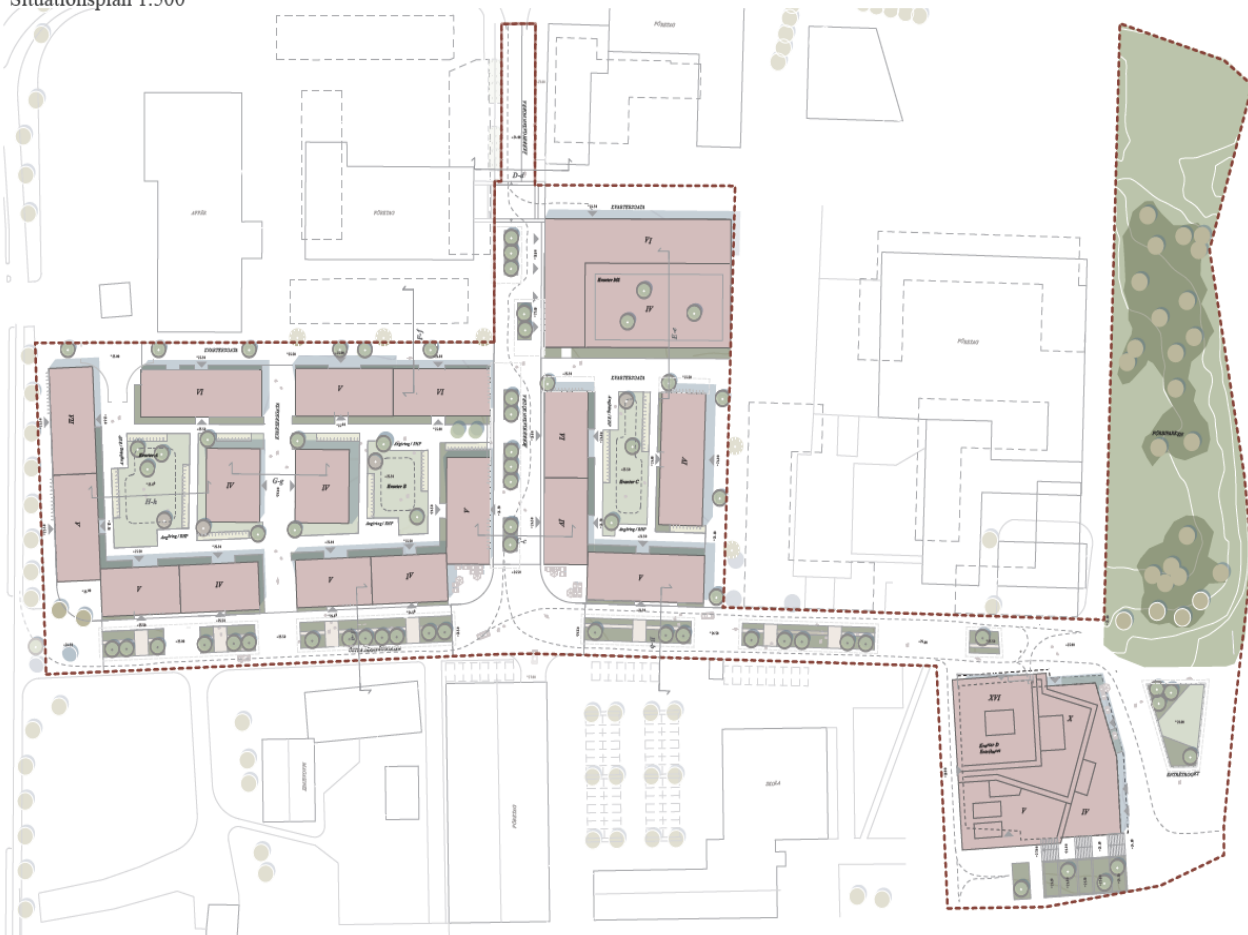


Situationsplan 1:500



2025-12-18

Myran, Stationsstaden

Situationsplan 1:500

outer
space

Dagvattenutredning av etapp 1, Stationsstaden

Warm in the Winter AB

Färdig handling, 2026-03-30

TITEL	Dagvattenutredning av etapp 1, Stationsstaden
RAPPORTNUMMER	2148-A
BESTÄLLARE	Warm in the Winter AB
UPPDRAGSANSVARIG	Caroline Holm
FÖRFATTARE	Johanna Jönsson, Jacob Källbom, Johanna Ringstam
GRANSKNING	Tova Forkman Fahlgren
UTGÅVA	Färdig handling
DATUM	2026-03-30
OMSLAGSBILD	Situationsplan Stationsstaden 1:500, från 2025-12-18, Outer Space arkitekter

Sammanfattning

Samtliga uträkningar i dagvattenutredningen är baserade på situationsplanen från 2025-12-18 och plankartan erhållen 2026-03-24. Stationsstaden är en del av Enköping kommuns stora exploateringsprojekt för hela området Myran. Programområdet är indelat i tre olika etapper. Denna rapport utgår från rapporten Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping (2024a) som WRS tagit fram för hela programområdet och ska ses som en kompletterande utredning för etapp 1.

Den planerade exploateringen, enligt situationsplanen från 2025-12-18, innebär att hårdgörningsgraden för planområdet ökar jämfört med nuläget. Detta tillsammans med att hänsyn tas till en klimatfaktor för framtida regn, innebär att flödena från området förväntas öka i framtiden om inga flödesutjämnande åtgärder vidtas. En ökning av flöden innebär ett behov av att fördröja dagvattnet inom planområdet för att inte öka belastningen på det befintliga dagvattensystemet samt Skvalbäcken. För att flödet vid ett dimensionerande 20-årsregn inte ska öka jämfört med ett 5-årsregn i nuläget behöver totalt 560 m³ fördröjas inom planområdet. Fördröjningen föreslås ske i öppna förstärkningslager, på allmän platsmark, i kombination med gröna lösningar i marknivå i form av regnbäddar, för att ge bättre reningsförmåga och ytterligare fördröjningsvolym. Planområdet är uppdelat i tre delavrinningsområden där även delar av etapp 2 ingår. Med föreslagna åtgärder och utbredning enligt situationsplan från 2025-12-18 bedöms fördröjningsvolymen kunna omhändertas för samtliga tre delavrinningsområden.

Planerad exploatering av området innebär att den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och suspenderat material inte ökar enligt belastningsberäkningen. Rening av dagvattnet krävs dock för att uppfylla åtgärdsnivån (rening och fördröjning av avrinningen från 20 mm nederbörd). På kvartersmark föreslås åtgärdsnivån uppfyllas genom att dagvattnet renas och fördröjs i nedsänkta grönytor och regnbäddar med olika utformning beroende på gatumiljön. På allmän platsmark föreslås åtgärdsnivån uppfyllas genom rening och fördröjning i regnbäddar. Med föreslagen utbredning av regnbäddar, enligt situationsplanen från 2025-12-18, kommer åtgärdsnivån uppfyllas på allmän platsmark. Kvartersmarken är uppdelad i fem kvarter där samtliga kvarter uppfyller åtgärdsnivån utifrån utbredningen på åtgärdsföreslagen i situationsplanen. Genomförandet av de föreslagna åtgärderna i kvarter 5 intill järnvägen förutsätter möjlighet att disponera marken, som i dagsläget tillhör Trafikverket.

Dagvattnet från planområdet kommer renas i nedsänkta grönytor och regnbäddar innan det leds vidare ut i de öppna förstärkningslagerna där ytterligare fördröjning och rening sker. Med föreslagna åtgärder finns det goda möjligheter att uppnå fördröjningsbehovet inom planområdet. Avledning av dagvatten från föreslagna åtgärder sker till befintligt dagvattennät. Föreslagna åtgärder bidrar även till rening av dagvattnet och mängderna av närsalter, metaller med mera beräknas minska jämfört med nuläget och positivt bidra till möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormer för Enköpingsån och Enköpingsåsen.

Öppna bottnar i föreslagna markförlagda dagvattenåtgärder, med möjlighet till perkolation som bidrar till grundvattenbildningen, är att föredra i de fall det är lämpligt. Detta leder även till att belastningen på dagvattennätet minskas, vilket är eftersträvarvärt. Det är dock av stor vikt att underliggande fyllning inte är förorenad så att vattnet som infiltrerar riskerar att laka ut föroreningarna och ta med de ner i grundvattnet. En markundersökning gjord av Structor visar att det finns föroreningar som behöver hanteras genom riskreducerande åtgärder för att området ska bedömas som lämpligt för bostäder.

Inom planområdet finns det idag några lokala lågpunkter där vatten riskerar att bli stående vid större regn, upp till ett djup motsvarande ca 10 - 35 cm vid ett 100-årsregn. Det är viktigt att ha detta i åtanke vid höjdsättningen av planområdet vid exploatering. Alla de lågpunkter där vatten riskerar att bli stående idag planeras att exploateras med ny utformning. Det finns därför goda möjligheter att minska riskerna för stående vatten på olämpliga platser. Lokalgatorna och gångfartsgatorna föreslås fungera som sekundära flödesvägar vid skyfall.

Innehåll

1	Inledning och syfte.....	6
2	Förutsättningar	6
2.1	Markföroreningar och grundvattennivå	7
2.2	Vattenskyddsområde	8
2.3	Kravställning.....	8
2.3.1	Åtgärdsnivå	9
2.3.2	Fördröjningskravet	9
2.4	Planerad exploatering	9
3	Flödes- och föroreningsberäkningar	10
3.1	Markanvändning	13
3.2	Flöden nuläge och framtid	17
3.3	Magasinsbehov på kvartersmark.....	18
3.4	Magasinsbehov på allmän platsmark	20
3.5	Skyfall och översvämningsrisk.....	22
3.6	Närsalts- och föroreningsberäkningar	23
4	Förslag på dagvattenhantering – kvartersmark	26
4.1	Regnbäddar	27
4.2	Träd i skelettjord	28
4.3	Nedsänkta grönytor	29
5	Förslag på dagvattenhantering – allmän platsmark.....	32
5.1	Öppna förstärkningslager	35
5.2	Regnbäddar	37
5.1	Träd i skelettjord	38
5.2	Genomsläpplig beläggning	38
5.3	Oljeavskiljare	39
6	Skyfallshantering	40
7	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	41
8	Slutsatser	43
	Referenser	45

1 Inledning och syfte

Stationsstaden (även kallad Södra Myran), är en del av Enköping kommuns stora exploateringsprojekt för hela området Myran. Programområdet är indelat i tre olika etapper och har flertalet olika fastighetsägare. Urban Works AB företräder fastighetsägarna inom etapp 1 (se Figur 1) och WRS AB genomför inom ramen för detta projekt en dagvattenutredning för etapp 1, både för kvartersmark och allmän platsmark. Dagvattenutredningen utgår från rapporten *Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping* (2024a) som WRS tagit fram för hela programområdet. Dagvattenutredningen beskriver hur planerad exploatering påverkar dagvattensituationen, ger förslag på åtgärder för hantering av dagvatten samt beskriver hur planerad exploatering förväntas påverka översvämningssituationen inom och utanför etapp 1. Utredningen baseras på situationsplanen från 2025-12-18 och plangränsen som finns i plankartan erhållen 2026-03-24 (se Figur 1 och Figur 4).

Under framtagandet av dagvattenutredningen har projektet fortlöpt och ändringar har gjorts både vad gäller plangränsens dragning, uppdelningen mellan allmän platsmark och kvartersmark, samt kvarterens utformning.



Figur 1. Plangränsen för etapp 1 (röd streckad linje, utifrån plankartan erhållen 2026-03-24) i relation till planprogrammets utbredning (blått område). Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

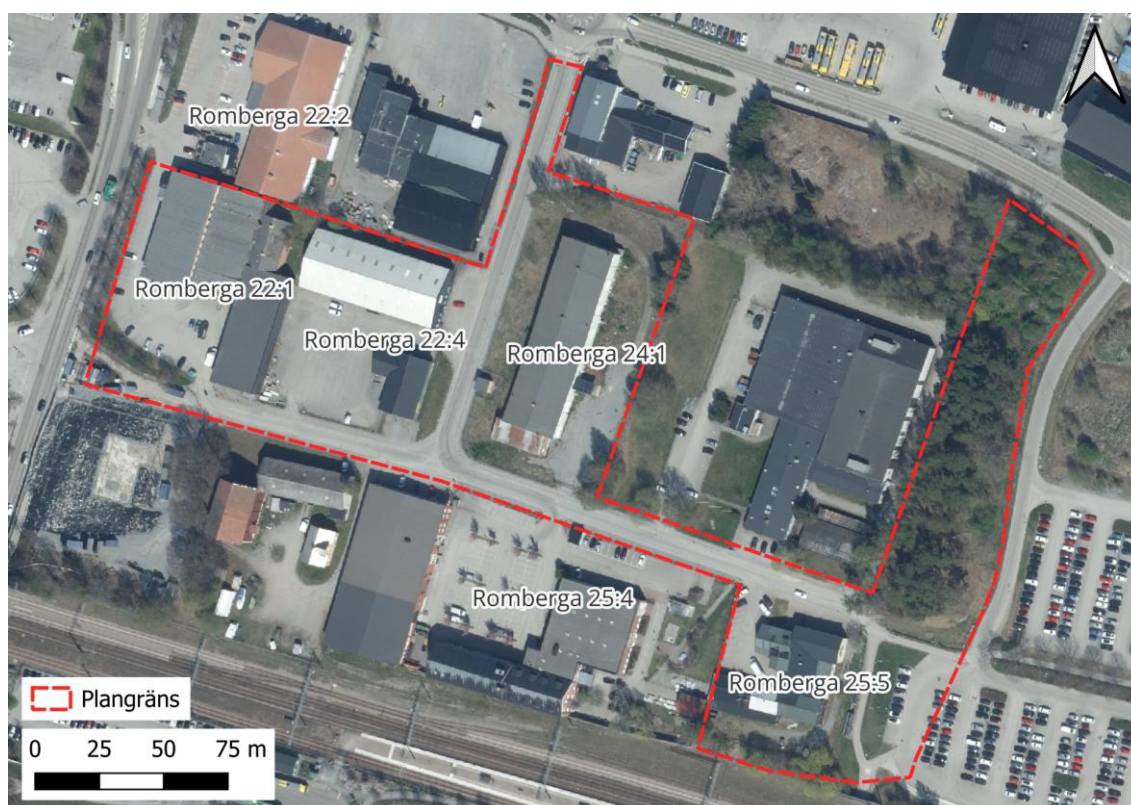
2 Förutsättningar

Programområdets förutsättningar finns att läsa om i de inledande delarna av rapporten *Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping* (2024a). Där presenteras information om nuvarande markanvändning, geologi och topografi, markföroreningar, ytvattenrecipient, hydrologi och grundvattenförekomst, nuvarande dagvattenhantering, markavvattningsföretag

och riktlinjer för dagvattenhantering. Denna rapport utgår från *Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping* (2024a) och ska ses som en kompletterande utredning för etapp 1.

