RAPPORT

KUNGSBACKA KOMMUN

Dagvattenutredning Frillesås-Rya 2:1

UPPDRAGSNUMMER 30021381

FÄRDIG HANDLING

2021-03-30

SWECO SVERIGE AB
VA-SYSTEM SYD

EDGAR HERBAS
ERIK MAGNUSSON

Sammanfattning

Sweco har fått i uppdrag av Kungsbacka kommun att ta fram en dagvattenutredning för Detaljplan för Frillesås-Rya 2:1. Området tillhör Kungsbacka kommun och ligger i södra delen av tätorten Frillesås. Området omfattar cirka 5 ha (etapp 1) och ca 9 ha (etapp 2) som ska exploateras för att möjliggöra för bostäder. Målsättningen med utredningen är att ge de förutsättningarna för efterföljande detaljprojektering vad avser de allmänna dagvattenanläggningarna. Styrande dokument för framtagande av den här utredningen utgörs av *Dagvatten – Policy och riktlinjer* (Kungsbacka Kommun, 2012).

Planområdet består av total cirka 14,5 ha och är relativt flackt med nivåer som varierar mellan +12 och +8 meter. Avrinning sker huvudsakligen mot Löftaån. 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”. För att uppnå god ekologisk status måste bland annat halten av totalfosfor i ån minska. 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.

Dagvatten ska i första hand fördröjas och rensas inom respektive fastighet. Utöver dagvattenhantering på kvartersmark föreslås i denna utredning dagvattenhantering för allmän platsmark i planområdet. Dagvattensystemet som föreslås består av tre öppna magasin och ett befintligt dike, med total fördröjningsvolym på ca 1500 m^3. De föreslagna placeringarna för magasinen ligger i den södra delen av planområdet och diket i den östra delen. Inga kritiska lågpunkter eller instängda områden bedöms försvåra genomförandet av planförslaget.

Troliga föroreningskoncentrationer och mängder innan samt efter exploatering redovisas. Resultat för de föreslagna typerna av anläggningar för flödesfördröjning och rening samt reningseffekten i dessa är tillfredställande, enligt beräkningar utförda i StormTac.

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE 201 22 Malmö, Sverige
Telefon +46 (0)4 016 70 00
Fax
www.sweco.se

Sweco Sverige AB
RegNo: 556767-9849
Styrelsens säte:

Edgar Herbas

Mobil +46 (0)761 37 23 35
edgar.herbas@sweco.se

Innehållsförteckning

1	**Inledning**	**1**
1.1	Uppdrag och syfte	1
1.2	Organisation	1
2	**Riktlinjer för planering av dagvatten**	**1**
2.1	Förslag till riktvärden för dagvatten	2
2.2	Dagvattenpolicy	3
2.3	Svenskt Vattens publikation P110	4
3	**Områdesbeskrivning**	**4**
3.1	Befintligt område	4
3.2	Dikningsföretag	4
3.3	Havsnivåer	4
3.4	Efter exploatering	6
3.4.1	Dagvattenledningar i planområdet	7
4	**Avrinningsområden och recipient**	**8**
4.1	Löftaån (SE636212-128703)	8
4.2	Uppdelning av avrinningsområde	9
4.3	Avrinningsområden uppströms planområde	9
4.4	Lågpunkter	10
4.5	Geotekniska förutsättningar	11
4.6	Grundvatten	11
5	**Dagvattenfördröjning**	**11**
5.1	Beräkningsmetod	11
5.2	Nulägesanalys	12
5.3	Efter exploatering	13
5.3.1	Delområde A1	15
5.3.2	Delområde A2	15
5.3.3	Delområde A3	16
5.3.4	Delområde A4	16
5.3.5	Bergsyta	17
6	**Systemlösning för dagvattensystem**	**17**
7	**Föroreningsanalys**	**19**

7.1 Koncentrationer och mängder efter exploatering 19
7.2 Beskrivning av renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten 22
7.2.1 Översilningsyta 22
7.2.2 Våt damm 23
7.2.3 Överdämningsyta/Torr damm 24
7.2.4 Svackdike 25

8 Slutsats 25

9 Kostnadsbedömning 26
9.1 Investeringskostnad för dagvattenåtgärder 26
9.2 Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar 27

10 Referenser 27

Bilagor

Bilaga 1 – Delavrinningsområden innan exploatering
Bilaga 2 – Delavrinningsområden efter exploatering

1 Inledning

Sweco har den 2020-12-14 fått i uppdrag av Kungsbacka kommun att ta fram en dagvattenutredning för Detaljplan för Frillesås-Rya 2:1. Området tillhör Kungsbacka kommun och ligger i södra delen av tätorten Frillesås. Området omfattar cirka 5 ha (etapp 1) och ca 9 ha (etapp 2) som ska exploateras för att möjliggöra för bostäder.

1.1 Uppdrag och syfte

Målsättningen med utredningen är att ge de förutsättningarna för efterföljande detaljprojektering vad avser de allmänna dagvattenanläggningarna. Omfattning på dagvattenutredningen sammanfattas enligt följande punkter:

- Beräkning av dagvattenflöden och uppskattning av föroreningar som planområdet ger upphov till, före och efter exploatering.
- Redovisning av fördröjningsbehov efter exploatering tillsammans med förslag på hur fördröjningen kan utformas. Ytor eller platser som ger upphov till föroreningar identifieras. Beräknade föroreningshalter jämförs med relevanta riktvärden.
- Översiktlig illustration av vattnets rinnvägar och nivåer vid stora flöden till följd av kraftiga regn. Påverkan på planområdet från intilliggande områden, samt eventuell påverkan från planområdet på omgivande områden.
- Förslag till principiell höjdsättning av området ges med utgångspunkt i att skador på byggnader ska undvikas om kraftiga regn inträffar.

1.2 Organisation

Beställare	Emma Johansson (Kungsbacka kommun)
Uppdragsledare	Edgar Herbas (Sweco)
Kvalitetsgranskare	Erik Magnusson (Sweco)

2 Riktlinjer för planering av dagvatten

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).
- PM Geoteknik, Frillesås-Rya 2:1(Norconsult Version:1) daterad 2021-01-15.
- SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000.
- Miljökvalitetsnormer inhämtade från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).

2.1 Förslag till riktvärden för dagvatten

Enligt VISS (https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA57645288)

bedöms statusklassen för näringsämnen i recipienten Löftaån vara måttlig. Klassningen är baserad på totalhalten fosfor i ytvatten (RMÖ-data från stationen Löftabro 2013-2018, 72 prov).

Medelvärde för totalfosfor under denna period är 47 µg P/l. Referensvärdet är beräknat till 17 µg P/l (förenklad metod). För att uppnå god status behöver halten av totalfosfor minska till 35 µg P/l, enligt Kungsbacka kommun.

