

# DEL AV RYMNINGEN 8:6, ÖRSUNDSBRO DAGVATTENUTREDNING

2021-05-17



# DEL AV RYMNINGEN 8:6, ÖRSUNDSBRO

Dagvattenutredning

Revidering 2

## KUND

Enköpings kommun

## KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**  
Dragarbrunnsgatan 41  
WSP Sverige AB  
753 20 Uppsala  
Besök: Dragarbrunnsgatan 41  
Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

UPPDRAGSNAMN  
Del av Rymningen 8:6  
Örsundsbro

UPPDRAGSNUMMER  
10275324

FÖRFATTARE  
Frida Blomér

DATUM  
2018-10-24

ÄNDRINGSDATUM  
2021-05-17

Granskad av  
Susanna Ciuk Karlsson

Godkänd av  
Frida Blomér

Frida Blomér  
[frida.blomer@wsp.com](mailto:frida.blomer@wsp.com)  
T: 010 722 70 30

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b>	<b>5</b>
1.1	OMRÅDESBESKRIVNING	5
1.2	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	8
1.3	ILLUSTRATIONSPLAN	8
1.4	GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	9
1.4.1	Markmiljö	9
1.5	AVRINNINGSOMRÅDE	9
1.5.1	Markavvattningsföretag	10
1.5.2	Avrinningsområde för diket inom planområdet	11
1.6	RECIPIENTEN	12
1.6.1	MKN för recipienten	13
1.7	ÅTERANVÄNDNING AV DAGVATTEN	14
1.7.1	Vattenförbrukning	14
1.7.2	Årsnederbörd	14
<b>2</b>	<b>KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>BERÄKNINGAR</b>	<b>17</b>
3.1	BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING	17
3.2	DAGVATTENFLÖDEN	18
3.2.1	Kvartersmark	19
3.2.2	Allmänna ytor	19
3.2.3	Trafikverkets Vägområde	19
3.3	FÖRDRÖJNINGSVOLYM	20
3.4	FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN	20
<b>4</b>	<b>FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING</b>	<b>22</b>
4.1	KVARTERSMARK	23
4.1.1	Återanvändning av dagvatten inom kvartersmark	23
4.1.2	Gröna ytor och genomsläppliga ytor för gångvägar	25
4.1.3	Makadamdiken för tak- och parkeringsytor	27
4.2	ALLMÄNNA YTOR	28
4.2.1	Regnbäddar för bilväg och gångstråk	28
4.2.2	Makadamdike för GC-vägen längs gamla banvallen	29
4.2.3	Åtgärdsskiss	30
<b>5</b>	<b>RENING I FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>ÖVRIGT</b>	<b>33</b>
6.1	VA-ANSLUTNING	33
6.2	INSTÄNGDA OMRÅDEN	33
6.3	KLIMATUTMANINGEN OCH DAGVATTEN	34
6.4	ANSVARSFÖRDELNING	35

<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>36</b>
7.1	DAGVATTENHANTERING INOM KVARTERSMARK	36
7.2	DAGVATTENHANTERING PÅ ALLMÄN YTA	37
7.3	FORTSATT ARBETE	37
<b>8</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>38</b>

# 1 BAKGRUND OCH SYFTE

Enköping kommun tänker planlägga delar av fastighet Rymningen 8:6 och Örsundsbro 4:1 i Örsundsbro. Fastigheten är i kommunal ägo och en del längs Enköpingsvägen ska markanvisas för en ny bostadsbebyggelse med 5-6 stycken små flerbostadshus i 2 våningar.

Den ursprungliga versionen av dagvattenutredningen togs fram år 2018. Sedan dess har ändringar i detaljplanen inkommit och det har varit en ambition att återanvända dagvatten inom fastigheten. En bilaga till utredningen togs fram under hösten år 2020 med ett förslag på dagvattenhantering inom allmänna ytor samt en bedömning hur återanvändningen av dagvatten uppfyller och påverkar dagvattenhanteringen inom kvartersmark. Bilagan har i denna uppdatering av dagvattenutredningen inarbetats i PM.

I denna revidering av dagvattenutredningen har planskissen uppdaterats, jämfört med den ursprungliga versionen. Området har delats upp i tre delområden; Ett delområde är Trafikverkets vägområde (Enköpingsvägen), ett delområde utgörs av kvartersmark och det sista utgörs av allmänna ytor.

Beräkningarna för flöden, volymer och föroreningar har uppdaterats utifrån den uppdaterade markanvändningen och redovisas per delområde. Information från den tidigare framtagna bilagan har även arbetats in i utredningen.

Denna revidering inkluderar även redovisning av avrinningsområdet till diket i den östra kanten av planområdet och dess markanvändning samt flöde.

## 1.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Örsundsbro är beläget mellan Enköping och Uppsala. Utredningsområdet sammanfaller med planområdet, som utgör en smal remsa mellan Enköpingsvägen och gamla banvallen (Figur 1). Banvallen i nuvarande skick ligger i nästan samma nivå som angränsande åker. Planområdet är ca 11 000 m<sup>2</sup> stort. Marknivå inom planområdet ligger under gatunivån och sluttar mot nordost.



Figur 1. Översiktskarta, utredningsområdet markerat med svart linje. Bild mottagen från Enköpings kommun.

Utredningsområdet består idag av naturmark som förut var en banvall, se ortofoto i Figur 2.



Figur 2. Ortofoto, från Lantmäteriet (2018). Utredningsområdet är ungefärligt inringat med röd linje.

Under platsbesöket observerades att utredningsområdet har en liten avdelande grusväg ungefär i mitten av området. Den södra delen är beväxt med snår och den andra, norra delen med gräsmatta, se Figur 3.



Figur 3. Foton från platsbesök, 2018-10-03. Övre bild t.v. tagen från grusvägen, visar nordöstra delen av utredningsområdet. Övre bild t.h. tagen från Enköpingsvägen, visar grusväg i utredningsområdets mitt. Nedre bild, tagen från grusvägen, visar sydvästra delen av utredningsområdet.

## 1.2 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Utredningsområdet avvattnas idag ytligt i den flödesriktning som höjderna i området tillåter. Det finns diken i den östra kanten av området som ansluter till diken i den angränsande åkermarken. Den generella flödesriktningen är från området och till nordost mot Örsundaån.

Det går dagvattenledningar nedför Kvekvägen, ned över brandstationen och ut över åkrarna. Vatten- och spill går längsmed Enköpingsvägen men på motsatt sida av vägen sett från utredningsområdet (för orientering se Figur 2).

## 1.3 ILLUSTRATIONSPLAN

Enligt illustrationsplanen ska ett antal flerbostadshus byggas, tillsammans med parkeringar, gator och grönytor (Figur 4). Området ska också anslutas till Örsundsbro centrum via en gång- och cykelväg som ska gå längs områdets östra långsida.



Figur 4. Uppdaterad illustrationsplan för del av Rymningen 8:6, Örsundsbro.

Det finns planer på lång sikt att fortsätta exploateringen med att omvandla även den angränsande åkermarken till bostadsområden. Detta kommer inte att genomföras inom en överskådlig framtid.



## 1.4 GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Enligt översiktlig jordartskarta förekommer lera inom utredningsområdet, med viss närhet till berg och morän (Figur 5).



Figur 5. Översiktlig jordartskarta. Utredningsområdet markerat med svarta linjer. Bild mottagen från Enköpings kommun.

En geoteknisk undersökning saknas för själva utredningsområdet men det har gjorts en inför anläggandet av brandstationen på den angränsande fastigheten. I den undersökningen framgick att jorden består av lera ovanpå friktionsjord och berg. Leran bedömdes som torrskorpefast till ett djup av ca 1,8 – 2 m under markytan. Berg påträffades ca 8,7 – 9,4 m under markytan. Ett grundvattenrör installerades och avlästes vid ett tillfälle, då visades grundvattennivån på ca +18,2, motsvarandes 1,2 m under markytan. En tidigare mätning visade ca 1,4 m under mark. Det är troligt att liknande förhållanden råder inom utredningsområdet.

Av de underlagen presenterade här kan antas att ingen infiltration av dagvatten sker inom utredningsområdet och grundvattennivån ligger, ur dagvattensynpunkt, nära markytan.

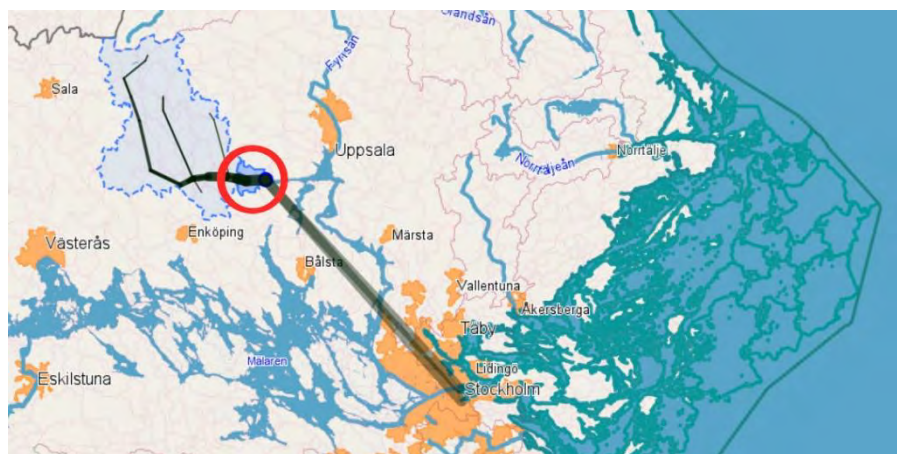
Det är möjligt att dagvatten infiltrerar genom den gamla banvallens underbyggnad.