2.1 Markföroreningar och grundvattennivå

Structor Miljöteknik AB (2024) har gjort en översiktlig markmiljöundersökning i syfte att bedöma fastigheternas lämplighet att planlägga för bostäder. Miljöutredningen inkluderar fyra fastigheter inom etapp 1; Romberga 22:1, 22:4, 24:1 och 25:5. Utförda undersökningar visar att det finns föroreningar som behöver hanteras genom riskreducerande åtgärder för att området ska bedömas som lämpligt. Vilka åtgärder som krävs och i vilken omfattning är dock svårt att uppskatta utifrån undersökningarna poängterar Structor. Det bedöms dock finnas tekniska lösningar och åtgärder tillgängliga på marknaden som kan ge tillräcklig riskreduktion. Olika kompletterande undersökningar behöver utföras (Structor Miljöteknik AB, 2024). Huruvida infiltration av dagvatten är lämpligt eller inte, behöver undersökas efter att riskreducerande åtgärder har tillämpats på området.



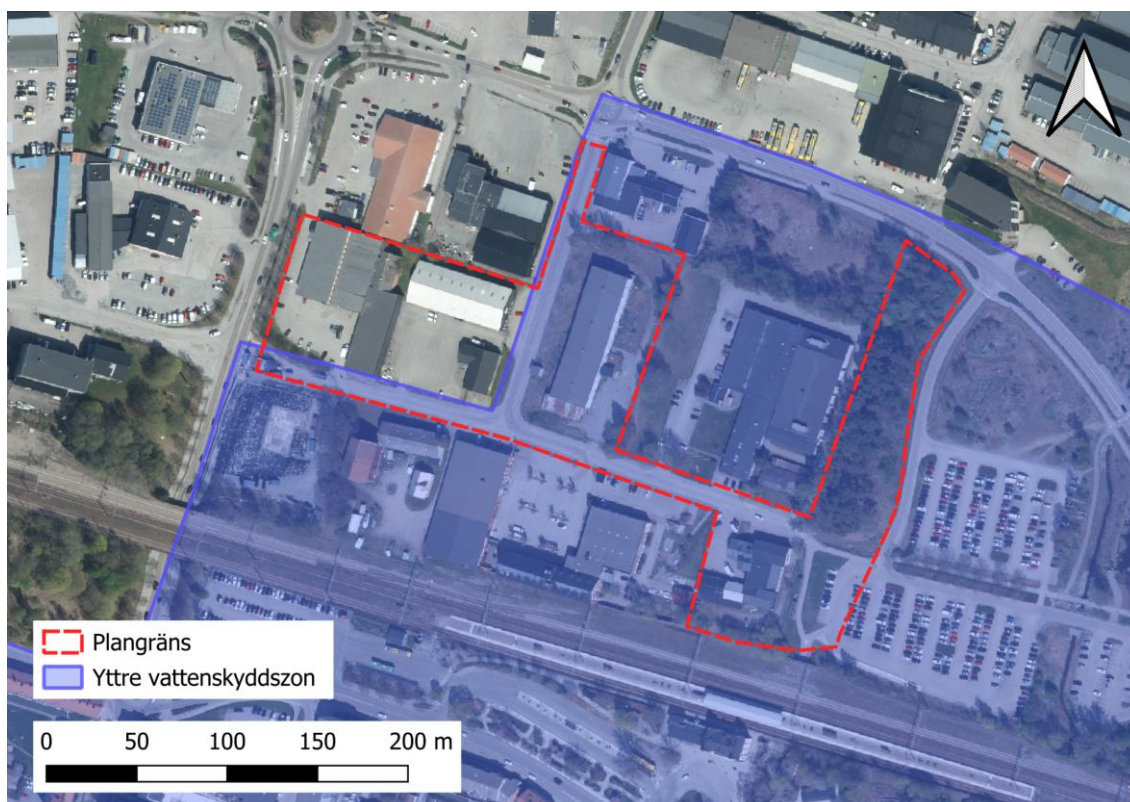
Figur 2. Fastigheter (Romberga 22:1, 22:4, 24:1 och 25:5), inom plangränsen för etapp 1, där Structor Miljöteknik har gjort en översiktlig markmiljöundersökning. Ingen markmiljöundersökning är gjord på fastigheterna Romberga 22:2 och 25:4. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Inmätningar av grundvattenytan utfördes 23 januari 2024 av Structor Miljöteknik. Inom fastigheten Romberga 22:1, Romberga 22:4 och Romberga 24:1 varierade grundvattenytans djup under markytan mellan 3,1 – 4,59 m. Avståndet ner till grundvattenytan är tillräckligt för att ytterligare rening av dagvatten ska hinna ske innan vattnet når grundvattnet. Om öppna dagvattenlösningar ska föreslås är det dock av stor vikt att massorna inte innehåller föroreningar som riskerar att lakas ut och ledas vidare ut i grundvattnet. Det är önskvärt att fortsätta mäta grundvattennivåerna för att se hur mycket grundvattennivån fluktuerar över året. I Romberga

25:5 kunde grundvattenrör (PEH-rör) inte installeras på grund av borrhopp i block. Ingen grundvattenyta finns redovisad i denna del av området.

2.2 Vattenskyddsområde

Planområdet ligger delvis inom den yttre zonen för vattenskyddsområde för dricksvatten, Enköpingsåsen Nygård (Figur 3). Av gällande föreskrifter framgår att markarbeten inte får ske djupare än 1 meter över högsta grundvattenyta. Sådana arbeten får inte heller försämra grundvattenkvaliteten, försvåra den naturliga grundvattenbildningen eller medföra bortledning av grundvatten eller sänkning av grundvattennivån. Detta har beaktats vid framtagandet av åtgärdsförslag i dagvattenutredningen.



Figur 3. Planområdet i relation till yttre skyddszon av vattenskyddsområdet Enköpingsåsen Nygård. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

2.3 Kravställning

Enköpings kommuns kravställning på denna utredning är följande:

- Kortfattat beskriva dagvattenlösningar på respektive kvartersmark som uppfyller åtgärdsnivån för dagvatten (åtgärdsnivå i avsnitt 2.3.1).
- Kortfattat beskriva dagvattenlösningar på den allmänna platsmarken som uppfyller både åtgärdsnivån samt fördröjningen av det dimensionerande regnet enligt tidigare utredning (WRS AB, 2024a).
- Kort beskrivning om hur skyfall är beaktat/hanterat inom denna detaljplan (säkra sekundära avrinningsvägar mm), visa på konsekvenser av ett 100-årsregn.

2.3.1 Åtgärdsnivå

Åtgärdsnivån som ska uppfyllas inom kvartersmark och allmän platsmark lyder som följande;

Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem.

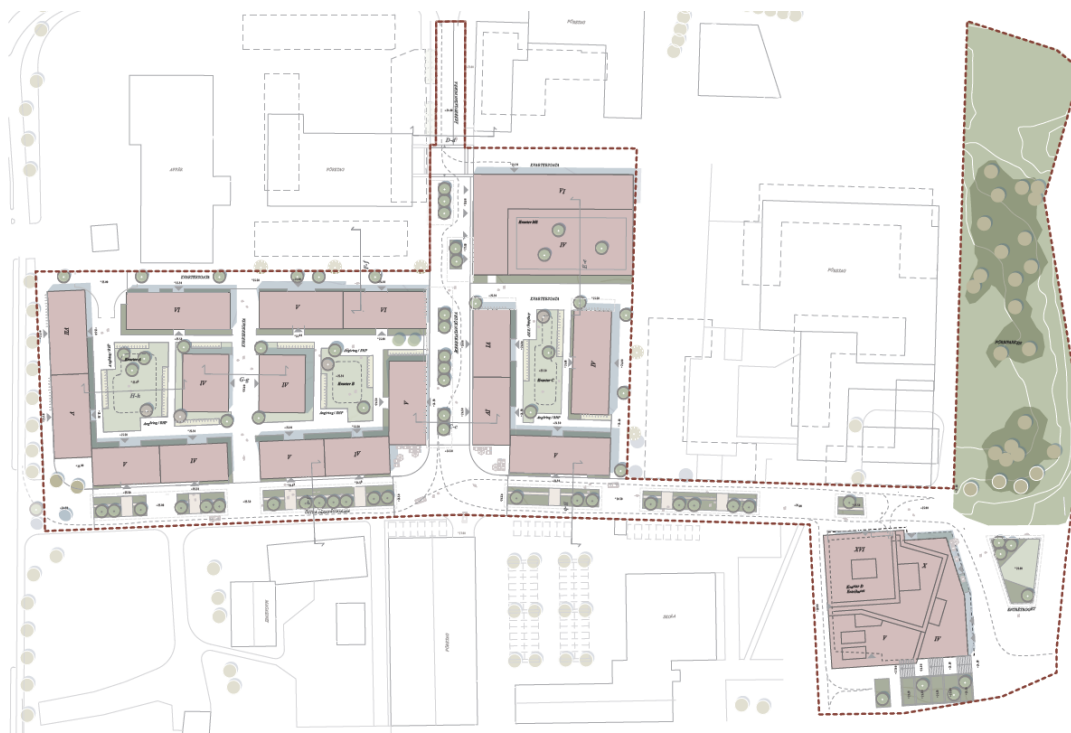
Systemen ska dimensioneras med en våtvolymp på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolympen utformas som en permanentvolymp, eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

2.3.2 Fördröjningskravet

Enköpings kommun har ställt krav på att flödet från planområdet vid ett klimatkompenserat framtida 20-årsregn inte får öka jämfört med dagens flöde vid ett 5-årsregn.

2.4 Planerad exploatering

Ettapp 1 kommer enligt planprogrammet bestå av bostäder i form av flerfamiljshus, mobilitetshus (parkeringshus), ett mångfunktionellt hus med plats för service (kallat Entréhuset), handel, arbetsplatser och bostäder, lokalgator, huvudgator i form av gångfartsområde och ett torg. Planprogrammet lyfter fram kommunens vision kring en attraktiv stadsdel med stor andel grönska och där dagvattnet ska hanteras på ett lämpligt sätt och fördröjas lokalt (Enköpings kommun, 2024). Situationsplanen, som legat till grund för utredningen, visas i Figur 4.

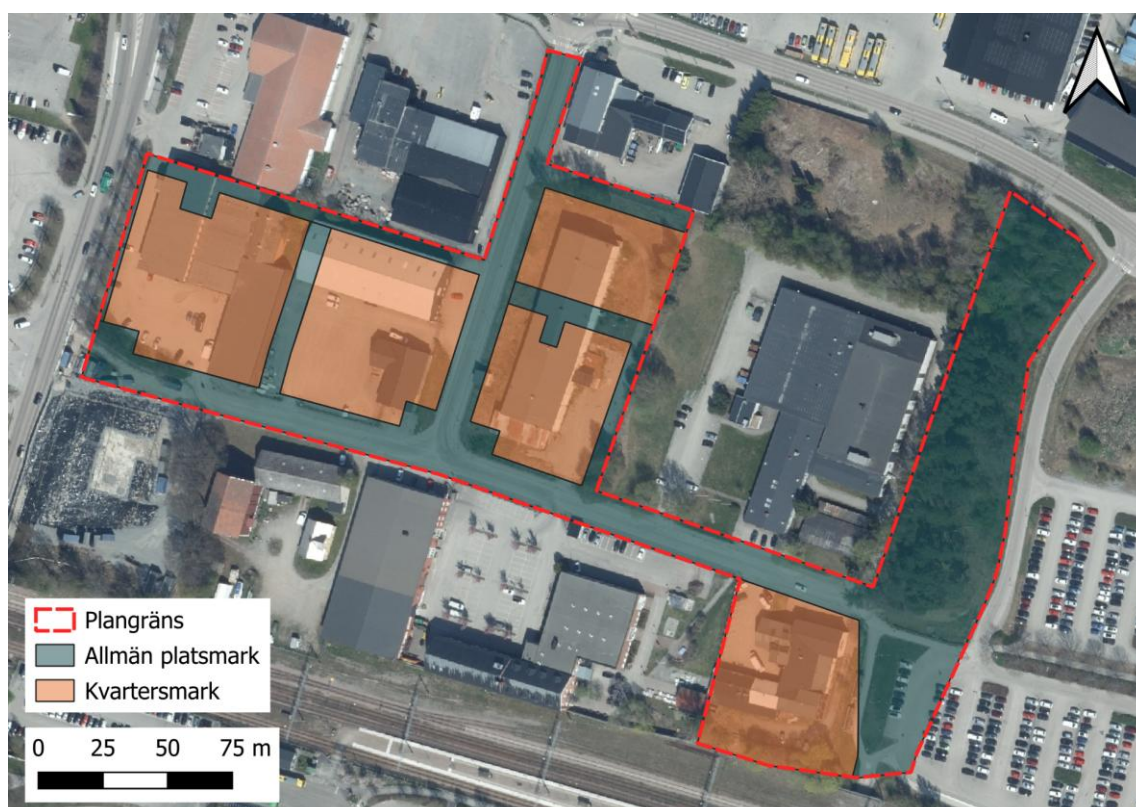


Figur 4. Situationsplan från 2025-12-18 gjord av Outer Space arkitekter.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

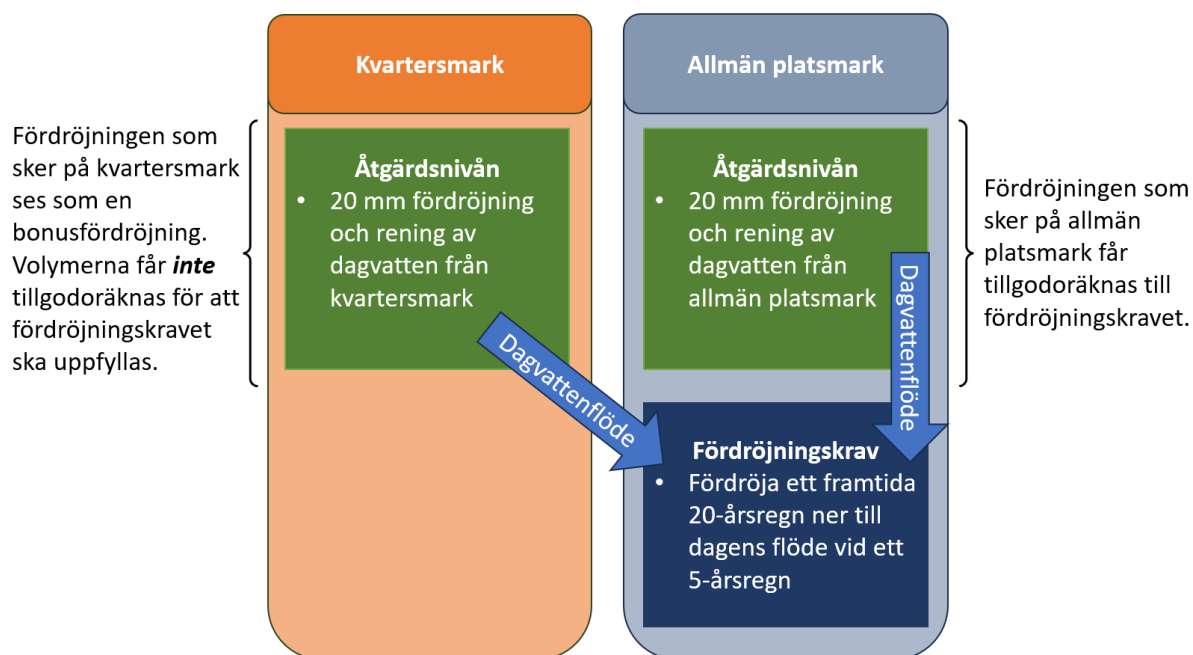
Avrinningen före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (Stormtac, 2024a).

