivåer för Kungsbacka kommun (SMHI, 2022).

copyright© AFRY

Tabell 16 Beräknade framtida medelvattenstånd (SMHI, 2022).

Medelvattenstånd i Kungsbacka kommun 1995-2014: 6 cm i RH 2000

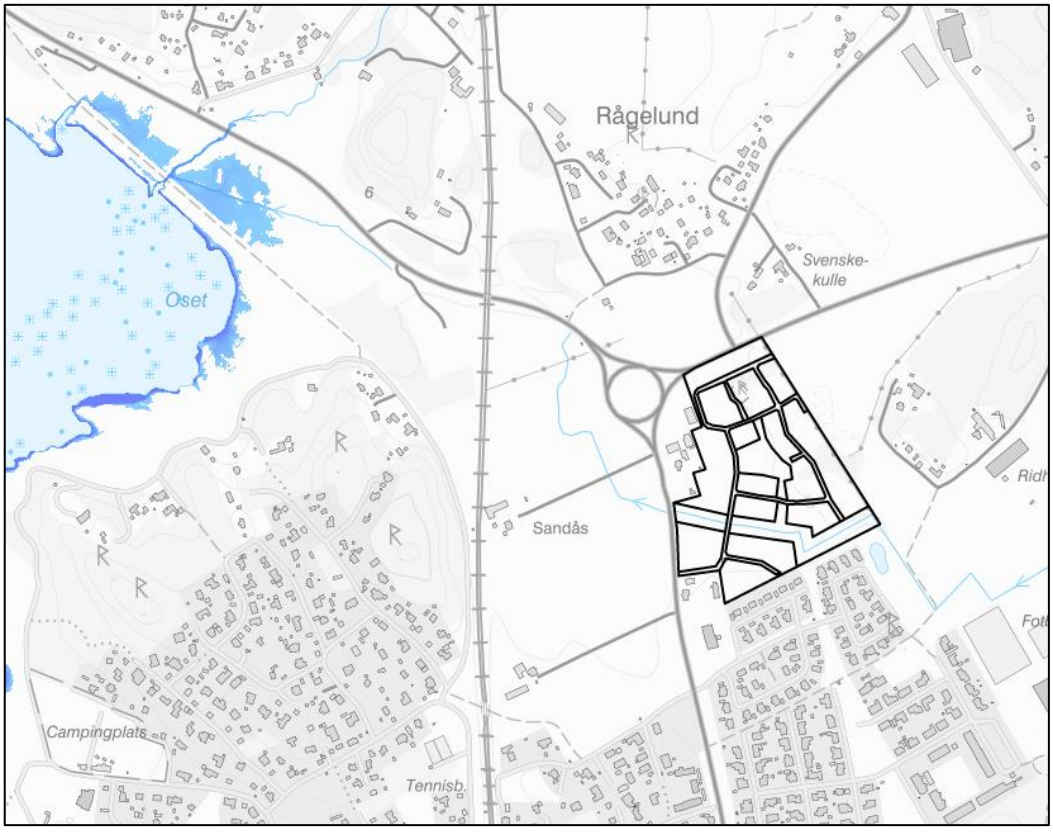
Total landhöjning i Kungsbacka kommun: 0,267 cm/år (varav den elastiska komponenten är 0,067 cm/år)

Beräknade framtida medelvattenstånd (cm i RH 2000) för valda år. Dessa projektioner bedöms av IPCC som *troliga*.

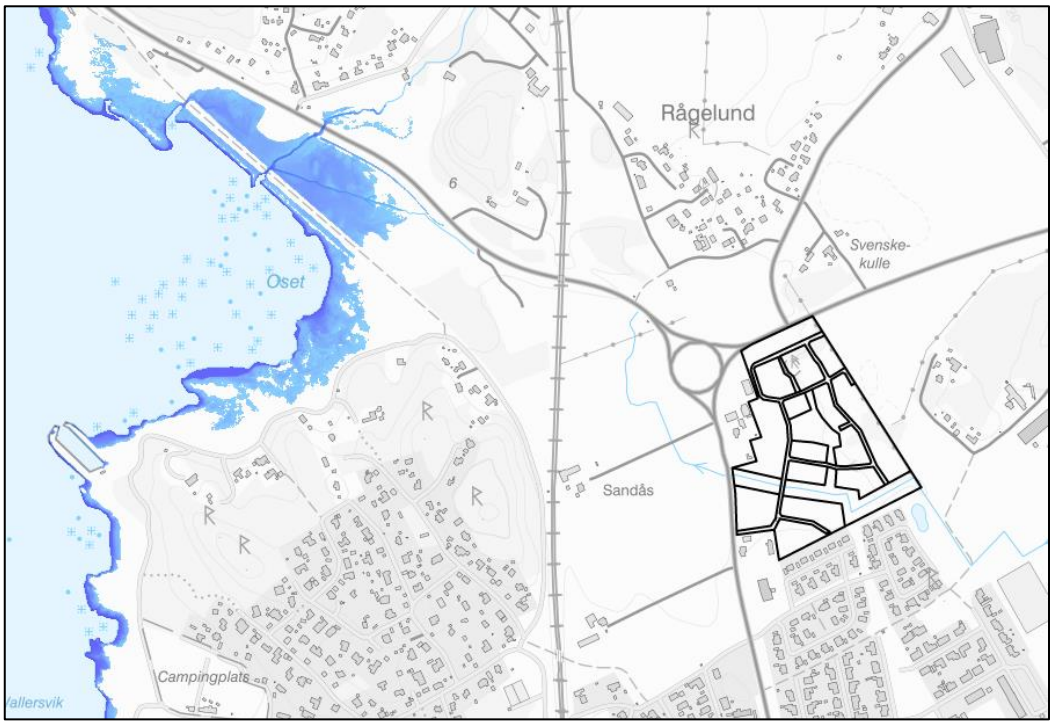
Scenario	År: 2050 median (*sannolikt* intervall)	År: 2100 median (*sannolikt* intervall)
SSP1-1,9 (Mycket lågt)	18 (7 till 31)	27 (4 till 55)
SSP1-2,6 (Lågt)	20 (11 till 31)	33 (16 till 55)
SSP2-4,5 (Medelhögt)	22 (13 till 32)	46 (29 till 68)
SSP3-7,0 (Högt)	22 (12 till 33)	55 (33 till 83)
SSP5-8,5 (Mycket högt)	24 (14 till 36)	66 (43 till 97)

