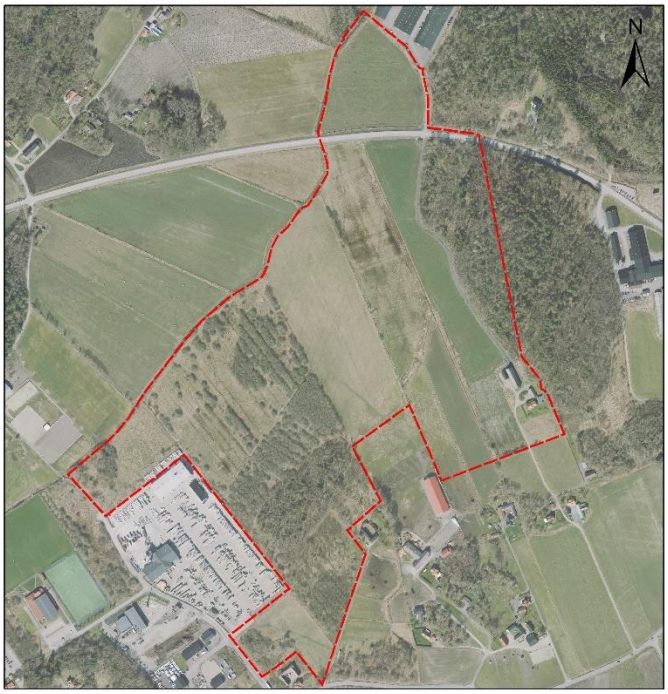
VA- OCH DAGVATTENUTREDNING

KUNGSBACKA KOMMUN

VA- och dagvattenutredning för detaljplaneområde Frillesås-Rya
UPPDRAGSNUMMER 30013269



2020-08-10, REV. 2021-04-23

VA-SYSTEM SYD

NATHALIE ROOS
HANDLÄGGARE

Sweco
Spannmålsgatan 9

SE 291 32 Kristianstad, Sverige
Telefon +46 44 785 22 00
Fax +46 44 12 92 60
www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Nathalie Roos
Civilingenjör - VA
Kristianstad

Mobil +46 76 890 03 71
nathalie.roos@sweco.se

Innehållsförteckning

1	**Inledning**	**1**
1.1	Omfattning	1
1.2	Särskilda önskemål från beställare	2
1.3	Underlag	2
1.4	Organisation	2
2	**Riktlinjer för planering av VA och dagvatten**	**3**
2.1	Dagvattenpolicy	3
2.2	Förslag till riktvärden för dagvatten	4
2.3	Svenskt Vattens publikationer	5
2.3.1	P83	5
2.3.2	P110	5
3	**Områdesbeskrivning**	**6**
3.1	Befintligt område	6
3.2	Efter exploatering	6
3.3	Ledningar	7
4	**Landskapsanalys**	**8**
4.1	Avrinningsområden och flödesvägar	8
4.1.1	Avrinningsområden uppströms/nedströms planområde	10
4.2	Lågpunkter	12
4.3	Geotekniska förutsättningar	12
4.4	Grundvatten	13
4.5	Recipienter och miljökvalitetsnormer	13
4.5.1	Löftaån (SE636212-128703)	13
4.5.2	Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640)	14
4.6	Dikningsföretag	14
5	**Dricksvatten**	**16**
5.1	Förväntat vattenbehov	16
5.2	Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter	16
6	**Spillvatten**	**17**
6.1	Förväntade flöden	17
6.2	Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter	18
6.3	Släckvatten	20

7	**Dagvatten**	**21**
7.1	Beräkningsmetod	21
7.2	Nulägesanalys	21
7.3	Förväntade flöden och fördröjningsbehov	23
7.3.1	Delområde 1	25
7.3.2	Delområde 2	26
7.3.3	Delområde 3	28
7.3.4	Delområde 4	29
7.4	Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter	31
7.5	Föroreningsanalys	32
7.5.1	Koncentrationer och mängder efter exploatering	32
7.5.2	Reningsbehov	37
7.6	Förslag på lämpliga renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten	37
7.6.1	Delområde 1	37
7.6.2	Delområde 2	39
7.6.3	Delområde 3	40
7.6.4	Delområde 4	41
7.7	Beskrivning av renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten	42
7.7.1	Översilningsyta	42
7.7.2	Våt damm	43
7.7.3	Överdämningsyta/Torr damm	43
7.7.4	Svackdike	44
7.8	Sammanfattning och påverkan på recipient samt MKN	45
8	**Skyfallsanalys**	**50**
8.1	Delområde 1	50
8.2	Delområde 2	51
8.3	Delområde 3	52
8.4	Delområde 4	53
8.5	Uppströms och nedströms påverkan	54
8.6	Slutsats	55
9	**Kostnadsbedömning**	**57**
9.1	Investeringskostnad för dagvattenåtgärder	57
9.1.1	Delområde 1	57
9.1.2	Delområde 2	58
9.1.3	Delområde 3	59
9.1.4	Delområde 4	59
9.2	Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar	60
10	**Globala hållbarhetsmål**	**61**

11 Litteraturförteckning 62

1 Inledning

Sweco har den 2020-04-20 fått i uppdrag av Kungsbacka Kommun att ta fram en VA- och dagvattenutredning för pågående detaljplanearbete i området Frillesås-Rya. Området tillhör Kungsbacka kommun och ligger cirka 2 mil söder om tätorten Kungsbacka. Området omfattar cirka 41,3 ha åkermark som ska exploateras för att möjliggöra för verksamheter.

1.1 Omfattning

Uppdragets omfattning utgörs av:

- Insamling av data samt bearbetning och genomgång av denna.
- Landskapsanalys:
    - Studie av avrinningsområden uppströms och nedströms planområde.
    - Identifiering av kritiska lågpunkter och instängda områden olämpliga för byggnation (studeras med avseende på konsekvens då de fylls upp).
- Nulägesanalys:
    - Beräkning av dagvattenflöden för befintlig mark.
    - Beskrivning av befintliga VA-system inom och i närheten av detaljplanområde.
- Framtidsanalys:
    - Beräkning av framtida förväntad dricksvattenförbrukning.
    - Beräkning av framtida dimensionerande spillvattenflöde.
    - Beräkning av framtida dagvattenflöden och fördröjningsbehov för planerad markanvändning.
    - Förslag på och beskrivning av markytor lämpliga för fördröjning och rening av dagvatten.
    - Förslag på och beskrivning av lämpliga reningsanordningar för rening av dagvatten.
    - Beskrivning av anslutningsförutsättningar för tillkommande byggnader samt förslag på anslutningspunkter för samtliga ledningssystem.
    - Beskrivning av trolig påverkan nedströms planområde.
- Analys av föroreningssituation:
    - Beräkningar av föroreningshalter och mängder före och efter exploatering.
    - Översiktlig bedömning av reningsbehov och beräkning av föroreningshalter efter rening i föreslagna lämpliga reningsanordningar.
    - Bedömning av föroreningars påverkan på MKN.

- Kostnadsbedömning:
  - Uppskattning av drift- och underhållskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar.
  - Bedömning av investeringskostnad för föreslagna dagvattenalternativ.
- Framtagande av PM/rapport.

1.2 Särskilda önskemål från beställare

Då områden söder om planområdet innefattar många naturvärden är det önskvärt att dagvatten i största möjliga mån ska ledas norrut, dock ska inget dagvatten behöva pumpas. Om avledning norrut inte kan ske naturligt så ska resurser istället läggas på effektiva reningsanläggningar innan dagvatten rinner söderut.

Dagvattenanläggningar på allmän platsmark ska ha kapacitet att klara hela områdets dagvattenhantering avseende fördröjningsvolym.

Det är önskvärt att antalet anläggningar för fördröjning av dagvatten begränsas så att resursbehovet för drift och underhåll av desamma minskar. Lösningar i mindre skala ska endast beskrivas som alternativ till större lösningar där deras respektive för- och nackdelar lyfts fram.

1.3 Underlag

Det underlag som använts vid framtagande av denna rapport utgörs av:

- Kungsbacka kommuns dagvattenpolicy (Kungsbacka kommun 2012).
- Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, R 2013:10 (Göteborgs Stad 2013).
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) (Norconsult 2020a) daterad 2020-04-02.
- PM Geoteknik (Norconsult 2020b) daterad 2020-04-02.
- Dagvattenutredning för vidare planarbete (Norconsult 2015) daterad 2015-02-19.
- SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000.
- Miljökvalitetsnormer inhämtade från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).
- Handlingar rörande Borekulla-Sintorps dikningsföretag av år 1962 samt Borekulla-Sintorps dikningsföretag av år 1936.

1.4 Organisation

Beställare	Kungsbacka Kommun
Uppdragsledare	Richard Andersson
Handläggare	Nathalie Roos
Intern kvalitetsgranskare	Mattias Salomonsson

2 Riktlinjer för planering av VA och dagvatten

2.1 Dagvattenpolicy

Ledande dokument för framtagande av den här utredningen utgörs av *Dagvatten – Policy och riktlinjer* (Kungsbacka Kommun 2012), fastställd av kommunfullmäktige 10 april 2012. De övergripande mål och riktlinjer som framkommer av denna dagvattenpolicy är följande:

- Den naturliga vattenbalansen ska inte påverkas negativt.
- Föroreningskällor ska angripas nära källan och vid behov ska dagvattnet renas på dess väg till recipienten. Metod för hantering av dagvatten ska väljas utifrån dagvattnets föroreningshalt. Recipientens känslighet och belastningen på reningsverken ska minska.
- Dagvattensystemen ska utformas och underhållas så att skadliga uppdämningar vid kraftiga regn undviks. Vid nivåsättning av nyexploatering ska hänsyn tas till förväntade klimatförändringar.
- Bebyggelsemiljön ska berikas och dagvattnet ska lyftas fram som en resurs samt synliggöras. Dagvattenanläggningar ska utformas på ett tilltalande och säkert sätt där säkerhets- och skötselfrågor beaktas. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska utnyttjas så långt som möjligt och öppna, ytliga system eftersträvas istället för slutna ledningar.
- En helhetsbedömning av dagvattenhanteringen ska göras utifrån områdets karaktär och investeringar ska göras där insatsen ger mest nytta. Långsiktigt hållbara system ska skapas som kommer att fungera tillfredsställande i flera generationer. Möjligheten att förbättra närmiljön ska alltid beaktas när dagvattenhantering planeras.
- Hantering av dagvatten ska planeras utifrån miljömässigt, tekniskt och ekonomiskt långsiktigt hållbara lösningar. Det ska finnas rutiner för underhåll av dagvattenanläggningar.
- Andelen hårdgjorda ytor ska minimeras och ersättas med alternativa material för att minska dagvattenavrinningen. Infiltration ska eftersträvas där förutsättningar finns.
- Katastrofskydd ska övervägas så att miljöskadorna vid eventuella olyckor begränsas.
- För industriområden ska dagvattenhanteringens utformning bestämmas för varje enskilt fall.

I dagvattenpolicyn har en grov indelning av recipienters känslighet gjorts. Löftaån, som är en recipient för merparten av dagvatten från det aktuella planområdet, har fått klassningen ”mycket känslig”.

2.2 Förslag till riktvärden för dagvatten

Kungsbacka kommun har inte definierat specifika riktvärden för utsläpp av dagvatten till recipient, därför används de värden som tagits fram av Göteborgs stads miljöförvaltning (Göteborgs Stad 2013). Riktvärdena presenteras i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Riktvärden för utsläpp till recipient och dagvatten (Göteborgs Stad 2013).

Ämne/Parameter	Riktvärde i utsläppspunkt
Arsenik (As)	15 µg/l
Krom (Cr)	15 µg/l
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l
Bly (Pb)	14 µg/l
Koppar (Cu)	10 µg/l
Zink (Zn)	30 µg/l
Nickel (Ni)	40 µg/l
Kvicksilver (Hg)	0,05 µg/l
PCB	0,014 µg/l
TBT	0,001 µg/l
Oljeindex	1 000 µg/l
Bens(a)pyren	0,05 µg/l
MTBE	500 µg/l
Bensen	10 µg/l
pH	6 – 9
Totalfosfor	50 µg/l
Totalkväve	1 250 µg/l
TOC	12 mg/l
Suspenderat material	25 mg/l
Partiklar	Krav på minst 90% avskiljning av partiklar > 0,1 mm om partiklarna kommer från tvättprocesser utomhus eller motsvarande
Flöde	I utsläppspunkt i recipient får utsläppsmängden, som momentanvärde, vara högst 1/10 av recipientens momentanflöde

2.3 Svenskt Vattens publikationer

2.3.1 P83

Svenskt Vattens P83 är en publikation med anvisningar för dimensionering och utformning av allmänna vattenledningsnät (Svenskt Vatten 2001). Ur publikationen hämtas främst information om vattenförbrukning i hushåll och industrier såväl som för allmän platsmark och brandvattenförsörjning.

Specifik hushållsförbrukning bör, om möjligt, baseras på lokal statistik och lokala prognoser men om detta saknas kan tabell 2.2 i P83 tjäna som vägledning vid bedömning av vattenbehovet. Variation i förbrukningen tas hänsyn till genom att studera dygnsvariationer, antal brukare och/eller normflöden.

Vid översiktsplanering vet man oftast inte vilken typ av verksamheter som kommer att upprättas inom ett planerat industriområde och för sådana fall görs en mycket översiktlig bedömning av vattenbehovet. För ett område där bränder avses släckas med vatten från brandpost ska ledningsnätet även anpassas för detta.

2.3.2 P110

Svenskt Vattens P110 är en publikation som ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten 2016). Huvudbudskapen i P110 är övergripande krav och förutsättningar för samhällenas avvattning i form av riktlinjer för dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar samt hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand.

Nya dagvattensystem ska utformas och höjdsättas så att det vid överbelastning av avloppsystemet inte kan uppstå skador på fastigheter. Detta innebär också att höjdsättning av byggnader måste anpassas så att ytligt rinnande dagvatten inte orsakar skada vid till exempel skyfall. Ledningar ska dimensioneras för den så kallade ”hjässnivån” (fullt rör) samt för marknivån och vatten som inte får plats i ledningar kan komma att behöva hanteras ovan mark. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten ska ökas med en klimatfaktor då beräkning av dagvattenflöden görs.

Nya spillvattensystem ska endast avleda spillvatten från hushåll och övriga verksamheter och det ska ske på sådant sätt att ledningen ej går fylld. Tillskottsvatten ska förhindras från att belasta systemet genom att spillvattenledningar är täta och att felaktiga anslutningar av till exempel dag- eller dräneringsvatten ej förekommer.

3 Områdesbeskrivning

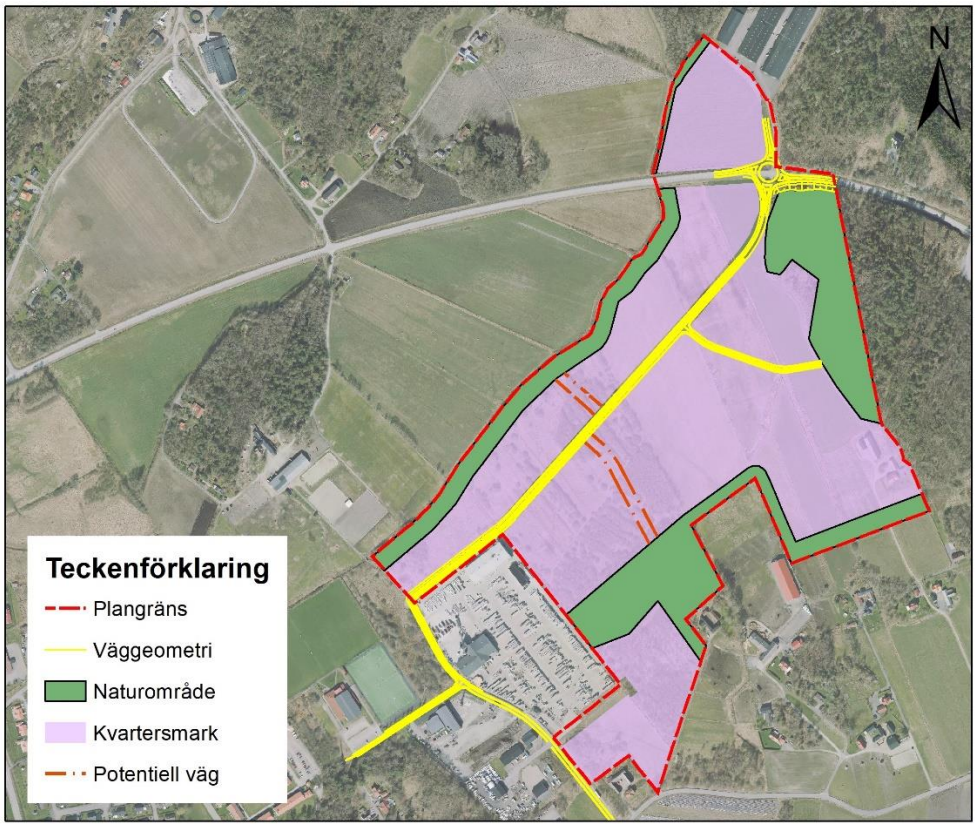
3.1 Befintligt område

Planområdet består idag av cirka 41,3 ha åkermark och är relativt flackt med nivåer som främst varierar mellan +12 och +13 meter (förutom de enstaka bergsknallarna). Avrinning sker huvudsakligen i två olika riktningar – för den södra delen rinner dagvatten mot Löftaån medan det för den norra delen avrinner huvudsakligen mot Landabukten (Vändelsöarkipelagen).

Genom området går en större kraftledning vid vilken bebyggelse ej kan uppföras. Istället föreslås att anläggningar för fördröjning av dagvatten placeras här.

3.2 Efter exploatering

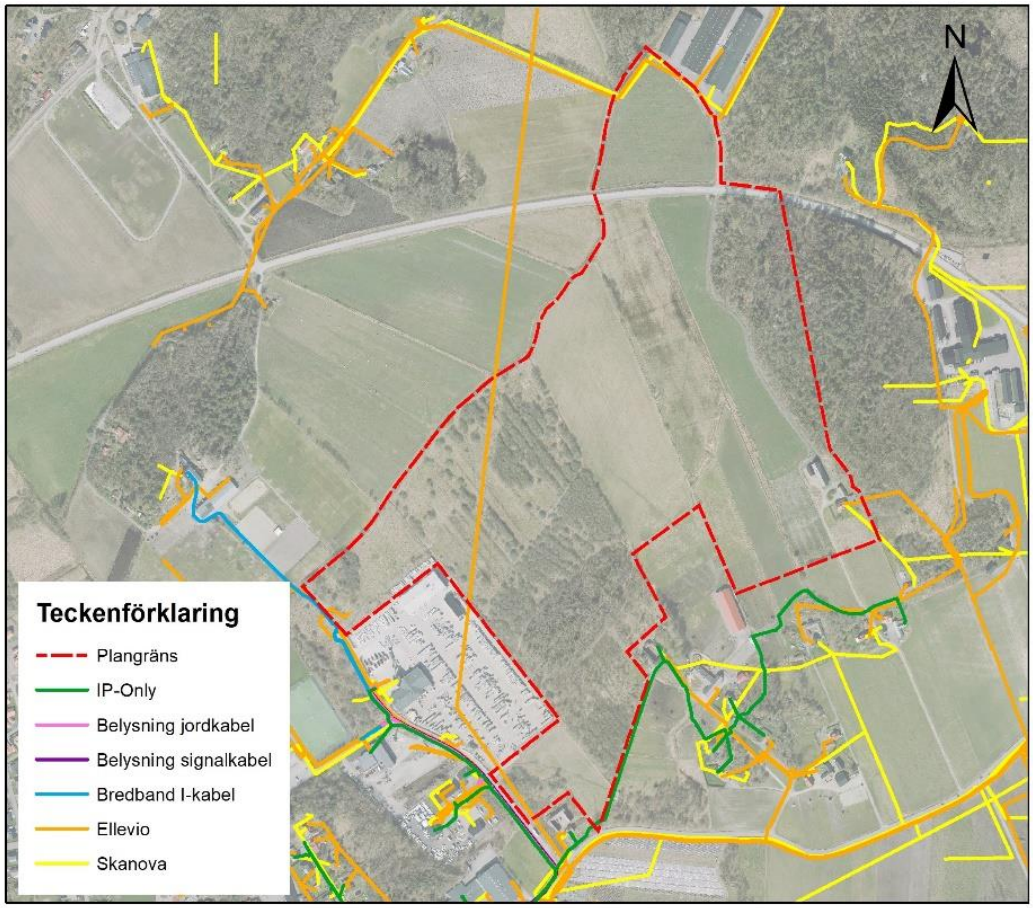
Syftet med framtagandet av detaljplanen är att möjliggöra för etablering av nya verksamheter inom området då det finns ett behov av mark för att främja näringslivet. Förslag på utseende för planområde framgår av Figur 3-1 som är ett underlag tillhandahållet av Kungsbacka kommun. Som ingående riktlinjer föreslås att exploateringsgraden inom fastigheterna ska vara som mest 60%. Minst 10% av ytan inom kvartersmark måste utgöras av genomsläpplig mark.



Figur 3-1. Utformning av område enligt planförslag.

