

PLANPROGRAM STATIONSSTADEN

Bilaga 6

Dagvattenutredning



Läsanvisning

Denna utredning är framtagen under arbetet med planprogrammet för Stationsstaden. Syftet med utredningen var att kvalitetssäkra planprogramsförslaget och föreslå konkreta lösningar och rekommendationer inför kommande planeringssteg.

Det innebär att planprogramsförslaget som refereras till i utredningen, med text och kartor, kan ha förändrats efter att utredningen färdigställts.

Det är det slutliga förslaget som redovisas i planprogrammet som är det gällande och denna utredning är ett kompletterande planeringsunderlag som innehåller fler detaljer än vad som ryms i planprogrammet.



Dagvattenutredning Stationsstaden, Enköping

Enköpings kommun

2024-09-27

TITEL	Dagvattenutredning Stationsstaden,
RAPPORTNUMMER	2023 1975 B
BESTÄLLARE	Johan Axnér, Enköpings kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Tova Forkman Fahlgren, WRS
FÖRFATTARE	Preet C. Hernefeldt, Johanna Jönsson, Lukas Rehn och Tova Forkman Fahlgren, WRS
GRANSKNING	Jonathan Arnlund och Maja Granath, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2024-09-27
OMSLAGSBILD	Illustration ur planprogram för Stationsstaden, Enköpings Kommun

Sammanfattning

Enköpings kommun arbetar med programområdet för stadsdelen Södra Myran (även kallad Stationsstaden), vilket är en del av kommunens stora exploateringsprojekt för hela området Myran. Området ligger i direkt anslutning till Enköpings tågstation och utgörs i nuläget främst av större markparkeringar och olika verksamheter och vissa grönområden. Planerad exploatering föreslår att området utvecklas med flerfamiljshus med kvartersgator, torgytor, vissa verksamheter samt att parkeringsytor främst förläggs i parkerings- och mobilitetshus. Idag leds större delen av dagvattnet från området till Skvalbäcken, ett översvämningsskäligt dike som passerar genom området och ansluter till recipienten Enköpingsån.

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. Detta PM innehåller förslag på hur fördröjning av allt dagvattnet från både allmän platsmark och kvartermark kan ske inom planområdet.

Dagvattenutredningen har utgått från kommunens checklista för dagvattenutredningar med några, med beställaren, överenskomna avsteg. Ett sådant avsteg är att fördröjningsbehovet ska beräknas utifrån att flödet vid ett dimensionerande 20-årsregn i framtiden inte får vara större än vad utflödet från ett 5-årsregn beräknas vara i nuläget. För närvarande arbetar kommunen även med en åtgärdsnivå för dagvatten där ett krav om rening av 20 mm dagvatten föreslås ingå och gälla för kvartermark.

Den planerade exploateringen medför en något ökad hårdgörningsgrad, det i kombination med att framtida flöden beräknas med en klimafaktor medför att flödena ut från området förväntas öka jämfört med nuläget. Behovet av fördröjningsvolym inom planområdet uppgår till ca 1 100 m³.

Ytvattenrecipient för planområdet är vattenförekomsten Enköpingsån vilken enligt beslutade miljö kvalitetsnormer ska uppnå måttlig ekologisk status 2033. Den planerade exploateringen förväntas inte medföra någon förändring i den dagvattenburna närsalts- och föroreningsbelastningen till ån och med de föreslagna dagvattenåtgärderna beräknas planområdets föroreningsbidrag till Enköpingsån att minska.

Planområdet har även Enköpingsåsen som grundvattenrecipient. Inom planområdet finns det ett antal förorenade områden, varav några genomgår, eller kommer att genomgå sanering. Delar av planområdet kan även förväntas ha relativt hög infiltrationskapacitet till följd av sandiga jordarter. Det har inte funnits några nivåer för grundvattenytan tillgängliga under projektets gång, men för att kunna bedöma möjligheterna till att ha öppna bottnar, med möjlighet till infiltration ner mot grundvattnet behöver en bedömning göras om dels lämpligt skyddsavstånd till grundvattenytan föreligger och dels utifrån eventuellt kvarvarande markföroreningar.

Föreslagna dagvattenåtgärder syftar till ett lokalt omhändertagande nära källan (LOD) och består till allra största del av BGG-system med fördröjning i ett öppet förstärkningslager under gaturummet. Med föreslagna åtgärder finns det goda förutsättningar att klara kraven på fördröjning inom planområdet.

Inom området finns i nuläget några lokala lågpunkter där vatten kan bli stående. Det är viktigt vid höjdsättning av ny bebyggelse att det finns möjlighet för vatten att rinna undan från känslig infrastruktur och att säkerställa säkra skyfallsvägar ut mot t.ex. grönytor eller dylikt.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	5
2	Förutsättningar	5
2.1	Nuvarande markanvändning	5
2.2	Geologi och topografi	6
2.2.1	Markföroreningar.....	7
2.3	Ytvattenrecipient	8
2.4	Hydrologi och grundvattenförekomst.....	9
2.5	Nuvarande dagvattenhantering	10
2.5.1	Markavvattningsföretag.....	12
2.6	Riktlinjer för dagvattenhantering	13
2.7	Planerad exploatering	14
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	16
3.1	Markanvändning.....	16
3.2	Flöden nuläge och framtid	19
3.3	Magasinsbehov.....	20
3.4	Skyfall och översvämningsrisk.....	21
3.5	Närsalts- och föroreningsberäkningar	22
4	Förslag på dagvattenhantering.....	24
4.1	Öppna förstärkningslager	27
4.2	Regnbäddar	28
4.3	Träd i hårdgjord yta.....	30
4.4	Genomsläpplig beläggning	31
4.5	Oljeavskiljare.....	32
4.6	Nedsänkta grönytor	32
5	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	33
6	Slutsatser	35
	Referenser	36

Bilagor

Bilaga A - Exempel på dagvattenhantering på kvartersmark

1 Inledning

Enköpings kommun planerar att exploatera stadsdelen Myran vilket är kommunens största stadsutvecklingsprojekt. Det kommunikationsnära området ska utvecklas till en modern mötesplats för handel, affärer, bostäder och samtidigt vara katalysatorn för Enköpings klimatomställning (Enköping kommun, 2023). I detta uppdrag ingår att genomföra en dagvattenutredning för Stationsstaden, se Figur 1.

I nuläget består den största delen av planområdet av hårdgjorda ytor i form av parkeringar, verksamheter och vägar. Trots detta förväntas framtida utformning troligtvis generera mer hårdgjord yta. En ökad andel hårdgjorda ytor innebär bland annat att dagvattenflöden och föroreningstransporter kommer att förändras jämfört med nuläget. Inom detaljplanarbetet behöver därför dagvattenhanteringen utredas.



Figur 1. Planområdet för Stationsstaden (rött) från underlag 2023-10-09. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare, (u.å.)

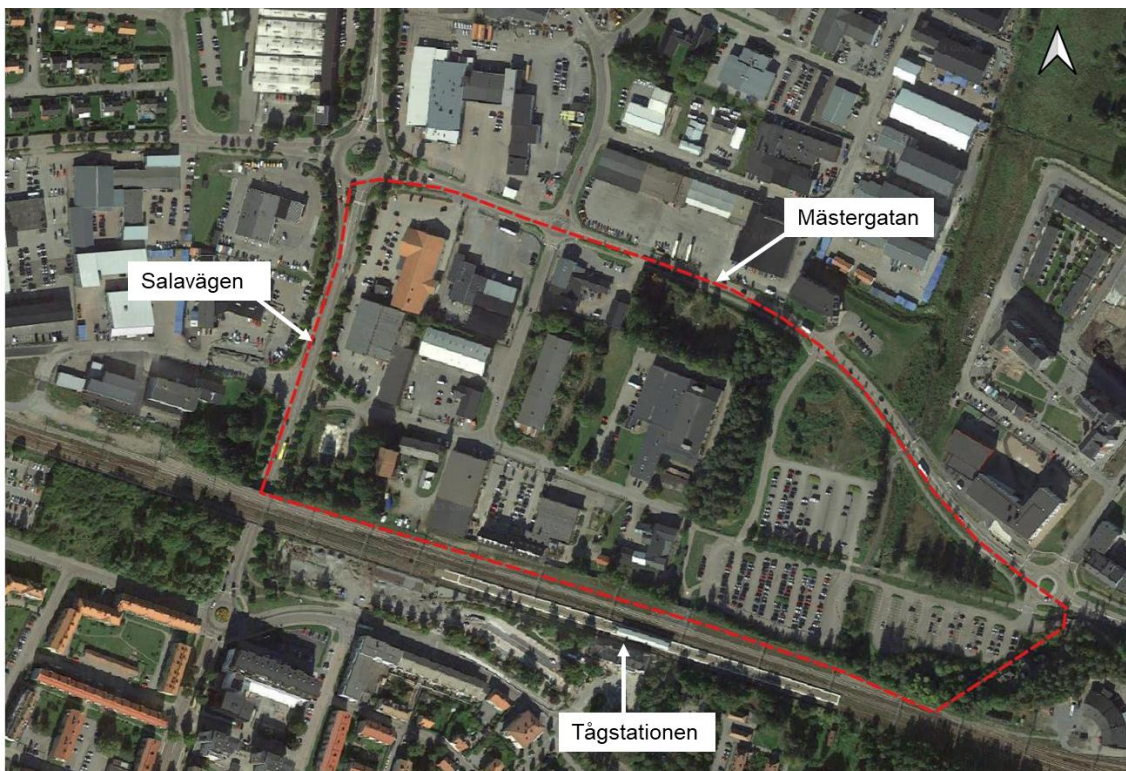
1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning med syfte att utreda förutsättningarna avseende dagvatten och föreslå lämpliga åtgärder, med utgångspunkt i kommunens checklista för dagvattenutredningar. I uppdraget har det ingått att föreslå dagvattenåtgärder på allmän platsmark, eller mark som kan komma att utgöras av allmän platsmark.

2 Förutsättningar

2.1 Nuvarande markanvändning

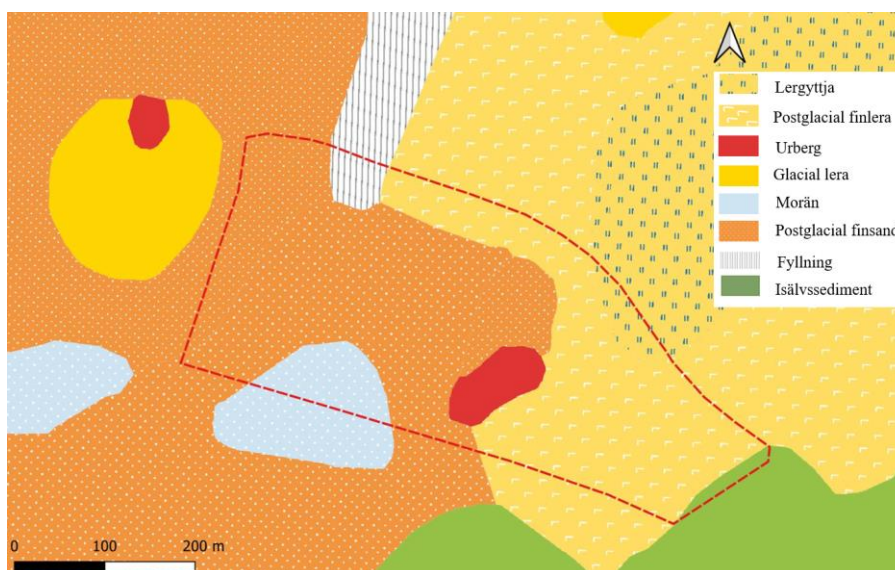
Planområdet ligger norr om tågstation i Enköping och avgränsas av Salavägen i väst, järnvägen i söder, Mästergatan i norr inklusive pendelparkeringen i öster. Planområdet har en area på cirka 14,6 hektar och domineras i dagsläget av olika verksamheter och markparkeringar, se Figur 2.



Figur 2. Översikt över planområdet i nuläget. Planområdets ungefärliga utsträckning är markerat med röd linje. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

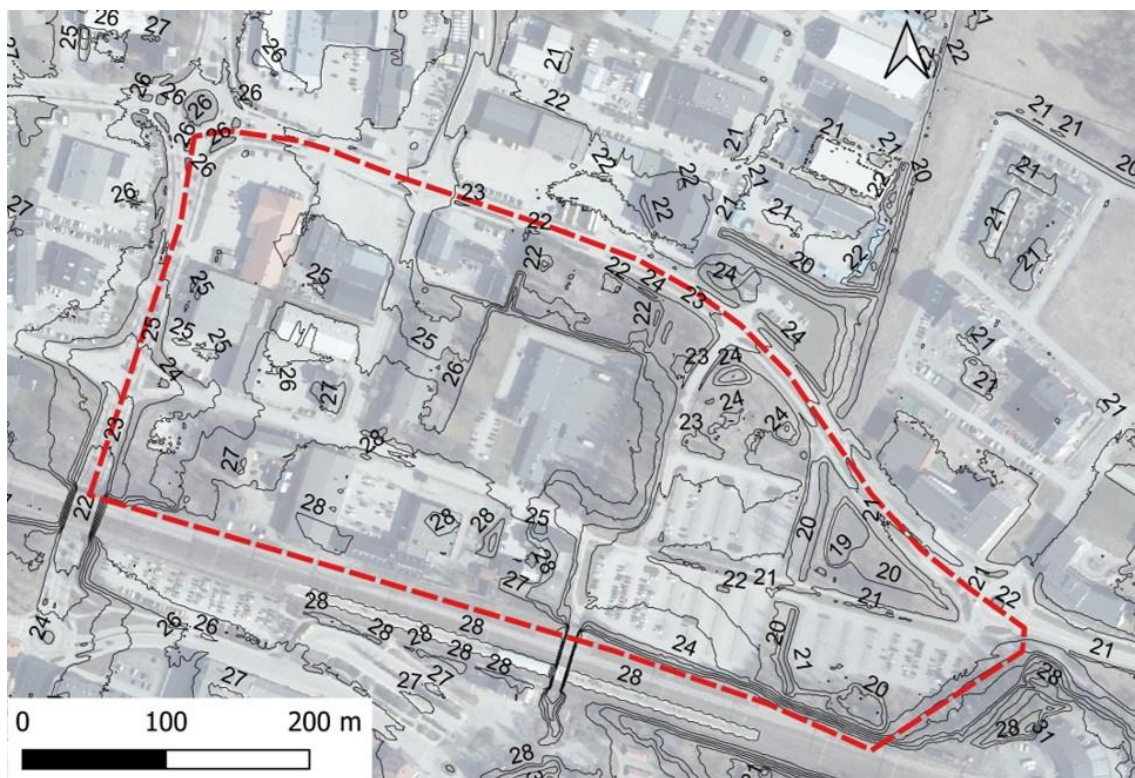
2.2 Geologi och topografi

Ytliga jordarter enligt SGU:s jordartskarta redovisas i Figur 3. Enligt jordartskartan domineras området av postglacial sand och finlera med inslag av urberg och morän. Infiltrationskapaciteten i sanden bedöms generellt vara god men infiltrationskapaciteten bedöms vara låg i de östra delarna med finlera och lergyttja.