Kungsbacka kommun har inte definierat andra 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 1.

Tabell1. 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 (*30 µg/l enligt denna utredning*)
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

2.2 Dagvattenpolicy

Styrande 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 ny exploatering 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 för 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.

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”.

2.3 Svenskt Vattens publikation 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, dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar, och hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten ska ökas med 25 % i beräkningar då utredning av dagvattenfrågan sker. Ledningssystemen ska även, som ett minimikrav, dimensioneras för att klara en nederbörd med återkomsttiden 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinjen i marknivån för tät bostadsbebyggelse. Då nya dagvattensystem ska anläggas är det också grundläggande att husgrunder och byggnader inte översvämmas då kapaciteten i ledningar och öppna diken överskrids. Därmed är det viktigt att ta hänsyn till hur byggnader ska höjdsättas så att ytligt rinnande dagvatten kan rinna undan utan att skada bebyggelse.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Befintligt område

Planområdet består av total cirka 14,5 ha och är relativt flackt med nivåer som varierar mellan +12 och +8 meter (förutom berget strax norr om planområdet, Figur 1).

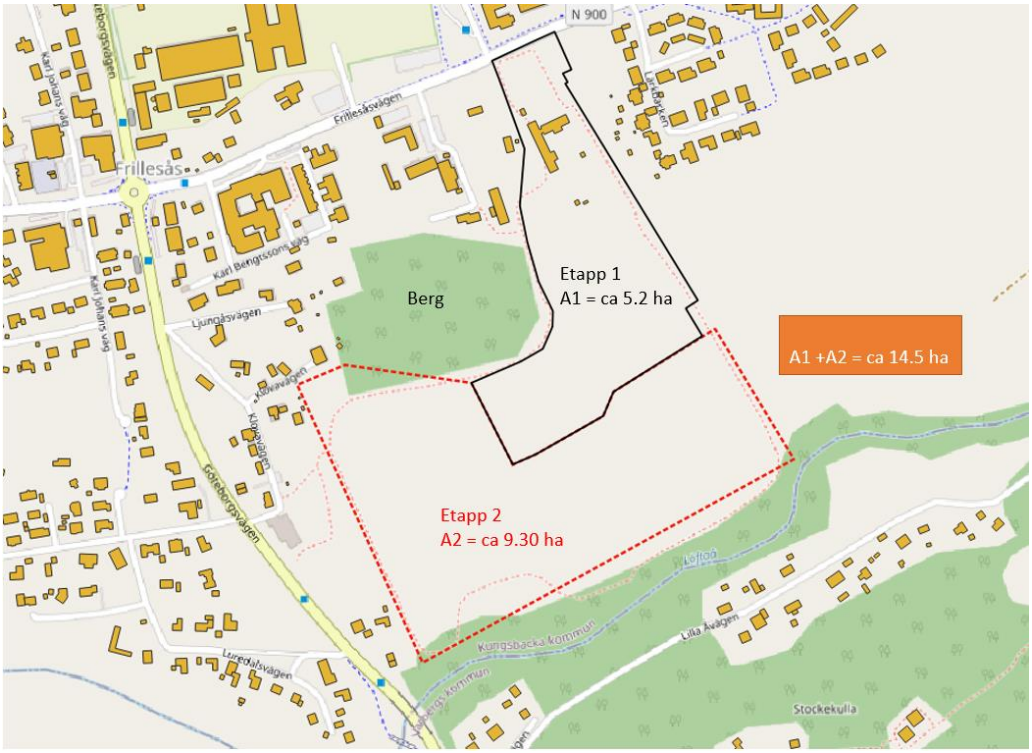
Avrinning sker huvudsakligen mot Löftaån, det vill säga från norr till söder.

3.2 Dikningsföretag

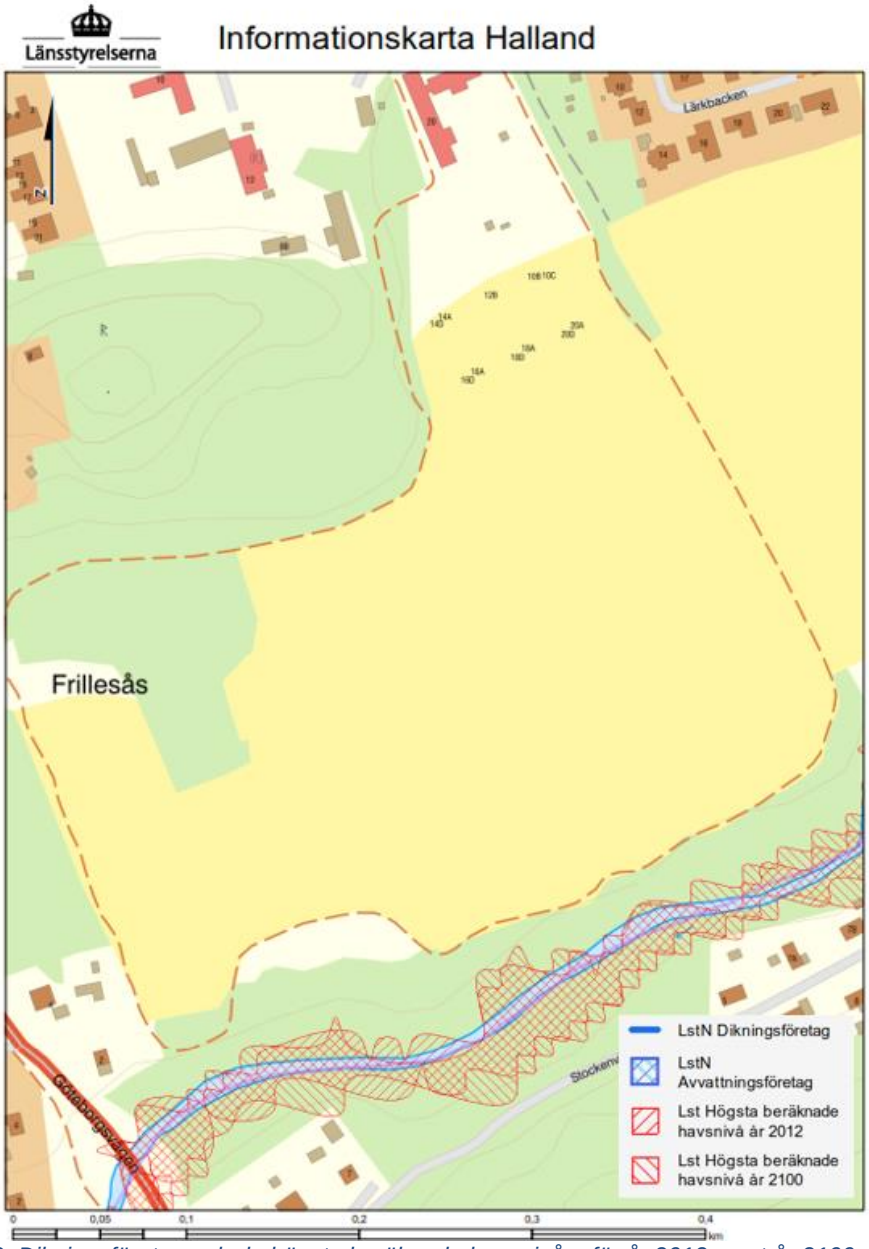
Inget dikningsföretag eller markavvattning förekommer i planområdet idag, enligt informationskartorna från Länsstyrelsen (Figur 2).