Om man beaktar den värsta situationen vid år 2100 antas medianen på havsvattenståndet vara 66 cm och högsta nivå 97 cm. Figur 39 och Figur 40 visar den framtida översvämningssituationen i närområdet vid 66 cm respektive 97 cm havsvattennivå. Ingen översvämningsrisk föreligger i planområdet.

copyright© AFRY



Figur 39 Påverkan på utredningsområdet vid 66cm havsvattennivå.



Figur 40 Påverkan på utredningsområdet vid 97 cm havsvattennivå.

copyright© AFRY

4.7 Miljöpåverkan på miljökvalitetsnormer för vatten

Dagvatten från ett område med urban markanvändning så som takytor, parkeringar och lokalgator bidrar med en ökad föroreningsbelastning till recipienten. Exempel på föroreningar är näringsämnen, metaller, partiklar och oljeföreningar. Planerad bebyggelse får inte inverka på recipientens status så att enskilda kvalitetsfaktorer försämras.

Miljökvalitetsnormer (MKN) för vatten regleras i 5 kap. miljöbalken, och både ytvatten som vattendrag, sjöar och kustvatten samt grundvatten omfattas. Miljökvalitetsnormerna anger de kvalitetskrav som en vattenförekomst ska uppnå vid en viss tidpunkt. Alla vattenförekomster ska uppnå kravet om god status eller god potential. Om vattnet inte uppfyller god status vid angiven tidpunkt, kan tidsfristen skjutas framåt alternativt att kvalitetskravet sänks (Vatteninformationsystem Sverige, 2020b). För miljökvalitetsnormer finns ett icke-försämringskrav, vilket innebär att miljökvalitetsnormen ska uppnås men också att försämring av statusen på de ingående kvalitetsfaktorerna är förbjuden (Vattenmyndigheterna, 2020). Vidare finns ett särskilt ansvar hos kommunerna att vid planläggning bidra till att normen uppnås.

4.7.1 Miljökvalitetsnormer Vändelsöarkipelagen

Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640) är statusklassificerad med måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk ytvattenstatus, se Tabell 15. Klassningen för den ekologiska statusen beror främst på kvalitetsfaktorn bottenfauna som uppnår status måttlig, och det saknas underlag för stödjande kvalitetsfaktorer. Tillförlitligheten bedöms därför som låg då enbart biologisk kvalitetsfaktor finns tillgänglig och den bedömningen är osäker (VISS, 2022).

Klassningen för den kemiska statusen orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena Kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar, som överskrids i alla svenska vattenförekomster på grund av bland annat atmosfärisk deposition. I Vändelsöarkipelagen finns ett högt påverkanstryck från båttrafik samt hamnar och analyser efter hallandskusten av tributyltenn (TBT) tyder på att halter är höga inom vissa områden. En expertbedömning har därför gjorts utifrån detta.

Tillkomst/härkomst klassas som naturlig då det inte är en modifierad vattenförekomst.

Tabell 17 Statusklassning för vattenförekomsten Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640)

Status	**Klassning**
Ekologisk status	Måttlig
Kemisk status	Uppnår ej god
Tillkomst/härkomst	Naturlig

Vändelsöarkipelagen är ett kustvatten. Vändelsöarkipelagen har statusklassats för att kunna uppnå god ekologisk status år 2027, se Tabell 16. Detta beror på påverkanstryck från diffusa källor av jordbruk, skogsbruk, enskilda avlopp samt andra relevanta källor. Det anses finnas en kunskapsbrist vilket bidrar till den låga tillförlitligheten. Det krävs operativ övervakning för att verifiera statusbedömningen.

copyright© AFRY

Den kemiska statusen påverkas av att Hg och PBDE överskrids, vilket det görs i alla svenska vattenförekomster och bedöms undantaget miljökvalitetsnormer då det anses tekniskt omöjligt att sänka halten i fisk. Det övrigt prioriterade ämnet tributyltenn (TBT) har en tidsfrist till 2027, men det saknas kunskap om påverkan och omfattning från ämnet i vattenförekomsten.

Tabell 18 Miljökvalitetsnorm för vattenförekomst Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640)

Miljökvalitetsnorm 2017 - 2021	**Potential**
Ekologisk status	God ekologisk status 2027
Kemisk status	Uppnår god status 2027

4.7.2 Dagvatten från planområdet

De dagvattenlösningar som är föreslagna är dagvattendammar, biofilter, öppna diken samt traditionella dagvattenledningar.

