

DAGVATTENRAPPORT  
**DETALJPLAN STORVRETA CENTRUM**  
**3:87 M.FL**



**UPPDRAG**

318519, Storvreta 3:87 m flera, utredningar för ny detaljplan, DV, Geo, FO, Hydro & K  
Titel på rapport: Dagvattenrapport detaljplan Storvreta centrum 3:87 m.fl  
Status: Slutrapport  
Datum: 2022-04-20

**MEDVERKANDE**

Beställare: Botrygg och Genova  
Kontaktperson: Charlotta Ek och Niklas Schönning

Konsult: Tyréns Sverige AB  
Uppdragsansvarig: Olle Risby  
Handläggare: Astrid Grinell, Max Svensson  
Kvalitetsgranskare: Jesper Bengtsson

**REVIDERINGAR**

Rev. 2  
Revideringsdatum: 2024-04-25  
Version: 2.0 (tillgänglighetsanpassning)  
Initialer: DN, Tyréns Sverige AB

Rev. 3  
Revideringsdatum: 2024-07-05  
Version: 3.0 (tillgänglighetsanpassning)  
Initialer: HV, Tyréns Sverige AB

Rev. 4  
Revideringsdatum: 2024-08-15  
Version: 4.0 (tillgänglighetsanpassning)  
Initialer: DN, Tyréns Sverige AB

Rev. 5  
Uppdrag: 355199  
Status: SLURAPPORT  
Kontaktperson: Mattias Dahlgren och Niklas Schönning  
Uppdragsansvarig/  
handläggare: Filip Österlund  
Kvalitetsgranskare: Adam Ivarsson  
Revideringsdatum: 2025-11-19  
Version: 5.0 (tillgänglighetsanpassning)  
Initialer: FÖ, Tyréns Sverige AB

Rev. 6  
Revideringsdatum: 2026-05-25  
Version: 6.0 (tillgänglighetsanpassning)  
Initialer: FÖ (Filip Österlund), Derivo AB på uppdrag av Tyréns Sverige AB

## SAMMANFATTNING

Botrygg AB och Genova Property Group driver tillsammans med Uppsala kommun en detaljplaneprocess för att pröva möjligheten till tätare centrumbebyggelse i Storvreta C, norr om Uppsala. De fastigheter som berörs av planarbetet är Storvreta 1:27, 3:68, 3:87, 3:80, 44:28, 44:29, 46:21, 1:103 samt delar av Storvreta 47:1 och Storvreta s:2. Botrygg och Genova har gett Tyréns Sverige AB i uppdrag att utreda frågor om dagvatten inom fyra kvartersstrukturer, gata samt en yta med E-område och parkering. Utredningen visar att tre kvarter helt ändrar markanvändning, två kvarter till flerfamiljshus och en kvarter till vårdcentral med tillhörande tillbyggnader. Övrigt kvarter kompletteras med flerfamiljshus där bebyggelse redan finns. Två allmänna parker tas bort med planerad exploatering.

Dagvattenstrategin bygger på att de första 20 mm av nederbörd fördröjs inom respektive kvarter och tappas av på minst 12 timmar enligt Uppsala Vattens krav. Åtgärdsförslagen utgörs främst av öppna dagvattenlösningar – växtbäddar och svackdiken – i kombination med styrd ytdämning och strypta utlopp, där lösningarna har både renande och fördröjande funktion. Föroreningsberäkningar och årsmedelhalter har tagits fram med VA-verktyget enligt Stockholm stads metodik (ett konservativt angreppssätt som generellt ger högre beräknade halter än StormTac och därmed god säkerhetsmarginal i dimensioneringen).

Sammanlagt behöver cirka 155 m<sup>3</sup> fördröjas inom kvartersmark: Kvarter 1 ≈ 35.5 m<sup>3</sup>, Kvarter 2 ≈ 50 m<sup>3</sup>, Kvarter 3 ≈ 4 m<sup>3</sup> (ny takyta) och Kvarter 4 ≈ 63 m<sup>3</sup>. Utlopp dimensioneras så att respektive volym tappas av på 12 timmar. Resultaten med reningsåtgärder visar tydliga reduktioner av både årsmedelhalter och masslaster jämfört med planerad situation utan rening, och att gällande riktvärden generellt kan uppnås där sådana finns. Befintligt dagvattennät bedöms inte behöva omdimensioneras i nuläget eftersom den reducerade arean inte ökar och 20 mm-kravet uppfylls inom kvartersmark; vid eventuell ombyggnad rekommenderas dimensionering enligt P110 (20-årsregn, trycklinje i marknivå).

Utöver detta har skyfallshantering analyserats. För att inte försämra skyfallssituationen jämfört med nuläget krävs att en viss minsta skyfallsvolym säkerställs inom respektive kvarter. För Kvarter 1, 2 och 4 uppgår detta behov till cirka 115 m<sup>3</sup>, 13 m<sup>3</sup> respektive 22 m<sup>3</sup>.

Höjdsättningen styr sekundära rinnvägar och bräddning på ett kontrollerat sätt genom kvarteren, med lågpunktstyrning mot anläggningar, vattendelare som skyddar känsliga lägen och skålformade ytor där tillfällig dämning önskas. Detta minskar risken för oönskad tillrinning mot närliggande fastigheter och dämpar toppflöden även vid kraftiga regn. För varje kvarter redovisas dessutom släckvattenhantering enligt P114 med dimensionerande volym 144 m<sup>3</sup>. Särskild hänsyn tas till att släckvatten inte leds österut på Årentunavägen mot mark med hög känslighetsklass; lutningar och barriärer dimensioneras för att styra västerut. Samlat bedöms föreslagen hantering uppfylla kommunens krav på fördröjning, ge robust rening i förhållande till riktvärden samt inte försämra skyfallssituationen eller förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormerna i Fyrisån.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>6</b>
1.1	UPPDRAGET, OMFATTNING OCH SYFTE .....	6
1.2	AVGRÄNSNINGAR.....	6
1.3	TILLGÄNGLIGT UNDERLAG.....	7
<b>2</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR.....</b>	<b>7</b>
2.1	RIKTLINJER DAGVATTENHANTERING .....	7
2.2	GÄLLANDE MILJÖKVALITETSNORMER.....	8
2.3	MARKANVÄNDNING INOM UPPSALAÅSEN .....	9
<b>3</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING.....</b>	<b>11</b>
3.1	GEOGRAFISKA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	11
3.2	GEOLOGI OCH HYDROLOGI .....	11
3.3	FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING.....	11
3.4	ÖVERSVÄMNING VID SKYFALL.....	12
3.5	BEFINTLIG AVVATTNING .....	14
3.6	LEDNINGSBUREN INFRASTUKTUR .....	14
3.7	ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	15
<b>4</b>	<b>FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN.....</b>	<b>16</b>
4.1	METOD FLÖDESBERÄKNING OCH FÖRORENINGAR .....	16
4.2	BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM .....	16
4.3	MARKANVÄNDNING .....	17
<b>5</b>	<b>RESULTAT DAGVATTENFLÖDE OCH FÖRORENINGAR .....</b>	<b>20</b>
5.1	FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER.....	20
5.2	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR KVARTERSMARK .....	20
5.3	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR ALLMÄN PLATSMARK .....	22
5.4	SAMLAD PÅVERKAN – HELA PLANOMRÅDET (SUMMA KVARTERSMARK + ALLMÄN PLATSMARK .....	24
5.5	SKYFALLSFLÖDE.....	26
<b>6</b>	<b>RESULTAT DAGVATTENHANTERING.....</b>	<b>26</b>
6.1	PLANERAD DAGVATTENHANTERING .....	27
6.2	SLÄCKVATTEN – DIMENSIONERING OCH REKOMMENDATIONER.....	28
6.3	ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK.....	28
6.3.1	KVARTER 1 .....	30
6.3.2	KVARTER 2 .....	34
6.3.3	KVARTER 3 .....	38
6.3.4	KVARTER 4 .....	39

6.4	ÅTGÄRDER INOM ALLMÄN PLATSMARK.....	42
6.5	ÅTGÄRDER SKYFALL OCH HÖJDSÄTTNING.....	42
7	FÖRSLAG PÅ PLANBESTÄMMELSER.....	45
8	REFERENSER.....	46
	Bilaga 1 - Föreningensresultat per kvarter	
	Bilaga 2 - Skyfallsresultat (VA-verktyget)	
	Bilaga 2 - Anläggningstyper	



### 1.3 TILLGÄNGLIGT UNDERLAG

- Översiktlig miljöteknisk markundersökning av Storrreta C, Tyréns 2022
- Geoteknisk undersökning av Storrreta C, Tyréns 2022
- PM Hydrogeologi\_Storrreta C\_ 220826
- Storrreta C\_återkoppling samråd 2025
- Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt, Geosigma 2018
- Översvämningskartering utmed Fyrisån. Rapport nr: 1, MSB 2013
- Planbesked Storrreta centrum 3:87 m.fl., tjänsteskrivelse Uppsala kommun 2021-06-07, rev 2021-06-16
- Vattenskyddsföreskrifter för grundvattentäkt Uppsala-Vattholmaåsarna i Uppsala kommun, 1989
- Situationsplan i PDF, BoTrygg och Genova 2025
- Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet, Uppsala Vatten, 2021

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1 RIKTLINJER DAGVATTENHANTERING

Krav på dagvatten ställs gällande rening för att minska påverkan på recipienten Fyrisån.

Dagvattenhanteringen ska följa *Uppsala kommuns handbok för dagvattenhantering*, samt dokumenten *Dagvattenhantering inom fastighet*, *Checklista för dagvattenutredningar* och *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* framtagna av Uppsala kommuns VA-huvudman Uppsala Vatten.

Uppsala kommun har även ett vattenprogram som antogs av kommunfullmäktige år 2021. Ett av programmets målområden är dagvatten, där ambitionen att arbeta mot en hållbar dagvattenhantering tydligt lyfts fram.

I rapporten *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* beskriver Uppsala Vatten att dagvattenhanteringen måste bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningsrisker samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster.

De beskriver även riktlinjer som ska tillämpas för fastigheter inom verksamhetsområdet för den allmänna dagvattenanläggningen. Dagvatten som uppkommer inom kvartersmark ska kvarhållas och renas innan anslutning till den allmänna dagvattenanläggningen. Det finns även två nivåer av krav där nivåerna beror på avståndet från förbindelsepunkten via ledningssystemet, ner till utlopp i recipient. Tolkad kravnivå för aktuellt utredningsområde är att dagvattenanläggningar inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. Fördröjningsanläggning avtappas under minst 12 timmar (Uppsala Vatten, 2021).

Vid eventuell ombyggnad av dagvattennätet rekommenderas dimensionering enligt P110 (20-årsregn, trycklinje i marknivå).

## 2.2 GÄLLANDE MILJÖKVALITETSNORMER

Recipient för utredningsområdets dagvatten är Fyrisån, "mellan Björklingeån och Vendelån, och Vattholmaåsen-Storvreta" enligt VISS (Tabell 1). Påverkanskällor finns från dagvatten som avrinner från urban markanvändning och transport/infrastruktur. Risk för svårigheter att uppnå god status för ämnena fosfor, koppar, benzo(a)pyren, PAH:er och metaller. Förbättringsbehov och förslag på åtgärder som omnämns i VISS gäller minskad belastning av näringsämnen.

Vattholmaåsen är en grus- och sandformation som används som dricksvattentäkt. Åsens betydande påverkanskällor som listas i VISS är diffusa källor från transport och infrastruktur gällande t.ex. klorid från vägsalt samt att europaväg E4 korsar förekomsten i de södra delarna med risk för olyckor, både från väg och kopplade till bränslestationer.

Tabell 1. Redovisning av miljö kvalitetsnormer (MKN) för vatten i Fyrisån, mellan Björklingeån och Vendelån, och Vattholmaåsen-Storvreta (VISS).

Vattenförekomst: Fyrisån SE665090-160546	Ekologisk	Kemisk
Miljö kvalitetsnorm	God status 2027	God ytvattenstatus
Statusklassning	Måttlig	Uppnår ej god
Biologiska kvalitetsfaktorer	Måttlig gällande fisk pga bristande konnektivitet och det morfologiska tillståndet.	
Fysikalisk-Kemiska kvalitetsfaktorer	Måttlig gällande näringsämnen pga övergödningsbelastning.	
Hydromorfologi	Dålig gällande konnektivitet uppströms och nedströms pga vandringshinder i dammar. Otillfredsställande gällande vattendragsfårans form samt specifik flödesenergi i vattendraget.	
Prioriterade ämnen		Undantag kvicksilver (Hg) och bromerade difenyletrar (PBDE). Övriga prioriterade ämnen är oklassade.
Vattenförekomst: Vattholmaåsen SE665195- 160524	Ekologisk	Kemisk
Statusklassning	God	God

Fyrisån fortsätter som vattenförekomst även efter delsträckan Björklingeån-Vendelån. Den är uppdelad i tre delsträckor till före utloppet i Ekoln, Mälaren. Samtliga delsträckor är klassad som måttlig ekologisk status och har liknande situation som utredningsområdets recipientdelsträcka gällande diffusa föroreningskällor.

### 2.3 MARKANVÄNDNING INOM UPPSALAÅSEN

Aktuellt område ingår i vattenskyddsområde för Uppsala- och Vattholmaåsarnas sekundära skyddszon. Detta område har särskilda skyddsföreskrifter som ska följas.

Det finns kommunala riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt (Uppsala kommun 2018). En av de 11 riktlinjerna anger: *Säkerställ att mark och vattenanvändning inom tillrinningsområdet inte får negativ påverkan på den grundvattenresurs som Uppsala- och Vattholmaåsarna utgör.* Flera av riktlinjerna är specificerade gällande fyra nivåer av känslighetsklasser för grundvatten.

De fyra känslighetsklasserna är: Extrem känslighet, hög känslighet, måttlig känslighet och låg känslighet (Geosigma 2018). Utredningsområdet utgörs i huvudsak av mark med känslighetsklassningen måttlig, se Figur 2. Klassningen grundar sig i att marken består av lera med mäktighet mindre än 5 meter som överlagras morän som inte avvattnas mot områden i klass extrem. Inom utredningsområdets östra och sydvästra kant finns områden av morän som inte överlagras av lera (SGU, 2022) och dessa har enligt Uppsalas riktlinjer för markanvändning klassningen hög. Även delar av fastigheterna Storvreta 44:28, 44:29, S:2 och 47:1 ligger inom känslighetsklass hög. Känslighetsklassningen baseras på lagerföljd, mäktighet, strömningsriktning på grundvattenflödet samt avstånd till isälvsavlagringen (Tyréns 2022a).



Figur 2. Karta över känslighetsklassning grundvatten. Ungefärligt utredningsområde markerat med streckad linje. Delar av Storvreta 44:28, 44:29, S:2 och 47:1 ligger inom ett område med klassningen hög känslighet.

De geotekniska undersökningar som gjorts inom ramen för detaljplanearbetet visar att jordarterna inom utredningsområdet består av morän och lera som överlagras av fyllnadsmaterial. Även de områden som enligt SGU:s karteringar har morän "i dagen" överlagras av fyllnadsmaterial. Eftersom den hydrauliska konduktiviteten för fyllnadsmassorna inte är känd antas bedömningen av känslighetsklasserna kvarstå.

Områden i känslighetsklassen måttlig har följande förslag på riskreducerande åtgärder för hantering av dagvatten:

- Särskilt risker som är förknippade med läckage av farliga ämnen och släckvattenhantering ska uppmärksammas.
- Dagvattenhanteringen ska inte utföras så att den riskerar att bidra till infiltration av farliga ämnen i samband med läckage.
- Dagvatten från körbara ytor såsom gator, vägar, lastzoner och parkeringsytor ska genomgå rening i t.ex. växtbäddar innan det tillåts infiltrera.

Områden i känslighetsklassen hög, delklass d, har följande förslag på riskreducerande åtgärder för hantering av dag- och spillvatten:

- Rening av dagvatten från väg och gata bör ske i tät växtbädd, därefter ska det ledas bort från zonen i ledningar. I grönområden får dagvatten från GC-väg infiltreras. Vid GC-väg i direkt anslutning till gata gäller samma principer som för väg och gata. Takvatten kan tillåtas infiltrera så länge det finns en släckvattenzon kring byggnaden där släckvatten kan samlas upp och tas om hand. Om det finns risk för markföroreningar bör inte infiltration av dagvatten vara tillåten. Byggdagvatten ska inte tillåtas infiltrera.
- Släckvattenzon ska anläggas vid nybyggnation. I samband med åtgärder och schakt runt befintlig byggnad ska släckvattenzon anläggas. Släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen.
- Dag- och spillvattenledningar ska vara helt täta. Detta säkerställs genom att till exempel svetsa ledningarna. Detta ska gälla även på områden där VA-huvudmannen inte har rådighet. Detta kan regleras genom kravställning i detaljplaner. Ledningsgrav ska utformas med tätskikt för att eventuell förorening inte ska kunna nå extremt känslig zon via ledningsgraven. ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen.
- "Bra materialval" vid ny- och ombyggnation för att minska den diffusa belastningen från byggmaterial.
- Översvämningssvatten och dagvatten från sekundära rinnvägar får ledas mot grönytor för fördröjning och infiltration.

I övrigt finns det krav gällande hur djupt man får utföra markarbeten i förhållande till grundvattennivåer i skyddsföreskrifter från Länsstyrelsen Uppsala län (1990). Ett avstånd om 1 m över högsta grundvattenyta behöver hållas. Se avsnitt 3.2 för mer detaljerad information om grundvattnet, uppmätta nivåer varierar mellan 4,9 – 6,3 meter under markytan.

### 3 OMRÅDESBESKRIVNING

#### 3.1 GEOGRAFISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Området är beläget i Storvreta, Uppsala län. Utredningsområdet utgörs i nuläget av centrumområde med handel, parkering och bostadshus med fåtal våningar. En generell marklutning finns mot Fyrisån som är belägen ca 1 km västerut. Topografin inom området varierar mellan +29,4 i väst och +31,4 m.ö.h. i öst (RH2000). Ett antal lokala lågpunkter finns nära utredningsområdet.

#### 3.2 GEOLOGI OCH HYDROLOGI

Området ligger inom vattenskyddsområde i sekundär zon för grundvattentäkten Storvreta-Uppsala-åsen. Marken inom området består i huvudsak av moränjordar som vilar på berg. Tyréns Sverige AB har genomfört geotekniska undersökningar inom området i årsskiftet 2021/2022. Den geotekniska tolkningen av området är att mark i undersökta borrhål består av siltig lera 0,5-2,0 m under mark med grusig sandig siltig morän med hög lagringstäthet ner till 8-10 m under mark (Tyréns, 2022b). Ovan den siltiga leran är fyllnadsmassor, som finns i varierande djup över hela utredningsområdet. Kvarter 3 har mer lera i undersökta punkter, ner till 1,7 m, jämfört med övriga kvarter.

Uppmätta grundvattennivåer varierar mellan 4,9-6,3 m under mark, avlästa i december 2021. Grundvattenavläsningarna är utförda vid marknivåer mellan +29,9 och +31,2 m.ö.h. Avläsningar visade på stabila nivåer per kvarter. Men inga nivåer gick att avläsa för kvarter 4 på grund av att grundvattenröret frusit. I samband med exploatering i Storvreta centrum förväntas en mycket liten påverkan på grundvattenbildning ske. De flesta ytor inom detaljplanen är i nuläget redan hårdgjorda.

Det aktuella området ligger inom utpekad vattenskyddsområde. Det finns inga särskilda krav gällande dagvatten i vattenskyddsföreskrifterna för åsen.

#### 3.3 FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING

Skillnader inom kvartersmark beskrivs närmare:

##### Kvarter 1 (Storvreta 46:21, del av 47:1)

- I nuläget finns här stora grönytor i form av en nedsänkt park ut mot vägkorsningen Ärentunavägen-Fullerövägen. Här finns en biotopskyddad allé med äldre träd. Parken fortsätter mot Storvretagården, en trävilla från början av 1900-talet. Här finns även en byggnad från 1980-talet som inrymt kommunala verksamheter och en förskola med tillhörande utegård och asfalterad parkering mot Vattgårdsvägen.
- Inom kvarteret planeras befintligt kommunhus rivas och ersättas av en nybyggnad för att inrymma vårdcentral.