3.3 Ledningar

Diverse ledningsnät inom planområdet och/eller i dess omedelbara närhet framgår av Figur 3-2. Ellevio och Skanova har en del ledningar som i viss mån hamnar innanför planområdet men framförallt måste hänsyn tas till den luftledning som passerar genom områdets västra del. Här kan ingen byggnation av höga konstruktioner ske och det föreslås därför att anordningar för dagvattenrening och fördröjning anläggs här.



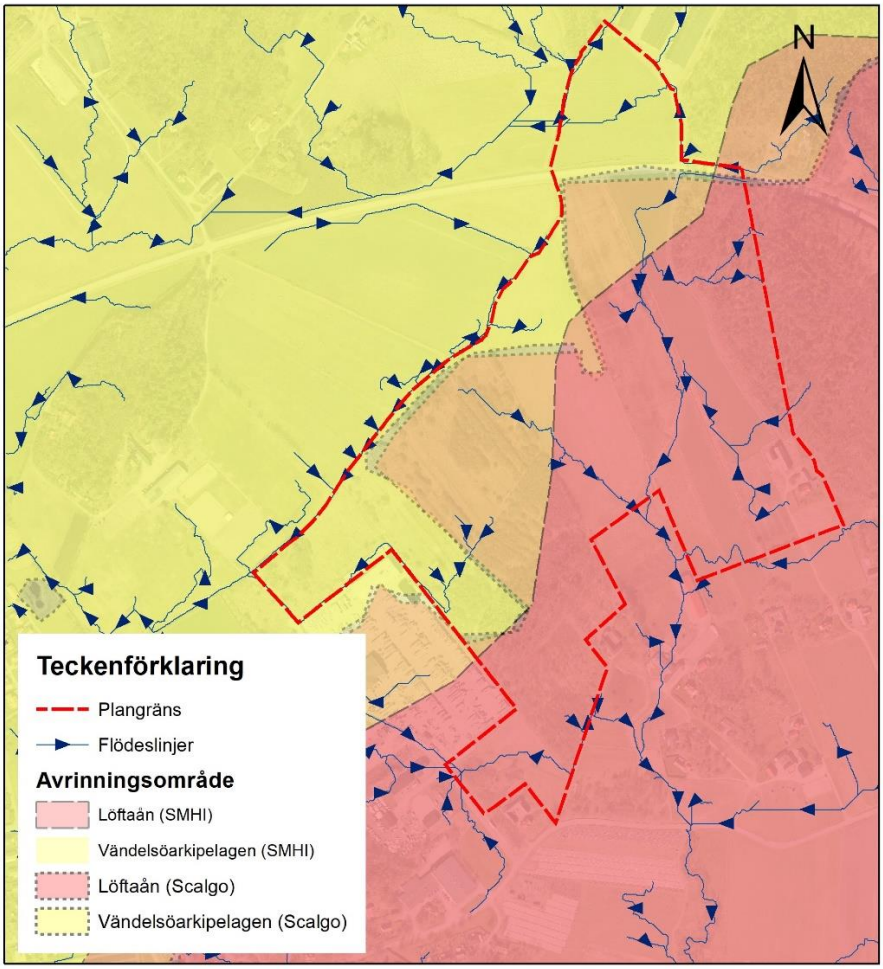
Figur 3-2. Ledningsnät inom planområde och dess närområde.

4 Landskapsanalys

4.1 Avrinningsområden och flödesvägar

Planområdet delas av höjdryggen mellan två avrinningsområden, dock råder viss tveksamhet om var exakt gränsen mellan dessa avrinningsområden går, se Figur 4-1.

Enligt SMHI:s uppgifter om avrinningsområden till vattendrag går höjdryggen rakt igenom planområdet och delar detta i två nästan lika stora delar (streckad linje). Information om avrinningsområden och flödeslinjer genererade av höjddata hämtad från Scalgo visar däremot på en annan, inte fullt så jämn avdelning av planområdet (prickad linje). Denna osäkerhet i gränsen mellan avrinningsområden leder till en osäkerhet i beräkningarna av de dagvattenflöden som uppstår inom planområdet i nuläget, eftersom dessa i hög grad beror på var gränsen dras och hur stora ytor som bidrar med flöde till respektive recipient.



Figur 4-1. Avrinningsområden med olika avgränsning beroende på källa, samt ytliga flödesvägar då dagvatten flödar ovan mark.

Dagvatten från gulmarkerade områden i Figur 4-1 har Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640) som huvudsaklig recipient. Dagvatten som genereras inom planområde och som ska avvattnas hit kommer att göra det via befintligt dikningsföretag (se vidare avsnitt 4.6).

Dagvatten från rödmarkerade områden i Figur 4-1 har Löftaån (SE636212-128703) som huvudsaklig recipient med Vändelsöarkipelagen som slutrecipient. Då området söder om planområdet innefattar många naturvärden har Kungsbacka kommun uttryckt en önskan om att så mycket dagvatten som möjligt ska avledas norrut.

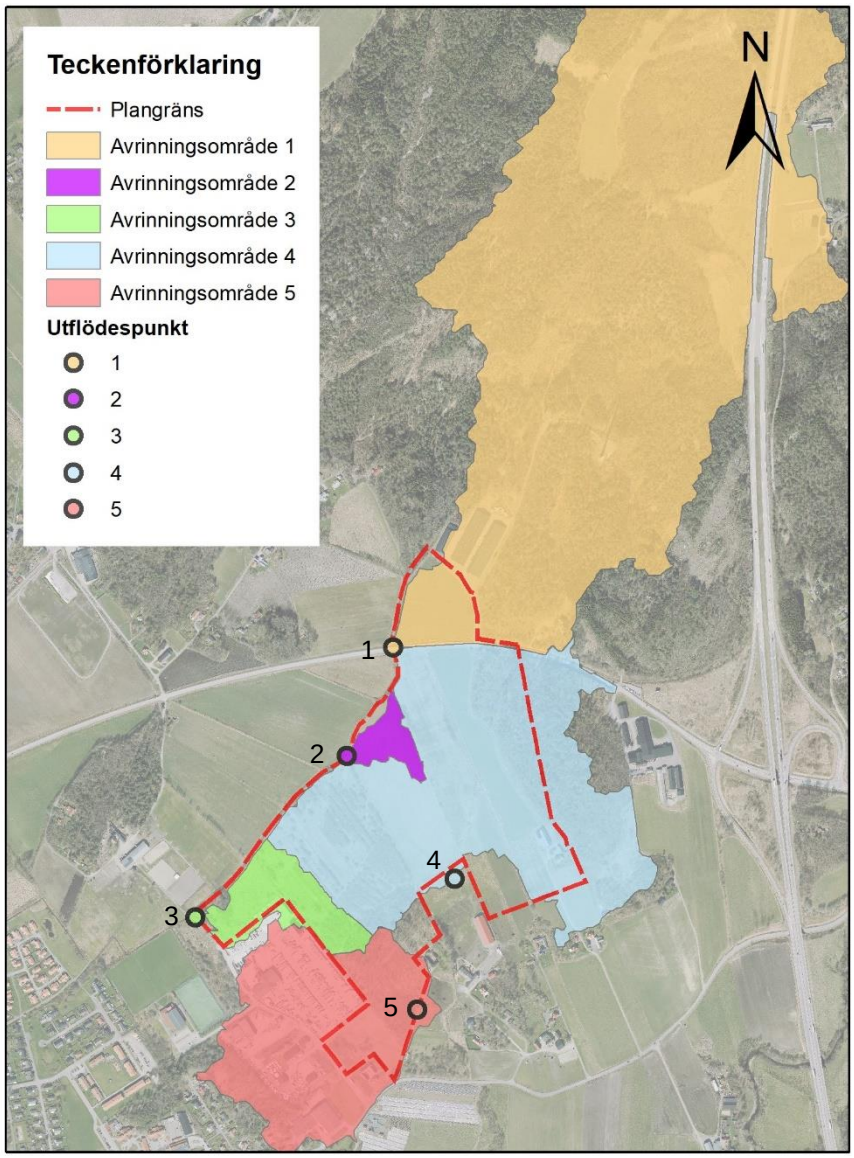
Ytfördelningen av de olika avrinningsområdena inom planområdet framgår av Tabell 4-1. Här tydliggörs även hur de olika gränsdragningarna för avrinningsområdena (SMHI eller Scalgo) påverkar storleken av de ytor som genererar dagvattenflöde till de olika recipienterna.

Tabell 4-1. Ytfördelning av avrinningsområden inom planområde.

Avrinningsområde enligt SMHI	**Yta [ha]**	**Andel av total yta [%]**
Löftaån	21,6	52
Vändelsöarkipelagen	19,7	48
Avrinningsområde enligt Scalgo		
Löftaån	30,3	73
Vändelsöarkipelagen	11,0	27

För analys av dagvattenflöden kommer beräkningar att utgå ifrån den indelning av avrinningsområden som genereras av höjddata nedladdad från Scalgo, detta eftersom denna troligen är mer aktuell och mer detaljerad än SMHI:s indelning som antagligen är mer generaliserad för större områden.

Vidare har ett antal mindre avrinningsområden inom och strax utanför planområdet identifierats, se Figur 4-2. Då dagvatten från olika delar av planområdet har sitt utflöde från området vid olika punkter så genererar detta också olika flöden av dagvatten vid olika utflödespunkter. Detta måste tas hänsyn till då flödesutjämnande och renande anläggningar ska planeras så att inte en utjämningsanläggning hamnar där flödet blir som minst och anläggningen således gör som minst nytta, eller att dagvatten från ett relativt opåverkat område passerar genom en renande anläggning medan mer förorenat dagvatten inte gör det.



Figur 4-2. Delavrinningsområden inom och strax utanför aktuellt planområde.

4.1.1 Avrinningsområden uppströms/nedströms planområde

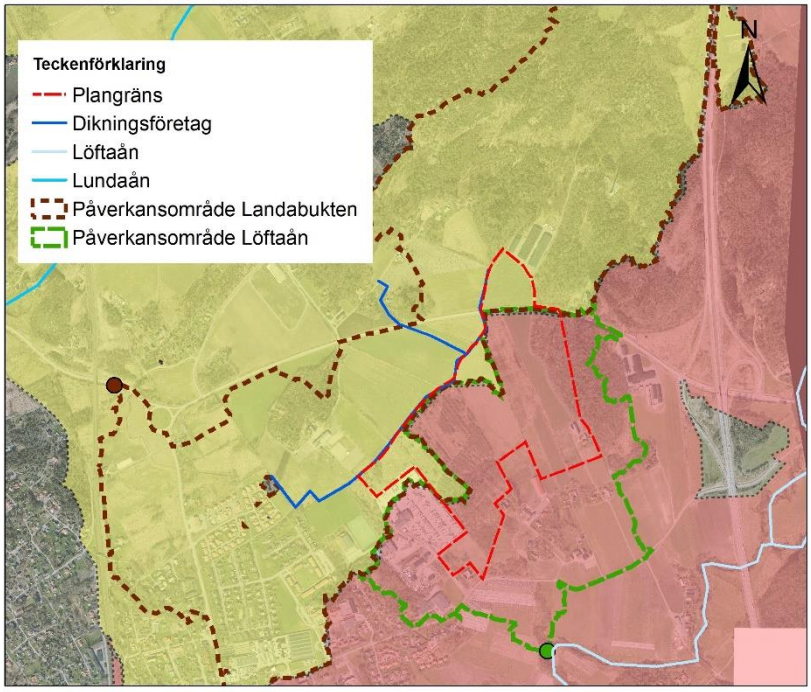
Det framgår av Figur 4-2 att delområde 1, 4 och 5 inom planområde i någon utsträckning kan komma att påverkas av vad som sker uppströms respektive område. Vid utflödespunkt 1 är uppströms avrinningsområde cirka 1,05 km^2 stort vilket innebär att denna del av planområdet vid intensiva regn och skyfall löper stor risk att påverkas negativt av stora dagvattenflöden här ifrån. Det samma gäller för delområde 4, om än i mindre utsträckning.

Vid utflödespunkt 5 är uppströms avrinningsområde cirka 0,18 km^2 stort. Här består befintlig mark utanför planområde i relativt stor grad utav redan exploaterad, hårdgjord

industrimark vilket innebär att dagvattenflöden ovan mark kan bli stora och dessutom innehålla många föroreningar beroende på vilken typ av verksamhet som bedrivs uppströms. Ett befintligt dagvattennät finns som samlar upp dagvatten inom uppströms avrinningsområde men vid extrema regn kan det hända att vatten uppströms ifrån ändå kan påverka det aktuella planområdet då ledningarna går fulla och vatten istället rinner ovan mark.

Ur Figur 4-3 framgår att större delen av planområdet i dagsläget har en naturlig avrinning söderut mot Löftaån. Den punkt där dagvatten från planområdet mynnar i Löftaån har markerats med en grön punkt och avrinningsområdet till denna punkt har markerats med en grön, streckad linje. Det framgår ur figuren att den totala ytan av det påverkansområde som innefattar planområdet är relativt liten, vilket innebär att de fördröjnings- och reningsåtgärder som vidtas inom planområde med stor sannolikhet kommer att ha en betydande effekt för hur Löftaån nedströms den gröna punkten kommer att påverkas av exploateringen. Dagvatten som alstras inom planområde utgör en stor andel av den totala mängd dagvatten som når Löftaån via grön punkt och det är därför av stor vikt att rening av dagvatten från denna del av planområdet är tillräcklig för att bidra till att miljökvalitetsnormerna för ån uppnås.

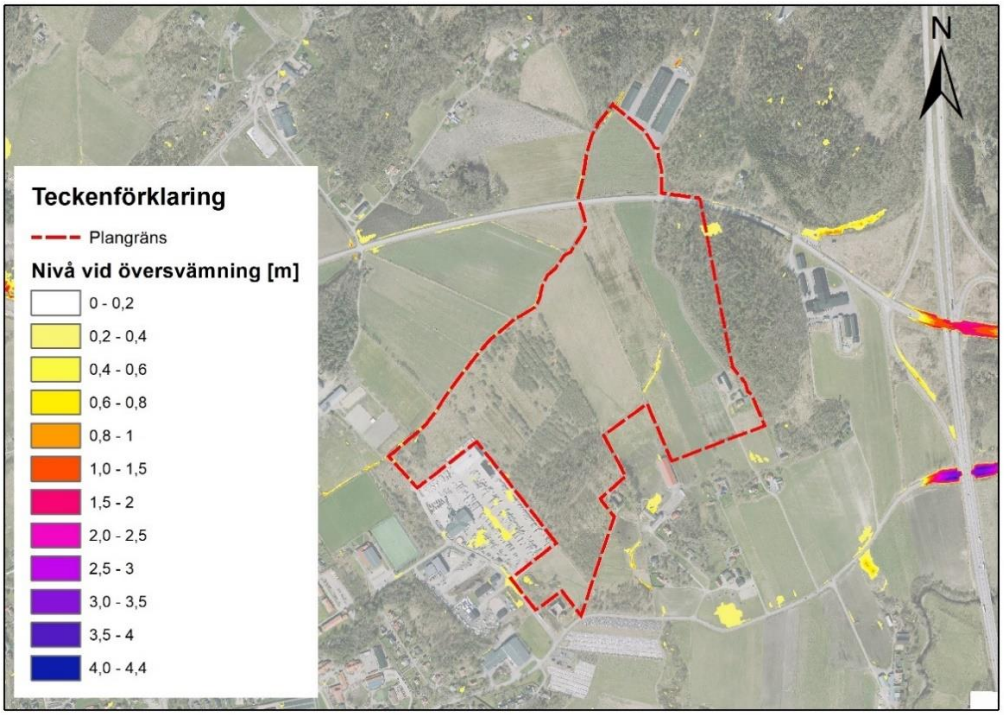
Av allt dagvatten som når Vändelsöarkipelagen via den mörkröda punkten i Figur 4-3 så utgör dagvatten från aktuellt planområde endast en mycket liten andel. Även om fördröjnings- och reningsåtgärder vidtas här så kan det antas att effekten på recipienten kommer att vara relativt liten i sammanhanget.



Figur 4-3. Påverkansområden uppströms och nedströms planområde.

4.2 Lågpunkter

Ur Figur 4-4 kan utläsas att planområdet i dagsläget är besparat från lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ansamlas. Inga kritiska lågpunkter eller instängda områden bedöms således försvåra genomförandet av planförslaget.



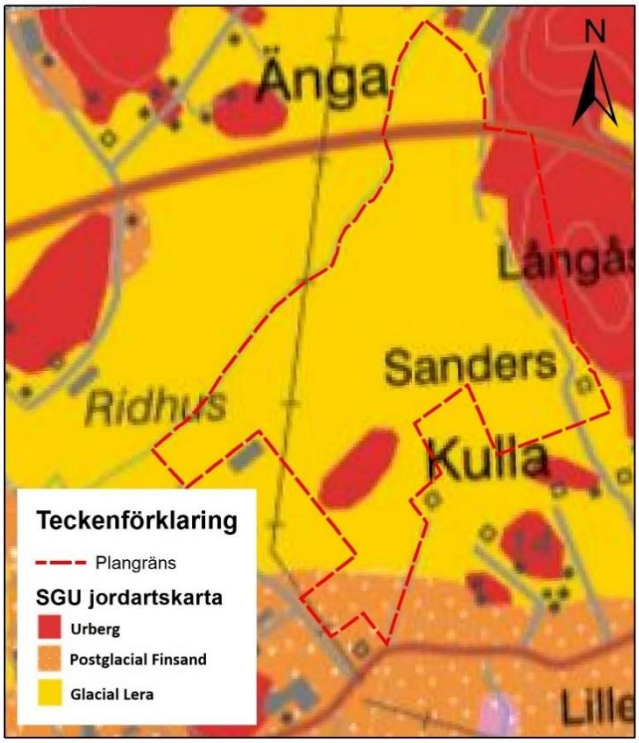
Figur 4-4. Vattenansamling i lågpunkter vid kraftiga regn.

4.3 Geotekniska förutsättningar

Det geotekniska underlaget (MUR, Norconsult 2020a och PM Geoteknik, Norconsult 2020b) visar på följande jordlagerföljd inom planområdet:

- Mulljord: 0,3 - 0,6 m
- Torrskorpelera, siltig: 0,7 - 2,4 m
- Lera: 3,5 - 33 m
- Friktionsjord
- Berg

Enligt den geotekniska undersökningen noteras de grundare partierna med lera närmast bergkullen i den nordöstra delen av planområdet samt i närheten av bergpartiet i områdets södra del, vilket också stämmer bra med den översiktliga jordartskarta som hämtats från SGU (se Figur 4-5).



Figur 4-5. Jordartssammansättning inom planområde (SGU).

Leran har till 4 - 5 meters djup varit gyttjig för att sedan övergå i att vara sulfidfläckig. Att planområdet domineras av lera innebär att infiltrationskapaciteten förväntas vara mycket låg och att dagvattenåtgärder med denna mekanism inte är att rekommendera.

4.4 Grundvatten

Resultatet av den geotekniska undersökningen visar på grundvattennivåer mellan 1,0 till 2,0 meter under markytan. Med största sannolikhet har grundvattenströmningen en västlig riktning, mot kusten.

4.5 Recipienter och miljökvalitetsnormer

För planområdet har två huvudsakliga recipienter lokaliserats – Löftaån och Vändelsöarkipelagen. Information om recipienterna och deras nuvarande status samt miljökvalitetsnormer hämtas från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).

4.5.1 Löftaån (SE636212-128703)

Löftaån är ett cirka 20 km långt vattendrag av naturlig härkomst. Dess ekologiska status uppnår endast ”måttlig” medan dess kemiska status uppnår ”ej god” (VISS 2020a). Miljökvalitetsnormerna är att ekologisk status till 2027 ska uppnå ”god” och att kemisk status ska uppnå ”god” med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver.

För att uppnå god ekologisk status måste bland annat halten av totalfosfor i ån minska. Diffusa källor som har en betydande påverkan på åns ekologiska och kemiska status utgörs av bland annat jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition.

Även i Kungsbacka kommuns dagvattenpolicy pekas Löftaån ut som ”mycket känslig” och det är därför av stor vikt att tillförsel av föroreningar till vattendraget begränsas så långt det är möjligt.

4.5.2 Vändelsöarkipelagen (SE571720-120640)

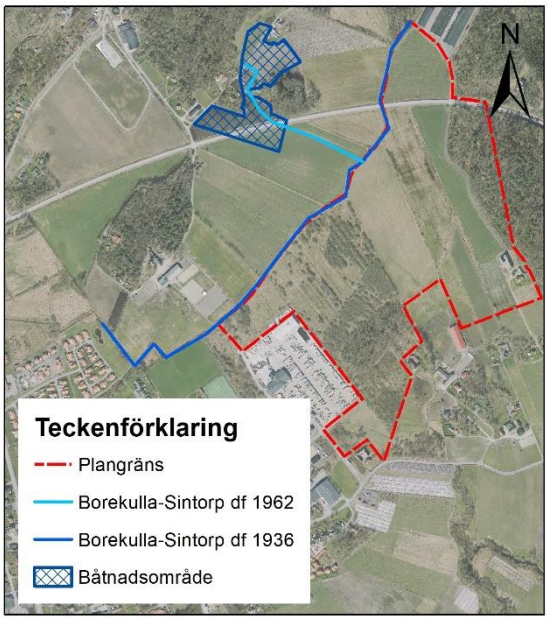
Vändelsöarkipelagen är ett naturligt kustområde med en storlek av cirka 33 km^2. Liksom Löftaån uppnår dess ekologiska status endast ”måttlig” medan dess kemiska status uppnår ”ej god”. Miljökvalitetsnormerna är att till år 2027 ha uppnått god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver.

