

REJLERS

HOME OF THE
LEARNING MINDS

Dagvattenutredning

Enköpings stadshotell

Enköpings kommun

Författare: Madeleine Gobl


Rejlers Sverige AB

2024-04-08



Revisionshistorik

Revision	Datum	Beskrivning	Författare	Granskad av
1.0	2024-03-07	Granskningshandling	M. Gobl	L. de Jonge
1.1	2024-04-08	Granskningshandling	M. Gobl	L. de Jonge

Uppdragsnummer 184858	R-infra 24035	Datum 2024-04-08	Antal sidor 31	Antal bilagor -
Beställare Enköpings kommun		Beställares referens		Beställares ref nr 11055
Uppdragsledare Sebastian Agerberg				
Rubrik Dagvattenutredning				
Underrubrik Enköpings stadshotell				
Författad av Madeleine Gobl				Datum 2024-04-08
Granskad av Lianne De Jonge				Datum 2024-04-11
Godkänd av Sebastian Agerberg				Datum 2024-04-12

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med planarbete av exploatering av befintligt centrumområde, inom tätorten Enköping. Fastigheterna som helt eller delvis berörs är Enköpings centrum 13:5 och 13:6. Hela utredningsområdet är på ca 0,18 ha och ligger inom Enköpings kommun. Området planeras att bebyggas med ett hotell. Idag utgörs området av grönytor och en parkering.

För att uppnå både reningskrav och fördröjningskrav för utredningsområdet efter exploatering undersöks dagvattenhanteringens förutsättningar med hänsyn till planerad byggnation efter värsta-fall-scenario med markanvändningsytor av tak, asfalt, parkeringar, väg och gräs.

Utredningen förslår att höjdsättningen bör justerats så att markavvattningen sker bort från byggnader till dagvattenanläggningarna och utloppspunkterna vid ny byggnation. Marken från byggnaderna bör luta mot de föreslagna dagvattenanläggningarna med ca 2 – 5 %.

Dagvattenflödet från området är i nuläget på ca 7 l/s vid ett 10års regn och kommer vid exploatering öka till ca 39 l/s, vilket resulterar i en erforderlig magasinvolym på ca 25 m³.

Föreslaget magasin är ett så kallat sedimentationsmagasin som har dubbla funktioner av rening och fördröjning. Vid planerad markanvändning kommer sedimentationsmagasinet behöva en reningsvolym på 20 m³ (reningsvolym är den permanenta vattenvolymen i magasinet) och vid gröna tak minskar reningsvolymen till 17 m³.

Vid installation av gröna tak och ett sedimentationsmagasin, uppskattas magasinet behöva vara 36 m³ och för den planerade markanvändning (antaget vanliga platta tak och ett sedimentationsmagasin) behöver magasinet vara 45 m³.

Föroreningsberäkningar visar att mängden av föroreningar ökar efter exploatering, men att halterna av föroreningarna efter exploatering minskar. Alla halter av förorenande ämnen minskar ytterligare efter rening i föreslagen dagvattenanläggning och gröna tak sett till hela utredningsområdet i jämförelse med befintliga förhållanden. Exploateringen inom utredningsområdet anses därmed inte försämra recipientens mål för MKN med föreslagen helhetslösning.

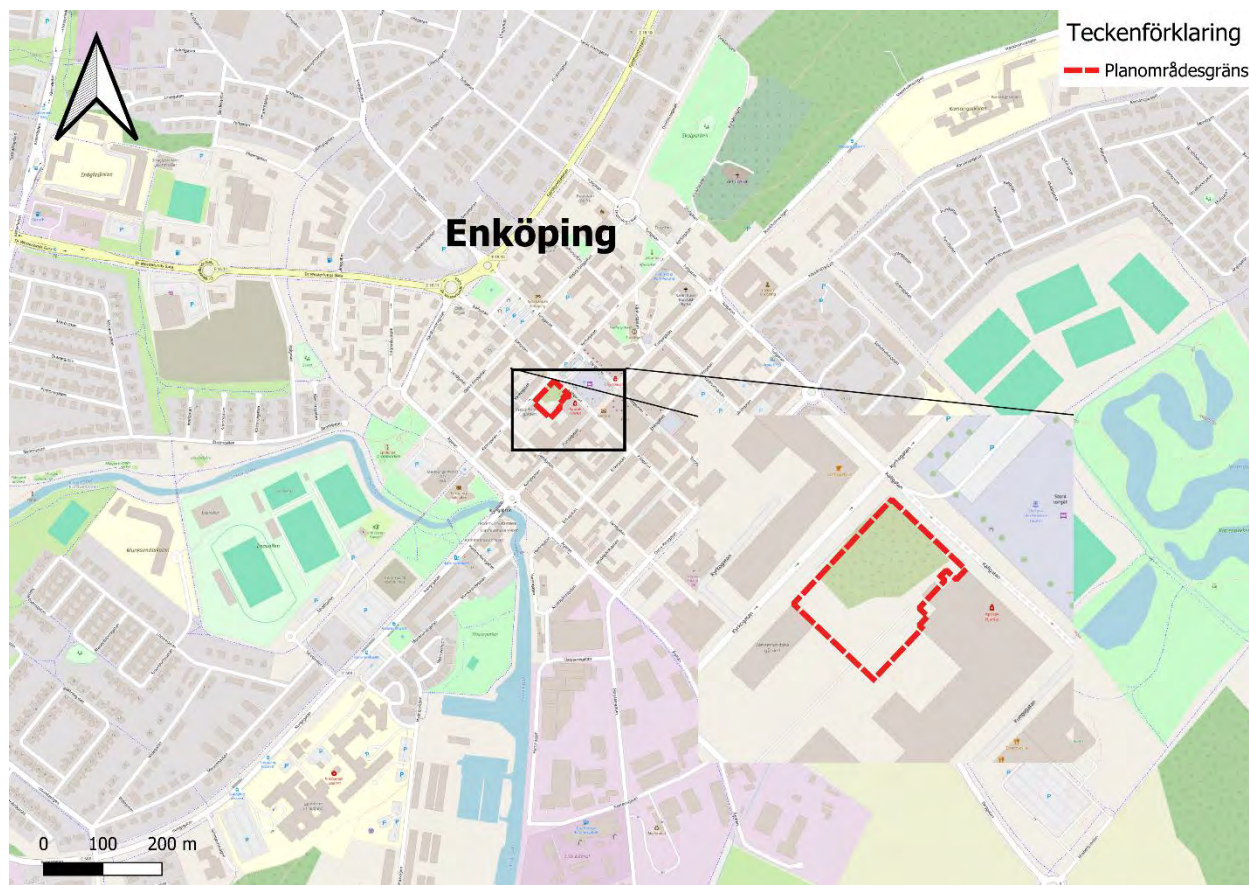
INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Uppdraget	5
1.1. Bakgrund	5
1.2. Uppdragsbeskrivning	6
1.3. Underlag och styrande dokument	7
1.4. Allmänt om dagvatten och skyfall	8
1.5. Dagvattenstrategi	9
2. Metoder	10
2.1. Flödesberäkningar	10
2.2. Beräkning av dimensionerande fördröjningsvolym	10
2.3. Föroreningsberäkningar	10
3. Undersökningsområde	11
3.1. Områdesbeskrivning och topografi	11
3.2. Markförhållanden	11
3.3. Befintlig dagvattenhantering	14
3.4. Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten	15
3.5. Recipienter och vattenskyddsområden	16
4. Dagvattenberäkningar	18
4.1. Befintlig situation	18
4.2. Planerad markanvändning	19
4.3 Dimensionerande fördröjningsvolym	21
4.3. Föroreningsberäkningar	21
4.4. Effekt på recipienten	23
5. Lösningförslag för omhändertagande av dagvatten	25
5.1. Föreslagen dagvattenhantering	25
5.2. Generella beskrivningar av dagvattenlösningarna	28
5.2.1. Gröna tak	28
5.2.2. Avsättningsmagasin/sedimentationsmagasin	29
5.2.3. Sekundära avrinningsvägar	29
6. Slutsats och rekommendationer	30
7. Referenser	31