För kvartersmark ska åtgärdsnivån uppfyllas inom kvartersmarken för att sedan ledas vidare ut till allmän platsmark där ytterligare fördröjning ska ske för att uppfylla fördröjningskravet. Avrinningen från 20 mm nederbörd inom ett kvarter ska alltså fördröjas och renas inom kvarteret innan det leds vidare ut till allmän platsmark. Åtgärdsnivån ska också uppfyllas inom den allmänna platsmarken. Åtgärdsnivån ställs alltså som krav på både den allmänna platsmarken och kvartersmark. Uppdelningen mellan allmän platsmark och kvartersmark visas i Figur 5.



Figur 5. Uppdelning av kvartersmark och allmän platsmark inom plangränsen för etapp 1. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

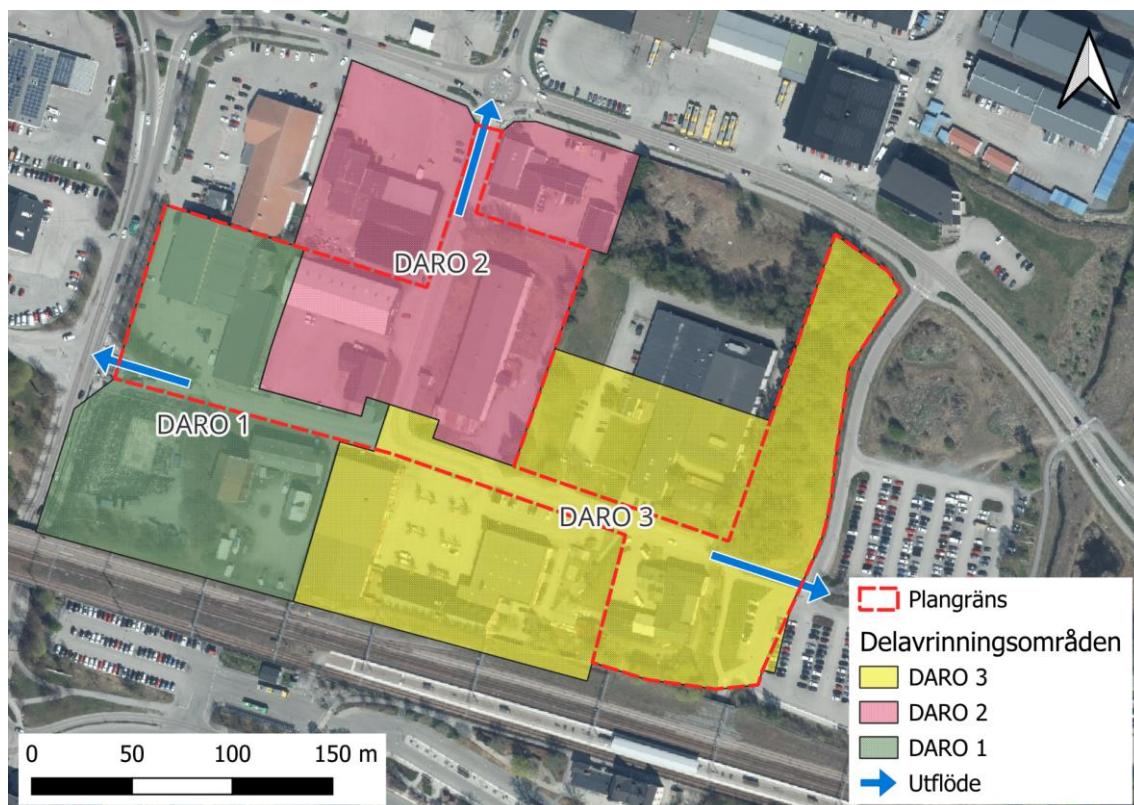
Den fördröjning som redan sker på allmän platsmark, tack vare att åtgärdsnivån ska uppfyllas, får tillgodoses i beräkningarna av fördröjningsvolymen för uppfyllandet av fördröjningskravet. Den fördröjning som sker på kvartersmark får däremot inte ingå i beräkningen utan ska ses som en bonusfördröjning, se Figur 6.



Figur 6. Schematisk figur över vilka krav som ställs på dagvattenhanteringen, var kravet ska uppfyllas samt vilka fördröjningsvolymerna som får och inte får tillgodoräknas till fördröjningskravet.

I rapporten *Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping* (2024a) har åtgärdsförslagen i huvudgatornas gaturum, inom etapp 1, dimensionerats för att kunna omhänderta vatten från stora delar av etapp 2 också. Anledningen är att gatuutrymmet är begränsat inom etapp 2, varpå dagvattenåtgärderna på allmän platsmark inom etapp 1 föreslås dimensioneras och utformas för att även kunna ta emot och fördröja dagvatten från vissa delar av etapp 2 för att uppfylla fördröjningskravet. Inom planprogrammet finns dessutom två fastigheter (Romberga 22:2 och 25:4, se Figur 2) som för tillfället inte planeras exploateras. Enligt det tekniska avrinningsområdet avleds dagvattnet från Romberga 22:2 norrut och kommer inte belasta etapp 1. Fastighet 25:4 ligger också utanför plangränsen för etapp 1 men dagvatten från denna fastighet föreslås ledas in i etapp 1, om det är tekniskt genomförbart, för fördröjning på allmän platsmark.

Med detta i åtanke har beräkningarna för fördröjningskravet delats upp i tre olika delavrinningsområden (DARO 1–3). Se uppdelningen i Figur 7. Ytorna som ligger utanför plangränsen ingår i etapp 2, förutom den södra delen av DARO 3 som inte ingår i någon etapp.



Figur 7. Delavrinningsområden 1–3 och framtida utflöde. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

3.1 Markanvändning

Markanvändningen inom delavrinningsområde 1–3 utgörs idag av vägar och befintliga byggnader i form olika verksamheter så som affärer, möteslokal och bilverkstad med tillhörande parkeringar, se Figur 8. För befintlig markanvändning (småindustri, grönområde, kontor och handel med tillhörande parkering) har ytorna klassats som takyta, grönyta, parkering, hårdgjord yta, väg och gata och grusyta, se Tabell 1.



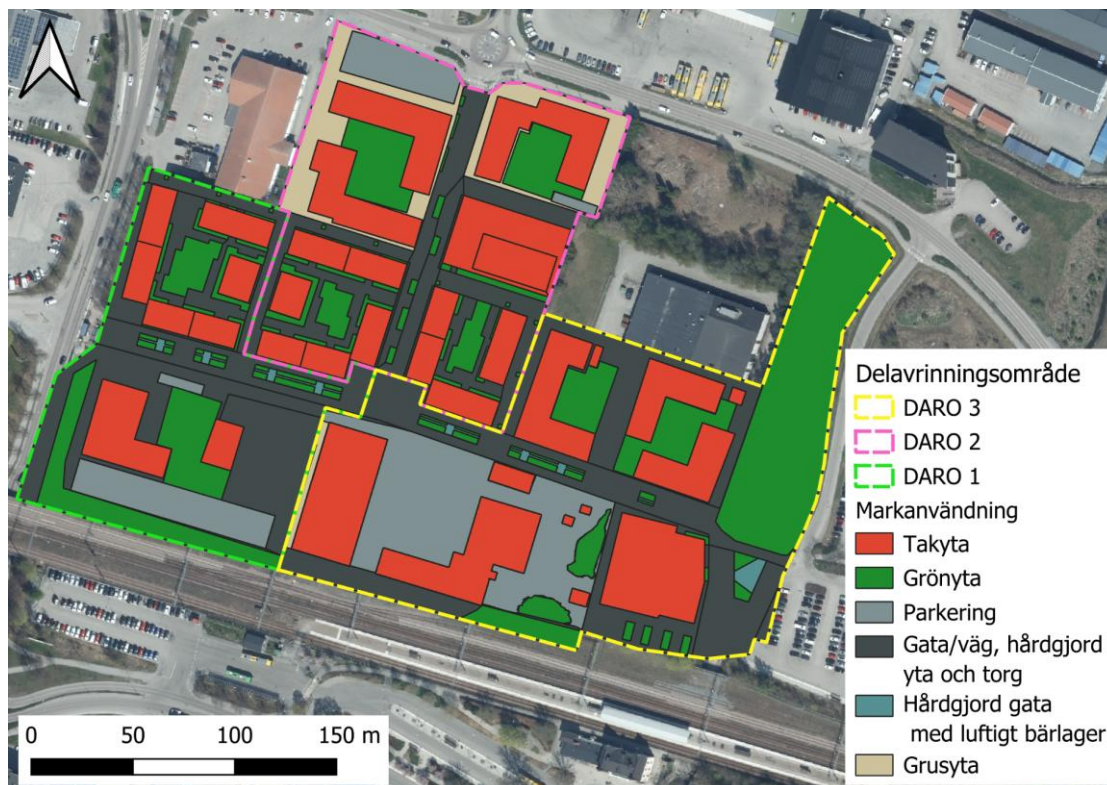
Figur 8. Nuvarande markanvändning inom delavrinningsområde 1–3. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget uppdelat per delavrinningsområde.

Markanvändning	Area [ha]	Avr. koeff [-]	Reducerad area [ha]
<u>Nuläge DARO 1</u>			
Takyta	0,38	0,9	0,34
Grönyta	0,65	0,1	0,065
Parkering	0,27	0,8	0,21
Hårdgjord yta	0,16	0,8	0,13
Gata/väg	0,20	0,8	0,16
Grus	0,18	0,45	0,079
Delsumma	1,8	0,53*	0,99
<u>Nuläge DARO 2</u>			
Takyta	0,61	0,9	0,55
Grönyta	0,29	0,1	0,029
Parkering	1,0	0,8	0,81
Hårdgjord yta	0,064	0,8	0,051
Gata/väg	0,16	0,8	0,13
Grus	0,16	0,45	0,071
Delsumma	2,3	0,71*	1,6
<u>Nuläge DARO 3</u>			
Takyta	0,76	0,9	0,68
Grönyta	1,2	0,1	0,12
Parkering	0,99	0,8	0,79
Hårdgjord yta	0,13	0,8	0,10
Gata/väg	0,25	0,8	0,20
Delsumma	3,4	0,57*	1,9
Summa innan exploatering	7,5	0,60*	4,5

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

Utifrån den planerade exploateringen har den framtida markanvändningen kategoriserats som takyta, grönyta, hårdgjord yta, väg och gata, torg, grusyta och parkering, se Figur 9 och Tabell 2.



Figur 9. Planerad markanvändning efter exploatering inom delavrinningsområde 1–3.
Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

Utifrån situationsplanen från 2025-12-18 beräknas den planerade exploateringen öka hårdgörningsgraden från 0,58 till 0,63 inom planområdet. För de tre delområdena kommer avrinningskoefficienten öka från 0,60 till 0,65. Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner och är för urbana områden ett indirekt mått på hur hårdgjort ett område är. Den reducerade arean erhålls genom att multiplicera arean (A) med avrinningskoefficienten.

Tabell 2. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning efter exploatering uppdelat per delavrinningsområde.

Markanvändning	Area [ha]	Avr. koeff [-]	Reducerad area [ha]
<u>Efter exploatering DARO 1</u>			
Takyta	0,37	0,9	0,33
Grönyta	0,43	0,1	0,043
Parkering	0,18	0,8	0,14
Hårdgjord yta	0,41	0,8	0,33
Gata/väg	0,24	0,8	0,19
Torg	0,22	0,8	0,17
Delsumma	1,8	0,66*	1,2
<u>Efter exploatering DARO 2</u>			
Takyta	0,94	0,9	0,85
Grönyta	0,38	0,1	0,038
Parkering	0,12	0,8	0,098
Hårdgjord yta	0,16	0,8	0,13
Gata/väg	0,39	0,8	0,31
Delsumma	2,3	0,68*	1,6
<u>Efter exploatering DARO 3</u>			
Takyta	0,93	0,9	0,84
Grönyta	0,95	0,1	0,095
Parkering	0,56	0,8	0,45
Hårdgjord yta	0,61	0,8	0,49
Gata/väg	0,29	0,8	0,23
Grus	0,021	0,45	0,0097
Delsumma	3,4	0,63*	2,1
Summa efter exploatering	7,5	0,65*	4,9

3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid (T) och dimensionerande varaktighet (t_r)

k_f = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Areor (A) och avrinningskoefficienter (φ) har använts enligt Tabell 1 och Tabell 2.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som är beräknad till 10 minuter för både situationen före detaljplaneläggning och efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet. Enligt publikation P110 rekommenderas att rinntiden som lägst sätts till 10 minuter vid användande av rationella metoden, även om rinntiden i praktiken är något kortare.

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden, som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 20 års återkomsttid enligt kommunens riktlinjer.

Slutligen används en klimatfaktor i den rationella metoden vid dimensionering av nya ledningar för att ta hänsyn till nederbördens förväntade ökade intensitet i framtiden. I publikation P110 rekommenderas en klimatfaktor (k_f) på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

Enligt publikation P110 är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bostadsbebyggelse ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå. I Tabell 3 redovisas flödesberäkningarna för nuvarande och framtida markanvändning för dessa regn. Summan av det dimensionerande dagvattenflödet från alla tre delavrinningsområden förväntas öka från 820 l/s till 1100 l/s för ett 5-års regn och från 1290 l/s till 1750 l/s för ett 20-års regn, vilket motsvarar en ökning med 36 %. Ökningen beror delvis på klimatfaktorn och delvis på en ökad hårdgörningsgrad inom området.