Att ekologisk status endast är måttlig beror främst på bottenfaunan. Förutom bromerad difenyleter och kvicksilver så beror ”ej god” kemisk status även på tributyltennföreningar.

Diffusa källor som påverkar status är bland annat jordbruk, skogsbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition.

4.6 Dikningsföretag

En del av planområdets gräns sammanfaller med dikningsföretaget *Borekulla-Sintorp df 1936.* Dikningsföretaget *Borekulla-Sintorp df 1962* har troligen tillkommit som en utökning av dikningsföretaget genom den utgrävning som ansluter till 1936 års företag (se Figur 4-6). Med tanke på dikningsföretagens läge kan det antas att en stor del av dagvattnet som alstras inom planområdets norra del naturligt kommer att avvattnas hit, varför utflöde från planområde begränsas av de förrättningshandlingar som tillhör respektive dikningsföretag.



Figur 4-6. Plangränsens sammanfallande med dikningsföretag.

För 1936 års dikningsföretag finns inget dimensionerande flöde angivet. Då avrinningsområdet till dikningsföretaget ansetts vara av ringa storlek har dimensioner istället valts efter ”praktiskt bedömande”. För 1962 års dikningsföretag kan ur förrättningshandlingarna utläsas att dimensionerande flöde uppgår till 2,0 l/(s, ha) (Lantbruksnämnden i Hallands län 1962). Det antas att det senare årets dikningsföretag är en omförhandling av det tidigare årets och att det flöde som anges

således är godtagbart som tillåtet utflöde från planområde, eftersom det troligen är detta flöde som diket är dimensionerat för.

Dagvatten som avleds från ett verksamhetsområde definieras enligt miljöbalken som avloppsvatten. Markägare (oftast också ägare till dikningsföretaget) får i perioder acceptera högre naturliga flöden men det betyder inte att de måste acceptera avloppsvatten (dagvatten) som genererats på grund av exploatering och hårdgörande av det som tidigare varit naturmark (Larsson[1]). Alltså är det upp till fastighetsägare att fördröja dagvatten i den mån det krävs för att inte överstiga tillåtet flöde i dikningsföretaget.

Om kapaciteten i dikningsföretaget inte är tillräcklig kan man ansöka om tillstånd att öka denna genom till exempel breddning av diket. Man kan då få reglerat vid vilka situationer det kan bli tillåtet att avleda mer vatten än vad diket är dimensionerat för. Så länge inget tillstånd finns ansvarar utsläpparen för de skador som uppstår till följd av utsläppen, både på dike och på omgivande mark.

Då det aktuella dikningsföretaget (Borekulla-Sintorp df 1936) inte dimensionerats för ett specifikt värde på avrinning så bör dikets dimensioner mätas in så att en uppskattning av dess verkliga kapacitet kan göras.

[1] Tilla Larsson, Jordbruksverket, e-post den 12 juni 2020.

5 Dricksvatten

5.1 Förväntat vattenbehov

Vilka typer av verksamheter som ska upprättas inom aktuellt planområde kan anses mycket osäkert och därför görs endast en överslagsmässig bedömning av framtida vattenbehov. Denna bedömning grundar sig på antagandet att planområdet är ett större område där småindustrier, kontor och liknande verksamheter utan särskilt vattenkrävande verksamhet kan etablera sig. För ett sådant område anger Svenskt Vattens P83 (2001) ett vattenbehov enligt Tabell 5-1 nedan, där även dimensionerande flöde för aktuellt område presenteras.

Tabell 5-1. Flöden enligt Svenskt Vattens P83 samt dimensionerande flöde för aktuellt planområde.

Typ av förbrukning	Flöde [l/(s, ha)] (P83)	Dimensionerande flöde [l/s]
Specifik förbrukning	0,1	4,13
Medelförbrukning arbetstid	0,4	16,52
Maximal timförbrukning	0,8	33,04

Uppgift om släckvattenförbrukning hämtas ur Tabell 2.3 i P83. För industriområden med normal brandbelastning (brandsäkra byggnader utan större upplag av brännbart material) anges där ett värde på 20 l/s.

Det kan tänkas att brand kan uppstå under arbetstid, varför behovet av vatten då utgörs av behovet av släckvatten samtidigt som av medelförbrukning för verksamheterna. Detta genererar då ett dimensionerande flöde på cirka 36,5 l/s. Det anses däremot osannolikt att maximal timförbrukning skulle uppstå samtidigt som brand. Med ett ledningssystem dimensionerat för en högsta förbrukning på 36,5 l/s anses behovet kunna uppfyllas för maxtimförbrukning, men också för händelse av att brand uppstår under normal arbetstid.

Kungsbacka kommun har enligt egen utsago tänkt sig ett dimensionerande flöde på 40 l/s uppdelat på 20 l/s för dricksvatten och ytterligare 20 l/s för släckvatten.

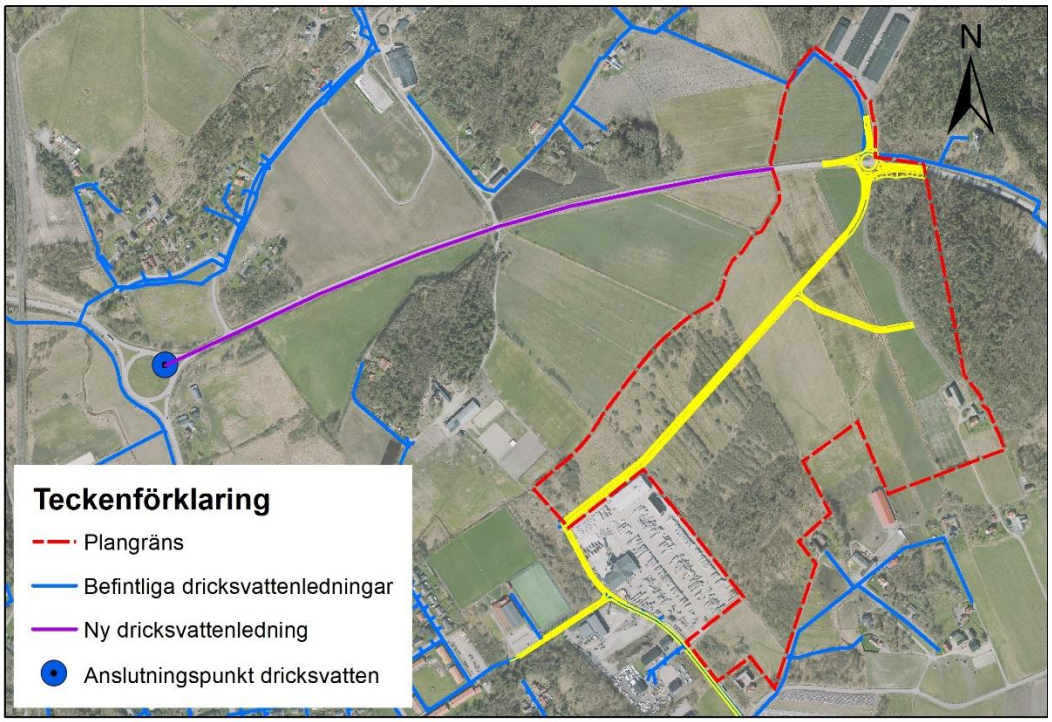
Allmän vattenförbrukning för till exempel vårdinrättningar, skolor och bad- eller fritidsanläggningar bedöms inte förekomma inom planområde, däremot kan tänkas att ett visst behov av vatten för till exempel parkbevattning och gatuspolning kan förekomma. En utredning för behovet av detta bör i så fall göras.

5.2 Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter

Enligt anvisning från Kungsbacka kommun ska dricksvatten distribueras till planområdet via rondellen vid Rågelund och inkomma till området från nordväst via en ny ledning, se Figur 5-1. Det rekommenderas att ledningar inom planområde placeras i eller vid sidan av den nya, genomgående vägen och att servispunkt till respektive fastighet upprättas här

ifrån. Om dricksvattenledning placeras i planerad väg uppgår den totala ledningslängden (inom planområdet) till cirka 1 200 m.

För fastigheter i planområdets sydvästra del rekommenderas att anslutning till dricksvattennätet görs till befintlig ledning. Ytterligare ledningssträckan blir då endast cirka 170 m. Om dessa fastigheter ska ansluta till ny huvudledning inom planområde blir sträckan istället cirka 330 m.



Figur 5-1. Befintligt ledningsnät för vatten och ny, planerad överföringsledning med anslutningspunkt.

6 Spillvatten

6.1 Förväntade flöden

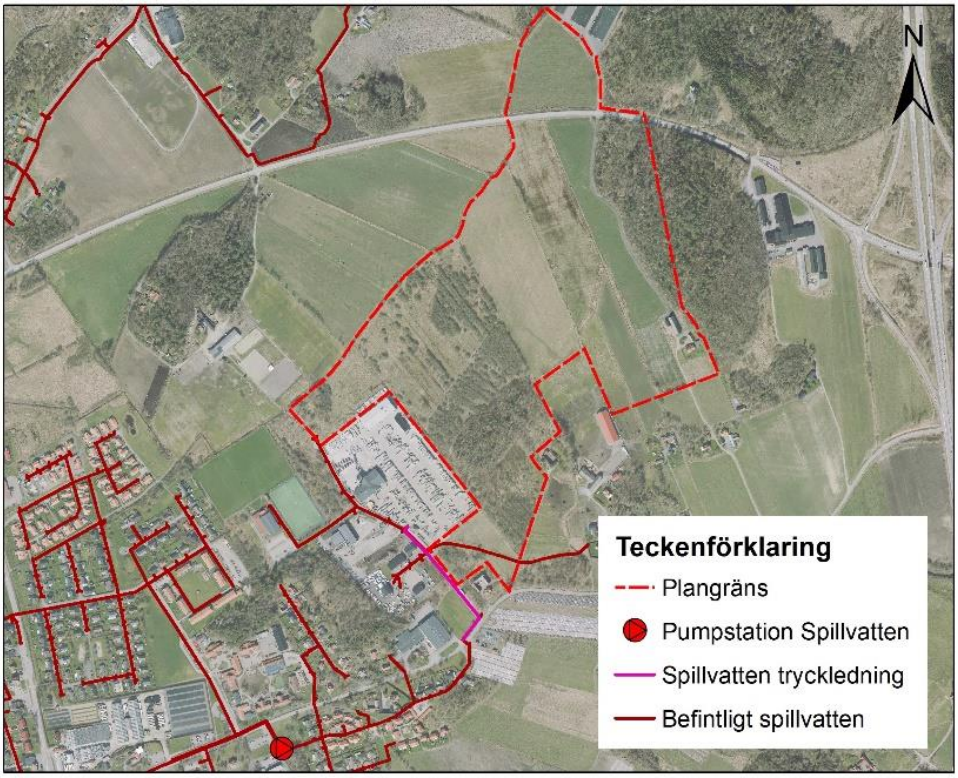
Väsentligen allt dricksvatten som levereras till abonnent kommer att bilda spillvatten (Svenskt Vatten 2016). Undantag är om levererat dricksvatten används för ändamål så som bevattning eller om industrier/verksamheter har egna vattentäkter eller egen rening av processvatten. Då typ av verksamhet i dagsläget är ovisst så antas att dimensionerande spillvattenflöde är detsamma som dricksvattenbehovet, alltså 16,5 l/s.

En säkerhetsfaktor på minst 1,5 för att undvika fylld ledning ska användas vid beräkning (Svenskt Vatten 2016). Uppsamlande ledning som ska transportera spillvattnet till pumpstation bör därför med beaktande av säkerhetsfaktor dimensioneras för ett flöde på cirka 25 l/s

6.2 Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter

Spillvatten ska ledas ut ur planområde till pumpstation SPU52 i sydväst vilken förstärks för att klara ett flöde på 74 l/s (vilket då även inkluderar anpassning för tillkoppling av bostäder via VA-förening), se Figur 6-1.

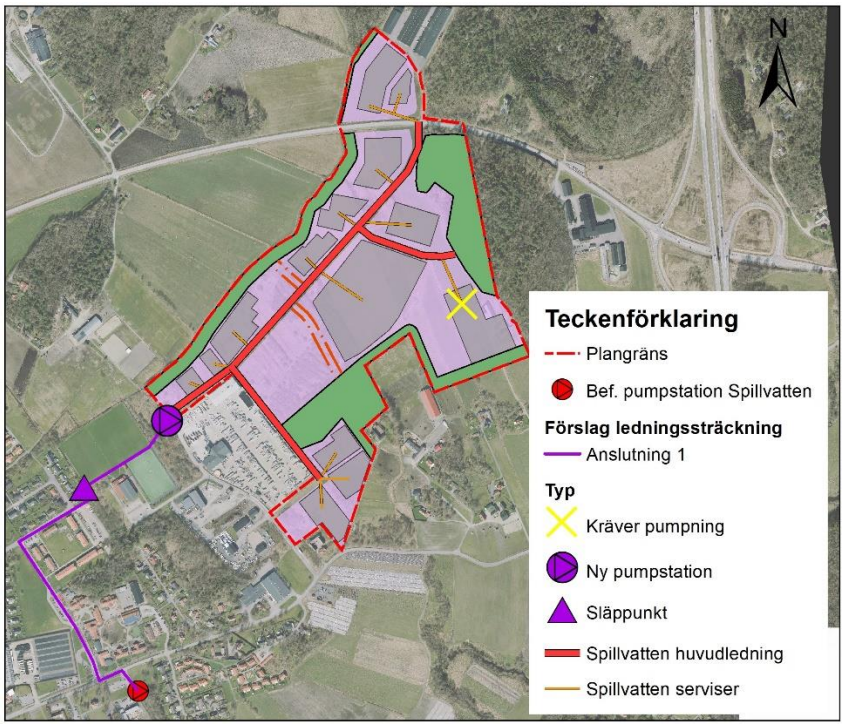
Det rekommenderas att ledningar inom planområde placeras i eller vid sidan av den nya, genomgående vägen och att servispunkt till respektive fastighet upprättas härifrån. Om spillvattenledning placeras i planerad väg uppgår den totala ledningslängden inom planområdet till cirka 1 400 m.



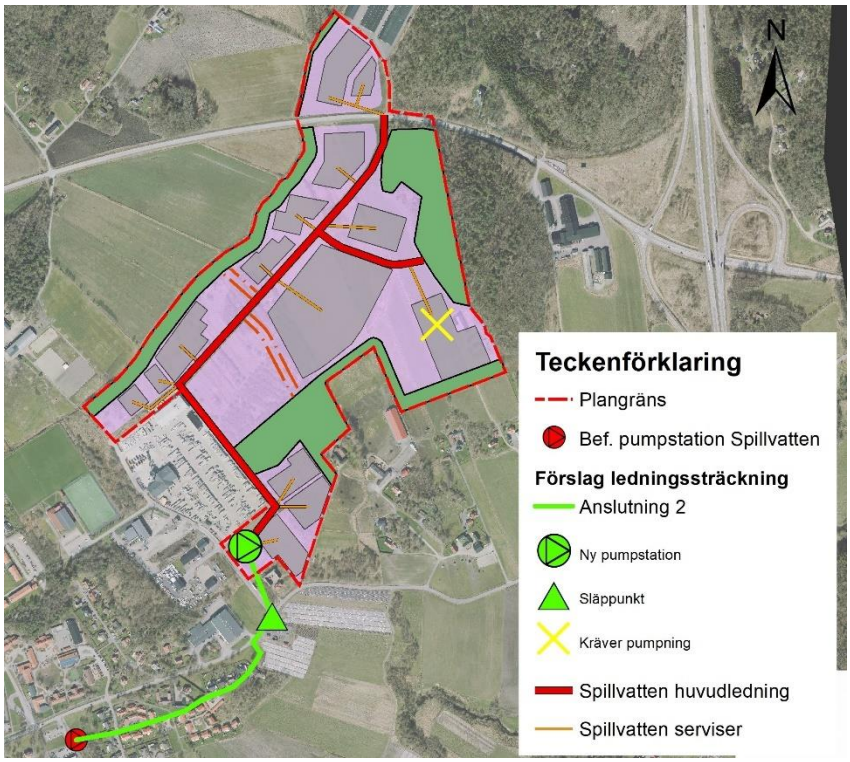
Figur 6-1. Befintligt ledningsnät och angiven anslutningspunkt för spillvatten.

För att nå pumpstation SPU52 utreds två alternativa sträckningar för ledning utanför planområde, se Figur 6-2 och Figur 6-3. Alternativ 1 medför en extra sträcka på cirka 960 m medan alternativ 2 ger en extra sträcka på cirka 700 m. För båda alternativen krävs pumpning av spillvatten då markens lutning inte medger för självfall hela vägen till pumpstation SPU52. För beräkning av sträckor med självfall har en minsta lutning på ledning satts till 5 ‰ för huvudledning samt att det antagits en minsta marktäckning på 1,5 m till vattengång.

För både alternativ 1 och 2 kan samtliga fastigheter inom planområde förutom en (markerad med X) anslutas via självfall till pumpstation. Förslag på lämplig placering av pumpstation samt släppunkt för respektive alternativ framgår av Figur 6-2 och Figur 6-3 nedan.



Figur 6-2. Förslag till utformning av nytt spillvattennät för anslutning till SPU52, alternativ 1.



Figur 6-3. Förslag till utformning av nytt spillvattennät för anslutning till SPU52, alternativ 2.

Det har för båda förslagen antagits att ny ledning ska läggas i ungefärlig nivå med befintliga ledningar som ansluter till SPU52. Om ledningar ska anläggas på helt annan nivå rekommenderas en lokaliseringsutredning som utreder lämpligast val av sträcka samt nivå.

Om fastigheter kan anslutas med en lutning 8 – 10 ‰ bör samtliga fastigheter förutom en (markerad med X) kunna anslutas med självfall. En närmare projektering bör dock genomföras för att undersöka alla detaljer. Om inte ett självfallssystem kan genomföras rekommenderas ett LTA-system för samtliga fastigheter inom planområdet.

6.3 Släckvatten

I händelse av att brand uppstår inom kvartersmark ansvarar respektive fastighet för sitt eget släckvatten och för hantering lokalt hänvisas till bygglovsprocessen. I händelse av att brand uppstår på allmän platsmark kommer släckvatten, likt dagvatten, att rinna till anläggning för fördröjning och rening. Dessa anläggningar ska förses med möjlighet till avstängning som möjliggör för hantering av släckvatten utan att det läcker till recipient.

7 Dagvatten

7.1 Beräkningsmetod

För beräkning av de flöden som uppstår inom planområdet har den rationella metoden använts. Vid användning av den rationella metoden beräknas flöden utifrån regnintensitet, områdets storlek samt en avrinningskoefficient som varierar med typ av yta och som baseras på ytans infiltrationsförmåga. Formeln för den rationella metoden är följande:

$$q_{dim} = i \cdot \varphi \cdot A$$

där

q_{dim} = dimensionerande flöde [*l/s*]
i = regnintensitet [*l/(s, ha)*]
φ = avrinningskoefficient [-]
A = area [*ha*]

Regnintensiteten varierar med återkomsttid och regnvaraktighet och beräknas med hjälp av Dahlströms ekvation. För det aktuella fallet används Dahlströms ekvation gällande för regnvaraktigheter upp till 24 timmar:

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

där

$i_{Å}$ = regnintensitet [*l/(s, ha)]*
T_R = regnvaraktighet [*min*]
Å = återkomsttid [*månader*]

Den dagvattenvolym som uppstår inom planområdet beräknas genom att multiplicera det dimensionerande flödet med regnvaraktigheten. Volymen av det dagvatten som måste fördröjas inom området bestäms av tillåtet utflöde från planområde, vilket för det aktuella fallet varierar i de olika utsläppspunkterna.

7.2 Nulägesanalys

Det största flöde som kan komma att uppstå i utflödespunkt från planområde har beräknats med avseende på två olika fall:

- Flöde som genereras endast inom planområde.
- Flöde inom planområde men som också inkluderar det flöde som genereras uppströms planområde.

Som framgår av Figur 4-2 har delområde 1, 4 och 5 inom planområdet relativt stora uppströms avrinningsområden. För delområde 1 och 4 är uppströms avrinningsområden relativt obebyggda och därför kan det antas att dagvattenflöden som genereras här inte på något sätt regleras eller utjämnas innan det når planområdet. Detta kan vara aktuellt

att ta i beaktande vid dimensionering av dagvattensystem eftersom de totala flödena inom planområdet kan bli betydligt större än de flöden som endast genereras inom planområdet. För delområde 5 är uppströms avrinningsområde exploaterat och dessutom försett med befintligt dagvattensystem. Det kan här antas att dagvattenflöden regleras och avleds så till den grad att det endast är ytvatten vid skyfall som kan komma att påverka aktuellt planområde, varpå eventuella föroreningar som transporteras kan orsaka problem.

Förutsättningarna för beräkning av dagvattenflöden för befintlig mark presenteras i Tabell 7-1 samt i Bilaga 1. Längsta rinnsträckan för vattnet att transporteras inom avrinningsområdet styr vilken dimensionerande regnvaraktighet som väljs och utgår ifrån att vatten över vegetation rör sig med en hastighet av cirka 0,5 m/s.