1. Uppdraget

1.1. Bakgrund

På uppdrag av Enköping kommun har Rejlers Sverige AB tagit fram en dagvattenutredning för det planerade stadshotellet i Enköping centrum mitt emot Stora Torget. En översiktskarta över planområdet visas i Figur 1-1. Framtida utformning av planområdet visas i Figur 1-2.



Figur 1-1: Översiktskarta över planområdet.



Figur 1-2. Framtida utformning av planområdet.

1.2. Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer Rejlers enligt uppdragsbeskrivningen att redovisa:

- Undersökning av befintlig och planerad markanvändning samt avrinningsområden och flödesriktningar inom planområdet.
- Beräkning av dagvattenflöden inom planområdet, för befintlig och planerad markanvändning.
- Teoretiska beräkningar av föroreningshalter och årliga föroreningsmängder före och efter exploatering av planområdet.
- Principförslag för dagvattenhantering inom planområdet med placering och dimensionering av eventuella lösningar.
- Teoretisk beräkning av utgående föroreningshalter efter rening, i de fall rening föreslås.
- Vilken mängd dagvatten som alstras inom fastigheten från tak- respektive körytor samt parkeringar. Det ska även framgå vilken mängd dagvatten som kommer från kvartersmark respektive allmän platsmark.
- Dagvattenflöden före och efter exploateringen i området samt flöden motsvarande naturmark för området. Åtgärder redovisas för att få ned flödena till 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.

- Beskrivning av planerade åtgärder för att fördröja dagvattnet och fördröjningskapaciteten. Redovisning av hur stor markyta och volym som fördröjningsåtgärderna kräver och även vilken mark som finns tillgänglig för fördröjningen.
- Redovisning av områden där det finns risk för att det samlas dagvatten som inte rinner bort, så kallade instängda ytor.
- Redovisning av hur exploateringen kommer att påverka miljö kvalitetsnormerna för recipienten. Avser både yt- och grundvattenförekomst. Redovisa vilka föroreningar som kommer att tillföras dagvattnet och i vilka halter samt hur det kommer att påverka recipienten.

1.3. Underlag och styrande dokument

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Tillhandahållet
Uppdragsbeskrivning och offert	2024-02-28
Översiktskarta / baskarta / grundkarta över området	2024-02-28
Situationsplan	2024-02-28
Vattenplan	2024-02-28
Dagvattenstrategi/-policy	2024-02-28
Checklista för dagvatten	2024-02-28

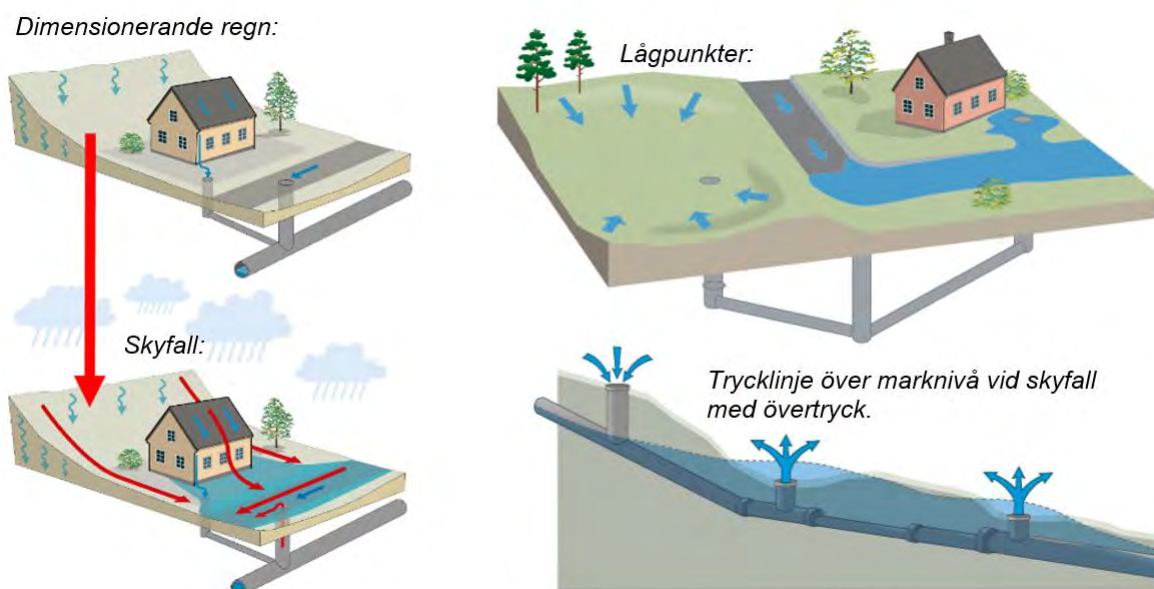
Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
Lågpunktskartering	Scalgo Live	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
Föroreningsberäkningar och avrinningskoeff.	StormTac	v24.1.2
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
Jorrdjupskarta	SGU	