Dagvattendammar bör ha en storlek av minst 150–250 m^3 för att uppnå god reningseffekt (Larm & Blecken, 2019). De kan bidra med en avkylande effekt på närområdet, detta skapar ett mikroklimat som hjälper vid värmeböljor (Boverket, 2022). En studie utförd i Uppsala län har visat att öppna dagvattendammar gynnar biodiversitet hos trollsländor, som fungerar som en indikatorart på biologisk mångfald i akvatiska system. Hela 61% av alla kände trollsländearter i Uppsala län hittades i 18 dagvattendammar (Johanssona, o.a., 2019).

Dagvattendammar kan öka sin reningsgrad genom användningen av rätt sorters växtlighet. Valet av växter är en viktig faktor för en framgångsrik dagvattendamm. Växterna ska klara av både blöta och torra perioder. Näringskrävande växter har ofta en bättre upptagningsförmåga av föroreningar. Men för att inte tillföra mer näringsämnen till området är det viktigt att växtdelar omhändertas innan de förmultnar, eftersom näringsämnena då åter induceras i systemet (Larsson, 2010). Även växtligheten kring dammarna är viktig, då det skapar mikrohabitatsmöjligeter. Träd och buskar kring dagvattendammarna skapar viktig skugga samt skydd från predatorer. Den växtlighet som rekommenderas är inhemska makrofyter i vattnet (Mallin, Ensign, Wheeler, & Mayes, 2002). Arter med god upptagningsförmåga av näringsämnen och tungmetaller är bland annat starr (*Carex sp*.), gräs (*Poaceae*), tåg (*Juncus sp*.), andmat (*Lemna minor*), kaveldun (*Typha sp.)* och ven (*Agrostis sp.*) (Larsson, 2010).

För att skapa en god reduktionsförmåga av föroreningar och näringsämnen bör den designade dagvattendammen maximera kontakttiden för det ingående vattnet med sedimenten och växtligheten i dammen. Detta görs på bästa sätt genom att designa dagvattendammen med ett högt förhållande mellan längd/bredd. Det mest effektiva sättet för rening är även att plantera inhemska växtarter (Mallin, Ensign, Wheeler, & Mayes, 2002). För att gynna biologisk mångfald är det även viktigt att dagvattendammarnas bottensubstrat är utformat på ett adekvat sätt (Johanssona, o.a., 2019). Dagvattendammar har ett underhållningskrav för att fungera adekvat, då dammarna kan behöva tömmas på sediment samt kan växtligheten behöva klippas ner för bortförsel av näringsämnen. Detta

copyright© AFRY

gör att det blir ett dyrare alternativ än traditionella ledningsnät, men vinsterna från de ekosystemtjänster de tillhandahåller jämfört med traditionella ledningsnät är stora.

I biofilter sker rening av dagvatten med samma princip som i naturen. De föreslagna biofiltren i denna utredning kommer ha en botten av makadam, sedan bestå av jordig sand och ha en djup på totalt cirka 0,5 meter för att inte riskera att nå grundvattennivån. En växtbädd kommer att växa ovanpå. För att säkerställa en lång hållbarhet bör sedimentbelastningen försöka minskas innan dagvattnet leds till biofiltren (Fridell & Jergmo, 2015). Biofiltren kommer i huvudsak anläggas i de nordliga delarna av planområdet för att avlasta föroreningsbelastningen från parkeringsområdet.

Då stora delar av området används som ängsmark i nuläget finns god möjlighet till etablering av samma typ av inhemska arter av växtlighet i närheten av föreslagna dagvattenlösningar, vilket kan skapa en god förmåga till rening av föroreningar och näringsämnen.

4.7.3 Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är alla nyttor, produkter och tjänster som naturens ekosystem levererar till gagn för oss människor och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet. Ekosystemansatsen har sitt ursprung i konventionen för biologisk mångfald och är en arbetsmetod för bevarande och hållbart nyttjande av land, vatten och levande resurser. Syftet med att använda sig av ekosystemansatsen är att helheten står i fokus och att människans beroende av ekosystemen och deras tjänster betonas. Den fysiska planeringsprocessen med bland annat översiktsplan och detaljplaner med miljökonsekvensbeskrivningar utgör en lämplig arena för att ta hand om ekosystemansatsens intentioner och implementera dem i den demokratiska samhällsprocessen.

Ekosystemtjänster delas ofta in i fyra kategorier:

- Stödjande – Dessa är de förutsättningar för att alla ekosystemtjänster ska fungera.
- Försörjande – Dessa är de direkta resultat av naturens arbete, det vill säga produkter från naturen som utgör samhällets resursbas.
- Reglerande – Dessa är tjänster som natursystemen tillhandahåller för klimatanpassning och god miljö.
- Kulturella – Dessa är alla typer av immateriella funktioner som naturen tillhandahåller för människors hälsa och välmående.

Denna rapport har använt sig av Boverkets definierade klassificeringar och ordval (Boverket, 2022).

Idag består planområdet av obebyggd jordbruksmark, som har funktioner kopplade till bland annat matproduktion. Området är inte speciellt öppet för rekreation för allmänheten men skapar ett grönområde som bidrar med vissa estetiska värden. Jordbruksmarken bidrar till flera försörjande ekosystemtjänster bland annat kretslopp av näringsämnen, reglering av vattenflöden samt pollinering.