Dagvattenflöden för befintlig mark inom respektive område presenteras i Tabell 7-2. Här presenteras också det ”extra” flöde som alstras inom uppströms avrinningsområde och som kan komma att ha en påverkan på planområdet om detta flöde inte tas hänsyn till. Detta extra flöde baseras på naturmarksavrinning för oexploaterade områden.

Tabell 7-1. Längsta rinnsträcka och dimensionerande regnvaraktighet för beräkning av dagvattenflöden i de olika delavrinningsområden som omfattas av aktuellt projekt.

Delområde	Längsta rinnsträcka [m]	Dim. varaktighet [min]
1	285	10
2	360	10
3	670	25
4	970	35
5	315	10

Tabell 7-2. Dagvattenflöden i respektive delavrinningsområde för regn med olika återkomsttid.

Återkomsttid [år]	2	10	100	2	10	100
Delområde	**Flöde inom planområdet [l/s]**			**Flöde från hela avrinningsområdet (inkl. planområde) [l/s]**		
1	60	102	219	400	700	1 600
2	24	41	87	-	-	-
3	43	72	154	-	-	-
4	176	296	632	100	131	447
5	72	122	261	152	203	699

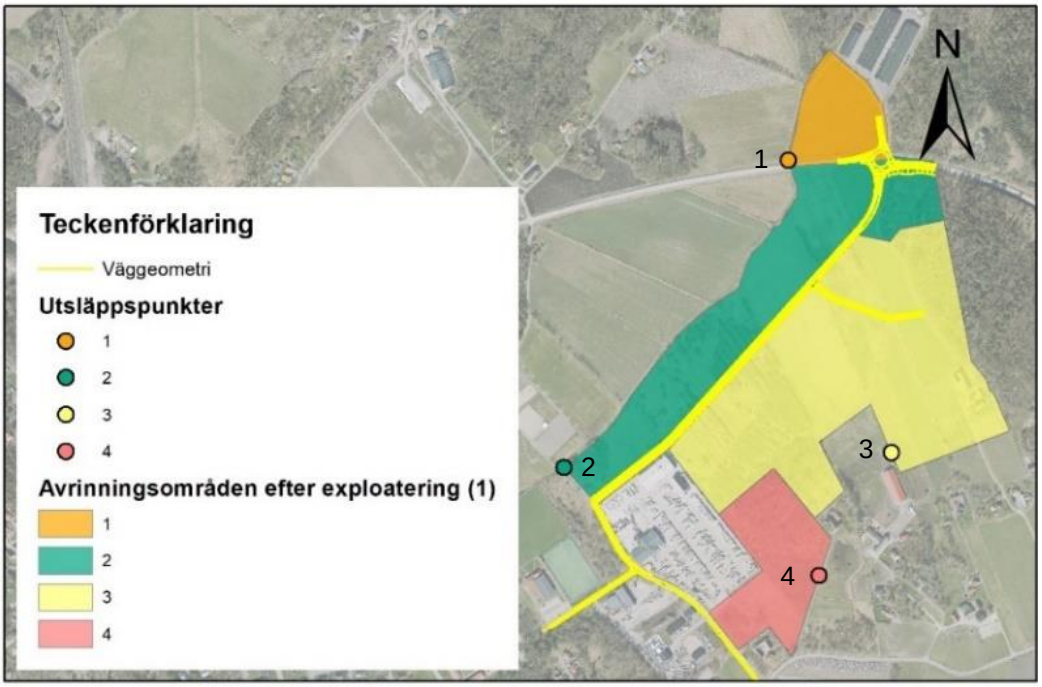
7.3 Förväntade flöden och fördröjningsbehov

För naturlig avrinning inom planområde, där ingen pumpning av dagvatten förekommer, så kommer vattnet att ha fyra huvudsakliga utflödespunkter från området. Detta innebär att området innefattar fyra delavrinningsområden vilka måste tas hänsyn till var för sig vid beräkning av flöden, fördröjningsbehov och föroreningsbelastningar.

För beräkning av förväntade dagvattenflöden och fördröjningsbehov efter exploatering av planområdet har två tänkbara situationer övervägts:

- Situation 1: Dagvatten avleds och hanteras beroende på om det alstras norr eller söder om ny, genomgående väg (Figur 7-1).
- Situation 2: Dagvatten som alstras på takytor och vissa markytor även söder om ny väg kan via ledningar och/eller med höjdjustering av mark avledas norrut mot dikningsföretag (Figur 7-2).

Ytfördelningen för de olika situationerna framgår av Bilaga 2 och Bilaga 3.



Figur 7-1. Ungefärliga avrinningsområden till respektive utsläppspunkt efter exploatering av planområde, situation 1.

Figur 7-2. Ungefärliga avrinningsområden till respektive utsläppspunkt efter exploatering av planområde, situation 2.

Då Kungsbacka kommun har uttryckt en önskan om att avleda så mycket dagvatten som möjligt norrut (för att undvika att belasta naturvärdena söder om planområdet) så är det huvudsakligen situation 2 som utreds. Förslag på åtgärder och anordningar samt ytor för placering av dessa baseras helt på utformning enligt situation 2 (Figur 7-2) och för beräkningarna har antagits att bortledning av dagvatten kan ske via ledningar och/eller justering av markytor på sådant sätt att naturlig avrinning sker norrut. Då marken i stora delar av planområdet är relativt flack görs antagandet att en sådan justering av markytorna inte är orimlig.

Ur tabell 2.1 i P110 (Svenskt Vatten 2016) utläses att dagvattensystem för aktuellt planområde bör dimensioneras för en återkomsttid på 2 år vid fylld ledning och för en återkomsttid på 10 år för trycklinje i marknivå. Enligt rekommendation i P110 har också en klimatfaktor på 1,25 använts för att beräkna dimensionerande dagvattenflöden.

Nedan analyseras och utreds vart och ett av de fyra delområdena inom planområdet separat, detta för att varje delområde naturligt har en egen utflödespunkt från planområdet och att de därför bör behandlas som separata områden med separata dagvattensystem.

7.3.1 Delområde 1

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 7-3. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 400 l/s.

Tabell 7-3. Dimensionerande flöden för delområde 1.

	Dim. varaktighet [min]	Flöde vid given återkomsttid [l/s]		
		2	10	100
Inom planområde	10	403	686	1 470
Uppströms avrinningsområde	120	430	712	1 497

Flöde från uppströms avrinningsområde kan hanteras på två möjliga sätt:

- Vatten tillåts flöda in i planområde och hanteras tillsammans med dagvatten alstrat inom planområdets gränser.
- Vatten förhindras från att flöda in i planområdet genom till exempel anläggning av dike längs med plangräns, vilket avleder vattnet åt annat håll.

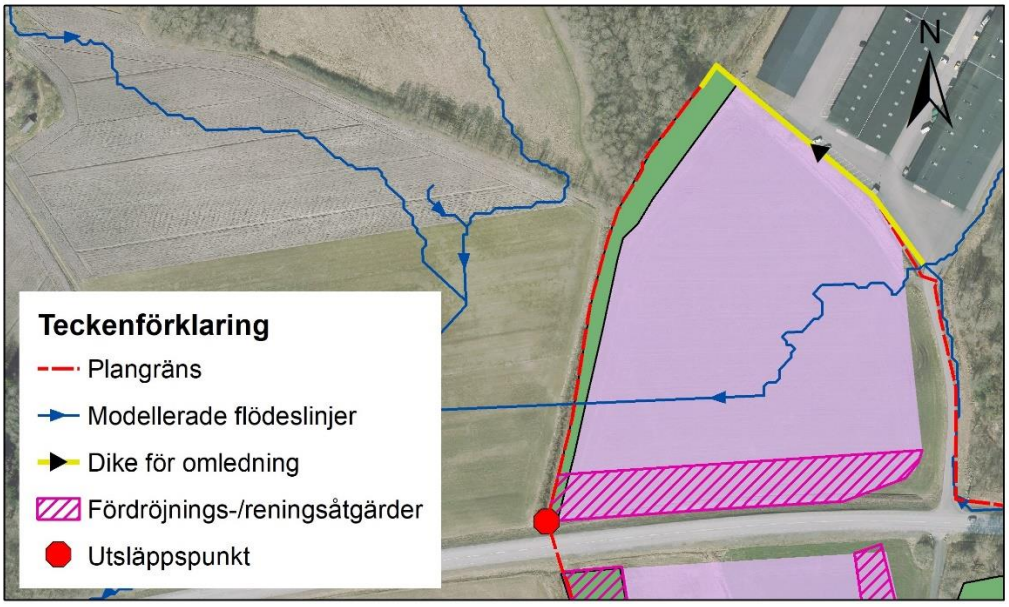
För det aktuella delområdet rekommenderas att vatten från uppströms avrinningsområde i största möjliga mån förhindras från att flöda in i planområdet då uppströms avrinningsområde är mycket stort och kan generera stora flöden som inte är rimliga att fördröja (se Tabell 7-3). I dagsläget flödar vatten rakt igenom planområdet till befintligt dikningsföretag och med en omledning av vattnet enligt förslag i Figur 7-3 kan detta vatten istället släppas till dikningsföretaget en bit uppströms. En sådan omledning borde inte utgöra någon förändring för belastningen på dikningsföretaget eftersom det är samma mängd vatten som i dagsläget släpps till diket.

Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 7-4. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av tillåtet utflöde från planområde, vilket i aktuellt fall bestäms av flödesrestriktioner i befintligt dikningsföretag. Maximalt tillåtet flöde i dikningsföretag framgår ur dess förrättningshandlingar till 2 l/(s, ha).

Tabell 7-4. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde 1.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
2	6,4	1 250

Förslag på placering av fördröjnings- och reningsanläggning framgår av Figur 7-3. Se vidare avsnitt 7.6 för förslag på och beskrivning av lämpliga anläggningstyper och utformning.



Figur 7-3. Förslag på åtgärder och placering av dessa för dagvattenhantering inom delområde 1.

7.3.2 Delområde 2

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 7-5. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år vilket motsvarar ett flöde på cirka 1 181 l/s, detta gäller dock endast om allt dagvatten är tänkt att ledas via en enda ledning till område för fördröjning. Med tanke på områdets storlek och planerade utseende rekommenderas istället att dagvatten leds via flera olika ledningar, till exempel under väg till utjämningsmagasin i nordväst, varför erforderlig dimension då kommer att vara mindre (se vidare avsnitt 7.6 för förslag på reningsanordning och distribution av dagvatten hit).

Tabell 7-5. Dimensionerande flöden för delområde 2.

	Dim. varaktighet [min]	Flöde vid given återkomsttid [l/s]		
		2	10	100
Inom planområde	35	1 181	1 992	4 248

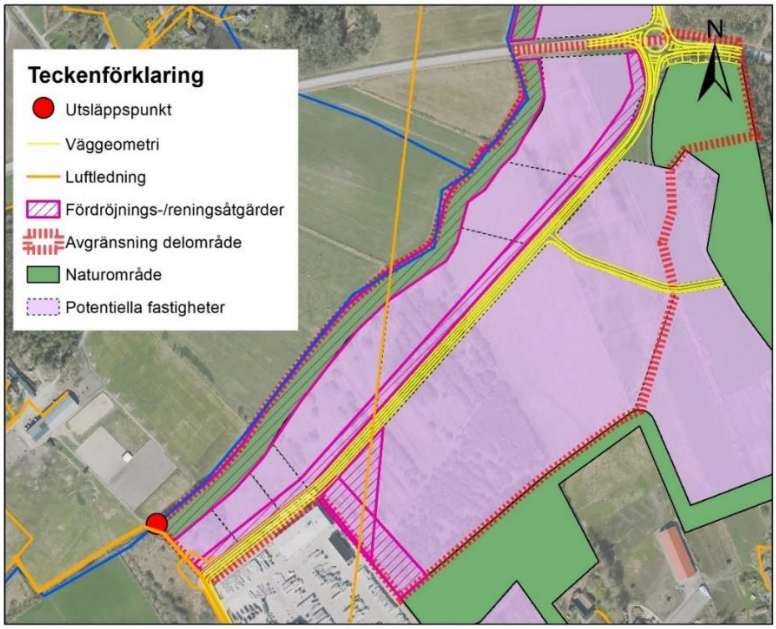
Total erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 7-6. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av tillåtet utflöde från planområde, vilket i aktuellt fall bestäms av flödesrestriktioner i

befintligt dikningsföretag. Maximalt tillåtet flöde i dikningsföretag framgår av dess förrättningshandlingar till 2 l/(s, ha).

Tabell 7-6. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde 2.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m³]
2	47	7 315

Förslag på placering av fördröjnings- och reningsanläggning framgår av Figur 7-4. Se vidare avsnitt 7.6 för förslag på och beskrivning av lämpliga anläggningstyper och utformning.



Figur 7-4. Förslag på åtgärder och placering av dessa för dagvattenhantering inom delområde 2.

Av det dagvatten som alstras inom delområdet är det en större andel (cirka 4 400 m³) som alstras söder om den nya genomgående väg som ska byggas. Det kan vara rimligt att fördröja och flödesreglera dagvatten även på denna sida om vägen för att förhindra att stora flöden dagvatten rinner över vägen och riskerar att orsaka både skador på vägkonstruktion och olyckor i trafiken. Även en kombination av lösningar kan genomföras där en viss del av dagvattnet söder om vägen rinner direkt till utjämningsmagasin i norr (till exempel dagvatten alstrat på takytor som kan ledas via stuprännor och rör till ledning under väg) och en mindre del fördröjs på plats. Förslagsvis kan fördröjning söder om vägen ske där Ellevios luftledning passerar och byggnation av höga konstruktioner ändå inte kan genomföras. Vatten flödar dessutom i dagsläget naturligt här längs med den sydvästra plangränsen. Via ledning under väg kan dagvatten ledas från magasin söder om vägen till utjämningsmagasin och utsläppspunkt norr om vägen.

7.3.3 Delområde 3

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 7-7. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 522 l/s. Då uppströms avrinningsområde är relativt litet och endast består av naturmark som mycket troligen ej kommer att exploateras i framtiden så har Kungsbacka kommun för avsikt att flödesutjämna dagvatten för delområde inom planområde inklusive uppströms avrinningsområde. Detta för att minska flödespåverkan på fastigheter och naturmark nedströms planområdet. Dimensionerande flöde för ledningar blir då istället cirka 470 l/s (flödet blir mindre eftersom rinnsträckan är längre och den dimensionerande regnvaraktigheten därför också blir längre).

Tabell 7-7. Dimensionerande flöden för delområde 3.

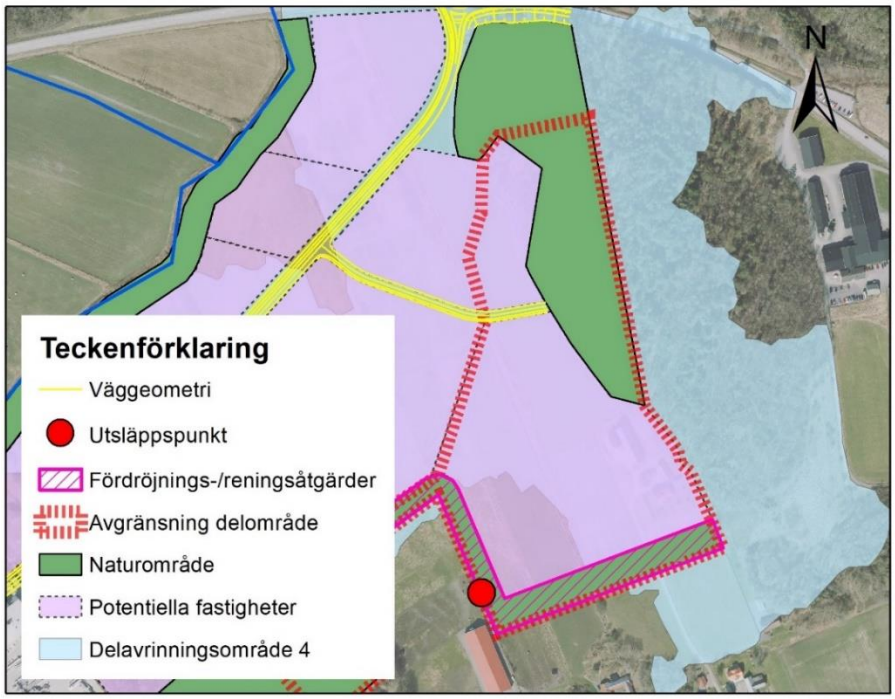
	Dim. varaktighet [min]	**Flöde vid given återkomsttid [l/s]**		
		2	10	100
Inom planområde	20	522	884	1 891
Uppströms avrinningsområde	30	66	111	238
Hela delavrinningsområdet	30	467	789	1 684

Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 7-8. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn men erforderlig volym bestäms av tillåtet utflöde från planområde, vilket är okänt. Enligt Svenskt Vattens P110 kan dimensionerande flöden från rena naturmarksområden eller områden med mycket låg exploateringsgrad (vilket delområde 3 i dagsläget kan anses vara) uppskattas med överslagsmetoder. Ur figur 4.4 i P110 kan utläsas att naturmarksavrinning för ett 10-årsregn (inom ett område av aktuellt delområdes storlek, 17,4 ha) uppgår till 17 l/(s, ha). Tillåtet utflöde från planområde vid dimensionerande 10-årsregn bör således uppgå till 296 l/s. I Tabell 7-8 återges även erforderliga fördröjningsvolymer för olika lägre utflöden från område då det finns en önskan om att inte belasta nedströms naturvärden mer än nödvändigt.

Tabell 7-8. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde 3 för olika tillåtna utflöden.

Utflöde [l/(s, ha)]	**Utflöde [l/s]**	**Fördröjningsvolym [m^3]**
5	87	1 360
10	174	1 040
17	296	790

Förslag på placering av fördröjnings- och reningsanläggning framgår av Figur 7-5. Se vidare avsnitt 7.6 för förslag på och beskrivning av lämpliga anläggningstyper.



Figur 7-5. Förslag på åtgärder och placering av dessa för dagvattenhantering inom delområde 3.

7.3.4 Delområde 4

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 7-9. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 500 l/s.

Tabell 7-9. Dimensionerande flöden för delområde 4.

	Dim. varaktighet [min]	Flöde vid given återkomsttid [l/s]		
		2	10	100
Inom planområde	10	500	850	1 822
Uppströms avrinningsområde	20	802	1 359	2 908

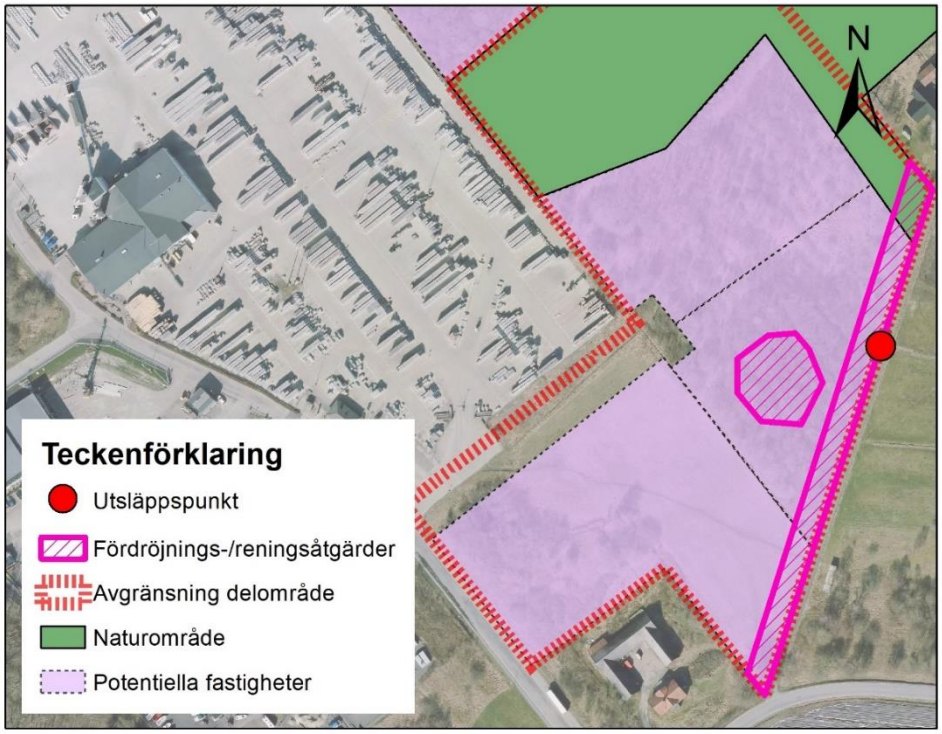
Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 7-10. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn men erforderlig volym bestäms av tillåtet utflöde från planområde vilket är okänt. Enligt Svenskt Vattens P110 kan dimensionerande flöden från rena naturmarksområden eller områden med mycket

låg exploateringsgrad (vilket delområde 4 i dagsläget kan anses vara) uppskattas med överslagsmetoder. Ur figur 4.4 i P110 kan utläsas att naturmarksavrinning för ett 10-årsregn (inom ett område av aktuellt delområdes storlek, 17,7 ha) uppgår till 17 l/(s, ha). Tillåtet utflöde från planområde vid dimensionerande 10-årsregn bör således uppgå till 301 l/s. I Tabell 7-10 återges även erforderliga fördröjningsvolymer för olika lägre utflöden från område då det finns en önskan om att inte belasta nedströms naturvärden mer än nödvändigt.