### 1.4.1 Markmiljö

Provtagning har visat att under banvallen finns föroreningar och att GC-väg får anläggas ovanpå, förutsatt att banvallens övre yta inte ska sänkas eller grävas. Däremot har inga föroreningar hittats i västra slänten.

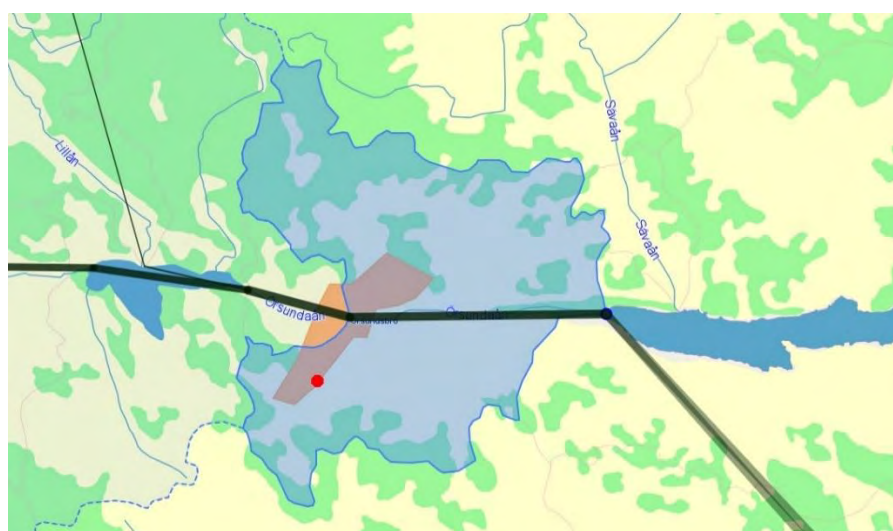
## 1.5 AVRINNINGSSOMRÅDE

Utredningsområdet ligger inom ett och samma delavrinningsområde med Mälaren-Lårstaviken som recipient (SMHI:s Vattenwebb, 2018). Avrinningsområdet visas i Figur 6.



Figur 6. Avrinningsområdet, SMHI:s Vattenwebb, 2018a.

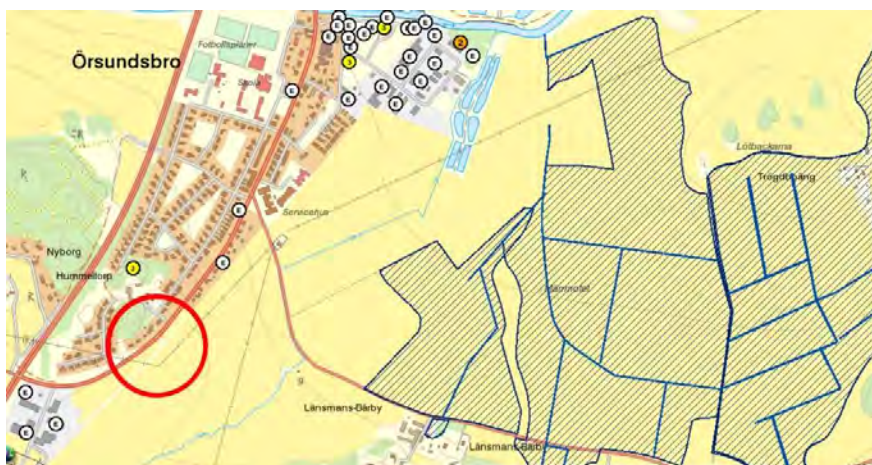
En inzoomad karta över avrinningsområdet ges i Figur 7.



Figur 7. Avrinningsområdet, inzoomat. Utredningsområdet ungefärligt märkt med röd prick. SMHI:s Vattenwebb, 2018a.

### 1.5.1 Markavvattningsföretag

Dagvatten från det befintliga utredningsområdet avrinner ytligt till diken nedströms. Dessa diken ingår inte i något markavvattningsföretag enligt Länsstyrelsens WebbGIS (2018), se Figur 8.



Figur 8. Karta med markavvattningsföretag med båtadsområde (mörkblå linjer) markerade. Utredningsområdet ungefärligt inringat med rött. Bildkälla: Länsstyrelsens WebbGIS (2018).

### 1.5.2 Avrinningsområde för diket inom planområdet

Det dike som går i östra kanten av planområdet har enligt Scalgo (2021) ett cirka 2,10 km<sup>2</sup> stort avrinningsområde, se grönt område i Figur 9 nedan. Även ett mindre bostadsområde leds till diket via kommunens ledningsnät, se blått område i Figur 9. Diket går både i jordbruksmark och över privata fastigheter, uppströms planområdet. Nedströms planområdet korsar diket en bilväg och går sedan i jordbruksmark över två fastigheter. Följande fastigheter ligger uppströms planområdet:

- Graneberg 1:1
- Fröslunda 3:20
- Varsta 7:1, 8:1
- Kvek 1:3, 2:8, 1:2, 1:9, 1:11, 1:14, 1:15
- Taxnäs 1:1
- Knyllinge 1:1, 2:1
- Fröslunda Brunna 1:10, 1:11
- Örsundsbro 3:1, 3:2, 3:3, 3:4

Följande fastigheter ligger nedströms planområdet:

- Kvek 1:43
- Rymningen 16:1



Figur 9. Dikets ytliga avrinningsområde, uppströms och nedströms planområdet. Det blåmarkerade området leds till diket via kommunens ledningsnät. Planområdets ungefärliga läge är markerat med röd ring. (Scalgo, 2021)

## 1.6 RECIPIENTEN

Utredningsområdet avrinner via diken till Örsundaån, se Figur 10. Örsundaån mynnar sedan till Mälaren-Lårstaviken. Diken i form av små gräsbevuxna stråk observerades under platsbesök, t.ex. invid grusvägen i mitten av området. Det finns däremot inga diken upptagna som markavvattningsföretag inom utredningsområdet enligt Länsstyrelsens kartverktyg.



Figur 10. Utredningsområdets recipient. Utredningsområdet ungefärligt markerat med röd prick. Recipienten, Örsundaån, markerad med turkos linje. Bildkälla: VISS (2018).

### 1.6.1 MKN för recipienten

Sedan den första versionen av dagvattenutredningen togs fram, har Örsundaåns statusklassning uppdaterats i förvaltningscykel 3 och presenteras i Tabell 2, enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2021). Örsundaåns miljö kvalitetsnorm för förvaltningscykel 3 är under framtagande (arbetsmaterial), därför redovisas den senast beslutade miljö kvalitetsnormen (se kolumn: förvaltningscykel 2) och förslaget till de nya (se kolumn: förvaltningscykel 3) i Tabell 1.

Tabell 1. Statusklassning Örsundaån (VISS, 2021).

Recipient: Örsundaån	Förvaltningscykel 2		Förvaltningscykel 3	
	Ekologisk status	Kemisk status	Ekologisk status	Kemisk status
<b>Statusklassning</b>	Måttlig	Uppnår ej god	Måttlig	Uppnår ej god
<b>MKN</b>	God ekologisk status 2027	Undantag uppnår god kemisk status 2027*	God ekologisk status 2033 (förslag till ny MKN)	Uppnår ej god (förslag till ny MKN)
<b>Kommentar</b>	Övergödning, syrefattiga förhållanden	Miljögifter		

\*bromerade difenyletrar. Problemet beror främst på påverkan från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det.

\*Kvicksilver. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker ett läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av kvicksilver (december 2015) får dock inte öka.

Det är den kvalitetsfaktor som uppvisar störst mänsklig påverkan som är utslagsgivande vid en statusklassificering och bestämmer statusklass. De kvalitetsfaktorer som har sämst statusklass samt de prioriterade ämnen som ligger över gränsvärden redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Kvalitetsfaktorer med sämst statusklass samt de prioriterade ämnen som ligger över gränsvärden.

Kvalitetsfaktor	Klassificering förvaltn.cykel 2	Klassificering förvaltn.cykel 3
<b>Ekologisk status – Biologiska kvalitetsfaktorer</b>		
Påväxt-kiselalger	Måttlig	Måttlig
<b>Ekologisk status – Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer</b>		
Näringsämnen	Måttlig	Dålig
<b>Kemisk status – Prioriterade ämnen</b>		
Bromerad difenyleter	Uppnår ej god	Uppnår ej god
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god	Uppnår ej god

Örsundaån har måttlig ekologisk status på grund av kvalitetsfaktorn övergödning, där näringsämnen och/eller kiselalger är klassificerad till sämre än god status till följd av höga närsaltshalter samt kvalitetsfaktorn konnektivitet och morfologi, där den är klassificerad till sämre än god status till följd av fysiska ingrepp i förekomsten. Statusförsämringen för näringsämnen beror på ändrade metoder för bedömning av status.

Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status eftersom de förorenande ämnena bromerad difenyleter och kvicksilver ligger över gränsvärden.

Polybromerade difenyletrar (PBDE) uppnår ej god klassificering med anledning av ett nytt Europeiskt gränsvärde som tyder på att gränsvärdet överskrids i alla ytvatten. PBDE sprids till miljön via läckage från varor och avfallsupplag, samt via atmosfäriskt nedfall från långväga lufttransporter.

Kvicksilver sprids främst genom atmosfärisk deposition.