3.3 Havsnivåer

Högsta beräknade havsnivåer för år 2012 samt år 2100 framgår också i Figur 2. Det visar att planområdet inte direkt kommer att drabbas av översvämningar men det rekommenderas att sträva efter att de vattengångarna för eventuella nya dagvattenledningar i planområdet inte understiger +3-4 m.



Figur 1. Planområdets gränser för 2 olika etapper samt storlek på de olika områdena enligt planförslag. Berget ligger strax norr om planområdet för etapp 2.



Figur 2. Dikningsföretag och de högsta beräknade havsnivåer för år 2012 samt år 2100 (Länsstyrelsens informations karta, hämtad 2021-03-03).

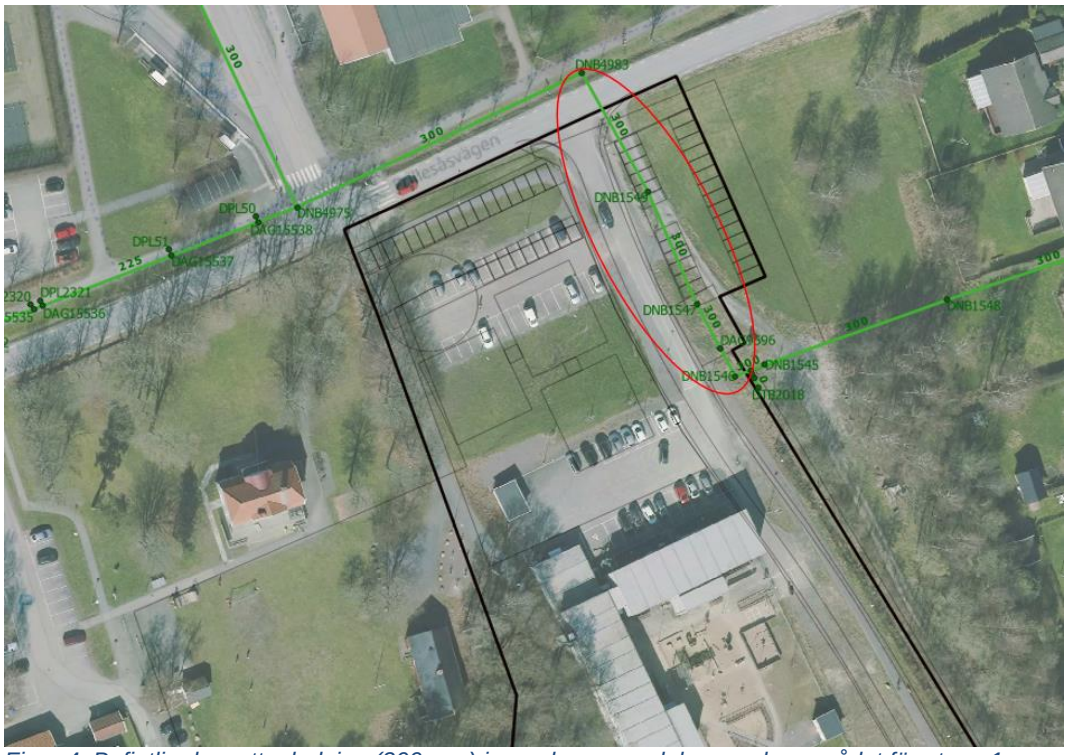
3.4 Efter exploatering

Dagavattenutredningen omfattar hela området, det vill säga även det streckade området för etapp 2 (Figur 1). I delen för etapp 2 är utredningen mer översiktlig eftersom exploateringen för etapp 2 inte framgår i planskissen (Figur 3).

Figur 3. Marknivåer för hela planområdet samt andra version av planskiss för detaljplanen för Frillesås-Rya 2:1 etapp 1, (underlag från 28 januari 2021).

3.4.1 **Dagvattenledningar i planområdet**

Genom den norra delen av planområdet går en befintlig 300 mm dagvattenledning (Figur 4), sträckan är ca. 70 m lång från DNB4983 till DNB1546. Det som är planerat att byggas ovanför denna dagvattenledning är parkeringsplatser och sträckan kan eventuellt behöva flyttas, läggas om, eller den nya marknivån höjdsättas eftersom täckningen ovanför hjässan är, i teorin, ca 1 m på den södra delen av sträckan. Detta bör kontrolleras av kommunen och till exempel mäta in vattengångar och marknivåer innan byggnation.



Figur 4. Befintlig dagvattenledning (300 mm) inom den norra delen av planområdet för etapp 1. Sträckan är ca 70 m lång.

4 Avrinningsområden och recipient

4.1 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.