Tabell 3. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder.

	Kf	Varaktighet	5-årsregn	20-årsregn
<u>Nuläge</u>	1,00	10 min		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			181	287
Flöde från DARO 1 (l/s)			180	280
Flöde från DARO 2 (l/s)			300	470
Flöde från DARO 3 (l/s)			350	550
Summa flöde för DARO 1-3			820	1290
<u>Efter exploatering</u>	1,25	10 min		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			227	358
Flöde från DARO 1 (l/s)			270	430
Flöde från DARO 2 (l/s)			350	560
Flöde från DARO 3 (l/s)			480	760
Summa flöde för DARO 1-3			1100	1750

3.3 Magasinsbehov på kvartersmark

Åtgärdsnivån är att fördröja och rena 20 mm avrinning på kvartersmark. Vattnet som avrinner från kvartersmarken ska således först fördröjas enligt kommunens åtgärdsnivå innan det leds vidare ut till den allmänna platsmarken för vidare fördröjning.

I Tabell 4 redovisas magasinsbehovet för kommunens 20 mm-krav för etapp 1 efter exploatering, uppdelat på kvarter 1–5, enligt Figur 10.



Figur 10. Kvarter 1-5 inom etapp 1. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Det totala utjämningsbehovet beräknas till 245 m³ för all kvartersmark inom etapp 1 (kvarter 1–5). Behovet av fördröjningsvolym har beräknats enligt Ekvation 2.

Ekvation 2. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m³]

d_r = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (ex. 20 mm) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m²]

φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

Tabell 4. Erforderlig fördröjningsvolym för kvarter 1–5 inom etapp 1 utifrån planerad bebyggelse och 20 mm fördröjning.

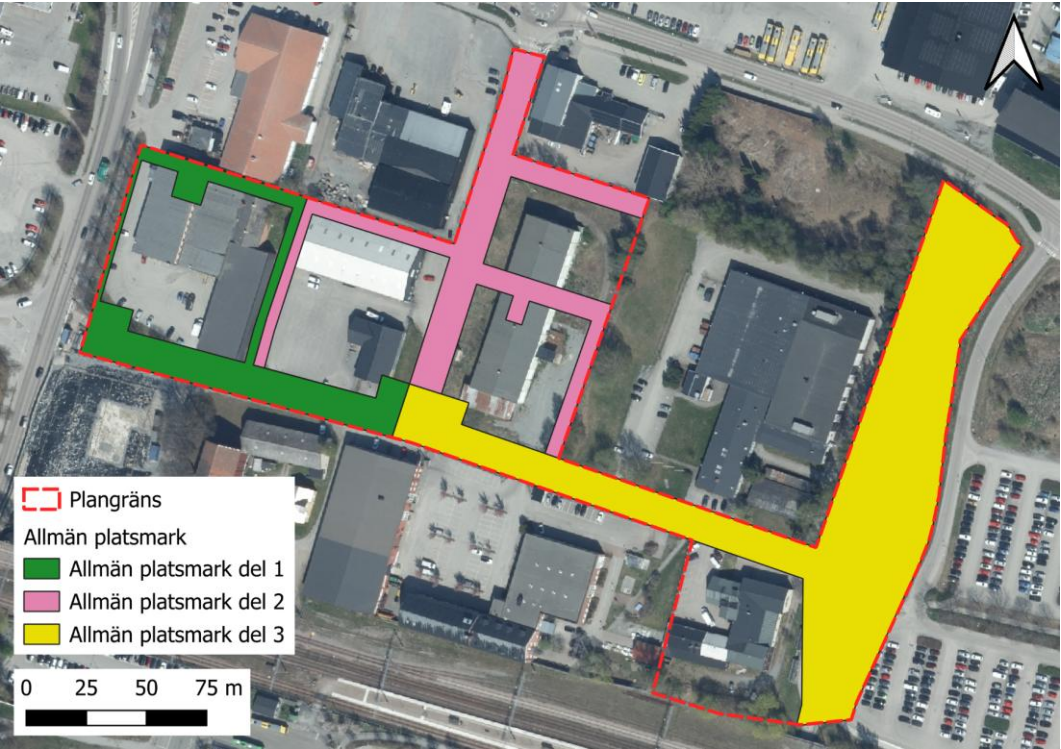
Kvarter	Area [m²]	Avr. koeff [-]	Erforderlig magasinsvolym (20 mm) [m³]
Kvarter 1	4200	0,69 *	58
Kvarter 2	3800	0,70 *	54
Kvarter 3	2200	0,84 *	36
Kvarter 4	2700	0,71 *	38
Kvarter 5	3600	0,82 *	59
<i>Totalt</i>	<i>16 400</i>	<i>0,74 *</i>	<i>245</i>

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

3.4 Magasinsbehov på allmän platsmark

Åtgärdsnivå

Åtgärdsnivån är att fördröja och rena 20 mm avrinning inom allmän platsmark. I Tabell 5 redovisas magasinsbehovet för kommunens 20 mm-krav för etapp 1 efter exploatering, uppdelat enligt de tre delavrinningsområdena (Figur 7). Uppdelningen av den allmänna platsmarken på respektive delavrinningsområde visas i Figur 11.



Figur 11. Allmän platsmark inom planområdet uppdelat i tre delar. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Det totala utjämningsbehovet beräknas till 187 m³ för allmän platsmark inom etapp 1 (allmän platsmark del 1–3) för att uppnå kommunens åtgärdsnivå.

Tabell 5. Erforderlig fördröjningsvolym för allmän platsmark, uppdelat per delavrinningsområde inom etapp 1, utifrån planerad bebyggelse och 20 mm fördröjning.

Allmän platsmark	Area [m ²]	Avr. koeff [-]	Erforderlig magasinsvolym (20 mm) [m ³]
Allmän platsmark del 1	3100	0,72 *	45
Allmän platsmark del 2	4100	0,76 *	63
Allmän platsmark del 3	1100	0,37 *	79
Totalt	17 900	0,52 *	187

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

Flödeskrav

Utöver att åtgärdsnivån ska uppfyllas på kvartersmark och allmän platsmark, finns det även ett fördröjningskrav som ska uppfyllas. Fördröjningskravet är att flödet vid ett framtida 20-årsregn (inklusive klimatfaktor) inte får öka jämfört med ett 5-årsregn med befintlig markanvändning

och utan klimatfaktor, vilket innebär att ett totalt flöde på 1750 l/s ska fördröjas ned till 820 l/s, totalt för alla tre delavrinningsområden.

Magasinsberäkningar utifrån fördröjningskravet har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) med värden från Tabell 3 (Ekvation 3).

Ekvation 3. Magasinsvolym beräknat med (ekvation 9.1 i P110) med justering för ett ojämnt tappflöde.

V = specifik magasinvolym (m^3/ha_{red})

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)

t_{regn} = regnvaraktighet (min)

t_{rinn} = rinntid (min)

K = specifik avtappning från magasinet (l/s, ha_{red})

C = korrigering för ej konstant tappflöde, d.v.s. strypt tappflöde = 0,67 (Svenskt Vatten, 2004)

$$V_{mag} = 0,06 \left(i_{regn} \cdot t_{regn} - KC \cdot t_{regn} - KC \cdot t_{rinn} + \frac{(KC)^2 t_{rinn}}{i_{regn}} \right)$$

För att flödet 1750 l/s inte ska öka jämfört med dagens flöde vid ett 5-årsregn efter framtida exploatering krävs en total utjämningskapacitet på 560 m³ vid ett strypt tappflöde från dagvattenanläggningar (Tabell 6). Eftersom denna volym är större än den erforderliga magasinvolymen för att uppfylla åtgärdsnivån, räcker det med att dessa 560 m³ kan fördröjas, men att volymen för åtgärdsnivån även behöver genomgå rening.

Vid platsbrist kan erforderlig magasinvolym minskas något genom att installera en så kallad flödesregulator, d.v.s. att avtappningen sker med full kapacitet under hela tappfasen. I och med att avtappningen i ett strypt rör inledningsvis är lägre än maximalt flöde krävs då ett större magasin än om en flödesregulator används. Konstanten C i Ekvation 2 sätts då till 0,95 när en flödesregulator används (Stormtac, 2021). Det är dock vanligast att använda strypt utlopp för flödesutjämning av dagvatten. I magasinberäkningarna används därför beräkningsmetodiken för ett strypt utlopp (konstanten C i Ekvation 2 är satt till 0,67). Fördröjningsvolymen för de tre delavrinningsområdena vid strypt tappflöde presenteras i Tabell 6.

Tabell 6. Flödeskravet är att fördröja ett framtida 20-årsregn ned till ett 5-årsregn idag. Erforderlig magasinvolym presenteras för respektive delavrinningsområde, DARO 1–3.

Delavrinningsområde	Magasinsvolym [m ³]
DARO 1	160
DARO 2	150
DARO 3	250
Totalt	560

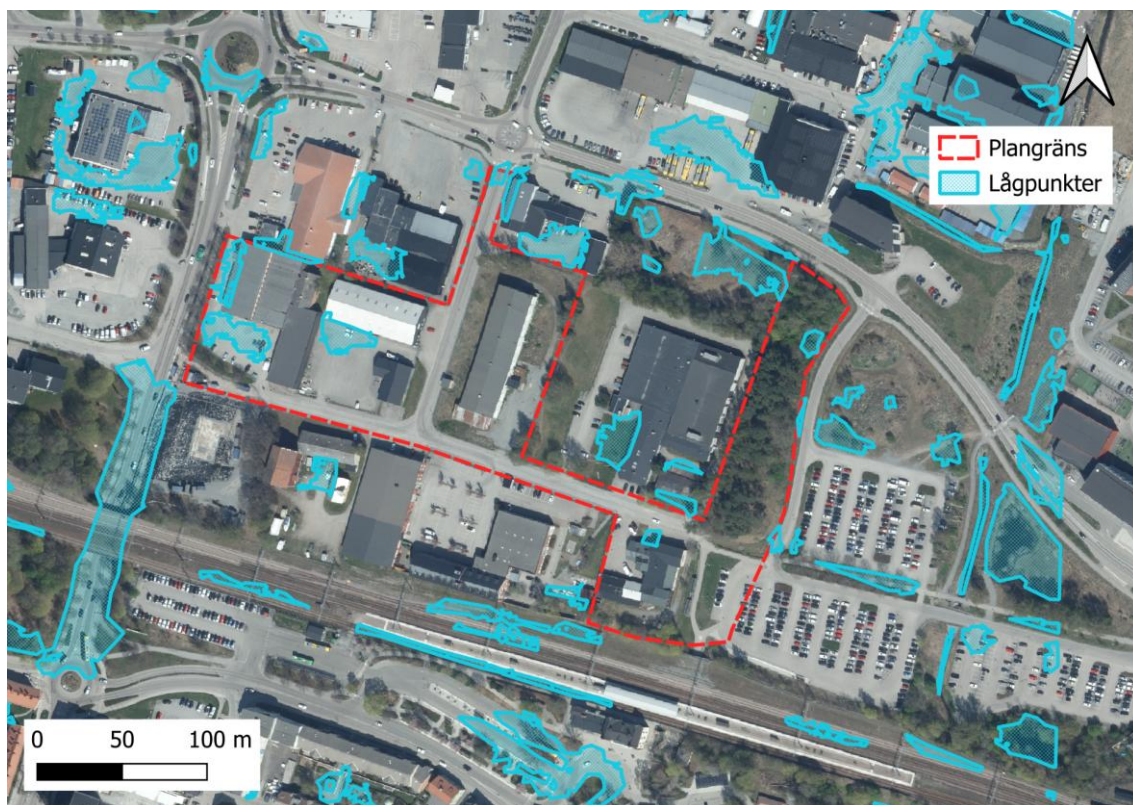
3.5 Skyfall och översvämningssrisk

För att illustrera risken för översvämningar i området vid kraftigare regn har DHI tagit fram en hydrodynamisk skyfallsmodell för Enköpings tätort med programvaran MIKE+ (DHI, 2024). Till skillnad från en statisk modell så hanterar den dynamiska modellen även tidsfaktorn, vilket ger en mer representativ bild av översvämningssituationen i området. Parametrar som styr översvämningförloppet och som beaktas i modellen är i första hand topografi, markens råhet och infiltrationsförmåga, storleken och spridningen av regnet samt ledningsnätets kapacitet (DHI, 2024). Inom Enköpings tätort har en modell över dagvattennätet upprättats som kopplats mot marken, vilket ger en dynamisk beskrivning över hur vattnet rinner ner eller trycks upp ur ledningarna under regnets förlopp. Regnen som har simulerats inom tätorten är både ett 20- och 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 (DHI, 2024). I denna utredning har konsekvenserna av ett 100-års regn analyserats.

I en sammanställning av MSB (2015) nämns vattendjupet 10 cm som generell gräns för när skador kan ske och vatten kan rinna in i källare. Skyfallsmodellen visar att 10–35 cm djupt vatten riskeras i vissa delar av området, se Figur 12. Endast vattendjup större än 10 cm visas i figuren. Det finns för närvarande ett fåtal lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ansamlas, se Figur 12 och Figur 13. Det är viktigt att byggnaderna och intilliggande mark vid dessa platser höjdsätts vid exploateringen så att vattnet istället kan rinna mot gatorna. De områden som i nuläget riskerar att få episoder med stående vatten är dels belägna i områdets västra del, vid befintlig verksamhet och dels i mellersta och östra delen. För de områden som är belägna i den västra delen, vid befintlig verksamhet, planeras det för nya byggnader varpå det finns goda möjligheter till att förändra höjdsättning för att leda vattnet mot mer lämpliga ytor. Även områdena i mellersta och östra delen av området som riskerar att ha stående vatten, planeras för att exploateras med nya byggnader och nytt utseende. Det finns alltså goda möjligheter att minska risken för stående vatten inom området vid exploatering.



Figur 12. Översiktsbild över vattenansamlingar (blått) vid ett 100-årsregn enligt DHIs skyfallsmodell gjord i MIKE+ med klimatfaktor 1,3. Endast vattendjup större än 10 cm visas. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).



Figur 13. Översiktspild över lågpunkter inom och utanför planområdet enligt Scalgo. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

3.6 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Närsalt- och föroreningsmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (2024a). Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar. Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 690 mm använts (SMHI, 2023).