## 1.7 ÅTERANVÄNDNING AV DAGVATTEN

### 1.7.1 Vattenförbrukning

I genomsnitt har varje person i Sverige en vattenförbrukning på cirka 140 liter per dygn. Av dessa är i genomsnitt 50–60 liter varmvatten vilket motsvarar ungefär 3 kWh. Om man räknar till vattenförbrukningen per person så går det mesta till den personliga hygien. Vattenförbrukningen fördelas uppskattningsvis på följande poster:

- 60 liter för personlig hygien
- 30 liter för toalettpolning
- 15 liter för disk
- 15 liter för tvätt
- 10 liter för mat och dryck
- 10 liter för övrig användning

Dessa siffror är tagna från Uppsala hem (2020).

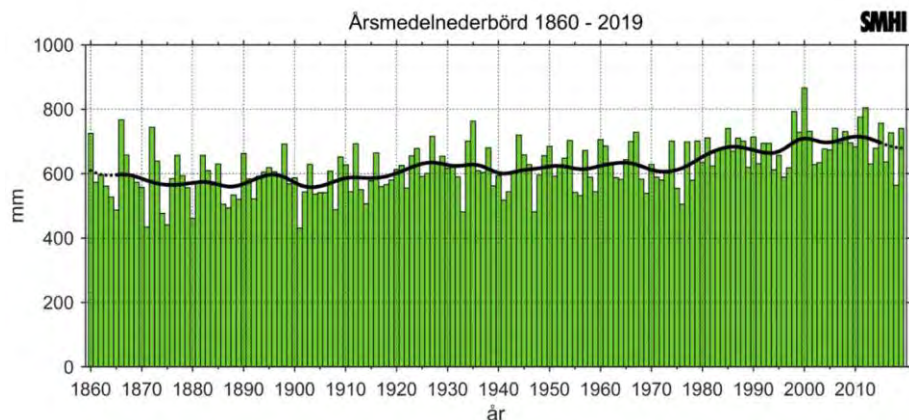
Det är rimligt att anta att återanvändning av dagvatten för toalettpolning samt tvätt inte skulle innebära någon risk eller obekvämlighet för boende. Toalettpolning och tvätt uppskattas till 45 liter/dag, alltså ca 1/3 av den totala vattenförbrukningen. Detta uppgår per år till ca 16,4 m<sup>3</sup> per person. För hela utredningsområdet, antaget 2 personer per lägenhet och 36 lägenheter, skulle det totalt uppgå till nästan 1 200 m<sup>3</sup> vatten per år.

För övriga poster kan antas att det är nödvändigt att vattnet håller dricksvattenkvalitet. Den största posten utgörs av vatten för personlig hygien. Att tillämpa återanvänt dagvatten till detta är inte otänkbart men det finns en risk, speciellt för barn, att bad/duschvatten förtärs eller i någon grad kommer in i munnen.

### 1.7.2 Årsnederbörd

Som årsnederbörd har 530 mm/år använts med korrektionsfaktor 1,1, alltså 583 mm/år (SMHI, 2020). I Figur 11 visas årsmedelnederbörd för Sverige för 87 stationer från år 1860. Medelvärdet mellan 1920 och 1980 låg på ca 600, medan det numer är sällsynt med värden under 600 mm. Från figuren kan

ses att det lägsta värdet ligger på ca 420 och det högsta på 860. Relativt ett medelvärde på 600 mm har alltså variationen legat på ungefär -180 och +260 mm.



Figur 11. Årsmedelnederbörd för Sverige för 87 stationer från år 1860. Den svarta kurvan visar ungefär ett 10-årigt löpande medelvärde (SMHI, 2020).

Nederbörden varierar också över året, då vinter och vår är torrare än framförallt sommar. Fördelningen av årsnederbörden är grovt uppskattat: 22 % vinter (dec, jan, feb), 19 % vår (mars, april, maj), 33 % sommar (juni, juli, augusti) och 26 % höst (sept, okt, nov).

Under vinterhalvåret förekommer dessutom nederbörden ofta i form av snö, som eventuellt körs bort till ett snöupplag vilket då minskar årsnederbördens volym inom själva utredningsområdet. Det kan också förekomma en vårflood.

## 2 KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

Enköping kommuns har en Dagvattenpolicy, daterad 2015-11-03. I Enköpings kommun ska allt dagvatten hanteras i enlighet med följande mål där det är miljömässigt motiverat, tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt:

- Tillförseln av föroreningar till dagvattensystemet ska begränsas.
- Dagvatten ska tas om hand så nära källan som möjligt.
- Föroreningarna ska avskiljas på vattnets väg till sjöar och vattendrag.
- Den naturliga vattenbalansen ska inte påverkas negativt av stadsbyggandet.
- Dagvatten ska hanteras som en tillgång för rekreation och biologisk mångfald.
- Övergödning via dagvatten ska minimeras i sjöar och vattendrag.
- Ny bebyggelse ska planeras så att framtida högre dagvattenflöden kan hanteras på ett hållbart sätt.
- Vid ombyggnad ska dagvattenhanteringen anpassas på ett hållbart sätt för framtida högre flöden.
- Dagvattenanläggningar ska utföras och placeras så att de inte medför olägenheter för byggnader och/eller omgivningen.

Ett övergripande krav är att dagvatten vad gäller flöden och föroreningar inte ska öka i samband med exploateringen. Även detta är med hänsyn till vad som är tekniskt och ekonomiskt rimligt.



## 3 BERÄKNINGAR

Beräkningar för flöden och föroreningsberäkningar har gjorts i StormTac v20.2.2 (2021). Flöde har beräknats för regn med återkomsttid 10 och 100 år. För gles bostadsbebyggelse är 10-årsregn dimensionerande flöde för trycklinje i marknivå (VA-huvudmans ansvar). Kommunen ansvarar för marköversvämning med skador på byggnader för 100-årsregn eller större regn (Svenskt vatten P110, 2016). En klimatfaktor om 1,25 har tillämpats på dimensionerande flöde för planerad exploatering. Som årsnederbörd har 530 mm använts med korrektionsfaktor 1,1, alltså 583 mm/år (SMHI, 2020).

Enligt Enköping kommuns checklista för dagvattenutredning (Enköping kommun, 2020) får dagvattenflödena inte öka i samband med exploateringen. Flödena får inte heller överstiga avrinningen från motsvarande ett naturmarksområde (avrinningskoefficient 0 - 0,1).

### 3.1 BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING

Beräkningsmodellen StormTac estimerar flöden och föroreningshalter utifrån bl.a. markanvändning. Markanvändning i utredningsområdet före exploatering har uppskattats, utifrån ortofoto och platsbesök (2018-10-03), som naturmark. Det är troligt att marken tidigare brukats som åkermark och det bör därmed beaktas att området egentligen borde ligga mellan schablonvärden för naturmark/åkermark.

Markanvändningen i utredningsområdet efter exploatering har karterats med hjälp av grundkarta och illustrationsplanen. Utredningsområdet efter exploatering har delats upp i Kvartersmark, Allmänna ytor och Trafikverkets vägområde, se Tabell 4. Markanvändningen bedöms bestå av parkmark, gångvägar, parkering, bilvägar och tak och redovisas mer i detalj i avsnitt 3.2. Den framtida exploateringen inom utredningsområdet kommer inte leda till större trafikmängder eller inrymma transporter av miljöfarliga ämnen.

Tabell 3. Markanvändning och tillhörande avrinningskoefficienter för utredningsområdet, före och efter exploatering.

Före exploatering			
Markanvändning	Avr. koefficient	Area (ha)	Red. area (ha)
Naturmark	0,10	1,1	0,11
Efter exploatering			
Markanvändning	Avr. koefficient	Area (ha)	Red. area (ha)
Kvartersmark	0,52**	0,7	0,37
Allmänna ytor	0,49**	0,37	0,18
TRV vägområde	0,61**	0,36	0,22
<b>Totalt</b>	<b>0,54*</b>	<b>1,4</b>	<b>0,77</b>

\*sammanvägd avrinningskoefficient för utredningsområdet

\*\*sammanvägd avrinningskoefficient per delområde

I och med exploateringen kommer den sammanvägda avrinningskoefficienten att öka från 0,10 till 0,54, vilket innebär en betydligt större mängd avrinnande dagvatten.

## 3.2 DAGVATTENFLÖDEN

Indata till StormTac är bl. a. utredningsområdets markanvändning och årlig nederbörd. Som årsnederbörd har 530 mm/år använts (SMHI, 2018b).

Beräknade flöden för utredningsområdet, före och efter exploatering, ges i Tabell 4. Flöden har beräknats för regn med 10 och 100 års återkomsttid, enligt uppgift från Enköpings kommun. Beräkning av erforderlig magasinsvolym beskrivs mer i detalj i avsnitt 3.3.

Tabell 4. Dagvattenflöden före exploatering vid ett 10 min. 10-årsregn samt dagvattenflöden efter exploatering för 10 min. 10- och 100-årsregn, utan och med klimatkfaktor (1,25).

<b>Regn</b>	<b>Flöde, l/s</b>	<b>Flöde inkl. kf (1,25), l/s</b>	<b>Flöde <u>exkl.</u> <u>vägområde</u> inkl. kf (1,25), l/s</b>
<b>Före exploatering</b>			
<b>10 min. 10- årsregn, före exploatering</b>	30	-	-
<b>Efter exploatering</b>			
<b>10 min.10- årsregn</b>	175	220	160
<b>10 min. 100- årsregn</b>	375	470	330

Beräkningarna visar att dagvattenflödet för området före exploatering uppgår till 30 l/s vid ett 10 minuters 10-årsregn. För kvartersmark och allmänna ytor blir flödet innan exploatering totalt 24 l/s.