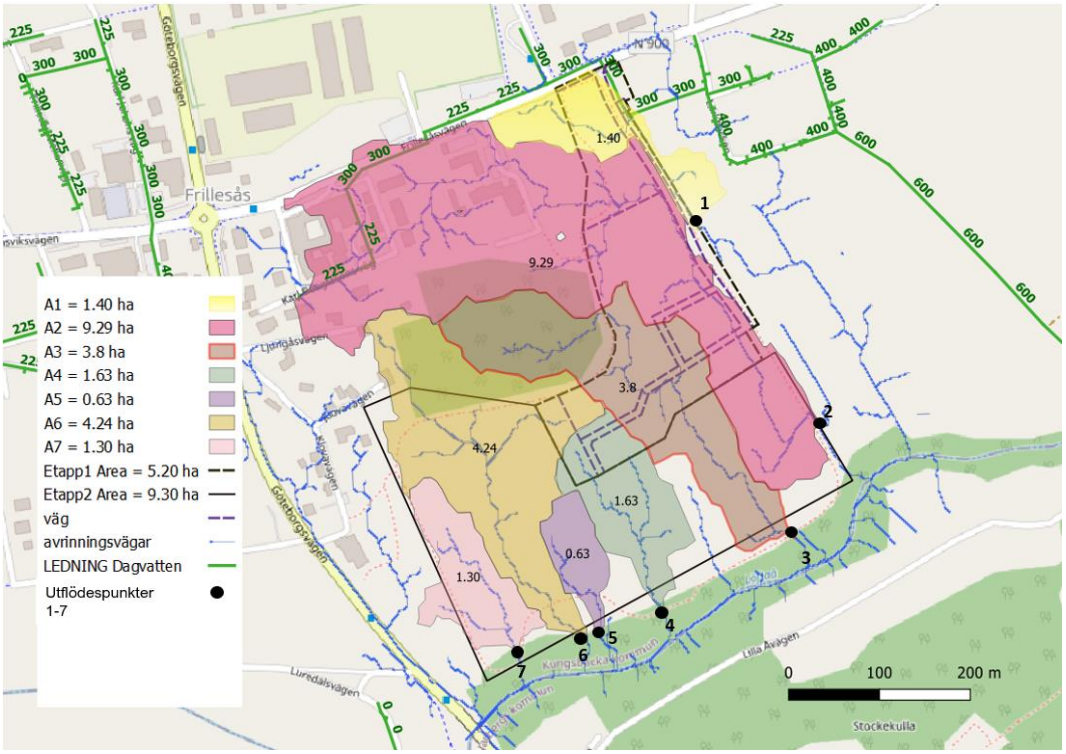
För att uppnå god ekologisk status måste bland annat halten av totalfosfor i ån minska. Diffusa källor som har en betydande påverkan på åns ekologiska och kemiska status utgörs av bland annat jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition.

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.

Löftaån är det tredje största vattendraget i Kungsbacka kommun och avvattnar en stor del av kommunen söder om Lygnern. Dess källområden är bland annat Lövsjön och Skärsjön. Löftaån rinner söderut strax söder om Frillesås. Löftaåns avrinningsområde är ungefär 122 km^2 och består i de övre delarna mestadels av barrskog.

4.2 Uppdelning av avrinningsområde

För analys av dagvattenflöden kommer beräkningar att utgå ifrån den indelning av avrinningsområden som genereras av höjddata nedladdad från Scalgo. Sju mindre avrinningsområden inom och strax utanför planområdet har identifierats (Figur 5), med respektive utflödespunkter till Löftaån.



Figur 5. Sju delavrinningsområden inom och strax utanför hela planområde.

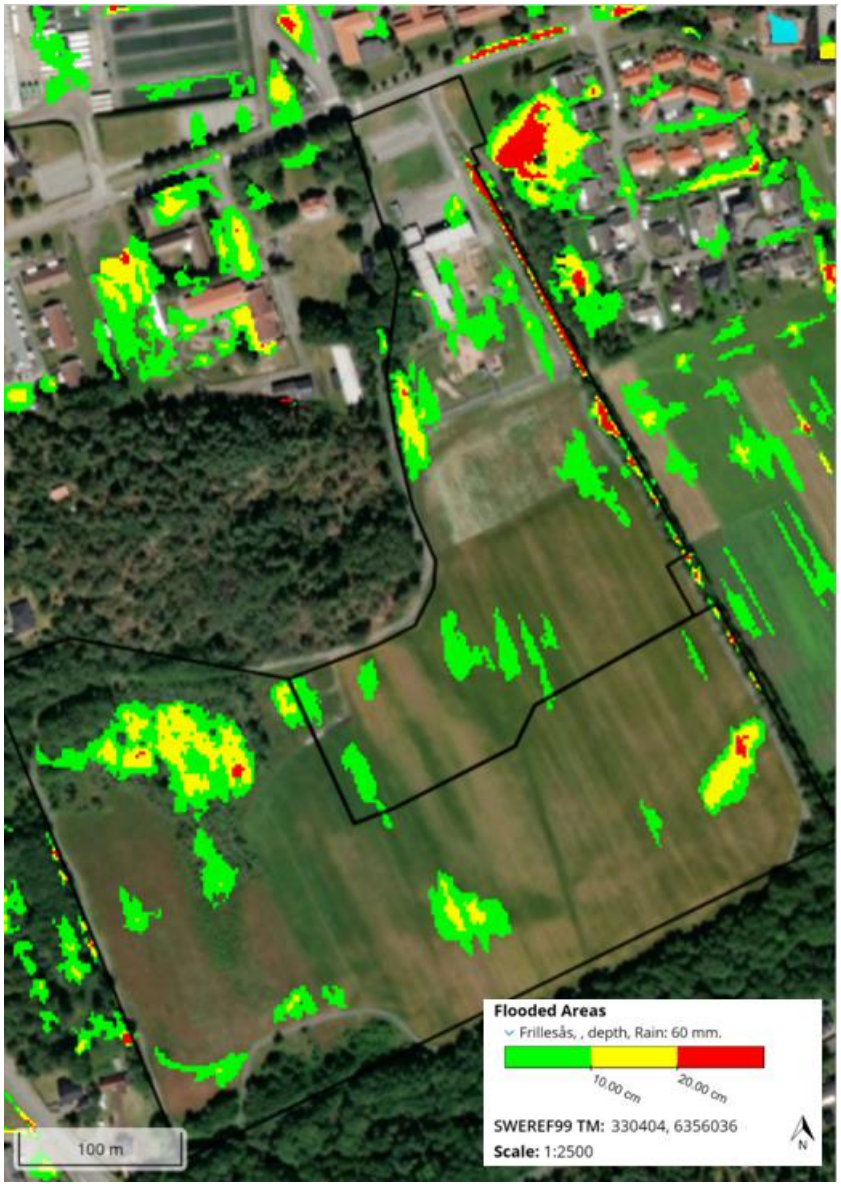
Då dagvatten från olika delar av planområdet har sitt utflöde från området i olika punkter så genererar detta också olika flöden av dagvatten vid olika utflödespunkter.

4.3 Avrinningsområden uppströms planområde

I Figur 4 framgår att delområde 1, 2, 3 och 6 i planområde kan påverkas av vad som sker uppströms respektive område. Vid utflödespunkt 2 är uppströms avrinningsområde cirka 10 ha stort vilket innebär att denna del av planområdet vid intensiva regn och skyfall löper stor risk att påverkas negativt av stora dagvattenflöden från utanför planområdet. Det samma gäller för delområdena 3 och 6 då berget påverkar avrinningen, om än i mindre utsträckning. Vi föreslår åtgärder i kapitel 6 i denna rapport.

4.4 Lågpunkter

I Figur 6 kan utläsas att planområdet i dagsläget är generellt befriat från lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ansamlas. Inga kritiska lågpunkter eller instängda områden bedöms alltså försvåra genomförandet av planförslaget.



Figur 6. Vattenansamling i lågpunkter vid kraftiga regn. Modellen tar inte hänsyn till infiltration, vilket innebär att resultaten i figuren kan vara för stora.