Figur 3. Planområdets översta jordlager består av olika lerfraktioner (gult), sand (orange), morän (ljusblått) och enskilda höjder med berg i dagen (rött fält). Norr om planområdet förekommer ett fält med fyllnadsmaterial och längs områdets södra sida ligger en moränhöjd. Bakgrundskarta: SGU (2023).

Planområdet sluttar generellt mot nordöst och höjderna i området varierar mellan +28 meter och +23 meter (höjdsystem RH2000), se Figur 4.



Figur 4. Topografi inom planområdet (röd streckad linje) baserat på Lantmäteriets höjdmodell. Höjden på markytan varierar mellan cirka +28 meter och +23 meter (RH2000). Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

2.2.1 Markföroreningar

Inom planområdet ligger flera förorenade områden och potentiellt förorenade områden (Figur 5). Planområdet ligger i närheten av grundvattenförekomsten Enköpingsåsen, som rinner genom Enköpings tätort och är Enköpings primära dricksvattenkälla.

Områden klassificeras från riskklass 1 till 2 på grund av föroreningar från tidigare kemtvätt med lösningsmedel (riskklass 1) och verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel (riskklass 2) (Länsstyrelsen, 2023a). Vid fältbesök den 31 oktober 2023 noterades pågående åtgärdsarbete för att avlägsna föroreningen i området med riskklass 1.

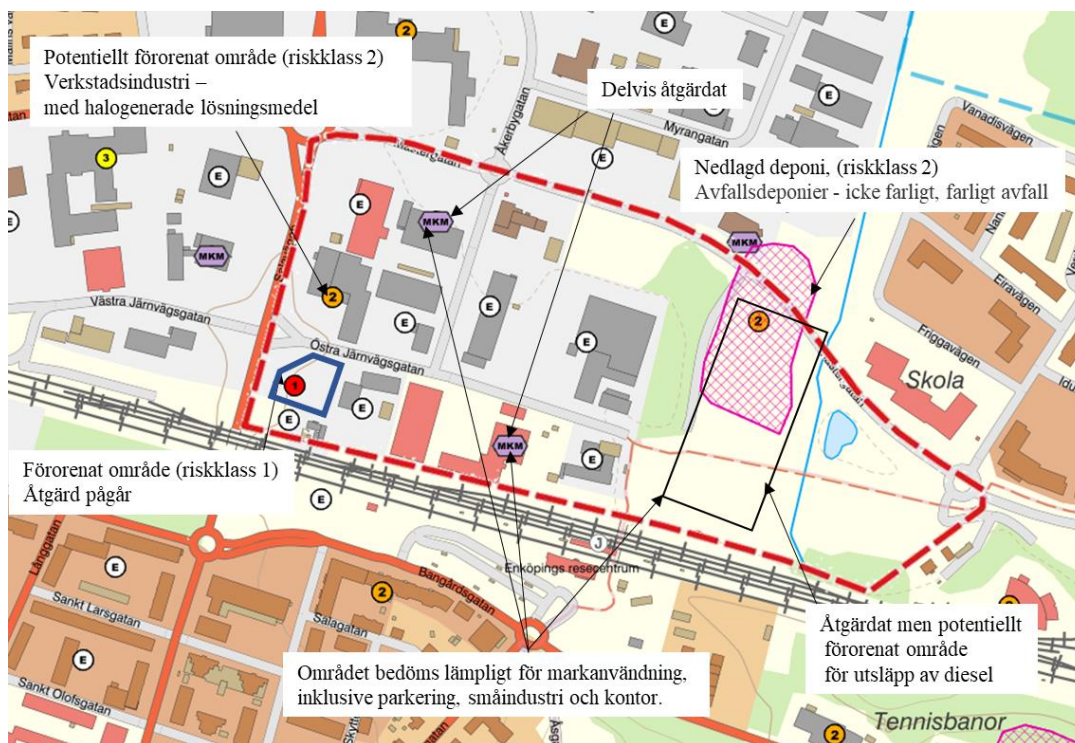
Inom planområde återfinns Kabetippen, en nedlagd deponi, se Figur 5. En översiktlig miljöteknisk markundersökning utfördes år 2009, följt av ytterligare provtagning under vintern 2011-2012, (Enköpings kommun, 2015). Inga föroreningshalter överstigande riktvärden för MKM (mindre känslig markanvändning) påträffades. Arsenik, som tidigare upptäcktes i markvattnet vid anläggningen av Mästergatan, har åtgärdats, och området bedöms nu lämpligt för mindre känslig markanvändning såsom parkering, småindustri och kontor.

Inom samma område har det varit ett dieselutsläpp i en brunn. Trots att området har åtgärdats för mindre känslig markanvändning, är platsen för utsläppet fortfarande ett potentiellt förorenat område (Enköpings kommun, 2015). Det innebär dock inte att det behöver vara förorenat i praktiken. Området, klassat som riskklass 2, är ett potentiellt förorenat område med halogenerade lösningsmedel som är kopplade till verkstadsindustrin. Enligt Naturvårdsverkets

klassificering är detta område olämpligt för exploatering med t.ex. förskola och flerfamiljshus om föroreningarna inte åtgärdas.

Dagvattenanläggningar med infiltration bör inte placeras på förorenad mark då den ökade infiltrationen riskerar att mobilisera föroreningarna i marken. Dagvattenanläggningar för behandling av samlat dagvatten bör därför förses med tät botten (till exempel en tät duk) och en tappledning för bortledning av fördröjt och renat dagvatten till dagvattenledningar. Om markföroreningarna åtgärdas kan dagvattenanläggningar anläggas utan tät botten.

Infiltrationsanläggningar är heller inte att rekommendera om grundvattnet är förorenat, då det kan öka rörligheten hos föroreningarna. Om en infiltrationsanläggning väljs inom området, rekommenderas en tät duk eller tätskikt under infiltrationsanläggningarna i dessa områden.



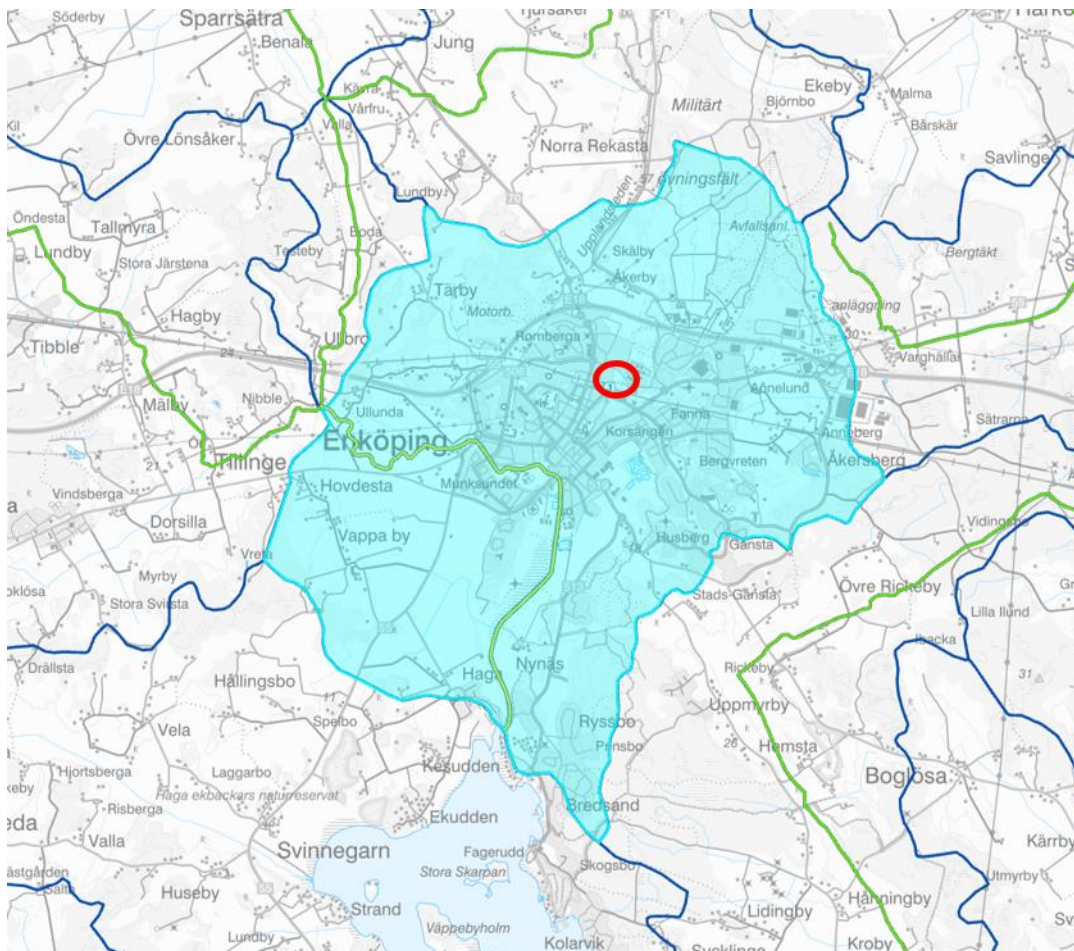
Figur 5. Förorenat område med riskklass 1 (markerat med blå linje) och andra potentiella förorenade områden (markerat med 2) inom planområdet (markerat med röd linje). Området inom den svarta ramen har åtgärdats för föroreningar, men det finns fortfarande potentiell risk för dieselutsläpp och är därför inte lämpligt för skolverksamhet (Länsstyrelsen, 2023a).

2.3 Ytvattenrecipient

Enligt Länsstyrelsens kartläggning av delavrinningsområden framgår att Enköpingsån (SE 661344–157146) är det vattendrag som tar emot ytavrinning från planområdet. I Figur 6 kan man se delavrinningsområden enligt SMHI:s modell S-HYPE (Vattenmyndigheterna m.fl., 2023). Miljö kvalitetsnormer (MKN) används som ett viktigt styrinstrument inom vattenförvaltningen. Dessa normer fastställer den önskade kvaliteten som en vattenförekomst bör upprätthålla vid en given tidpunkt.

Enligt den senaste statusklassningen för förvaltningscykel 3 (2020-12-10) har Enköpingsån måttlig ekologisk status på grund av förhöjda halter av näringsämnen som orsakar övergödning. De kvalitetsmål som vattenförvaltningen beslutat är att Enköpingsån ska uppnå måttlig ekologisk status senast 2033. Med avseende på kemisk ytvattenstatus uppnår Enköpingsån inte

god status (2021-05-19) på grund av höga halter av metaller (koppar och arsenik) i vatten och sediment nedströms. Bland de prioriterade ämnena finns antracen, PFOS och PAH, med undantag för bromerade difenyletrar och kvicksilver samt kvicksilverföreningar, som har mindre stränga krav. Kvalitetsmålet är att nå nivån god status 2027. Det är viktigt att vidta nödvändiga åtgärder för att uppfylla dessa mål och förbättra vattnets kvalitet i Enköpingsån.



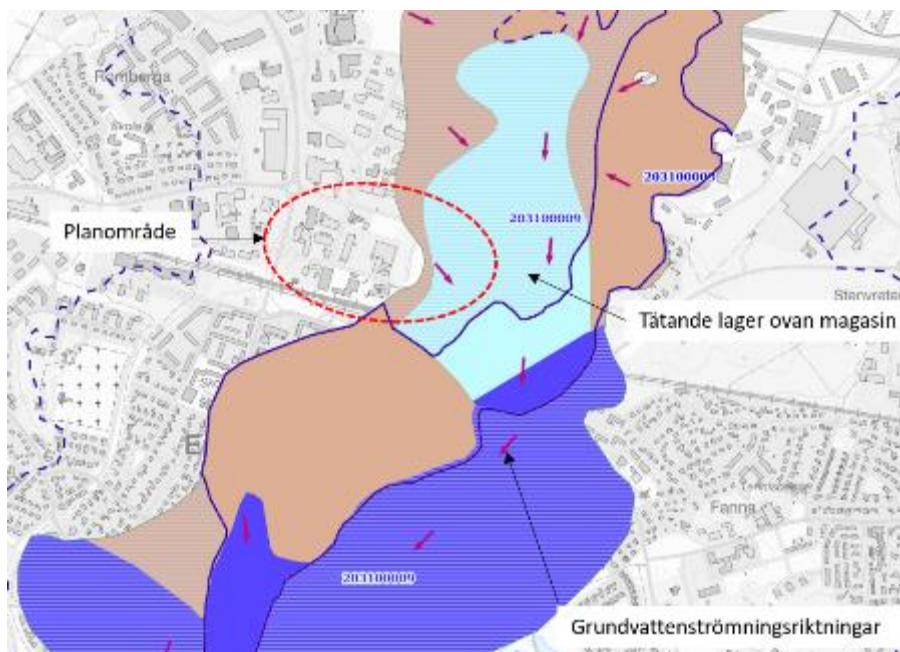
Figur 6. Planområdets (röd cirkel) recipient Enköpingsån. Källa: (Vattenmyndigheterna m.fl., 2023)

2.4 Hydrologi och grundvattenförekomst

Merparten av planområdet ingår i yttre skyddszon för Enköpingsåsens vattenskyddsområde för dricksvatten, se Figur 7. Av gällande föreskrifter avseende markarbeten inom vattenskyddsområdet framgår att täktverksamhet eller markarbeten inte får ske djupare än en meter över högsta grundvattenytan. Sådana arbeten får inte heller försämra grundvattenkvaliteten, försvåra den naturliga grundvattenbildningen eller medföra bortledning av grundvatten eller sänkning av grundvattennivån. I arbetet med dagvattenutredningen har ingen information om grundvattennivåer funnits tillgängliga.