Den framtida markanvändningen kommer att ge kraftigt ökat dagvattenflöde, 220 l/s (inkl. klimatkfaktor) Utan vägområdet är det framtida flödet för kvartersmark och allmänna ytor 160 l/s vid ett 10-årsregn.

### 3.2.1 Kvartersmark

Markanvändning, flöden och erforderlig magasinsvolym för kvartersmark ges i Tabell 6 nedan.

Tabell 5. Markanvändning och flöden inom utredningsområdets kvartersmark.

Markanvändn.	Area (ha)	Avr. Koeff. (-)	Red. area (ha)	10-årsregn (l/s)	10-årsregn (l/s) före expl.*	Årsvolym (m <sup>3</sup> /år)	Magasins- volym (m <sup>3</sup> )
Takyta	0,18	0,9	0,16	46	7	1111	33
Parkering	0,10	0,9	0,09	26	4	625	18
Gångvägar	0,09	0,9	0,08	23	3	556	16
Grön yta	0,33	0,1	0,03	9	1	208	7
<b>Totalt</b>	<b>0,70</b>		<b>0,36</b>	<b>104</b>	<b>16</b>	<b>2500</b>	<b>75</b>

\*Beräknat på naturmark, avrinningskoefficient 0,1

### 3.2.2 Allmänna ytor

Markanvändning, flöden och erforderlig magasinsvolym för allmän yta ges i Tabell 7.

Tabell 6. Markanvändning och befintliga flöden inom utredningsområdets allmänna ytor.

Markanvändn.	Area (ha)	Avr. Koeff. (-)	Red. area (ha)	10-årsregn (l/s)	10-årsregn (l/s) före expl.*	Årsvolym (m <sup>3</sup> /år)	Magasins- volym (m <sup>3</sup> )
Bilväg	0,05	0,9	0,04	13	2	267	9
GC-väg	0,13	0,9	0,12	33**	5	800	24
Grön yta	0,19	0,1	0,02	5	1	133	4
<b>Totalt</b>	<b>0,37</b>		<b>0,18</b>	<b>52</b>	<b>8</b>	<b>1200</b>	<b>37</b>

\*Beräknat på naturmark, avrinningskoefficient 0,1

\*\*varav 27 l/s kommer från GC-vägen längs banvallen. Om denna yta grusas kommer flödet halveras och bli cirka 14 l/s istället. Magasinsytan minskas i så fall.

### 3.2.3 Trafikverkets Vägområde

Markanvändning, flöden och erforderlig magasinsvolym för Trafikverkets vägområde ges i Tabell 8 nedan.

Tabell 7. Markanvändning och befintliga flöden för Trafikverkets vägområde.

Markanvändn.	Area (ha)	Avr. Koeff. (-)	Red. area (ha)	10-årsregn (l/s)	10-årsregn (l/s) före expl.*	Årsvolym (m <sup>3</sup> /år)	Magasins- volym (m <sup>3</sup> )
Bilväg	0,23	0,9	0,21	59	7	1336	39
Grön yta	0,13	0,1	0,01	4	1	64	3
<b>Totalt</b>	<b>0,36</b>		<b>0,22</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>1400</b>	<b>42</b>

### 3.3 FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Erforderlig magasinsvolym har beräknats utifrån att dimensionerande flöde efter exploatering ska fördröjas till flödet före exploatering.

Utredningsområdet före exploatering utgörs av naturmarksområde med avrinningskoefficient 0,1. Reducerad flödesfaktor är satt till 0,67 och magasinsfyllning är satt till 0, dvs ett tomt magasin motsvarande t ex en dagvattendamm. Ifall en åtgärd med fyllning, såsom makadamdike, är aktuell behöver hänsyn till porositet tas.

För hela området uppgår fördröjningsvolymen till 154 m<sup>3</sup>. För kvartersmarken uppgår fördröjningsvolymen till 75 m<sup>3</sup>. För allmänna ytorna uppgår fördröjningsvolymen till 37 m<sup>3</sup> och för Trafikverkets vägområde behövs en fördröjningsvolym på 42 m<sup>3</sup> (det ligger dock utanför kommunens ansvarsområde). För kvartersmark och allmänna ytorna blir fördröjningsvolymen totalt cirka **110 m<sup>3</sup>**, vilket är den volym som utredningen kommer föreslå åtgärder för.

### 3.4 FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN

Föroreningsberäkningarna nedan är utförda för utredningsområdet exklusive Trafikverkets vägområde, dvs visar resultaten föroreningsförhållandena för kvartersmark och allmänna ytor.

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (2021). För att uppskatta mängden och halten föroreningar som kommer från utredningsområdet har schablonhalter för olika typer av markanvändning använts. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värderna erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 583 mm har använts vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd (korrektionsfaktor 1,1) baserad på en uppmätt nederbördsvolym för Örsundsbro, enligt SMHI:s metoder (SMHI, 2014).

Tabell 9 redovisar föroreningshalterna (µg/l), där samtliga halter ökar i och med exploateringen. Den resulterande föroreningstransporten i dagvattnet från kvartersmark och allmänna ytor, i form av mängder (kg/år), redovisas i Tabell 10.

Resultaten i Tabell 10 visar att samtliga föroreningsmängder ökar kraftigt i och med att utredningsområdet förtätas. Den kraftiga ökningen i mängder beror främst på att dagvattenflödet ökar vid exploatering (från 30 l/s till 160 l/s). Det finns därmed ett behov av att både minska halterna i dagvattnet via rening och att minska transporten av föroreningar via fördröjning av dagvattnet.

Tabell 8. Föroreningshalter (µg/l) i dagvattnet från utredningsområdet, före och efter exploatering. Renande åtgärder är inte medräknade.

<b>Förorening</b>	<b>Halt före expl. (µg/l)</b>	<b>Halt efter expl. (µg/l)</b>
<b>Fosfor, P</b>	96	120
<b>Kväve, N</b>	970	1 600
<b>Bly, Pb</b>	3,5	8,8
<b>Koppar, Cu</b>	10	20
<b>Zink, Zn</b>	25	48
<b>Kadmium, Cd</b>	0,23	0,42
<b>Krom, Cr</b>	2,3	6,8
<b>Nickel, Ni</b>	1,5	5,9
<b>Kvicksilver, Hg</b>	0,0045	0,035
<b>Susp. material, SS</b>	24 000	44 000
<b>Olja</b>	170	440
<b>PAH16*</b>	0,056	0,91
<b>BaP**</b>	0,0056	0,02

\*Polycykliska aromatiska kolväten, \*\*Benzylaminopurine

Tabell 9. Föroreningsmängder (kg/år) i dagvattnet från utredningsområdet (kvartersmark och allmänna ytor), före och efter exploatering. Renande åtgärder är inte medräknade.

<b>Förorening</b>	<b>Mängd före expl. (kg/år)</b>	<b>Mängd efter expl. (kg/år)</b>	<b>Förändring %</b>
<b>Fosfor, P</b>	0,12	0,45	275 %
<b>Kväve, N</b>	1,2	5,9	391 %
<b>Bly, Pb</b>	0,0042	0,032	86 %
<b>Koppar, Cu</b>	0,012	0,073	508 %
<b>Zink, Zn</b>	0,031	0,18	481 %
<b>Kadmium, Cd</b>	0,00028	0,0016	471 %
<b>Krom, Cr</b>	0,0028	0,025	792 %
<b>Nickel, Ni</b>	0,0018	0,022	1 122 %
<b>Kvicksilver, Hg</b>	0,000006	0,00013	2 067 %
<b>Susp. material, SS</b>	29	160	452 %
<b>Olja</b>	0,21	1,6	662 %
<b>PAH16*</b>	0,000068	0,0034	4 900 %
<b>BaP**</b>	0,0000068	0,000072	959 %

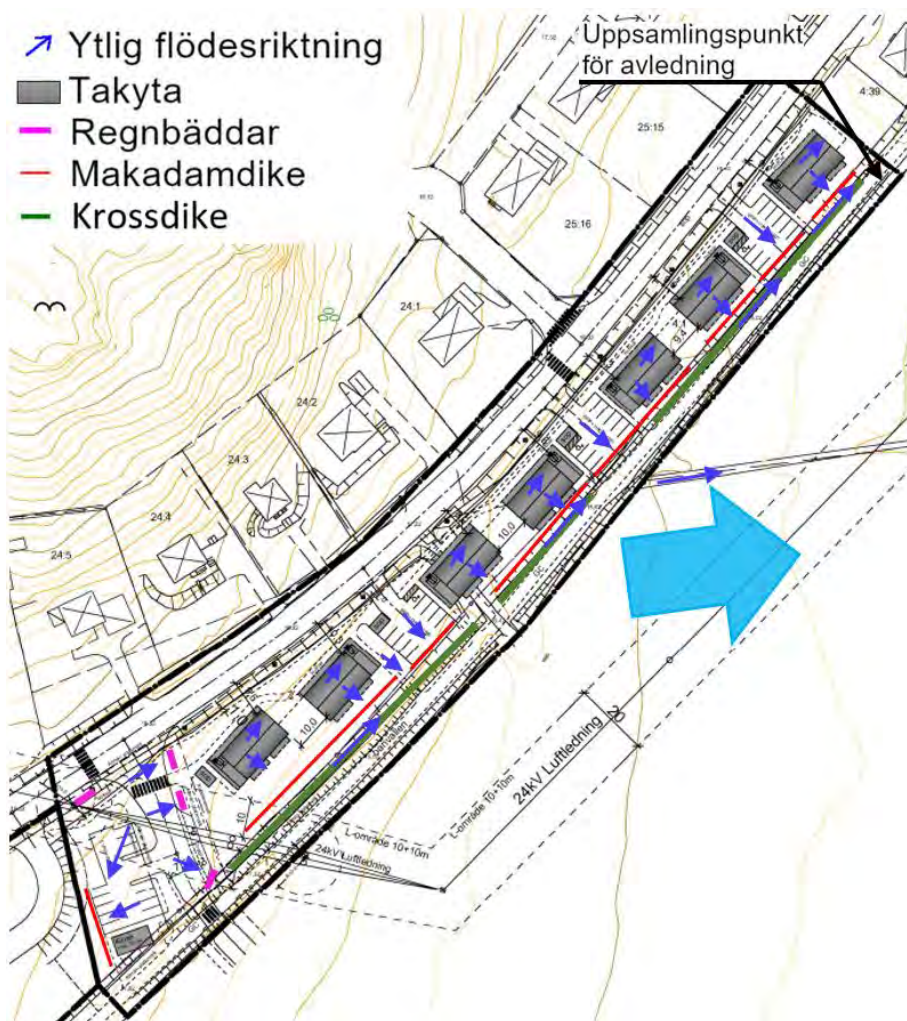
\*Polycykliska aromatiska kolväten, \*\*Benzylaminopurine