1.4. Allmänt om dagvatten och skyfall

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytvavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare naturområde leder till större areal av hårdgjorda ytor som både ökar flödena och leder till högre föroreningsbelastning. Därför är det värdefullt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har för dagvattensituationen.

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, överskrider ledningssystemets kapacitet då markens infiltrationsförmåga är mättad. Vilket medför en större avrinning på markytan, som i sin tur medför fördröjningsvolymerna som inte är rimligt att utredningsområdets dagvattenlösningar ska kunna fördröja. Figur 1-3 visar skillnaden på konsekvenser av dagvatten och skyfallsvatten.



Figur 1-3: Skillnader på konsekvenser av vatten vid dimensionerande regn och skyfall. MSB, augusti 2017.

Dessa skyfallsvolymer ansamlas och skapar översvämning inom områdets lågpunkter. Om det inte finns möjlighet för vattnet i lågpunkter att rinna vidare, på grund av exempelvis barriärer som vägar, blir lågpunkten ett så kallat instängt område. Instängda områden kan orsaka materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Därför är det viktigt att dessa identifieras inom utredningsområdet så att de kan magasineras på ett säkert sätt och inte förvärra översvämningens problematiken nedströms.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet. Om inte dagvattnet kan tillåtas att infiltrera ned i marken, till exempel på grund av föroreningar i marken eller för att platsen ligger inom vattenskyddsområde, kan det ändå renas lokalt innan det leds bort.

1.5. Dagvattenstrategi

Syftet med Enköping kommuns dagvattenpolicyn är att genom övergripande mål skapa en samsyn för en hållbar dagvattenhantering. Allt dagvatten hanteras i enlighet med följande mål där det är miljömässigt motiverat, tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt:

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

2. Metoder

2.1. Flödesberäkningar

Flödesberäkningar görs för 10-årsregn med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna och en klimatkfaktor på 1,25 används därför vid beräkningar för framtida scenarion.

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

\bar{A} = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_{\bar{A}} * k$$

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatkfaktor

2.2. Beräkning av dimensionerande fördröjningsvolym

För att nå kommunens fördröjningskrav beräknas erforderlig fördröjningsvolym för planområdet genom att beräkna maxvärdet ur följande ekvation:

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

V = erforderlig magasinsvolym [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}]

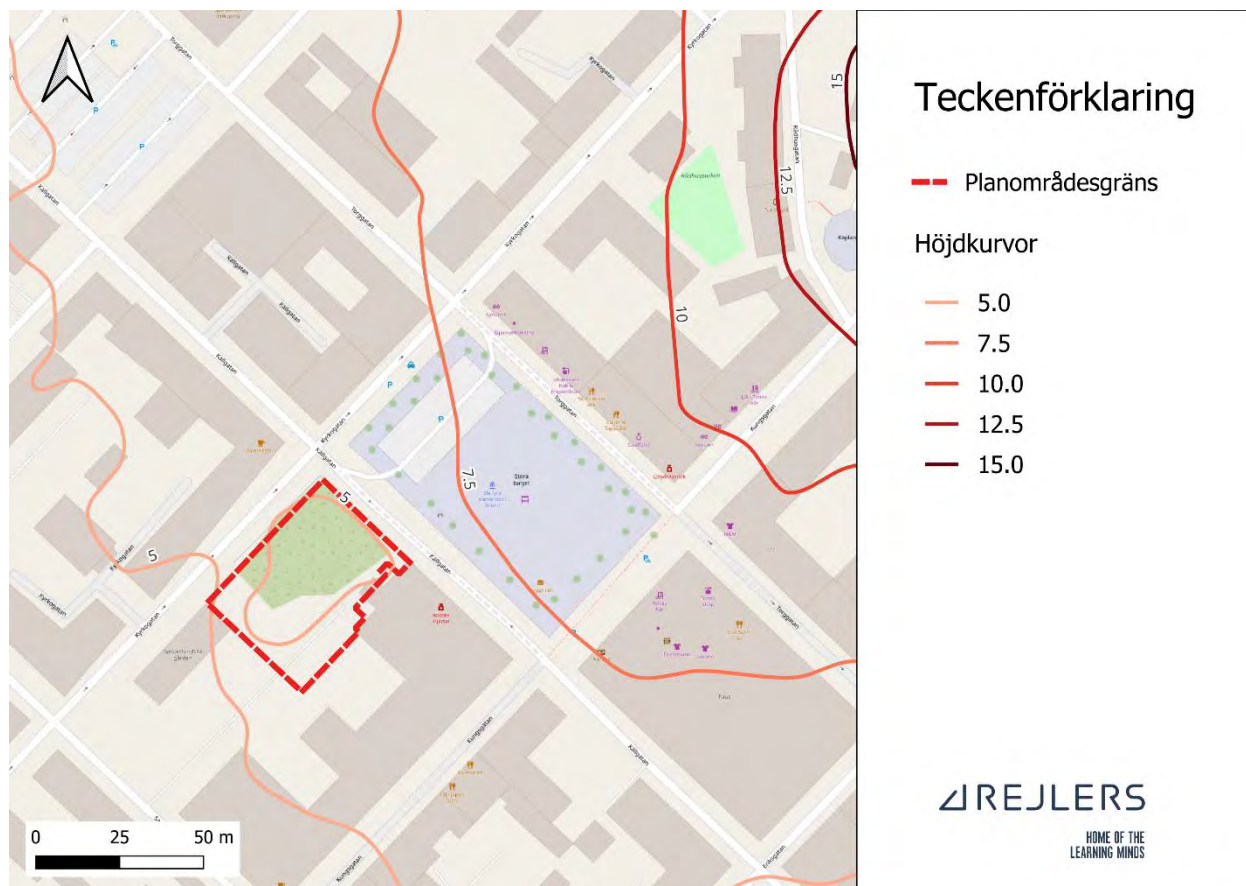
2.3. Föroreningsberäkningar

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac (v24.1.2). StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden. Halterna av olika ämnen kan i praktiken momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3. Undersökningsområde