Grundvattenmagasinet är en porakvifer med sand- och grusförekomst. Enligt Vatteninformationsystem Sverige (VISS), har grundvattenförekomsten god kvantitativ status men otillfredsställande kemisk grundvattenstatus med avseende på trikloreten och tetrakloreten och är i risk att inte nå god status till år 2027. Skyddspumpning pågår för vattentäkten (Länsstyrelsen, 2023b). Trots skyddspumpning uppmäts halter över riktvärdet mer än en kilometer från källan. Miljöscreening visar även att det finns mindre föroreningar i förekomsten

som tex BAM (1,2-diklorbensamid) 0,013 µg/, monobutyltenn 6,2 ng/l, PFAS 11 6,9 ng/l och carbamzepine 0,9 ng/l.



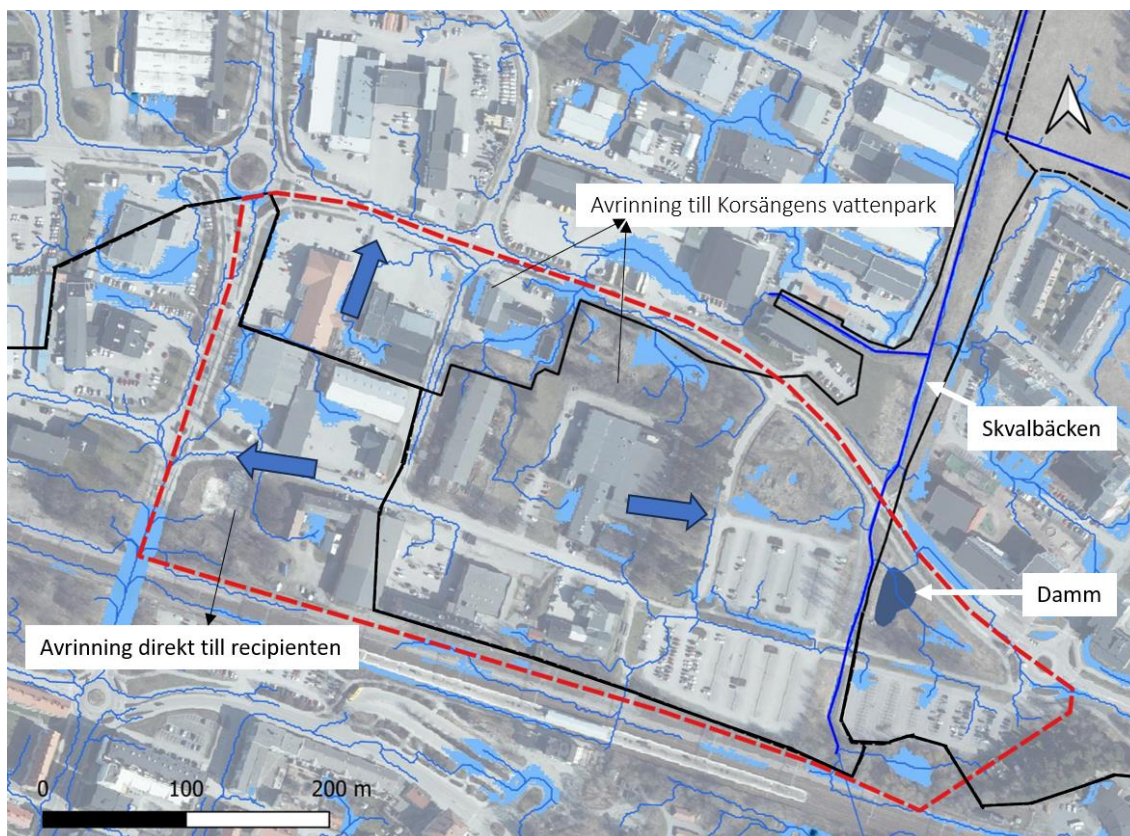
Figur 7. Planområdet ligger inom grundvattenförekomsten Enköpingsåsen. Magasinsdelområdena representeras med olika färger i bilden. Källa : (SGU, 2023)

2.5 Nuvarande dagvattenhantering

Planområdet ligger inom kommunalt verksamhetsområde för vatten, spillvatten och dagvatten. Inom planområdet finns tre tekniska delavrinningsområden avseende dagvatten, se Figur 8. I stort sett är marken inom planområdet hårdgjord och ingen större fördröjning eller rening av dagvatten sker idag. I de områden av planområdet som inte är hårdgjorda kan det förväntas att vatten kan infiltrera genom marken och bidra till grundvattenbildningen, särskilt där jordarten består av postglacial finsand.

Planområdet har ett flertal anslutningar till dagvattennätet. Inom planområdet finns det en dagvattendamm, den är placerad längs med Mästergatan i planområdets nordöstra del. Dagvattendammen tar dock inte emot dagvatten från planområdet utan från ett område norr om Mästergatan som kallas Älvdansen.

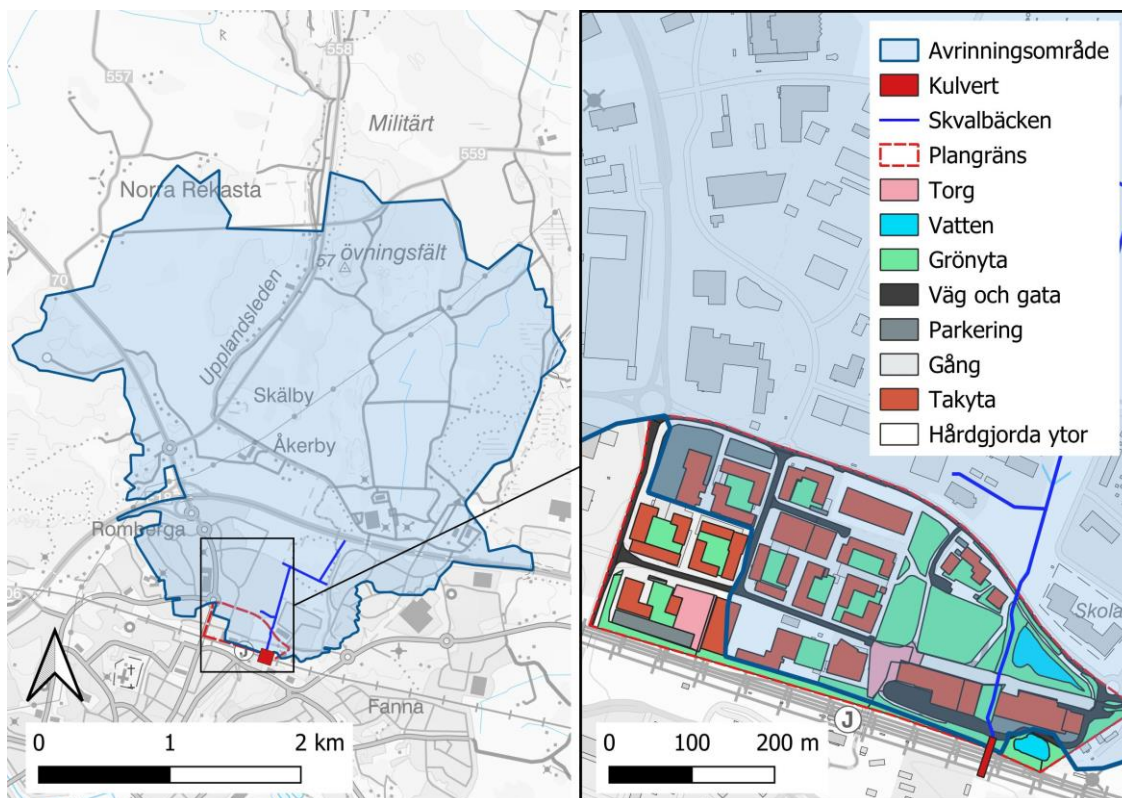
Det sydvästra delavrinningsområdet rinner, via ledningar, direkt till recipienten. Dagvattnet från den största delen av planområdet (det nordvästra och det östra delavrinningsområdet) leds via dagvattenledningar till ett dike kallat Skvalbäcken, som leder dagvattnet vidare till Korsängens vattenpark. Skvalbäcken rinner genom en kulvert med två parallella tunnlar under järnvägen i planområdets sydöstra del (Figur 9). Avrinningsområdet till denna kulvert, inklusive större delen av planområdet, visas i Figur 10. Vid låga flöden pumpas dagvattnet in i Korsängens vattenpark från Skvalbäcken. Vid höga flöden passerar huvuddelen av dagvattenflödet Korsängsdiket utan att pumpas in i Korsängens vattenpark. Det vatten som passerar genom Korsängens vattenpark genomgår en effektiv rening av näringsämnen och metaller. Dagvattnet från området leds sedan till Enköpingsån, som slutligen mynnar ut i Mälaren.



Figur 8. Befintlig ytavrinning i nuläget (blå pilar motsvarar principiella flödesriktningar) för de tre tekniska delavrinningsområdena (svart linje) inklusive lågpunkter (ljusblå fält) inom planområdet (röd streckad linje). Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2021.



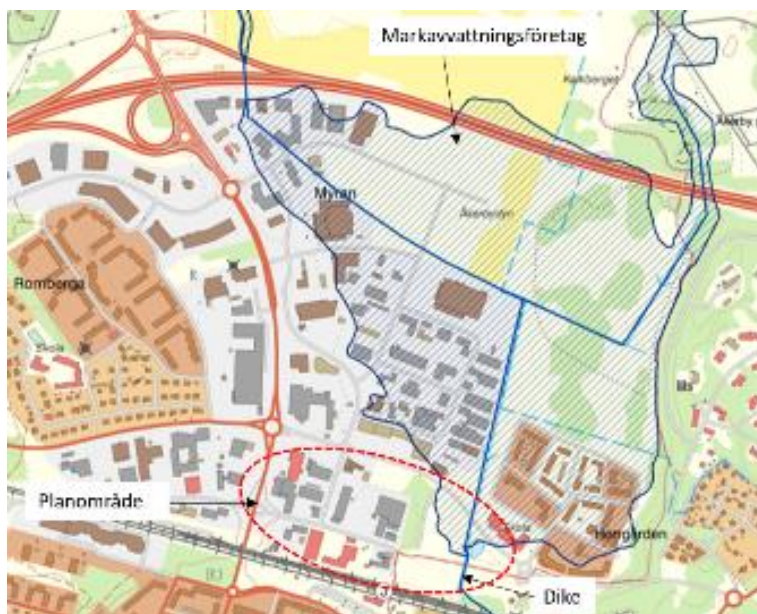
Figur 9. En kulvert med två parallella tunnlar löper under järnvägen i planområdets sydöstra del. Foto: WRS 2024.



Figur 10. I planområdets sydöstra del ligger en kulvert under järnvägen. Genom denna kulvert passerar Skvalbäcken, diket som transporterar vatten söderut från områdena kring Myran. Figuren visar avrinningsområdet till denna kulvert. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

2.5.1 Markavvattningsföretag

Torrläggningsföretaget ”Enköpings stad samt Åkerby” ligger delvis inom de östra delarna av planområdet, se Figur 11. Markavvattningsföretaget har redan avvecklats, och det finns nu en överenskommelse mellan kommunen och försvarsmakten angående ansvaret för drift och underhåll av diket.



Figur 11. Torrlägningsföretaget "Enköpings stad samt Åkerby". Källa: (Länsstyrelsen, 2023a).

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Enköpings kommun har tagit fram en dagvattenpolicy med övergripande mål för stadens dagvattenhantering. Utöver denna policy finns en checklista med punkter som ska finnas med i en dagvattenutredning. Där står bland annat att:

- Det ska framgå vilken mängd dagvatten som alstras inom fastigheten från tak respektive körytor och parkeringar. För ett planområde ska det framgå vilken mängd dagvatten som kommer från kvartersmark respektive allmän mark.
- Dagvattnet ska tas omhand nära källan i så öppna infiltrerande lösningar som möjligt. Det ska beskrivas hur dagvattenhanteringen bidrar till att leva upp till Enköpings kommuns dagvattenpolicy.
- Dagvattenutredningen bör följa Enköping kommuns dagvattenpolicy och dagvattenplan. Dimensionering av dagvattenåtgärder bör baseras på riktlinjerna i Svenskt Vattens publikation P110.
- Dagvattenåtgärderna ska bidra till att inte öka belastningen på Enköpingsån jämfört med dagens situation. Särskild uppmärksamhet bör ägnas åt att uppfylla miljö kvalitetsnormerna (MKN) för nedströms recipient. Om planområdet redan är utbyggt och saknar tillräcklig dagvattenhantering, bör dagvattenåtgärderna inriktas på att minska föroreningarna vid ny detaljplan, exploatering, ombyggnad och förändrad markanvändning i området.
- Hänsyn ska tas till förändrade nederbördsmönster i samband med kommande klimatförändringar genom att multiplicera flödena med en klimatfaktor på 1,25.

Avsteg från checklistan tillämpade i denna dagvattenutredning enligt uppgift från beställare:

- Dagvattenflödena före och efter exploateringen i området. Flödena får inte överstiga avrinning motsvarande naturmark (avrinningskoefficient 0–0,1). Vid förtätning på redan bebyggd fastighet ska om möjligt flödena motsvara naturmark men i samråd med

VA-avdelningen kan undantag godkännas. Flödena får inte öka i samband med exploateringen.