Föroreningsbelastningen har beräknats för planområdet med kategorisering av markanvändningsslag enligt Tabell 7.

De olika markanvändningsslagen som har använts är beskrivna som följande enligt Stormtacs guide (Stormtac, 2024b):

Industriområde - Område med industriell verksamhet av olika slag, inkluderande byggnader och trafikerade ytor

Flerfamiljshusområde - Område med flerfamiljshusbebyggelse, inkluderande all markanvändning inom ett normalt flerfamiljshusområde, t.ex. lokalgator, vägdiken, tak, uppfartsvägar, mindre parkeringar och gräsmattor. Dagvatten från vägar antas helt eller delvis ledas i diken.

Kontorsområde - Område med kontorsbyggnader, parkeringar och övriga trafikerade ytor samt mindre andel grönytor.

Torg - Torgyta utan specifikation av typ av verksamhet på torget.

Lokalgata med kantsten - Vägytan för lokalgator inom ett bostadsområde, där gatorna har kantsten och allt vägdagvatten leds ner via brunnar in i dagvattenledningarna.

Blandat grönområde - Ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark.

Tabell 7. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web (v.25.1.1)

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]
Industriområde	3,4	-
Flerfamiljshus	-	1,1
Kontorsområde	-	0,57
Torg	-	0,17
Lokalgata med kantsten	-	0,45
Gång och cykelväg	-	0,45
Blandat grönområde	0,62	0,71
Summa	3,4	3,4

Belastning för näringsämnena kväve och fosfor, sex vanligt förekommande tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material redovisas i Tabell 8 som medelvärde ± osäkerhet, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar i Stormtac. WRS har under 2024 varit med och tagit fram förslag till riktvärden vid utsläpp av förorenat vatten till recipient och allmänt ledningsnät för dagvatten (WRS AB, 2024b). Riktvärdena ska vara vägledande och är framtagna för att fungera som stöd vid miljötillsyn samt vid prövning enligt miljöbalken och plan- och bygglagen. Riktvärdena är inte antagna ännu, men används som jämförelse i denna utredning, efter önskemål från Enköpings kommun, se Tabell 8.

Tabell 8. Föroreningsbelastning (kg/år och g/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat materia inom planområdet för nuläge utan åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet.

			Innan exploatering
Fosfor	P	[kg/år]	3,2 ± 0,86
Kväve	N	[kg/år]	22 ± 6
Bly	Pb	[g/år]	210 ± 73
Koppar	Cu	[g/år]	450 ± 130
Zink	Zn	[g/år]	2600 ± 700
Kadmium	Cd	[g/år]	15 ± 5,9
Krom	Cr	[g/år]	140 ± 66
Nickel	Ni	[g/år]	180 ± 56
Suspenderat material	SS	[kg/år]	1000 ± 310

Tabell 9. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat materia inom planområdet för nuläge utan åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde $\pm$ osäkerhet. Ämnen som överskrider de föreslagna riktvärdena och som är statistiskt säkerställda är markerade med orange och de som underskrider riktvärdena är markerade med grönt.

			Innan exploatering	Föreslagna riktvärden
Fosfor	P	$[\mu\text{g/l}]$	240 $\pm$ 25	50
Kväve	N	$[\mu\text{g/l}]$	1700 $\pm$ 180	1250
Bly	Pb	$[\mu\text{g/l}]$	15 $\pm$ 3,9	28
Koppar	Cu	$[\mu\text{g/l}]$	33 $\pm$ 4,9	70
Zink	Zn	$[\mu\text{g/l}]$	190 $\pm$ 20	80
Kadmium	Cd	$[\mu\text{g/l}]$	1,1 $\pm$ 0,35	0,25
Krom	Cr	$[\mu\text{g/l}]$	11 $\pm$ 4,1	7
Nickel	Ni	$[\mu\text{g/l}]$	13 $\pm$ 2,6	68
Suspenderat material	SS	$[\mu\text{g/l}]$	77 000 $\pm$ 13 000	25 000

4 Förslag på dagvattenhantering – kvartersmark

I planprogrammet framhålls att det är önskvärt med grönska och gröna dagvattenlösningar. Föreslagen dagvattenhantering bygger på lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) i nära anslutning till där dagvattnet uppstår. För att uppfylla kommunens åtgärdsnivå behöver LOD implementeras både på kvartersmark och allmän platsmark för att erhålla mer långtgående rening än sedimentation. Hela behovet av utjämningsvolym för dagvatten bedöms inrymmas på den allmänna platsmarken inom planområdet för att flödeskravet ska uppfyllas. Vattnet från kvartersmarken kommer således först fördröjas och renas på kvartersmarken innan vattnet leds vidare ut till den allmänna platsmarken via dagvattenledningar. Ytterligare fördröjning och rening kommer ske på den allmänna platsmarken i de öppna förstärkningslagerna.

Sett till kvartersmarken som helhet inom planområdet uppfylls magasinsbehovet för åtgärdsnivån med råge (se Tabell 10). Sett till varje enskilt kvarter kan magasinsbehovet hanteras i de regnbäddar och nedsänkta gårdar som finns med i föreslagen situationsplan från 2025-12-18 (Figur 4 och Figur 14) för samtliga kvarter. Figur 14 visar de regnbäddar och nedsänkta gårdar inom kvartersmark som är inritade i situationsplanen.



Figur 14. Schematisk karta över planerad markanvändning på kvartersmark efter exploatering. De tre större neongröna polygonerna visar nedsänkta gårdar och de små gula polygonerna, ibland märkta med pilar, visar regnbäddar enligt situationsplanen från 2025-12-18. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Tabell 10. Erforderlig magasinsvolym för att uppfylla åtgärdsnivån på respektive kvarter samt hur stor volym som beräknas kunna omhändertas i de dagvattenlösningar som finns presenterade i situationsplanen från 2025-12-18. Volymerna som kan omhändertas i de olika dagvattenlösningarna är baserade på utbredningen för respektive dagvattenlösning i situationsplanen och med antagande om att den nedsänkta grönytan är nedsänkt 10 cm och att regnbäddarna har en 2 dm nedsänkning samt att infiltrationshastigheten i substratet är 100 mm/h.

Kvarter	Erforderlig magasinsvolym (20 mm) [m ³]	Volym i nedsänkt grönyta [m ³]	Volym i regnbädd [m ³]	Magasinsvolym som inte omhändertas
Kvarter 1	58	53	15	0
Kvarter 2	54	34	20	0
Kvarter 3	36	0	110	0
Kvarter 4	38	38	16	0
Kvarter 5	59	0	59	0
Totalt	245	125	214	0

Genomförandet av de föreslagna åtgärderna i kvarter 5 intill järnvägen förutsätter möjlighet att disponera marken, som i dagsläget tillhör Trafikverket.

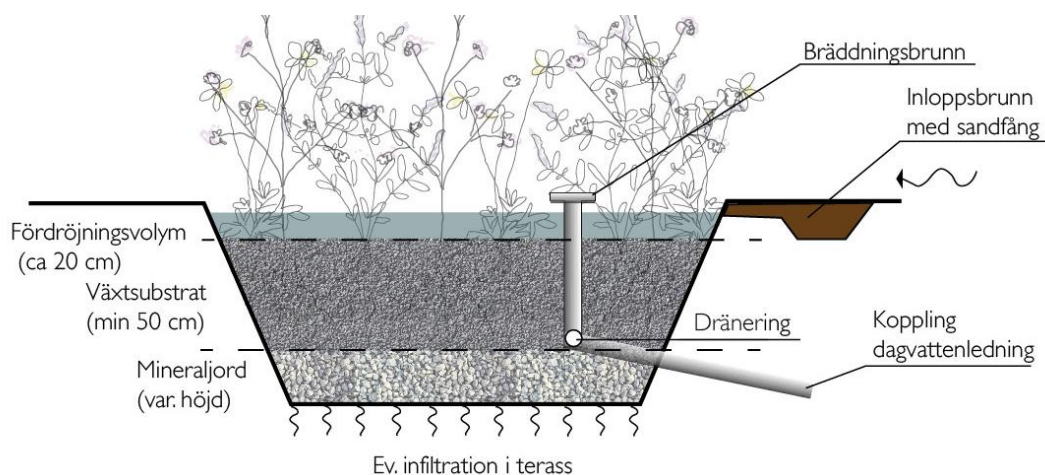
Principiella anläggningsbeskrivningar för regnbäddar, träd i skelettjord och nedsänkta grönytor presenteras i avsnitt 4.1 till 4.3.

4.1 Regnbäddar

Regnbäddar är växtbäddar/planteringsytor med förmåga att rena och fördröja dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och stödjer biologisk mångfald i stadsmiljön (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Regnbäddar är ett yteffektivt sätt att utjämna stora vattenvolymer och har samtidigt en relativt hög reningsgrad. Regnbäddar kan med fördel kombineras med nedsänkta grönytor på kvartersmark. Reningskapaciteten avseende partikelbundna föroreningar, exempelvis fosfor och bly, kan nå upp till 80 till 90 procent (Blecken, 2016). Regnbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.

Regnbäddar kan utformas på många olika sätt beroende på exempelvis fördröjningsbehov, tillgängliga utrymmen, växtval, markförhållanden och vilket visuellt uttryck som vill förmedlas inom kvarteret. Principiellt består regnbäddarna av en ytlig fördröjningsvolym, ett filterande lager och en bräddbrunn (Figur 15). Uträkningarna gjorda i denna utredning har baserats på antagandet om att regnbäddarna konstrueras med en 20 cm djup nedsänkning (kallad fördröjningsvolym i Figur 15) samt att infiltrationshastigheten i substratet är 100 mm/h.

Regnbäddar kan även utgöra ett positivt inslag i stadsmiljön, både estetiskt och för biologisk mångfald, genom att bidra med grönska och växtlighet i gaturummet. Exempelbilder på regnbäddar visas i Figur 16.



Figur 15. Principiell uppbyggnad av en regnbädd. Illustration: WRS.



Figur 16. T.v: Regnbädd intill husfasad i Uppsala. T.h: Upphöjd regnbädd intill husfasad i Norra Djurgårdsstaden. Foto: WRS

4.2 Träd i skelettjord

Träd i skelettjord (även kallat träd i hårdgjord yta eller träd i kolmakadam) är en dagvattenåtgärd som går ut på att träd planteras i en utschaktad grop som fylls med grov makadam, där (ej näringsberikad) biokol sedan spolas ned i hålrummen (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Resultatet blir en konstruktion som har hög porositet och därmed kan fördröja stora mängder vatten, samtidigt som biokolen och trädet självt bidrar med rening. Näringsberikad biokol och biokol med hög askhalt kan leda till läckage av näringsämnen och därför rekommenderas certifierad biokol med låg askhalt i skelettkonstruktioner som är avsedda för dagvattenhantering.

Gropen behöver ett djup av minst någon meter för att få plats med träd, och med en yta som är cirka 2 till 4 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan om anläggningen görs i en biokol-makadamstruktur med cirka 30 % porvolym. En stor del av skelettjorden kan dock placeras under trottoar och väg, vilket gör att anläggningen inte behöver ta så stora ytor i anspråk ovanför marknivå. Anläggs träden med en nedsänkning så ökas volymen som kan omhändertas ytterligare. Det är då viktigt att ett markgaller läggs över den ytan som inte är hårdgjord för att

ytan ska vara tillgänglighetsanpassad. Träden kan förses med vatten via inloppsbrunnar eller via dränerande beläggning. En bit upp i skelettjorden placeras en dräneringsledning. På så vis bildas ett sedimentationsmagasin i botten samt en bevattningszon där vatten blir stående på botten under en längre tid, vilket innebär att växtbädden återfuktas. Dräneringsledningens funktion är att säkerställa tömningen av systemet för att vegetationen inte ska stå för länge under vattenmättade förhållanden och för att återfå en fördröjningsvolym för dagvatten. Exempelbilder på träd i hårdgjord yta visas i Figur 17.



Figur 17. Exempel på träd i skelettjordan. Eftersom konstruktionen ligger under markytan kan anläggningen anpassas gestaltningsmässigt för att passa in i området. Foto: WRS.

4.3 Nedsänkta grönytor

Genom att anlägga grönytor på innergårdarna nedsänkta i terrängen jämfört med omkringliggande ytor kan ytterligare fördröjningsvolym skapas. En nedsänkt grönyta är en skålformad gräsyta eller grusyta där vatten tillfälligt tillåts översvämma vid intensiva regn (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c). Genom att höjdsätta området så att regn som faller direkt på grönytor, samt ytor runt dessa, kan mängden dagvatten som rinner av till övriga dagvattenanläggningar minskas. Om vatten från omkringliggande ytor ska kunna ledas till grönytor så behöver vatten kunna avrinna naturligt mot ytor. Det är därför viktigt att undvika upphöjd kantsten runt grönytor i detta fall. För att leda in takvattnet till de nedsänkta grönytor kan gallerdurk användas, Figur 20. Fördelen med gallerdurk jämfört med en rännalsplattläggning är att marknivån är densamma och inga ojämnheter skapas vilket förenklar framfarten för bland annat cyklist.