Tabell 7-10. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde 4 för olika tillåtna utflöden.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
5	88,5	950
10	177	740
17	301	600

Förslag på placering av fördröjnings- och reningsanläggning framgår av Figur 7-6. För det aktuella delområdet krävs mer yta för anläggning av dagvattenanläggningar än vad som avsatts och det rekommenderas antingen en avlång lösning eller en samlad lösning. Se vidare avsnitt 7.6 för förslag på och beskrivning av lämpliga anläggningstyper.

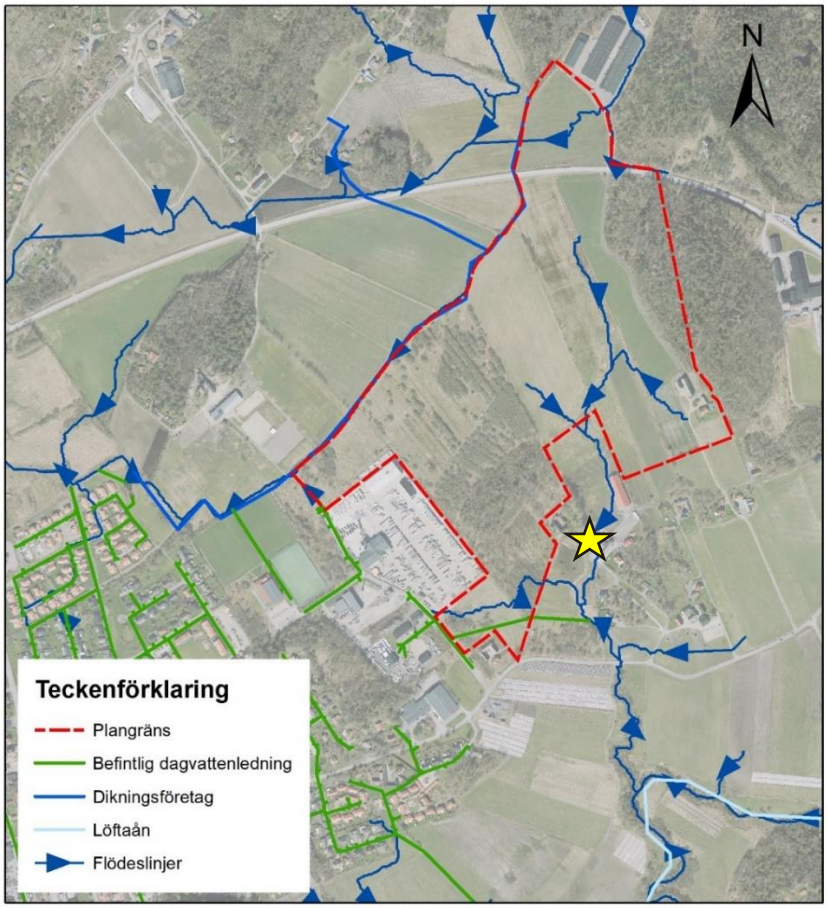


Figur 7-6. Förslag på två alternativa åtgärder och placering av dessa för dagvattenhantering inom delområde 4.

7.4 Anslutningsförutsättningar och anslutningspunkter

Dagvatten från den norra delen av planområdet avleds till dikningsföretag som tangerar planområdets gräns, se Figur 7-7. För dagvatten som genereras inom planområdets södra del finns i dagsläget ingen given anslutningspunkt till befintligt dagvattennät och inte heller någon naturlig utsläppspunkt till vattendrag, dike eller liknande. Närmaste anslutning till någon typ av naturlig flödesväg har markerats med en gul stjärna i Figur 7-7. Ur ortofotot kan här urskiljas en sänka liknande ett dike eller en bäck, vilket också stämmer bra med utseendet för flödeslinjerna. En befintlig dagvattenledning nedströms angiven punkt ser ut att ha sitt utlopp till samma fåra vilken ännu längre nedströms ansluter till Löftaån. Det antas att denna fåra är en bäck eller ett dike som ansluter till ån och att dagvatten från planområdets södra del, efter rening, kan släppas hit.

Dagvatten från delområde 4 kan eventuellt släppas till befintlig dagvattenledning om denna är påkopplingsbar. Kapacitet i ledning måste dock utredas. För delområde 3 (och 4 om inte påkoppling på ledning är möjlig) dimensioneras utflöde från fördröjningsmagasin efter naturmarksavrinning, varför utsläpp direkt till omgivande mark bör vara acceptabel.



Figur 7-7. Befintligt dagvattensystem och möjliga anslutningspunkter/utloppspunkter.

7.5 Föroreningsanalys

Beräkning av föroreningsbelastning har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v20.2.2). Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar kan utföras. Nödvändiga indata består i modellen av nederbördsdata samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna nyttjar modellen vetenskapligt granskade schablonhalter av föroreningar baserade på flödesproportionell provtagning.

Nederbördsdata för det aktuella området hämtas från SMHI. För Frillesås-Rya används ett årsmedelvärde för nederbörd på 700 mm, korrigerat med en faktor 1,1 som kompensation för underskott i mätningarna.

Då beräkningen utförs med schablonhalter av varierande kvalitet och säkerhet ska föroreningsberäkningarna främst ses som en riktlinje för hur den situation kan se ut som kan komma att uppstå i området. Trots att många av värdena både före och efter exploatering understiger riktvärdena så kommer föroreningshalterna för vissa specifika ytor (till exempel trafikerad asfaltsväg, infarter och parkeringsytor) att vara högre och därför behöver dagvattnet främst från dessa ytor renas. Osäkerheten som råder kring vilken typ av verksamheter som kommer att etablera sig inom området bidrar till osäkerheten i föroreningsanalysen och koncentrationerna och mängderna kan komma att variera i hög grad beroende på vilken typ av verksamhet som bedrivs.

Ur dagvattenkvalitetsperspektiv är det också viktigt att studera föroreningsmängder som når recipienten på årsbasis eftersom vissa föroreningar kan leda till kroniska effekter i miljön och därmed försämra miljökvalitetsnormerna för recipienten, vilket inte får ske enligt vattendirektivet.

I följande avsnitt 7.5.1 redovisas troliga föroreningskoncentrationer och mängder innan samt efter exploatering. I kommande avsnitt 7.6 ges förslag på olika typer av anläggningar för flödesfördröjning och rening samt ges exempel på reningseffekten i dessa enligt beräkningar utförda i StormTac och med principutformning av anläggningar genererade här.

7.5.1 Koncentrationer och mängder efter exploatering

För analys i StormTac används schablonhalter som varierar med vilken typ av yta som väljs. För befintlig mark har tre olika typer av ytor använts – tak, väg och åkermark. För exploaterad mark har fem olika typer av ytor använts – tak, väg, industrimark, parkmark samt gräsyta.

Resultatet av föroreningsanalysen presenteras i Tabell 7-11 till Tabell 7-14. Här redovisas föroreningskoncentrationer och mängder innan samt efter exploatering men innan dagvattnet genomgått någon sorts rening. Grå markering visar värden som överstiger de riktvärden i utsläppspunkt till recipient som tagits fram av Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013). Presenterade ämnen utgörs av de ämnen som är vanligt förekommande i dagvatten samt de som är särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen för bedömning av MKN.

Tabell 7-11. Föroreningsanalys för delområde 1 som har Vändelsöarkipelagen som recipient.

	Koncentrationer			Mängder [kg/år]	
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,6	5,5	0,031	0,11
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,12	0,75	0,0014	0,014
Bly (Pb)	14 µg/l	6,8	7,0	0,081	0,13
Koppar (Cu)	10 µg/l	13	15	0,16	0,29
Zink (Zn)	30 µg/l	19	67	0,23	1,3
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,8	6,3	0,022	0,12
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,013	0,023	0,00015	0,00044
TBT*	0,001 µg/l	0,0016	0,012	0,00002	0,00023
PBDE*	-** [2]	0,015	0,015	0,00018	0,00029
Oljeindex	1 000 µg/l	240	490	2,8	9,5
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0065	0,032	0,00008	0,00062
Totalfosfor	50 µg/l	140	170	1,7	3,3
Totalkväve	1 250 µg/l	3 300	1 400	40	26
Suspenderat material	25 mg/l	97	40	1 200	770

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Vändelsöarkipelagen enligt VISS (2020b).
** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

[2] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i andra ytvatten (bland annat kustvatten) uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,014 µg/l (HVMFS 2019:25).

Tabell 7-12. Föroreningsanalys för delområde 2 som har Vändelsöarkipelagen som recipient.

	Koncentrationer			Mängder [kg/år]	
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,2	5,2	0,19	0,67
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,1	0,72	0,0086	0,093
Bly (Pb)	14 µg/l	7,2	6,8	0,6	0,88
Koppar (Cu)	10 µg/l	12	14	1	1,8
Zink (Zn)	30 µg/l	20	65	1,7	8,4
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,4	6	0,12	0,77
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,0063	0,02	0,00052	0,0026
TBT*	0,001 µg/l	0,0017	0,012	0,00014	0,0015
PBDE*	-** [3]	0,015	0,015	0,0013	0,0019
Oljeindex	1 000 µg/l	190	460	16	60
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0062	0,031	0,00052	0,0041
Totalfosfor	50 µg/l	140	170	12	22
Totalkväve	1 250 µg/l	3 500	1 300	290	170
Suspenderat material	25 mg/l	99	38	8 300	4 900

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Vändelsöarkipelagen enligt VISS (2020b).
** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

[3] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i andra ytvatten (bland annat kustvatten) uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,014 µg/l (HVMFS 2019:25).

Tabell 7-13. Föroreningsanalys för delområde 3 som har Löftaån som recipient.

	Koncentrationer			Mängder [kg/år]	
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,5	4,5	0,086	0,2
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,12	0,65	0,0043	0,029
Bly (Pb)	14 µg/l	6,9	6,3	0,24	0,28
Koppar (Cu)	10 µg/l	13	13	0,44	0,56
Zink (Zn)	30 µg/l	20	59	0,69	2,6
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,7	5,3	0,059	0,23
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,0095	0,017	0,00033	0,00073
PBDE*	-*** [4]	0,015	0,015	0,00052	0,00066
Oljeindex	1 000 µg/l	210	400	7,3	17
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0064	0,028	0,00022	0,0012
Totalfosfor**	50 µg/l [5]	140	160	5	7,1
Totalkväve	1 250 µg/l	3 400	1 300	120	56
Suspenderat material	25 mg/l	96	33	3 400	1 400

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Löftaån enligt VISS (2020a).
** Bedömningsgrund för måttlig klassning av ekologisk status i Löftaån enligt VISS (2020a).
*** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

[4] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i inlandsytvatten uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,14 µg/l (HVMFS 2019:25).
[5] Gränsvärde i ytvattenförekomsten enligt VISS (2020a) är 35 µg/l.

Tabell 7-14. Föroreningsanalys för delområde 4 som har Löftaån som recipient.

	Koncentrationer			Mängder [kg/år]	
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,2	5	0,039	0,13
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,1	0,68	0,0018	0,018
Bly (Pb)	14 µg/l	7,2	6,5	0,13	0,17
Koppar (Cu)	10 µg/l	12	14	0,22	0,36
Zink (Zn)	30 µg/l	20	62	0,35	1,6
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,4	5,8	0,025	0,15
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,0064	0,021	0,00011	0,00055
PBDE*	-*** [6]	0,015	0,015	0,00026	0,00039
Oljeindex	1 000 µg/l	190	450	3,3	12
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0062	0,03	0,00011	0,00077
Totalfosfor**	50 µg/l [7]	140	170	2,5	4,3
Totalkväve	1 250 µg/l	3 500	1 300	61	35
Suspenderat material	25 mg/l	99	37	1 700	970

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Löftaån enligt VISS (2020a).
** Bedömningsgrund för måttlig klassning av ekologisk status i Löftaån enligt VISS (2020a).
*** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

[6] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i inlandsytvatten uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,14 µg/l (HVMFS 2019:25).
[7] Gränsvärde i ytvattenförekomsten enligt VISS (2020a) är 35 µg/l.

7.5.2 Reningsbehov

Det framgår av Tabell 7-11 till Tabell 7-14 att det efter exploatering finns ett behov av rening av främst metaller och näringsämnen. Detta är dock en mycket generell slutsats eftersom beräkningarna både före och efter exploatering baserar sig på schablonhalter för en uppskattad yta av ett visst slag som kanske inte kommer att stämma med verkligheten inom planområdet. Föroreningshalterna i dagvatten innan exploatering kan skilja sig avsevärt från resultatet av StormTacs beräkningar och för ett säkrare resultat bör ordentliga utredningar på plats göras, om detta önskas. Föroreningarna i dagvatten efter exploatering beror i stor utsträckning på vilken typ av verksamheter som kommer att etablera sig inom planområdet och StormTacs beräkningar kan därför vara mycket pålitliga såväl som mindre pålitliga.

Det kan antas att föroreningar i form av partiklar kommer att utgöra en stor del av föroreningarna inom området. Partiklar uppstår bland annat genom slitage av vägmaterial och däck vid trafikerade vägar och för ett industriområde kan det antas att många tunga fordon kommer att framföras. Även lösta föroreningar och ”tyngre” föroreningar kan tänkas uppstå inom industriområde då sannolikheten är att många kemikalier och oljor förekommer. För att säkerställa rening av dagvatten bör åtgärder anpassas så att så många partiklar, metaller och lösta ämnen som möjligt avskiljs från vattnet.

7.6 Förslag på lämpliga renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten

Då planområdet främst domineras av jordarten lera, vilken förväntas ha mycket låg infiltrationsförmåga, bör reningsåtgärder främst anpassas efter metoder och anordningar som förlitar sig på annan mekanism, till exempel sedimentering och översilning. Inom området väntas dock även höga grundvattennivåer, cirka 1 – 2 meter under markytan, vilket generellt försvårar anläggning av djupare anläggningar så som dammar med permanent vattenspegel.

Förslag på lämpliga renings- och fördröjningsåtgärder inom respektive delområde följer nedan men en generell rekommendation är att även oljeavskiljare ska ingå i samtliga anläggningar. Föreslagna anläggningar utgör principförslag som bör utredas noggrannare i förhållande till platsens förutsättningar, exempelvis grundvattennivå, och för ett ”worst case” har det antagits att grundvattennivån är hög och att ett största djup på dammar kan uppgå till endast 0,5 meter. En närmare undersökning av grundvattennivåerna kan vara lämplig att genomföra för att bättre kunna utreda dammarnas djup och därmed kunna anpassa dimensioner och antal så att de bättre passar förutsättningarna på platsen.

Generellt rekommenderas en sänktlutning på 1:6, dels av säkerhetsskäl men också för att underhåll av dammarnas slänter med exempelvis åkgräsklippare ska kunna ske.

7.6.1 Delområde 1

För delområde 1 krävs högst reningsgrad för tributyltenn (TBT) samt fosfor, cirka 90% respektive 70%. Med de beräkningar som görs i StormTac är en enskild anläggning inte tillräcklig för att både fördröja och rena i den omfattning som krävs och därför föreslås två anläggningar i serie.

För att uppnå bästa resultat föreslås anläggning av en torr damm/brett svackdike där fördröjning av erforderliga 1 250 m^3 kan ske, följt av en damm med permanent vattenspegel där den huvudsakliga reningen kan ske. Endast en damm är inte tillräcklig för att rena dagvattnet i den omfattning som krävs enligt beräkningar ovan, främst på grund av att dammens djup blir otillräckligt med tanke på de högra grundvattennivåerna. Vid lägre flöden kan en inledande torr damm/svackdike fungera som en översilningsyta som renar dagvattnet från de största partiklarna och vid större flöden, då en utjämningsfunktion fås, kan även sedimentering ske i anläggningen motsvarande den i en damm med permanent vattenyta. Genom att ha den utjämnande funktionen först i serien kan ett kontrollerat flöde till en andra damm med permanent vattenyta skapas, vilket motverkar att reningseffekten i den andra dammen försämras på grund av högre flöden och kortare uppehållstid i dammen.

Utrymmet som finns tillgängligt för anläggning av dagvattenanordningar inom delområde 1 är en sträcka utmed Almedalsvägen om cirka 170 meter. En torr damm/svackdike kan exempelvis utformas med ett djup på 0,5 meter och en bottenbredd på 17 meter vilket med en släntlutning på 1:6 ger en tvärsnittsarea på 10 m^2. Det skulle då krävas att dammen/svackdiket är minst 125 meter lång för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym på 1 250 m^3. Om grundvattenförhållandena tillåter det kan anläggningen göras djupare och dimensionerna för dammen ändras.

För att uppnå tillräcklig reningseffekt totalt sett över de två anläggningarna i serie bör den andra dammen utformas med permanent vattenspegel. Med ett permanent djup på 0,5 meter, en släntlutning på 1:6 samt ett maximalt tillåtet utflöde på 6,4 l/s till dikningsföretag genereras i StormTac en damm som är cirka 40 meter lång, 8 meter bred och med en permanent vattenvolym på 100 m^3. I detta förslag på damm sker ingen fördröjning utan endast rening men dimensionerna kan givetvis förändras för att även medge fördröjning i dammen. Om grundvattennivåerna tillåter det kan dammen göras djupare och även längd-bredd-förhållandet för dammen kan ändras för att skapa en damm som anpassas efter de lokala förutsättningarna.

Med den lösning som presenteras ovan fås en samlad reningseffekt i anläggningarna enligt Tabell 7-15. Samtliga föroreningsämnen (förutom fosfor) som innan rening förekom i halter högre än riktvärde har nu sjunkit till halter under riktvärde. I beräkningarna som utförs i StormTac finns dock även en viss osäkerhet som varierar för de olika ämnena och den reningseffekt som presenteras i tabellen är inte definitiv. Reningseffekten kan i verkligheten vara både högre och lägre men i detta tidigare skede antas den presenterade lösningen ovan ge en bra indikation på vilken typ av anläggning som erfordras inom delområde 1.

Totalt tar anläggningarna cirka 3 000 m^2 yta i anspråk.

Tabell 7-15. Samlad reningseffekt i torr damm/svackdike i serie med damm med permanent vattenyta. Föroreningshalt efter rening jämfört med riktvärde i utsläppspunkt till recipient enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning.

	Cd	Cu	Zn	TBT	PBDE	P	N	SS
Reningseffekt [%]	76	68	80	88	88	69	58	87
Riktvärde [µg/l]	0,4	10	30	0,001	-	50	1 250	25 000
Föroreningshalt efter rening [µg/l]	0,18	4,8	13	0,001	0,0018	54	580	5 300

Om enbart rening i torr damm inte anses tillräcklig och om anläggning av en damm med permanent vattenyta av en eller annan anledning anses olämpligt kan det vara relevant att för delområde 1 inte ha utlopp till dikningsföretag, utan istället att ha utlopp under befintlig väg till fördröjningsmagasin i delområde 2. På detta vis säkerställs att även dagvatten från delområde 1 genomgår ett ytterligare reningssteg innan utsläpp till recipient och med ett största tillåtet flöde mellan magasinen motsvarande högsta tillåtna utflöde till dikningsföretag så blir inte heller fördröjningsbehovet inom delområde 2 större.

7.6.2 Delområde 2

Även inom delområde 2 rekommenderas renings- och fördröjningsanläggningar i serie. Anläggningar i serie kan som i förslag för delområde 1 utgöras av en torr damm/svackdike med en primärt flödesutjämnande och fördröjande funktion, vilken efterföljs av en damm med permanent vattenspegel där den mesta reningen sker. Anläggningen kan även utgöras av två eller flera dammar med permanent vattenspegel som ligger i serie.

Utrymmet som finns tillgängligt för anläggning av dagvattenanläggningar inom delområde 2 är en avlång sträcka om cirka 780 meter, cirka 30 meter bred. Som förslag på anordning för dagvattenhantering föreslås tre dammar i serie vilka samtliga har en permanent vattenspegel och som tillsammans kan fördröja den erforderliga volymen på cirka 7 300 m^3, alternativt en eller två dammar med permanent vattenspegel vilka föregås av en torr damm/svackdike med möjlighet att fördröja större delen av den erforderliga volymen. För en serie med torr damm/svackdike som efterföljs av damm med permanent vattenspegel förväntas en reningsgrad likt den i Tabell 7-15. För en serie med tre dammar med permanent vattenspegel, vilka tillsammans fördröjer erforderlig volym, fås en reningsgrad enligt Tabell 7-16 nedan. De föroreningsämnen som innan rening förekom i halter högre än riktvärde har nu sjunkit till halter under riktvärde.

Tabell 7-16. Samlad reningseffekt i serie med tre dammar med permanent vattenspegel. Föroreningshalt efter rening jämfört med riktvärde i utsläppspunkt till recipient enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning.

	Cd	Cu	Zn	TBT	PBDE	P	N	SS
Reningseffekt [%]	92	88	95	93	93	88	65	92
Riktvärde [µg/l]	0,4	10	30	0,001	-	50	1 250	25
Föroreningshalt efter rening [µg/l]	0,06	1,68	3,25	0,0008	0,001	20,4	455	3

Liksom för delområde 1 antas ett djup i dammarna på 0,5 meter men beroende på grundvattenförhållandena kan detta djup möjligtvis utökas och därmed förändra dimensionerna på dammarna. Med en sänktlutning på 1:6 genereras i StormTac dammar med en total bredd på cirka 35 – 40 meter och en sammanlagd längd på cirka 350 meter, men dessa dimensioner kan varieras för att bättre anpassas till de befintliga förhållandena. För att kunna fördröja vatten vid kraftiga regn krävs dock att vattennivån i de genererade dammarna tillfälligt kan stiga 0,8 – 0,9 meter, vilket innebär att det totala djupet på dammarna närmar sig 2 meter och riskerar att komma i konflikt med grundvattennivån. Som lösning på problemet kan en torr damm/svackdike utnyttjas för effektivare fördröjning, alternativt att fler dammar anläggs i serie. Med fem dammar i serie kan varje damm fördröja cirka 1 500 m^3 och nivån behöver endast stiga 0,5 meter, dock skulle dammarnas totala längd behöva utgöra nästan hela det tillgängliga utrymmet för allmän platsmark.