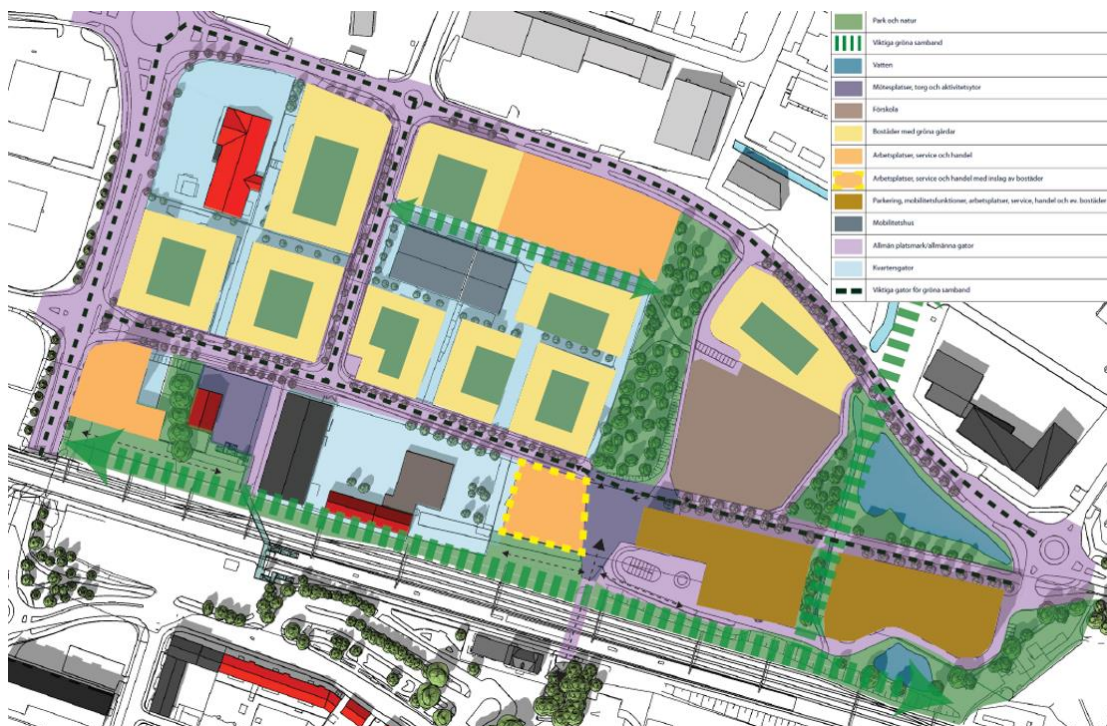
- Punkten utgår och ersätts med första punkten under ”Specifika åtgärder och riktlinjer för planområdet inkluderar:”

Specifika åtgärder och riktlinjer för planområdet inkluderar:

- Utredningen ska utgå från avtappning som motsvarar 5-års regn och dimensionera behov av fördröjning av vatten vid 20-års regn.
- Utredningen ska föreslå en rad lämpliga, utifrån områdets förutsättningar, åtgärder på allmän platsmark, som ska klara av att hantera dagvatten i hela planområdet.

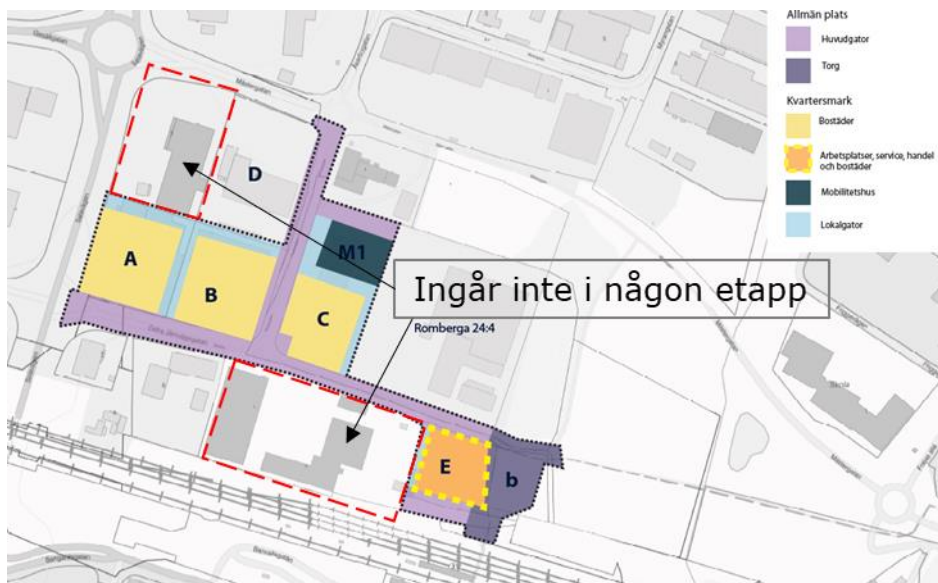
2.7 Planerad exploatering

Området består idag av tre redan bebyggda kvarter med kommersiella verksamheter av olika slag, en stor pendelparkering, dagvattendamm, krondike och en tallbäddad höjd (Förbiparken) som är viktig för ekosystemtjänster (Enköping kommun, 2023). Det dominerande intrycket av planområdet idag är industri och trafik. Planområdet ska omvandlas till bostäder med grönskande innegårdar, arbetsplatser, kommersiell service och handel. Planområdets utveckling inkluderar även parkeringsmöjligheter i form av parkeringshus samt innovativa mobilitetshus för smidig transport. Inom planområdet kommer den befintliga bebyggelsen att integreras, inklusive butiksbyggnader och olika verksamheter. Torgytor och plats för skola kommer att skapas inom planområdet. I Figur 12 återges en möjlig bild av framtida exploatering.

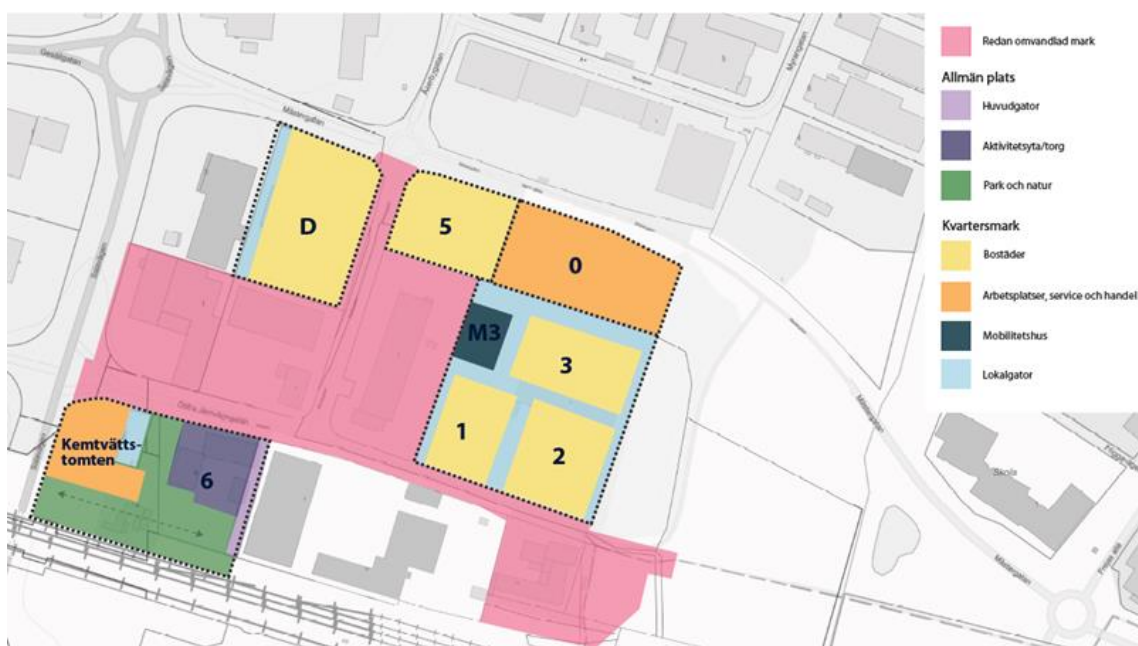


Figur 12. Planprogramkarta av hur området skulle kunna bebyggas från Enköpings kommuns planprogram.

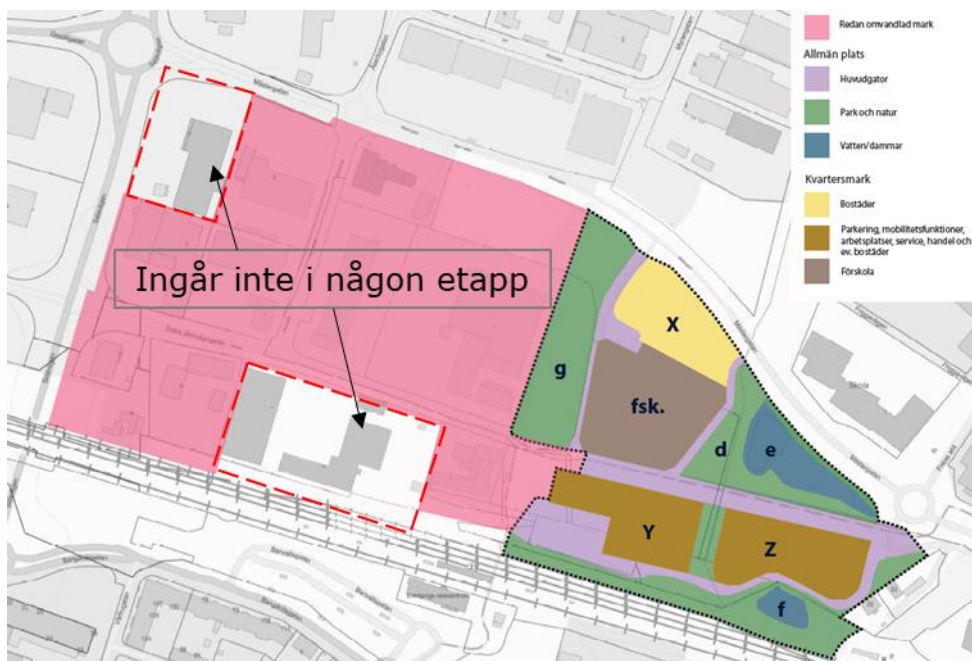
Planområdet planeras att byggas ut i tre etapper, etapp 1 till 3, se Figur 13 - Figur 15. Marken planeras att saneras och förberedas för en etapp i taget. Det är därför önskvärt att föreslå en dagvattenhantering anpassad efter etapperna.



Figur 13. Föreslagen utbredning av etapp 1 från Enköpings kommuns planprogram. Observera att två ytor inom programområdet inte ingår i någon av etapperna, de har i beräkningarna nedan medräknats i området för etapp 1.



Figur 14. Föreslagen utbredning av etapp 2 från Enköpings kommuns planprogram.



Figur 15. Föreslagen utbredning av etapp 3 från Enköpings kommuns planprogram. Observera att två ytor inom programområdet inte ingår i någon av etapperna, de har i beräkningarna nedan medräknats i området för etapp 1.

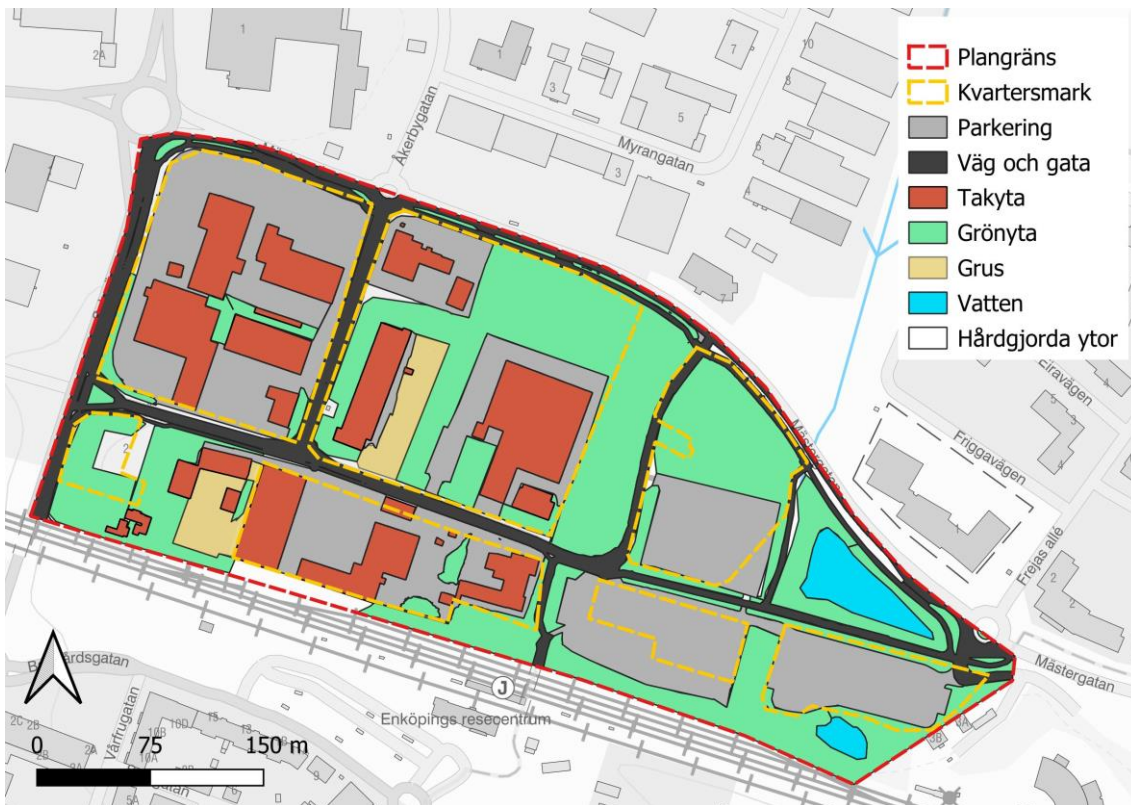
3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (2023).

Enköpings kommun har ställt krav på att flöden ska beräknas utifrån ett dimensionerande 20-årsregn och utredningen ska utgå från avtappning som motsvarar 5-års regn och dimensionera behov av fördröjning av vatten vid 20-års regn.

3.1 Markanvändning

Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av befintliga byggnader i form av olika verksamheter så som affärer och restauranger med tillhörande parkeringar, se Figur 2 och Figur 16. För befintlig markanvändning (småindustri, kontor och handel med tillhörande parkering) har ytorna klassats som tak, grönyta, grus, hårdgjord yta, parkering, gator och vatten.