## 4 FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

Utredningsområdet kommer enligt angiven illustrationsplan att bebyggas med grönytor och parkeringsytor mellan husen. Grönytorna ger goda förutsättningar för att omhänderta dagvattnet lokalt. De ytor som kommer generera mest dagvatten är tak, gångvägar och parkeringar. Som förslag ska följande dagvattenåtgärder tillämpas:

- Tak: dagvatten leds ut via utvändiga stuprör med utkastare till grönytor för diffus avrinning och föreslås ledas till makadamdiken.
- Gångvägar: gångvägar av grus ger en lägre avrinningskoefficient och därmed ett minskat dagvattenflöde. En asfalterad gångväg har avrinningskoefficient 0,9. En grusyta har enligt StormTac en avrinningskoefficient mellan 0,30 – 0,50. På kvartersmark föreslås dagvatten ledas till grönytor för diffus avrinning.
- Parkeringar: Dagvattnet föreslås avvattnas till makadamdiken, vilka samlar upp och renar det innan vidare avledning.
- Gång- och cykelväg längs östra delen av området; dagvatten avleds till ett mindre makadamdike på den västra sidan om vägen.
- Bilväg och gångstråk i söder (allmänna yta): Dagvatten från denna yta föreslås fördröjas i regnbäddar.
- Övrigt: när området höjsätts bör detta göras med hänsyn till att ytliga avrinningsvägar skapas där dagvatten avrinner bort från byggnader och mot bräddutlopp ut från området.

Placering av åtgärderna, olika ytor samt föreslagen ytlig flödesriktning visas i Figur 12. De föreslagna åtgärderna beskrivs översiktligt med text och exempelbilder i avsnitten nedan.



Figur 12. Föreslagen placering av dagvattenåtgärder samt ytor och yttlig flödesriktning. Den generella lutningen inom utredningsområdet med omnejd indikeras av stor ljusblå pil.

## 4.1 KVARTERSMARK

Utloppet för kvartersmarkens dagvattenåtgärder bör anordnas så att bräddning/avledning efter fördröjning sker till det dike som föreslås för GC-vägen (förtydligande: GC-vägen på den gamla banvallen). För kvartersmarken uppgår fördröjningsvolymen till 75 m<sup>3</sup>.

### 4.1.1 Återanvändning av dagvatten inom kvartersmark

I avsnitt 1.7.1 konstaterades utifrån en översiktlig beräkning att hushållen i den framtida bebyggelsen potentiellt kan förbruka ca 1 200 m<sup>3</sup> återanvänt vatten per år. Den totala årsavrinningen för kvartersmarken uppgår enligt beräkning till 2 500 m<sup>3</sup>. Utifrån denna teoretiska beräkning kan alltså ca hälften av dagvattnet på årsbasis omhändertas via återanvändning.

Vid praktisk tillämpning är ett av de enklaste alternativen att samla upp takvatten för återanvändning. Takvatten är relativt rent och kommer in "rätt" höjdmässigt. Det finns kommersiella lösningar med vattentankar för takvatten som kopplas in i badrum. Avrinningen från takytorna är ca 1 110 m<sup>3</sup> vatten per år. Detta täcker nästan upp hela den volym som kan tänkas förbrukas inom hushållen (1 200 m<sup>3</sup> vatten per år).

För att samla upp allt vatten skulle en uppsamlingstank i grönytan mellan varje hus-par kunna vara ett alternativ. I och med att den volymen som kan tänkas förbrukas inom hushållen är så pass mycket mindre än den totala avrinningen från kvartersmarken skulle ett problem uppstå med överskottsvatten. Detta skulle behöva bräddas, antingen till ett utbyggt kommunalt ledningsnät eller till befintliga dikessystem. Om befintliga dikessystem tillämpas för bräddning skulle pumpning förmodligen behövas.

Även om behovet av vatten var tillräckligt stort skulle det vara tveksamt att det skulle fungera helt som omhändertagande av dagvatten. Detta eftersom kraven på dagvattenhantering inte baseras på årsavrinning utan på dimensionerande flöde, som för detta område är 10-minuters 10-årsregn. Detta är en statistisk regnhändelse som är ett skyfall.

Att kunna fördröja en stor mängd dagvatten under kort tid kräver ett helt annat system än ett system där vatten i små mängder per dag återanvänds. En stor skillnad är t ex att anläggningar som dimensioneras efter 10-minuters 10-årsregn ofta har krav om att de ska tömmas under 10-12 timmar. Detta eftersom kraftiga regn kan komma med kort tid emellan, och anläggningarna måste då vara tomma för att kunna fördröja på nytt.

Dagvattenanläggningarna är vanligen kopplade till ledningsnät som i det här fallet skulle vara dimensionerade för 2-årsregn. Vidare ansvarar kommunen för att inte skador på byggnader eller risk för människors säkerhet uppstår vid extrema skyfall (100-årsregn). Detta ansvars uppfylls vanligen genom att förbereda sekundära avrinningsvägar.

Nedan följer ett antal övriga för- och nackdelar med återanvändning av dagvatten:

Fördelar:

- Återanvändning av dagvatten är ett miljövänligt koncept som ligger rätt i tiden. Även om Sveriges dricksvattenresurser är förhållandevis goda är det en tänkvärd frågeställning huruvida det är rimligt att dricksvatten används i toaletter.
- Det är konstaterat i utredningen att bara en del av dagvattnet kan återanvändas. Sett ur ett dricksvattenperspektiv är det en stor del av dricksvattnet som kan ersättas (upp till 1/3). Om detta koncept med återanvändning av dagvatten skulle tillämpas på alla exploateringar i hela Sverige skulle det ge stora vinster sett till både dagvattenhantering och dricksvattenberedning.

Utmaningar:

- Det är osäkert att dagvattnet från uppsamlingen/reningsanläggningen kommer att hålla en tillräckligt hög kvalitet för att boenden i hushållet kommer vara nöjda. Problem som missfärgning, lukt och kontaminering kan uppstå.
- Relaterat till första punkten; det kommer vara av stor vikt att underhålla anläggningar för att säkerställa vattenkvaliteten. Frågan om vem som ansvarar för att sköta och drifta anläggningen måste lösas och bekostas.



- En underjordisk infiltrationsanläggning/ uppsamling är kanske omöjlig att anlägga på jordarten lera i området.
- När folk är på semester och vattenförbrukningen är låg, kommer detta leda till fulla uppsamlingstankar och därmed en lägre möjlighet till återanvändning. Semester inträffar under sommaren då det förekommer mest nederbörd (kan i viss mån kompenseras om vattnet istället används för bevattning).
- Det är oklart hur anläggningen ska fungera vintertid då vatten i anläggningen möjligen fryser till is.
- Det måste finnas möjlighet för bräddning. Detta innebär att det måste finnas ett alternativt dagvattensystem att tillgå.

#### **4.1.2 Gröna ytor och genomsläppliga ytor för gångvägarna**

Dagvatten från gångvägarna och grönytor i området föreslås fördröjas genom infiltration i grönytor (så kallade översilningsytor). Detta då gröna ytor har stor kapacitet att fördröja dagvatten. Till exempel anger Stockholms stads riktlinjer (2016) att om ett avrinningsområde uppgår till 50 % av gröna ytor finns kapacitet att fördröja 20 mm nederbörd inom området, utan ytterligare åtgärder.

Eventuella omständigheter som minskar gröna ytors fördröjningskapacitet; så som kraftig lutning och ineffektiv/ojämn avledning från de hårdgjorda ytorna till de gröna ytorna anses ha liten påverkan inom utredningsområdet.

Ett bildexempel, där en takyta avleds via ett stuprör till en grön yta, visas i Figur 13. Diffus spridning underlättas via plattsättning under stupröret (visas i nästa figur, Figur 14). Dagvattnet får på så sätt en längre sträcka till anslutningspunkten för avledning ut från området.



Figur 13. Avledning av takvatten via utvändigt stuprör (inringat i rött) till grön yta. Diffus spridning underlättas via plattsättning under stupröret (ej synligt på fotot). Dagvattnet har därefter en längre sträcka till avledning via dagvattenbrunn, demonstrerat med blå pil.

Figur 14 visar hur skador på grund av erosion hindras, och diffus avrinning främjas, via plattsättning under stuprör.