3.1. Områdesbeskrivning och topografi

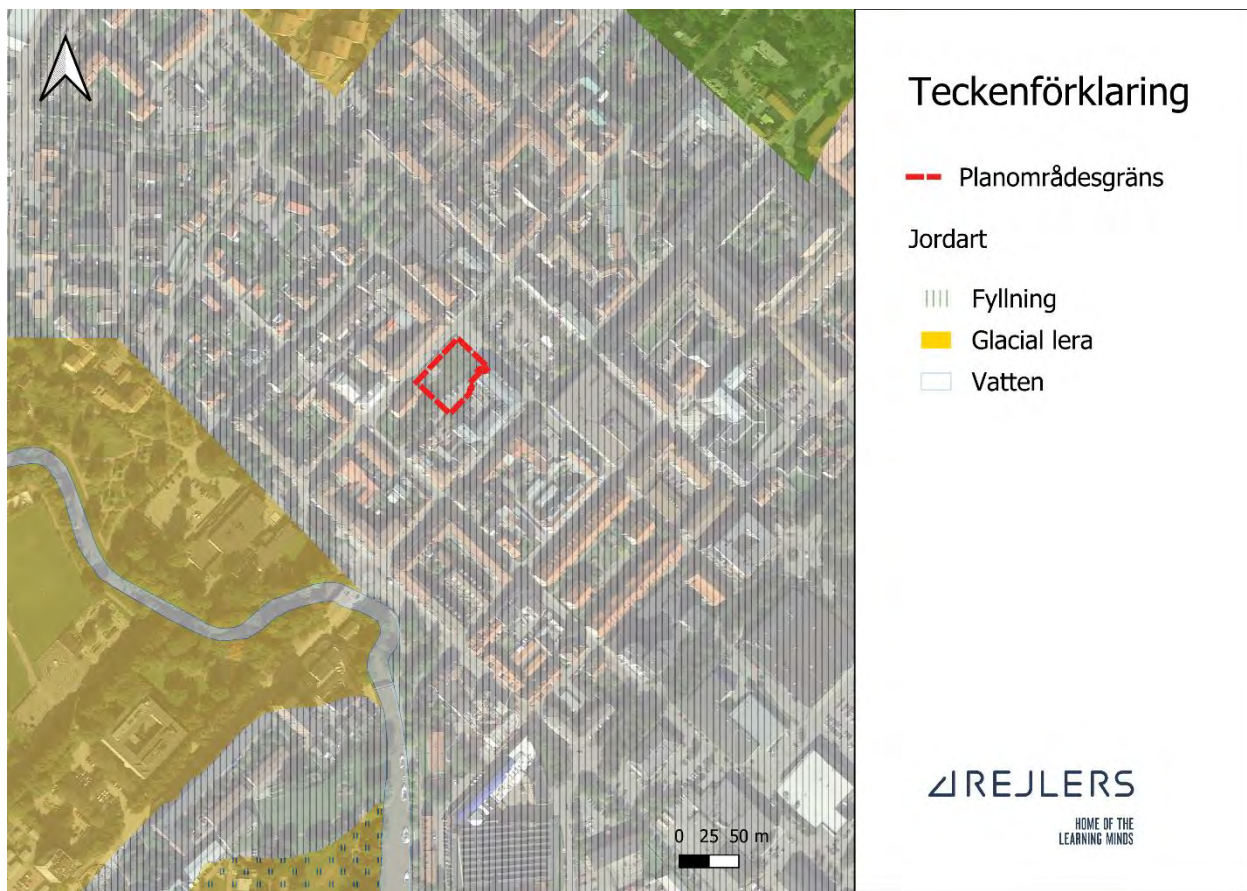
Planområdet ligger mitt i centrala Enköping och har för närvarande ingen bebyggelse. I dagsläget finns bara det en stor grop inom planområdet eftersom en arkeologisk utgrävning utfördes där år 2017-2018. Planområdet ligger i ett sluttande landskap där högsta punkten i närheten ligger på ca +12,5 meter och själva planområdet ligger i nuläget på ca +5 meter, se Figur 3-1.