##### Kvarter 2 (Storvreta 3:80, 3:68)

- I nuläget är stora delar av ytan hårdgjord. Här finns mataffär med tillhörande kundparkering. På baksida av mataffären finns en villatomt där boningshuset rivits. Några mindre byggnader står kvar.
- Det planeras för bostäder med uteplatser och upplyft gård samt mataffär vid längs Ärentunavägen. Stor parkeringsyta planeras i kvarterets norra del med infart från Kilsgärdesvägen.

**Kvarter 3 (Storvreta 1:103, del av S:2)**

- I nuläget bebyggd med torgyta ut mot Ärentunavägen och avlånga flerfamiljshus från 1980-talet. Parkeringsyta både mot Vattgårdsvägen och mot Hasselvägen. Trädplantering finns på torgytan, i övrigt låg grad växtlighet.
- Den befintliga bebyggelsen kompletteras med ett flerfamiljshus. Torgytan mot Ärentunavägen planeras att behållas i omfattning med ett annat utseende.

**Kvarter 4 (Storvreta 3:87)**

- I nuläget finns här en långsträckt park utmed Ärentunavägen och en öppen gräsyta mot nordöst. I öster finns en stor asfalterad parkering. På ytan för parkering har det historiskt funnits en mataffär som rivits och tagits bort.
- Det planeras för större parkeringsyta i öst, flerbostadshus i hörnet mot kvarter 2 med en gemensam innergård. I övrigt planeras radhusbebyggelse inom kvarteret.

Den planerade markanvändningen redovisas samlat i Figur 8, där även delavrinningsgränser och föreslagna dagvatten- och släckvattenåtgärder framgår. Figuren visar hur ytavrinning kopplar samman kvarteren i normaldrift och vid regn >20 mm samt vilka ytor som avses för öppna anläggningar (mörkblå polygoner).

För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 planeras ingen förändrad markanvändning.

Skillnad inom allmän platsmark beskrivs närmare:

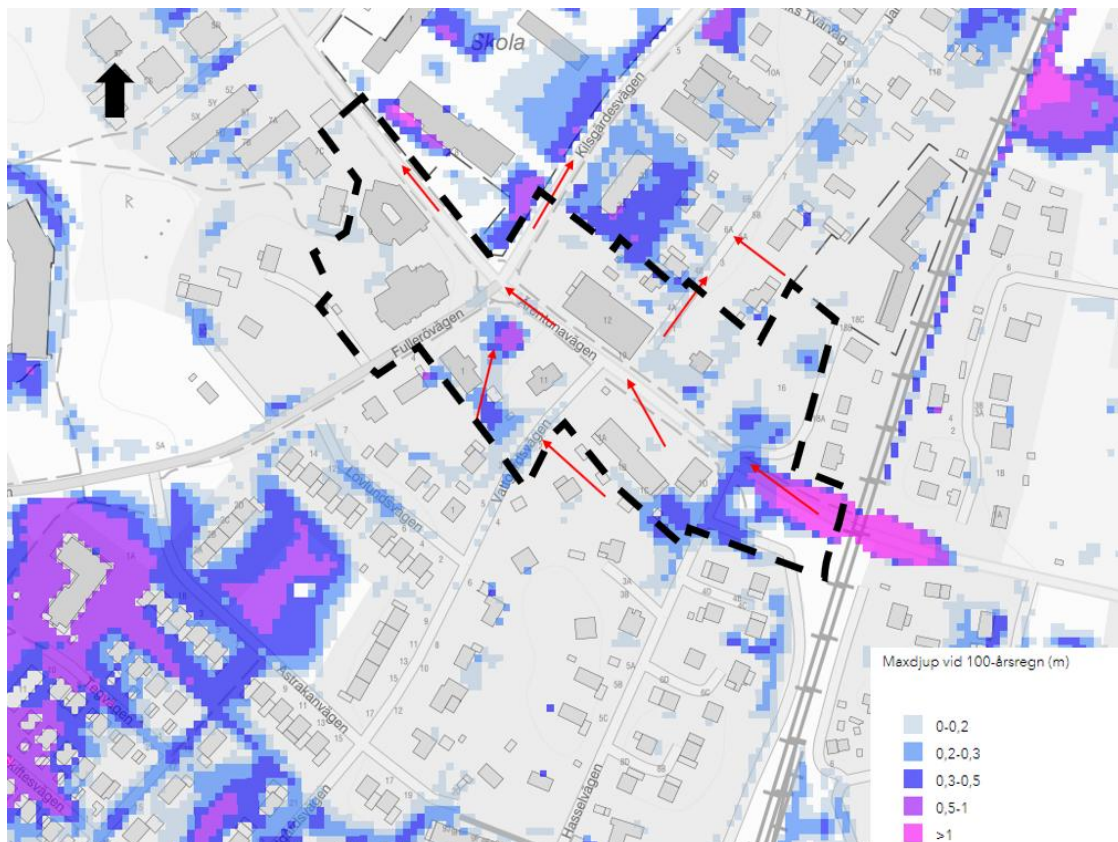
Fastigheten Storvreta 1:27 består i nuläget av en asfalterad parkeringsyta. Här planeras fortsatt för parkering, i någon form och eventuellt ett E-område. Markanvändningen har antagits fortsatt bli parkeringsyta eftersom det är ett konservativt antagande gällande föroreningsbelastningen.

Vägar inom utredningsområdet ägs i nuläget av samfällighetsföreningar. Dessa kommer att övergå i kommunalt ägandeskap.

- Ärentunavägen, Storvreta S:2
- Del av Ärentunavägen mot järnvägsviadukt, Storvreta 47:1
- Jan Eriks väg, Storvreta S:4.
- Vattgårdsvägen, Storvreta 47:1

**3.4 ÖVERSVÄMNING VID SKYFALL**

Skyfallsproblematik inom området med nuvarande förutsättningar har analyserats med hjälp av Uppsala kommuns kartportal som visar resultaten från en skyfallsmodell utförd av DHI (Figur 3). Skyfallsmodellen visar översvämningsutbredningen vid ett 100-årsregn.



Figur 3. Skyfallsanalys utförs av DHI som visar lågpunkter. Röda pilar redovisar rinnvägar (hämtade från Scalgo Live eftersom det inte var möjligt att tända detta lager i skyfallskartan). © Uppsala kommun, 2024.

Resultatet i Figur 3 visar vilka lågpunkter nederbörden fyller, vattendjupen i dessa, samt rinnvägar, baserat på underlag från Scalgo Live eftersom underlaget med rinnstråk inte var möjligt att tända i översvämningsskarta. Resultatet i Figur 3 tar, förutom topografien, även hänsyn till infiltration och befintliga avvattningsanläggningar så som dagvattenbrunnar.

De flesta kvarteren har inga lågpunkter djupare än ca 20 cm, däremot flera ytliga lågpunkter. De flesta lågpunkter i kvarter 2-3 förväntas försvinna när markarbeten jämnar ut och flyttar massor i markförberedelser inför byggskede.

Ytavrinningen i området sker generellt mot nord-nordväst från ytor och fyllda lågpunkter inom utredningsområdet, och avrinningsstråket med mest bidragande ytor rinner längs Ärentunavägen och Jan Eriks väg.

Det norra avrinningsområdet gäller lågområde just norr om kvarter två. Detta avrinningsområde innehåller den östra halvan av området. Den största delen av avrinningsområdets yta tillkommer då den lågt liggande delen av Ärentunavägen under järnvägen är fylld, då rinner vatten fortsatt via Ärentunavägen genom utredningsområdet, sedan norr via Jan Eriks väg för att till sist avvika åt väster mot lågpunkten längs en villa.

Det södra avrinningsområdet avvattnar amfiteatern i parken, kvarter 1, samt del av Ärentunavägen.

### 3.5 BEFINTLIG AVVATTNING

En viss infiltration bedöms kunna ske i parkmarkskaraktär i blivande kvarter 4. I övrigt sker avrinning på hårdgjord markyta och avvattnas till dagvattenbrunnar innanför och utanför kvartersmark.

Följande anslutningar av dagvatten finns för kvarteren:

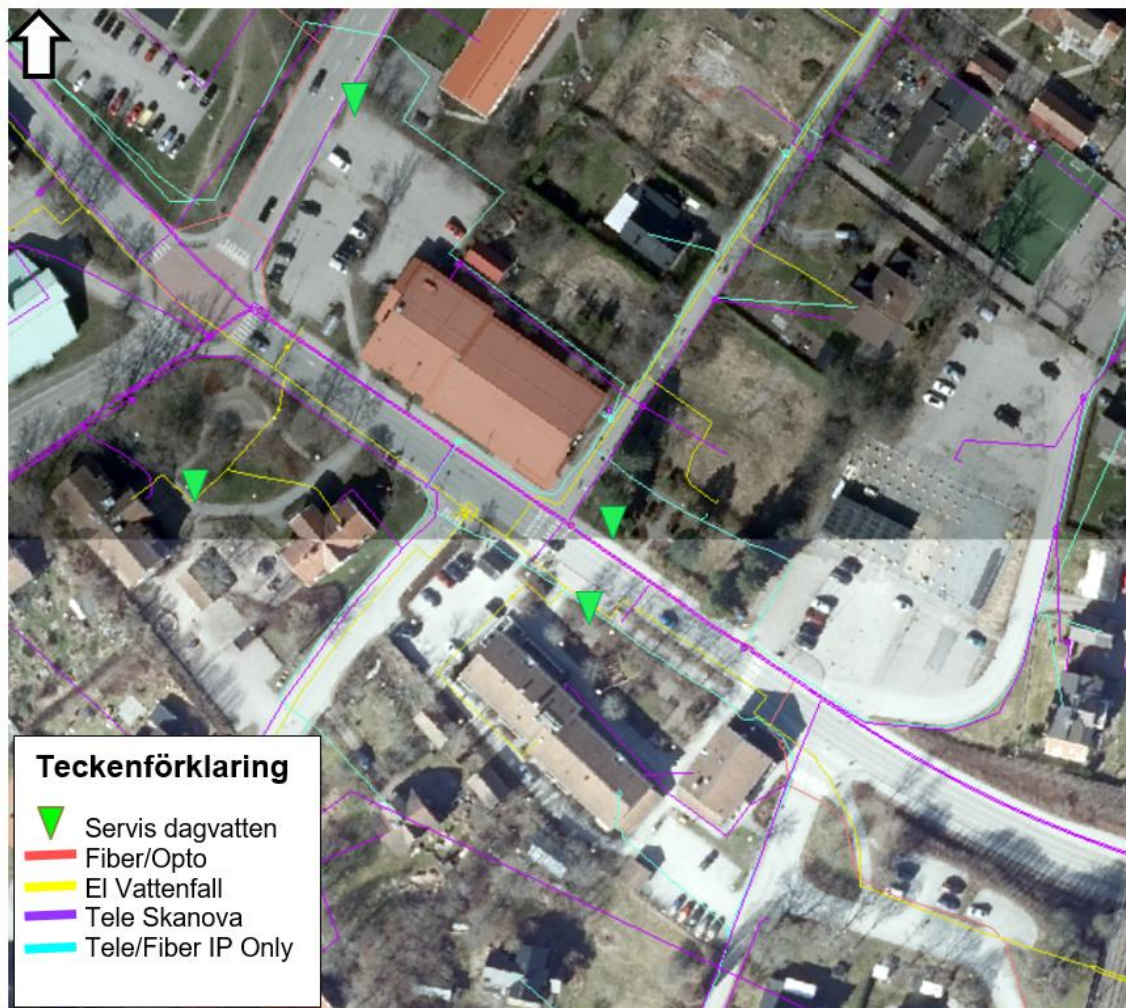
- Kvarter 1 har en dagvattenservis (PVC 160/151) dragen från Ärentunavägen till Storvreta 46:21.
- Kvarter 2 har dagvattenservis (PVC 160/151) till Storvreta 3:80 från Kilsgärdesvägen. Storvreta 3:68 har dagvattenanslutning från Jan Eriks väg.
- Kvarter 3 har en trolig dagvattenservis (odefinierad dimension) till byggnaderna placerad mitt på torgytan mot Ärentunavägen.
- Kvarter 4 har en servis (PVC 160/151) i sydvästra hörnet av Storvreta 3:87 från Ärentunavägen.
- Fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 har varsin dagvattenservis i Ärentunavägen (odefinierad dimension).

Vägarna i området har ett antal gallerbrunnar och kupolbrunnar anslutna till huvudledning för dagvatten som går i Kilsgärdesvägen, Ärentunavägen, Vattgårdsvägen och Hasselvägen.

### 3.6 LEDNINGSBUREN INFRASTUKTUR

Genom aktuellt område går ledningar för fiber, fjärrvärme, vatten, spillvatten och dagvatten. De flesta ledningar är förlagda i gata men det finns ett antal fiberledningar inne på kvartersmark. Underlaget hämtat ur Ledningskollen kan sakna underlag för privata ledningar inom kvartersmark.

Förbindelsepunkter som omnämns i avsnitt 3.5 har markerats i Figur 4. I samband med exploatering behöver förbindelsepunkter flyttas, det gäller kvarter 1 och eventuell andra kvarter.



Figur 4. Redovisning av el-, tele- och fiberledningar i området från Ledningskollen. Bakgrundsbild: Scalgo Live/Lantmäteriet. För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 nordväst om området planeras ingen ny markanvändning och därav har området exkluderats från figuren. Ortofoto © Lantmäteriet.

### 3.7 ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR

- Marken förutsätts vara fri från markföroreningar i ytor där dagvattenanläggningar föreslås. Det har dock identifierats potentiellt förorenade områden på fastigheterna Storvreta 38:1 och 1:149 (MIFO 2022).
- Inga markavvattningsföretag som påverkar utredningsområdet finns i närområdet.
- Storvreta tätort där området är beläget påverkas ej av översvämning från Fyrisån vid beräknat högsta flöde i ån, motsvarande ett 10 000-årsflöde i ån.

## 4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

Detaljplanen för Storstora centrum ligger inbäddad i Storstora samhälle. Vid framtida markanvändning behålls en mindre del av befintlig exploatering och bebyggelse sker för förtätning ut mot Ärentunavägen.

### 4.1 METOD FLÖDESBERÄKNING OCH FÖRORENINGAR

För att kunna beräkna dimensionerande flöden samt erforderlig fördröjning- och reningvolym av dagvattnet har markanvändningen karterats med hjälp av en grundkarta, flygfoto, situationsplan och observationer vid platsbesök i november 2021. Redovisning av dimensioneringsförutsättning finns i Tabell 2.

*Tabell 2. Beskrivning av dimensioneringsförutsättning för dagvatten inom utredningsområdet.*

<b>Dimensionering kvartersmark - mindre regn</b>	Lokalt omhändertagande av de första 20 mm av nederbörd
<b>Dimensionering kontrollerad översvämning - extrema regn</b>	Återkomsttid regn: 100 år
<b>Dimensionerande årsnederbörd för föroreningsberäkningar</b>	640 mm/år (SMHI (Data 1991-2020))
<b>Klimatkompensering</b>	Klimatfaktor: 1,25 för framtida markanvändning

I och med att den reducerade arean bedöms minska efter exploatering och att fördröjningsåtgärder införs inom respektive kvarter, antas det befintliga dagvattennätet i nuläget inte behöva omdimensioneras. Om ny- eller omdimensionering ändå blir aktuell rekommenderas dimensionering enligt Svenskt Vatten P110 för tät bostadsbebyggelse, med 20-årsregn (trycklinje i marknivå).

För flödesuppskattningar i denna utredning kopplat till kontroll av skyfallsflöden/ytliga bräddvägar vid 100-årsregn används rationella metoden:

$$q = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$$

där:

$q$  = flödet (l/s)

$A$  = avrinningsområdets area (ha)

$\varphi$  = avrinningskoefficienten

$i(tr)$  = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

$tr$  = regnets varaktighet (tillika koncentrationstiden) (min)

$kf$  = klimatfaktor

### 4.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM

För att undvika att vatten från utredningsområdet ska bidra med för höga flöden till dagens dagvattenledningar vilket annars kan riskera att överbelasta ledningarnas kapacitet tillämpas fördröjning av flödestoppar från området. Beräkningen för framtagning av erforderlig fördröjningsvolym är baserad på *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* från Uppsala vatten och avfall.

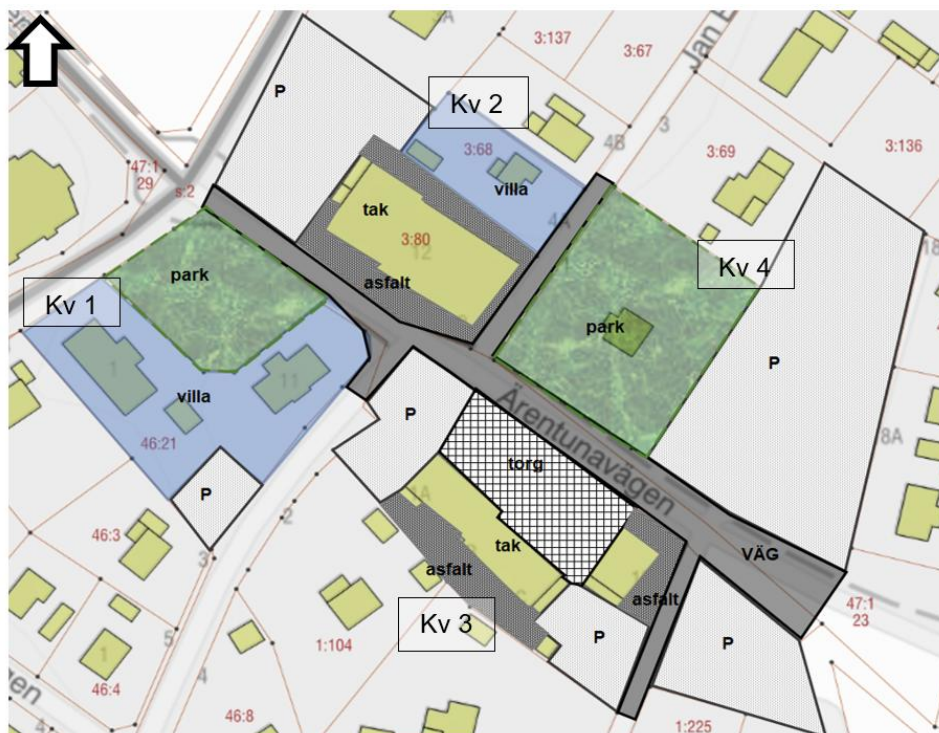
Avståndet till recipienten från förbindelsepunkt via ledningssystem gör att mer nederbörd behöver fördröjas än om förbindelsepunkt var just uppströms recipienten. Dagvattenanläggningar inom fastigheten ska därmed utformas så att 20 mm regn, räknat över hela kvartersytan, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.

Beräkningar av föroreningsbelastning (årsmedelhalter och masslaster) har utförts i VA-verktyget enligt Stockholm stads metodik (Dagvatten PM Beräkningsmetodik för

dagvattenflöde och dagvattentransport, ver. 1.0, 2024). I denna utredning används Göteborgs riktvärden för utsläpp av förorenat vatten, oljeindex 1000, som jämförelsegrund för bedömning av beräknade halter. VA-verktyget anger samtidigt att Stockholm stads beräkningsmetodik generellt ger cirka 20 % högre föroreningskoncentrationer än StormTac, eftersom basflöde inte inkluderas i beräkningen. Denna skillnad bör beaktas vid tolkning av resultaten och vid jämförelse mot riktvärden. Samtliga gator har angetts med en årsdygnstrafik på 1000 fordon (ÅDT).