4.5 Geotekniska förutsättningar

Det geotekniska underlaget (PM Geoteknik, Norconsult 2021-01-15) visar på följande generell jordlagerföljd inom planområdet:

- Sand ca 1,5 – 3 m
- Lera ca 3 -25 m
- Friktionsjord
- Berg

4.6 Grundvatten

Resultatet av den geotekniska undersökningen visar på grundvattennivåer mellan 0,5 och 2,0 meter under markytan. Med största sannolikhet har grundvattenströmningen en riktning mot Löftaån och kusten. Jorden utgörs av en övre och en undre akvifer. Den övre akviferen utgörs av den överlagrande sanden där grundvattenytan direkt påverkas av nederbördsmängden. Den undre akviferen utgörs av friktionsjorden ovan berg där fluktuationerna antas vara mindre. Grundvattenytan i den övre akviferen bedöms generellt ligga ca 1 m under markytan. I den undre akviferen antas grundvattentrycket motsvara en grundvattenyta på nivå +8.

5 Dagvattenfördröjning

5.1 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*]

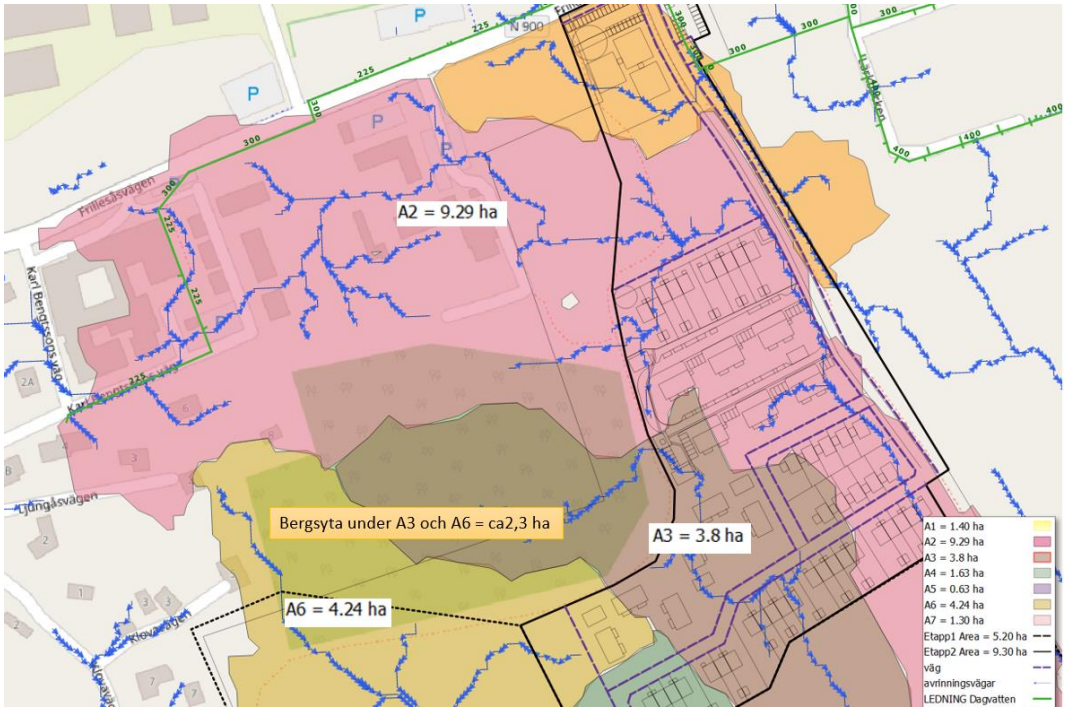
Den dagvattenvolym som uppstår inom planområdet beräknas genom att multiplicera det dimensionerande flödet med regnvaraktigheten. Volymen av det dagvatten som måste fördröjas inom området bestäms av tillåtet utflöde från planområde, vilket för det aktuella fallet varierar i de olika utsläppspunkterna.

5.2 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.

I nästa Figur (7) framgår tydligare den stora delområde 2 från Figur 5:



Figur 7. Delområde A2, den största delen som rinner genom planområdet för etapp 1 ligger utanför planområdet, ca. 5,2 ha.

När det gäller delområde 3 och 6, de flödena som kommer från utanför planområdet består av dagvattenflöde som rinner från berget.

Förutsättningarna för beräkning av dagvattenflöden för befintlig mark presenteras i Tabell 2 och Bilaga 1. Längsta rinnsträckan för vattnet att transporteras inom avrinningsområdet styr dimensionerande regnvaraktigheten. Hastigheten på cirka 0,5 m/s antogs för vatten över vegetation. Dagvattenflöden i respektive delavrinningsområde för regn med olika återkomsttid presenteras i Tabell 3.

Tabell 2. 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	300	10
2	800	30
3,4,5	530	20
6	455	20
7	200	10

Tabell 3. Dagvattenflöden i respektive delavrinningsområde för regn med olika återkomsttid (utan klimatfaktor).

Återkomsttid [år]	2	10	100
Delområde	**Flöde från hela avrinningsområdet (inkl. planområde) [l/s]**		
1	83	141	302
2	187	315	671
3,4,5	139	235	501
6	90	153	326
7	18	30	64