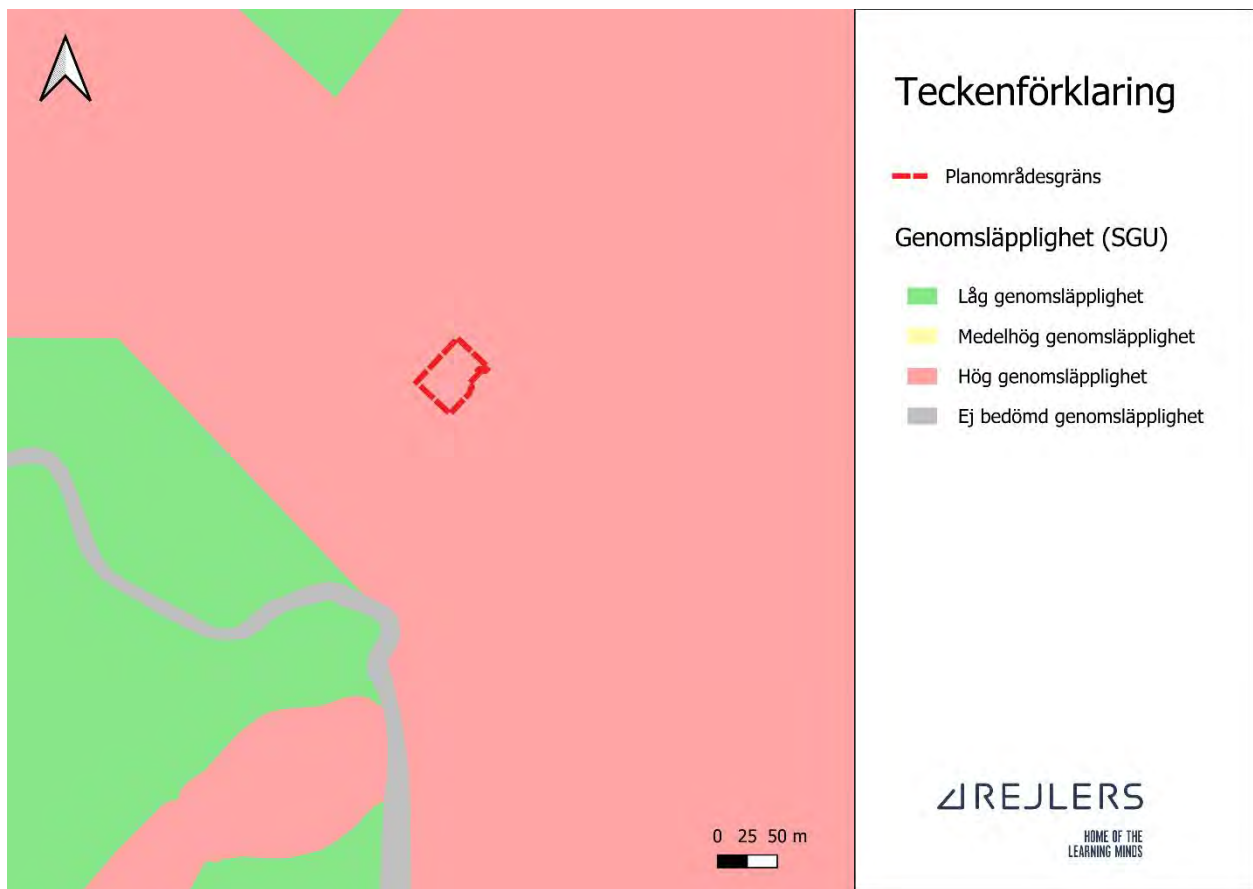
Figur 3-1: Höjdkurvor kring planområdet.

3.2. Markförhållanden

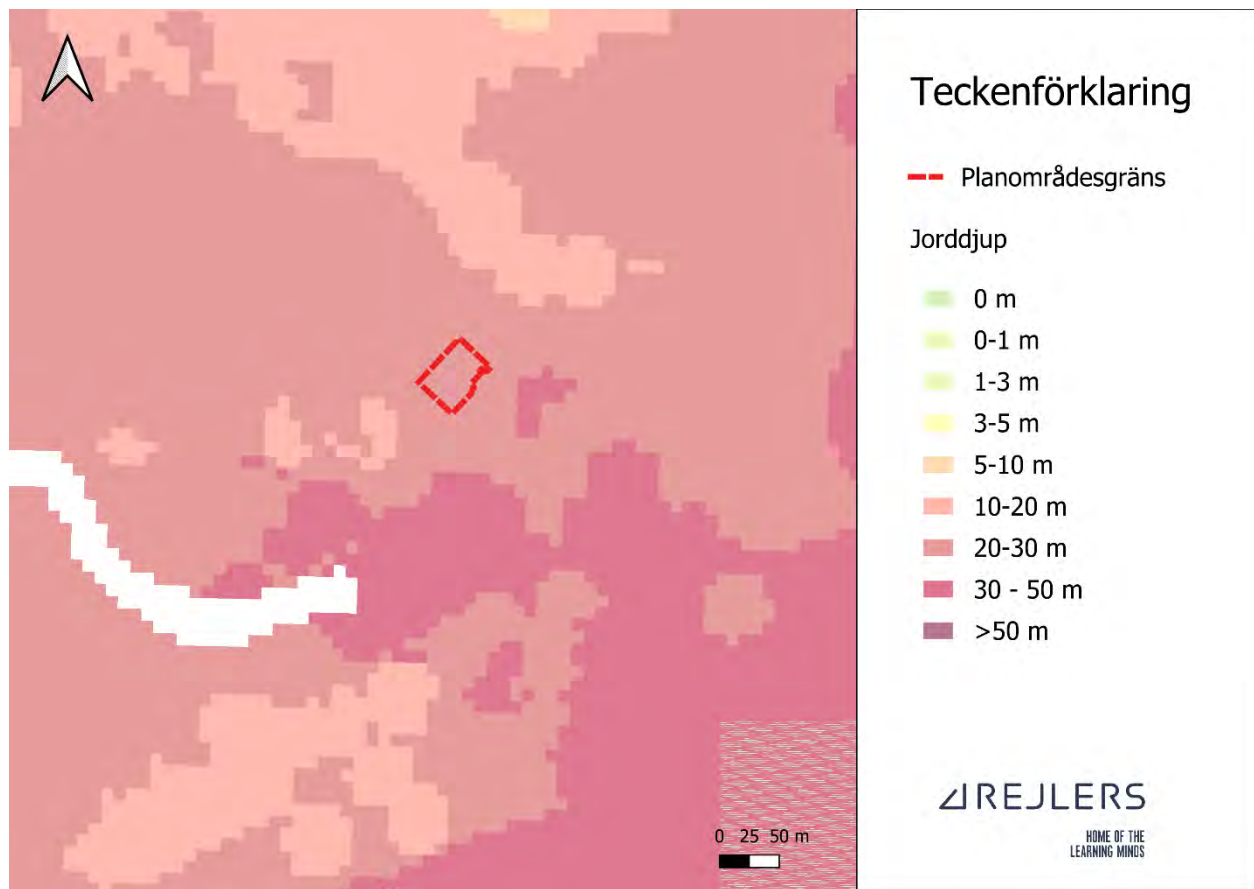
Större delen av Enköping centrum ligger på fyllningsmaterial, utöver den glacialleran som ligger intill Enköpingsån, se Figur 3-2. Genomsläpligheten är hög och jorddjupet går ner till 20-30 meter vilket stämmer överens med att planområdet ligger på Enköpingsåsen, se bilder Figur 3-3 och Figur 3-4.



Figur 3-2: Jordartskarta, SGU (2024).