### 4.3 MARKANVÄNDNING

I Tabell 3 redovisas ytors användning före och efter planerad exploatering tillsammans med ytans avrinningskoefficient. Ytor för planerad markanvändning är uppmätt från tillhandahållnen situationsplan från beställaren. Uppmätt area per kvarter visas i Figur 5 med nulägetes markanvändning och Figur 6 för planerad exploatering av kvartersmark. I Figur 7 visas övrigt planområde där ingen exploatering planeras i dagsläget. Denna markanvändning är med i beräkningarna för att utvärdera hela planområdets föroreningsbelastning.



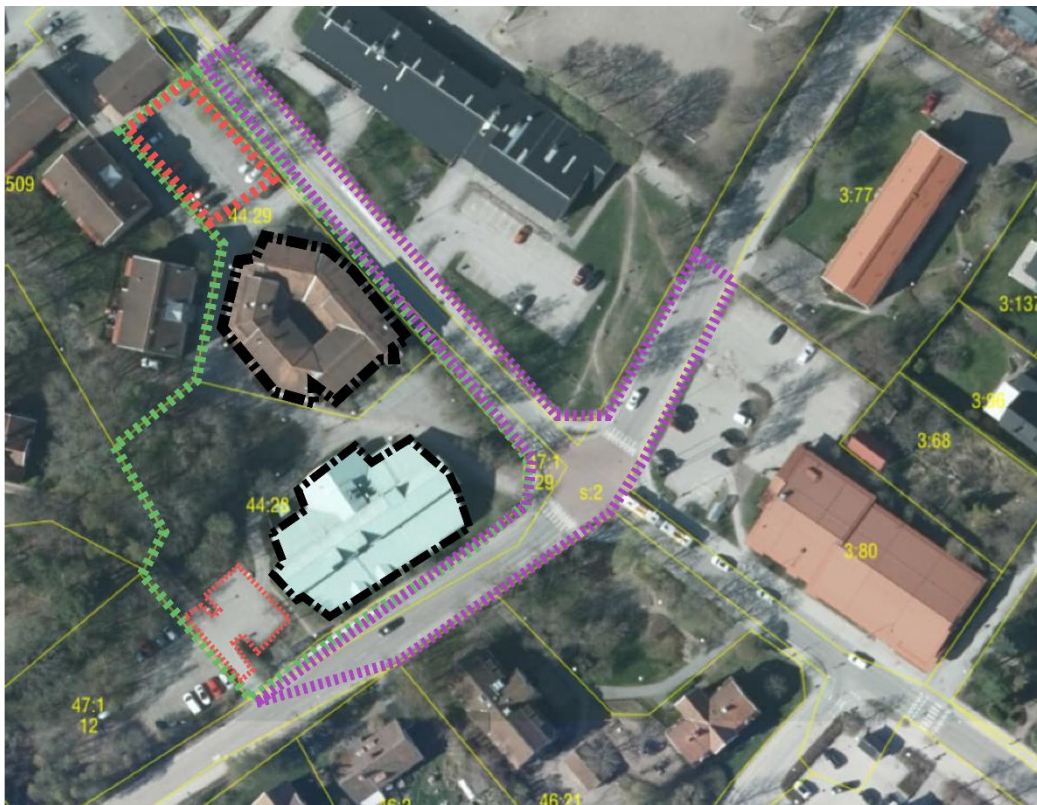
Figur 5. Uppmätta ytor i nuläget som använts i beräkning av area per kvarter.

## Situationsplan

Storvreta



*Figur 6. Uppmätta ytor enligt planerad exploatering enligt situationsplan som använts i beräkning av area per kvarter. För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 nordväst om området planeras ingen ny markanvändning. Det kvarteret presenteras istället i Figur 7 som en komplettering för att ta hänsyn till hela områdets föroreningsbelastning. Svart streckad polygon = takyta. Röd streckad polygon = parkeringsyta. Lila streckad polygon = köryta/gata. Grön streckad polygon = övrig yta inom avgränsningen, där all yta inom polygonen ingår förutom de ytor som särskilt markerats med andra polygoner.*



Figur 7. Uppmätta ytor för övrig markanvändning där ingen exploatering planeras. Svart streckad polygon = takyta. Röd streckad polygon = parkeringsyta. Lila streckad polygon = köryta/gata. Grön streckad polygon = övrig yta inom avgränsningen, där all yta inom polygonen ingår förutom de ytor som särskilt markerats med andra polygoner.

Tabell 3. Jämförande av ytor inom planområdet före och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Area Före exploatering (m <sup>2</sup> )	Red. area Före exploatering (m <sup>2</sup> )	Efter exploatering (m <sup>2</sup> )	Red. area efter exploatering (m <sup>2</sup> )
Tak	0,9	4 130	3 717	6 718	6 046
Parkering	0,8	8 669	6 935	4 430	3 544
Asfaltsyta	0,8	1 144	915	1 819	1 455
Torg	0,4	1 500	600	0	0
Väg, 1 000 bilar/dag	0,8	5 540	4 432	5 540	4 432
Park	0,1 / 0,2	7 170	717	13 136	2 627
Villa	0,3	3 490	1 047	0	0
<b>Summa hela utredningsområdet</b>	–	<b>31 645</b>	<b>18 365</b>	<b>31 645</b>	<b>18 105</b>

## 5 RESULTAT DAGVATTENFLÖDE OCH FÖRORENINGAR

### 5.1 FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Fördröjning inom kvartersmark dimensioneras enligt kommunens krav att omhänderta 20 mm nederbörd med avtappning under 12 timmar.

I kvarter 3 är det endast en mindre förändring som sker med tillkomst av en ny byggnads takyta. För kvarter 3 har fördröjningsbehov endast räknats utifrån den nytillkomna takytan, vilket motsvarar 4 m<sup>3</sup> dagvatten. Skulle i stället hela kvarter beräknas som fördröjning av reducerad area uppgår volymen till 47 m<sup>3</sup> se tabell 4. Detta beräknings sätt är avstämt med VA-huvudman under utredningens gång.

*Tabell 4. Förutsättningar för beräkning av omhändertagande av de första 20 mm av nederbörd för respektive kvarter.*

Avrinningsområde	Area (m <sup>2</sup> )	red.area (m <sup>2</sup> )	Fördröjning av 20 mm nederbörd utifrån red.area (m <sup>3</sup> )
Kvarter 1	4250	1890	35.5
Kvarter 2	4500	2505	50
Kvarter 3	3990	2350	4 (47)
Kvarter 4	6270	3130	63

I tabell 5 nedan redovisas varje kvarters dimensionerande utflödeskrav enligt kommunens 20-mm-på-12-timmar-princip.

*Tabell 5. Dimensionerande utflödeskrav per kvarter enligt Uppsala kommuns riktlinje (omhändertagande av de första 20 mm med tömning på 12 timmar).*

Kvarter	V <sub>20mm</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>ut,max</sub> (l/s)
K1	35.5	0,82
K2	50	1,16
K3	4	0,09
K4	63	1,46

### 5.2 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR KVARTERSMARK

Beräkningarna av årsmedelhalter och årliga masslaster har utförts i VA-verktyget med Stockholm stads metodik för dagvattentransport (Dagvatten PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och dagvattentransport, ver. 1.0, 2024), nederbörd 640 mm/år och avrinningskoefficienter enligt P110. Metodiken och indata följer även P110 för flödesdelarna.

Samlad ytbelastning och årsmedelhalter för Kvarter 1–4 samt fastigheterna 44:28/29 redovisas i Tabell 6–7 för befintlig situation, planerad situation och planerad situation med föreslagen rening. Endast anläggningar markerade med mörkblå heldragen polygon i Figur 8 ingår i beräkningarna. Mörkblå streckade polygoner ingår inte i föroreningsberäkningarna. Föreslagna åtgärder för fastigheterna 44:28/29, för e-område/parkering samt för Kvarter 3:s parkering är exkluderade, då ingen ny exploatering planeras där i närtid.

Som huvudsakliga reningsåtgärder inom kvartersmark har nedsänkta växtbäddar (biofilter) och svackdiken använts i beräkningarna. För dessa har det i VA-verktyget antagits att cirka 90 % av årsvolymen passerar anläggningarna, medan återstående del bräddar vid intensivare regn. Detta bedöms motsvara en normal dimensionering i linje

med 20 mm-kriteriet. Exempelvis har Kvarter 1 beräknats med växtbädd uppströms och svackdike nedströms för respektive delavrinningsområde.

Bedömningen görs mot Göteborgs riktvärden för utsläpp av förorenat vatten, oljeindex 1000. Sammanställda resultat för alla kvarter visar att planerad situation med föreslagna reningsåtgärder ger lägre årsmedelhalter för samtliga spårade parametrar jämfört med planerad situation utan rening. I denna samlingsberäkning kvarstår ett mindre överskridande för totalfosfor, där årsmedelhalten efter rening uppgår till cirka 0,062 mg/l jämfört med riktvärdet 0,050 mg/l. Göteborgs riktvärden har använts som jämförelseunderlag i enlighet med tidigare dialog med miljöförvaltningen. Riktvärdena används här som ett konservativt stöd vid bedömning av föroreningsnivåer, medan den samlade bedömningen även baseras på förändring mellan befintlig och planerad situation samt områdets förutsättningar.

Resultatet för alla kvarter ska dock främst ses som en översiktlig systemberäkning av hela kvartersmarken sammantaget. Beräkningen är inte lika detaljerad som de kvartersvisa beräkningarna, där respektive anläggning, delavrinningsyta och reningskedja representeras mer specifikt. De kvartersvisa resultaten ger därför en mer rättvisande bild av respektive lösnings funktion. På kvartersnivå kvarstår endast ett mindre överskridande för fosfor i Kvarter 2, cirka 12 %, medan övriga relevanta parametrar klaras. Resultat för respektive kvarter redovisas i Bilaga 1.

Vid tolkning av resultaten bör även beaktas att VA-verktyget anger att Stockholm stads beräkningsmetodik generellt ger cirka 20 % högre föroreningskoncentrationer än StormTac, eftersom basflöde inte inkluderas i beräkningen. Detta bör vägas in vid jämförelse mot riktvärden. Mot den bakgrunden bedöms det kvarstående överskridandet för totalfosfor i samlingsberäkningen, liksom överskridandet i Kvarter 2, inte vara avgörande för den samlade bedömningen av den föreslagna lösningens funktion inom kvartersmark.

För fastigheterna 44:28/29 planeras ingen ny exploatering i denna etapp, även om de ingår i den samlade kvartersberäkningen. Föroreningsbidraget från dessa ytor bedöms därför i huvudsak kvarstå i nivå med nuläget. Vid framtida exploatering bör samma principer för öppna och renande åtgärder tillämpas som i övriga kvarter, med särskild hänsyn till ytor med hög känslighetsklass.

PBDE ingår inte i den beräkningsmetodik som använts i denna utredning och har därför inte kvantifierats. PBDE är i stor utsträckning utfasat, vilket innebär att något ökat utsläpp från planerad nybyggnation inte bedöms sannolikt. Potentiella utsläpp kan snarare kopplas till hantering eller rivning av äldre material samt till diffus spridning genom nedskräpning och slitage. Sammantaget bedöms planförslaget därför inte medföra någon betydande ökning av utsläpp av PBDE.

*Tabell 6. Samlad ytbelastning från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningarna bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.*

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0.44	0.35	0.21	-50%
tot-N [kg]	5.7	5.5	3.1	-45%
Pb [g]	41	29	8.9	-80%
tot-Cu [g]	94	72	25	-75%
tot-Zn [g]	350	270	88	-75%
Cd [g]	1.7	1.7	0.58	-65%

Cr [g]	29	19	7.4	-75%
Ni [g]	18	15	6.4	-65%
Hg [g]	0.15	0.091	0.070	-55%
SS [kg]	260	140	42	-85%
olja [kg]	1.9	1.1	0.29	-85%
BaP [g]	0.12	0.066	0.023	-80%
PAH16 [g]	1.1	0.96	0.36	-65%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

*Tabell 7. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningarna bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.*

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0.13	0.10	0.062	0.050	-50%
tot-N [mg/l]	1.7	1.7	0.93	1.3	-45%
Pb [µg/l]	12	8.8	2.7	28	-75%
tot-Cu [µg/l]	28	22	7.5	10	-75%
tot-Zn [µg/l]	100	80	26	30	-75%
Cd [µg/l]	0.50	0.51	0.18	0.90	-65%
Cr [µg/l]	8.4	5.6	2.2	7.0	-75%
Ni [µg/l]	5.3	4.4	1.9	68	-65%
Hg [µg/l]	0.043	0.027	0.021	0.070	-50%
SS [mg/l]	75	43	13	25	-85%
olja [mg/l]	0.55	0.34	0.088	1.0	-85%
BaP [µg/l]	0.035	0.020	0.0069		-80%
PAH16 [µg/l]	0.32	0.29	0.11		-65%

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

### 5.3 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR ALLMÄN PLATSMARK

För allmän platsmark i form av gator och parkeringsytor har föroreningsberäkningar genomförts med samma metodik och nederbördsantaganden som för kvartersmark. Resultat för gator och e-område/parkering redovisas i Tabell 8-9 för befintlig situation, planerad situation och planerad situation med föreslagen rening. Givet befintlig höjdsättning och tillgängligt utrymme antas endast en begränsad del av vägdagvattnet kunna ledas till öppna reningssteg. Där så är möjligt föreslås kantstensöppningar till längsgående växtbäddar med träd samt avrinning mot öppna anläggningar i anslutning till kvarteren. Beräkning av rekommenderad växtbädd för e-område/parkering är exkluderad, då ingen ny exploatering planeras där i närtid.

Resultaten visar att de få föreslagna åtgärder på allmän platsmark ger en tydlig reduktion av både årsmedelhalter och masslaster jämfört med planerad situation utan rening. Reduktionen är dock mer begränsad än för kvartersmark, vilket är väntat eftersom åtgärderna på allmän platsmark i denna etapp endast omfattar en mindre del av den totala avrinningen. Efter föreslagen rening kvarstår överskridanden mot Göteborgs riktvärden för flera parametrar, främst fosfor, koppar, zink, krom, kvicksilver och suspenderad substans, medan exempelvis kväve, bly, kadmium, nickel och oljeindex bedöms klara riktvärdena.

Resultaten för allmän platsmark bör därför främst tolkas som en redovisning av den förbättring som kan uppnås med begränsade åtgärder inom denna etapp, snarare än som ett fullt utbyggt slutläge för hela gaturummet. Eftersom någon omfattande ombyggnad eller ny exploatering av allmän platsmark inte planeras i närtid bedöms det inte rimligt att ställa samma krav på full riktvärdesuppfyllelse här som för de kvarterstytter där nya dagvattenanläggningar faktiskt anläggs. Tabellen visar i stället att även mindre och lokalt anpassade åtgärder kan ge en märkbar minskning av föroreningsbelastningen från allmän platsmark, samtidigt som ytterligare förbättringar kan aktualiseras i samband med framtida ombyggnad eller vidare utveckling av gaturummet.

*Tabell 8. Ytbelastning från gata och e-område/parkering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökning bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.*

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0.62	0.62	0.45	-25%
tot-N [kg]	8.6	8.6	6.7	-20%
Pb [g]	48	48	31	-35%
tot-Cu [g]	110	110	74	-35%
tot-Zn [g]	270	270	170	-35%
Cd [g]	2.2	2.2	1.4	-35%
Cr [g]	76	76	58	-25%
Ni [g]	39	39	27	-30%
Hg [g]	0.39	0.39	0.32	-20%
SS [kg]	380	380	250	-35%
olja [kg]	5.3	5.3	3.4	-35%
BaP [g]	0.34	0.34	0.23	-30%
PAH16 [g]	1.3	1.3	0.87	-35%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 9. Årsmedelkoncentration från gata och e-område/parkering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0.12	0.12	0.088	0.050	-25%
tot-N [mg/l]	1.7	1.7	1.3	1.3	-25%
Pb [µg/l]	9.3	9.3	6.0	28	-35%
tot-Cu [µg/l]	21	21	14	10	-35%
tot-Zn [µg/l]	52	52	33	30	-35%
Cd [µg/l]	0.42	0.42	0.28	0.90	-35%
Cr [µg/l]	15	15	11	7.0	-25%
Ni [µg/l]	7.6	7.6	5.2	68	-30%
Hg [µg/l]	0.077	0.077	0.062	0.070	-20%
SS [mg/l]	74	74	48	25	-35%
olja [mg/l]	1.0	1.0	0.67	1.0	-35%
BaP [µg/l]	0.066	0.066	0.044		-35%
PAH16 [µg/l]	0.26	0.26	0.17		-35%

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

#### 5.4 SAMLAD PÅVERKAN – HELA PLANOMRÅDET (SUMMA KVARTERSMARK + ALLMÄN PLATSMARK)

Den samlade belastningen och årsmedelkoncentrationen för hela planområdet (kvartersmark + allmän platsmark) framgår av Tabell 10–11. Med de föreslagna reningsanläggningarna i form av växtbäddar och svackdiken visar resultaten att planerad situation med rening ger tydliga reduktioner för samtliga huvudparametrar jämfört med planerad situation utan rening.

Vid jämförelse mot Göteborgs riktvärden för utsläpp av förorenat vatten kvarstår överskridanden för främst fosfor, koppar, zink och krom, medan övriga parametrar med tillgängliga riktvärden uppnås. Det största kvarstående överskridandet avser fosfor.

Resultaten för hela planområdet bör dock tolkas mot bakgrund av att stora delar av planområdet inte exploateras eller byggs om i denna etapp och därför inte heller omfattas av nya reningssteg. Detta gäller särskilt delar av allmän platsmark och andra ytor där föroreningsbidrag kvarstår nära nuläget. Beräkningen för hela planområdet speglar därmed inte ett fullt utbyggt eller fullt åtgärdat slutläge, utan en etappvis utveckling där huvuddelen av de nya reningsåtgärderna införs inom de kvarter som faktiskt exploateras.

De kvarstående överskridandena på totalnivå bör därför främst ses som en indikation på vilka ämnen som fortsatt behöver prioriteras vid framtida utveckling av återstående delar av planområdet, snarare än som ett tecken på att de föreslagna åtgärderna inom aktuell etapp är otillräckliga. För den aktuella etappen visar resultaten att föreslagna anläggningar ger en tydlig och relevant minskning av både halter och masslaster jämfört med planerad situation utan rening.

Vid tolkning av resultaten bör även beaktas att VA-verktyget anger att Stockholm stads beräkningsmetodik generellt ger cirka 20 % högre föroreningskoncentrationer än

StormTac, eftersom basflöde inte inkluderas i beräkningen. Detta är särskilt relevant vid bedömning av mindre kvarstående överskridanden nära riktvärdesnivå.

*Tabell 10. Samlad ytbelastning för hela planområdet. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.*

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0.47	0.40	0.26	-45%
tot-N [kg]	6.2	6.1	4.0	-35%
Pb [g]	42	33	15	-65%
tot-Cu [g]	96	79	39	-60%
tot-Zn [g]	330	260	130	-60%
Cd [g]	1.8	1.8	0.85	-55%
Cr [g]	38	31	16	-60%
Ni [g]	22	20	10	-55%
Hg [g]	0.20	0.15	0.12	-40%
SS [kg]	280	190	83	-70%
olja [kg]	2.5	2.0	0.78	-70%
BaP [g]	0.16	0.12	0.055	-65%
PAH16 [g]	1.1	1.0	0.51	-55%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

*Tabell 11. Samlad årsmedelkoncentration från hela planområdet. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.*

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0.13	0.11	0.072	0.050	-45%
tot-N [mg/l]	1.7	1.7	1.1	1.3	-35%
Pb [µg/l]	11	8.9	4.1	28	-65%
tot-Cu [µg/l]	26	22	11	10	-60%
tot-Zn [µg/l]	89	72	34	30	-60%
Cd [µg/l]	0.48	0.49	0.23	0.90	-50%
Cr [µg/l]	10	8.3	4.4	7.0	-55%
Ni [µg/l]	5.9	5.3	2.8	68	-55%
Hg [µg/l]	0.053	0.042	0.032	0.070	-40%
SS [mg/l]	75	52	23	25	-70%
olja [mg/l]	0.69	0.54	0.21	1.0	-70%
BaP [µg/l]	0.044	0.033	0.015		-65%
PAH16 [µg/l]	0.30	0.28	0.14		-55%

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

## 5.5 SKYFALLSFLÖDE

Vid skyfall beter sig genomsläppliga ytor annorlunda jämfört med vid mindre regn. När marken blir mättad upphör infiltrationen i stor utsträckning, vilket leder till att avrinningskoefficienten ökar och därmed även ytavrinningen. Resultaten i detta avsnitt ska därför ses som översiktliga och användas för att ge en indikation på flödesnivåer.