Efter exploatering, med det planerade dagvattenhanteringen, kommer flera nya ekosystemtjänster uppkomma. Denna dagvattenutredning har inte gjort en fullständig kartläggning av ekosystemtjänster utan beskriver nyttor och synergieffekter ur ett bredare perspektiv kopplat till de förslagna dagvattenlösningarna.

copyright© AFRY

Med de föreslagna dagvattenlösningarna med dagvattendammar, biofilter samt öppna diken finns det möjligheter att bidra positivt till flera ekosystemtjänster. Dagvattendammar ger ett bidrag till stödjande att upprätthålla vattencykeln, gynna den biologiska mångfalden då de tillhandahåller habitat och livsmiljöer till flora och fauna. Detta skapar en synergieffekt med kulturella ekosystemtjänster som estetiska värden, naturpedagogik samt människors hälsa då ett rikt växt och djurliv ger mervärden för oss. Dagvattendammar har även en god möjlighet till att flera av de försörjande ekosystemtjänsterna, som rening av vatten, produktion av syre med växtligheten som kan växa i dammarna samt förskönande resurser. Även de reglerande ekosystemtjänsterna kan dagvattendammar bidra till genom rening av vatten, reglering av vattenflöden med fördröjningen av dagvattnet, klimatreglering då dagvattendammarna skapar mikroklimat samt har en avkylande effekt på närområdet, reglering av ljudkvalitén eftersom dammarna och den omgivande växtligheten kan sänka bullernivån samt pollinering. Till sist bidrar dagvattendammar med en vattenspegel till flera kulturella ekosystemtjänster som hälsa då dagvattendammarna har en direkt bullerreducerande effekt, estetiska värden då det blir trevligt att se på, rekreation, sociala relationer då boende i området kan mötas vid platserna samt naturpedagogik då förståelsen för naturen kan öka av att se hur dagvattenhanteringen fungerar inom planområdet.

Biofiltren bidrar till flera av ovanstående ekosystemtjänster – främst genom rening av vatten samt fördröjning, men de bidrar även för de kulturella ekosystemtjänsterna precis som dagvattendammarna. Med rätt sorts planering av vilka växter som planteras kan pollinering också underlättas.

Eftersom kommunen planerar att exploatera flera områden inom samma avrinningsområde läggs det stor viktig vid byggnationsplanering. Efter exploatering förväntas dagvattnet från området innehålla en lägre föroreningsgrad än vad som eftersträvas i riktlinjerna från Göteborgs stad och Varbergs kommun, men vid nybyggnation av åkermark kommer det bli ett tillfälligt tillskott på näringsbelastningen samt föroreningsbelastningen under själva byggskedet. Om detta sammanfaller med att flera byggnationer genomförs samtidigt finns risker som inkluderar utslagning av specifika ekosystem i exempelvis Lundaån. Detta påverkar vilka ekosystemtjänster ån kan bidra med och skapar en negativ kumulativ effekt.

4.8 Föroreningsbelastning från planområdet

Enligt kommunens dagvattenpolicy krävs rening av dagvatten inom planområdet enbart för parkeringsplatsen som diskuterats med resultat i kapitel 4.1. Men om man tänker på helheten utifrån MKN är det viktigt att beakta föroreningsbelastningen från hela planområdet för att bedöma dess påverkan på slutrecipienten. En föroreningsberäkning för hela planområdet har gjorts här i Stormtac för den dagvattenlösning som visas i alternativ 2. Dagvatten från planområdet kommer att rinna genom en våt damm, som agerar reningsåtgärd här och minskar föroreningsbelastningen innan vattnet släpps ut till recipient.

Tabell 19 och Tabell 20 visar föroreningshalter och mängder från planområdet utan rening och efter rening i våt damm. Här beaktas en damm (alternativ 2) som tar vattnet från hela planområdet. Resultatet visar att föroreningshalter från planområdet med föreslagen våt damm, minskar i koncentrationen för de allra flesta föroreningar jämfört med dagens nivåer och ligger under Göteborgs stad samt Varberg kommuns riktvärden. Det kan bedömas utifrån denna beräkning att föroreningsbelastningen från planområdet inte kommer att påverka MKN i slutrecipienten negativt.

copyright© AFRY

Tabell 19 Föroreningskoncentrationer (µg/l) för planområde före och efter exploatering, med rening i våt damm.

Förorening	Befintlig situation utan rening (µg/l)	Planerad situation utan rening (µg/l)	Planerad situation med rening (µg/l)	Målvärden Göteborgs stad (övriga recipienter, µg/l)	Målsättning Riktvärde, Varbergs kommun (µg/l)
Fosfor (P)	42	100	23	150	200
Kväve (N)	810	1200	780	2500	3 000
Bly (Pb)	1,9	3,1	0,59	28	14
Koppar (Cu)	5,3	11	3,1	22	20
Zink (Zn)	16	23	3,5	60	60
Kadmium (Cd)	0,098	0,36	0,096	0,9	0,4
Krom (Cr)	1,3	3,5	0,53	7	15
Nickel (Ni)	1,7	3,2	0,79	68	20
Kvicksilver (Hg)	0,005	0,02	0,0081	0,07	0,05
Suspenderad substans (SS)	12000	28000	3400	60 000	60 000
Oljeindex (Olja)	78	220	33	1000	1 000
Benso(a)pyren (BaP)	0,0034	0,01	0,005		0,05
Bensen	0,026	0,64	0,25		10
TBT	0,0014	0,0016	0,00065		0,001
Arsenik (As)	1,3	2,1	1,2	16	15
TOC	5600	9300	9300	20 000	12 000
PCB	0,0063	0,015	0,0023		0,014

copyright© AFRY

Tabell 20 Föroreningsmängder (kg/år) för planområdet före och efter exploatering, med rening i våt damm.