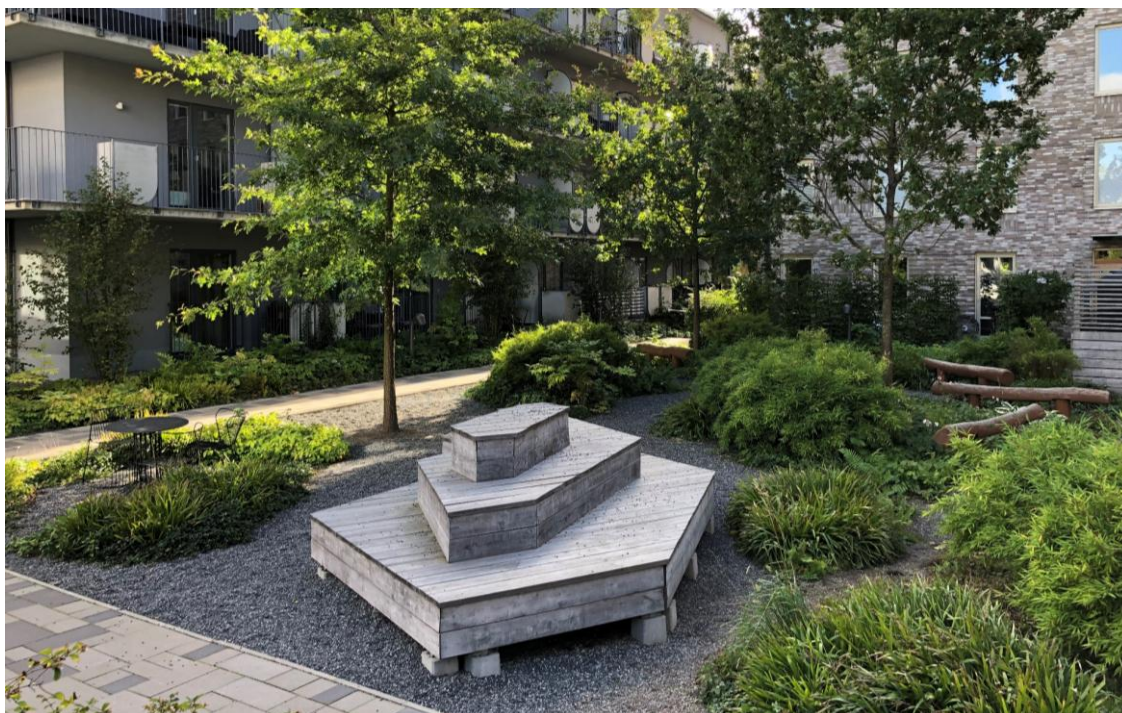
Beroende på hur kraftigt ytor sänks ned skapas olika fördröjningsmöjlighet. Gräsytor kan anläggas med endast ett fåtal centimeters nedsänkning mot övriga ytor, och på så sätt bilda ett grunt magasin för dagvatten. Dessa ytor kommer endast att bidra med en liten fördröjning. Alternativt så kan grönytor sänkas ned mer, exempelvis 10 cm, för att bilda en mer effektiv

födröjningsvolym. Om infiltrationen i området är begränsad så behöver grönyterna förses med en mer genomsläpplig jord (exempelvis sandjord) och dräneringsledningar djupare ner i jordprofilen så att vatten kan avbördas från ytorna. Med en djupare nedsänkning bör även en bräddbrunn anläggas så att vatten kan avledas till dagvattennätet när ytan är överfull av vatten, se Figur 18. Exempelbild på en nedsänkt grönyta med en liten nedsänkning på en innergård visas i Figur 19.

Nedsänkta grönytor kan kombineras med träd, uteplatser och ytor för lek. Det är då extra viktigt att ytan tillgänglighetsanpassas.



Figur 18. En tydligt nedsänkt gräsyta med bräddbrunn i Norra Djurgårdsskogen. Foto: WRS.



Figur 19. En innergård i Norra Djurgårdsskogen med en mindre nedsänkning. Träd, gräs, buskar och utrymme för lek och avkoppling samspelar på ytan.

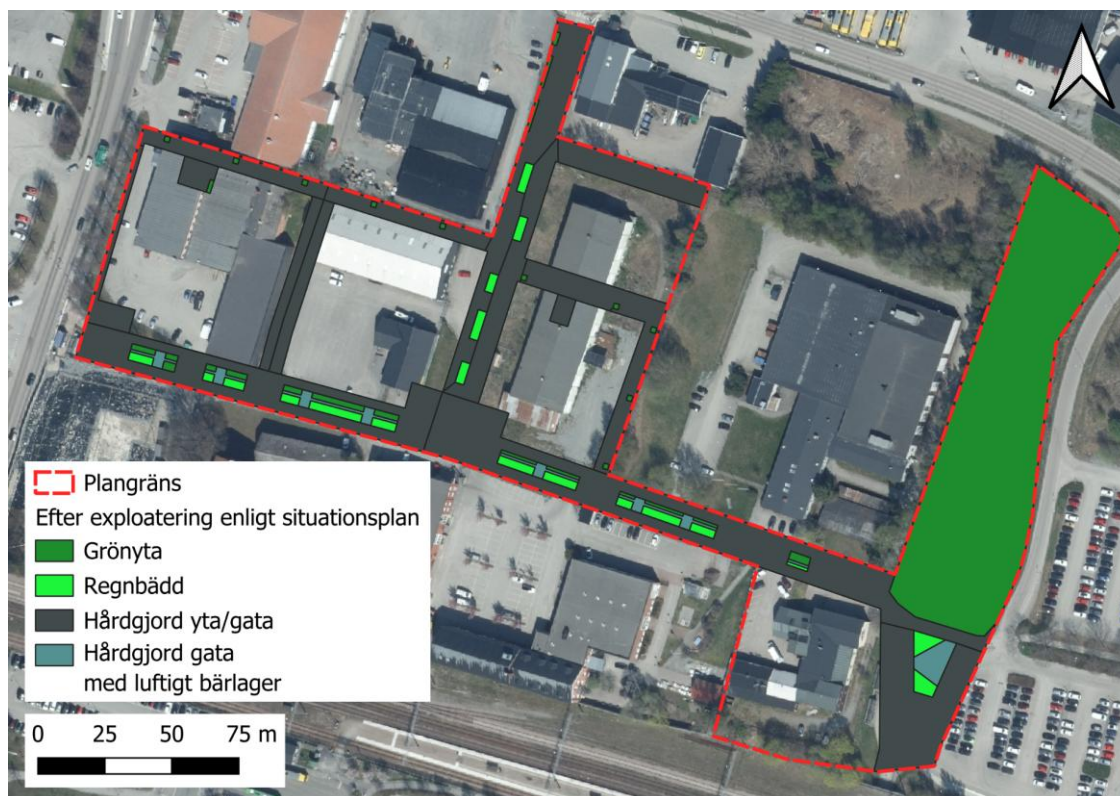


Figur 20. T.v: Förslag på hur takdagvatten kan avledas till de nedsänkta grönyterna via gallerdurk.

5 Förslag på dagvattenhantering – allmän platsmark

Åtgärdsnivån

Åtgärdsnivån ska uppfyllas på den allmänna platsmarken inom planområdet. Avrinningen, motsvarande 20 mm, från den allmänna platsmarken kan fördröjas och renas i de regnbäddar som föreslås anläggas enligt situationsplanen från 2025-12-18, se sammanställning i Tabell 11. Beräkningarna är uppdelade för respektive del (1–3) av den allmänna platsmarken inom planområdet, se Figur 11 för uppdelningen och Figur 21 för regnbäddarnas placering och utbredning.



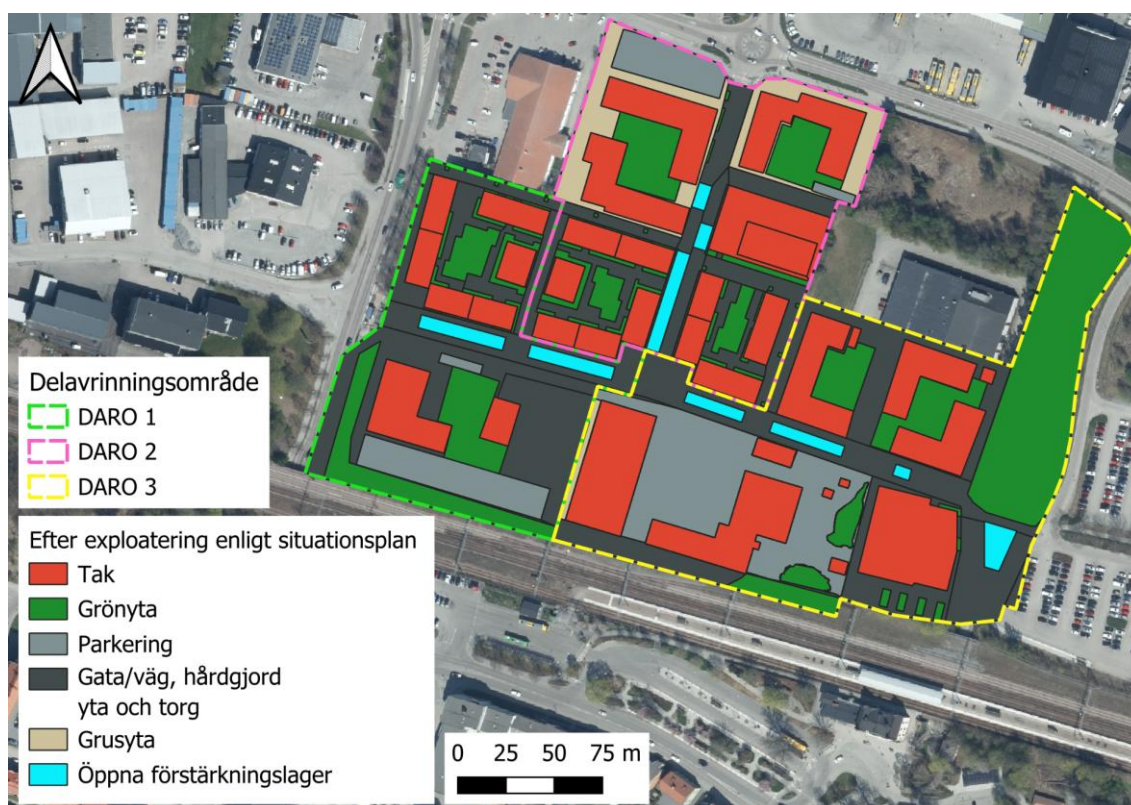
Figur 21. Schematisk karta över planerad markanvändning på allmän platsmark efter exploatering. De neongröna polygonerna visar regnbäddar enligt situationsplanen från 2025-12-18. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Tabell 11. Erforderlig magasinsvolym för att uppfylla åtgärdsnivån på respektive del av den allmänna platsmarken inom planområdet, samt hur stor volym som beräknas kunna omhändertas i de regnbäddar som finns presenterade i situationsplanen från 2025-12-18. Volymerna som kan omhändertas i regnbäddarna är baserade på utbredningen i situationsplanen och med antagande att regnbäddarna har en 2 dm nedsänkning samt att infiltrationshastigheten i substratet är 100 mm/h.

Allmän platsmark	Erforderlig magasinsvolym (20 mm) [m ³]	Regnbäddarnas utbredning [m ²]	Volym som kan omhändertas i regnbäddarna [m ³]
Del 1	45	181	133
Del 2	63	157	115
Del 3	79	305	224
Totalt	187	644	472

Fördröjningskrav

För att även fördröjningskravet ska uppfyllas (fördröja ett 20-årsregn ner till dagens flöde vid ett 5-årsregn) behöver ytterligare fördröjning ske på den allmänna platsmarken, utöver den fördröjning som sker för att åtgärdsnivån ska uppfyllas. Detta är tänkt att ske främst i öppna förstärkningslager, men även i regnbäddar för de ytorna som kan avrinna dit. Med den föreslagna utbredningen av regnbäddar (se Figur 21) och öppna förstärkningslager (se Figur 22) enligt situationsplanen från 2025-12-18, kan fördröjningskravet uppfyllas med marginal inom samtliga delavrinningsområden. Värt att poängtera är att den fördröjning som sker på kvartersmark för att uppfylla åtgärdsnivån inom kvartersmark, inte tillgodoräknas vid beräkning av fördröjningskravet, utan kommer utgöra en bonusfördröjning, enligt krav från kommunen. Se beskrivningen av fördröjningskravet i avsnitt 2.3.2 och Figur 6.



Figur 22. Schematisk karta över planerad markanvändning inom de tre delavrinningsområdena efter exploatering. De blåa polygonerna visar tilltänkta ytor för öppna förstärkningslager, enligt situationsplanen från 2025-12-18. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

Tabell 12. Erforderlig magasinsvolym för att uppfylla flödeskravet på respektive del av den allmänna platsmarken inom planområdet, samt hur stor volym som beräknas kunna omhändertas i de regnbäddar och öppna förstärkningslager som finns presenterade i situationsplanen från 2025-12-18. Volymerna som kan omhändertas i regnbäddarna är baserade på utbredningen i situationsplanen och med antagande att regnbäddarna har en 2 dm nedsänkning samt att infiltrationshastigheten i substratet är 100 mm/h. Volymerna som kan omhändertas i de öppna förstärkningslagerna är baserade på utbredningen i situationsplanen och med antagandet att porositeten är 30 % och djupet 30 cm.

Allmän platsmark	Erforderlig magasinsvolym [m ³]	Volym som kan omhändertas i regnbäddarna [m ³]	Öppna förstärkningslagernas utbredning [m ²]	Volym som kan magasineras i öppna förstärkningslager [m ³]	Volym kvar att omhänderta [m ³]
Del 1	158	133	634	57	0
Del 2	154	115	563	51	0
Del 3	249	224	768	69	0
<i>Totalt</i>	<i>561</i>	<i>472</i>	<i>1965</i>	<i>177</i>	<i>0</i>

Ytterligare ett komplement som kan öka reningsgraden är att utforma parkeringsytor med genomsläpplig beläggning för att öka fördröjning och rening på dessa ytor. Hela åtgärdsbehovet bedöms kunna rymmas i de öppna förstärkningslagerna, men kompletterande åtgärder kan ge ökad rening och andra mervärden. T.ex. så kan torgytan utformas med genomsläpplig beläggning på utvalda delar eller med regnbäddar som kan ta emot, rena och fördröja dagvatten från torgytan. Ett annat alternativ är att en del av torget har ett öppet förstärkningslager under en del av ytan. Vattnet kan då ledas in till det öppna förstärkningslagret antingen via genomsläpplig beläggning eller via regnbäddar.

Enköpings kommun håller på att ta fram riktlinjer gällande dagvattenhanteringen, utifrån en känslighetskarta som har tagits fram för grundvattentäkten. Planområdet ligger inom två olika känslighetszoner. Grundvattnet har *hög känslighet* inom de östra delarna av planområdet och *måttlig känslighet* inom de västra delarna. Riktlinjerna, som är under framtagande, innebär att vatten får infiltreras efter rening inom zonen med *hög känslighet*. Inom zonen klassad med *måttlig känslighet* var bestämmelserna fortsatt vaga under projektet gång, men mindre strikta än inom området med *hög känslighet*. Eftersom åtgärdsnivån ska uppfyllas både på kvartersmark och allmän platsmark kommer dagvattnet att fördröjas och renas innan vattnet leds vidare in i de öppna förstärkningslagerna. De åtgärdsförslag som föreslås i denna utredning ger tillräcklig rening för att vattnet ska tillåtas infiltrera vidare ned i terrassen. Samtliga markförslagda dagvattenlösningar (regnbäddar, träd i skelettjord och öppna förstärkningslager) rekommenderas därmed att anläggas med öppen botten för att främja grundvattenbildningen och minska belastningen på dagvattennätet. Det är dock av stor vikt att underliggande fyllning inte är förorenad så att vattnet som infiltrerar riskerar att laka ut föroreningarna och ta med de ner i grundvattnet.