En förenklad beräkning av dimensionerande flöde för ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,25) ger ett flöde om cirka 1105 l/s efter exploatering, jämfört med cirka 898 l/s för befintlig situation inom hela planområdet (se Tabell 12).

Denna beräkningsmetod tar dock inte hänsyn till lokala fördröjningsåtgärder, flödesvägar eller volymutjämning inom kvarteren. För en lite mer detaljerad och styrande analys har därför skyfallsberäkningar genomförts i VA-verktyget, där även effekten av föreslagna åtgärder beaktas.

Resultaten från dessa beräkningar och antaganden redovisas i kapitel 6.5 samt i Bilaga 2 och ligger till grund för dimensionering och bedömning av skyfallssituationen inom planområdet.

De översiktliga flödesberäkningarna används endast som en indikativ kontroll. Dimensionering och bedömning av skyfallshantering baseras på de mer detaljerade beräkningarna i VA-verktyget (kapitel 6.5). Skyfallsberäkningarna där visar att det inom respektive kvarter behöver säkerställas en viss minsta skyfallsvolym för att planerad situation inte ska ge upphov till högre utflöden än befintlig situation. För Kvarter 1, 2 och 4 uppgår detta behov till cirka 115 m<sup>3</sup>, 13 m<sup>3</sup> respektive 22 m<sup>3</sup>. Dessa volymer utgör övergripande dimensioneringskrav för skyfallshanteringen och uppnås genom en kombination av lokala fördröjningsytor och nedströmsanläggningar.

*Tabell 12. Översiktlig uppskattning av dimensionerande flöde före och efter exploatering utan hänsyn till åtgärder.*

Flödesberäkning, före/efter	Reducerad area (m <sup>2</sup> )	HHQ100 (l/s)
Flöde före exploatering	18 365	898
Flöde efter exploatering	18 105	885
Flöde efter explo. - med klimatfaktor 1,25	18 105	1105

## 6 RESULTAT DAGVATTENHANTERING

Resultaten i kapitel 5 ligger till grund för dimensionering och utformning av föreslagna åtgärder i detta kapitel. Inom utredningsområdet har följande dagvattenutmaningar identifierats. Listan är uppställd i ordning efter störst utmaning som innebär störst påverkan på hur dagvatten kan tas om hand.

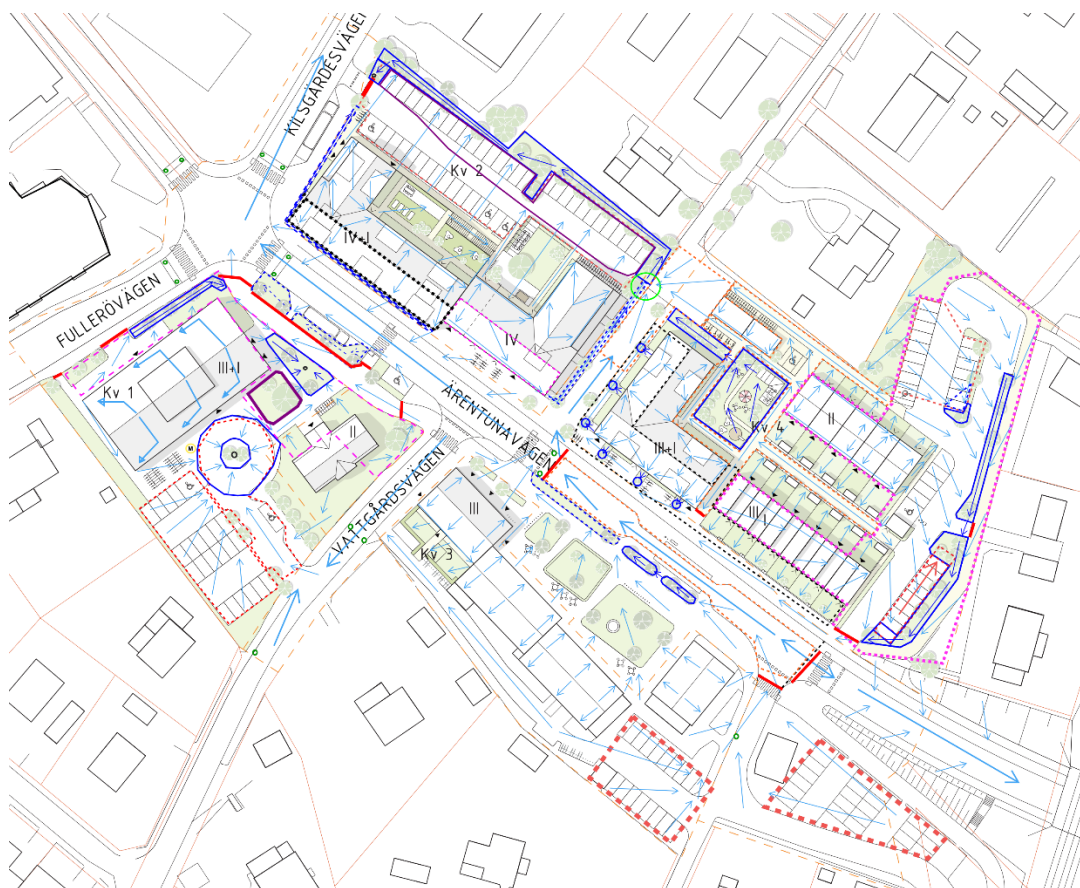
- Inom mark med klass måttlig kan infiltration av körytevatten tillåtas först efter rening, medan infiltration inte ska ske inom zoner med hög känslighet. Släckvatten ska alltid kunna invallas/avledas och hanteras som förorenat.
- Höjdsättning i befintliga gaturum är delvis låst och leder idag vatten mot Jan Eriks väg och Vattgårdsvägen – nya åtgärder bör styra ytflöden mot utpekade inlopp/ytmagasin enligt Figur 8.
- Sekundära skyfallsstråk genom Kvarter 1 ska säkras i höjdsättning så att ny bebyggelse inte påverkas negativt.
- Ledningsnätets kapacitet är inte detaljutredd. Under förutsättning att 20 mm/12 h-kravet uppfylls inom kvartersmark och att situationen

avseende flöden/föroreningar inte försämrats relativt nuläge bedöms föreslagna åtgärder vara tillräckliga i detta skede.

5. Geoteknik: beakta svårigheter med höjdsättning kopplat till schakt i lerlager; undvik att öppna skyddande lerlager i onödan och tillämpa tätande lager/sektioner där sådant intrång inte kan undvikas (se kap. 6.3 - "Hög känslighetsklass...").

## 6.1 PLANERAD DAGVATTENHANTERING

Dagvattenhanteringen delas i denna utredning upp i flera delavrinningsområden. Att fånga föroreningar tidigt är effektivt och ger bättre rening i varje enskild anläggning. Hanteringen utgår från att fördröjning dimensioneras enligt Uppsala Vatten (20 mm på 12 h) inom kvartersmark, medan öppna, renande steg prioriteras där höjdsättning och tillgänglig yta medger det. Figur 8 ger en översikt över föreslagna åtgärder och hur flödesvägarna samverkar mellan delområden i normaldrift och vid regn > 20 mm.



Figur 8. Översikt planområde – flöden, delavrinningsgränser och åtgärder. Översiktssbild som visar hur ytavrinning och bräddning kopplar samman kvarteren i normaldrift och vid regn > 20 mm. Föreslagna dagvattenanläggningar framgår per kvarter liksom huvudbräddvägar och kompletterande släckvattendämmningsyta på Ärentunavägen. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = föreslagen dagvattenanläggning (växtbädd, svackdike, magasin eller ytdämning); mörkblå streckad polygon = alternativ/reservyta; orange streckad polygon = släckvattendämmningsyta; röd streckad polygon = parkerings-/köryta; ljusgrön cirkel = lågpunkt/inlopp; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge; gul cirkel med "M" = munkbrunn/justerbar reglerbrunn.

## 6.2 SLÄCKVATTEN – DIMENSIONERING OCH REKOMMENDATIONER

Dimensioneringen av släckvattenvolymen utgår från Svenskt Vatten P114 (Svenskt Vatten AB, 2020), där minimikapaciteten per brandpost för denna typ av byggnad är satt till 1200 l/min (20 l/s). Dimensioneringen baseras på det mest krävande objektet inom vardera kvarter vilket antas vara de byggnader/brandceller med störst ytareal i situationsplanen. Tiden för släckinsats är enligt P114 normalt 1–2 timmar. Denna rekommendation på lägsta kapacitet är en bedömning av det sammanlagda behovet för en

släckinsats och ett flöde som har bedömts tillräckligt i 99,7 procent av alla bränder utifrån studerad statistik (Svenska Vatten- och Avloppsverksförbundet, 1997). För en dimensionerande insats på 2 timmar blir den totala släckvattenvolymen:  $20 \text{ l/s} \times 7200 \text{ s} = 144\,000 \text{ liter} = 144 \text{ m}^3$ . Tillgänglig brandvattenkapacitet i det befintliga ledningsnätet kan variera och bör verifieras i senare skede i dialog med VA-huvudman och räddningstjänst. Dimensioneringen i denna utredning utgår från generella riktlinjer enligt P114 och syftar till att säkerställa robust hantering oberoende av exakt uttagskapacitet i ledningsnätet.

Den dimensionerande volymen enligt P114 (144 m<sup>3</sup>) kan i de allra flesta fall anses tillräcklig för att säkerställa en robust och säker hantering av släckvatten. För ytterligare säkerhetsmarginal kan dock en högre volym tillämpas efter samråd med räddningstjänst. Om en lägre dämpningsvolymen väljs bör detta kompenseras med striktare operativa riktlinjer, såsom krav på att sugbil finns tillgänglig och kan avlasta magasinet om det riskerar att bli fullt under en pågående släckinsats.

- **Riktlinjer för hantering av släckvatten**

För att minimera miljöpåverkan ska släckvatten i möjligaste mån samlas upp och hanteras som avfall eller renas innan utsläpp. Anläggningen ska ha avstängningsbar dagvattenavledning, definierad släckvattenzon/invallning, avtalad sugbil och rutiner för provtagning och dokumentation.

Om de i nästföljande avsnitt rekommenderade åtgärderna – att tillfälligt blockera inlopp så att infiltrerande dagvattenanläggningar inte fungerar som kompletterande dämpningsytor – frångås, bör anläggningarna antingen utföras täta eller kompletteras med mycket strikt operativ rutin (t.ex. omedelbar avstängning och beställd sugbil) så att släckvatten omhändertas skyndsamt innan betydande volymer hinner infiltrera.

Vid insats kan temporära barriärer och tätningsmattor användas vid infarter och brunnar; brunnar utan fast avstängning kan tätas med dräntättningsblåsa. Ett färdigt släckvatten-kit (barriärer, tätningsmattor, dräntättningsblåsor, instruktioner och positionskarta) ska finnas lätt tillgängligt. En insatsplan tas fram med räddningstjänsten som anger blockeringspunkter, material, ansvar och tillgänglighet. Uppsamlat släckvatten hanteras som förorenat och omhändertas av sugbil efter provtagning enligt gällande rutiner.

(I linje med Naturvårdsverkets vägledning, 2025.)

## 6.3 ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK

Totalt behöver cirka 152.5 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas inom kvartersmark för att begränsa utflödet till VA-huvudmannens ledningsnät. Det är respektive fastighetsägare/exploatörs ansvar att säkerställa tillfredsställande dagvattenhantering inom kvartersgräns enligt Uppsala kommuns dagvattenpolicy och riktlinjer. Föreslagna lösningar omfattar rening och fördröjning av vatten från parkering och körytor, omhändertagande av stora takvolymmer samt hantering av släckvatten. Takvatten bör i möjligaste mån ledas mot de punkter som de ljusblå pilarna i respektive figur (Figur 9

- 11) pekar mot, genom anpassning av takfall, placering av hängrännor/stuprör, lokala lutningar i mark och vid behov korta ytligt lagda rännor.

Kvarteret för fastigheterna 44:28 och 44:29 presenteras inga åtgärdsförslag eftersom ingen ny exploatering planeras genomföras där i denna etapp. Vid framtida exploatering bör samma principer som för övriga kvarter tillämpas. Särskilt ska avrinning ledas bort från mark med hög känslighetsklass, framför allt vid den sydvästra parkeringen, genom höjdsättning som skapar vattendelare mot känslig mark och genom täta ytor/sektioner med dränering och avledning till anläggning utanför zonen. Infiltration inom ytor med hög känslighetsklass ska undvikas, i enlighet med avsnittet Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor nedan.

Reningsanläggningar inom kvartersmark dimensioneras antingen utifrån 20-mm-kriteriet för den anslutna avrinningsytan, eller för växtbäddar utifrån tillgänglig grönyta enligt situationsplanen. Som tumregel bör växtbäddens planarea motsvara minst cirka 2,5 % av den reducerade parkerings-/körytan. För svackdiken dimensioneras funktionen via planarea  $\times$  tillåten dämning (ytmagasin) i kombination med infiltration där markförhållanden medger detta, samt kontrollerad avtappning i utlopp.

- **Drift och skötsel – kort (växtbäddar och svackdiken)**

Inspektera vår och höst, samt efter större skyfall och vårflood. Rensa in- och utlopp (inkl. kupol-/sandfångsbrunnar) från skräp, sand och löv; håll galler och strypinsatser fria och funktionsprova ventiler. Klipp/slå vegetation 2-3 gånger per säsong, avlägsna ogräs och återställ slitage med kompletteringssådd/plantering. Skydda rotzon vid träd (ingen djup jordbearbetning/kompaktering) och laga erosions-skador i slänter/botten. Vid tecken på igensättning: skrapa ytskikt lätt, fyll på filter-/jordmaterial där nivån sänkts och bortför uppsamlat sediment. Vintertid: undvik snövallar över inlopp, begränsa sandningsmaterial nära anläggningen och kontrollera funktion vid töperioder. Dokumentera åtgärder och notera återkommande problem för justerad skötselplan

- **Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor**

Vid all ny bebyggelse eller anläggning som kräver schakt genom skyddande lerlager ska marken runt byggnad eller anläggning hanteras som hög känslighetsklass. Säkerhetszonen bestäms platsvis enligt  $R=H \cdot m + 0,5$ , där H är största schaktdjup under befintlig mark och m är vald släntlutning (horisontal:vertikal). Om inte annat framgår i geotekniska handlingar gäller  $H = 1,0$  m som normvärde och  $H = 1,5$  m där hissgrop ligger i anslutning till fasad. Släntlutning sätts till  $m = 1,5$  om inte geotekniken anger annat. Inom zonen ska infiltration undvikas: ytor bör i första hand hårdgöras och avvattnas täta mot anläggning utanför zonen. Om hårdgjord yta inte är möjlig utförs ytan som tät, dränerad grön sektion (geomembran/GCL under vegetationslager med fall mot dränledning). Schaktbotten förses med tätduk med sidotätning uppdragen på schaktkant; genomföringar tätas med rörmanschett.

### 6.3.1 KVARTER 1

Kvarterets totala fördröjningskrav är ungefär 35,5 m<sup>3</sup> baserat på VA-huvudmannens krav att fördröja initialt 20 mm regn av kvarterets reducerade area. För att planförslaget inte ska ge högre skyfallsflöden än nuläget behöver kvarteret därutöver sammantaget säkerställa minst cirka 115 m<sup>3</sup> översvämningensvolym, se kapitel 6.5 och bilaga 2. Området delas enligt Figur 9 i ett uppströmsområde och ett nedströmsområde. Uppströmsområdet (ytan utanför den rosa streckade linjen i Figur 9 i slutet av detta avsnitt) har ett fördröjningskrav på cirka 30 m<sup>3</sup>. Här sker fördröjning och rening i växtbädd samt genom skålformad höjdsättning i cirkulationsvändplatsen. Nedströmsområdet (ytan innanför den rosa streckade linjen i Figur 9) har ett fördröjningskrav på cirka 5,5 m<sup>3</sup>. Här rekommenderas fördröjning och rening i flera kompletterande anläggningar inom kvartersmark som tillsammans även bidrar till kvarterets skyfallshantering.

- **Växtbädd – cirkulationsvändplats**

En tät växtbädd B med dräneringsanslutning till kvarterets dagvattenservis (se Figur 9, heldragen mörkblå polygon med märkning "B") föreslås placeras i vändplatsen framför vårdcentralens entré. Bädden utförs tät med exempelvis geomembran och skyddsgeotextil. Den tillrinnande kör- och parkeringsytan (Figur 9, röda streckade polygoner runt vändplatsens ytor och närmaste parkering uppströms) har en reducerad area på cirka 790 m<sup>2</sup>. Växtbäddens yta bör motsvara minst cirka 2,5 % av den reducerade arean, vilket är ungefär 20 m<sup>2</sup>. Det föreslås att nyttja hela grönyttans area på 38 m<sup>2</sup>, vilket uppfyller tumregeln och kan ge cirka 12,2 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym, beräknat som 0,20 m dämning plus 0,60 m filter med dränerbar porositet på cirka 0,20.

Vändytan höjdsätts skålformat mot bädden och bädden läggs lägre än omgivningen så att vändplatsen kan fungera som både fördröjningsyta vid mindre regn och kontrollerad översvämningensyta vid skyfall. Cirka fyra inlopp föreslås fördelas runt bädden. Med tanke på större tillrinningsytor och högre flöden i vändplatsen rekommenderas inlopp med försedimentationsfickor/stensträngar samt lokalt erosionsskydd, exempelvis grövre makadam, för att bromsa inflöde, fördela vattnet jämnt över bädden och minska risken för uppspolning.

För bräddning och strypning i växtbädden rekommenderas en upphöjd bräddbrunn (kupolbrunn) i bäddens mitt. När nivån blir hög bräddar den mot närliggande dagvattenkoppling på fastigheten och vidare till det lokala dagvattennätet. Mellan kupolbrunn och kvarterets dagvattenservis föreslås en munkbrunn eller annan likvärdig reglerlösning som styr utflödet. I normaldrift för uppströmsdelen bör flödet strypas till cirka 0,7 l/s, vilket motsvarar att 30 m<sup>3</sup> töms på tolv timmar enligt kommunens fördröjningskrav. Vid extrema regn kan nivålösningen tillåta större utflöde. Vid brand ska både bäddens utlopp mot dränering och bräddningen kunna stängas så att bädden fungerar som tät innergrop tills vattnet kan omhändertas.

Återstående fördröjningsbehov uppströms uppgår till cirka 17,8 m<sup>3</sup> efter att växtbäddens magasinvolym räknats av. Detta fördröjningsbehov ska rymmas inom den dämningensvolym som samtidigt behövs för skyfall. Vändplatsen utgör därför en central del av kvarterets samlade skyfallshantering och bör dimensioneras för en översvämningensvolym på cirka 62 m<sup>3</sup>. Därmed inryms även det återstående fördröjningskravet inom samma volym. Höjdsättningen ska vara skålformad utan skarpa nivåsteg vid infart, och ett medeldämningensdjup på cirka 0,25 m bedöms ge erforderlig volym. Om vändplatsen tillfälligt översvämmas vid skyfall bedöms detta inte medföra några större hinder för utryckningsfordon, eftersom intilliggande ytor fortfarande kan hållas framkomliga.

- **Nedströms anläggningar inom kvarteretsmark**

För att uppfylla fördröjningskravet inom nedströmsområdet och samtidigt bidra till kvarterets skyfallshantering rekommenderas tre kompletterande täta anläggningar inom kvarteretsmark.