Figur 16. Nuvarande markanvändning i planområdet. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

Utifrån den planerade exploateringen har den framtida markanvändningen kategoriserats som tak, grönyta, hårdgjord yta, grönområde, parkering, väg och vatten, se Figur 17 och Tabell 1.



Figur 17. Planerad markanvändning efter exploatering. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i området att öka från en avrinningskoefficient (ϕ) på 0,57 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 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering uppdelat på kvartersmark och allmän platsmark.

Markanvändning	Area [ha]	Avr. koeff [-]	Reducerad area [ha]
<u>Nuläge kvartersmark</u>			
Takyta	2,00	0,9	1,80
Grönyta	2,33	0,1	0,23
Parkering	3,95	0,8	3,16
Hårdgjord yta	0,16	0,8	0,13
Gata/väg	0,11	0,8	0,09
Grus	0,20	0,45	0,09
Delsumma	8,75	0,63	5,50
<u>Nuläge allmän platsmark</u>			
Takyta	0,14	0,9	0,12
Grönyta	2,63	0,1	0,26
Parkering	0,60	0,8	0,48
Hårdgjord yta	0,15	0,8	0,12
Gata/väg	1,83	0,8	1,47
Vatten	0,31	1	0,31
Grus	0,20	0,45	0,09
Delsumma	5,85	0,49	2,85
Summa nuläge	14,6	0,57*	8,3
<u>Efter exploatering kvartersmark</u>			
Takyta	3,61	0,90	3,25
Grönyta	1,79	0,10	0,18
Parkering	0,70	0,80	0,55
Hårdgjord yta	2,48	0,80	1,98
Gata/väg	0,18	0,80	0,15
Delsumma	8,75	0,70	6,11
<u>Efter exploatering allmän platsmark</u>			
Takyta	0,03	0,9	0,03
Grönyta	2,05	0,1	0,21
Parkering	0,18	0,8	0,14
Hårdgjord yta	1,29	0,8	1,17
Gata/väg	1,18	0,8	1,45
Gångyta	0,33	0,8	0,26
Torg	0,48	0,8	0,39
Vatten	0,31	1	0,31
Delsumma	5,85	0,57	3,31
Summa efter exploatering	14,6	0,65*	9,4

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (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.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som är satt till 10 minuter före detaljplaneläggning och 10 minuter efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet. Enligt publikation 110 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 Svenskt Vattens P110 rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

Enligt Svenskt Vattens 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 2 redovisas flödesberäkningarna för nuvarande och framtida markanvändning för dessa regn. Det dimensionerande dagvattenflödet från hela planområdet förväntas öka från 2 400 l/s till 3 400 l/s för ett 20-års regn, vilket motsvarar en ökning med 42 %. Detta beror delvis på klimatfaktorn och delvis på en ökning av hårdgörningsgraden inom planområdet.

Tabell 2. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder.

	Kf	Varaktighet	5-årsregn	20-årsregn
Nuläge	1,00	10 min		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			181	287
Flöde från kvartersmark (l/s)			1 000	1 600
Flöde från allmän platsmark (l/s)			520	820
Summa			1 500	2 400
Efter exploatering	1,25	10 min		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			227	358
Flöde från kvartersmark (l/s)			1 400	2 200
Flöde från allmän platsmark (l/s)			750	1 200
Summa			2 100	3 400

3.3 Magasinsbehov

Fördröjningskravet är att flödet vid ett framtida 20-årsregn inte får öka jämfört med ett 5-årsregn med befintlig markanvändning och utan klimatfaktor, vilket innebär att ett flöde på cirka 3400 l/s ska fördröjas ned till 1 500 l/s för hela planområdet.

Magasinsberäkningar utifrån detta krav har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016) med värden från Tabell 2 (Ekvation 2). Utöver dessa beräkningar har även magasinsberäkningar tagits fram, med samma metod, utifrån kravet att ett 20-årsregn ska fördröjas ned till motsvarande avrinning från naturmark med samma storlek vid ett 20-årsregn idag, samt utifrån kravet att ett framtida 50-årsflöde ska fördröjas ned till ett 50-årsflöde idag. Det senare av dessa är för att illustrera hur stort behovet är av att fördröja betydligt kraftigare regn, för att inte förvärra belastningen på Skvalbäcken och kulverten under järnvägen jämfört med dagsläget vid större nederbördsmängder. Detta i enlighet med Trafikverkets yttrande (Trafikverket, 2024).

Ekvation 2. Magasinsvolym beräknat med (ekvation 9.1 i P110) med justering för ett ojämnt tappflöde.

$V = \text{specifik magasinsvolym (m}^3/\text{ha}_{red})$

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

$t_{regn} = \text{regnvaraktighet (min)}$

$t_{rinn} = \text{rinntid (min)}$

$K = \text{specifik avtappning från magasinet (l/s, ha}_{red})$

$C = \text{korrigeringsfaktor för ej konstant tappflöde} = 0,67 \text{ (Svenskt Vatten, 2004)}$

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

För att flödet 1 500 l/s inte ska öka efter framtida exploatering krävs en utjämningskapacitet på 1 100 m³ vid ett strypt tappflöde från dagvattenanläggningar (Tabell 3). Vid platsbrist kan erforderlig magasinsvolym minskas något genom att installera en så kallad flödesregulator. Konstanten C i Ekvation 2 sätts då till 0,95 (Stormtac, 2021). Det är dock vanligast att använda strypt utlopp för flödesutjämning, i magasinsberäkningarna används därför beräkningsmetodiken för ett strypt utlopp. Fördröjningsvolymen för kvartersmarken är cirka 700 m³ medan volymen för den allmänna platsmarken är cirka 400 m³. Fördelat på de tre

etappområdena (Figur 13-Figur 15) är magasinsvolymen cirka 400 m³ för etappområde 1 (inklusive ytor som inte ingår i något område), 400 m³ för etappområde 2 och 270 m³ för etappområde 3.

Tabell 3. Erfordrade fördröjningskrav vid tre olika beräkningsscenarier, totalt samt uppdelat på kvartersmark och allmän platsmark. Det huvudsakliga kravet är att fördröja ett framtida 20-årsregn ned till ett 5-årsregn idag, men här redovisas även volymer då ett framtida 20-årsregn fördröjs ned till ett 20-årsregn med naturmarksavrinning idag, samt volym för att fördröja ett framtida 50-årsregn ned till ett 50-årsregn idag.

Fördröjningskrav	Magasinsvolym totalt [m³]
Framtida 20-årsregn ned till 5-årsregn idag	1100
Framtida 20-årsregn ned till motsvarande naturmarksavrinning vid 20-årsregn idag	3400
Framtida 50-årsregn ned till 50-årsregn idag	800

Ur tabellen ses det att magasinsbehovet för att fördröja ett 50-årsregn efter exploatering ner till ett 50-årsregn i nuläget är 800 m³, vilket är mindre än magasinsbehovet för att fördröja ett framtida 20-årsregn ned till ett 5-årsregn i nuläget.

Det har även framförts önskemål från kommunen att särredovisa magasinsbehovet för fastigheten längst i nordvästra delen av området som i nuläget utgörs av en livsmedelsbutik med tillhörande parkering. Att magasinbehovet ska särredovisas för den fastigheten beror på att den inte planeras att förändras i nuläget (den ingår inte heller i någon av etapperna). Fastigheten utgörs av ca 4 300 m² hårdgjord parkering och ca 1 800 m² takyta. Med kravet att utgående dagvattenflöde vid ett 20-årsregn i framtiden inte får överstiga ett 5-årsregn i nuläget blir magasinbehovet för fastigheten 54 m³. Den volymen är inräknad i resultatet i Tabell 3.

3.4 Skyfall och översvämningsrisk

För att illustrera risken för översvämningsrisker i området vid kraftigare regn har en lågpunktskartering gjorts med hjälp av programmet Scalgo Live, baserat på Lantmäteriets markhöjdmodell och ett regndjup på 109 mm. Regnmängden motsvarar ett 100-årsregn med sex timmars varaktighet och en klimatfaktor på 1,25, vilket är den minsta rekommenderade klimatfaktorn enligt branschstandard i Svenskt Vattens P110. Regnmängden motsvarar också ett 100-årsregn med tre timmars varaktighet och en klimatfaktor på 1,4, vilket är den klimatfaktor som motsvarar en tidshorisont till år 2100 med det utsläppsscenario vi för närvarande följer (RCP 8.5) enligt Svenskt Vatten och SMHI (2020).

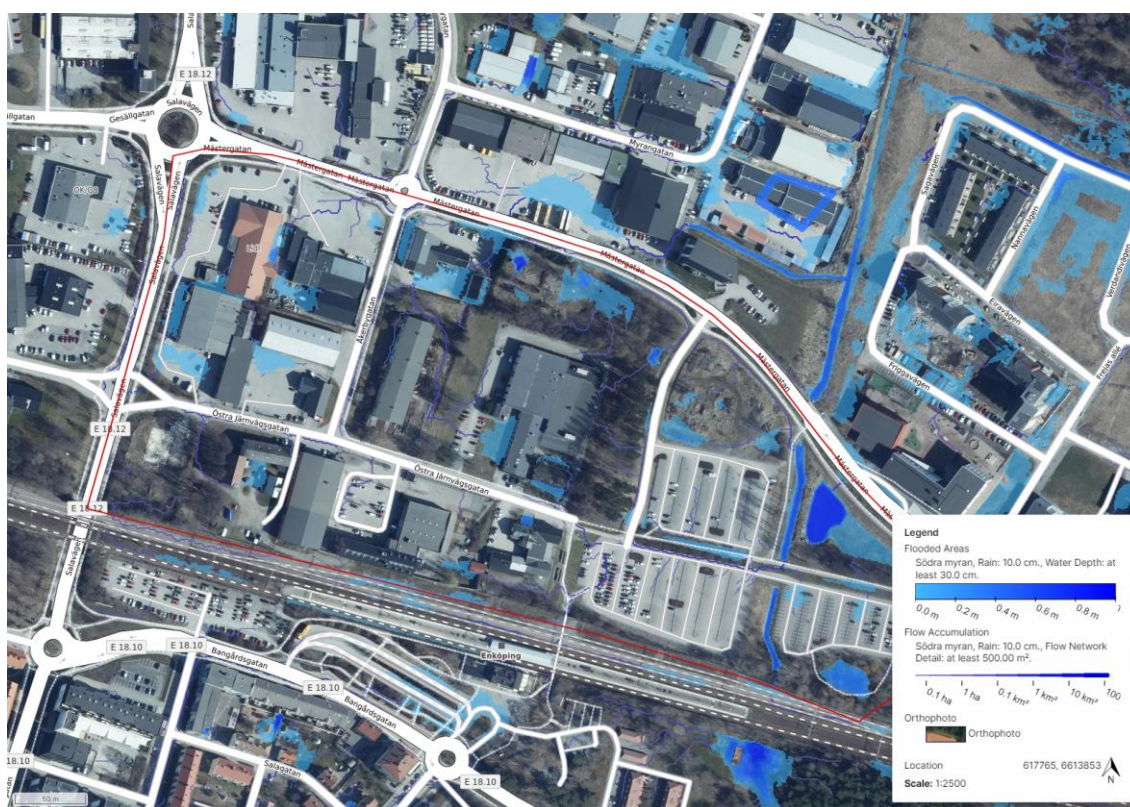
Karteringen ger en förenklad och potentiellt överskattad bild av översvämningsriskerna. Modellen saknar tidsaspekt, vilket motsvarar att regnvolymen skulle falla momentant. Modellen tar dock hänsyn till ledningsnätets kapacitet och infiltration i marken.

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. Lågpunktskarteringen visar att minst 10 cm djupt vatten riskeras i vissa delar av området, se Figur 18.

För att få en mer komplett bild av översvämningsriskerna vid kraftigare regn kan en hydrodynamisk skyfallsmodellering göras där hänsyn bland annat tas till regnförloppet, infiltration i mark och ledningsnätets kapacitet över tid. En sådan modellering har tagits fram av

DHI för hela Enköpings tätort och resultatet av marköversvämningar vid ett skyfall är mycket likt det som återges i nedan som är hämtat från Scalgo. I denna utredning har ingen fördjupning genomförts av framtagen skyfallsmodellering då resultatet var snarlikt det som framkom från lågpunktskarteringen i Scalgo (Figur 18).

Figur 18 återges en översigtsbild över vattenflöden vid ett regn motsvarande ett 100-årsregn för planområdet i nuläget. Inga stora vattenansamlingar förväntas inom planområdet vid skyfall. Dock finns det för närvarande några lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ansamlas. Det är viktigt att byggnaderna vid dessa platser höjs vid exploateringen så att vattnet 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. Här planeras det för nya byggnader varpå det finns goda möjligheter till att förändra höjdsättning för att leda vattnet mot mer lämpliga ytor. Dels riskerar några områden i mellersta delen av området att ha stående vatten, de områdena planeras även de att exploateras med nya byggnader och nytt utseende. Det finns goda möjligheter att minska risken för stående vatten inom området vid exploatering.



Figur 18. Översigtsbild över vattenansamlingar (blått) vid ett 100-årsregn genom lågpunktskartering i Scalgo live. Använt regn är 100 mm, vilket motsvarar regnmängden som faller på sex timmar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor på 1,2. Hänsyn tas delvis till infiltration och ledningsnät.

3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (Stormtac, 2023). 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 separat för allmän platsmark och kvartersmark med kategorisering av markanvändningsslag enligt Tabell 4.

Tabell 4. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web (v.22.3.2)

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]
Kvartersmark		
Centrumområde inkl. kvartersgator	4,9	2,3
Grönyta	2,0	0,04
Markparkering	1,3	0,11
Grus	1,2	-
Gång/cykelväg	0,01	-
Gata	0,11	0,14
Flerfamiljshus inkl. kvartersgator	-	4,7
Skolområde	-	0,84
Takyta parkeringshus		0,68
Summa	8,7	8,7
Allmän platsmark		
Takyta	0,14	0,03
Hårdgjorda ytor	0,15	-
Grönyta	2,6	2,1
Parkering	0,61	0,17
Mästergatan (ÅDT 1000*)	0,25	0,25
Salavägen (ÅDT 5000**)	0,19	0,19
Lokalgata	1,4	0,8
Grus	0,20	-
Ytvatten	0,31	0,31
Torg	-	2,0
Summa	5,8	5,8

*Årsdygnstrafik antaget till totalt 1000 fordon per dygn.