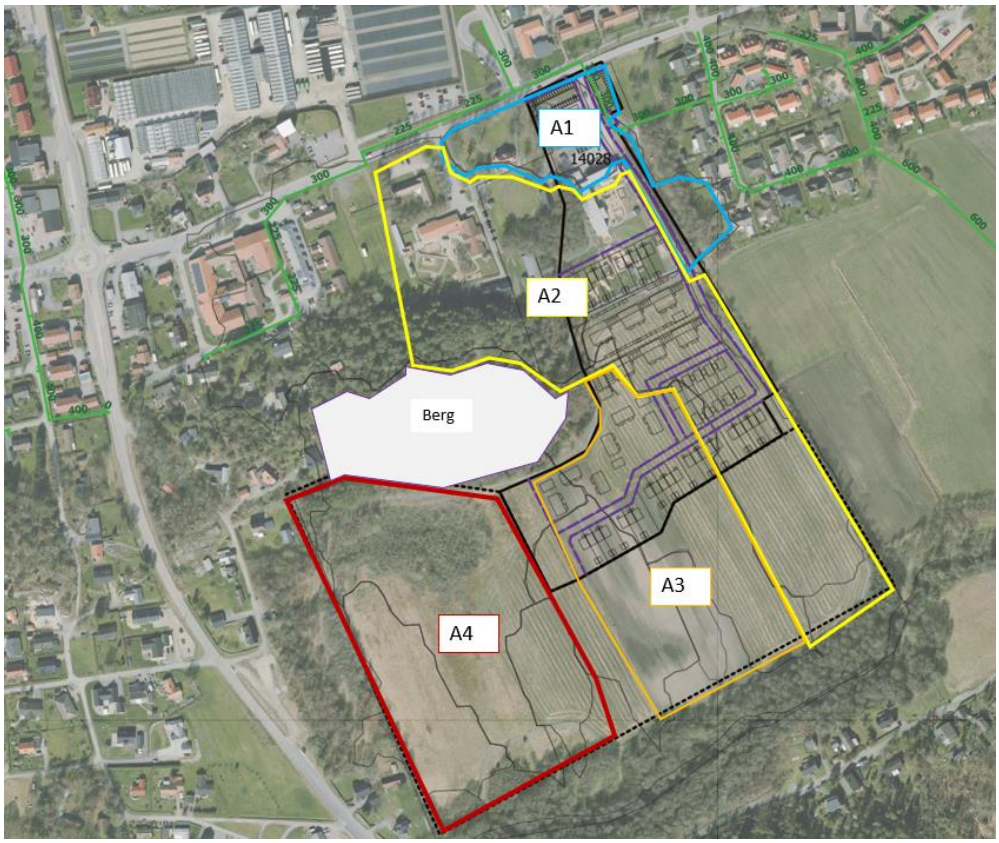
5.3 Efter exploatering

Nya avrinningsområde delades upp i fyra delområden för att beräkna dagvattenflöde efter exploateringen (Bilaga 2). Rinntiderna för samtliga avrinningsområdena satt till 10 minuter, en klimatfaktor på 1,25 och en sammanvägd avrinningskoefficient beräknades till 0,37. Resultat för de nya dagvattenflödena presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Dagvattenflöden i respektive delavrinningsområde för regn med olika återkomsttid, efter exploatering (med klimatfaktor 1,25).

Återkomsttid [år]	**2**	**10**	**100**
Delområde	**Aktuella flöde inom planområdet efter expl. [l/s]**		
1 (A1)	107	182	390
2 (A2)	360	612	1311
3,4,5 (A3)	261	443	950
6,7 (A4)	353	601	1289

De fyra nya avrinningsområde delades upp för att fördröja dagvatten från hela planområdet. De ytorna visas i Figur 8.



Figur 8. Delområden A1-A4 efter exploatering för etapp 1 och etapp 2. Bergsytan som påverkar avrinningen visas i vit.

Avrinningen från hela planområdet beror, förutom på nederbörden, på markenslutning, genomsläpplighet, växlighet med mera. Maximal avrinning är också beroende på ytans storlek (cirka 20 ha). Den naturliga avrinningen från planområdet uppskattas till ca 18 l/s/ha (Svenskt Vatten, P110). Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av utflöde från planområde. För att inte öka flödet till Löftaån jämfört med befintlig situation vid ett 10-årsregn och för att få en bättre reningseffekt, har utflöde bestämts till 10 l/s/ha för samtliga delområdena.

5.3.1 Delområde A1

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 4. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 107 l/s.

Flöde som kommer utanför planområdet 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 ledning eller dike, vilket avleder vattnet åt Frillesåsvägen.

För det aktuella delområdet rekommenderas att hela avrinningen hanteras tillsammans med avrinningen från delområde A2 (se nästa avsnitt och punkt 6).

Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av utflöde från planområdet, vilket i aktuellt fall bestäms till 10 l/s/ha. Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 5.

Tabell 5. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde A1.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
10	14	150

5.3.2 Delområde A2

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 4. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 360 l/s.

Flöde som kommer norr om planområdet 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/ledningar längs med plangräns, vilket avleder vattnet åt Frillesåsvägen.

För det aktuella delområdet beräknades att ca. 50 % av den norra delen uppströms planområdet (ca 4 ha) idag hanteras av ledningsnätet genom en 300 mm ledning, resten, ca. 6 ha hanteras inom planområdet.
Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 6. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av utflöde från planområdet, vilket i aktuellt fall bestäms till 10 l/s/ha.

Tabell 6. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde A2.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
10	58	480

5.3.3 Delområde A3

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 4. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 261 l/s.

Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 7. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av utflöde från planområde, vilket i aktuellt fall bestäms till 10 l/s/ha.

Tabell 7. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde A3.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
10	42	350

5.3.4 Delområde A4

Dimensionerande flöden för olika återkomsttider ges av Tabell 4. Ledningar inom planområde ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år, alltså för ett flöde på cirka 353 l/s.

Erforderlig fördröjningsvolym inom planområde framgår av Tabell 8. Fördröjningsåtgärder ska dimensioneras för ett 10-årsregn och erforderlig volym bestäms av utflöde från planområde, vilket i aktuellt fall bestäms till 10 l/s/ha.

Tabell 8. Erforderlig fördröjningsvolym inom delområde A4.

Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
10	57	480

5.3.5 Bergsyta

Avrinningen som kommer från berget påverkar de flesta avrinningsområdena. En lösning för att bli av med de flödena är genom att leda avrinningen runt planområdet som visas i Figur 9.

Figur 9. Avrinning från bergsytor kan ledas runt planområdet genom enkel avvattning. Bergsytan som påverkar avrinningen har ca.2.3 ha i storlek. En avrinning koefficient på 0,75 har använts för flödesberäkningar.

6 Systemlösning för dagvattensystem

Dagvatten ska i första hand fördröjas och rensas inom respektive fastighet. Utöver dagvattenhantering på kvartersmark föreslås i denna utredning dagvattenhantering för allmän platsmark i planområdet.

Det befintliga diket på östra sidan av planområdet kan utnyttjas för dagvattenfördröjning samt för att leda avrinningen från delområde A1 och A2 till ett öppet dagvattenmagasin. Framtida dagvattenledningsnätet i planområdet kan leda till dammar och diken, enligt de blå pilarna som visas i Figur 10. Föreslagen placering för fördröjningsmagasinet visas i samma Figur.

När det gäller delområde A3 och A4 så finns bra möjligheter för att fördröja dagvattnet i två öppna fördröjningsmagasin i den centrala delen av planområdet (Figur 10).

Figur 10. Figuren visar dagvattensystemet efter exploateringen för etapp 1 och etapp 2. Delområdena A1 och A2 avrinner via befintligt dike till magasin 1. Dagvattenflöde från delområde A3 och A4 delas upp i magasin 2 och magasin 3. Ledningsnätet anpassas till de blå pilarna och utflödena sker i Löftaån.

I Tabell 9 sammanfattas volymerna för dagvattenfördröjningen.

Tabell 9. Erforderlig fördröjningsvolym inom planområdet.