Befintligt dagvattennät är planerat att ligga kvar och avtappning från föreslagna dagvattenåtgärder bör ledas till det befintliga dagvattennätet. För att minska översvämningsproblematiken längs Salavägens passage under järnvägen är det önskvärt att dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt leds mot Skvalbäcken, precis som i nuläget. Kvarter 2 avrinner idag västerut men är planerat att avledas österut istället för att minska

belastningen på Salavägens passage under järnvägen. Dock är även områdena uppströms planområdet översvämningsdrabbade, delvis till följd av flaskhalsar i Skvalbäcken. Det är därför av vikt att, inom hela Stationsstaden, hitta lämpliga ytor för fördröjning av dagvatten.

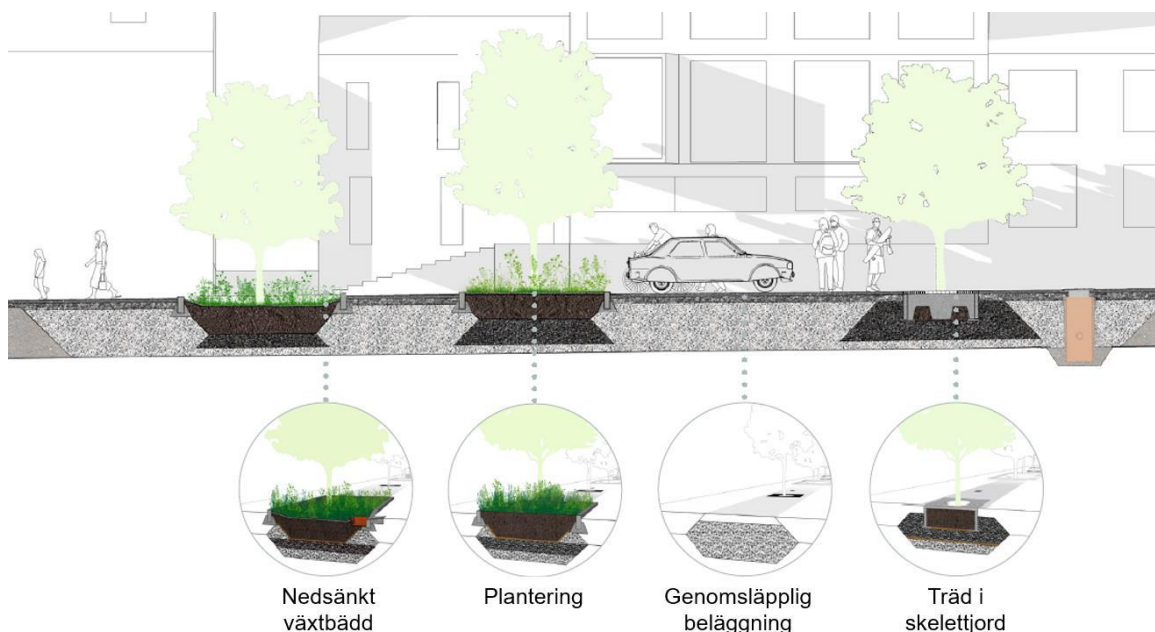
Principiella anläggningsbeskrivningar för öppna förstärkningslager och andra potentiella kompletterande åtgärder presenteras i avsnitt 5.1 till 5.3.

5.1 Öppna förstärkningslager

Det huvudsakliga åtgärdsförslaget på allmän platsmark är att anlägga öppna förstärkningslager under några av gatusektionerna inom planområdet. Öppna förstärkningslager innebär att en del av vägkonstruktionen utformas med sorterat krossmaterial med en relativt hög porositet. Vatten kan rinna till dessa lager via dagvattenbrunnar, eller via regnbäddar och träd i hårdgjorda ytor (vilket är att föredra), som ansluts till förstärkningslagret via dränerings- och bräddledningar. När brunnar används kan dessa anslutas till spridarrör eller infiltrationsrör för effektiv påfyllning av magasinet. I kombination med regnbäddar och andra anläggningar utgör öppna förstärkningslager så kallade BGG-system (blå-grön-grå system), vilket rekommenderas för en ökad reningsgrad, ökad fördröjningsmöjlighet och ett sätt att skapa mer grönska i staden. Ett exempel på hur ett sådant system kan se ut visas i Figur 23 och Figur 24.



Figur 23. Schematisk skiss över ett öppet förstärkningslager under en gata, med regnbäddar och träd i anslutning. Illustration: Edge (Fridell m.fl., 2023).



Figur 24. BGG-system kan byggas upp på många olika sätt och med olika kombinationer av gröna lösningar beroende på gestaltning och behov av rening. Nedsänkta regnbäddar, vanliga planteringar/växtbäddar, genomsläpplig beläggning eller träd i skelettjord går alla att kombinera med ett underliggande öppet förstärkningslager. Illustration: Edge.

För att skapa en permanent fördröjningsvolym anläggs bräddavlopp till dagvattennätet en bit ovan botten i det öppna förstärkningslagret. Om markförutsättningarna tillåter, kan vatten från förstärkningslagret tillåtas infiltrera till grundvattnet, men om detta inte är möjligt eller lämpligt (exempelvis vid en känslig grundvattentäkt eller förorenad mark eller otillräcklig rening av dagvattnet) så kan systemen anläggas med tät botten och dräneringsledningar som långsamt avtappar fördröjt vatten till dagvattennätet. Öppna förstärkningslager ger främst en fördröjningsvolym för dagvatten, men bidrar även med viss rening genom sedimentation och fastläggning av partiklar. Det rekommenderas därmed att leda ner vattnet, framförallt dagvattnet från mer smutsade ytor som gator, via regnbäddar.

I en vägkropp med öppna förstärkningslager blir den kapillära vattenstigningen liten eftersom porositeten är så hög. I det öppna förstärkningslagret kan till och med ett magasin skapas i botten utan att vattnet kommer stiga och skapa tjälproblem (Jädernäs och Tjernberg, 2021).

Befintliga ledningar bör inte placeras i BGG-systemet eftersom risken finns att porositeten inte bibehålls om grävning sker och material blandas. Skulle det bli nödvändigt att lägga befintliga ledningar i BGG-systemet finns det sätt att jobba runt problemet vid reparationer av ledningarna (Jädernäs och Tjernberg, 2021). Det är dock viktigt med noggrann dokumentation av anläggningarna för att inte skada denna vid framtida markarbeten. Det öppna förstärkningslagret är ofta maximalt 300 mm djupt (Jädernäs och Tjernberg, 2021) med ett minsta anläggningsdjup på 1-1,5 m.

Enligt vattenskyddsområdets föreskrifter för yttre skyddszon får markarbeten inte ske djupare än 1 meter över högsta grundvattenyta (se avsnitt 2.2). Enligt genomförda grundvattenmätningar ligger grundvattenytan 3,1 – 4,59 m under markytan inom fastigheterna Romberga 22:1, Romberga 22:4 och Romberga 24:1. Rimligtvis ligger grundvattennivån i de angränsande gaturummen också på denna nivå. Säkerhetsmarginalen ner till grundvattenytan kan förväntas bli minst 1,6 m utifrån de mätningar som har gjorts, förutsatt att anläggningsdjupet för de öppna förstärkningslagerna inte sträcker sig djupare än 1,5 m från

markytan. Inom Romberga 25:5 finns ingen grundvattenyta redovisad eftersom inga grundvattenrör kunde installeras på grund av borrhopp i block (se avsnitt 2.1). Eftersom inga grundvattenmätningar finns gjorda inom Romberga 25:5 kan man inte med säkerhet avgöra om tillräckligt säkerhetsavstånd kan uppnås i gaturummet norr och nordväst om denna fastighet.

Befintliga ledningarnas placering och nivå måste beaktas vid planering av de öppna förstärkningslagernas utbredning. Enköpings kommun ser gärna att ledningar och öppna förstärkningslager hålls separerade från varandra i största möjliga mån¹.

I området för Stationsstaden föreslås hela dagvattenutjämningsbehovet ske i det öppna förstärkningslagret i några utvalda gatusektioner (Figur 22). Det rekommenderas även att vattnet i första hand leds ner i det öppna förstärkningslagret via en grönyta, så som t.ex. regnbäddar, gräsytor med förstärkt infiltration eller träd i hårdgjord yta, för en ökad reningsgrad. Porositeten på öppna förstärkningslager varierar mellan 30–40 % beroende på materialval. I utredningen har en porositet på 30 % använts för dimensionering eftersom magasinvolymen för de öppna fördröjningslagrena minskar när gaturummen lutar. Det är främst i den östra delen som extra höjd behöver tas för bortfall av magasinvolymen på grund av de befintliga lutningarna inom gaturummet. Ett sätt att öka fördröjningsvolymen är att bygga det öppna förstärkningslagret i sektioner. Överskrider längslutningen på gatan 5 % behöver det öppna förstärkningslagret sektioneras upp (Jädnäs och Tjernberg, 2021).

Till skillnad från traditionella konstruktioner har BGG-konstruktioner förstärkningslager av makadam. Makadam har avsevärt högre hållrumshalt och mycket högre permeabilitet jämfört med samkross. Den höga hållrumshalten och permeabiliteten medför att vattnet har utrymme och möjlighet att förflytta sig när konstruktionen belastas. Detta gör att vattentrycket inte ökar och att stenkontakt och styvhet upprätthålls i materialet. Däremot upplevs makadam som mera svårpackat än samkross och ett lyckat packningsresultat är viktigt för bärighet och tillståndsutveckling (Hellman m.fl., 2022).

Överbyggnaden dimensioneras med hänsyn till den förväntade trafiklasten som kommer belasta konstruktionen under dess livslängd. Olika vägar trafikeras av olika mycket trafik. För att kunna konstruera ändamålsenliga vägar behöver överbyggnaden dimensioneras så att terrassen klarar av belastningen (Hellman m.fl., 2022). För en fullständig beskrivning av dimensioneringsprocessen och om packning av öppna förstärkningslager hänvisas till ”Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning”, (Svensk Markbetong, 2019).

5.2 Regnbäddar

Uppbyggnaden av regnbäddarna på den allmänna platsmarken är densamma som på kvartersmarken, se avsnitt 4.1. Den enda skillnaden är att regnbäddarna på den allmänna platsmarken är placerade ovanpå det öppna förstärkningslagret. När vattnet har runnit genom regnbädden fortsätter det vidare ner i det öppna förstärkningslagret. Se Figur 25 för exempel på regnbädd i gaturummet.

¹ Mail från Joakim Gånheim, VA-ingenjör på Enköpings kommun, 2024-12-17



Figur 25. T.v: Exempel på utformning av nedsänkta regnbäddar med trädplantering i anslutning till gata, gång- och cykelväg i Uppsala. T.h: Nedsänkt regnbädd i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm. Foto: WRS.

5.1 Träd i skelettjord

Den principiella uppbyggnaden av träd i skelettjord, på den allmänna platsmarken, är densamma som på kvartersmarken, se avsnitt 4.2, men med skillnaden är att träden är placerade ovanpå det öppna förstärkningslagret, precis som regnbäddarna. Se Figur 26 för exempel på träd i skelettjord i gaturummet.



Figur 26. Två exempel på träd i skelettjordar på allmän platsmark. Eftersom konstruktionen ligger under markytan kan anläggningen anpassas gestaltningsmässigt för att passa in i området. Foto: WRS.

5.2 Genomsläpplig beläggning

På markförlagda parkeringsytor, GC-vägar och körytor kan genomsläpplig beläggning användas som kompletterande dagvattenanläggning. Det finns flera olika typer av genomsläpplig beläggning, exempelvis genomsläpplig asfalt eller marksten med genomsläppliga fogar, men de har alla gemensamt att de tillåter vatten att infiltrera direkt igenom ytbeläggningen.

Avskiljningen av föroreningar är hög eftersom reningen sker i flera steg; genom sedimentation, filtrering och fastläggning (Stockholm Vatten och Avfall, 2017d). Denna teknik kan rena 50–90 procent av partikelbundna och lösta föroreningar. Det finns alltid risk för isbildning/igenfrysning vid låga temperaturer, vilket både minskar infiltrationskapacitet och reningseffekt. En god infiltrationskapacitet minskar risken för frysning och igensättning och gör att reningen kan fungera även på vintern (ibid.). Ytskiktet läggs ovanpå det öppna förstärkingslagret så att vatten som infiltrerar genom ytan fördröjs och renas vidare. Exempelbild på parkering med genomsläpplig beläggning visas i Figur 27. Avrinningskoefficienten för konventionell asfalt är 0,8, medans en genomsläpplig asfaltsyta som är 3-4 år gammal har en avrinningskoefficient inom spannet 0,18-0,29 (Ritzman, 2013).



Figur 27. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS.

5.3 Oljeavskiljare

Enligt Enköpings kommuns riktlinjer (Enköpings kommun, 2018) krävs någon form av oljeavskiljning för parkeringshus med golvavlopp. Inom plangränsen planeras ett parkeringshus byggas, och detta föreslås utrustas med oljeavskiljare om parkeringshuset förses med golvavlopp. I första hand ska parkeringshus dock anläggas utan golvavlopp.

Oljeavskiljare installeras för att förhindra utsläpp av oönskade ämnen, såsom olja och bensen, i spill- och dagvattensystemet. Dessa avskiljare dimensioneras baserat på det maximala flöde de kan utsättas för och kräver regelbundet underhåll, inklusive tömning minst en gång per år.

Funktionen hos en oljeavskiljare är att rena dagvattnet genom att gravimetriskt separera oljan från vattnet. Det innebär att oljan stiger upp till ytan eftersom den är lättare än vatten. Avskiljaren renar också vattnet från vissa metallföroreningar, vilka samlas i slammet på botten av oljeavskiljaren. Oljeavskiljaren bör dimensioneras för cirka 10 % av det dimensionerade flödet (Naturvårdsverket, 2007).

6 Skyfallshantering

LOD-anläggningar som dimensioneras för omhändertagande av 20 mm nederbörd kommer att fyllas olika snabbt beroende på vilken intensitet (återkomsttid) som regnet har. Fyllnadstiden är snabbare vid regn med en högre intensitet (motsvarar regn med en längre återkomsttid) (Svenskt Vatten, 2011). De öppna förstärkningslagerna föreslås dimensioneras för att kunna fördröja ett 20-årsregn ner till dagens flöde vid ett 5-årsregn. För att minska riskerna att olägenheter uppstår vid större regn är det viktigt att arbeta med höjdsättningen inom området.