Figur 3-3: Genomsläpplighet, SGU (2024).



Figur 3-4: Jorddjupskarta, SGU (2024).

3.3. Befintlig dagvattenhantering

Vid platsbesöket som skedde under vintern kunde ingen dagvattenbrunn identifierats då ett tjockt lager av snö, täckte hela parkeringen, se Figur 3-5.

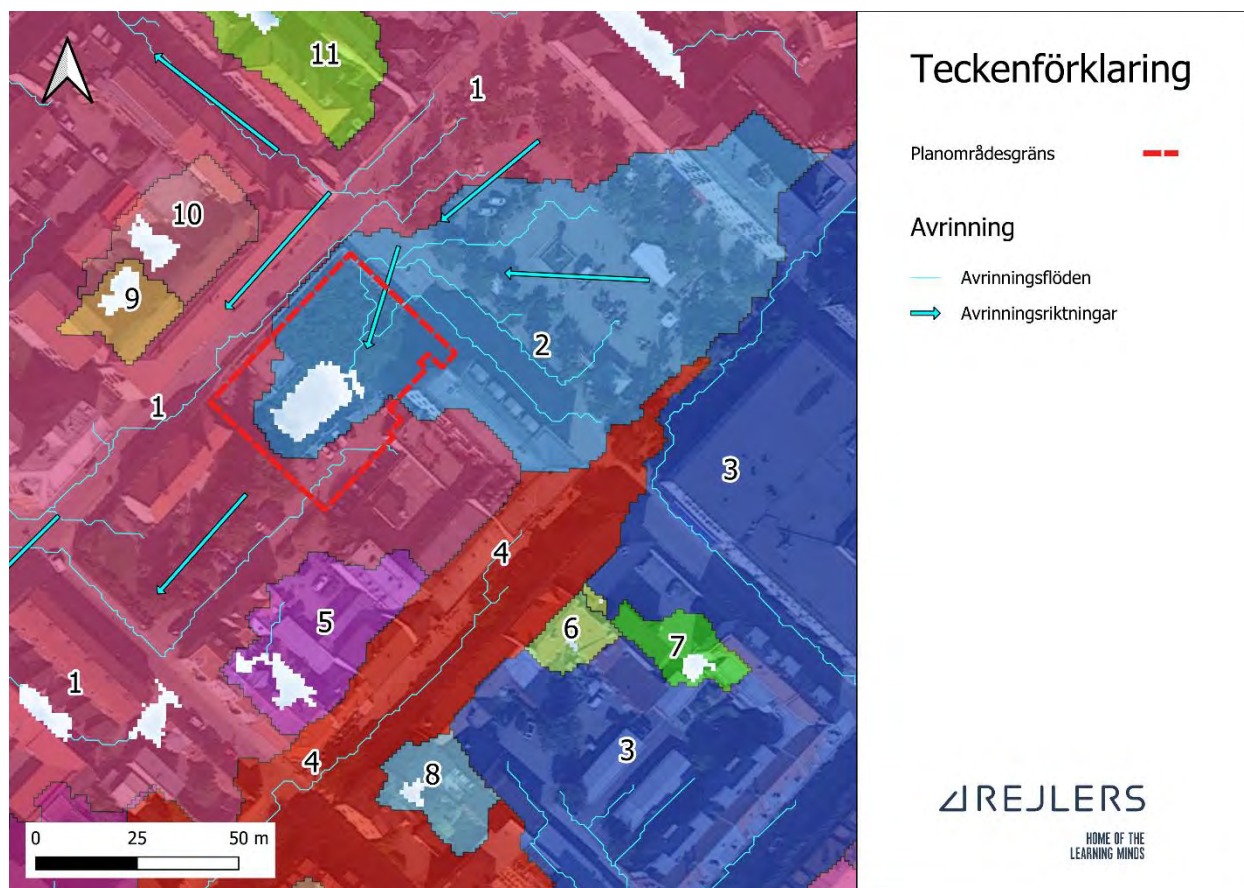


Figur 3-5: Foto på parkeringen (vänster) samt den befintliga tomten (höger) där det planerade hotell ska stå.

3.4. Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten

För att undersöka lågpunkter och avrinningsvägar i området har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. Modellen tar inte hänsyn till något ledningsnät eller infiltration och därmed är avrinningskoefficienten vid analys 1 vilket innebär att det är värsta möjliga scenariot som analyseras. Modellen tar inte heller hänsyn till det dynamiska förloppet, det vill säga avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterialet. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar. Analysen ger dock en tydlig översiktlig bild över situationen.

I MSB:s *Vägledning vid skyfallskartering* (2017) definieras ett skyfall som 50 mm regn som faller på en timme där den största intensitet sker inom en halvtimme. Inom denna halvtimme genereras en nederbördsmängd på ca 44 mm. Enligt MSB avrinner ca 75% av markytan då det finns naturlig infiltration i planområdet och kombinerat med en klimatfaktor på 1,25 ger detta ett scenario med 41 mm nederbörd för skyfallsanalysen i SCALGO Live, se Figur 3-6.



Figur 3-6: Befintlig avrinning med avrinningsriktningar

I dagsläget finns det en stor grop inom planområdet (från arkeologiska undersökningar) som resulterar i ett område, numrerad 2 avvattnar dit. Med den planerade exploatering kommer denna grop försvinna och bli platt mark med bebyggelse på, vilket troligtvis kommer leda till att avrinningsområde 2 försvinner/adsorberas in i avrinningsområde 1 och rinner förbi fastigheten.

3.5. Recipienter och vattenskyddsområden

För den ytliga avrinningen från området är recipienten Enköpingsån (SE 661341), se Figur 3-7 (VISS, 2024). Enköpingsån ligger inom huvudavrinningsområdet Norrström (SE 61000) och mynnar ut i Mälaren. Planområdet ligger även på Enköpingsåsen och inom dess inre skyddszon. Inom den inre skyddszonen får inte infiltration av dagvatten ske utan dagvattenledningar och eventuella lösningar för dagvattenhantering samt brunnar måste tätas enligt skyddsföreskrifter från Enköpings kommun (Enköpings kommun, 1997).