#### **Svackdike öst om vårdcentralen**

Den huvudsakliga nedströmsanläggningen rekommenderas som ett tätt svackdike i grönytan öst om vårdcentralen, markerat med mörkblå polygon i Figur 9. Anläggningens planarea är cirka 86 m<sup>2</sup>. Med ett medeldämningsdjup på cirka 0,30 m ger detta en översvämningsvolym på ungefär 26 m<sup>3</sup>. Anläggningen bör utformas med stegvis höjdsättning eller platåer för att förbättra hydraulisk funktion, sedimentation och uppehållstid. Eftersom ytan redan ligger i en lokal lågpunkt är den väl lämpad för avledning via en kupolbrunn i anläggningens botten, kopplad till kvarterets dagvattenservis. Kupolbrunnen fungerar då som kontrollerat utlopp och bräddpunkt vid högre vattennivåer. Fördröjningskravet för denna del uppgår till cirka 4,4 m<sup>3</sup> och utloppet bör strypas till cirka 0,10 l/s, motsvarande tömning på 12 timmar. Vid brand ska både anläggningens utlopp mot dagvattenservis och bräddning kunna stängas så att svackdiket fungerar som tät innergrop tills vattnet kan omhändertas. I detaljprojekteringen bör lämpligt dämningsdjup, exakt brunnsläge och lösning för avstängning studeras vidare utifrån höjdsättning mot planerad byggnad och omgivande marknivåer.

#### **Kompletterande översvämningsyta**

Som komplement rekommenderas en översvämningsyta (markerad med lila polygon i Figur 9) i angränsande grönyta med en planarea på cirka 85 m<sup>2</sup>. Vid ett medeldämningsdjup på cirka 0,15 m ger denna yta ungefär 12,8 m<sup>3</sup> i volym. Funktionen är i första hand att bidra till skyfallsvolym och att avlasta den huvudsakliga nedströmsanläggningen.

#### **Svackdike nordväst om vårdcentralen**

Därutöver rekommenderas ett mindre tätt svackdike nordväst om vårdcentralen med planarea cirka 50 m<sup>2</sup>. Vid ett medeldämningsdjup på cirka 0,20 m ger detta ungefär 10 m<sup>3</sup> i volym. Fördröjningskravet för denna del är litet, cirka 1 m<sup>3</sup>, och utloppet kan strypas till cirka 0,025 l/s. Anläggningens huvudsakliga mervärde ligger därför i att bidra till kvarterets samlade skyfallsvolym och ge ytterligare robusthet i nedströmsdelen.

Sammantaget rekommenderas nedströmsområdet utformas med 3 mindre anläggningar inom kvarteretsmark. Lösningen ger både erforderlig fördröjning för 20 mm-regn och ett betydande tillskott till kvarterets skyfallshantering. Tillsammans med vändplatsens dämningsvolym bidrar de nedströms anläggningarna till att det samlade skyfallskravet om minst cirka 115 m<sup>3</sup> kan uppnås inom kvarteret. De angivna delvolymerna för respektive anläggning ska ses som en principlösning. Om detaljprojekteringen visar att annan utformning bättre passar platsens höjdsättning och samtidigt säkerställer minst cirka 115 m<sup>3</sup> skyfallsvolym inom kvarteret samt erforderlig fördröjning, kan fördelningen mellan anläggningarna justeras.

#### **Anslutning och styrning för nedströmsanläggningar**

Utloppen från nedströmsanläggningarna föreslås föras till befintligt dagvattennät via utloppsbrunnar i lågpunkt. Strypning dimensioneras så att respektive delvolym avtappas under minst 12 timmar i normaldrift. Om framtagna höjdsättning möjliggör yttlig avledning till gata med dagvattenbrunn direkt i anslutning bör detta alternativ övervägas. Vid brandläge ska utlopp kunna stängas enligt insatsplan så att anläggningarna även kan fungera som sista barriär innan vattnet omhändertas.

Dimensioner och detaljutformning fintrimmas i projektering i dialog med VA-huvudman och räddningstjänst.

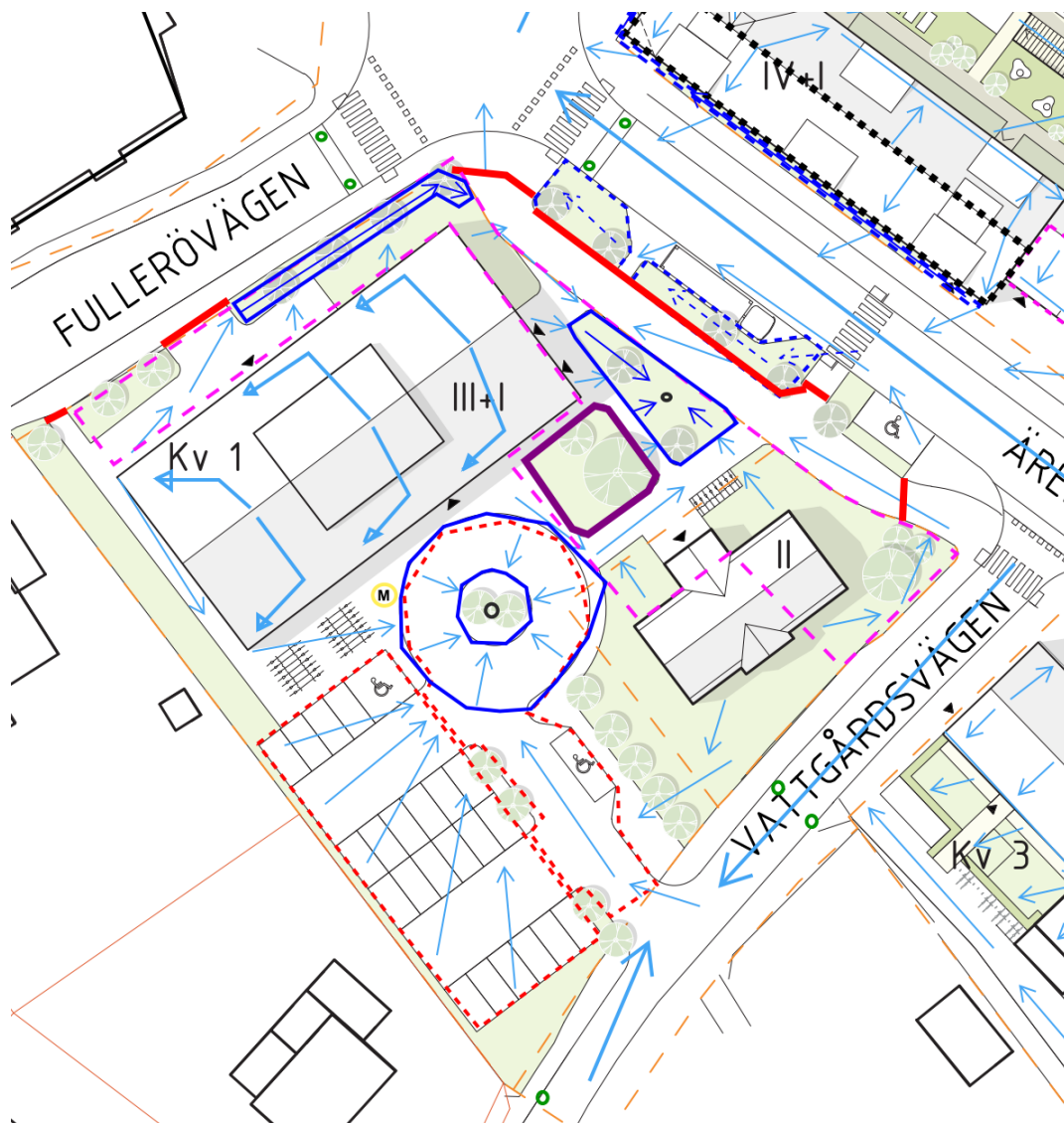
- **Släckvattenlösning – rekommenderad höjdsättning, utlopp och sista barriär**  
Vändplatsen och kvarterets hårdgjorda ytor rekommenderas höjdsättas med fall mot definierade lågpunkter och ramas in av kantstöd som skapar kontrollerade däckningsytor vid brand. Minst cirka 800 m<sup>2</sup> hårdgjord yta bedöms kunna däckas inom de avspärrade ytor som redovisas i Figur 9. Vid en genomsnittlig däckningshöjd på cirka 0,20 m motsvarar detta ungefär 160 m<sup>3</sup> släckvattendäckningsvolym, vilket bedöms vara tillräckligt i förhållande till det dimensionerande behovet om 144 m<sup>3</sup>.

Vändplatsen utgör den viktigaste sammanhängande däckningsytan uppströms. I händelse av brand ska bräddning och dräneringsledning från växtbädd kunna stängas med ventil, så att ytorna och den täta växtbädden tillsammans fungerar som en tillfällig tät däckningsvolym för uppsamling av släckvatten. De två svackdikena nedströms utförs också täta och kan därmed fungera som kompletterande magasin samt som en sista barriär inom kvartersmark. Den separata översvämning-/fördröjningsytan för skyfall ingår däremot inte i den dimensionerande släckvattendäckningsvolymen.

Den samlade däckningsytan för släckvatten sträcker sig inte enbart inom kvartersmark, utan omfattar hårdgjorda ytor inom de röda avspärrningspunkter som redovisas i Figur 9. Den dimensionerande släckvattendäckningen ska därför förstås som den yta som kan invallas inom dessa avspärrningar, snarare än enbart volymen i de enskilda dagvattenanläggningarna. Utöver detta ska öppningar längs kvarterets norra sida kunna blockeras vid brandinsats så att släckvatten inte lämnar området okontrollerat.

Exakt placering av blockeringspunkter och avstängningsfunktioner tas fram i samråd med räddningstjänsten.

Se Figur 9 för placering av växtbädd i vändplats, nedströms anläggningar och stängningspunkter i brandläge



Figur 9. Kvarter 1 – flödesvägar, dagvattenanläggningar och brandläge. Figuren visar uppströms- och nedströmsdelar, växtbädd i vändplats med brädd-/strykning samt nedströms svackdike. Brandläge redovisar blockeringspunkter och hur ytor dämvas. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = växtbädd/svackdiken; mörkblå streckad polygon = alternativ komplettering för allmän plats; röd streckad polygon = parkerings-/köryta (delavrinningsområde till växtbädd); rosa streckad polygon = nedströms delarea; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; gul cirkel med "M" = munkbrunn; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge; lila polygon = översvämningsyta.

### 6.3.2 KVARTER 2

Kvarterets totala fördröjningskrav är ungefär 50 m<sup>3</sup> baserat på VA-huvudmannens krav att fördröja initialt 20 mm regn av kvarterets reducerade area. Huvuddelen av ytavrinningen inom Kvarter 2 rekommenderas ledas mot ett otätt, infiltrerande svackdike som anläggs inom den heldragna mörkblå polygonen nordost om parkeringen (se Figur 11 i slutet av detta avsnitt). Svackdiket utformas för att ge både fördröjning och rening av dagvatten från parkering och körytor inom kvarteret samt fördröjda volymer från Kvarter 4. Därtill rekommenderas båda markerade takytorna inom kvarteret ledas ytligt via rännor/regnstråk med fördröjande funktion innan vidare avledning mot svackdiket. Lösningen dimensioneras så att kvarterets samlade avrinningsvolymer kan hanteras genom en kombination av fördröjning i rännor/regnstråk, infiltration och tillfällig dämning i svackdiket samt kontrollerad avledning.

Den rödstreckade polygonen i Figur 11 visar parkerings/körytans delavrinningsområde, cirka 1 100 m<sup>2</sup>, som rekommenderas ledas till svackdiket via flera inlopp längs diket. Inloppen ska kunna stängas/blockeras vid brand.

- **Svackdike – utformning, träd och kompletterande rännor**

Svackdikets planarea rekommenderas till cirka 275 m<sup>2</sup> enligt grönyta i situationsplanen. Diket görs otätt för att möjliggöra infiltration i det omättade lagret ovanför skyddande lera. Botten och slänter ges svag lutning där detta är möjligt, för låg flödes hastighet, god sedimentation och robust drift. Längs diket planeras cirka 18 planterade träd i grupperade eller jämna intervall enligt situationsplan. Trädens rotsystem och vegetation bidrar till hydrauliskt motstånd, evapotranspiration och biologisk rening.

Det rekommenderade diket har varierande bredd och är som smalast cirka 1 m i den nedre delen av sträckan enligt nuvarande situationsplan. För att uppnå önskad dämningens volym utan djupa schakter rekommenderas att dämningen fördelas längs hela diket genom en småstegad bottenprofil med låga nivåtrösklar (check dams) där det är möjligt, eller med lokala lösningar som kross-/makadamdike i de smalaste partierna för att ge stabil geometri utan att ta större planbredd i anspråk. Detta skapar bättre förutsättningar att nå medeldämningen över hela sträckan till cirka 0,18–0,20 m utan att lokala djup blir för stora vid smala sektioner. Vid bredare partier kan trösklarna placeras tätare för att tillåta något högre dämning, medan smala partier hålls flacka för att undvika överdämning. För eventuella makadamdiken ska den hydrauliskt verksamma magasinvolymen bestämmas i projektering utifrån materialets effektiva porositet, så att den delvolym som ersätter ytdämning tillgodoräknas korrekt i volymbalansen. Försök även maximera dämningens djupet vid svackdikets utlopp för att skapa god gradient nedströms och ytterligare fördröjningsvolym som en sista barriär.

För att skydda angränsande fastighet rekommenderas att diket nordöstra kant höjdsätts som vattendelare med krön i fastighetsgräns. Om parterna kan enas kan en mindre uppfyllnad på angränsande tomt ge stabilare avgränsning (motiverat då åtgärden minskar översvämningens risk på deras mark); annars kan en ytsnål fysisk barriär (t.ex. diskret kantstöd/kantbalk i gräns) användas för samma funktion utan nämnvärt planmått. Slänten mot nordost kan ges något brantare lutning för att bibehålla höjdrygg och tillräcklig genomsnittlig dämningshöjd.

Volymmässigt ger en målsatt medeldämning på cirka 0,18–0,20 m ungefär 49,5–55 m<sup>3</sup> (275 × 0,18–0,20). Dimensioneringsmålet ≈ 50 m<sup>3</sup> uppnås därmed utan att öka schakt-djupet, genom att fördela dämningen längs sträckan med mindre nivåtrösklar

och, vid behov i smala partier, kompletterande magasinerande makadamdiken. Dessa val fintrimmas i projektering utifrån geotekniska förutsättningar, tillgängliga sektioner och dialog med berörda fastighetsägare. Projekteringen bör tillse att svackdiket skapar en fördröjningsvolym på cirka 50 m<sup>3</sup>.

Takytan, cirka 190 m<sup>2</sup> (markerad med rosa streckad polygon i Figur 11), rekommenderas ledas via en ytlig ränna (mörkblå streckad linje) till svackdikets inlopp. Rännans huvudsyfte är att ge ett första fördröjande steg och att mildra toppflöden in i svackdiket, särskilt då ytterligare fördröjda volymer från Kvarter 4 når samma inlopp. Vattnet skulle i och för sig rinna mot inloppet utan ränna, men rännan utgör ett enkelt dämpningssteg och minskar risken för lokal översvämning intill den nordöstra fastigheten. För att uppnå tillräckligt hydrauliskt motstånd kan olika lösningar användas, exempelvis ojämn botten, vegetationsinslag, mindre tvärgående hinder eller annan utformning som bromsar flödet och ökar uppehållstiden.

Takytan, cirka 280 m<sup>2</sup> (markerad med svartstreckad polygon i Figur 11), leds på motsvarande sätt via en ytlig ränna till svackdiket utlopp. Rännan utlopp bör riktas in mot parkeringen i nordostlig riktning så att kvarterets svackdike utgör det huvudsakliga utloppet för den samlade dagvattenhanteringen.

Samlad funktion uppnås genom kombinationen av fördröjning i rännor/regnstråk, infiltration i det otäta diket, tillfällig dämning i diket samt kontrollerad avledning via utloppet (rekommenderad strypning  $\approx 1,16$  l/s, motsvarande tömning av 50 m<sup>3</sup> på 12 timmar) med lämplig lösning som en munkbrunn eller annan flödesregulator. Vid behov kan också mindre instängda grönytor i anslutning till fastigheten sänkas 5–10 cm för att ge extra fördröjningsvolym och därmed avlasta svackdiket. I brandläge ska dessa ytor kunna avgränsas från släckvatten.

Utöver fördröjningskravet ska planförslaget säkerställa en skyfallsvolym på minst cirka 13 m<sup>3</sup> för att inte försämra skyfallssituationen jämfört med nuläget, se kapitel 6.5 och bilaga 2. Då den föreslagna dagvattenlösningen dimensioneras för ett samlat fördröjningskrav om cirka 50 m<sup>3</sup> kan detta krav uppfyllas inom samma system utan behov av separata åtgärder. Den kompletterande översvämningssytan, markerad med lila polygon i Figur 11, kan därutöver ge en extra skyfallsvolym på omkring 15–20 m<sup>3</sup>, beroende på slutlig höjdsättning och möjlig medeldämning i den del av parkeringen som kan bli stående mot svackdiket.

- **Inlopp, lågpunkt och höjdsättning vid anslutning**

Svackdikets inlopp (ljusgrön cirkel i Figur 11) rekommenderas i första hand säkerställas som lokal lågpunkt genom mindre uppfyllnad nordost om inloppspunkten längs Jan Eriks Väg. Uppfyllnaden formas som en låg vattendelare mot nordost så att bräddning styrs tillbaka mot svackdikets inlopp. Om uppfyllnad inte är möjlig rekommenderas i stället en lokal sänkning vid inloppet till cirka +29,5 m, motsvarande ungefär 0,30 m under befintlig marknivå vid punkten (bedömt från profiler i Scalgo). Vid all schaktning bör det skyddande lerlagret inte påverkas. Ett närliggande borrhov ( $\approx 10$  m från inloppet) visar lera från cirka 0,35 m till 0,90 m under mark, vilket innebär att schakter och höjdsättning måste utföras varsamt för att bibehålla måttlig känslighetsklass i området. Om lerlager ändå behöver beröras lokalt ska åtgärder vidtas enligt avsnittet Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor (tätande skikt/GCL eller geomembran, dränhänsyn) för att upprätthålla skydd mot oönskad infiltration.