**Årsdygnstrafik antaget till totalt 5000 fordon per dygn.

Belastning för näringsämnen kväve och fosfor, sex vanligt förekommande tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material redovisas i Tabell 5 som medelvärde ± osäkerhet, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar i Stormtac.

För ytorna inom den planerade kvartersmarken och allmänna platsmarken medför planerad exploatering ingen större påverkan på den dagvattenburna mängden av medtagna ämnen. Utifrån belastningsberäkningarna kan varken en ökning eller minskning fastställas 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 typer och utbredning av ytor.

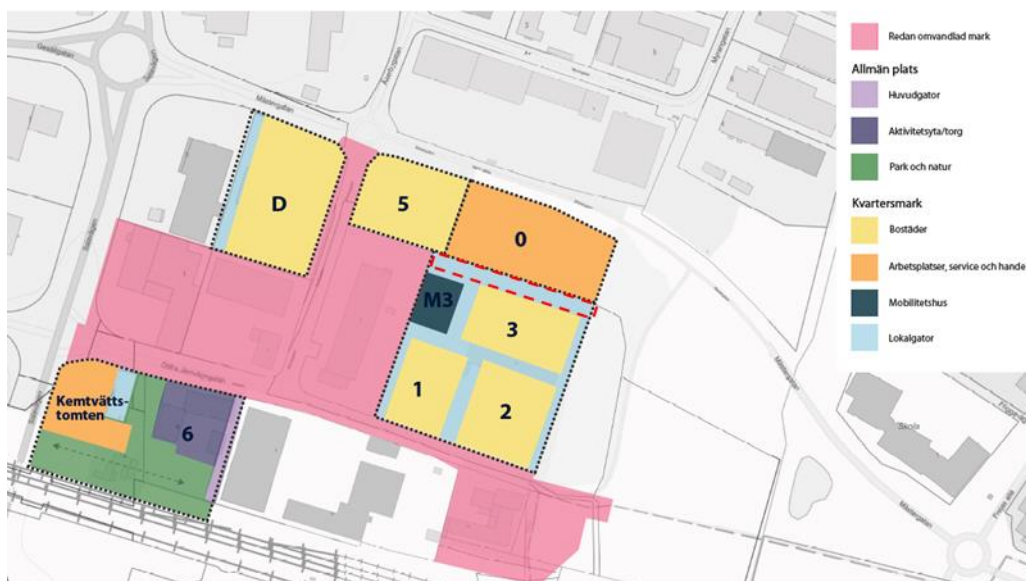
Tabell 5. Föroreningsbelastning (kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat materia för kvartersmark respektive allmän platsmark, för nuläge och efter exploatering utan åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet. Statistiskt säkerställda förändringar markeras i grönt och fetstil.

		Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring
Kvartersmark				
Fosfor	P [kg/år]	8,3 ± 2,4	7,9 ± 2,4	-0,40
Kväve	N [kg/år]	65 ± 21	68 ± 22	3,0
Bly	Pb [kg/år]	0,58 ± 0,21	0,45 ± 0,19	-0,13
Koppar	Cu [kg/år]	1,2 ± 0,38	0,95 ± 0,36	-0,25
Zink	Zn [kg/år]	5 ± 1,6	3,8 ± 1,6	-1,2
Kadmium	Cd [kg/år]	0,027 ± 0,0093	0,024 ± 0,0087	0,003
Krom	Cr [kg/år]	0,25 ± 0,08	0,28 ± 0,094	0,03
Nickel	Ni [kg/år]	0,26 ± 0,082	0,28 ± 0,093	0,02
Suspenderat material	SS [kg/år]	3700 ± 1300	2800 ± 1000	-900
		Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring
Allmän platsmark				
Fosfor	P [kg/år]	2,6 ± 0,9	2,5 ± 0,9	-0,10
Kväve	N [kg/år]	36 ± 15	45 ± 19	9,00
Bly	Pb [kg/år]	0,18 ± 0,08	0,19 ± 0,09	0,01
Koppar	Cu [kg/år]	0,41 ± 0,19	0,4 ± 0,2	-0,01
Zink	Zn [kg/år]	1,2 ± 0,6	0,97 ± 0,43	-0,23
Kadmium	Cd [kg/år]	0,0077 ± 0,0026	0,0062 ± 0,0025	-0,002
Krom	Cr [kg/år]	0,23 ± 0,08	0,16 ± 0,06	-0,07
Nickel	Ni [kg/år]	0,12 ± 0,05	0,094 ± 0,036	-0,03
Suspenderat material	SS [kg/år]	1300 ± 690	730 ± 360	-570

4 Förslag på dagvattenhantering

I planprogrammet framhålls att det är önskvärt med grönska och gröna dagvattenlösningar. Föreslagen dagvattenhantering bygger på lokalt omhändertagande av dagvatten i nära anslutning till där dagvattnet uppstår. Här har det antagits att hela behovet av utjämningsvolym för dagvatten hanteras på den allmänna platsmarken inom planområdet, eller mark som föreslås bli allmän platsmark. För att uppnå önskad reningsgrad så ska kvartersmark inom planområdet förhålla sig till 20 mm i enlighet med den åtgärdsnivå som Enköpings kommun för närvarande arbetar med att ta fram. I bilaga A ges översiktliga förslag på hantering av dagvatten på kvartersmark.

Då den sedan tidigare allmänna platsmarken är något begränsad att inrymma hela fördröjningsbehovet har det, enligt överenskommelse med kommunen, även föreslagits dagvattenhantering i en av de lokalator inom etapp 2 som tidigare angivits som kvartersmark. Förslagsvis blir den gatan också allmän platsmark, se Figur 19.



Figur 19. Röd markering avser lokalgata som föreslås bli allmän platsmark för att inrymma dagvattenhantering. Bakomliggande figur är hämtad från Enköpings kommuns planprogram.

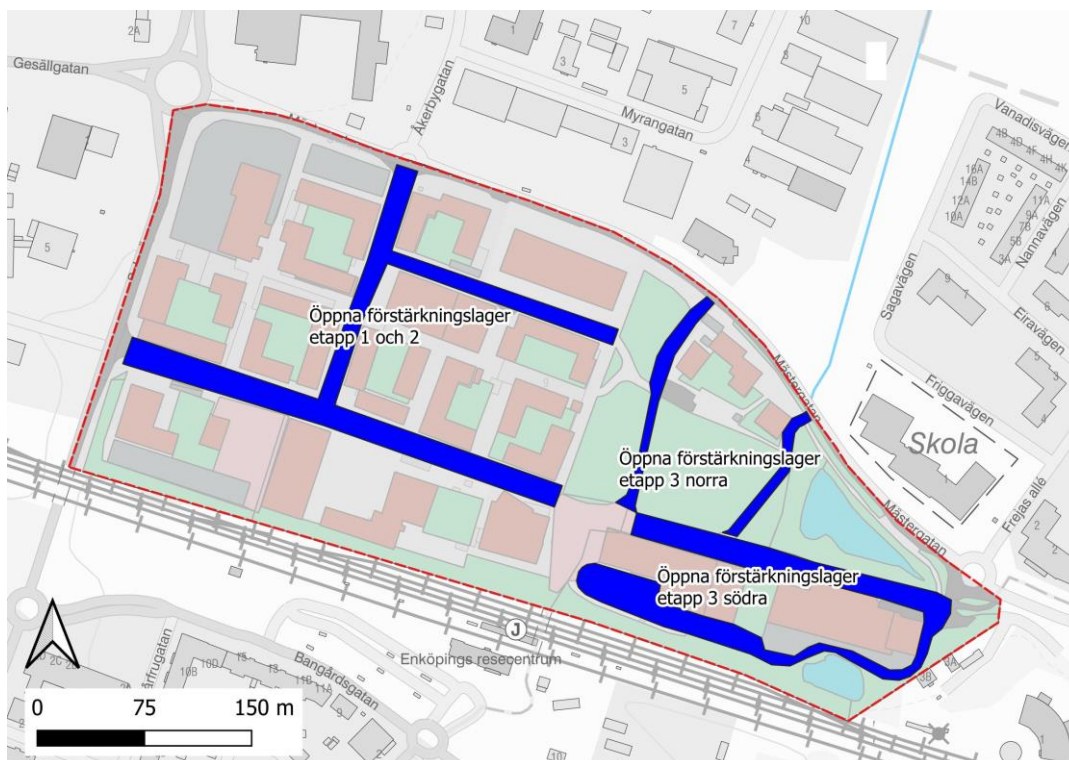
Inom hela området finns en problematik med förorenade massor. Det i kombination med att området även har en grundvattenrecipient och delvis hög genomsläpplighet i jordlagren innebär att hantering av dagvatten behöver ske så att riskerna att förorena grundvattnet minimeras. I planeringsarbetet arbetar kommunen utifrån förutsättningen att hela området behöver saneras. Exploateringen av området är indelat i olika etapper som kommer att utvecklas en i taget (se Figur 13 - Figur 15). För att minska risken att dagvattenhanteringen förorenar grundvattnet har föreslagna dagvattenåtgärder anpassats efter etappindelningen, för att hanteringen av dagvatten ska ske där marken redan sanerats. Etappindelningen är hämtad från kommunens planprogram för Stationsstaden (Enköpings kommun, 2024). Åtgärdsförslagen är indelade i en för etapp 1 och 2, en för norra delen av etapp 3 och en för södra delen av etapp 3. Att åtgärdsförslagen för etapp 1 och etapp 2 har lagts ihop är för att åtgärder i huvudsak är placerade i gaturummet för de föreslagna huvudgatorna inom etapp 1. Det föreslås därmed att under arbetet med etapp 1 anläggs dagvattenåtgärder i gaturummet som dimensioneras och utformas för att även kunna ta emot dagvatten från etapp 2. Detta gäller undantaget från en del av en lokalgata i etapp 2, se Figur 19. Den lokalgatan föreslås bli allmän platsmark och hantera dagvatten från kvarter 0, M3 och 3 inom etapp 2. Då marken där inte planeras att saneras under arbetet med etapp 1 föreslås att dagvattenåtgärder där anläggs först under arbetet med etapp 2, då enbart fastigheter inom etapp 2 föreslås leda dit.

Även dagvattnet för området som inte ingår i någon av etapperna (det södra området av de två områdena markerade i Figur 13) föreslås om möjligt att hanteras i dagvattenåtgärder i gaturummet i etapp 1. För det nordvästra området som inte ingår i någon av etapperna har det inte föreslagits några dagvattenåtgärder, men fördröjningsbehovet som fastigheten ger upphov till är medtaget i angiven dimensionering för föreslagna dagvattenåtgärder. Dock kommer det bli tekniskt utmanande att leda detta område till föreslagna åtgärder.

Magasinsbehovet för hela planområdet kan hanteras i öppna förstärkningslager under några av gatusektionerna, se Figur 20. De öppna förstärkningslagerna kan, och rekommenderas att, kombineras med gröna lösningar i marknivå, exempelvis regnbäddar eller träd i hårdgjord yta för att ge bättre reningsförmåga och ytterligare fördröjningsvolym. Ytterligare ett komplement som kan öka reningsgraden är att utforma parkeringsytor med genomsläpplig beläggning för att öka fördröjning och rening på dessa ytor. Det är också möjligt att grönytor på allmän plats kan

anläggas nedsänkta i relation till omkringliggande ytor, för att bilda mindre, ytliga fördröjningsytor för dagvatten för att jämna ut belastningen på ledningsnätet och Skvalbäcken. Hela åtgärdsbehovet bedöms kunna rymmas i de öppna förstärkningslagerna, men kompletterande åtgärder kan ge ökad rening och andra mervärden. T.ex. så kan torgytan som ingår i etapp 1, se Figur 13, utformas med genomsläpplig beläggning på utvalda delar eller med planteringar som kan ta emot och rena och fördröja dagvatten från torgytan.

Principiella anläggningsbeskrivningar för öppna förstärkningslager och andra potentiella kompletterande åtgärder presenteras i avsnitt 4.1 till 4.6.



Figur 20. Föreslagen placering av öppna förstärkningslager (blått) under gatusektioner. Åtgärderna har delats upp i tre sektioner – en för etapp 1 och 2, en för norra delen av etapp 3 och en för södra delen av etapp 3. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2024.

Tabell 6. Sammanställning av föreslagna dagvattenåtgärder för respektive område, samt magasinbehov, specifik magasinerad volym och ytbehov för anläggningarna. Specifika volymer och ytbehov utgår ifrån att förstärkningslager läggs under halva gaturummet för markerade ytor i Figur 20.

Område	Magasinbehov [m ³]	Föreslagen åtgärd	Specifik magasinervolym [m ³ /m ² yta]	Ytbehov [m ²]	Beskrivning
Etappområde 1 och 2	800 (400 per etapp)	Öppet förstärkningslager	0,08	5 020	0,63 m djup, 25 % porositet
Etappområde 3, norra	110	Öppet förstärkningslager	0,11	520	0,86 m djup, 25 % porositet
Etappområde 3, södra	160	Öppet förstärkningslager	0,03	2 900	0,22 m djup, 25 % porositet

Då det inom planområdet finns förorenad mark samt att avståndet till grundvattennivåerna är okända och området ligger inom sekundär skyddszon till Enköpings dricksvattentäkt, kan det finnas behov av att ha täta bottnar i åtgärderna. I de fall det finns tillräckligt avstånd (minst en meter) till högsta grundvattennivå och inga markföroreningar påvisats (till exempel efter tillräcklig sanering eller genomförd markprovtagning), kan dock anläggningarna delvis, beroende på kommunens känslighetskartläggning inom området, utformas med öppna bottnar för att möjliggöra infiltration och möjlighet till att bidra till grundvattenbildningen. Eftersom dagvattenåtgärderna i huvudsak är placerade i gaturummet och även kommer att ta emot dagvatten från gator med biltrafik krävs dock tillräcklig rening av dagvattnet, och inte enbart fördröjning, för att det ska vara möjligt att infiltrera dagvattnet ner till grundvattnet.