Delområde	Utflöde [l/(s, ha)]	Utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m^3]
A1	10	14	150
A2	10	58	480
A3	10	42	350
A4	10	57	480
		Summa	**1460**

7 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 750 mm.

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 redovisas troliga föroreningskoncentrationer och mängder före samt efter exploatering. Senare ges resultat för de föreslagna typerna av anläggningar för flödesfördröjning och rening (magasin och dike) samt ges resultat på reningseffekten i dessa enligt beräkningar utförda i StormTac.

7.1 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 – villaområde, väg och gräsyta. För exploaterad mark har fyra olika typer av ytor använts – tak, väg, villaområde samt gräsyta.

Resultatet av föroreningsanalysen presenteras i Tabell 10 till Tabell 13. Här redovisas föroreningskoncentrationer och mängder innan samt efter exploatering innan och efter 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 prioriterade ämnen för bedömning av MKN.

Tabell 10. Föroreningsanalys för delområde A1 och A2 innan och efter exploatering (utan reningsanläggningar).

	Koncentrationer		
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	3,5	3,8
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,27	0,3
Bly (Pb)	14 µg/l	5,6	6
Koppar (Cu)	10 µg/l	13	14
Zink (Zn)	30 µg/l	49	54
TBT*	0,001 µg/l	0,0016	0,0017
PBDE47**	0,0085 µg/l	0,00013	0,00014
Totalfosfor	50 µg/l	140	140
Totalkväve	1 250 µg/l	1300	1400
Suspenderat material	25000 µg/l	31000	33000

* Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen.
** Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen. Riktvärde enligt VISS 2020b.

Tabell 11. Föroreningsanalys för delområde A1 och A2 efter exploatering (med och utan reningsanläggningar: dike, magasin 1 och dike mot Löftaån).

	Koncentrationer		
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Utan renings anl.**	**Med renings anl.**
Krom (Cr)	15 µg/l	3,8	0,24
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,3	0,03
Bly (Pb)	14 µg/l	6	0,3
Koppar (Cu)	10 µg/l	14	1,6
Zink (Zn)	30 µg/l	54	2,7
TBT*	0,001 µg/l	0,0017	0,0005
PBDE47**	0,0085 µg/l	0,00014	0,000014

Totalfosfor	50 µg/l	140	25
Totalkväve	1 250 µg/l	1400	360
Suspenderat material	25000 µg/l	33000	2900

* Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen.
** Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen. Riktvärde enligt VISS 2020b.

Tabell 12. Föroreningsanalys för delområde A3 och A4 innan och efter exploatering (utan reningsanläggningar).

	Koncentrationer		
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Innan exp.**	**Efter exp.**
Krom (Cr)	15 µg/l	2,1	3
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,12	0,25
Bly (Pb)	14 µg/l	4,4	3,8
Koppar (Cu)	10 µg/l	11	12
Zink (Zn)	30 µg/l	25	35
TBT*	0,001 µg/l	0,0016	0,0017
PBDE47**	0,0085 µg/l	0,015	0,015
Totalfosfor	50 µg/l	110	110
Totalkväve	1 250 µg/l	1900	1300
Suspenderat material	25000 µg/l	44000	23000

* Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen.
** Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen. Riktvärde enligt VISS 2020b.

Tabell 13. Föroreningsanalys för delområde A2 och A3 efter exploatering (med och utan reningsanläggningar, magasin 2, magasin 3 samt dike mot Löftaån).

	Koncentrationer		
Ämne/Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt**	**Utan renings anl.**	**Med renings anl.**
Krom (Cr)	15 µg/l	3,8	0,35

Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,3	0,042
Bly (Pb)	14 µg/l	6	0,43
Koppar (Cu)	10 µg/l	14	2,5
Zink (Zn)	30 µg/l	54	3,2
TBT*	0,001 µg/l	0,0017	0,0005
PBDE47**	0,0085 µg/l	0,00014	0,000014
Totalfosfor	50 µg/l	140	21
Totalkväve	1 250 µg/l	1400	570
Suspenderat material	25000 µg/l	33000	2900

* Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen.
** Särskilt prioriterat ämne för statusbedömning av Vändelsöarkipelagen. Riktvärde enligt VISS 2020b.

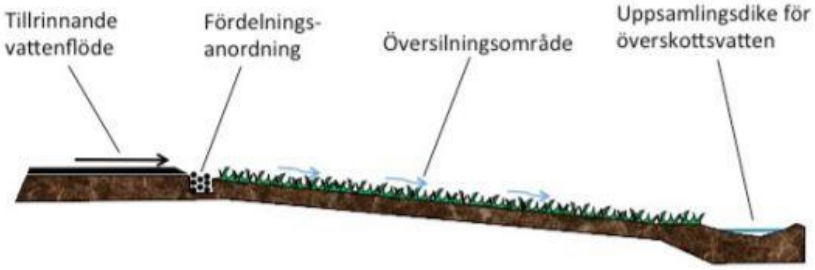
7.2 Beskrivning av renings- och fördröjningsåtgärder för dagvatten

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. Föreslag minsta djup på 0,5 meter är i 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 (Figur 10). 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).

7.2.1 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 11. 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.

7.2.2 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.

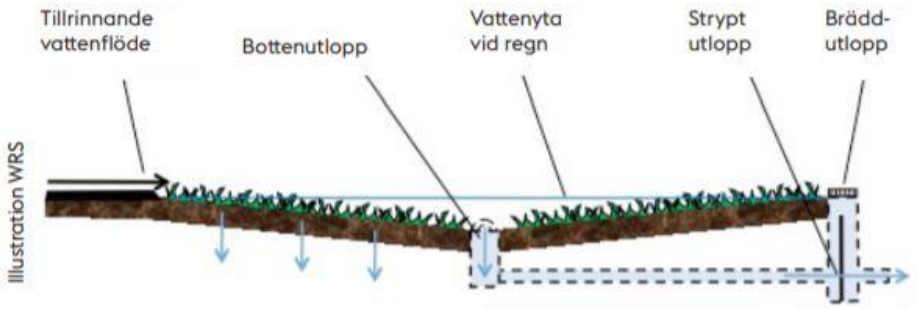
Dammar och våtmarker kräver mer underhåll, framförallt drift och skötsel för att se till att skräp inte täpper till in- och utlopp och att erosionsskador inte uppstår. Det mest utmärkande underhållet med en damm som inte krävs med de övriga föreslagna lösningarna är att bottensediment med jämna mellanrum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

7.2.3 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. 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 12. 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

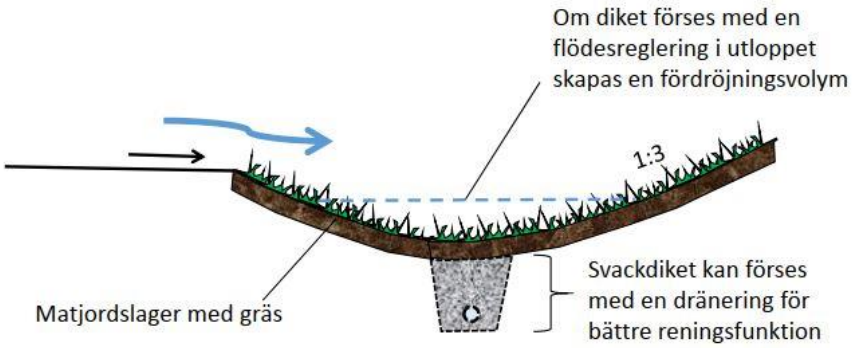
föroreningsbelastningen är hög kan det i torrperioder finnas behov att avlägsna sediment från ytan.