Parkeringsytan rekommenderas avvattnas mot svackdiket via flera inlopp jämnt fördelade längs diket. Inloppen kan utformas med robusta galler, korrekt fall och erosionskydd (stenkista/stensträng) för att minska inträngning av grus och

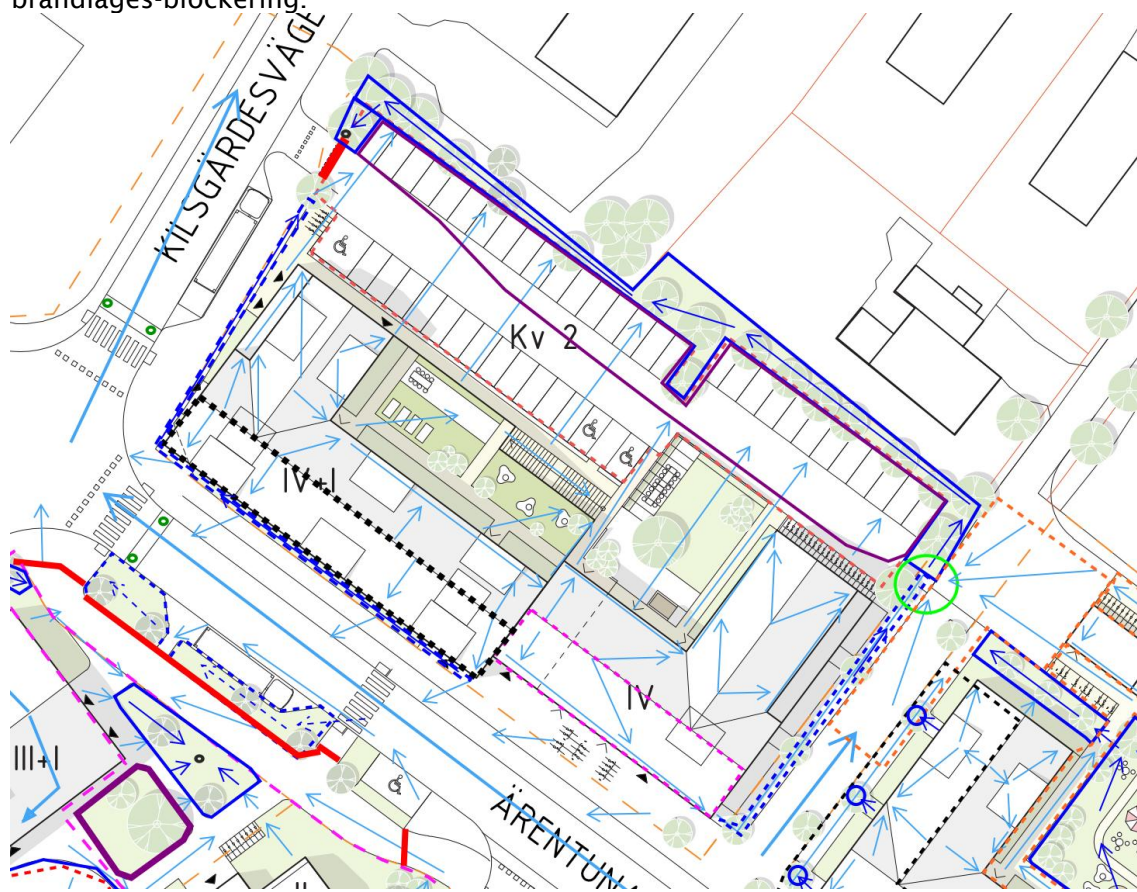
punkt-erosion. Diket infiltrerar i första hand och avleder överskott via en utloppsbrunn/kupolbrunn i kvarterets norra hörn som kopplas till närmaste dagvattenservis. Utloppet rekommenderas strypas till 1,16 l/s med lämplig lösning för att förhålla sig till fördröjningskravet och ge rimliga uppehållstider i svackdiket.

- **Släckvatten – rekommenderad hantering inom Kvarter 2**

Vid brand rekommenderas att släckvatten omhändertas på parkeringsytan genom att samtliga inlopp till svackdiket blockeras/stängs och att utfarten mot Kilsgärdesvägen blockeras med tillfälliga barriärer (se röd heldragen linje i Figur 11). Svackdiket är otätt och ska inte räknas som dämmningsvolym för släckvatten. För att uppfylla kravet 144 m<sup>3</sup> på parkeringsytan rekommenderas upphöjd kantsten runt om i kombination med blockerade inlopp till svackdiket. Med parkerings/köryta på cirka 1 100 m<sup>2</sup> behövs en genomsnittlig dämning på ungefär 0,13 m ( $144 / 1\ 100 \approx 0,131$  m). För robusthet föreslås projektering för cirka 0,15 m i medeldjup (med lokalt högre dämning upp till cirka 0,20 m där det inte påverkar framkomlighet). Utfarten mot Kilsgärdesvägen blockeras enligt insatsplan (röd heldragen linje i Figur 11).

Om släckinsats sker från Ärentunavägen eller Kilsgärdesvägen och släckvatten riskerar att rinna ut på huvudgata ska temporära åtgärder användas för att valla in vattnet i gaturummet: täckning av dagvattenbrunnar med tätningsmattor/dräntättningsblåsor, barriärer vid infarter och blockeringsåtgärder i identifierade bräddvägar upp- och nedströms. Åtgärderna ska följa de generella riktlinjerna för släckvatten och syfta till att hålla släckvattnet inom rimlig dämmningsyta tills sugbil kan omhänderta vattnet.

Se Figur 10 för läge och dimensionerande flödesvägar till svackdiket, takränna samt brandläges-blockering.



Figur 10. Kvarter 2 – flödesvägar, svackdike och brandläge. Figuren redovisar otätt, infiltrerande svackdike nordost om parkeringen, delavrinningsområde från parkering/köryta, takavledning via gatstensränna samt föreslagen blockeringspunkt vid brand. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = svackdike; mörkblå streckad polygon = rännor för takvatten; rosa och svart streckad polygon = delavrinningsytor från tak; röd streckad polygon = parkerings-/köryta ( $\approx 1\,100\text{ m}^2$ ); lila polygon = översvämningssyta; ljusgrön cirkel = inlopp/lägpunkt; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge.

### 6.3.3 KVARTER 3

I detta skede tillkommer endast en ny byggnadsdel (tak). Efter avstämning med VA-huvudman baseras fördröjningskravet för kvarteret på denna takyta och uppgår till cirka 4 m<sup>3</sup>. Då förändringen är begränsad föreslås inga detaljerade anläggningslösningar här; de grönytor längs den nya byggnadens långsidor bedöms kunna rymma fördröjning/rening motsvarande kravet med samma principer som i övriga kvarter.

- **Släckvatten – rekommenderad inriktning**

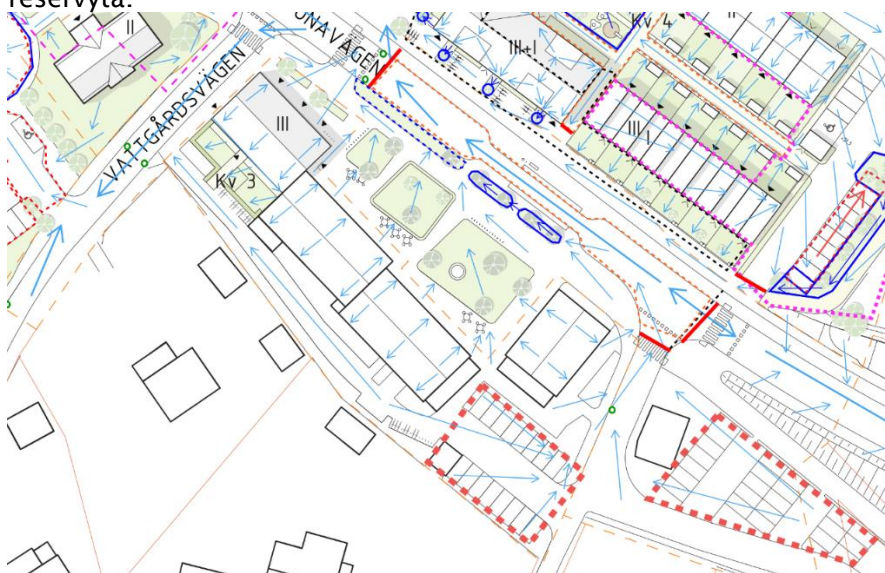
Detaljerade släckvattenåtgärder redovisas inte i denna etapp då övrig yta inte planeras exploateras i närtid. Vid insats bör hårdgjorda ytor invallas med kantsten i kombination med tillfälliga barriärer och släckvatten ledas mot kompletterande dämpningsvolym på Ärentunavägen (orange streckad polygon i Figur 11), enligt samma arbetssätt som i övriga kvarter och i samråd med räddningstjänsten.

- **Rekommenderade kompletteringar vid fortsatt exploatering**

Växtbädd vid sydöstra parkeringen: Minst 9 m<sup>2</sup> otät växtbädd nedströms parkeringen, placerad uppströms befintlig dagvattenbrunn (mörkgrön cirkel i Figur 11). Inlopp utformas med liten stenficka/erosionskydd och ska kunna stängas/blockeras vid brand.

Växtbäddar längs Ärentunavägen: Två längsgående växtbäddar (heldragna mörkblå polygoner i Figur 11) för kompletterande rening av vägdagvatten, ca 20 m<sup>2</sup> per bädd (totalt ca 40 m<sup>2</sup>), otäta med strypt utlopp.

Reservyta för ytterligare åtgärder: Den mörkblå streckade polygonen kan vid behov nyttjas för extra rening/fördröjning (svackdike/biobädd) om flöden eller kvalitetskrav skärps. Se Figur 11 för föreslagna växtbäddar längs Ärentunavägen och möjlig reservyta.



Figur 11. Kvarter 3 – flödesvägar och föreslagna kompletteringar. Figuren visar två möjliga längsgående växtbäddar längs Ärentunavägen för kompletterande rening av gatvatten. Reservyta kan nyttjas vid behov. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragna polygoner = växtbäddar; mörkblå streckad polygon = reservyta för åtgärd (svackdike/biobädd); röd streckad polygon = parkerings-/körtyta; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; orange streckad polygon = kompletterande släckvattendämpningsyta på Ärentunavägen; röd heldragen linje = blockeringspunkter i brandläge.

#### 6.3.4 KVARTER 4

Kvarterets totala fördröjningskrav bedöms till cirka 63 m<sup>3</sup> baserat på 20-mm-kriteriet multiplicerat med kvarterets reducerade area. Området delas i tre delavrinningsområden: ett östligt (reducerad area cirka 2 086 m<sup>2</sup>), ett sydvästligt (cirka 470 m<sup>2</sup>) och ett resterande område (cirka 574 m<sup>2</sup>).

- **Östligt delavrinningsområde – fördröjningskrav ≈ 42 m<sup>3</sup>**

Inom det östliga delavrinningsområdet (markerat med rosa streckad polygon i Figur 12) rekommenderas en kombination av växtbädd och svackdiken.

##### **Växtbädd vid norra parkeringen**

En otät växtbädd med ett träd och påkopplad dränering i botten, planarea cirka 8 m<sup>2</sup> (mörkblå polygon i Figur 12 intill mörkblåstreckad polygon), föreslås kopplas till den norra parkeringsytan (röd streckad polygon i Figur 12) med reducerad area cirka 306 m<sup>2</sup>. Det uppfyller tumregeln om minst 2,5 % av reducerad parkerings-/köryta. Med samma principiella volymuppbyggnad som i tidigare kapitel (≈0,20 m ytdämning + 0,60 m filter med dränerbar porositet ≈0,20, dvs. omkring 0,32 m ekvivalent magasin djup) kan bädden ge cirka 2,6 m<sup>3</sup> (8 m<sup>2</sup> × 0,32 m). Som komplement kan inloppshörnet (mörkblå streckad polygon) utformas som ett litet ytfördröjningsmagasin, cirka 15 m<sup>2</sup> med 0,10 m dämning, vilket ger ytterligare ≈1,5 m<sup>3</sup>. Bädden rekommenderas få tre inlopp som sprider flödet, minskar punkt-erosion (t.ex. med stenficka/stensträng) och kan stängas/blockeras vid brand.

##### **Två svackdiken längs östra kanten**

Återstående volym föreslås fördröjas i två otäta svackdiken placerade längs kvarterets östra kant (heldragna mörkblå polygoner i Figur 12). Den samlade planarean är cirka 230 m<sup>2</sup>. Med genomsnittlig dämning ≈0,20 m ger svackdiken tillsammans ≈46 m<sup>3</sup> (230 × 0,20). Diken bör utformas likt svackdiket i Kvarter 2: svaga slänter, låg flödes hastighet, växtetablering i botten/slänter för erosion- och partikelkontroll, samt flera stängningsbara inlopp längs sträckan. Cirka elva planerade träd längs dikena bidrar med hydrauliskt motstånd, evapotranspiration och biologisk rening i rotzonen. För hydraulisk robusthet rekommenderas att svackdikena kopplas samman med trumma, en kupolbrunnslösning alternativt en enklare breddlösning (val beroende på höjdförhållanden) med lämpligt erosionskydd vid in- och utlopp. För att undvika en för smal dikesbredd vid utloppet föreslås parkeringarna intill nedströms del av diket förskjutas uppåt i riktning enligt röd pil i Figur 12.

Kombinationen växtbädd och två svackdiken ger god marginal mot fördröjningskravet på 42 m<sup>3</sup>. Dämningsnivåer kan fintrimmas i projektering för att undvika onödig överdimensionering, men viss överdimensionering kan vara motiverad för att minska risken för översvämning vid skyfall uppströms om angränsande fastigheter samt för att avlasta inloppet till Kvarter 2:s svackdike.

Om höjdsättningen medger bör utloppsdagvattnet från parkering och östra svackdike i första hand ledas ytligt längs Ärentunavägens norra trottoar och vidare nordväst på Ärentunavägen. Om detta inte är möjligt rekommenderas i stället anslutning till befintligt dagvattnenät via kupolbrunn. Oavsett vald lösning ska utloppet förses med fast strypning om cirka 0,97 l/s (motsvarande 42 m<sup>3</sup> på 12 timmar) för att säkerställa önskad uppehållstid.

- **Sydvästligt delavrinningsområde – fördröjningskrav  $\approx 9 \text{ m}^3$**

Inom det sydvästliga delavrinningsområdet (svart streckad polygon) rekommenderas sex mindre, täta växtbäddar med träd (placering vid mörkblå cirklar i Figur 12): tre längs Ärentunavägen och tre längs Jan Eriks väg. Takvatten bör, där det är praktiskt möjligt, ledas mot respektive bädd utan infiltration nära fasad.

Varje växtbädd bör kunna fördröja minst  $\approx 2,0 \text{ m}^3$ . Varje växtbädd bör utföras med minst  $4 \text{ m}^2$  planarea. För att nå minst  $2,0 \text{ m}^3$  fördröjningsvolym per bädd rekommenderas höjd ytdämning via kantstöd runt bädden. En praktisk sektion är cirka  $0,40 \text{ m}$  ytdämning kombinerat med cirka  $0,60 \text{ m}$  filterdjup och dränerbar porositet cirka  $0,20$ . Den effektiva magasinsvolymen blir då ungefär  $(0,40 + 0,60 \times 0,20) \times 4 \approx (0,40 + 0,12) \times 4 \approx 2,08 \text{ m}^3$  per bädd. Varje bädd förses med inlopp från tak och en liten stenficka vid inloppet för att minska punkt-erosion.

Varje växtbädd utförs tät i botten och sidor och förses med dränledning i botten som ansluts till fastighetens dränering eller befintligt dagvattennät. För samtliga växtbäddar ska systemet säkerställa ett strypt sammanlagt utflöde om  $\approx 0,21 \text{ l/s}$  ( $9 \text{ m}^3$  på 12 timmar), antingen via gemensam strypning för alla bäddar eller med enskild strypning vid respektive bädds dränering. Nödbrädd säkerställer avledning vid skyfall. Inlopp eller koppling nedströms ska kunna blockeras i brandläge.

- **Resterande delavrinningsområde – fördröjningskrav  $\approx 12 \text{ m}^3$**

Åtgärden föreslås bestå av ett otätt svackdike i kvarterets nordvästra hörn (heldragen mörkblå polygon i Figur 12), planarea cirka  $50 \text{ m}^2$ , med genomsnittlig dämning  $\approx 0,15 \text{ m}$  vilket ger  $\approx 7,5 \text{ m}^3$ . Diket förses med stängningsbart inlopp för brandläge.

Återstående  $\approx 4,5 \text{ m}^3$  föreslås fördröjas på kvarterets parkyta, cirka  $260 \text{ m}^2$  (mörkblå polygon i Figur 12), genom att säkerställa en dämningshöjd på minst  $0,02 \text{ m}$  i medel. In- och utlopp för parkplatsen ska kunna stängas/blockeras i brandläge.

Utloppet från delområdet rekommenderas dimensioneras till  $12 \text{ m}^3/12 \text{ h} \approx 0,28 \text{ l/s}$  (i praktiken lämpligen i svackdikets utlopp mot kvarter 2. Om höjdsättningen medger bör vattnet i första hand ledas med ett ytligt utlopp som kan strypas.

Utöver fördröjningskravet för kvarteret ska planförslaget säkerställa en skyfallsvolym för kvarter 4 på minst cirka  $22 \text{ m}^3$  för att inte försämrå skyfallssituationen jämfört med nuläget, se kapitel 6.5 och bilaga 2. Då den föreslagna dagvattenlösningen dimensioneras för ett samlat fördröjningskrav om cirka  $63 \text{ m}^3$  bedöms detta krav kunna uppfyllas inom samma system utan behov av kompletterande skyfallsåtgärder.

- **Släckvatten – rekommenderad hantering inom Kvarter 4**

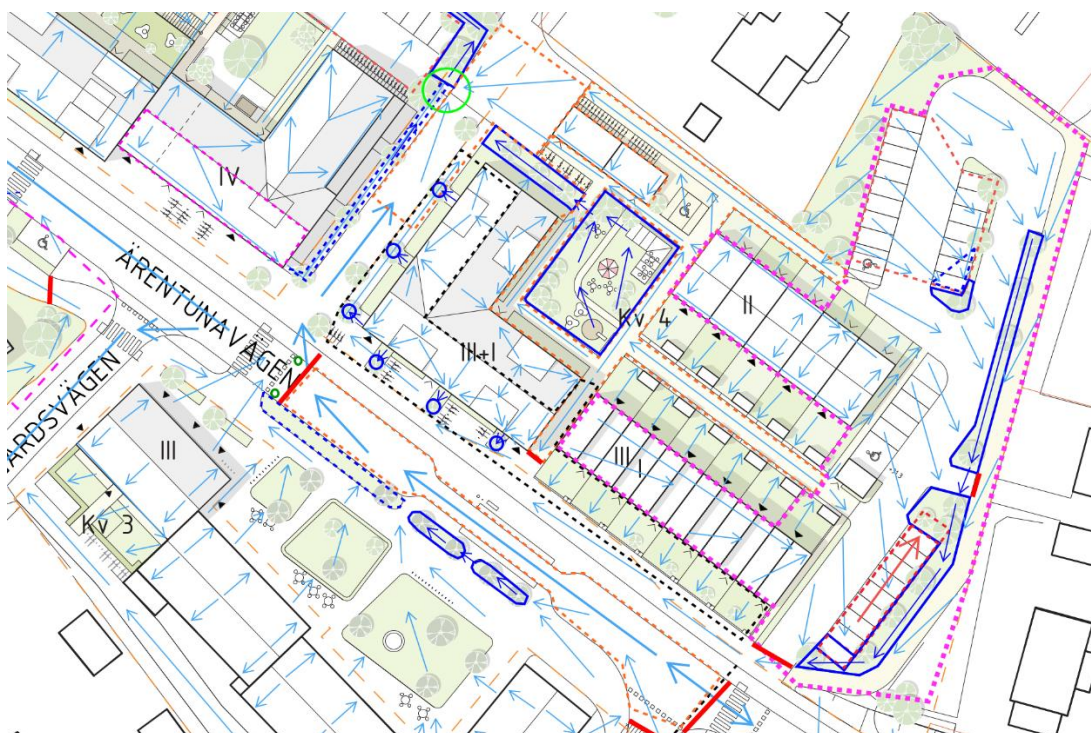
Två huvudsakliga hårdgjorda dämningssytor rekommenderas för invallning av släckvatten: en västlig och en östlig. Därutöver rekommenderas en kompletterande hårdgjord dämningssyta på Ärentunavägen.

Västra släckvattendämningssytan (orange streckade polygoner inom Kvarter 4 och vid Kvarter 2:s inlopp i Figur 12) omfattar cirka  $920 \text{ m}^2$ . Oavsett vilken byggnad som drabbas av brand inom kvarteret bör denna yta användas. För att rymma  $144 \text{ m}^3$  krävs en genomsnittlig dämning  $\approx 0,16 \text{ m}$  ( $144/920 \approx 0,156$ ). Rekommendationen är att projektera för cirka  $0,15\text{--}0,20 \text{ m}$  i medeldjup, med kantstöd, fall och lokala höjdsättningar som säkrar invallning mot grönytor så att avrinning och infiltration inte sker där. Samtliga in- och utlopp till dagvattenanläggningar inom området ska kunna stängas vid brand. Särskilt viktigt är att inloppet till Kvarter 2:s svackdike kan stängas/blockeras så att den planerade lågpunktens volym ( $\approx 330 \text{ m}^2$  delyta inom den västra ytan) kan nyttjas.