Befintligt dagvattennät planeras att ligga kvar och avtappning från föreslagna dagvattenåtgärder bör ledas till det befintliga dagvattennätet. För att minska översvänningsproblematiken längs Salavägens passage under järnvägen är det önskat att dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt leds mot Skvalbäcken, precis som i nuläget. Dock är även områdena uppströms planområdet översvänningsdrabbade delvis till följd av flaskhalsar i Skvalbäcken. Det är därför av vikt, inom hela området, att hitta lämpliga ytor för fördröjning av dagvatten.

I det sydvästra området som i nuläget leds ut längs med Salavägen ("Kemtvättstomten" och yta 6 inom etapp 2) är det av extra stor vikt att införa de fördröjningsåtgärder som föreslås. Detta eftersom det i nuläget finns problem med tidvis översvämning i viadukten under järnvägen och då den nya planen inte får medföra en försämrad situation, utan istället gärna får minska den direkta avrinningen genom fördröjningsåtgärder. Inom det området planeras det för park och naturytor som skulle kunna fungera som fördröjningsytor. Detta föreslås studeras mer i detalj för respektive etapputveckling.

4.1 Öppna förstärkningslager

Det huvudsakliga åtgärdsförslaget 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. 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 21.



Figur 21. Schematisk skiss över ett öppet förstärkningslager under en gata, med regnbäddar och träd i anslutning. Illustration: Edge (Fridell m.fl., 2023).

För att skapa en permanent fördröjningsvolym anläggs bräddavlopp till dagvattennätet lite högre upp 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 rening genom sedimentation och fastläggning av partiklar. Det rekommenderas därmed att leda ner vattnet, framförallt dagvattnet från mer smutsade ytor som gator, via planteringsytor.

För att inte riskera att fördröjda vattenmassor fryser och skadar vägkonstruktionen bör öppna förstärkningslager för dagvattenfördröjning anläggas på minst cirka 1 meters djup.

I området för Stationsstaden föreslås hela dagvattenutjämningsbehovet ske i det öppna förstärkningslagret i några utvalda gatusektioner (Figur 20). 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. I denna utredning lyfts ett exempel på utbredning och djup som erfordras för att, med de utvalda gatusektionerna, skapa tillräckliga fördröjningsvolymmer (Tabell 6).

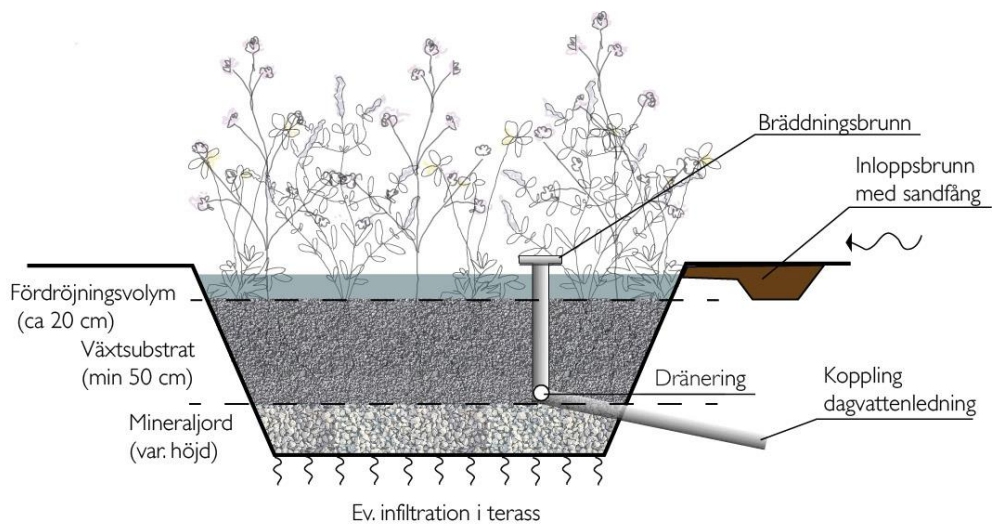
Utbredningen går att modifiera genom att göra mindre utbredda men djupare förstärkningslager om den tillgängliga ytan är mindre.

4.2 Regnbäddar

Regnbäddar är 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. 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 behov, men principiellt består regnbäddarna av en yttlig fördröjningsvolym, ett filtrerande lager och en bräddbrunn (Figur 22).

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 23 och Figur 24.



Figur 22. Principiell uppbyggnad av en regnbädd. Illustration: WRS.



Figur 23. Exempel på utformning av nedsänkta regnbäddar med trädplantering i anslutning till gata, gång- och cykelväg i Uppsala. Foto: WRS.



Figur 24. Exempel på nedsänkt regnbädd i anslutning till en parkering. Foto: WRS.

4.3 Träd i hårdgjord yta

Träd i hårdgjord yta (även kallat träd i skelettjord 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.

Gropen behöver ett djup av minst någon meter för att få plats med träd, och med en yta som är cirka 5 till 20 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan. 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. Träden kan förses med vatten via inloppsbrunnar. Exempelbilder på träd i hårdgjord yta visas i Figur 25.



Figur 25. Två exempel på träd i skelettjordar. Eftersom konstruktionen ligger under markytan kan anläggningen anpassas gestaltningsmässigt för att passa in i området. Foto: WRS.

4.4 Genomsläpplig beläggning

För markförlagda parkeringsytor 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. På så sätt skapas ett reningssteg när vattnet filtrera genom materialet. Ytskiktet läggs ovanpå det öppna förstärkningslagret så att vatten som infiltrerar genom ytan fördröjs och renas vidare. Exempelbild på parkering med genomsläpplig beläggning visas i Figur 26.



Figur 26. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS.

4.5 Oljeavskiljare

Enligt Enköpings kommuns riktlinjer (Enköpings kommun, 2018) krävs det att en oljeavskiljare anläggs vid exploatering av området med parkeringshus med golvavlopp. Inom planområdet planeras några parkeringshus, och dessa behöver utrustas med oljeavskiljare om de förses med golvavlopp. I första hand ska parkeringshusen dock anläggas utan golvavlopp.

Oljeavskiljare installeras för att förhindra utsläpp av oönskade ämnen, såsom olja och bensin, 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).

4.6 Nedsänkta grönytor

Genom att anlägga grönytor i området något nedsänkta i terrängen jämfört med omkringliggande ytor kan ytterligare fördröjningsvolym skapas. Detta kan vara ett sätt att avlasta de öppna förstärkningslagerna, så att utjämningsbehovet för dessa minskar något. En nedsänkt grönyta är en skålformad gräsyta 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 eventuellt ytor runt dessa, kan mängden dagvatten som rinner av till övriga dagvattenanläggningar minskas. Förslagsvis kan mindre förorenande ytor, så som gång- och cykelvägar ledas till gräsytor, medan mer förorenade ytor som parkeringar och vägar bör avvattas mot det huvudsakliga dagvattenåtgärdssystemet. Om vatten från omkringliggande ytor ska kunna ledas till grönytor så behöver vatten kunna avrinna naturligt mot ytorna. Det är därför viktigt att undvika upphöjd kantsten runt grönytor i detta fall.

Beroende på hur kraftigt gräsytor 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 fördröjningsvolym. Om infiltrationen i området är begränsad så behöver grönytor förses med en mer genomsläpplig jord (exempelvis sandjord) och dräneringsledning 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 gräsytan är överfull av vatten. Exempelbilder på en nedsänkt grönyta i stadsmiljö visas i Figur 27.



Figur 27. Exempel på nedsänkta ytor i stadsnära miljö som även kan inbjuda till lek. Foto: WRS.

5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

Planerad exploatering av området, från ett parkeringstätt område till ett område innehållande mer bostäder och där markparkeringar byts ut till fördel 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 MKN och som inte uppnår god status, är det en ambition att rena så mycket av dagvattnet som möjligt för att underlätta möjligheten att uppnå beslutade MKN. Då dagvattenflödet behöver fördröjas på grund av översvämningsproblematik uppströms och nedströms området, avsaknad av kapacitet i befintligt ledningsnät samt flaskhalsar i Skvalbäcken har fördröjningsåtgärder som även bidrar med rening föreslagits.

Föreslagna åtgärder kan omhänderta ca 1 100 m³ dagvatten vid ett dimensionerande 20-årsregn. Det innebär att inga ytterligare volymer behöver skapas för att klara av magasinbehovet på 800 m³ som behövs för att inte öka utgående flöde vid ett 50-årsregn, i enlighet med Trafikverkets yttrande (Trafikverket, 2024). Dock behöver anläggningarna som föreslås i så fall dimensioneras för att kunna ta hand om de flöden som uppstår vid ett 50-årsregn, alternativt skapas ytterligare platser för sådan fördröjning, t.ex. genom nedsänkts grönytor dit vattnet leds ytligt, för att inte behöva dimensionera föreslagna BGG-system för att kunna leda ner ett 50-årsregn.

För att ge en bild av en föroreningsituation efter exploatering med införda dagvattenåtgärder har ett räkneexempel använts där det antagits att allt dagvatten från området passerar genom regnbäddar. Om enbart öppna förstärkningslager används, där vattnet leds ner direkt via brunn eller ledning utan att infiltrera genom en grönyta så som en regnbädd, nedsänkt grönyta eller dylikt så blir reningseffekten något lägre vad som framgår i Tabell 7. Kommunens ambition är dock att anlägga blågröna kompletterande åtgärder, exempelvis regnbäddar, så vi bedömer att detta beräkningsscenario är realistiskt.

För att utvärdera effekten av åtgärdsförslagen för dagvattenhanteringen har den förväntade belastningen beräknats i Stormtac. Belastningen från nuvarande markanvändning har jämförts med framtida markanvändning med dagvattenrening. Reningseffekten har beräknats utifrån att både kvartermark och allmän platsmark renas i nedsänkta regnbäddar, men liknande reningseffekt kan uppnås även med andra föreslagna åtgärder.

I Tabell 7 visas resultatet från föroreningsberäkningar för kvartermark respektive allmän platsmark med nuvarande belastning och framtida belastning efter LOD. Efter rening beräknas belastningen från planområdet minska från de flesta av de undersökta ämnena i och med åtgärdsförslagen. För fosfor, kväve och krom från både kvartermark och den allmänna platsmarken, samt koppar från allmän platsmark, kan en minskning inte fastställas eftersom förändringen är mindre än osäkerheten. Resultaten tyder på en minskning även för dessa ämnen, men ingen förändring i belastning kan fastställas för dem.

Tabell 7. Föroreningsbelastning (kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat materia för kvartermark respektive allmän platsmark, för nuläge och efter exploatering med införda åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet. Statistiskt säkerställda förändringar markeras i grönt och fetstil.

		Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring
Kvartermark				
Fosfor	P [kg/år]	8,3 ± 2,4	4,4 ± 5,2	-3,90
Kväve	N [kg/år]	65 ± 21	46 ± 25	-19,00
Bly	Pb [kg/år]	0,58 ± 0,21	0,12 ± 0,051	-0,46
Koppar	Cu [kg/år]	1,2 ± 0,38	0,51 ± 0,24	-0,69
Zink	Zn [kg/år]	5 ± 1,6	0,93 ± 0,4	-4,07
Kadmium	Cd [kg/år]	0,027 ± 0,0093	0,0042 ± 0,0023	-0,02
Krom	Cr [kg/år]	0,25 ± 0,08	0,15 ± 0,17	-0,10
Nickel	Ni [kg/år]	0,26 ± 0,082	0,066 ± 0,026	-0,19
Suspenderat material	SS [kg/år]	3700 ± 1300	870 ± 340	-2830
		Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring
Allmän platsmark				
Fosfor	P [kg/år]	2,6 ± 0,93	1,5 ± 1,8	-1,10
Kväve	N [kg/år]	36 ± 15	30 ± 19	-6,00
Bly	Pb [kg/år]	0,18 ± 0,077	0,058 ± 0,026	-0,12
Koppar	Cu [kg/år]	0,41 ± 0,19	0,23 ± 0,12	-0,18
Zink	Zn [kg/år]	1,2 ± 0,56	0,28 ± 0,12	-0,92
Kadmium	Cd [kg/år]	0,0077 ± 0,0026	0,0014 ± 0,00078	-0,01
Krom	Cr [kg/år]	0,23 ± 0,079	0,088 ± 0,1	-0,14
Nickel	Ni [kg/år]	0,12 ± 0,045	0,03 ± 0,017	-0,09
Suspenderat material	SS [kg/år]	1300 ± 690	320 ± 170	-980,00

6 Slutsatser

Genomförd dagvattenutredning har resulterat i följande slutsatser:

- Den planerade exploateringen innebär att hårdgörningsgraden för planområdet ökar, med en ökning av avrinningskoefficient från 0,57 till 0,65. Detta tillsammans med att hänsyn tas till en klimatkoefficient 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 1 100 m³ fördröjas inom planområdet. Med föreslagna åtgärder bedöms planområdet kunna omhänderta hela fördröjningsvolymen.
- Volymbehovet att inte öka utgående flöde till kulverteringen av Skvalbäcken under järnvägen vid ett 50-årsregn är 800 m³. Den volymen kan därmed rymmas i föreslagna lösningar, dock behöver då i så fall dimensioneras så att de kan ta emot ett 50-årsregn istället för ett 20-årsregn. Som alternativ kan istället planerade grönytor sänkas ner för att ta emot delar av de 800 m³ genom ytlig avrinning.
- Planerad exploatering av området innebär att den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och suspenderat material inte ökar enligt belastningsberäkningen. Rening av dagvattnet från särskilda ytor krävs dock ändå, till exempel från markparkeringar och gator. Då dagvattnet leds till Enköpingsån, en vattenförekomst med beslutade MKN och som ej uppnår god status, är det dock en bra ambition att även rena allt dagvattnen som fördröjs för att underlätta möjligheten att uppnå beslutade MKN.
- Inom området idag finns det några lokala lågpunkter där vatten riskerar att bli stående vid större regn, upp till ett djup motsvarande ca 10 - 15 cm. Det är därför av vikt att ha detta i åtanke vid höjdsättning inom 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 och istället leda vattnet mot grönytor där det kan tillåtas stå och infiltrera.
- För att fördröja dagvattnet inom planområdet föreslås lokalt omhändertagande i form öppna förstärkningslager under några av gatusektionerna. Dessa kan utformas på många olika sätt för att uppnå tillräcklig fördröjningsvolym, men kombineras med fördel med andra dagvattenåtgärder som ger förbättrad rening, exempelvis regnbäddar och träd i hårdgjord yta. 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 MKN 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. Det kan dock finnas behov av täta lösningar beroende på avståndet till grundvattennivåer och beroende på resultatet av planerade marksaneringar inom området.