Figur 3-7: Översiktskarta för recipienten Enköpingsån (VISS, 2024). Planområdets ungefärliga läge visas med planområdegränsen.

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004. Arbetet med Vattendirektivet utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN) vilka föreskrivs av Havs- och vattenmyndigheten. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2039 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska i stället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2021)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen (2015) har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 3-1.

Tabell 3-1: VISS statusklassificering av recipienten Enköpingsån.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Enköpingsån SE661341	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

4. Dagvattenberäkningar

4.1. Befintlig situation

Befintliga markytor inom planområdet består av blandat grönområde och parkering, se Figur 4-1.

Avrinningskoefficienten har satts till 0,1 för blandat grönområde och 0,8 för parkeringen enligt rekommendationer i P110 (Svenskt Vatten, 2016) för olika ytor.

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i kap 2.1. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-års och med en regnvaraktighet på 10 minuter.

$$i_{10\text{-årsregn},10\text{min}} = 228 \text{ l/s, ha}$$

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 4-1.



Figur 4-1: Befintlig markanvändning för planområdet.

Tabell 4-1: Flödesberäkning för befintlig markanvändning inom planområdet. Flödena har beräknats för ett regn med återkomsttid 10-år och varaktighet 10 minuter.

Markanvändning	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Reducerad area [ha _{red}]	Flöde [l/s]
Blandat grönområde	0,166	0,1	0,02	4
Parkering	0,017	0,8	0,01	3
Totalt	0,183		0,03	7

4.2. Planerad markanvändning

Planerad mark kommer bestå av marksten, naturmark, parkering och asfaltering utöver byggnaden där ytan kommer främst vara platt tak, glastak och marksten, se Figur 4-2.

Avrinningskoefficienten för marksten, platt tak, glastak, naturmark, parkering och asfalteringen ses i Tabell 4-2 och är satta enligt rekommendationer i P110 (Svenskt Vatten, 2016) och enligt StormTac för olika ytor och former av bebyggelse.

Flödesberäkningar för planerad markanvändning har utförts enligt ekvationer i kap 2.1. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-års regn med en regnvaraktighet på 10 minuter samt med en klimatfaktor på 1,25.

$$i_{10\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 284 \text{ [l/s, ha]}$$

Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 4-2.



Figur 4-2: Planerad markanvändning för planområdet.

Tabell 4-2: Flödesberäkning för planerad markanvändning inom planområdet. Flödena har beräknats för ett regn med återkomsttid 10-år och varaktighet 10 minuter

Markanvändning	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Reducerad area [ha _{red}]	Flöde [l/s]
Asfalt	0,025	0,8	0,020	12
Naturmark	0,020	0,1	0,002	1
Platt tak	0,079	0,9	0,071	21
Marksten med växtligt inslag	0,006	0,7	0,006	10
Glastak	0,048	0,9	0,034	9
Totalt	0,183		0,14	39

4.3 Dimensionerande fördröjningsvolym

Enligt kommunens strategi för dagvattenhantering ska flödet från området inte öka efter exploatering eller motsvara flödena från en naturmark, vilket innebär att dagvatten måste fördröjas på planområdet innan anslutning till kommunalt ledningsnät eller utsläpp till recipient sker.

Om fördröjningen förses med strypt utlopp rekommenderas att det dimensioneras för det genomsnittliga utflödet eftersom det varierar med fyllningstiden (Svenskt Vatten, 2016). Det genomsnittliga utflödet kan då antas vara ca 2/3 av det maximala utflödet.

I Tabell 4-3 visas beräkningar för den volym som krävs för att planområdets flöden efter exploatering och med en på klimatfaktor på 1,25 ska uppnå detta krav. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i kap 2.

Tabell 4-3: Beräknad fördröjningsvolym för framtida planområde för regn med återkomsttid 10 år och rinntid 10 minuter.

	Utflöde före exploatering* [l/s]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]	Specifik avtappning** [l/s ha _{red}]	Genomsnittlig specifik avtappning*** [l/s ha _{red}]	Erforderlig fördröjningsvolym, strypt utlopp [m ³]
Planerad bebyggelse	7,2	0,136	52	35	25

*Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ut från planområdet.

**Beräknas genom (flödet före exploatering) / (reducerad area efter exploatering).

***Motsvarar den avtappning som fördröjningen dimensioneras efter, dvs. 2/3 av den specifika avtappningen.

4.3. Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts i det webbaserade modellverktyget StormTac (v24.1.2) för föroreningshalter och -mängder inom planområdet före och efter exploatering. De markanvändningarna som använts i beräkningarna är för befintlig situation och planerad situation med ett avsättningsmagasin som behövs för att inte öka flödena från området, vilket har en viss renade effekt.

Så här definierar StormTac respektive markanvändning:

Markanvändning	Definition enligt StormTac
Blandat grönområde	Ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark.
Marksten med fogar	Markstenyta med fogar (av grov sand, grus eller dylikt) mellan stenarna som möjliggör viss infiltration av dagvatten genom fogarna. Stensatt yta med grusfogar (P110).
Tak	Takyta utan specificering av takmaterial.
Asfaltsyta	Yta med asfaltsbeläggning som ej är trafikerad.
Parkering	Separat parkeringsyta. Faktorerna 0-10 kan användas för att ange en mindre eller mer trafikerad parkering. Här har faktor x använts.

De ämnen som analyserats är de 12 standardämnen enligt StormTac. Halterna och mängderna har summerats för hela planområdet och redovisas i Tabell 4-4 och Tabell 4-5 som

planområdets totala föroreningsbidrag till recipienten. Befintlig situation består av markanvändningen som är före exploatering och den planerade situationen utgår från den planerad markanvändningen.