Höjdsättningen inom området måste säkerställa att flöden vid skyfall kan avledas på markytan bort från byggnader, till gatorna och vidare ut från planområdet. Gatorna inom planområdet fungerar som sekundära avrinningsvägar när LOD-anläggningar bräddar. Hur avvattningen kan ske vid extremflöden redovisas i Figur 28. Generellt kommer vattnet rinna åt tre olika håll, beroende på delavrinningsområde. Delavrinningsområde 1 avrinner sydväst till Salavägens passage under järnvägen och vidare till recipienten. Delavrinningsområde 2 avrinner nordöst och delavrinningsområde 3 österut, båda mot Skvalbäcken. Som tidigare nämnt finns en översvämningssituation vid Salavägens passage under järnvägen. För att minska belastningen föreslås avrinningen från kvarter 2 ske österut istället för västerut. Dock är även områdena uppströms planområdet översvämningssdrabbade, delvis till följd av flaskhalsar i Skvalbäcken. Det är därför av vikt, inom hela Stationsstaden, att hitta lämpliga ytor för fördröjning av dagvatten och om möjligt ytor som kan tillåtas översvämmas tidvis vid stora regn.



Figur 28. Förslag på skyfallsvägar efter exploatering. Bakgrundskarta: (Lantmäteriet, 2024).

7 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

Planerad exploatering av området, från ett parkeringstätt industri- och affärsområde till ett område innehållande mer bostäder och där markparkeringar med fördel byts ut mot parkeringshus, innebär att den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och suspenderat material inte ökar enligt belastningsberäkningen. Dock finns det ett behov för rening av dagvatten från särskilda ytor som är mer förorenande än andra, till exempel från parkeringsytor och vägar. Då dagvattnet dessutom leds till Enköpingsån, en vattenförekomst med beslutade miljökvalitetsnormer, som inte uppnår god status, är det en bra ambition att rena så mycket av dagvattnet som möjligt för att underlätta möjligheten att uppnå beslutade miljökvalitetsnormer. Då dagvattenflödet behöver fördröjas på grund av översvämningssproblematik uppströms och nedströms området, avsaknad av kapacitet i befintligt ledningsnät samt flaskhalsar i Skvalbäcken har fördröjningsåtgärder som även bidrar med rening föreslagits.

För ytorna inom planområdet medför planerad exploatering ingen större påverkan på den dagvattenburna mängden av de ämnen som studerats utifall att inga åtgärder införs (Tabell 13). Detsamma gäller för halterna (Tabell 14). Utifrån belastningsberäkningarna kan varken en ökning eller minskning fastställas jämfört med dagens belastning för flertalet av ämnena eftersom förändringen är mindre än osäkerheten. Anledningen till att resultaten inte visar på en tydlig ökning eller minskning för de flesta av ämnena är för att markanvändningen före och efter exploatering beräknas ha snarlik hårdgörningsgrad med liknande belastning. För tre av de undersökta ämnena (zink, kadmium och nickel) syns dock en fastställd minskning av mängderna. Bly, koppar och nickel underskrider de föreslagna riktvärdena, medan övriga ämnen överskrider riktvärdena. För zink och krom kan ingen statistiskt säkerställd slutsats dras om riktvärdet överskrids eller ej, eftersom osäkerheten är för stor.

För att utvärdera effekten av åtgärdsförslagen för dagvattenhanteringen har den förväntade belastningen beräknats i Stormtac. I simuleringen antas principiellt att avrinningen från alla ytor inom planområdet (både från kvartersmark och allmän platsmark) först renas i nedsänkta regnbäddar innan vattnet leds vidare ut i de öppna förstärkningslagerna där vidare rening sker innan vattnet lämnar planområdet. Reningseffekten har beräknats utifrån att allt dagvatten inom både kvartersmark och allmän platsmark först leds till regnbäddar och därefter till det öppna förstärkningslagret. Men liknande reningseffekt kan uppnås även med andra föreslagna åtgärder så som nedsänkta grönytor. Om enbart öppna förstärkningslager används, där vattnet leds ner direkt via brunn eller ledning, utan att infiltreras genom en grönyta så som en regnbädd, nedsänkt grönyta eller dylikt, så blir reningseffekten något lägre än vad som framgår i Tabell 13. Eftersom åtgärdsnivån ska uppfyllas både inom kvartersmark och allmän platsmark anses den principiella två-stegsreningen vara realistisk.

I Stormtac har regnbäddarna simulerats med reningen från ett biofilter och de öppna förstärkningslagerna har simulerats med reningen från underjordiska makadammagasin, där de två reningsanläggningarna är satta i serie.

I Tabell 13 visas resultatet från föroreningsberäkningar för planområdet med nuvarande belastning och framtida belastning med och utan LOD. Med föreslagna åtgärder beräknas den framtida belastningen från planområdet minska för alla undersökta ämnena. För kväve kan en minskning dock inte fastställas eftersom förändringen är mindre än osäkerheten. Alla undersökta ämnen förutom fosfor underskrider de föreslagna riktvärdena efter exploatering med åtgärder, se Tabell 14. För fosfor så är den beräknade utloppshalten från planområdet samma som riktvärdet.

Tabell 13. Föroreningsbelastning (kg/år och g/år) för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material för planområdet, för nuläge, efter exploatering med och utan införda åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet. Statistiskt säkerställda förändringar markeras i grönt och fetstil.

			Innan exploatering	Efter exploatering utan åtgärder	Efter exploatering med åtgärder	Förändring*
Fosfor	P	[kg/år]	3,2 ± 0,86	2,1 ± 0,66	0,73 ± 0,9	-2,47
Kväve	N	[kg/år]	22 ± 6	23 ± 7,9	8,8 ± 11	-13,2
Bly	Pb	[g/år]	210 ± 73	130 ± 60	7,5 ± 3,6	-203
Koppar	Cu	[g/år]	450 ± 130	270 ± 110	57 ± 28	-393
Zink	Zn	[g/år]	2600 ± 700	830 ± 330	56 ± 23	-2544
Kadmium	Cd	[g/år]	15 ± 5,9	6,2 ± 2,4	1 ± 0,59	-14
Krom	Cr	[g/år]	140 ± 66	120 ± 44	31 ± 36	-109
Nickel	Ni	[g/år]	180 ± 56	82 ± 29	22 ± 12	-158
Suspenderat material	SS	[kg/år]	1000 ± 310	750 ± 410	57 ± 32	-943

*Förändring mellan föroreningsbelastningen innan exploatering och efter exploatering med åtgärder.

Tabell 14. Föroreningshalter (µg/l) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat materia inom planområdet innan exploatering och efter exploatering med och utan åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet. Ämnen som överskrider de föreslagna riktvärdena (WRS AB, 2024b) och som är statistiskt säkerställda är markerade med orange och de som underskrider riktvärdena är markerade med grönt.

			Innan exploatering	Efter exploatering utan åtgärder	Efter exploatering med åtgärder	Föreslagna riktvärden
Fosfor	P	[µg/l]	240 ± 25	140 ± 29	50 ± 61	50
Kväve	N	[µg/l]	1700 ± 180	1600 ± 380	610 ± 710	1250
Bly	Pb	[µg/l]	15 ± 3,9	9 ± 3,5	0,52 ± 0,22	28
Koppar	Cu	[µg/l]	33 ± 4,9	19 ± 6,2	3,9 ± 1,7	70
Zink	Zn	[µg/l]	190 ± 20	57 ± 18	3,9 ± 1,3	80
Kadmium	Cd	[µg/l]	1,1 ± 0,35	0,43 ± 0,13	0,072 ± 0,037	0,25
Krom	Cr	[µg/l]	11 ± 4,1	8,6 ± 2,2	2,1 ± 2,4	7
Nickel	Ni	[µg/l]	13 ± 2,6	5,6 ± 1,4	1,5 ± 0,78	68
Suspenderat material	SS	[µg/l]	77 000 ± 13 000	52 000 ± 26 000	3900 ± 2000	25 000

8 Slutsatser

Genomförd dagvattenutredning har resulterat i följande slutsatser:

- Utifrån situationsplanen från 2025-12-18 beräknas den planerade exploateringen öka hårdgörningsgraden från 0,58 till 0,63 inom planområdet. Hårdgörningsgraden för alla tre delavrinningsområden ökar också något, med en total ökning av avrinningskoefficient från 0,60 till 0,65. Detta tillsammans med att hänsyn tas till en klimatfaktor för framtida regn, innebär att flödena från området förväntas öka i framtiden om inga flödesutjämnande åtgärder vidtas.
- En ökning av flöden innebär ett behov av att fördröja dagvattnet inom planområdet för att inte öka belastningen på det befintliga dagvattensystemet samt Skvalbäcken. För att flödet vid ett dimensionerande 20-årsregn inte ska öka jämfört med ett 5-årsregn i nuläget behöver totalt 560 m³ fördröjas inom planområdet. Fördröjningen föreslås ske i öppna förstärkningslager förlagda på allmän platsmark i kombination med regnbäddar för att ge bättre reningsförmåga och ytterligare fördröjningsvolym. Med föreslagna åtgärder bedöms fördröjningsvolymen kunna omhändertas för samtliga delavrinningsområden.
- Planerad exploatering av området innebär att den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och suspenderat material inte ökar enligt belastningsberäkningen. Rening av dagvattnet krävs dock för att uppfylla åtgärdsnivån. På kvartersmark föreslås åtgärdsnivån uppfyllas genom att dagvattnet renas och fördröjs i nedsänkta grönytor, regnbäddar och träd i skelettjord. På allmän platsmark föreslås åtgärdsnivån uppfyllas genom rening och fördröjning i regnbäddar. Med föreslagen utbredning av regnbäddar, enligt situationsplanen från 2025-12-18, kommer åtgärdsnivån uppfyllas inom samtliga tre delar av den allmänna platsmarken och samtliga fem kvarter. Genomförandet av de föreslagna åtgärderna i kvarter 5 intill järnvägen förutsätter möjlighet att disponera marken, som i dagsläget tillhör Trafikverket.
- Dagvattnet från planområdet kommer renas i nedsänkta grönytor och regnbäddar med olika utformningar innan det leds vidare ut i de öppna förstärkningslagerna där ytterligare fördröjning och rening sker. Med föreslagna åtgärder finns det goda möjligheter att uppnå fördröjningsbehovet inom planområdet. Avledning av dagvatten från föreslagna åtgärder sker till befintligt dagvattennät.
- Föreslagna åtgärder bidrar även till rening av dagvattnet och mängderna av närsalter, metaller med mera beräknas minska jämfört med nuläget och positivt bidra till möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna för Enköpingsån och Enköpingsåsen.
- Öppna bottnar i föreslagna markförlagda dagvattenåtgärder, med möjlighet till perkolation som bidrar till grundvattenbildningen, är att föredra i de fall det är lämpligt. Detta leder även till att belastningen på dagvattennätet minskas, vilket är eftersträvänsvärt. Det är dock av stor vikt att underliggande fyllning inte är förorenad så att vattnet som infiltrerar riskerar att laka ut föroreningarna och ta med de ner i grundvattnet. Structors markundersökningar visar att det finns föroreningar som behöver hanteras genom riskreducerande åtgärder för att området ska bedömas som lämpligt för bostäder.
- Inom planområdet finns det idag några lokala lågpunkter där vatten riskerar att bli stående vid större regn, upp till ett djup motsvarande ca 10 - 35 cm, vid ett 100-årsregn.

Det är viktigt att ha detta i åtanke vid höjdsättningen av planområdet vid exploatering. Alla de lågpunkter där vatten riskerar att bli stående idag planeras att exploateras med ny utformning. Det finns därför goda möjligheter att minska riskerna för stående vatten på olämpliga platser. Lokalgatorna och gångfartsgatorna föreslås fungera som sekundära flödesvägar vid skyfall.

Referenser

- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. Svenskt Vatten Utveckling, Nr. Nr 2016-05.
- DHI, 2024. *Skyfallskartering av Enköpings tätort och kransorter - Granskningshandling*. PM Nr. 12804797.
- ENKÖPINGS KOMMUN, 2018. riktlinjer för oljeavskiljare i Enköpings Kommun.
- ENKÖPINGS KOMMUN, 2024. Planprogram för Stationsstaden - En del av klimatsmarta Myran.
- FRIDELL, K., HALLGREN, E., VYSOKÝ, M., LINNERNSTEN, I., BRATTSTRÖM, M., LINDE, A., SIXTENSSON, S., BRUHN, F., THYNELL, A., OTTOSSON LAMERI, T., SANDELL, B., och BACKLUND, A., 2023. *Levande stadsrum - en handbok i Blågröngrå system*. Malmö: edge.
- HELLMAN, F., SIMONSEN, E., RAHMAN, S., DÖSE, M., och SCHOUENBORG, B., 2022. *Dimensionering, bärighet och infiltration*. Nr. 2019-00175.
- JÄDERNÄS, J. och TJERNBERG, E., 2021. *Blågröngrå system i kallt klimat*. Uppsala: Institutionen för stad och land.
- LANTMÄTERIET, 2024. Ortofoto Visning Årsvis (WMS).
- MSB, 2015. *Intensiv korttidsnederbörd - Riktlinjer för översvämning av urbana områden - förstudie*.
- NATURVÅRDSVERKET, 2007. *Oljeavskiljare*. Naturvårdsverket, Nr. FAKTA 8283.
- OUTER SPACE ARKITEKTER, 2026. Plankarta - Myran etapp 1.
- RITZMAN, A., 2013. *Genomsläpplig beläggning*. SLU, Kandidatarbete.
- SMHI, 2023. Ladda ner meteorologiska observationer [internet]. Tillgängligt: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=precipitation24HourSum,stations=all> [Hämtad 2023-1-31].
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017a. Nedsänkt växtbädd.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017b. Skelettjord.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017c. Infiltration i grönyta.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017d. Genomsläpplig beläggning.
- STORMTAC, 2021. *Guide - Stormtac Web*. Stockholm.
- STORMTAC, 2024a. StormTac Web v.24.3.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STORMTAC, 2024b. *Guide StormTac Web*. Stockholm.
- STRUCTOR MILJÖTEKNIK AB, 2024. *Romberga 22:1 mfl, Enköping - Miljöutredning för del av detaljplan södra Myran, Stationsstaden*. Nr. 7203-004; 7369-001.
- SVENSK MARKBETONG, 2019. *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning*. 1:a uppl. Kontento AB och Bigtail AB.
- SVENSKT VATTEN, 2004. *Publikation P90 - Dimensionering av allmänna avloppsledningar*. Nr. ISSN nr: 1651-4947.
- SVENSKT VATTEN, 2011. *P 104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Nr. P 104.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. 1:a uppl. Stockholm: Svenskt Vatten.
- WRS AB, 2024a. *Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping*. Uppsala, Dagvattenutredning Nr. 2023 1975 B.
- WRS AB, 2024b. *Åtgärdsnivå för Enköpingsån*.