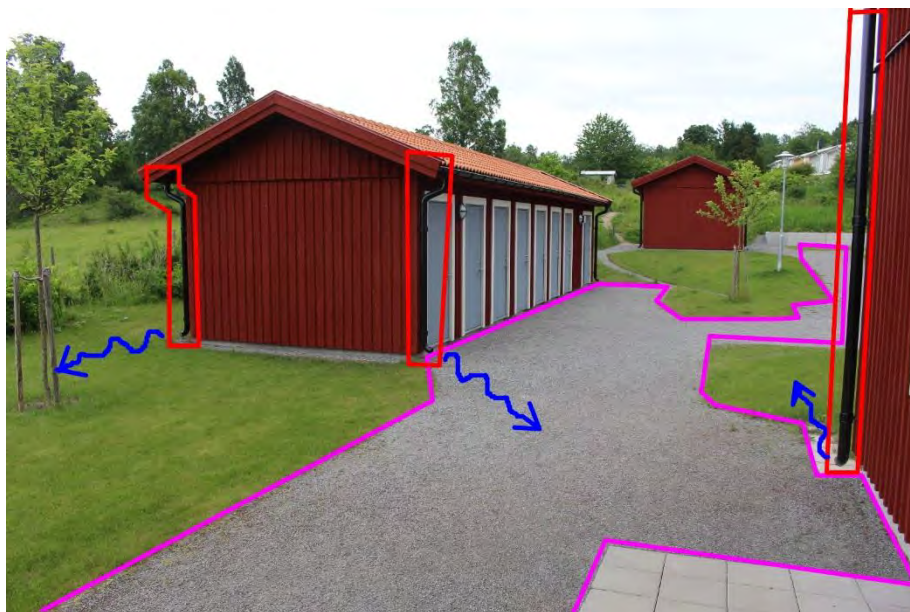
Figur 14. Stuprör med utkastare. Skador på grund av erosion hindras och diffus avrinning främjas via plattsättningen.

Gröna ytor kan kompletteras genom att gångbara ytor genomförs med genomsläppliga ytmaterial. Infiltrationskapaciteten i vattengenomsläppliga beläggningar är svår att beräkna och med tid sker viss igensättning. Uppskattningsvis minskar avrinningskoefficienten för en gångyta, från 0,9 för hårdgjord asfalt, till ca 0,5 om grus används istället. Det innebär att ca 40 % av dagvattenflödet tas om hand av den genomsläppliga ytan vid korta regn. Vid längre, kraftigare regn hinner ytan mättas och därefter sker 100 % avrinning av dagvattnet.

I Figur 15 visas ett bildexempel där utvändiga stuprör, gröna ytor och grusade gångytor utgör ett effektivt system för diffus avrinning och fördröjning av dagvatten från takytor. Det är viktigt att säkerställa att

dagvatten inte blir stående i grönytorna utan leds bort genom svag lutning alternativt utgrävda stråk.

Grusade ytor passar också visuellt bra in i lantlig miljö.



Figur 15. Avrinnande dagvatten från takytor leds via utvändiga stuprör (rödmarkerade för tydlighet) till gröna ytor samt grusade ytor och gångytor (markerade med magenta).

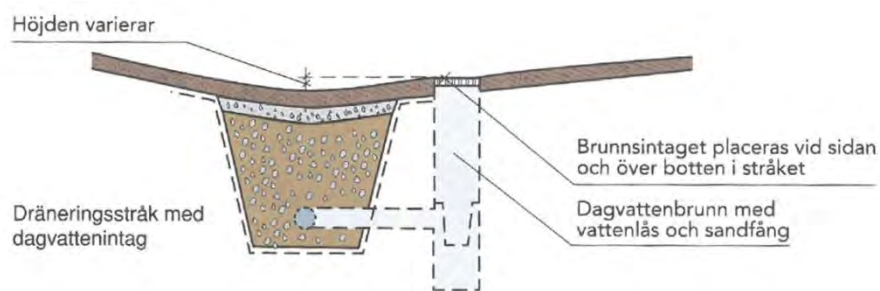
#### **4.1.3 Makadamdiken för tak- och parkeringsytor**

Makadamdiken föreslås fördröja och rena dagvatten från tak- och parkeringsytor på kvartersmark. Dessa diken föreslås även kunna fördröja dagvatten från GC-vägen (se mer information i avsnitt 4.2.3). En av fördelarna med makadamdike är att de tar förhållandevis lite plats. En inspirationsbild på ett utförande av makadamdiken vid GC-väg visas i Figur 16.



Figur 16. Inspirationsbild, infiltration vid GC-väg.

En typskiss på uppbyggnaden av ett infiltrationsstråk från Svenskt Vattens publikation P105 visas i Figur 17.



Figur 17. Makadamfyllt infiltrationsstråk med dagvattenintag. Bildkälla: Svenskt Vatten, 2011.

Porvolymen i makadam (ca 30–40 % beroende på makadamfraktioner) måste medräknas när erforderlig fördröjningsvolym beräknas. Den behöver ökas för att kompensera för mindre effektiv volym i magasinets makadamfyllning.

För att få en långsam avtappning av makadamdiket behöver det förses med ett strypt utlopp enligt Stockholms stad (2017). Ett bräddavlopp kan läggas en bit över bottennivån i diket/regnbädden så att en magasinvolym med stående vatten skapas under bräddavloppen.

## 4.2 ALLMÄNNA YTOR

För allmänna ytorna uppgår fördröjningsvolymen till 37 m<sup>3</sup>. De allmänna ytorna består av två delområden:

- Bilväg, gångstråk och gröna ytor i den sydvästra delen av området.
- GC-vägen längs gamla banvallen.

Åtgärdsförslag ges i följande underrubriker.

### 4.2.1 Regnbäddar för bilväg och gångstråk

I områdets sydvästra del ligger en genomfartsgata och gångstråk med ett par mindre gröna ytor emellan. Gångvägarna bör förses med genomsläpplig yta, t ex grus. Gångvägarna bör utföras så att dagvatten från dessa också kan avrinna för fördröjning och rening till växtbäddarna.

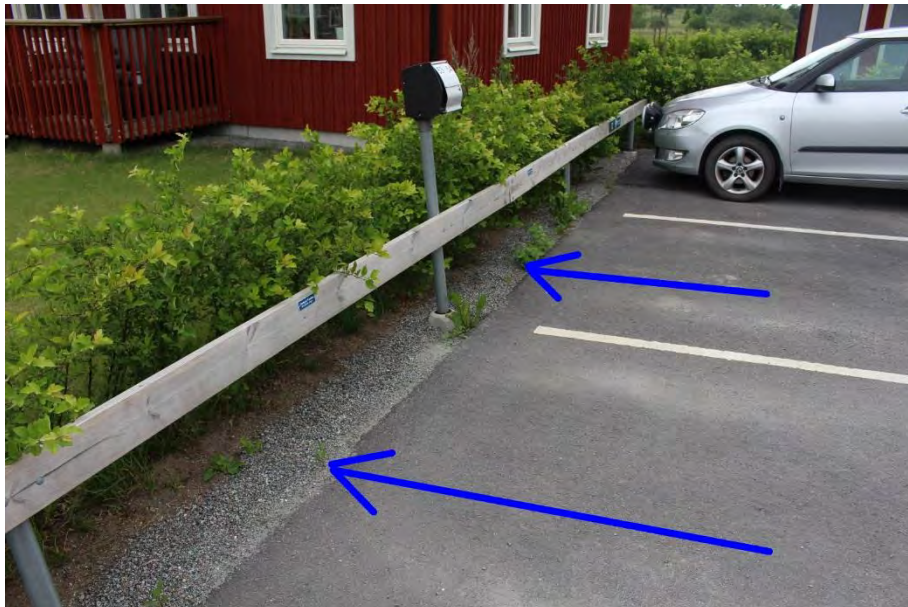
Uppskattningsvis bör ca 10 m<sup>3</sup> av den erforderliga magasinvolymen höra till genomfartsgatan och gångstråken. Dessa föreslås fördröjas och renas i regnbäddar i grönytor mellan vägarna, se förslag i Figur 12.

En regnbädd (alt. benämningar växtbädd, regngård, eller biofilter) är i princip ett perkolationsmagasin som istället för placering under jord ges en helt öppen yta. Denna öppna yta planteras och växterna förhöjer funktionen i och med att växterna tar upp både näringsämnen och tungmetaller samt förbrukar vatten. För exempel på principiell utformning, se Figur 18 (figur från Svenskt Vatten, 2016).



Figur 18. Principiell utformning av en regnbädd för fördröjning och rening av dagvatten (Svenskt Vatten, 2016).

Konstruktionen behöver inte vara så komplicerad som visas i Figur 18. En exempelbild ges i Figur 19, där dagvatten avrinner från parkeringen till en grusad yta för diffus spridning och därefter till plantering med buskar. För denna variant är det svårare att göra en bedömning av i vilken grad dagvattnet renas. För regnbäddar har ett flertal studier gjorts vilket ger en uppfattning om vilken reningseffekt de har på dagvattnet. Utredningsområdet ska exploateras med sparsam bebyggelse och kommer vara så pass lågt trafikerat att föroreningsmängderna förmodligen kommer att ligga under de schablonvärden som använts. Det kan därför motiveras att planteringar i stil med vad som visas i Figur 19 används istället för typiska regnbäddar.



Figur 19. Avrinning från parkering till plantering. Flödesriktning visas med blå pilar.