7.2.4 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. 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 13. Principskiss för svackdike (Stockholm Vatten och Avfall 2017).

8 Slutsats

Planområdet har en storlek på cirka 14,5 ha. Hela avrinningsområdet som påverkar avrinningen inom den ytan är cirka 23 ha. Avrinningen från berget och norra delen av delområde A2 som ligger utanför planområdet, går att leda ur från planområdet så att den totala avrinningsytan blir cirka 17 ha. Vatten ansamlas inte alls inom planområde utan att det snarare rinner ut ur området, till Löftaån. Det finns inte många lågpunkter där vatten riskerar att fastna och de som finns bör kunna avhjälpas med justering av mark vid exploatering. Rimligtvis gäller samma situation 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 (Figur 10).

Genom avledning via befintliga diken i den östra delen av planområde undviks att större mängder vatten fastnar i omgivande lågpunkter och exploateringen kommer således inte att orsaka avsevärda problem nedströms beträffande flöden och volymer, däremot kan den mer ”direkta” avledningen innebära snabbare transport av eventuella föroreningar till recipient.

Den reningseffekt i dagvattenanläggningarna som beräknats tidigare är beräknad för maximalt tillåtet utflöde från respektive delområde. 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.

Samtliga delområdena kommer att brädda till Löftaån. 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.

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 Tabell13 och har valts utifrån antaganden om planområdets förutsättningar.

Tabell 13. À-priser för mark- och anläggningsarbete (KP System).

Arbete	À-pris
Djupgrävning, schakt 1,0 m, schaktklass 3	15 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)

9.1 Investeringskostnad för dagvattenåtgärder

Investeringskostnaden för dagvattenåtgärder har uppskattats för fallet att endast erforderlig dagvattenvolym vid ett 10-årsregn ska fördröjas.

Den totala ytan som kommer att upptas av dagvattendamm beror på vilken typ av tvärsnittsyta som väljs för dammen. Vilken sluttlutning som väljs samt vilket djup dammen ska ha, påverkar hur stor ytan blir och påverkar således både investeringskostnaden samt drift- och underhållskostnaden. Investeringskostnaden för dammar varierar mellan cirka 1,7-3 Mkr.

För kostnadsbedömningen har inte gjorts några antaganden för antalet komponenter i systemet så som ventiler, dagvattenbrunnar eller liknande. Det har inte heller gjorts någon uppskattning av ledningslängder eftersom dessa i stor utsträckning beror på vilket utseende och dimensioner för damm som väljs, samt slutlig placering. För att kunna göra en rimlig kostnadsbedömning av dessa delar krävs en förprojektering av dagvattensystemen där ingående komponenter och ledningslängder kan antas. Investeringskostnaden för svackdiken varierar beroende av hur slänterna är utformade och vilket markmaterial som finns på plats. Investeringskostnaden för svackdiken är 130–460 kr/m. Generellt sett kostar ett dike cirka 180 kr/m2.

9.2 Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar

Som underhållsåtgärd för dammar och svackdiken bedöms endast gräsklippning vara nödvändig för att bevara anläggningarnas 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. Kostnadsbedömningen baseras på uppgifter från KP System, vilket motsvarar 15 kr/ (m2 och år) för ytor mer än 2000 m2. För investeringskostnaden bör en optimering av dimensionerna på anläggningar beräknas för att generera en så liten yta som möjligt och således också en mindre drift- och underhållskostnad.

10 Referenser

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 [2021-02-18]

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

Norconsult (2021-01-15). PM Geoteknik, *Frillesås-Rya 2:1* Version 1.

Stockholm Vatten och Avfall (2017). *Dagvattenanläggningar.* https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek/dokument-om-dagvatten/anlaggningsbeskrivningar/ [2021-01-30].

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

VISS (2021a). *Löftaån* https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA57645288 [2021-01-22].

Bilaga 1 – Delavrinningsområden innan exploatering

Typ av yta	Area [ha]	φ [-]	Red.area [ha]
Delområde 1			
Grönområde		0.1	0
Villaområde	1.12	0.35	0.392
Asfalt	0.28	0.8	0.224
Tak		0.9	0
Summa	**1.4**		**0.616**
Delområde 2			
Grönområde	2.14	0.1	0.214
Villaområde	7.15	0.35	2.5025
Asfalt		0.8	0
Tak		0.9	0
Summa	**9.29**		**2.7165**
Delområde 3, 4, 5			
Grönområde	5	0.1	0.5
Berg	1.4	0.75	1.05
Asfalt		0.8	0
Tak		0.9	0
Summa	**6.4**		**1.55**
Delområde 6			
Grönområde	3.34	0.1	0.334
Berg	0.9	0.75	0.675
Asfalt		0.8	0
Tak		0.9	0
Summa	**4.24**		**1.009**
Delområde 7			
Grönområde	1.3	0.1	0.13
Grus		0.4	0
Asfalt		0.8	0
Tak		0.9	0
Summa	**1.3**		**0.13**

Bilaga 2 – Delavrinningsområden efter exploatering

Typ av yta	Area [ha]		φ [-]	Red.area [ha]
Delområde A1 e.e.				
Grönområde			0.1	0
Villaområde	1.12	11200	0.35	0.392
Asfalt	0.28	2800	0.8	0.224
Tak			0.9	0
Summa	**1.4**			**0.616**
Delområde A2 e.e.				
Grönområde		0	0.1	0
Villaområde	5.8	58000	0.37	2.146
Asfalt			0.8	0
Tak			0.9	0
Summa	**5.8**			**2.146**
Delområde A3 e.e.				
Grönområde		0	0.1	0
Villaområde	4.2	42000	0.37	1.554
Asfalt			0.8	0
Tak			0.9	0
Summa	**4.2**			**1.554**
Delområde A4 e.e.				
Grönområde		0	0.1	0
Villaområde	5.7	57000	0.37	2.109
Asfalt			0.8	0
Tak			0.9	0
Summa	**5.7**			**2.109**