Östra släckvattendämningsytan (all parkering/köra i östra delen) omfattar cirka 1 320 m<sup>2</sup> och kan, vid brand i de östliga byggnaderna, användas tillsammans med den västra ytan. Den östra ytan kan dimensioneras för cirka 48 m<sup>3</sup> (en tredjedel av 144 m<sup>3</sup>), vilket motsvarar en medeldämning  $\approx 0,04$  m ( $48/1\ 320 \approx 0,036$ ). Vid insats avgränsas dämningssytorna med förberedd barriär vid parkeringens utfart; in- och utlopp till dagvattenanläggningar stängs/blockeras enligt insatsplan.

Kompletterande släckvattendämningsyta på Ärentunavägen (orange streckad polygon i Figur 12) omfattar cirka 445 m<sup>2</sup> och kan, vid brand i byggnaderna utmed Ärentunavägen, användas som tillskott till kvarterets dämningssytor för släckvatten som leds ut mot gatan. Med trottoarkant och förberedda barriärer (heldragna röda linjer i Figur 12) uppskattas dämningssvolumen till cirka 45 m<sup>3</sup>. Särskilt viktigt är att släckvatten inte leds österut på Ärentunavägen, då detta avbördar mot mark med hög känslighetsklass, lutningar och barriärer ska därför dimensioneras/placeras så att flöden styrs västerut.

Allt uppsamlat släckvatten hanteras som förorenat och omhändertas enligt tidigare kvarters riktlinjer. Ventiler för kvarterets avstängning i brandläge ska ingå enligt insatsplan. Exakt placering och detaljutformning fintrimmas i projektering i dialog med VA-huvudman och räddningstjänst. Se Figur 12 för delavrinningsgränser, växtbäddar, östra svackdiken, NV-svackdike/park samt släckvattendämningsytor.



Figur 12. Kvarter 4 – delavrinningsområden, dagvattenätgärder och släckvatten. Figuren visar de tre delavrinningsområdena (öst, sydväst och resterande), föreslagna växtbäddar, två svackdiken längs östra kanten, svackdike i NV-hörn och dämningssbar park. Redovisar även västlig/östlig släckvattendämningsyta samt kompletterande yta på Ärentunavägen. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragna polygoner = växtbädd, östra svackdiken, NV-svackdike och parkyta för dämning; mörkblå cirklar = växtbäddar längs gata; rosa streckad polygon = östligt delavrinningsområde; svart streckad polygon = sydvästligt delavrinningsområde; röd streckad polygon = parkerings-/köryta; ljusgrön cirkel = lågpunkt/inlopp mot Kvarter 2; orange streckad polygon = släckvattendämningsytor (kvarteret och Ärentunavägen); röd heldragen linje = blockeringspunkter i brandläge; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar.

#### 6.4 ÅTGÄRDER INOM ALLMÄN PLATSMARK

För allmän platsmark planeras inga större justeringar avseende markanvändningen och därmed antas ledningsnätets kapacitet vara tillräcklig för att ta emot dagvattnet även i framtiden. Behov kvarstår dock gällande rening av dagvatten.

Givet befintlig höjdsättning kan endast en mindre del av vägdagvattnet omhändertas för rening, då större delen leds via dagvattenbrunnar till befintligt nät eller fortsätter i gatans rinnstråk nedströms. En begränsad andel kan ledas genom diskreta öppningar i kantstenen till planerade växtbäddar med träd utmed Ärentunavägen i höjd med Kvarter 3, och ytterligare mindre mängder kan, där lutning medger, avrinna till de rekommenderade svackdikerna inom Kvarter 1 och 2. För planområdets E-område/P-yta i den sydöstra kanten rekommenderas en växtbädd direkt nedströms ytan, placerad i naturligt rinnstråk mellan parkering och närmaste dagvattenbrunn. Växtbäddens planarea bör följa tumregeln om cirka 2,5 % av reducerad avrinningsyta och motsvarar, för aktuell parkeringsarea, minst cirka 11 m<sup>2</sup>.

Föreslagna renings- och fördröjningsåtgärder illustreras i figurer under avsnitt 6.3. Växtbädd för E-område/P-yta samt föreslagen växtbädd för Kvarter 3:s parkeringsyta är inte utritade eftersom förutsättningarna för vidare exploatering ännu inte är fastställda, men de ingår i föroreningsberäkningarna med angivna rekommenderade areor.

#### 6.5 ÅTGÄRDER SKYFALL OCH HÖJDSÄTTNING

Vissa höjder är låsta, exempelvis de som berör befintliga gator och angränsande fastigheter utanför utredningsområdet. Planerade marknivåer inom Storrreta centrum är inte slutligt fastställda vid tidpunkten för denna utredning och någon lokal inmätning har inte genomförts. Norr om planområdet finns skyfallskänliga fastigheter. Planförslaget behöver därför utformas så att skyfallssituationen inte försämras jämfört med nuläget.

För de kvarter där ny exploatering planeras har detta kontrollerats genom översiktliga skyfallsberäkningar i VA-verktyget för 100-årsregn. För Kvarter 1 behöver planförslaget säkerställa minst cirka 115 m<sup>3</sup> skyfallsvolym för att inte ge högre skyfallsflöden än befintlig situation. Den rekommenderade lösningen inom kvarteret dimensioneras samtidigt för ett fördröjningskrav om cirka 35,5 m<sup>3</sup>. För Kvarter 2 behöver planförslaget säkerställa minst cirka 13 m<sup>3</sup> skyfallsvolym för att inte försämra skyfallssituationen. Den rekommenderade lösningen ger samtidigt en fördröjningsvolym om minst cirka 50 m<sup>3</sup>. För Kvarter 4 behöver planförslaget säkerställa minst cirka 22 m<sup>3</sup> skyfallsvolym för att inte ge högre skyfallsflöden än nuläget. Den rekommenderade lösningen dimensioneras samtidigt för ett fördröjningskrav om cirka 63 m<sup>3</sup>.

Skyfallsberäkningarna visar att planerad situation är lika bra eller bättre än befintlig situation för samtliga studerade regnvaraktigheter i Kvarter 1, 2 och 4 med rekommenderade åtgärder. Övergripande avrinningsvägar och föreslagna brädd- och höjdsättningsprinciper redovisas i avsnitt 6.3. Resultat från skyfallsberäkningarna redovisas i Bilaga 2. Det bör noteras att den slutliga höjdsättningen och utformningen i gränzonen mellan kvarter 2 och 4, särskilt kring vändplatsen, kan medföra ytterligare tillgänglig skyfallsvolym jämfört med vad som beaktats i beräkningarna. Beräkningarna baseras på konservativa antaganden, vilket innebär att den faktiska skyfallshanteringen i färdig utformning sannolikt blir minst lika god eller bättre än redovisat resultat.

Höjdsättningen bör utformas så att vatten i första hand leds till föreslagna dagvattenanläggningar, till parkeringsytor eller andra ytor som kan tåla tillfällig översvämning. I anslutning till Kvarter 2 är det särskilt viktigt att fördröjda flöden från

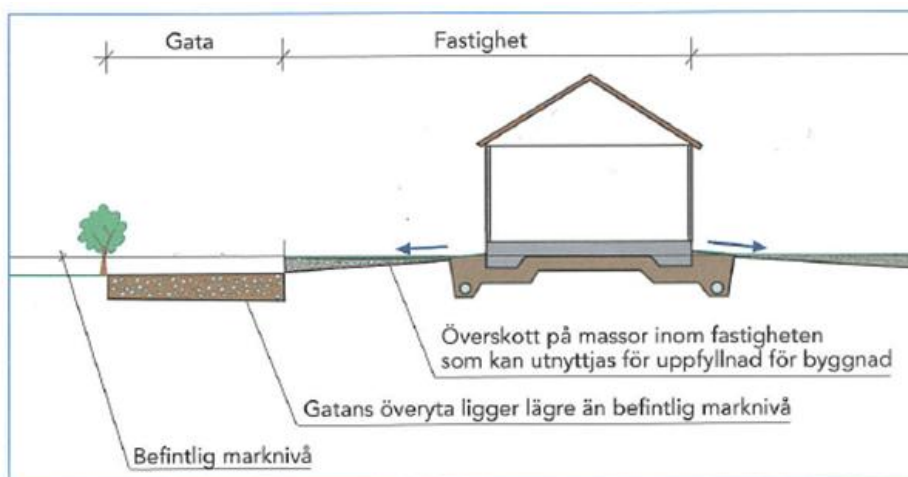
Kvarter 4 och i viss mån Kvarter 3 kan ledas mot svackdiket via Jan Eriks väg, samtidigt som svackdikets nordöstra kant höjdsätts som vattendelare så att eventuell brädning återgår mot parkeringsytor inom kvarteret och inte mot fastigheterna norr om planområdet.

Observera att höjdsättning lokalt kan begränsas av skyddande lerlager. Schakt i eller genom lera bör därför undvikas eller utföras med särskilda tät- och dränåtgärder.

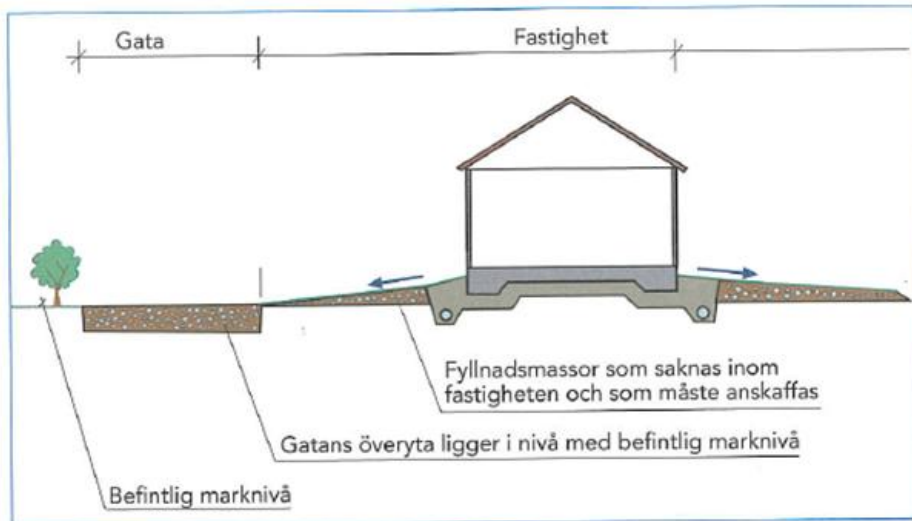
- **Riktlinjer för höjdsättning vid skyfall (enligt Svenskt Vatten P105)**

En sund höjdsättning är avgörande för att skydda byggnader vid kraftig nederbörd och skyfall. I Svenskt Vattens publikation P105 finns anvisningar för hur höjdsättning av byggnader och vägar bör utföras med hänsyn till dagvattenavrinning. Principerna innebär översiktligt att byggnader bör anläggas högre än omgivande mark och gator, samt att marken närmast husen ska luta bort från byggnaden. Enligt riktlinjerna bör marken närmast byggnad luta minst 5 % de första 3 meterna, och därefter normalt mer än 1 % bort från huskroppen.

Figur 13 och 14 är hämtade från Svenskt Vatten P105 och visar exempel på hur omkringliggande ytor kan utformas för att fungera som avledande stråk vid extrema regn.



Figur 13. Exempel på hur en gata förläggs under byggnadens nivå genom att vägen läggs under ursprunglig marknivå. Vägen fungerar då som extra avledningskanal vid extrema flöden, förutsatt att vägens fall leder vattnet i rätt riktning. Ur Svenskt Vatten P105.



Figur 14. Exempel på hur vägen förläggs under byggnadsnivå genom att marken vid husen fylls upp. Vägen fungerar då som extra avledningskanal vid extrema flöden, förutsatt att vägens fall leder vattnet i rätt riktning. Ur Svenskt Vatten P105.

Det bör tas särskild hänsyn till att inte skapa instängda områden där vatten kan bli stående utan möjlighet att snabbt rinna undan, eftersom det kan leda till okontrollerade översvämningar som kan skada byggnader. Genom att marken lutar bort från husen förhindras dagvattnet från att bli stående mot byggnaderna.

## 7 FÖRSLAG PÅ PLANBESTÄMMELSER

Till en detaljplan ska fogas en beskrivning av hur planen ska förstås och genomföras. Av beskrivningen för dagvatten ska det bland annat framgå vilka tekniska och fastighetsrättsliga åtgärder som behövs för att planen ska kunna genomföras på ett samordnat och ändamålsenligt sätt. Det ska också framgå vilka konsekvenser dessa åtgärder får för fastighetsägarna och andra berörda. Samt vilka planbestämmelser som kan användas.

Förslag på planbestämmelser:

- Dagvattenhantering inom kvartersmark ska utformas så att erforderlig fördröjning och skyfallshantering kan uppnås i enlighet med denna utredning. Detaljutformning och dimensionering fastställs i projektering och exploateringskede.
- Skyfallshantering: Planen ska utformas så att skyfallssituationen inte försämras jämfört med nuläget. Erforderliga skyfallsvolymer ska möjliggöras inom planområdet i enlighet med utredningen.
- Öppna, renande steg: Växtbäddar/svackdiken prioriteras där höjdsättning tillåter ytavledning.
- Känslighetsklasser: Inom hög känslighet ska körytevatten inte infiltreras; sektioner utförs täta med dränerad avledning.
- Släckvatten: Möjlighet till invallning och avstängningsbara in-/utlopp ska säkerställas enligt insatsplan.
- Höjdsättning: Slänt bort från fasad ( $\geq 5\%$  inom 3 m, därefter  $\geq 1\%$ ), skyfallsstråk säkras.
- Drift: Tillgängliga kontroll-/munkbrunnar, rensbar försedimentationszon vid inlopp, dokumenterad skötselplan.

Dagvattenlösningar kan och bör anläggas både inom kvartersmark och på allmän platsmark. I denna utredning föreslås huvudsakligen tekniska anläggningar inom kvartersmark, med driftansvar hos respektive fastighetsägare. Planbestämmelser kan ange övergripande förutsättningar såsom höjdsättning, vattendelare och reserverade ytor för dagvattenhantering, medan teknisk utformning (volymer, strypning, material och anslutningar) fastställs i projektering och vid behov i exploateringsavtal. På allmän platsmark kan kommunen komplettera med samlande funktioner där det är motiverat. Samordning mellan kvarter kan bidra till att optimera systemlösningens funktion, särskilt med avseende på nedströms liggande anläggningar och skyfallsstråk.

## 8 REFERENSER

Dahlström, B. (2010). Regnintensitetens varaktighet och återkomsttid i Sverige.

Grundvattensynpunkt - Slutrapport Måsen Etapp 2. GRAP 18116.

Geosigma (2018). Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt.

Länsstyrelsen Uppsala län, 1990, Kungörelse om vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för de kommunala grundvattentäkterna i Uppsala-Vattholmaåsarna i Uppsala kommun. ISSN 0347-1659

MSB (2013). Översvämningskartering utmed Fyrisån. Rapport nr 1.

Naturvårdsverket (2025). Förorenat släckvatten från brandsläckande verksamhet – vägledning.

Regionplane- och trafikkontoret (RTK) (2009). Riktvärden för dagvattenutsläpp – vägledning för planering och prövning.

SMHI Årsnederbörd (Data 1991-2020)

Stockholms stad (2024). Dagvatten PM – Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och dagvattentransport, ver. 1.0.

Svenskt Vatten (2020). P114 – Distribution av dricksvatten.

Svenskt Vatten (2016). P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten (senaste tillgängliga utgåva).

Tyréns (2022a). PM Hydrogeologi Storvreta C 220826.

Tyréns (2022b). Geoteknisk undersökning av Storvreta C.

Uppsala kommun (2021). Vattenprogram.

Uppsala Vatten och Avfall (2021). Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark samt Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet.

VISS (hämtat 2024–2025). Fyrisån SE665090-160546; Vattholmaåsen SE665195-160524.

Övriga kartunderlag: SGU jordartskarta (2022), Ledningskollen, Scalgo Live, Lantmäteriet ortofoto.

## BILAGA 1- FÖRORENINGSRESULTAT PER KVARTER

Tabeller nedan redovisar både ytbelastning och årsmedelkoncentration.

Schablondata är hämtad från VA-Verktyget och baseras på vetenskapliga studier. Nederbördsmängd om 640 mm har antagits samt avrinningskoefficienter för respektive markanvändning enligt P110.

### KVARTER 1

*Tabell 13. Ytbelastning från kvarter 1 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.*

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0.40	0.34	0.17	-55%
tot-N [kg]	2.7	5.0	3.5	+30%
Pb [g]	24	29	8.8	-65%
tot-Cu [g]	48	70	29	-40%
tot-Zn [g]	180	270	71	-60%
Cd [g]	0.97	1.6	0.44	-55%
Cr [g]	13	18	13	0%
Ni [g]	12	14	4.9	-60%
Hg [g]	0.058	0.078	0.049	-15%
SS [kg]	120	150	44	-65%
olja [kg]	1.1	0.93	0.26	-75%
BaP [g]	0.091	0.067	0.017	-80%
PAH16 [g]	0.91	0.93	0.25	-75%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

*Tabell 14. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 3 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.*

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0.21	0.11	0.054	0.050	-75%
tot-N [mg/l]	1.4	1.6	1.1	1.3	-20%
Pb [µg/l]	13	9.4	2.9	28	-80%
tot-Cu [µg/l]	25	23	9.6	10	-60%
tot-Zn [µg/l]	93	88	23	30	-75%
Cd [µg/l]	0.51	0.54	0.14	0.90	-75%
Cr [µg/l]	6.9	5.7	4.3	7.0	-40%
Ni [µg/l]	6.1	4.5	1.6	68	-75%
Hg [µg/l]	0.031	0.025	0.016	0.070	-50%
SS [mg/l]	63	50	14	25	-80%
olja [mg/l]	0.58	0.30	0.084	1.0	-85%
BaP [µg/l]	0.048	0.022	0.0056		-90%
PAH16 [µg/l]	0.48	0.30	0.082		-85%

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

## KVARTER 2

Tabell 15. Ytbelastning från kvarter 2 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0.52	0.39	0.21	-60%
tot-N [kg]	8.0	5.9	2.9	-65%
Pb [g]	54	38	5.6	-90%
tot-Cu [g]	130	91	18	-85%
tot-Zn [g]	490	350	65	-85%
Cd [g]	2.5	1.9	0.40	-85%
Cr [g]	37	24	5.1	-85%
Ni [g]	26	17	5.6	-80%
Hg [g]	0.19	0.11	0.084	-55%
SS [kg]	320	220	30	-90%
olja [kg]	2.4	1.3	0.098	-95%
BaP [g]	0.16	0.096	0.021	-85%
PAH16 [g]	1.5	1.1	0.27	-80%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 16. Årsmedelkoncentration från kvarter 2 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0.11	0.11	0.056	0.050	-50%
tot-N [mg/l]	1.7	1.7	0.78	1.3	-55%
Pb [µg/l]	12	11	1.5	28	-85%
tot-Cu [µg/l]	28	25	4.8	10	-85%
tot-Zn [µg/l]	100	98	18	30	-80%
Cd [µg/l]	0.54	0.54	0.11	0.90	-80%
Cr [µg/l]	8.0	6.8	1.4	7.0	-80%
Ni [µg/l]	5.5	4.8	1.5	68	-75%
Hg [µg/l]	0.040	0.032	0.023	0.070	-45%
SS [mg/l]	69	61	8.2	25	-90%
olja [mg/l]	0.51	0.37	0.027	1.0	-95%
BaP [µg/l]	0.034	0.027	0.0056		-85%
PAH16 [µg/l]	0.33	0.31	0.073		-80%

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

**KVARTER 3**

Tabell 17. Ytbelastning från kvarter 3 före och efter exploatering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation
tot-P [kg]	0.516	0.356
löst P [kg]	0.232	0.160
tot-N [kg]	7.658	6.505
Pb [g]	37.829	29.578
tot-Cu [g]	97.877	75.009
löst Cu [g]	39.151	30.004
tot-Zn [g]	325.171	252.885
löst Zn [g]	113.810	88.510
Cd [g]	1.859	1.791
Cr [g]	28.994	21.106
Ni [g]	19.384	16.629
Hg [g]	0.153	0.117
SS [kg]	229.939	123.971
oil [kg]	2.084	1.499
BaP [g]	0.097	0.064
PAH16 [g]	1.486	1.008
As [g]	13.478	11.600

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 18. Årsmedelkoncentration från kvarter 3 före och efter exploatering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.120	<b>0.094</b>	0,050
löst P [mg/l]	0.054	0.042	
tot-N [mg/l]	1.785	<b>1.726</b>	1,3
Pb [µg/l]	8.816	7.847	28
tot-Cu [µg/l]	22.811	<b>19.899</b>	10
löst Cu [µg/l]	9.125	7.960	
tot-Zn [µg/l]	75.785	<b>67.089</b>	30
löst Zn [µg/l]	26.525	23.481	
Cd [µg/l]	0.433	<b>0.475</b>	0,90
Cr [µg/l]	6.757	5.599	7,0
Ni [µg/l]	4.518	4.412	68
Hg [µg/l]	0.036	0.031	0,070
SS [mg/l]	53.590	<b>32.889</b>	25
oil [mg/l]	0.486	0.398	1,0
BaP [µg/l]	0.023	0.017	0,050

PAH16 [µg/l]	0.346	0.267	
As [µg/l]	3.141	3.077	

<sup>1</sup> Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

#### KVARTER 4

Tabell 19. Ytbelastning från kvarter 4 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Förändring, %
tot-P [kg]	0,54	0,33	0,17	-70%
tot-N [kg]	5,7	5,3	2,5	-55%
Pb [g]	63	26	4,8	-90%
tot-Cu [g]	120	63	13	-90%
tot-Zn [g]	480	220	38	-90%
Cd [g]	1,6	1,5	0,34	-80%
Cr [g]	46	17	5,5	-90%
Ni [g]	21	14	4,6	-80%
Hg [g]	0,25	0,092	0,070	-70%
SS [kg]	430	110	15	-95%
olja [kg]	3,0	1,2	0,10	-95%
BaP [g]	0,19	0,054	0,010	-95%
PAH16 [g]	0,80	0,84	0,18	-75%

<sup>1</sup> Halter som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil..