#### 4.2.2 Makadamdike för GC-vägen längs gamla banvallen

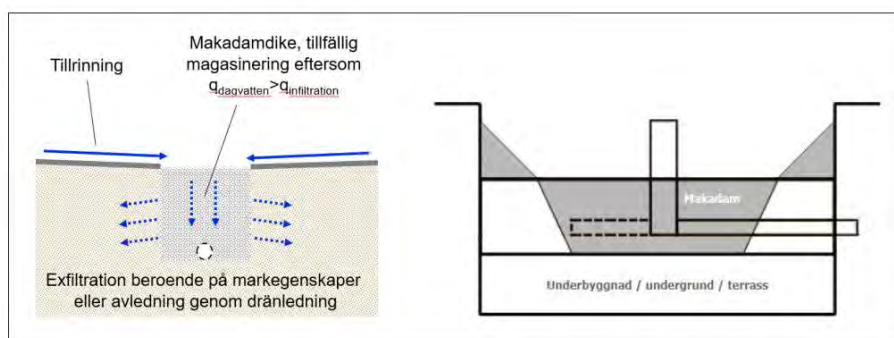
Provtagning har visat att det finns föroreningar under banvallen. Av denna anledning får GC-vägen anläggas ovanpå förutsatt att banvallens övre yta inte ska sänkas eller grävas. Däremot har inga föroreningar hittats i västra slänten och därför föreslås diket placeras i den västra slänten. Ifall det finns risk för att skapa en transport av föroreningar i och med ökad dagvattenavrinning kan t.ex. diket förses med tätning, genom att botten täcks

med duk. Denna fråga bör ses över i samråd med en sakkunnig (geohydrolog eller dylikt).

Ifall GC-vägen utformas med grus istället för asfalt så är det fördelaktigt ur ett dagvattenperspektiv. En grusad yta har i jämförelse med asfalt en betydligt lägre avrinningskoefficient (ca 0,4-0,5 istället för 0,8-0,9). Detta ger en mindre avrinning framförallt vid små regn samt främjar den naturliga vattenbalansen.

För GC-vägen föreslås fördröjning och rening ske i ett makadamdike, placerat väster om GC-vägen, se Figur 17 i kapitel 4.1.3. En trumma bör anläggas för att tillåta dagvatten att brädda från den västra sidan av GC-vägen till den östra vid extrema regn.

Uppskattningsvis bör ca 24 m<sup>3</sup> av den erforderliga magasinvolymen höra till GC-vägen. Från genomfartsvägen till norra plangränsen är GC-vägen ca 250 m lång, vilket ger ett fördröjningsbehov om ca 0,09 m<sup>3</sup> per meter (24 m<sup>3</sup> genom 250 m). Detta motsvarar en grund ränna med ungefärliga dimensioner 1 m bredd och 0,3 m djup och en porvolym på 30 %. Att inrymma en sådan grund ränna i den västra slänten borde gå bra. Detta förutsätter att GC-vägen ges en lutning så att dagvatten avrinner åt detta håll. Makadamdiket bör utföras med dränering, se Figur 20, för att undvika stående vatten som kan leda till vattensjuk mark.



Figur 20. Principskisser av makadamdiken. (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

Ifall det finns risk för att skapa en transport av föroreningar i och med ökad dagvattenavrinning kan diket förses med tätning, t ex att botten täcks med duk. Denna fråga bör ses över i samråd med en sakkunnig (geohydrolog eller dylikt).

Tillgänglig bredd enligt nuvarande illustrationsplan ligger mellan ca 1 – 2,5 m. Längslutningen längs fastighetsgränsen är översiktligt uträknat på ca 1 %, vilket är en god förutsättning för att få tillräcklig längslutning i diken.

### 4.2.3 Åtgärds-skiss

Som förslag ska diket anläggas längs GC-vägens västra sida. Det är svårt att i detta skede gå in i detalj på höjdsättning, men det finns en generell flödesriktning i området (se stor blå skuggad pil i Figur 12) som är fördelaktig för att det föreslagna diket ska fungera avskärande samt uppsamlade för hela utredningsområdets dagvatten.

Det är också svårt att utefter befintliga höjder avgöra vilken utsläppspunkt som är bäst att använda för utgående dagvatten. För att efterlikna den

befintliga situationen bör utsläpp ske främst till det södra diket, som idag avvattnar större delen av utredningsområdet och även uppströms naturmark.

## 5 RENING I FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

En beräkning har gjorts med hjälp av schablonvärden från StormTacs databas (Stormtac, 2021). Beräkningarna och resultaten, som presenteras i Tabell 10 och Tabell 12, är att betrakta som en grov uppskattning av den verkliga situationen.

Tabell 11 redovisar att samtliga föroreningshalter minskar efter exploateringen och genom föreslagna reningsåtgärder, jämfört med halterna från området före exploatering.

Tabell 10. Föroreningshalter i dagvattnet efter exploatering, med rening enligt Figur 12.

Förorening	Kvartersmark		Allmänna ytor	
	Halt före expl. (µg/l)	Halt efter expl. (µg/l) med rening	Halt före expl. (µg/l)	Halt efter expl. (µg/l) med rening
<b>Fosfor, P</b>	130	43	100	53
<b>Kväve, N</b>	1 500	690	1 700	970
<b>Bly, Pb</b>	9	2	9	2
<b>Koppar, Cu</b>	18	6	24	11
<b>Zink, Zn</b>	49	9	46	10
<b>Kadmium, Cd</b>	0,5	0,07	0,3	0,09
<b>Krom, Cr</b>	6	3	8	4
<b>Nickel, Ni</b>	6	2	6	2
<b>Kvicksilver, Hg</b>	0,03	0,02	0,05	0,03
<b>Susp. material, SS</b>	46 000	8 570	39 000	8 780
<b>Olja</b>	350	53	630	130
<b>PAH16*</b>	0,9	0,4	0,08	0,16
<b>BaP**</b>	0,02	0,007	0,02	0,005

\*Polycykliska aromatiska kolväten, \*\*Benzylaminopurine

Ett enskilt värde bör inte vägas in för tungt i bedömningen av beräkningarnas resultat. Istället bör en helhetsbedömning göras där man ser till huruvida en generell minskning har skett och storleken på denna. Beräkningarna visar att sett till föroreningsmängder, minskar samtliga ämnen, se Tabell 12.

Tabell 11. Föroreningsmängder från utredningsområdet, efter rening i olika steg enligt det system som presenterats i Figur 12. Jämförelse mot mängder före exploatering.

Förorening	Kvartersmark			Allmänna ytor		
	Mängd före expl.	Mängd efter expl. med rening	Skillnad (%)	Mängd före expl.	Mängd efter expl. med rening	Skillnad (%)
Fosfor, P	0,33	0,15	-55%	0,12	0,07	-43%
Kväve, N	3,8	2,0	-47%	2,1	1,4	-34%
Bly, Pb	0,02	0,005	-76%	0,01	0,003	-75%
Koppar, Cu	0,04	0,02	-62%	0,03	0,01	-55%
Zink, Zn	0,12	0,02	-80%	0,06	0,01	-77%
Kadmium, Cd	0,0012	0,0002	-80%	0,0004	0,0001	-70%
Krom, Cr	0,016	0,008	-53%	0,009	0,004	-52%
Nickel, Ni	0,015	0,006	-63%	0,007	0,003	-64%
Kvicksilver, Hg	0,00007	0,00005	-35%	0,00006	0,00003	-40%
Susp. mtrl, SS	110	24	-78%	48	11	-78%
Olja	0,85	0,13	-85%	0,77	0,15	-81%
PAH16*	0,002	0,0009	-60 %	0,001	0,0002	-82%
BaP**	0,00005	0,00002	-61%	0,00002	0,000006	-77%

\*Polycykliska aromatiska kolväten, \*\*Benzylaminopurine



## 6 ÖVRIGT

### 6.1 VA-ANSLUTNING

Det finns inga befintliga dagvattenledningar inom utredningsområdet. I den angränsande Enköpingsvägen finns endast spill- och vattenledningar. En dagvattenledning går söder om området nedanför brandstationsfastigheten. Denna ligger långt från utredningsområdet samt höjdmässigt olämpligt.

Istället föreslås att utredningsområdets dagvatten omhändertas via gröna, tröga lösningar och ansluts till befintliga diken genom anslutningspunkt i utredningsområdets östra kant.

### 6.2 INSTÄNGDA OMRÅDEN

Sett till den nuvarande illustrationsplanen finns det inga instängda områden. Husen är relativt få sett till utredningsområdets storlek och husen är placerade med avstånd till varandra. Marken i området har idag en svag lutning åt nordost, se blå pilar i Figur 21. Enligt översiktskartor och översiktlig visuell bedömning på platsbesök har inga lokala lågpunkter noterats.

Vid exploateringen är det viktigt att GC-vägen ligger höjdmässigt lägre än övriga utredningsområdet så att denna inte dämmer upp ytligt avrinnande dagvatten vid extrem nederbörd (Figur 21).



Figur 21. Generell flödesriktning visad med blå pilar. GC-väg markerad i magenta.

### 6.3 KLIMATUTMANINGEN OCH DAGVATTEN

Generellt sett förväntas klimatförändringarna leda till ökad nederbörd i form av fler extrema regnhändelser under sommarhalvåret samt ökad nederbörd under vinterhalvåret (Svenskt Vatten P110, 2016). Detta hanteras främst genom att använda klimatfaktor i dagvattenberäkningarna och anpassa dagvattenåtgärdernas kapacitet till det större flödet.

Vid extrem nederbörd är dagvattenåtgärder samt ledningsnät överbelastade och dagvatten avrinner ytligt. För att undvika skador bör ytliga avrinningsvägar ses över vid höjdsättning av området så att vattnet avrinner på ett säkert sätt. Lämpligtvis samlas det upp i översvämningsytor inom fastighetsgränserna, och hindras därmed från att ge skada på angränsande fastigheter.