Förorening	**Befintlig situation utan rening(kg/år)**	**Planerad situation utan rening (kg/år)**	**% förändring utan rening (kolumn a-b)**	**Planerad situation med rening (kg/år)**	**% förändring med rening (kolumn a-d)**
	(a)	**(b)**	**(c)**	**(d)**	**(e)**
Fosfor (P)	1,3	4,7	261,54	1	-23,08
Kväve (N)	25	56	124,00	35	40,00
Bly (Pb)	0,059	0,14	137,29	0,027	-54,24
Koppar (Cu)	0,16	0,48	200,00	0,14	-12,50
Zink (Zn)	0,48	1	108,33	0,16	-66,67
Kadmium (Cd)	0,003	0,016	433,33	0,0043	43,33
Krom (Cr)	0,04	0,16	300,00	0,024	-40,00
Nickel (Ni)	0,051	0,14	174,51	0,035	-31,37
Kvicksilver (Hg)	0,00015	0,00091	506,67	0,00036	140,00
Suspenderad substans (SS)	370	1300	251,35	150	-59,46
Oljeindex (Olja)	2,4	9,9	312,50	1,5	-37,50
Benso(a)pyren (BaP)	0,00011	0,00047	327,27	0,00022	100,00
Bensen	0,00078	0,028	3489,74	0,011	1310,26
Arsenik (As)	0,000043	0,000074	72,09	0,000029	-32,56
TBT	0,038	0,096	152,63	0,052	36,84
TOC	170	420	147,06	420	147,06
PCB	0,00019	0,00068	257,89	0,0001	-47,37

4.9 Översvämningsrisk vid skyfall och principiell höjdsättning

Omhändertagande av dagvatten hanteras genom fördröjning och rening i anläggningar som är dimensionerade för 20 års återkomstid. Vid nederbörd med hög intensitet (t ex 100 års regn) kommer dessa anläggningar inte kunna fördröja avrinningen utan dagvattnet avrinner istället ytligt och kan potentiellt orsaka marköversvämningar med stora skador på byggnader och annan känslig infrastruktur. För att minimera risken för översvämningar är det viktigt att inte skapa instängda områden samt att höjdsätta marknivån så att avrinning och fördröjning sker på ytor där ingen skada sker. Den principiella höjdsättningen för fastigheten måste säkerställa att marken lutar från byggnaderna mot gatorna. Gatorna

copyright© AFRY

måste fungera som lågpunkt för fastigheterna och kommer att föra vattnet till dammar och bäcken. Diket som har föreslagits längs vissa delar av gatan bidrar också till skyfallshanteringen. Dikena kommer att ta upp vatten vid skyfall som hjälper till att hålla vägen fri från vatten och minskar således risken för översvämning.

Figur 4 visar att bäcken i nuläget kan avleda ett 100-årsregn utan översvämningsrisk i området. Efter byggnation kommer det att ske ett ökat flöde i bäcken. Tabell 6 visar det ökade flödet i bäcken för framtida situation där det beräknade flödet vid 100-årsregn är 1680 l/s om hela området lutar mot bäcken. Med hjälp av Mannings ekvation kan man räkna bäckens flödeskapacitet.

Mannings ekvation,

$$Q = VA = \left(\frac{1.00}{n}\right) AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

Här,

Q= flöde (m^3/s)

V= flödeshastighet (m/s)

A= Bäckens sektion area (m^2)

R=A/P (P är våt perimeter)