7.6.3 Delområde 3

Även för delområde 3 är det främst ett avlångt utrymme som är avsatt för allmän platsmark där dagvattenåtgärder kan implementeras. Längst söderut inom delområde 3 finns ett utrymme cirka 230 meter långt och 30 meter brett och längs den sydvästra plangränsen finns ett utrymme cirka 160 meter långt och 20 meter brett. Även här är det främst fosfor som behöver renas i större omfattning och lämplig anordning för detta är en sedimentationsanläggning, alltså en damm. Erforderlig volym som behöver fördröjas är 790 m^3.

Endast en damm är inte nog för att uppnå tillräcklig rening av fosfor och därför föreslås även för delområde 3 att dammar seriekopplas för bästa resultat. Liksom för tidigare delområden kan en serie av anläggningar utgöras av en torr damm/svackdike som primärt utgör fördröjningsåtgärd och vilken efterföljs av en renande damm med permanent vattenspegel. Även dammar med permanent vattenspegel som tillsammans håller erforderlig fördröjningsvolym kan anläggas och för erforderlig rening av fosfor och övriga föroreningsämnen är det nog med två dammar som tillsammans kan fördröja erforderlig volym.

Med ett djup på 0,5 meter, sänktlutning 1:6 och en ungefärlig total längd och bredd på cirka 70 respektive 20 meter fås en reningseffekt i två seriekopplade dammar med

permanent vattenspegel enligt Tabell 7-17 nedan. För att dammarna ska kunna fördröja erforderlig volym krävs att vattennivån tillfälligt kan stiga cirka 0,4 meter vilket innebär att anläggningen riskerar att hamna i konflikt med grundvattennivån.

Tabell 7-17. Samlad reningseffekt i serie med två dammar med permanent vattenspegel. Föroreningshalt efter rening jämfört med riktvärde i utsläppspunkt till recipient enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning.

	Cd	Cu	Zn	PBDE	P	N	SS
Reningseffekt [%]	82	77	91	84	83	52	87
Riktvärde [µg/l]	0,4	10	30	-	50	1 250	25
Föroreningshalt efter rening [µg/l]	0,12	3	5,3	0,0024	27,2	624	4,3

7.6.4 Delområde 4

Inom delområde 4 är marken för anläggning av fördröjnings- och reningsanordningar begränsad. Inte mer mark än nödvändigt avsätts för dagvattenanläggningar och det kan därför antas vara önskvärt med kompakta lösningar. Reningsbehovet är dock ungefär lika stort som för de övriga delområdena och för att uppnå erforderlig rening krävs att partiklar så som fosfor kan sedimentera, varför det även här rekommenderas att anlägga flera dammar med permanent vattenspegel i serie då endast en damm inte är tillräcklig.

En serie med två dammar, cirka 20 meter breda och 50 meter långa, kan fördröja 300 m^3 vardera om vattennivån tillfälligt kan tillåtas stiga cirka 0,5 meter.

För en serie med två dammar enligt beskrivning ovan fås en reningsgrad enligt Tabell 7-18 nedan.

Tabell 7-18. Samlad reningseffekt i serie med två dammar med permanent vattenspegel. Föroreningshalt efter rening jämfört med riktvärde i utsläppspunkt till recipient enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning.

	Cd	Cu	Zn	PBDE	P	N	SS
Reningseffekt [%]	79	74	88	80	80	49	85
Riktvärde [µg/l]	0,4	10	30	-	50	1250	25
Föroreningshalt efter rening [µg/l]	0,14	3,64	7,4	0,003	34	663	5,6

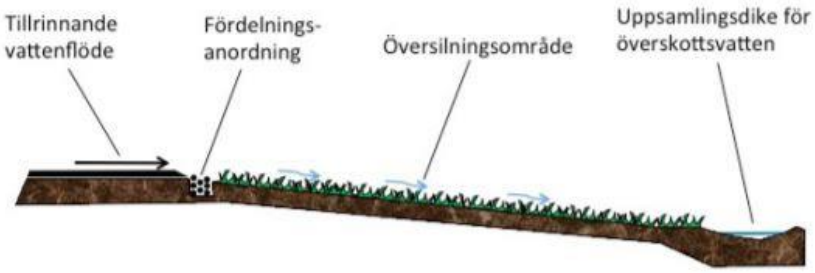
7.7 Beskrivning av renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten

För att uppnå erforderlig rening av framförallt fosfor så krävs att reningsanordningarna inom planområdet är anpassade så att partiklar kan sedimentera. Dammar med permanent vattenspegel är det som i första hand föreslås men grundvattenförhållanden inom planområdet bör undersökas noggrannare för att sådana dammar ska kunna optimeras. Föreslagit minsta djup på 0,5 meter är minsta laget och om dammarna kan göras djupare kan deras storlek bättre anpassas till området.

Utöver dammarna kan reningsytorna utgöras av kombinationer av flera lösningar, exempelvis att vatten där det är möjligt leds till dammarna via svackdiken och/eller översilningsytor vilka kan ge en ytterligare rening. Nedan redogörs kortfattat för några av de metoder för rening och fördröjning som anses lämpliga inom aktuellt planområde. Anläggningsbeskrivningar har hämtats från Stockholm Vatten och Avfalls (2017).

7.7.1 Översilningsyta

En översilningsyta är en flackt lutande gräsyta till vilken dagvatten avleds. I dess övre kant bör finnas en fördelningsanordning (till exempel makadam) som distribuerar dagvattnet över ytans fulla längd och således ser till att hela ytan bidrar till rening. Vattnet flödar jämnt och långsamt mot ett uppsamlande dike. Detta dike kan ha för avsikt att leda vatten vidare till fördröjningsmagasin eller att fungera som ett avlångt magasin i sig själv.



Figur 7-8. Principskiss för översilningsyta (Stockholm Vatten och Avfall 2017)

Översilningsytor bidrar främst med rening genom att partikelbundna föroreningar genom sedimentering avskiljs från vatten och att organiska föroreningar kan brytas ned under torrperioder mellan nederbördstillfällen. Vid optimala förhållanden kan avskiljningsförmågan för partikelbundna föroreningar bli uppemot 80%, dock minskar reningsgraden med bland annat höga flöden eftersom partiklar inte hinner sedimentera. Växtlighet och mikroorganismer i det översta marklagret bidrar till rening och kan i viss utsträckning också bidra till avskiljning av lösta föroreningar. Denna förmåga minskar dock avsevärt när marken har sämre infiltrationsförmåga.

En översilningsyta kan vara i drift under en mycket lång period innan marken är mättad med föroreningar, minst 50 år, men livslängden beror så klart på föroreningshalter, drift och underhåll samt infiltrationskapacitet i den underliggande jorden. Ytan bör bestå av ett sammanhängande växttäcke av till exempel gräs eller halvgräs. Arter med rotutlöpare

som binder samman växttäcket hjälper till att förhindra erosion och kanalbildning. Löpande underhåll innefattar inspektion, renhållning och gräsklippning som är förhållandevis enkla och billiga underhållsmetoder.

7.7.2 Våt damm

Dammar nyttjas främst för fördröjning av stora mängder dagvatten. Deras utformning kan variera mycket och kan anpassas efter de förutsättningar som råder i aktuellt område. Rening av dagvatten i damm sker främst via sedimentering av partikelbundna föroreningar men om dammen kombineras med någon typ av våtmark kan även rening av lösta föroreningsämnen ske genom växtupptag. Reningsgraden beror mycket på dammens utformning och vattnets uppehållstid, varför en avlång damm är praktisk både ur reningssynpunkt och för det aktuella planområdets utseende.

En damm kan utformas med konstant vattenspegel vilket bidrar till sköna miljöer och rekreationsvärden, dock innebär en konstant vattenspegel också att vattenytan måste kunna fluktuera för att ge utrymme åt det dagvatten som behöver fördröjas och att total erforderlig volym därför blir större än den som enbart krävs för fördröjning. Ett minsta konstant vattendjup på en meter rekommenderas för att förhindra igenväxning och slänter måste utformas med hänsyn till säkerhet (drunkningsrisk mm). Den volym som återstår när kraven är uppfyllda kan nyttjas till fördröjning.

Förmågan att avskilja partiklar genom sedimentering ligger i intervallet 65 – 90 % och beror främst på dammens utformning, typ av föroreningar och storlek på partiklarna. Med en tillhörande vegetationszon kan fosfor reduceras med 30 – 65 % och metaller med upp emot 60 % i en damm.

Dammar och våtmarker kräver mer underhåll, framförallt drift och skötsel för att se till att skräp inte täpper till in- och utlopp och att erosionsskador inte uppstår. Det mest utmärkande underhållet med en damm som inte krävs med de övriga föreslagna lösningarna är att bottensediment med jämna mellanrum måste avlägsnas. Hur ofta bestäms av föroreningsbelastningen och hur mycket föroreningar som sedimenterar.

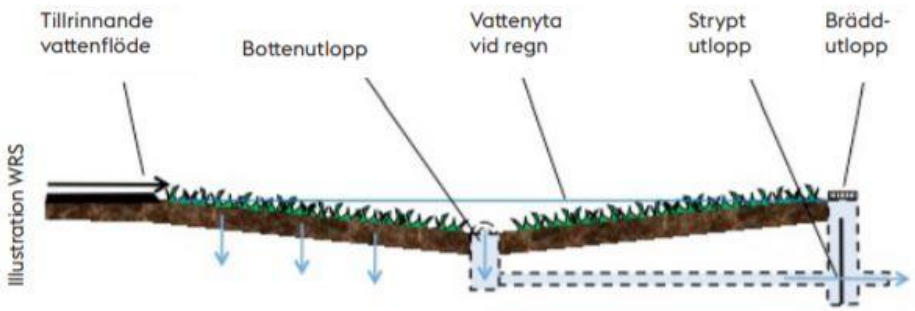
7.7.3 Överdämningsyta/Torr damm

En överdämningsyta, eller en torr damm, är en nedsänkt grönyta som kan nyttjas för fördröjning av stora flöden dagvatten. Avsaknaden av en konstant vattenspegel medger för större fördröjningsvolymer än till exempel en våt damm och vid låga flöden sker rening främst genom översilning över slänterna. Vid högre flöden bildas en tillfällig vattenspegel och rening sker då främst genom att partikelbundna föroreningar sedimenterar.

Liksom för översilningsytor sker rening (vid lägre flöden) genom att partiklar sedimenterar och avskiljs över gräsytan på sin väg mot den torra dammens botten. I perioder av torka mellan nederbördstillfällen kan föroreningarna (även oljeföroreningar) brytas ned. Vid högre dagvattenflöden sker avskiljning av partiklar genom sedimentation i den vattensamling som bildas. Ju längre uppehållstid partiklarna har i vattnet desto bättre blir avskiljningsgraden och för det aktuella fallet med en långsmal utformning gynnas denna

mekanism. Är flödet stort och utloppet kraftigt strypt kan avskiljningsgraden för partiklar bli nästan lika hög som för en konventionell damm, i alla fall då ytan är vattenfylld.

Principiell utformning av överdämningsytor/torra dammar framgår av Figur 7-9. I botten av dammen placeras ofta ett utlopp (speciellt om marken har sämre infiltrationsförmåga) vilket kan förses med en flödesregulator för att kontrollera utflödet. Efter flödesutjämning kan dagvattnet släppas till recipient eller vid behov till ytterligare reningsanläggning.



Figur 7-9. Principskiss för överdämningsyta/torr damm (Stockholm Vatten och Avfall 2017).

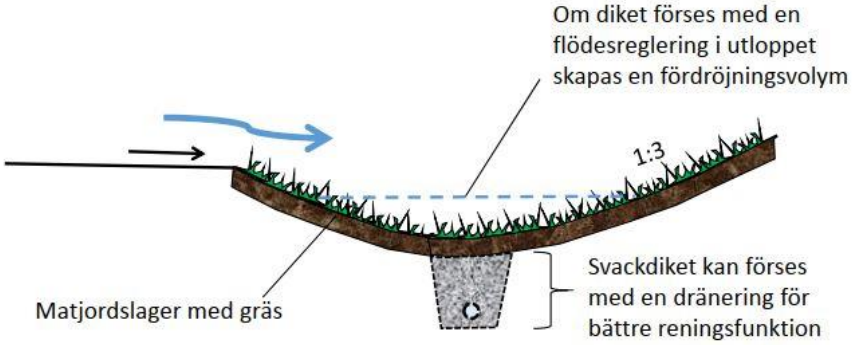
Gräsklädda överdämningsytor/torra dammar behöver slås minst en gång per år men om ytan även nyttjas som parkmark blir skötselbehovet något större. Gräset behöver klippas efter behov samt träd och buskar som kommer upp bör avlägsnas. Om föroreningsbelastningen är hög kan det i torrperioder finnas behov att avlägsna sediment från ytan.

7.7.4 Svackdike

Svackdiken syftar främst till att fördröja och avleda dagvatten. Om markförhållandena är goda kan viss rening ske genom infiltration och även växtligheten kan bidra med viss rening, dock är reningseffekten inte alls lika hög som i till exempel en damm/våtmark. Endast cirka 20 – 25 % av suspenderat material renas i svackdike och endast cirka 20 % av den totala halten metaller. Lösta föroreningar renas generellt inte och ofta behöver kompletterande renande anläggningar användas tillsammans med svackdiken.

Principutformningen för ett svackdike ges av Figur 7-10. Med flödesreglering i utloppet kan en fördröjning i diket skapas vilket i princip gör diket till en tillfällig damm och vilket då ökar dess renande förmåga genom sedimentation (se avsnitt ovan). Från svackdike kan dagvattnet kontrollerat flöda vidare till damm/våtmark som bättre renar vattnet.

Löpande underhåll inkluderar gräsklippning, renhållning och sedimentrensning vilket är relativt enkla driftförhållanden. Kostnaden för anläggning av svackdiken är också relativt liten och ett svackdike som fördröjningsåtgärd innan rening i damm/våtmark kan därför vara rimligt ur kostnadssynpunkt, snarare än större dammar/våtmarker.



Figur 7-10. Principskiss för svackdike (Stockholm Vatten och Avfall 2017).

7.8 Sammanfattning och påverkan på recipient samt MKN

Flödet i respektive recipient bedöms inte påverkas negativt av exploateringen. För de nordliga delområdena som har avrinning till Vändelsöarkipelagen via dikningsföretag anpassas högsta tillåtna utflöde från område till motsvarande högsta tillåtna flöde i dikningsföretaget. Detta är ett flöde som är lägre än det naturflöde som kan förväntas uppstå inom områdena vid dimensionerande regnhändelse och flödet till recipienten kommer därmed inte att öka förutom vid extrema regnhändelser överstigande det dimensionerande. Även vid ett sådant tillfälle är avståndet till recipienten så långt att någon påverkan på dess flöde anses knappt märkbart och då det dessutom är en kustvattenförekomst förväntas en snabb omblandning av vattnet ske.

Utflöde till Löftaån anpassas så att största tillåtna flöde från planområdet motsvarar det naturmarksflöde som idag kan uppstå vid dimensionerande regnhändelse. Det anses således att flödet i recipienten inte påverkas negativt.

En sammanfattning av de totala föroreningshalterna till respektive recipient ges av Tabell 7-19 och Tabell 7-20. Här jämförs halterna innan och efter exploatering samt efter rening i de anordningar som föreslagits tidigare i utredningen. Samtliga värden understiger riktvärden och det anses därför att exploatering av området, om tillräcklig rening av dagvatten sker, inte negativt kommer att påverka recipienternas möjlighet att uppnå MKN. Riktvärden för utsläpp framtagna av Göteborgs Stads miljöförvaltning gäller i utsläppspunkt till recipient och då planområdet ligger relativt långt ifrån båda sina recipienter kan det antas att vatten som släpps till dikningsföretag och naturmark även kan tänkas genomgå ytterligare, naturlig rening på sin väg till respektive recipient.

Tabell 7-19. Uppskattning av de totala föroreningshalter och mängder som når Löftaån innan och efter exploatering samt efter rening.

	Koncentrationer					Mängder [kg/år]		
Ämne/Parameter	**Riktvärde**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Efter rening**	**Tillskott**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Efter rening**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,35	4,75	0,5	-1,85	0,06	0,17	0,018
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,11	0,67	0,13	+0,02	0,003	0,024	0,0045
Bly (Pb)	14 µg/l	7,1	6,4	0,77	-6,33	0,19	0,23	0,026
Koppar (Cu)	10 µg/l	12,5	13,5	3,25	-9,25	0,33	0,46	0,11
Zink (Zn)	30 µg/l	20	60,5	6,5	-13,5	0,52	2,1	0,22
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,55	5,55	0,97	-0,58	0,04	0,19	0,033
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,008	0,019	0,0063	-0,0017	0,0002	0,0006	0,00021
PBDE*	-*** [8]	0,015	0,015	0,0027	-0,0123	0,0004	0,0005	0,000089
Oljeindex	1 000 µg/l	200	425	25	-175	5,3	14,5	0,88
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0063	0,029	0,005	-0,0013	0,00017	0,00099	0,00018
Totalfosfor**	50 µg/l [9]	140	165	30,5	-109,5	3,8	5,7	1
Totalkväve	1 250 µg/l	3 450	1 300	645	-2 805	90,5	45,5	22,5
Suspenderat material	25 mg/l	97,5	35	5	-92,5	2 550	1 185	170

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Löftaån enligt VISS (2020a).
** Bedömningsgrund för måttlig klassning av ekologisk status i Löftaån enligt VISS (2020a).
*** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

[8] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i inlandsytvatten uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,14 µg/l (HVMFS 2019:25).
[9] Gränsvärde i ytvattenförekomsten enligt VISS (2020a) är 35 µg/l.

Tabell 7-20. Uppskattning av de totala föroreningshalter och mängder som når Vändelsöarkipelagen innan och efter exploatering samt efter rening.

	Koncentrationer					Mängder [kg/år]		
Ämne/Parameter	**Riktvärde**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Efter rening**	**Tillskott**	**Innan exp.**	**Efter exp.**	**Efter rening**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,4	5,35	0,57	-1,83	0,11	0,39	0,038
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,11	0,74	0,12	+0,01	0,005	0,054	0,0051
Bly (Pb)	14 µg/l	7	6,9	0,62	-6,38	0,34	0,51	0,031
Koppar (Cu)	10 µg/l	12,5	14,5	3,2	-9,3	0,58	1,05	0,15
Zink (Zn)	30 µg/l	19,5	66	8,2	-11,3	0,97	4,85	0,34
Nickel (Ni)	40 µg/l	1,6	6,2	0,78	-0,82	0,07	0,45	0,04
Kvicksilver (Hg)*	0,05 µg/l	0,0097	0,022	0,0063	-0,0034	0,00034	0,0015	0,0003
TBT*	0,001 µg/l	0,0017	0,012	0,001	-0,0007	0,00008	0,00087	0,00006
PBDE*	-** [10]	0,015	0,015	0,0014	-0,0136	0,00074	0,0011	0,00008
Oljeindex	1 000 µg/l	215	475	25	-190	9,4	34,75	1,8
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0064	0,032	0,005	-0,0014	0,0003	0,0024	0,00037
Totalfosfor	50 µg/l	140	170	37	-103	6,9	12,65	1,8
Totalkväve	1 250 µg/l	3 400	1 350	510	-2 890	165	98	34
Suspenderat material	25 mg/l	98	39	4,1	-93,9	4 750	2 835	235

* Prioriterat ämne för dålig kemisk statusbedömning av Vändelsöarkipelagen enligt VISS (2020b).
** Saknas riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning (2013).

För att uppnå god ekologisk status i Löftaån måste bland annat halten av totalfosfor minska. Diffusa källor som har en betydande påverkan på åns ekologiska och kemiska status utgörs av bland annat jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition. Eftersom en del jordbruksmark kommer att exploateras och göras till industrimark bedöms att halterna av näringsämnen alstrade av just jordbruk kommer att minska. Rening av dagvatten inom planområde ska säkerställa att inga ytterligare näringsämnen tillförs recipienten och inga enskilda avlopp kommer att förekomma inom området.

De prioriterade ämnen som orsakar dålig kemisk status är PBDE samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Höga halter av båda ämnen beror främst på atmosfärisk deposition

[10] Gränsvärde för maximal tillåten koncentration i andra ytvatten (bland annat kustvatten) uppgår enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift till 0,014 µg/l (HVMFS 2019:25).

vilken är svår att påverka. Överlag bedöms det att så länge adekvat rening av dagvatten sker inom planområde så bidrar inte projektet med någon ytterligare försämring av Löftaåns status utan snarare till dess förbättring. Med de förslag på reningsanordningar som getts i kapitel 7.6 har beräkningar i StormTac visat att halterna av samtliga förekommande föroreningsämnen i utgående dagvatten från planområdet ligger under riktvärdena enligt Göteborgs Stads miljöförvaltning.