Som skydd för extrema nederbördstillfällen föreslås ett makadamdike längs områdets västra fastighetsgräns, se mer under rubrik 4.2.2. Att skydda nedströms områden från utredningsområdets dagvatten är i nuläget viktigt främst med avseende på föroreningsbelastning. Att i detta skede ta höjd för att även kunna fördröja stora volymer dagvatten är viktigt ifall nedströms områden omvandlas till ytterligare bostadskvarter.

Risk för översvämning kommer från två håll; nedströms från stigande vattennivåer och uppströms genom extrema skyfall (Svenskt Vatten P110,

2016). Det finns ingen skyfallskartering tillgänglig, därför ges här endast en översiktlig bedömning utifrån kartor (Lantmäteriet, 2018).

Sett till utredningsområdets läge ligger det med avstånd till recipienten (mer än 1 km). Enligt översiktlig bedömning är det inte troligt att stigande vattennivå i recipienten kommer att påverka utredningsområdet.

Området uppströms utredningsområdet är till stor del obebyggt, vilket ger lång koncentrationstid som minskar risken för översvämning. Själva utredningsområdet utgör inte heller en lågpunkt som riskerar att ta in och behålla dagvatten från omgivande områden. Enligt den föreslagna dagvattenhanteringen ska ett svackdike anläggas i utredningsområdet vilket säkrar en effektiv avledning. Den generella bedömningen utifrån tillgängliga underlag är att utredningsområdet har goda förutsättningar att klara framtida klimatförändringar med avseende på dagvatten.

## 6.4 ANSVARFÖRDELNING

Det dike som går i östra kanten av planområdet ägs av flera fastigheter både uppströms (bl.a. bostäder) och nedströms planområdet (jordbruksmark). Kommunen ansvarar för den delen av diket som går över deras fastighet (Rymningen 8:6). De har ansvar för skötsel och drift av diket inom fastigheten, för att upprätthålla diket funktion och kapacitet. De har även ett ansvar att inte tillföra ett ökat flöde i diket i samband med exploatering, som kan förvärra situationen för nedströms liggande fastigheter. På motsvarande sätt är det andra markägares ansvar att sköta rensning och drift så att diket funktion och kapacitet upprätthålls.

Då det inte finns någon reglering av diket idag (då det inte ingår i ett markavvattningsföretag), finns det ingen reglering att upprätta ett avtal ifrån. Skulle problem uppstå i framtiden, kan ett dikningsföretag inrättas som reglerar t.ex. skötsel.

Från bebyggelsen uppströms planområdet bedöms det dock vara en bra lutning (på ca 1,5 %), varför det inte borde vara någon risk att dessa fastigheter skulle drabbas negativt av en ökad belastning på diket.

Där det skulle kunna finnas en viss risk för negativ påverkan är nedströms planområdet, där bilvägen som diket korsar samt jordbruksmarken kan påverkas av höga flöden och stående vatten. Det är dock inga bostäder som bedöms utsättas för någon risk. Om problem uppstår bedöms det kunna åtgärdas genom exempelvis dikesrensning och/eller omläggning av vägtrumman och/eller översyn av utloppet till ån.

## 7 SLUTSATSER

Dagvattenutredningen föreslår en dagvattenhantering som består av följande åtgärder:

- Översilningsytor i form av grönytor.
- Grusade gång- och cykelvägar.
- Regnbäddar för bilvägen på den allmänna ytan.
- Makadamdike för uppsamling och avledning av tak- och parkeringsytor.
- Makadamdike för GC-vägen och som översvämningsskydd.

Enligt översiktliga beräkningar kan införandet dessa åtgärder uppfylla de övergripande målen i Enköping kommuns dagvattenpolicy (daterad 2015-11-03). Det bedöms som realistiskt att dagvattenhanteringen kan genomföras då utredningsområdet har goda förutsättningar för dagvattenhantering och planeras för sparsam bebyggelse.

Föroreningsberäkningarna visar att med rening och fördröjning genom föreslagna åtgärder så kommer föroreningshalterna att minska efter exploateringen. Även föroreningstransporten kommer att minska förutsatt att fördröjning begränsar utflödet till att motsvara utflödet för befintlig markanvändning. Kravet om att MKN för recipienten inte ska försämrans anses därför, med grund i framförda teoretiska beräkningar, som uppfyllt.

Slutsatsen är att exploateringen i utredningsområdet är genomförbar ur ett dagvattenperspektiv, förutsatt att fördröjande och renande åtgärder införs.

### 7.1 DAGVATTENHANTERING INOM KVARTERSMARK

Hushållen i den framtida bebyggelsen kan potentiellt förbruka ca 1 200 m<sup>3</sup> återanvänt vatten per år. Den totala årsavrinningen för kvartersmarken uppgår enligt beräkning till 2 500 m<sup>3</sup>. Utifrån denna teoretiska beräkning kan alltså ca hälften av dagvattnet på årsbasis omhändertas via återanvändning.

Även om behovet av vatten var tillräckligt stort skulle det vara tveksamt att återanvändning skulle fungera som ett komplett omhändertagande av dagvatten. Detta eftersom kraven på dagvattenhantering inte baseras på årsavrinning utan på dimensionerande flöde, som för detta område är 10-minuters 10-årsregn. Detta är en statistisk regnhändelse som är ett skyfall. Att kunna fördröja en stor mängd dagvatten under kort tid kräver ett helt annat system än ett system där vatten samlas upp för att i små mängder per dag återanvänds. En stor skillnad är t ex att anläggningar som dimensioneras efter 10-minuters 10-årsregn ofta har krav om att de ska tömmas under 10-12 timmar. Detta eftersom kraftiga regn kan komma med kort tid emellan, och anläggningarna måste då vara tomma för att kunna fördröja på nytt.

Eventuell återanvändning av dagvatten rekommenderas som ett komplement till det föreslagna dagvattensystemet ovan. Att återanvända dagvatten är mer av ett miljönyttigt koncept än en effektiv dagvattenhantering.

Utloppet för kvartersmarkens dagvattenåtgärder bör anordnas så att bräddning/avledning efter fördröjning sker till det dike som föreslås för GC-vägen (förtydligande: GC-vägen på den gamla banvallen).

## 7.2 DAGVATTENHANTERING PÅ ALLMÄN YTA

Ett makadamdike föreslås anläggas längs GC-vägen på gamla banvallen, på den västra sidan. Diket kan eventuellt förses med tätning för att inte påverka eventuella föroreningar i marken. Enligt beräkningar ska diket på ett ungefär hålla dimensionen 1 m bredd, 0,3 m djup och ha en porvolym på 30 %.

Utlopp för diket ska som förslag ske till ett befintligt dike. Detta ligger inte inom något markavvattningsföretag. Diket avvattnar utredningsområdet under de befintliga förutsättningarna. Dikets avrinningsområde går uppströms och nedströms över både privata fastigheter och jordbruksmark. Kommunen ansvarar för den delen av diket som går över deras fastighet. De har ansvar för skötsel och drift av diket inom fastigheten, för att upprätthålla dikets funktion och kapacitet för fastigheterna uppströms. De har även ett ansvar att inte tillföra ett ökat flöde i diket i samband med exploatering, som kan förvärra situationen för nedströms liggande fastigheter. Med föreslagna åtgärder fås en fördröjning som innebär att utflödet av dagvatten från utredningsområdet efter exploatering inte kommer att öka relativt befintligt. Det är på så sätt möjligt att ansluta till befintliga diken utan att dessa påverkas negativt.

## 7.3 FORTSATT ARBETE

- Inmätning av befintliga diken inom och utanför utredningsområdet.
- Om de föreslagna åtgärderna ska genomföras bör sakkunnig rådfrågas angående ev. föroreningstransport i banvallen.

## 8 REFERENSER

Enköping kommun, 2020. Hämtad 2020-09-10:  
<https://foretagare.enkoping.se/regler-och-tillstand/bygg-vatten-och-avlopp/kommunalt-vatten-och-avlopp/checklista-for-dagvattenutredning.html>

Lantmäteriets karttjänst, 2018. <https://kso.etjanster.lantmateriet.se/>, hämtad: 2018-10-02.

Länsstyrelsen, 2018. WebbGIS, tillgänglig online: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Uppsala/Underlag/>. Hämtad: 2018-10-23.

Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

SMHI, 2018a. Vattenwebb, tillgänglig online:  
<http://vattenweb.smhi.se/modelarea/>. Hämtad 2018-10-02

SMHI, 2018b. Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990. Tillgänglig online: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354> Hämtad 2018-10-03.

SMHI, 2020. Hämtad 2020-09-07:  
<http://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>  
<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887>

Stockholms stad (2016). Dagvattenhantering. Riktlinjer för kvartersmark i stadsbebyggelse.

StormTac, 2021. StormTac Web v. 20.2.2. Tillgänglig online:  
<http://app.stormtac.com/> . Hämtad 2021-03-10.

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

Svenskt Vatten Utveckling (2019). Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Rapport 2019-20. <https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf>

Uppsala hem (2020). Hämtad 2020-09-09:  
<https://www.uppsalahem.se/hyresgast-hos-oss/din-bostad/vattenforbrukning/>

VISS, 2018. Vattenkartan, tillgänglig online:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx>, Hämtad: 2018-10-02.

VISS, 2021. Vattenkartan, tillgänglig online:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx>, Hämtad: 2021-03-26.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Dragarbrunnsgatan 41  
753 20 Uppsala  
Besök: Dragarbrunnsgatan 41

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