S= Bäckens lutning

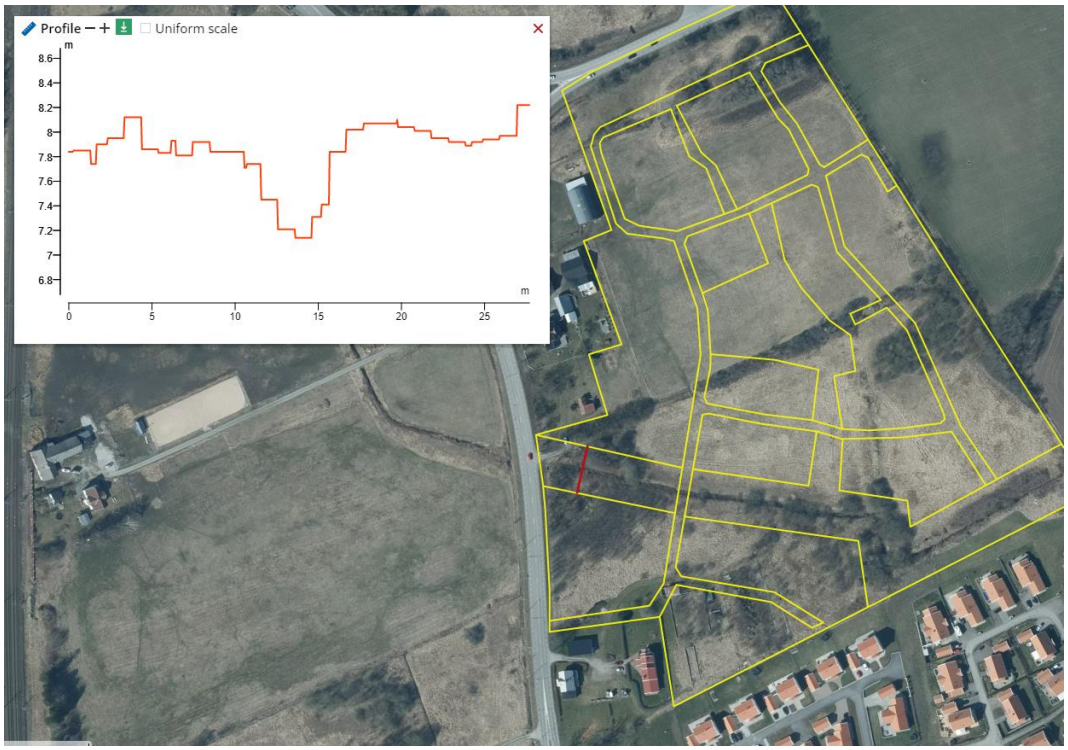
n=Mannigs tal

Figur 41 visar en sektion i backen där, A=1,817 m2; våt perimeter, P = 6,49 m; R=A/P=0,27m; n= 0,04; S=0,005;

Så, från Mannings ekvation, Q= 1,37 m^3/s = 1374 l/s

Det ser ut som att bäcken inte har tillräckligt kapacitet att avleda 1680 l/s dagvatten. Men som diskuterats i kapitel 4.1 är det osannolikt att detta flöde kommer till bäcken eftersom varje avrinningsområde har olika regnvaraktighet. Så i verkligheten kommer ett lägre flöde till bäcken än vad som uppskattats här. Det behövs en noggrann analys av bäckens kapacitet i samband med detaljplanen när markens höjdsättning är klar. En skyfallsmodell kan köras i så fall för att utreda detta närmare. Då bäcken fylls upp vid skyfall bör en backventil installeras vid utloppspunkten i dammen så att höga flöden i bäcken inte påverkar planområdet.

copyright© AFRY



Figur 41 Bäckens sektion från Scalgo (den röda linjen visar sektions placering).

5 INVESTERINGSKOSTNAD

Tabell 21 visar ungefärlig kostnad av föreslagna anläggningar.

Tabell 21 Anläggningskostnader för dagvattenlösningar.

Anläggning	**Mängd**	**Kostnad (SEK) per enhet**	**Total kostnad, SEK**
Växtbädd/Biofilter längs parkering	28 m^2	10 000/ m^2	280 000
Våt Damm (alternativ 1)	570 m^3	2000/ m^3	1 140 000
Våt Damm (alternativ 2)	790 m^3	2000/ m^3	1 580 000
Torr damm (alternativ 1)	270 m^3	900/ m^3	243 000
Underjordiskt kassettmagasin (inom kvartersmark)	187 m^3	5000 / m^3	935 000
Makadammagasin (alt 1)	790 m^3	6000 / m^3	4 740 000
Ledningsnät	1570 m	2500/ m	3 925 000

Tabell 22 visar ungefärlig volym för markarbete i alternativ 2. Här behöver marken luta mot söder i stället för mot norr som i nuläget. Alternativ 1 kräver ingen markhöjning eftersom avvattning följer befintlig marklutning. I alternativ 2 lutar hela planområdet till den enda dammen. Figur 42 visar området där markarbete krävs med en area på ca 2600 m^2. Tabell 22 visar ungefärlig volym för markarbetet.

copyright© AFRY

Tabell 22 Markarbete - volym för alternativ 2

	Cut (m^3)	Fill (m^3)
Alternativ 2	307	373

Figur 42 Område avser för markarbete volym (grön färg) och blå pilar visar rekommenderad riktning för marklutning.

6 KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Slutsatser till denna dagvattenutredning framgår av följande punkter:

- Projektområdets topografi är flack och stora delar av ytan lutar mot bäcken som rinner genom södra delen av planområdet. Bäcken tar upp större delen av dagvattnet från projektområdet, medan en del (AO1) av vatten rinner till det norra diket bredvid Almedalsvägen. Projekterad markhöjdsättning samt ledningslutning rekommenderas att följa alternativ 1 för att göra det kostnadseffektivt utifrån markarbetesperspektiv. Vatten fördröjs i makadammagasin (eller torr damm) och i våt damm för detta alternativ med en kapacitet på 830 m^3.

- I alternativ 2 höjdsätts hela planområdet till bäcken. Detta alternativ är bra från underhållsperspektiv och renar vatten mer effektivt då dammen är större. Hela området höjdsätts så att allt dagvatten kan samlas i en våt damm med en kapacitet av 790 m^3. Fördröjningsvolymen är lägre för detta alternativ jämfört med alternativ 1 eftersom området AO1 lutar mot söder.

- Torr damm kan installeras i stället för makadammagasin i alternativ 1. För att få bra reningseffekt (som våt damm eller makadammagasin) behöver man emellertid lägga in makadamdiken längs gator innan torrdammen.

copyright© AFRY

- Dagvattenanläggningar (Ledningar och dammar) dimensioneras för att kunna fördröja vatten för att klara av kravet att inte öka flödet vid ett 20-Årsregn.

- Fastighetsägare ska fördröja det egna dagvattnet från hårdgjorda ytor på kvartersmark innan det avleds till kommunalt ledningsnät. Total beräknad fördröjningsvolym på kvartersmark är 187 m^3 och avser 18767 m^2 hårdgjord yta. Fördröjning kan ske i underjordiska magasin. Alternativa lösningar kan accepteras om de har samma fördröjningskapacitet eller om man kan minska hårdgjorda ytor genom att bygga gröna tak.