För Vändelsöarkipelagen bedöms att aktuellt projekt har en mycket liten inverkan på recipientens status och att adekvat rening av dagvatten är ett litet steg mot dess förbättring. Även här visar beräkningarna enligt tidigare kapitel att rening av samtliga förekommande föroreningsämnen är tillräcklig för att hamna under riktvärdena. Ekologisk status är bestämd med hänsyn till parametern bottenfauna och ingen klassning för näringsämnen är gjord, varför heller ingen ekologisk kvot kan beräknas. Överlag förväntas stor och snabb spädning av dagvattnet från planområdet då (och om) det når kusten.

Ekologisk status i Löftaån är bestämd med hänsyn till kiselalger, fisk och näringsämnen. Referenshalt för beräkning av den ekologiska kvoten i Löftaån är 17 µg/l och enligt VISS (2020a) är medelvärdet av total-fosfor i vattendraget 47 µg/l vilket ger en nuvarande ekologisk kvot på 0,37. För att uppnå god status behöver halten i vattenförekomsten minska till 35 µg/l.

För bedömning av exploateringens påverkan på den ekologiska kvoten i Löftaån har spädningsberäkningar genomförts. Beräknat flöde för dagvatten samt beräknad fosforhalt i dagvattnet från planområdet jämförs mot halten och flödet i Löftaån. Med beräknad fosforhalt i dagvattnet åsyftas det totala bidraget av fosfor till Löftaån (från planområdet) och inte enbart den förändring som sker till följd av exploatering.

Länsstyrelsen i Halland har en provtagningsplats i Löftaån där provtagning görs en gång i månaden och under 2020 var medelhalten i Löftaån 39,9 µg/l. Detta ger en nuvarande ekologisk kvot på 0,43.

Flödesstatistik (1981 – 2010) enligt SMHI:s vattenwebb påvisar en medelhögvattenföring i Löftaån på 19 900 l/s. Flödet multiplicerat med den uppmätta halten fosfor (39,9 µg/l) ger ett föroreningsflöde på 794 mg/s. Den totala mängden fosfor från planområdet efter exploatering ligger enligt Tabell 7-19 på 30,5 µg/l vilket multiplicerat med största tillåtna utflöde (296 + 301 l/s) ger ett föroreningsflöde på cirka 18 mg/s. Det totala bidraget av fosfor i dagsläget uppgår till 140 µg/l (Tabell 7-19) multiplicerat med största tillåtna utflöde, 296 + 301 l/s, vilket motsvarar cirka 83,6 mg/s och som alltså är mycket större än efter exploatering.

Medelhögvattenföringen används som jämförelse eftersom största tillåtna utflöde från planområde också sker vid hög vattenföring (10-årsregn).

Med det totala bidraget av fosfor från planområdet efter exploateringen blir medelhalten av fosfor i Löftaån 39,6 µg/l vilket fortfarande ger en ekologisk kvot på 0,43. Planområdet har alltså inte bidragit till att förvärra situationen i Löftaån utan snarare förbättrat den

något, vilket även framgår av Tabell 7-21 och vid jämförelse med föroreningsflödet i dagsläget, 83,6 mg/s.

Tabell 7-21. Fosforhalt i Löftaån innan och efter tillskott från planområde.

	Recipienthalt [µg/l]	Beräknad dagvattenhalt [µg/l]	Halt i recipient med bidrag från planområde [µg/l]
Fosfor i Löftaån	39,9	30,5	39,6

8 Skyfallsanalys

En förenklad skyfallsanalys har gjorts genom att jämföra volymen av ett 100-årsregn med den volym som fördröjningsåtgärderna dimensioneras för. För skyfallsanalysen har följande antaganden gjorts:

- Analysen begränsas till projektområdets gränser. I det teoretiska fallet tar sig inget vatten varken in eller ut genom projektområdesgränsen utan analysen görs endast för vatten inom planområde.
- Inget vatten infiltrerar i mark. Den överskottsvolym av dagvatten som bildas vid ett 100-årsregn, jämfört med den volym som ryms i damm, utgör översvämningsvolymen som hamnar ovan mark.
- Uppskattad översvämningssituation uppstår då ledningssystem och flödesutjämningsmagasin är fulla.

8.1 Delområde 1

Dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn är beräknad för ett regn med varaktighet 24 timmar. Om fördröjningsåtgärder inom delområde enbart dimensioneras för att fördröja erforderlig volym vid ett 10-årsregn fås en översvämningsvolym enligt Tabell 8-1 nedan, vilket alltså är den ”extra” dagvattenvolym som alstras inom denna del av planområdet vid ett 100-årsregn.

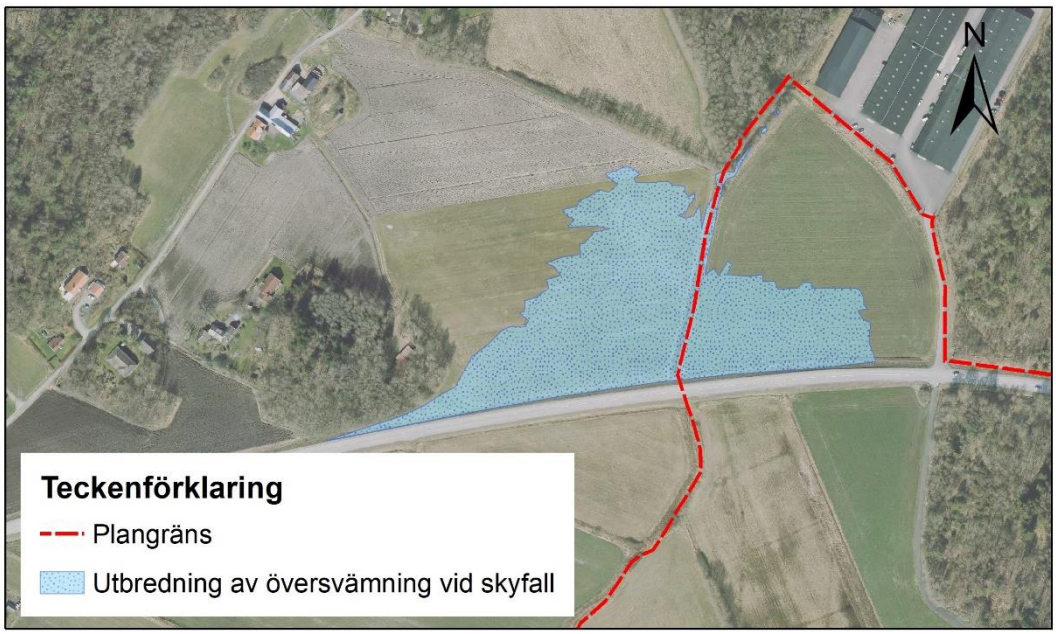
Tabell 8-1. Beräknad översvämningsvolym inom delområde 1 vid ett 100-årsregn.

Erforderlig fördröjningsvolym [m^3]	Volym vid 100-årsregn [m^3]	Översvämningsvolym 1 [m^3]
1 250	4 180	2 930

Om endast erforderlig volym fördröjs inom delområde kan fås en översvämningssituation enligt Figur 8-1 där vattennivån uppgår till +13,42 m. Denna situation baseras dock på att utflöde från område fortfarande är begränsat till 2 l/(s, ha), vilket i verkligheten inte stämmer eftersom det i dagsläget sker en bräddning till dikningsföretaget då dagvattenflödena ökar. För att uppnå den situation som visas i Figur 8-1 skulle strypt utflöde till dikningsföretaget behöva säkerställas genom att bräddning förhindras, till exempel genom att bygga en vall mellan planområde och dikningsföretag.

Det är rimligt att vid skyfall få lov att släppa mer vatten till dikningsföretaget, att brädda. Den beräknade vattennivån vid översvämning kommer då att sjunka och dess utbredning inom planområdet kommer att bli mindre, beroende på hur mycket dagvatten som kan flöda ut ur området. Då avrinningsområde uppströms är mycket stort finns en risk att området ändå kommer att drabbas av översvämning vid kraftiga regn.

Om utflöde från område stryps till 2 l/(s, ha), samt om bräddning till dikningsföretag förhindras, bör färdiga golvnivåer inom översvämningens utbredningsområde inte ligga lägre än +13,42 m. Detta är dock ett ytterst teoretiskt utfall som inte är speciellt troligt då bräddning med största sannolikhet sker till dikningsföretag.



Figur 8-1. Översvämningssituation inom delområde 1 om fördröjning enbart dimensioneras för erforderlig volym och utflöde från område stryps efter dikningsföretagets restriktioner.

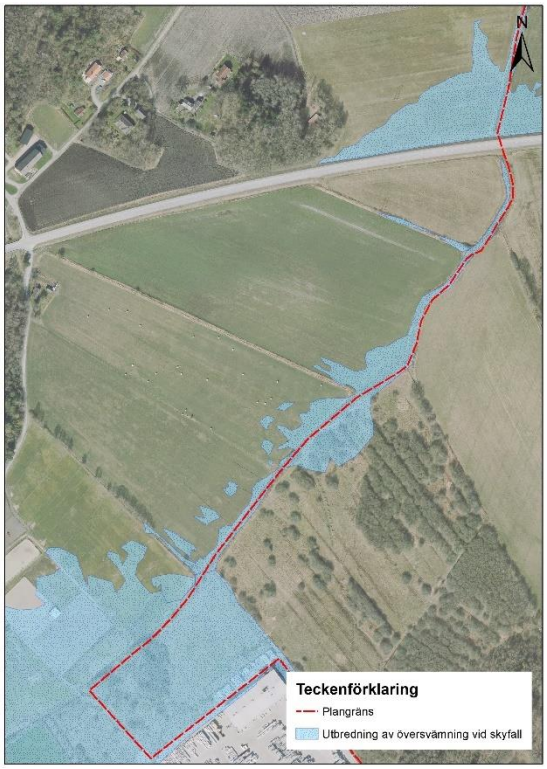
8.2 Delområde 2

Dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn är beräknad för ett regn med varaktighet 24 timmar. Om fördröjningsåtgärder inom delområde enbart dimensioneras för att fördröja erforderlig volym vid ett 10-årsregn fås en översvämningsvolym enligt Tabell 8-2 nedan, vilket alltså är den ”extra” dagvattenvolym som alstras inom denna del av planområdet vid ett 100-årsregn.

Tabell 8-2. Beräknad översvämningsvolym inom delområde 2 vid ett 100-årsregn.

Erforderlig fördröjningsvolym [m^3]	Volym vid 100-årsregn [m^3]	Översvämningsvolym 1 [m^3]
7 315	17 700	10 385

Om endast erforderlig volym fördröjs inom delområde fås en översvämningssituation enligt Figur 8-2 där vattennivån uppgår till +12,24 m. Liksom för delområde 1 baseras dock denna situation på att utflöde från område fortfarande är begränsat till dikningsföretagets restriktioner och att utflöde från planområdet förhindras vid dess gränser, varför en så stor yta i dess sydvästra hörn blir översvämmad. I denna figur har inte heller någon hänsyn tagits till den genomgående väg som planeras genom området, vilken kommer att fungera som en barriär som förhindrar en del dagvatten från att nå de norra delarna och därför istället troligen kommer att rinna mot dike i söder. En extra dagvattenåtgärd här, runt området med luftledningen, kan därför avhjälpa en del problem som kan uppstå vid skyfall. Detta område är dessutom i dagsläget utpekat som ett våtmarksområde (Norconsult 2015) där effektiv rening av dagvatten kan ske.



Figur 8-2. Översvämningssituation inom delområde 2 om fördröjning enbart dimensioneras för erforderlig volym och utflöde från område stryps efter dikningsföretagets restriktioner.

I dagsläget, vid skyfall, sker en bräddning till dikningsföretaget då dagvattenflödena ökar och om inte bräddning aktivt förhindras (genom till exempel att bygga en vall) så kommer bräddning att ske även efter exploatering av planområdet. Det är då troligt att mer dagvatten flödar i dikningsföretaget vilket därför minskar utbredningen av översvämningen. I verkligheten är inte heller plangränsen en ”ogenomtränglig barriär” som förhindrar vatten från att lämna planområdet utan vatten på ytan kommer att rinna åt sydväst. Om inte bräddning av dike i delområdets sydvästra gräns förhindras kommer dagvatten vid skyfall att påverka nedströms industriområde.

Det är rimligt att vid skyfall få lov att släppa mer vatten till dikningsföretaget, att brädda. Den beräknade vattennivån vid översvämning kommer då att sjunka och dess utbredning inom planområdet kommer att bli mindre, beroende på hur mycket dagvatten som kan flöda ut ur området. Inom delområdet kan dock finnas utrymme att fördröja mer dagvatten än erforderlig volym vid ett 10-årsregn. Om så önskas kan den totala dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn fördröjas inom planområdet och således förhindra att tillåtet flöde i dikningsföretag överskrids. För att säkerställa detta måste då trummor under den genomgående vägen genom planområdet dimensioneras så att allt dagvatten vid skyfall kan rinna igenom och att det inte dämmer.

Om utflöde från område stryps till 2 l/(s, ha), samt om bräddning till diken förhindras, bör färdiga golvnivåer inom översvämningens utbredningsområde inte ligga lägre än den beräknade nivån på +12,24 m.

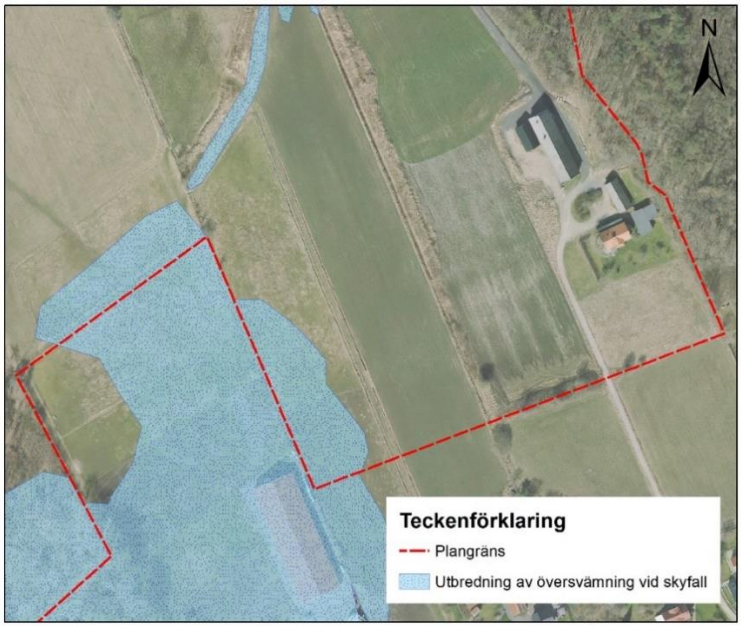
8.3 Delområde 3

Dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn är beräknad för ett regn med varaktighet 45 minuter då detta värde ger den största volymen. Beräkningen förutsätter att tillåtet utflöde från område är det som gäller för naturmark av aktuell storlek, alltså 17 l/(s, ha). Om fördröjningsåtgärder inom delområde enbart dimensioneras för att fördröja erforderlig volym vid ett 10-årsregn fås en översvämningsvolym enligt Tabell 8-3 nedan, vilket alltså är den ”extra” dagvattenvolym som alstras inom denna del av planområdet vid ett 100-årsregn.

Tabell 8-3. Beräknad översvämningsvolym inom delområde 3 vid ett 100-årsregn.

Erforderlig fördröjningsvolym [m³]	Volym vid 100-årsregn [m³]	Översvämningsvolym 1 [m³]
790	2 430	1 640

Om endast erforderlig volym fördröjs inom delområde fås en översvämningssituation enligt Figur 8-3 där vattennivån uppgår till +12,08 m. I verkligheten sluttar dock marken åt söder så vid skyfall, när dagvattendammen bräddas, kommer vatten att rinna åt söder ut ur planområdet. Om vatten förhindras att brädda ut ur planområdet och istället bräddar inom planområdet fås en situation enligt Figur 8-3 och färdiga golvnivåer inom delområde 3 bör då inte anläggas lägre än +12,08 m. Inom delområdet kan dock finnas utrymme att fördröja mer dagvatten än erforderlig volym vid ett 10-årsregn. Om så önskas kan den totala dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn fördröjas inom planområdet och således förhindra stora flöden orsakar skada utanför planområde nedströms, här krävs dock en avvägning av åtgärdens nytta mot dess kostnad.



Figur 8-3. Översvämningssituation inom delområde 3 om bräddning från dagvattendamm sker in mot planområde istället för ut från planområde.

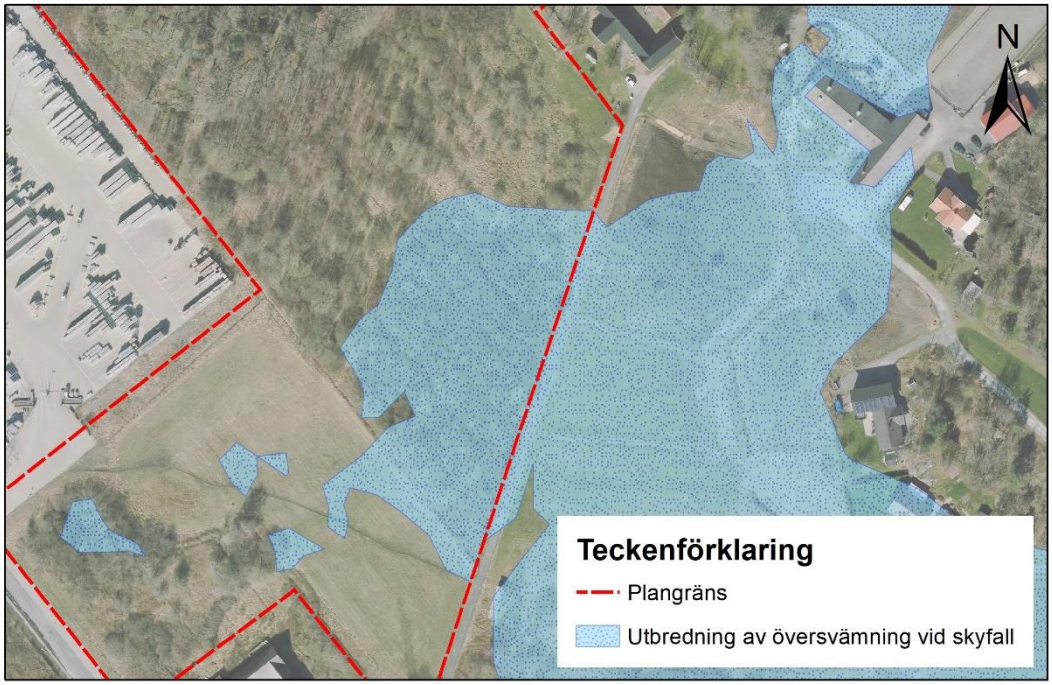
8.4 Delområde 4

Dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn är beräknad för ett regn med varaktighet 2 timmar då detta värde ger den största volymen. Beräkningen förutsätter att tillåtet utflöde från område är det som gäller för naturmark av aktuell storlek, alltså 17 l/(s, ha). Om fördröjningsåtgärder inom delområde enbart dimensioneras för att fördröja erforderlig volym vid ett 10-årsregn fås en översvämningsvolym enligt Tabell 8-4 nedan, vilket alltså är den ”extra” dagvattenvolym som alstras inom denna del av planområdet vid ett 100-årsregn.

Tabell 8-4. Beräknad översvämningsvolym inom delområde 4 vid ett 100-årsregn.

Erforderlig fördröjningsvolym [m³]	Volym vid 100-årsregn [m³]	Översvämningsvolym 1 [m³]
600	1 670	1 070

Om endast erforderlig volym fördröjs inom delområde fås en översvämningssituation enligt Figur 8-4 där vattennivån uppgår till +11,33 m. I verkligheten sluttar dock marken åt sydöst så vid skyfall, när dagvattendammen bräddas, kommer vatten att rinna åt sydöst ut ur planområde. Om vatten förhindras att brädda ut ur planområde och istället bräddar inom planområde fås en situation enligt Figur 8-4 och färdiga golvnivåer inom delområde 3 bör då inte anläggas lägre än +11,33 m.



Figur 8-4. Översvämningssituation inom delområde 4 om bräddning från dagvattendamm sker in mot planområde istället för ut från planområde.

8.5 Uppströms och nedströms påverkan

Vid händelse av skyfall påverkas framförallt delområde 1 i hög grad av vatten från uppströms avrinningsområde. De dagvattenflöden som kommer uppströms ifrån är troligtvis mycket stora (till följd av områdets storlek) och att avleda hela denna mängd vatten utanför planområde kan bli både kostsamt och komplicerat. Om dagvatten uppströms ifrån flödar in i planområde bör detta också tillåtas flöda ut ur planområde för att minska riskerna för att skador ska uppstå på konstruktioner inom planområdet. Det bör alltså inte eftersträvas att bygga någon typ av vall för att förhindra bräddning mot dikningsföretag då dagvattendamm svämmar över, däremot bör det övervägas att överdimensionera denna damm för att ta höjd för extrema regnevent.

För delområde 2 finns inget uppströms avrinningsområde som påverkar planområdet. Allt dagvatten inom planområdet är det som alstras här. Möjlighet finns att fördröja mer dagvatten än det som erfordras enligt P110 och genom att göra detta kan eventuell negativ påverkan nedströms planområde undvikas.