Referenser

- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. Svenskt Vatten Utveckling, Nr. Nr 2016-05.
- ENKÖPING KOMMUN, 2023. Planprogram för Stationsstaden, Enköping.
- ENKÖPING KOMMUN, 2015. Detaljplan för Del av Romberga 23:14 mfl, Plan- och genomförandebeskrivning för Romberga 23:14 m fl, Kyrkoherdens fiskevatten .
- ENKÖPING KOMMUN, 2018. riktlinjer för oljeavskiljare i Enköpings Kommun.
- ENKÖPING KOMMUN, 2024. Planprogram för Stationsstaden - En del av klimatsmarta Myran.
- FRIDELL, K., HALLGREN, E., VYSOKÝ, M., LINNENSTEN, 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.
- LÄNSSTYRELSEN, 2023a. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=9ff5d99bf7a540d8b802113bd450249e&bookmarkid=10695>.
- LÄNSSTYRELSEN, 2023b. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA92594556>.
- MSB, 2015. *Intensiv korttidsnederbörd - Riktlinjer för översvämning av urbana områden - förstudie*.
- NATURVÅRDSVERKET, 2007. *Oljeavskiljare*. Naturvårdsverket, Nr. FAKTA 8283.
- OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, 2024. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- SGU, 2023. SGU kartvisare, grundvatten [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvatten-1-miljon.html?zoom=672940.8603974557,6592364.340735221,677420.8693574737,6594483.94497443>.
- 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.
- STORMTAC, 2021. *Guide - Stormtac Web*. Stockholm.
- STORMTAC, 2023. Stormtac Web v.23.2.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2004. *Publikation P90 - Dimensionering av allmänna avloppsledning*. Nr. ISSN nr: 1651-4947.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. 1:a uppl. Stockholm: Svenskt Vatten.
- SVENSKT VATTEN och SMHI, 2020. *Rekommendationer vid val av nederbördsstatistik för dimensionering av dagvattensystem*. Motala, PM.
- TRAFIKVERKET, 2024. Trafikverkets yttrande Samråd gällande planprogram för södra Myran - Stationsstaden, Enköpings kommun.
- VATTENMYNDIGHETERNA, LÄNSSTYRELSENA, och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2023. Vattenkartan [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>.
- WRS AB, 2023. *Dagvattenutredning Södra Myran, Enköping*. Nr. 2023 1975 A1.

Bilaga A – exempel på dagvattenhantering på kvartersmark

I planprogrammet framhålls att det är önskvärt med grönska och gröna dagvattenlösningar. Föreslagen dagvattenhantering bygger på lokalt omhändertagande av dagvatten i nära anslutning till där dagvattnet uppstår. Åtgärderna som föreslås är gröna tak, regnbäddar, nedsänkta grönytor, träd i hårdgjord yta, genomsläppliga beläggningar samt underliggande makadammagasin/öppna förstärkningslager. Då det inom planområdet finns förorenad mark samt då avståndet till grundvattennivåerna är okända och då området ligger inom sekundär skyddszon till Enköpings dricksvattentäkt, kan det finnas behov av täta bottnar i nedan förslagna markförlagda dagvattenåtgärder. I de fall det finns tillräckligt avstånd (minst en meter) till högsta grundvattennivå och inga markföroreningar (till exempel efter tillräcklig sanering eller genomförd markprovtagning), bör dock anläggningarna generellt utformas med öppna bottnar för att möjliggöra infiltration och möjlighet till att bidra till grundvattenbildningen.

I Tabell 1 redovisas föreslagna dagvattenåtgärder för respektive markanvändning inom kvartersmark. Alternativa åtgärder redovisas också. Tabellen är tänkt att fungera som stöd vid val av anläggning

Tabell 1. Sammanställning av föreslagna dagvattenåtgärder för respektive markanvändning inom kvartersmark

Marktyp	Åtgärd	Beskrivning
Takytor	Regnbäddar	Nedsänkt 20 cm Ytbehov 5-10 % av hårdgjord yta
Takytor, alternativ	Gröna tak	Substratdjup minst 15 cm Ytbehov 50-75 % av takyta
Gårdsytor	Regnbäddar	Se beskrivning ovan
Gårdsytor, alternativ	Nedsänkt gräsmatta	Nedsänkt 10 cm Ytbehov minst 5 % av gårdsyta
Markförlagd parkering	Regnbäddar	Se beskrivning ovan
Markförlagd parkering, alternativ	Genomsläpplig beläggning	Ytbehov minst 25 % av hårdgjord yta Porositet cirka 30 %
Kvartersgator och GC-vägar	BGG-stråk	Stråk med gröna ytor i marknivå med underliggande öppet förstärkningslager under, se avsnitt 4.1 i rapporten
Kvartersgator och GC-vägar, alternativ	Träd i hårdgjord yta	Ytbehov cirka 17 m ² per träd Ytbehov minst 5–20 % av hårdgjord yta Porositet cirka 30 % Magasinerar ca 5 m ³ per träd

Dagvatten inom kvartersmark

Regnbäddar

Takytorna som lutar mot innegård i kvartersmark föreslås i första hand ledas till regnbäddar intill fasaderna, se exempel i Figur 1. Regnbäddar är planteringsytor med förmåga att rena och fördröja dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och stödjer biologisk mångfald i

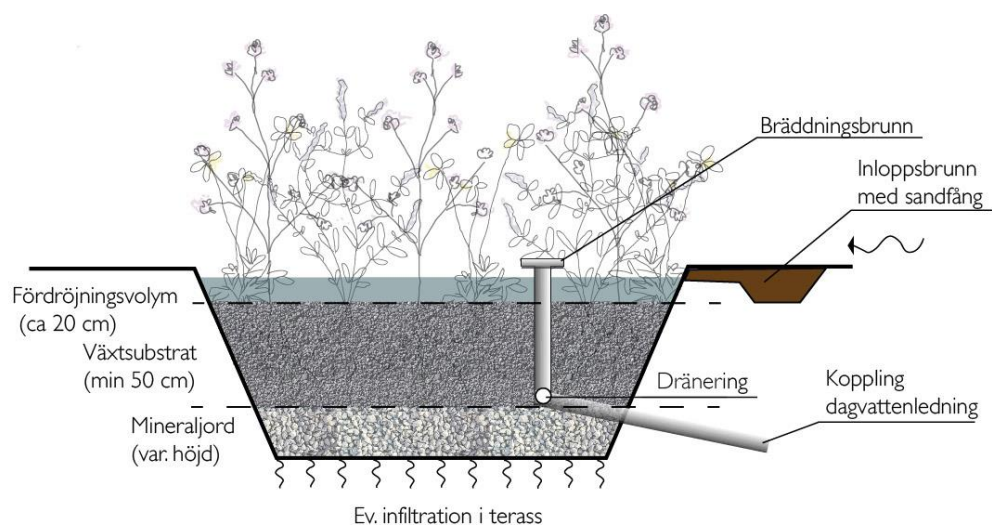
stadsmiljön (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Regnbäddar har en relativt hög reningsgrad, beroende på djup och material. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar, exempelvis fosfor och bly, kan nå upp till 80–90 procent (Blecken, 2016). Regnbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.

Regnbäddar kan utformas på många olika sätt beroende på behov, men principiellt består regnbäddarna av en ytlig fördröjningsvolym, ett filtrerande lager och en bräddbrunn, se Figur 2.

Regnbäddarnas yta bör utgöra cirka 5 till 10 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan. Fördröjningsvolymen kan varieras beroende på behov.



Figur 1. Exempel på regnbäddar för takvatten placerade på förgårdsmark i Stockholm. Foto: WRS.



Figur 2. Principiell uppbyggnad av en regnbädd. Illustration: WRS.

Gröna tak

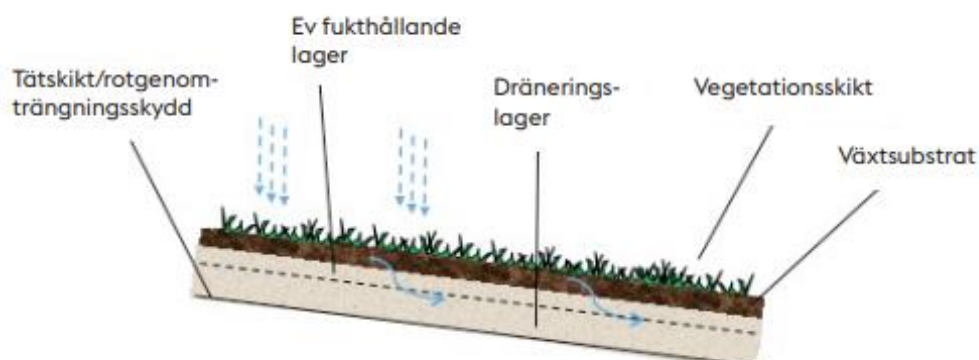
För takytor som lutar ut mot gata där tillräcklig förgårdsmark för regnbäddar inte kan säkras är gröna tak en alternativ åtgärd, se exempel i Figur 3. Gröna tak med substratdjup på minst 15 cm kan omhänderta 20 mm nederbörd för den ytan som taket anläggs på.

Vegetationsklädda tak är uppbyggda i flera skikt, med ett dräneringslager underst, se Figur 4. Dräneringslagret vilar direkt på tätskiktet i takkonstruktionen och överlagras av ett jordlager där vegetationslagret i sin tur är förankrat. Nederbörd fångas upp av vegetation och jordlager och det vatten som inte magasineras avleds genom dräneringslagret eller avdunstar (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b).



Figur 3. Exempel på utformning av tjockt grönt tak. Foto: Jonathan Malmberg.

Om istället tunnare gröna tak används på motsvarande takyta ökar behovet av åtgärder för hantering av takdagvattnet i marknivå. Detsamma gäller om inga gröna tak anläggs, då ökar också behovet av regnbäddar i marknivå.



Figur 4. Principskiss över ett vegetationsklätt tak. Illustration: WRS.

Nedsänkta grönytor

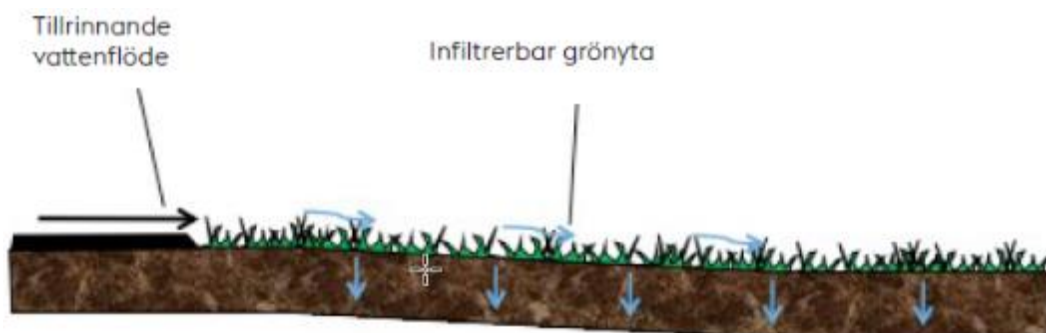
Dagvatten från bostadsgårdarna och förskolegården föreslås omhändertaras genom att vissa delar av innegårdarna utformas som nedsänkta ytor med förstärkt infiltrering och bortledning via dräneringsledning, se exempel i Figur 5. En nedsänkt grönyta är en skålformad gräsyta där vatten tillfälligt tillåts översvämma vid intensiva regn (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c).

Ytorna utformas med en bräddbrunn kopplad till dräneringsledningen med inlopp i samma höjd som maximal tänkt vattenyta. Den maximala tillåtna vattenytan ska även ta hänsyn till att överskridande vatten kan ledas ut från innergården med ytlig avrinning för att inte orsaka problem vid kraftigare regn än dimensionerat för. Generellt bör upphöjda kantstenar till planteringar och gröna ytor undvikas eller anläggas så att dagvatten ytledes kan avledas till dessa ytor. Den ytliga magasinvolymen kan anpassas beroende på fördröjningsbehov.

Ur dagvattensynpunkt är det bra att gårdsytan utformas med så stora gröna ytor som möjligt. Det är även bra att inte anlägga helt instängda innergårdar för att möjliggöra för kraftigare regn att avrinna ytligt ut från gården.



Figur 5. Exempel på nedsänkta gräsytor i stadsnära miljö. Foto: WRS.



Figur 6. Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front. Infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast gräsytan. Ytan kan också göras skålformad. Illustration: WRS.

Markparkeringar

Dagvatten från markparkeringen inom kvartersmark föreslås ledas till regnbäddar placerade längs parkeringens sidor, se exempel i Figur 7. Regnbäddarna som anläggs i anslutning till

dessa ytor föreslås utformas med något djupare fördröjningsdjup. Vattnet kan antingen rinna ytledes till regnbäddarna eller ledas dit via brunnar, men ytorna bör ändå höjdsättas så att de lutar mot planteringarna för att större vattenmängder ska kunna avrinna dit.



Figur 7. Exempel på nedsänkt regnbädd i anslutning till en parkering. Foto: WRS.

Som ett alternativ till regnbäddarna kan parkeringsytan anläggas med någon form av genomsläpplig beläggning, till exempel genomsläpplig asfalt eller marksten med genomsläppliga fogar, se exempel i Figur 8. Genomsläppliga beläggningar läggs på ett luftigt bärlager med god porositet, som både ger viss fördröjning och rening.



Figur 8. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS.

Kvartersgator

Dagvatten från kvartersgator och gång- och cykelvägar inom kvartersmark föreslås fördröjas i BGG-stråk där vattnet leds ner via regnbäddar eller träd i hårdjord yta till ett öppet förstärkningslager, likt allmän platsmark.