- Då området kommer att bebyggas med bostäder och en gemensam parkeringsyta, krävs rening av dagvatten eftersom parkeringsytan är större än 1250 m^2 - det är gränsen enligt dagvattenpolicyn. Parkeringsytan som föreslås i den norra delen av området är ca 1400 m^2. Rening av dagvatten föreslås primärt ske i biofilter/växtbäddar med totalt 28 m^2 yta eller 0,02 m^2 växtbäddyta per kvadratmeter parkeringsyta. Efter behandling i regnbäddar reduceras föroreningsnivåerna i koncentration för alla föroreningar jämfört med situationen utan behandling och ligger under målvärdena.

- Föroreningshalter från planområdet efter rening i våt damm ligger under målvärden och bedöms inte påverka slutrecipients MKN negativt. Föroreningsmängderna minskar från dagens nivå för hälften av ämnena i våt damm och bidrar till en låg föroreningsbelastning till recipienten.

- Höjdsättning inom planområdet behöver göras omsorgsfullt så att gatorna fungerar som rinnvägar vid skyfall och för att undvika skador på byggnader. Framkomlighet är också en viktig aspekt.

En våt damm föreslås här utformas med inloppet ca 0,5 m under den permanenta vattenspegeln. Det medför att ledningen till dammen kommer att vara dämd upp till ca 100 m uppströms om man utgår från ledningslutningen 0,5 %. Med denna lösning krävs mindre fyllnadsmassor för att få tillräcklig täckning för ledningsnätet. Det är bäckens botten som har styrt utformningen och det är små marginaler. En kontroll av höjder har gjorts i CAD för att säkerställa att lösningarna fungerar utan att behöva flytta alltför mycket massor.

Det ser ut som att alternativ 2 ger en bra lösning ur ett helhetsperspektiv. Det är en enkel lösning med mindre drift- och underhåll. En damm planeras norr om bäcken i parksmiljö och kan bidra till ett attraktivt landskap där. Det behövs emellertid mer markarbete i alternativ 2 jämfört med alternativ 1 eftersom område A01 lutas mot söder.

copyright© AFRY

7 REFERENSER

Andersson, J. (2015). *Erfarenheter från arbetet med Stockholms dagvattenvägledning. 2015-.*

Benders. (2019). *Bernder gräsarmering*. Hämtat från https://www.benders.se/sortiment/mark/plattor/grasarmering/

Blecken, G. (2010). *Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment.* Luleå: Luleå tekniska universitet.

Blecken, G. (2016). *Kunskapssamanställning Dagvattenrening.* Svenskt Vatten AB.

Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening. Rapport nr 2016-05.* Svenskt Vatten.

Blecken, G. (2018). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar - Dagvattendammar.* Hämtat från Luleå tekniska universitet Dag&Nät Nyheter och aktuellt: https://www.ltu.se/research/subjects/VA-teknik/Dag-Nat/Nyheter-och-aktuellt/Rekommendationer-for-drift-och-underhall-av-dagvattenanlaggningar-1.154805

Boverket. (den 13 06 2022). *Ekosystemtjänster för klimatanpassning – dagvattenlösningar och temperaturreglering*. Hämtat från Ekosystemtjänster i den byggda miljön: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/

Boverket. (den 16 06 2022). *Typer av ekosystemtjänster*. Hämtat från Ekosystemtjänster i den bebyggda miljön: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/det_har/typer/

Bäckström, M. (2002). *Grassed Swales for Urban Storm Drainage. Doctoral Thesis.* Luleå: Department of Environmental Engineering, Division of Sanitary Engineerin, Luleå University of Technology.

California Stormwater Quality Association. (2003). Hämtat från California Stormwater BMP HAndbook: New development and redevelopment: www.cabmphandbooks.com

Dahl Sverige AB. (u.d.). *Dagvattenboken - Guide i hantering av vatten, Utgåva 2.* Dahl Sverige AB.

Emerson, C. H., & Traver, R. G. (2008). Multiyear and seasonal variation of stromwater best management practices. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering (135)*, 598-605.

Emerson, C. H., Wadzuk, B. M., & Traver, R. G. (2010). Hydraulic evolution and total suspended solids capture of an infiltration trench. *Hydrol. Process (24)*, 1008-1014.

Fridell, K., & Jergmo, F. (2 2015). Regnbädd - Biofilter för behandling av dagvatten. *Movium fakta*.

copyright© AFRY

Gu, L., Dai, B., Zhu, D. Z., Hua, Z., Liu, X., van Duin, B., & Mahmood, K. (2017). Sediment modelling and design optimization for stormwater ponds. *Canadian Water Resources Journal 42:1*, 70-87.

HaV. (2016). *Miljökvalitetsnormer*. Hämtat från https://www.havochvatten.se/hav/vagledninglagar/vagledningar/miljokvalitetsnormer/miljokvalitetsnormer.htm

Houng, L. (2015). *Green infrastructure for highway stormwater management: Field investigation for future design, maintenance and management needs.* Amercian Society of Civil Engineers.

Jansons, K., & Law, S. (2007). The hydraulic efficiency of simple stormwater ponds. *the 13th International Rainwater Catchment systems Conference.* Sydney.