För delområde 3 ska redan mycket av uppströms genererat dagvatten fördröjas inom planområde (det för dimensionerande 10-årsregn). Vid skyfall kan det därför anses att rekommenderad dagvattendamm redan är överdimensionerad och därför minskar den påverkan nedströms som skulle ha blivit om damm endast fördröjde dagvatten alstrat inom planområde. För att begränsa ytterligare belastning av föroreningar till recipienten Löftaån kan det övervägas att överdimensionera dagvattendamm ytterligare så att mer avskiljning av partiklar hinner ske.

Uppströms avrinningsområde till delområde 4 består i hög grad av hårdgjord yta på industriell mark. Vid skyfall finns risk för att många föroreningar transporteras med dagvatten in till planområde och vidare mot recipient. Genom att överdimensionera dagvattendamm ges möjlighet för fler partiklar att sedimentera och avskiljas från dagvattnet, vilket medför en mindre belastning på nedströms recipient, Löftaån.

8.6 Slutsats

Samtliga figurer i detta kapitel visar läget om dagvatten endast tillåts att flöda ut ur område enligt de specificerade utflöden som finns för varje delområde. En jämförelse med Figur 4-4 (vattenansamlingar vid kraftiga regn) visar dock på att det i dagsläget inte ansamlas mycket vatten alls inom planområde utan att det snarare rinner ut ur området. Det finns alltså inte många lågpunkter där vatten riskerar att fastna och de som finns bör kunna avhjälpas med justering av mark vid exploatering. Rimligtvis bör då samma situation gälla för planområde efter exploatering, med den skillnaden att en viss justering av marknivåerna ändrar riktningen för åt vilket håll dagvattnet ovan mark kommer att rinna.

En snabb kontroll av flödesvägar vid skyfallsregn i SCALGO visar också på att vattnet har relativt fri väg till recipient. Genom avledning via befintliga diken undviks att större mängder vatten fastnar i omgivande lågpunkter och exploateringen kommer således inte att orsaka nämnvärda problem nedströms beträffande flöden och volymer, däremot kan den mer ”direkta” avledningen innebära snabbare transport av eventuella föroreningar till recipient.

Om samtliga dagvattenanläggningar inom planområde dimensioneras för att även kunna hantera dagvattenvolymerna (eller del av) vid skyfall så bör det inte kunna hävdas att exploateringen på något sätt förvärrar den situation som i dagsläget uppstår vid skyfall.

I Figur 4-1 återges de naturliga flödesvägarna då vatten rinner ovan mark. För delområde 1, 3 och 4 bör eftersträvas att stråk utmed dessa flödesvägar anpassas för att möjliggöra för dagvatten att på ett säkert sätt rinna vid skyfall, så att inte omkringliggande byggnader skadas. Detta kan göras genom att stråket sänks eller att omkringliggande mark höjs. För delområde 2 bör det säkerställas att stråk inom eller mellan fastigheter möjliggör säkra rinnvägar där dagvatten vid skyfall kan flöda utan att skada uppstår på fastigheterna.

Den reningseffekt i dagvattenanläggningarna som beräknats tidigare i kapitel 7.6 är beräknad för maximalt tillåtet utflöde från respektive delområde, alltså anpassad för att rening av dagvatten ska vara fullgod vid regnevent upp till och med dimensionerande regnhändelse. Vid kraftigare regn som överstiger den dimensionerande regnhändelsen kommer inte dammarna att ha kapacitet nog att hålla allt vatten och de kommer då att brädda vilket innebär att vatten lämnar dammarna innan det hunnit renas tillräckligt. Hur mycket vatten som bräddar beror på storleken på regnet men ju mer vatten det rör sig om desto mindre rening kommer att ske då omsättningstakten i dammarna är stor.

Delområde 1 och 2 bräddar till dikningsföretag och via diket har vattnet en relativt fri väg till recipienten Vändelsöarkipelagen. Vid skyfall finns en risk att tillfälligt höga halter av föroreningar från planområdet når kustvattnet, dock sker vid kusten en snabb omblandning av vattnet med de stora havsvolymerna och planområdet utgör dessutom endast en mycket liten del av det totala avrinningsområde som rinner till recipienten.

Delområde 3 och 4 bräddar till omgivande mark. Marken runt dagvattendammarna skulle kunna sänkas något för att skapa en översvämningsyta där vatten kan bli stående vid kraftiga regn, dock skulle detta innebära att dammarna måste anläggas djupare vilket kanske inte är möjligt med hänsyn till grundvattennivån. Vid skyfall minskar reningseffekten i dammarna eftersom uppehållstiden blir kort då bräddning sker. Detta innebär i sin tur att högre föroreningshalter tillfälligt kan förekomma i dagvattnet som lämnar planområdet och som riskerar att påverka recipienten, Löftaån. Löftaån ligger dock cirka 600 meter söder om planområdet och innan dagvattnet når dit rinner det över naturmark och vegetation som tills viss del både fördröjer flödet och renar vattnet. En del av dagvattnet kommer att hinna infiltrera innan det når recipienten och en del föroreningar kommer att hinna sedimentera eller fastna längs vägen.

9 Kostnadsbedömning

En väldigt översiktlig bedömning av investerings- samt drift- och underhållskostnaden för föreslagna dagvattenåtgärder har tagits fram med hjälp av KP Fakta. Deras programvara KP System tillhandahåller underlag för kostnadsberäkning av mark- och anläggningsarbete och uppdateras kontinuerligt baserat på verkliga kostnader, inte bara för material utan också för arbete. De à-priser som använts för kostnadsbedömning inom aktuellt projekt presenteras i Tabell 9-1 och har valts utifrån antaganden om planområdets förutsättningar.

Tabell 9-1. À-priser för mark- och anläggningsarbete (KP System).

Arbete	À-pris
Djupgrävning, schakt 1,0 m, schaktklass 3	15 kr/m^3
Djupgrävning, schakt 2,0 m, schaktklass 3	12 kr/m^3
Masstransport lastbil, bra byggväg, 11 km	55 kr/m^3
Dräneringsledning, djup: 0,6 m	292 kr/m
Gräsyta klass 2, 15 cm jord, sträcka > 200 m	132 kr/m^2
Gräsklippning > 2 000 m^2	15 kr/(m^2, år)
Vårstädning naturmark	182 kr/m^2
NB BTG 1 000 mm	34 250 kr/st

9.1 Investeringskostnad för dagvattenåtgärder

Investeringskostnaden för dagvattenåtgärder har uppskattats för anläggningar med utformning enligt förslag i kapitel 7.6. Uppskattningen är gjord endast för anläggningen och inte för hela systemet med ledningar och anslutningar till anläggningen. För kostnadsbedömningen har inte heller gjorts några antaganden för antalet komponenter i systemet så som ventiler då priset på dessa varierar stort med typ och dimension. För att kunna göra en rimlig kostnadsbedömning av dessa delar krävs en förprojektering av dagvattensystemen där ingående komponenter och ledningslängder kan antas.

9.1.1 Delområde 1

Anläggning enligt förslag i tidigare kapitel utgörs av en torr damm med kapacitet att fördröja 1 250 m^3 dagvatten följt av en damm med permanent vattenspegel för rening.

För den torra dammen har antagits en bottenbredd på 17 meter, ett djup på 0,5 meter, en släntlutning på 1:6 samt en total längd på 125 meter. Detta ger en total yta om 2 875 m^2

som vid torra perioder utgörs av en gräsyta som behöver underhållas i form av bland annat gräsklippning. En dräneringsledning har antagits installeras i botten av dammen för uppsamling av dagvatten vid lägre flöden.

För erforderlig rening bör damm med permanent vattenspegel utformas med en total bredd på 8,5 meter och en längd på 41 meter. Med ett vattendjup på 0,5 meter blir erforderlig permanent vattenvolym 100 m^3 som behöver schaktas ur vid anläggning av dammen. Total yta för damm omfattar 340 m^2.

För anläggningen har räknats med tre nedstigningsbrunnar – en vid inlopp till torr damm, en mellan torr damm och damm med permanent vattenspegel samt en utloppsbrunn efter damm med permanent vattenspegel.

Bedömda investeringskostnader för anläggning av dammar presenteras i Tabell 9-2.

Tabell 9-2. Uppskattad investeringskostnad för dagvattenanläggning inom delområde 1.

	Mängd	**Kostnad [SEK]**
Jordschakt 1 m, torr damm	1 250 m^3	18 750
Jordschakt 1 m, våt damm	100 m^3	1 500
Masstransport, torr damm	1 250 m^3	68 750
Masstransport, våt damm	100 m^3	5 500
Dräneringsledning, torr damm	125 m	36 500
Grässådd	2 875 m^2	379 500
NB 1 000 mm	3 st	102 750
Summa		**613 250**

9.1.2 Delområde 2

Anläggning enligt förslag i tidigare kapitel utgörs av tre dammar med permanent vattenspegel vilka ligger i serie. Med permanent vattenyta har dammarna ett djup på cirka 0,5 meter men för erforderlig fördröjningskapacitet erfordras ett totalt djup på cirka 1,5 meter så att vattenytan tillfälligt kan tillåtas stiga. De dammar som föreslagits har en ungefärlig längd på 125 meter och en total bredd på cirka 38 meter vardera. Var och en av dammarna kan fördröja 2 500 m^3 dagvatten och håller en permanent volym på cirka 1 200 m^3.

Det har antagits att totalt fyra nedstigningsbrunnar erfordras för in- och utlopp för systemet i sin helhet samt mellan dammarna. Bedömda investeringskostnader för anläggning av dammar presenteras i Tabell 9-3.

Tabell 9-3. Uppskattad investeringskostnad för dagvattenanläggning inom delområde 2.

	Mängd	Kostnad [SEK]
Jordschakt 2 m	11 100 m^3	133 200
Masstransport	11 100 m^3	610 500
NB 1 000 mm	4 st	137 000
Summa		**880 700**

9.1.3 Delområde 3

Anläggning enligt förslag i tidigare kapitel utgörs av två dammar med permanent vattenspegel vilka ligger i serie. Med permanent vattenyta har dammarna ett djup på cirka 0,5 meter men för erforderlig fördröjningskapacitet erfordras ett totalt djup på cirka 0,9 meter så att vattenytan tillfälligt kan tillåtas stiga. De dammar som föreslagits har en ungefärlig längd på 70 meter och en total bredd på cirka 20 meter vardera. Var och en av dammarna kan fördröja 400 m^3 dagvatten och håller en permanent volym på 250 m^3.

Det har antagits att totalt tre nedstigningsbrunnar erfordras för in- och utlopp för systemet i sin helhet samt mellan dammarna. Bedömda investeringskostnader för anläggning av dammar presenteras i Tabell 9-4.

Tabell 9-4. Uppskattad investeringskostnad för dagvattenanläggning inom delområde 3.

	Mängd	Kostnad [SEK]
Jordschakt 1 m	1 300 m^3	19 500
Masstransport	1 300 m^3	71 500
NB 1 000 mm	3	102 750
Summa		**193 750**

9.1.4 Delområde 4

Anläggning enligt förslag i tidigare kapitel utgörs av två dammar med permanent vattenspegel vilka ligger i serie. Med permanent vattenyta har dammarna ett djup på cirka 0,5 meter men för erforderlig fördröjningskapacitet erfordras ett totalt djup på cirka 1 meter så att vattenytan tillfälligt kan tillåtas stiga. De dammar som föreslagits har en ungefärlig längd på 50 meter och en total bredd på cirka 20 meter vardera. Var och en av dammarna kan fördröja 300 m^3 dagvatten och håller en permanent volym på 170 m^3.

Det har antagits att totalt tre nedstigningsbrunnar erfordras för in- och utlopp för systemet i sin helhet samt mellan dammarna. Bedömda investeringskostnader för anläggning av dammar presenteras i Tabell 9-5.

Tabell 9-5. Uppskattad investeringskostnad för dagvattenanläggning inom delområde 4.

	Mängd	Kostnad [SEK]
Jordschakt 1 m	940 m^3	14 100
Masstransport	940 m^3	51 700
NB 1 000 mm	3	102 750
Summa		**168 550**

9.2 Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar

Som underhållsåtgärd för torr damm bedöms endast gräsklippning vara en återkommande, nödvändig åtgärd för att bevara dammens funktion. Om föroreningsbelastningen är stor kan marken behöva saneras från avskilda partiklar men detta sker då endast en gång vart femte till tionde år ungefär, beroende på föroreningsmängder och typer. För damm med permanent vattenspegel krävs att skräp och sediment vid in- och utlopp rensas bort regelbundet samt att vegetationsutveckling och erosionsskador kontrolleras med jämna mellanrum, detta för att tidigt kunna sätta in åtgärder om dammens kapacitet och funktion försämras. Till de mer sällan återkommande underhållsåtgärderna hör avlägsnande av bottensediment. Hur ofta detta måste avlägsnas beror på föroreningsbelastningen och rutiner för mätning av tjocklek på sedimenten bör sättas in.

Den uppskattade kostnaden för drift och underhåll baseras på uppgifter från KP System och presenteras i Tabell 9-6. De uppgifter som är relevanta berör dock endast städning och underhåll av gräsytor och naturmark vilket endast är direkt applicerbart på delområde 1 där det finns en torr, gräsbeklädd damm. Det saknas uppgifter om underhållskostnader för dagvattendammar likt beskrivet ovan och för beräkningarna används därför kostnaden för vårstädning av naturmark. Kostnaden bedöms för underhåll av dammarnas permanenta vattenytor men om endast rensning/städning av in- och utlopp erfordras så bör kostnaden minska.

Tabell 9-6. Uppskattad drift- och underhållskostnad för samtliga föreslagna dagvattenanläggningar.

	Yta [m^2]	Kostnad [SEK]
Delområde 1, torr damm	2 875	43 125
Delområde 2, våt damm	340	61 880
Delområde 2	8 100	1 474 200
Delområde 3	1 480	269 360
Delområde 4	960	174 720
Summa		**2 023 285**

10 Globala hållbarhetsmål

Sweco strävar efter att hjälpa våra kunder att efterleva FN:s 17 Globala Hållbarhetsmål. I detta uppdrag ser vi att projektet har beaktat följande mål:

	6.3 Till 2030 förbättra vattenkvaliteten genom att minska föroreningar, stoppa dumpning och minimera utsläpp av farliga kemikalier och material, halvera andelen obehandlat avloppsvatten och väsentligt öka återvinningen och en säker återanvändning globalt.	Genom att rena dagvatten förhindrar vi att föroreningar når till våra sjöar, vattendrag och grundvatten. Både för att förhindra att förorena våra nuvarande och framtida dricksvattentäkter, men även för att skydda vattenlevande djur och växter.
	13.1 Stärka motståndskraften mot och förmågan till anpassning till klimatrelaterade faror och naturkatastrofer i alla länder.	Dagvattenhanteringen bidrar till att öka samhällets motstånds-kraft vid häftiga skyfall och anpassning till ett förändrat klimat. Detta genom att redovisa lösningar på hur dagvattnet kan hanteras på ett tryggt och säkert sätt.
	15.9 Senast 2020 integrera ekosystemens och den biologiska mångfaldens värden i nationella och lokala planerings- och utvecklingsprocesser, strategier för fattigdomsminskning samt räkenskaper.	Vi har i projektet undersökt möjligheten att använda ekosystemtjänster vid projektering av dagvattenrening då detta skulle främja både oss människor och andra organismer.

11 Litteraturförteckning

Göteborgs Stad (2013). *Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten.* Reviderad 2013:10. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800_R_2013_10.pdf?MOD=AJPERES [2020-05-18]

Kungsbacka Kommun (2012). *Dagvatten – Policy och riktlinjer.*

Lantbruksnämnden i Hallands län (1962). *Handlingar angående Borekulla-Sintorps dikningsföretag av år 1962 i Landa socken, Hallands län.*

Norconsult (2015). *Rya 3:77, Frillesås*. Dagvattenutredning för vidare planarbete.

Norconsult (2020a). *Geoteknisk undersökning, Kungsbacka – Frillesås-Rya 3:77 mfl.* Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik (MUR/Geo). Version 1.1.

Norconsult (2020b). *Geoteknisk utredning - Frillesås-Rya 3:77 m. fl..* PM Geoteknik. Version 1.1.

Stockholm Vatten och Avfall (2017). *Dagvattenanläggningar.* https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek/dokument-om-dagvatten/anlaggningsbeskrivningar/ [2020-06-18].

Svenskt Vatten (2001). *Publikation VAV P83.* Allmänna vattenledningsnät – Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning.

Svenskt Vatten (2016). *Publikation P110 Del 1*. Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

VISS (2020a). *Löftaån (Mynningen-Kullagärdsbäcken).* https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA57645288 [2020-05-14].

VISS (2020b). *Vändelsöarkipelagen.* https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA34827948 [2020-05-14].

Bilaga 1 – Delavrinningsområden, ytfördelning innan exploatering

Typ av yta	Area [ha]	φ [-]	Red.area [ha]
Delområde 1			
Grönområde	3,1	0,1	0,3
Grus		0,4	
Asfalt	0,2	0,8	0,1
Tak		0,9	
Summa	**3,2**		**0,4**
Delområde 2			
Grönområde	1,8	0,1	0,2
Grus		0,4	
Asfalt		0,8	
Tak		0,9	
Summa	**1,8**		**0,2**
Delområde 3			
Grönområde	4,6	0,1	0,5
Grus		0,4	
Asfalt	0,1	0,8	0,1
Tak		0,9	
Summa	**4,7**		**0,6**
Delområde 4			
Grönområde	24,5	0,1	2,5
Grus	0,4	0,4	0,2
Asfalt	0,2	0,8	0,1
Tak	0,1	0,9	0,1
Summa	**25,2**		**2,8**
Delområde 5			
Grönområde	5,0	0,1	0,5
Grus		0,4	
Asfalt		0,8	
Tak		0,9	
Summa	**5,0**		**0,5**

Bilaga 2 – Delavrinningsområden, ytfördelning efter exploatering (situation 1)

Typ av yta	Area* [ha]	Area** [ha]	φ [-]	Red.area* [ha]	Red.area** [ha]
Delområde 1					
Väg	0,3	0,3	0,8	0,26	0,26
Natur	0,9	97,8	0,1	0,09	9,78
Fastighet					
Tak	1,2	4,6	0,9	1,09	4,15
Asfalt	0,6	1,3	0,8	0,48	1,04
Genomsläpplig yta	0,2	0,2	0,1	0,02	0,02
Summa	**3,2**	**104,6**		**1,9**	**15,25**
Delområde 2					
Väg	1,1		0,8	0,88	
Natur	4,7		0,1	0,47	
Fastighet					
Tak	4,1		0,9	3,68	
Asfalt	2,0		0,8	1,64	
Genomsläpplig yta	0,7		0,1	0,07	
Summa	**12,6**			**6,7**	
Delområde 3					
Väg	0,3	0,4	0,8	0,21	0,29
Natur	4,3	13,0	0,1	0,43	1,3
Fastighet					
Tak	9,6	9,6	0,9	8,61	8,61
Asfalt	4,8	4,8	0,8	3,83	3,83
Genomsläpplig yta	1,6	1,6	0,1	0,16	0,16
Summa	**20,5**	**29,3**		**13,2**	**14,19**
Delområde 4					
Väg	0,3	0,3	0,8	0,25	0,25
Natur	1,4	5,8	0,1	0,14	0,58
Fastighet					
Tak	2,0	3,2	0,9	1,77	2,85
Asfalt	1,0	8,1	0,8	0,79	6,47
Genomsläpplig yta	0,3	0,3	0,1	0,03	0,03
Summa	**5,0**	**17,7**		**3,0**	**10,18**

*Inom planområde

**Hela delavrinningsområdet

Bilaga 3 – Delavrinningsområden, ytfördelning efter exploatering (situation 2)

Typ av yta	Area* [ha]	Area** [ha]	φ [-]	Red.area* [ha]	Red.area** [ha]
Delområde 1					
Väg	0,3	0,3	0,8	0,26	0,26
Natur	0,9	97,8	0,1	0,09	9,78
Fastighet					
Tak	1,2	4,6	0,9	1,09	4,15
Asfalt	0,6	1,3	0,8	0,48	1,04
Genomsläpplig yta	0,2	0,2	0,1	0,02	0,02
Summa	**3,2**	**104,6**		**1,9**	**15,25**
Delområde 2					
Väg	1,3		0,8	1,02	
Natur	4,7		0,1	0,47	
Fastighet					
Tak	10,5		0,9	9,44	
Asfalt	5,2		0,8	4,19	
Genomsläpplig yta	1,7		0,1	0,17	
Summa	**23,5**			**15,3**	
Delområde 3					
Väg	0,1	0,2	0,8	0,07	0,15
Natur	4,3	13,0	0,1	0,43	1,3
Fastighet					
Tak	3,2	3,2	0,9	2,86	2,86
Asfalt	1,6	1,6	0,8	1,27	1,27
Genomsläpplig yta	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Summa	**9,7**	**18,5**		**4,7**	**5,63**
Delområde 4					
Väg	0,3	0,3	0,8	0,25	0,25
Natur	1,4	5,8	0,1	0,14	0,58
Fastighet					
Tak	2,0	3,2	0,9	1,77	2,85
Asfalt	1,0	8,1	0,8	0,79	6,47
Genomsläpplig yta	0,3	0,3	0,1	0,03	0,03
Summa	**5,0**	**17,7**		**3,0**	**10,18**

*Inom planområde

** Hela delavrinningsområdet