Tabell 20. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde	Förändring, %
tot-P [mg/l]	0,16	0,10	0,052	0,050	-65%
tot-N [mg/l]	1,6	1,7	0,78	1,3	-50%
Pb [µg/l]	18	8,1	1,5	28	-90%
tot-Cu [µg/l]	36	20	4,1	10	-90%
tot-Zn [µg/l]	140	68	12	30	-90%
Cd [µg/l]	0,46	0,48	0,11	0,90	-75%
Cr [µg/l]	13	5,4	1,7	7,0	-85%
Ni [µg/l]	6,0	4,2	1,4	68	-75%
Hg [µg/l]	0,072	0,029	0,022	0,070	-70%
SS [mg/l]	130	35	4,7	25	-95%
olja [mg/l]	0,87	0,37	0,032	1,0	-95%
BaP [µg/l]	0,054	0,017	0,0032		-95%

PAH16 [µg/l]	0,23	0,26	0,057		-75%
--------------	------	------	-------	--	------

<sup>1</sup>Mängder som överskrider "icke försämringskravet" eller Göteborgs riktvärden efter exploatering är markerade med röd fetstil.

#### FASTIGHETER 44:28/29

Tabell 21. Ytbelastning från 44:28/29 före och efter exploatering. Ytbelastningen redovisas som areanormaliserad belastning (per areaenhet) och inte som total belastning från hela området.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation
tot-P [kg]	0.325	0.325
löst P [kg]	0.146	0.146
tot-N [kg]	5.077	5.077
Pb [g]	26.293	26.293
tot-Cu [g]	68.023	68.023
löst Cu [g]	27.209	27.209
tot-Zn [g]	262.588	262.588
löst Zn [g]	91.906	91.906
Cd [g]	1.720	1.720
Cr [g]	15.391	15.391
Ni [g]	13.606	13.606
Hg [g]	0.064	0.064
SS [kg]	132.509	132.509
oil [kg]	0.751	0.751
BaP [g]	0.059	0.059
PAH16 [g]	0.985	0.985
As [g]	10.613	10.613

Tabell 22. Årsmedelkoncentration från 44:28/29 före och efter exploatering.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.104	0.104	0,050
löst P [mg/l]	0.047	0.047	
tot-N [mg/l]	1.627	1.627	1,3
Pb [µg/l]	8.427	8.427	28
tot-Cu [µg/l]	21.802	21.802	10
löst Cu [µg/l]	8.721	8.721	
tot-Zn [µg/l]	84.163	84.163	30
löst Zn [µg/l]	29.457	29.457	
Cd [µg/l]	0.551	0.551	0,90
Cr [µg/l]	4.933	4.933	7,0
Ni [µg/l]	4.361	4.361	68
Hg [µg/l]	0.021	0.021	0,070
SS [mg/l]	42.471	42.471	25
oil [mg/l]	0.241	0.241	1,0
BaP [µg/l]	0.019	0.019	

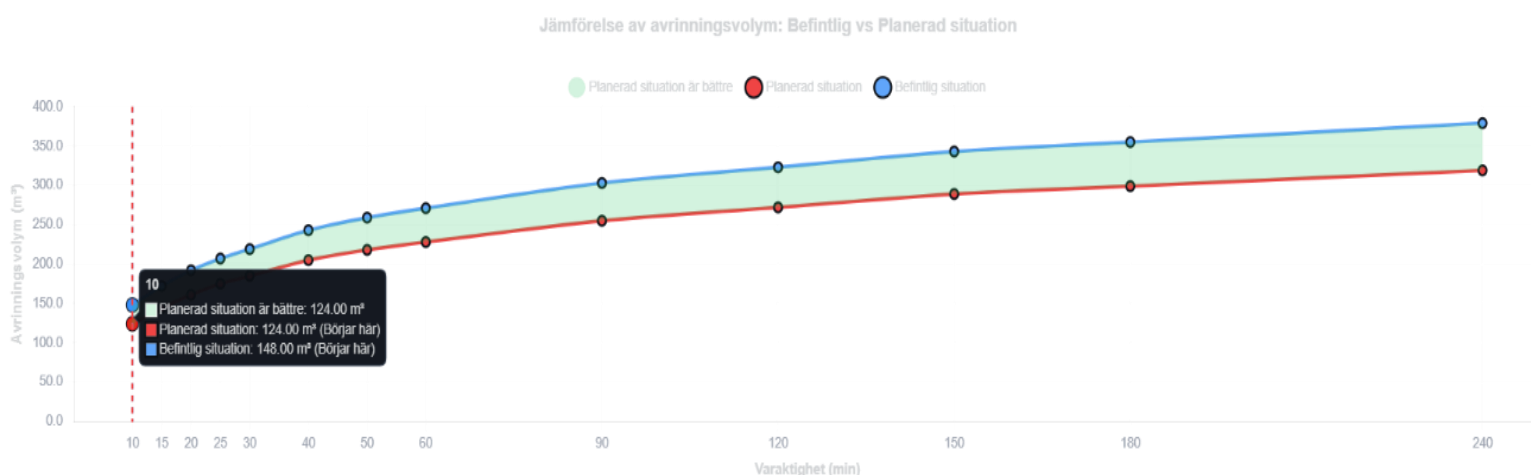
PAH16 [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	0.316	0.316	
As [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	3.402	3.402	

<sup>1</sup> Halter som överskrider "riktvärdet" är markerade med röd fetstil.

## BILAGA 2 - SKYFALLSRESULTAT (VA-VERKTYGET)

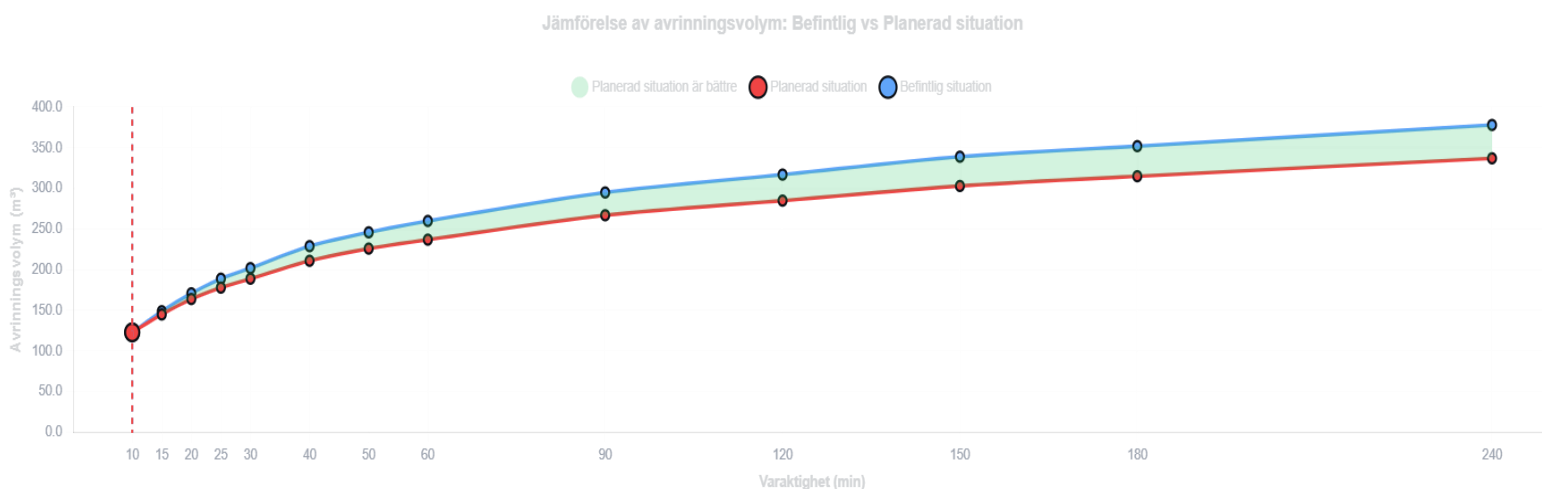
Bilagan redovisar resultat från skyfallsberäkningar för kvarter med planerad exploatering. Diagrammen visar jämförelse mellan befintlig och planerad situation för olika regnvaraktigheter vid 100-årsregn. Resultaten används för att verifiera att planförslaget inte försämrar skyfallssituationen.

### Kvarter 1



Figur B2:1. Skyfallsanalys Kvarter 1 - jämförelse mellan befintlig och planerad situation. Diagrammet visar avrinningsvolym (y-axel) som funktion av varaktighet (x-axel). Den blå kurvan representerar befintlig situation och den röda kurvan planerad situation. Det gröna området mellan kurvorna illustrerar den volymmässiga förbättringen, det vill säga minskad avrinningsvolym i den planerade situationen jämfört med befintlig vid respektive varaktighet.

### Kvarter 2

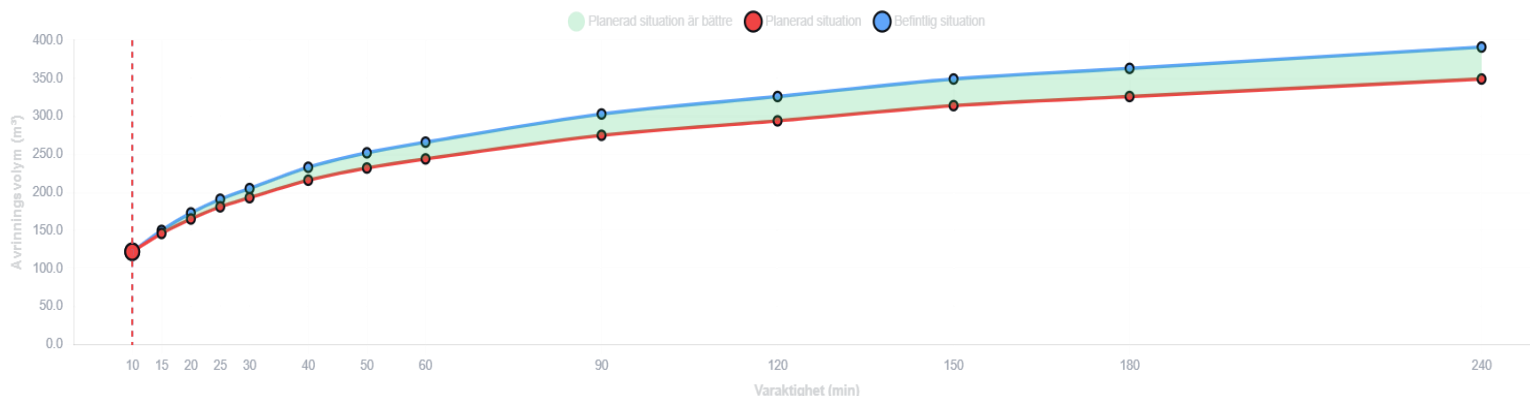


Figur B2:2. Skyfallsanalys Kvarter 2 - jämförelse mellan befintlig och planerad situation. Diagrammet visar avrinningsvolym (y-axel) som funktion av varaktighet (x-axel). Den blå kurvan

representerar befintlig situation och den röda kurvan planerad situation. Det gröna området mellan kurvorna illustrerar den volymmässiga förbättringen, det vill säga minskad avrinningsvolym i den planerade situationen jämfört med befintlig vid respektive varaktighet.

#### Kvarter 4

Jämförelse av avrinningsvolym: Befintlig vs Planerad situation



Figur B2:3. Skyfallsanalys Kvarter 4 - jämförelse mellan befintlig och planerad situation. Diagrammet visar avrinningsvolym (y-axel) som funktion av varaktighet (x-axel). Den blå kurvan representerar befintlig situation och den röda kurvan planerad situation. Det gröna området mellan kurvorna illustrerar den volymmässiga förbättringen, det vill säga minskad avrinningsvolym i den planerade situationen jämfört med befintlig vid respektive varaktighet.

## BILAGA 3 - ANLÄGGNINGESTYPER

Anläggningstyper som omnämns i rapporten.

### Svackdike

Enligt Stockholm Vatten och Avfall (2025)

Svackdiken är en anläggning för fördröjning och avledning av dagvatten, med viss reningsfunktion via infiltration och vegetation vid lämpliga markförhållanden. De kallas även skäldiken eller biofilterdiken och anläggs ofta intill vägar och gator, där de kan kombineras med andra dagvattensystem för att hålla vattnet ytligt och bidra med grönska och biologisk mångfald.

Svackdiket utformas som ett gräsklätt dike med svag till måttlig släntlutning på naturmark med avrinning från hårdgjord yta, med nedsänkt övergång för inrinning på bred front. Förstärkt flödesutjämning via strypt utlopp, dämmande sektioner eller översilningsytor (flacka slänter som renar via filtrering). Bräddfunktion via brunnar till dagvattennätet. Inget dräneringslager i standardutförande, men infiltration möjlig vid god markgenomsläplighet. Upphöjt bräddavlopp tvingar mindre regn att infiltrera samt tillhandahåller rening genom sedimentation.

Regelbunden vegetationsskötsel (klippning, ogräsrensning) för att bibehålla kapacitet och motverka erosion; rensa brunnar och dämmande sektioner. Kontrollera slänter och botten för igensättning; vintertid hantera snö och sand för bibehållen funktion. Lägre underhåll än infiltrationsstråk.



Principskiss för svackdike



Exempel på svackdike i gatumiljö. Källa: Stockholm Vatten och Avfall, Anläggningsbeskrivningar (2025-09-01)

## Nedsänkt växtbädd

Enligt Stockholm Vatten och Avfall (2025)

Nedsänkta växtbäddar, även kallade regnbäddar eller dagvattenbiofilter, är planteringsytor som fördröjer och renar dagvatten genom filtrering i material och vegetation. Den nedsänkta utformningen skapar en yttlig fördröjningsvolym ovanpå bädden. Lösningen är mångsidig och passar i urbana miljöer som bostadsgårdar, gator och parkeringsytor, där den bidrar med grönska, biologisk mångfald och estetiska värden.

Dagvatten leds till bädden via ytavrinning på bred front eller med erosionsskydd i öppningar i kantsten, ledningar, utkastare eller brunnar, med sedimentationslåda/sandfång och erosionsskydd vid inlopp. Yttlig fördröjningsvolym (typiskt 10 - 30 cm, kan vara djupare upp till 50 cm, t.ex. på Neptunigatan i Malmö) magasineras vatten innan infiltration genom substratet. Vegetation (t.ex. starr, gräs, örter, buskar; salttåliga vid behov) bidrar till rening och estetik. Täcklager av makadam (5 cm, 8-11 mm) minskar avdunstning och förhindrar erosion. Botten tät (med dränering till nätet) eller öppen beroende på mark och föroreningar samt om infiltration till grundvatten behöver undvikas. Bräddavlopp hanterar extrema flöden. Dimensionering: 5-10 % av hårdgjord avrinningsyta. För stor area i relation till avrinningsarea ökar risken för att växtlighet torkar ut.

Regelbunden inspektion av inlopp, vegetation och bräddfunktion; rensa sandfång och skräp ofta. Vegetationsskötsel inkluderar beskärning, ogrärensning och bevattning vid torka för att bibehålla infiltrationskapacitet. Byt filterlager vid igensättning (sällsynt med rätt material).



*Principskiss för nedsänkt växtbädd med ytlig fördröjningsvolym och dränering*



*Exempel på nedsänkt växtbädd i gatumiljö med inlopp via kantsten (Norra Djurgårdsstaden).  
Källa: VA-Verktyget*



*Djupare nedsänkta regnbäddar (upp till 50 cm) på Neptunigatan, Malmö.*

Exempel från Tyréns:

Växtbäddar för avrinnande vatten på markytan



## Växtbäddar för avrinnande takvatten



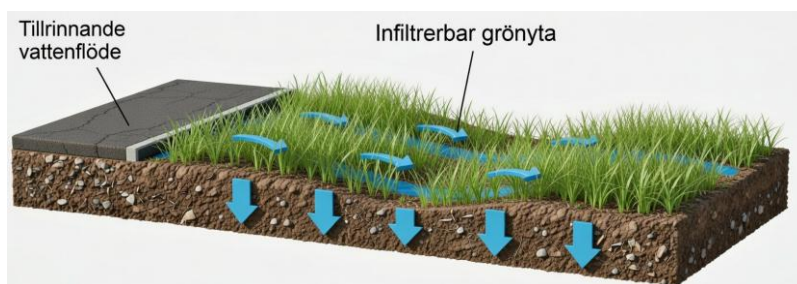
## Infiltration i grönyta

*Enligt Stockholm Vatten och Avfall (2025)*

Infiltration i grönyta är en enkel och kostnadseffektiv metod för att fördröja, rena och infiltrera dagvatten från hårdgjorda ytor som vägar, parkeringsplatser och tak. Dagvattnet leds på bred front till en gräsyta eller naturmark, där vattnet kan infiltrera och rening sker vid infiltration i marken samt sedimentation. Lösningen främjar grönska i stadsmiljön samt naturlig grundvattenbildning.

Dagvatten avleds på bred front till grönytan för att maximera infiltration och minimera erosion; ytan kan exempelvis utformas med väl-dränerad och sandblandad jord, vara skålformad för tillfällig dämning eller ännu mer enkelt som att utnyttja befintliga grönyto. Underliggande grovkornigt lager säkerställer dränering. Dimensionering: Plan yta om ca 100-200 % av avrinningsytan.

Regelbunden skötsel för att bibehålla infiltrationskapacitet inkluderar luftning, ogrärensning och luckring av ytskiktet; byt ut eller luckra jord vid igensättning. Kontrollera erosion och vegetationstäthet; vintertid hantera snölagring och sandningsgrus för att undvika minskad kapacitet. Frekvens beroende på belastning; hög gräsväxt motverkar igensättning. Undvik rekreation på högt förorenade ytor samt var uppmärksam på att våta grönytor som beträds snabbt blir leriga.



*Principskiss för infiltration i grönyta med bred avledning och skålform*



*Exempel på infiltration i grönyta. T.v. dagvatten avleds på bred front från kvartersmark till skålformad gräsyta. T.h. dagvatten avleds från utkastare till infiltration i gräsmatta.*