Johanssona, F., Binib, L., Coiffarda, P., Svanbäcka, R., Westera, J., & Heinoc, J. (2019). Environmental variables drive differences in the beta diversity of dragonfly assemblages among urban stormwater ponds. *Ecological Indicators*.

Kirkby, J. T., Durrans, S. R., Pitt, R., & Johnson, P. D. (2005). Hydraulic resistence in grass swales designed for small flow conveyance. *Journal of Hydraulic Engineering 131 (1)*, 65-68.

Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.* Svenskt Vatten Utveckling.

Larsson, M. (2010). *Vegetation för öppna dagvattenanläggningar - Användningsområden och utformning i en stad.*

Ledningskollen. (den 27 05 2021). Ledningsunderlag.

Locatelli, L., Mark, O., Mikkelsen, P., Arnbjerg-Nielsen, K., Wong, T., & Binning, P. (2015). Determining the extent of groundwater interference on the performance. *Journal of hydrology (529)*, 1360-1372.

Mallin, M. A., Ensign, S. H., Wheeler, T. L., & Mayes, a. D. (2002). Pollutant Removal Efficacy of Three Wet Detention Ponds. *Journal of Environmental Quality*, 31:654–660.

New Jersey Pinelands Comission. (2005). *Mullica river watershed stormwater basin assessment project.* New Lisbon: New Jersey Pinelands Comission.

Riktvärdesgruppen. (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.* Stockholm: Stockholms läns landsting.

Riktvärdesgruppen. (2009). *Förslag till riktvärden för Stockholms län.* Stockholm.

SCALGO Live. (den 24 08 2021). *SCALGO Live*. Hämtat från SCALGO Live: https://scalgo.com/live/

Scholz, M., & Yazdi, S. K. (2008). Treatment of road runoff by a combined stormwater treatment, detention and infiltration system. *Water Air Soil Poll. (198)*, 55-64.

copyright© AFRY

Shammaa, Y., & Zhu, D. Z. (2001). Techniques for controlling total suspended solids in stormwater runoff. *Canadian Water Resources Journal 26 (3)*, 359-375.

SMHI. (2015). *Framtidsklimat i Västernorrlands län - enligt RCP-scenarier.* Klimatologi Nr 35. Hämtat från https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/lansanalyser#22_Vasternorrland,precip_sumAnnual,ANN

Stockholm stad. (2019). *Makadamdike*. Hämtat från http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgärder/makadamdike/activities

Stockholm stad. (2019). *Miljöbarometern: Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/nedsankt-vaxtbadd/activities

Stockholm Vatten och Avfall. (den 31 08 2021). Reningseffekt, anläggningstyper, tabell. Stockholm.

Svenskt Vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.* Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten. (2011). *P104 – Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.*

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

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

Svenskt Vatten. (2020). *P114 - Distribution av dricksvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). (den 31 08 2021). *Kartvisaren Jordarter 1:25 000 - 100 000*. Hämtat från Kartvisaren : https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html

SVOA. (2017). *Stockholm vatten och avfall: Tekniska lösningar - anläggningar för kvartersmark*. Hämtat från http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/#!/anlaggningar-for-kvartersmark

SWECO. (2020). *PM Geoteknik - Vabränna 9:2, 4:14, Veddige. Varbergs kommun .* Halmstad: SWECO Civil AB .

Uponor. (2020). *Hållbara lösningar för VVS och Infrastruktur för hem och samhälle*. Hämtat från https://www.uponor.se/

Viklander, M., & Bäckström, M. (2008). *Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat.* Stockhom: Svenskt Vatten Utveckling.

VISS 1. (2019). *Upperudsälven ns Töck, tredje förvaltningscykel (2017-2021). Statusklassning från 2019-07-11.* Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA58437179

copyright© AFRY

VISS 2. (2019). *Foxen, tredje förvaltningscykel (2017-2021). Statusklassning från 2019-07-11.* Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA94392226

VISS. (2019). *Strömsån*. Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE702518-164947

VISS. (2019). *Örnsköldsviksfjärden*. Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA74672554

VISS. (den 25 02 2020). *Flisdjupet*. Hämtat från Vatteninformation Sverige: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA13951814

VISS. (den 20 08 2021). *Viskan (från Horred till Derome)*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA46314593

VISS. (den 08 06 2022). *Vändelsöarkipelagen*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA34827948

VIVAB. (2017). *Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner.* VIVAB.

Vollertsen, J., Åsteböl, S. O., Coward, J. E., Fageraas, T., Madsen, H. I., Nielsen , A. H., & Hvitved-Jacobsen, T. (2007). Monitoring and modelling the performance of a wet pond fpr treatment of highway runoff in cold climate. *Proceedings of the 8th highway and urban environment symposium series: alliance for global sustainability bookseries*, (ss. 499-509).

Örnsköldsviks kommun. (2017). *Dagvattenstrategi.* Örnsköldsvik: Örnsköldsviks kommun.

Örnsköldsviks kommun. (2019). Hämtat från Gatu- och parkprojekt: https://www.ornskoldsvik.se/trafikochinfrastruktur/trafikochgator/gator/vagarbetentrafikstorningar.4.558b64a11375830b8d81244.html

Örnsköldsviks kommun. (2019). *Fördjupad översiktsplan för Örnsköldsviks centralort*. Hämtat från https://www.ornskoldsvik.se/fop

Reningskrav för dagvatten, Göteborgs stad, (2021-03-11)

Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner (2017-03-31)

copyright© AFRY