Tabell 4-4: Föroreningshalter (µg/l) för hela planområdet före och efter exploatering.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	µg/l	86	57
Kväve (N)	µg/l	950	1700
Bly (Pb)	µg/l	3,9	4,6
Koppar (Cu)	µg/l	7,8	17
Zink (Zn)	µg/l	21	53
Kadmium (Cd)	µg/l	0,18	0,43
Krom (Cr)	µg/l	1,3	2,8
Nickel (Ni)	µg/l	0,92	3,4
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,0077	0,015
Suspenderad substans (SS)	µg/l	29000	16000
Oil	µg/l	120	150
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,0066	0,010

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

Tabell 4-5: Föroreningsmängder (kg/år) för hela planområdet före och efter exploatering.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	kg/år	0,014	0,052
Kväve (N)	kg/år	0,15	1,5
Bly (Pb)	kg/år	0,00063	0,004
Koppar (Cu)	kg/år	0,0013	0,015
Zink (Zn)	kg/år	0,0034	0,044
Kadmium (Cd)	kg/år	0,000028	0,00036
Krom (Cr)	kg/år	0,00021	0,0024
Nickel (Ni)	kg/år	0,00015	0,0028
Suspenderad substans (SS)	kg/år	4,7	15

Oil	kg/år	0,02	0,13
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,0000011	0,0000092

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

4.4. Effekt på recipienten

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet är utformade i sådan utsträckning att recipientens vattenförekomster inte påverkas negativt och att möjligheten att uppnå god ekologisk och god kemisk status inte äventyras av planerad exploatering av planområdet.

Eftersom planområdet idag utgörs av blandat grönområde och en mindre parkering är den befintliga föroreningsbelastningen från området låg. Att uppnå den befintliga föroreningsbelastningen, och till och med understiga den, skulle innebära en förbättring på en låg påverkan. Beräkningarna av föroreningsbelastning från området visar överlag på ökning i mängd men en minskning i halter. Detta beror på att den befintliga marken är naturmark vilken gör att föroreningsmängderna ökar när ytor hårdläggs men halten minskar när dagvattenrening implementeras.

För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i kommunens vattenförekomster bedöms att föroreningsbelastningen från dagvattnet totalt sett behöver minska. Eftersom en enskild fastighet eller ett enskilt planområde ensamt inte kan säkerställa att miljö kvalitetsnormerna i kommunens recipienter uppfylls är det viktigt att åtgärdsnivån uppfylls vid samtliga ny- och ombyggnationer. Att vid varje ny- eller ombyggnation klargöra exakt vad som krävs för att bidra till att miljö kvalitetsnormerna uppfylls är ett komplext uppdrag. Enköpings kommun har därför tagit fram en vattenplan och dagvattenpolicy, som ska uppfyllas vid planerade ny- och ombyggnationer (Enköping kommun, 2015, 2021). Genom att ta ett helhetsgrepp för samtliga av kommunens recipienter och ställa samma krav vid all ny- och ombyggnation skapas en jämlik ansvarsfördelning över reningen av dagvattnet där alla bidrar likvärdigt till att miljö kvalitetsnormerna i kommunens recipienter uppnås oavsett hur den befintliga situationen ser ut. Beroende på vad den befintliga markanvändningen inom ett område som ska omvandlas är kommer olika stora förbättringar för recipienten ske. Vid omvandling av ett område som till stor del består av grönytor kommer en mindre förbättring ske jämfört med befintlig situation med åtgärdsnivån, medan det för till exempel ett industriområde som omvandlas leder till en större förbättring. Det viktiga för recipienten är att fördröjning och rening införs i hela tillrinningsområdet för att säkerställa att miljö kvalitetsnormerna kan uppfyllas.

Vid exploatering av gröna områden är det vanligt att föroreningsbelastningen från området ökar för vissa ämnen även efter att åtgärdsnivån uppfyllts. Anledningen till detta är att den befintliga belastningen är väldigt låg, och i vissa fall i praktiken noll. Att försöka uppnå en väldigt låg föroreningsbelastning innebär att flera dagvattenåtgärder behöver anläggas i serie, vilka i varje steg ger en minskad reningseffekt (på grund av det ingående dagvattnets minskande föroreningshalt). Risken blir att stora resurser används vilka i praktiken ger väldigt liten effekt på recipienten eftersom föroreningsbelastningen är låg redan när åtgärdsnivån uppfyllts.

Vid framtagning av renings- och fördröjningsåtgärder för det utredda området har fokus legat på anläggningar som kan avskilja både partikulärt bundna och lösta föroreningar, i detta fall genom gröna tak och ett avsättningsmagasin och eventuellt växtbäddar. Dagvattnet kan infiltrera in i växtbädd och renas för att sedan ledas ner till sedimentationsmagasinet för ytterligare rening av t.ex. fosfor.

Den samlade bedömningen av effekten på recipienten är att de föroreningar som är utslagsgivande för den ej goda kemiska och ekologiska statusen (fosfor, bly, koppar, kadmium och kvicksilver) lär minska, eller är oförändrade jämfört med belastningen från ett grönområde, innebär att planerad bebyggelse, med föreslagna reningsåtgärder förbättrar möjligheterna att uppfylla miljö kvalitetsnormerna.

Den samlade bedömningen av effekten på recipienten som görs, om föreslagna dagvattenåtgärder tillämpas, motsvarar en något höjd föroreningsbelastning än den befintliga belastningen från ett grönområde, vilket anses vara så lågt som det går att nå med åtgärder inom planområdet.

Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror.

5. Lösningförslag för omhändertagande av dagvatten

5.1. Föreslagen dagvattenhantering

Baserat på den planerade markanvändningen samt flödes och föroreningsberäkningarna behövs ett magasin som kan både rena och fördröja dagvattnet så att flöden inte ökar och föroreningar minskas.

Plats för dagvattenhantering inom planområdet är begränsat och detta innebär att hårdgjorda ytor bör minskas där det är möjligt. Den största mängden av hårdlagd yta utgörs av tak inom planområdet, vilket skulle kunna omvandlas till gröna tak.

Gröna tak är tak som antingen har ett jordlager med planterade växter i eller en slags matta med växtlighet, som kan till viss del magasinera regnvatten och främjar biologisk mångfald. Det gröna taket bör bestå av sedumväxter och ha ett jorddjup mellan 40 och 60 mm. Vid gröna tak, minskar den totala reducerad arean i planområdet och därmed det erforderliga magasinets volymen, till 19 m³, se Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Erforderlig magasinvolym med och utan grönt tak.

	Utflöde före exploatering* [l/s]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]	Specifik avtappning** [l/s ha _{red}]	Genomsnittlig specifik avtappning*** [l/s ha _{red}]	Erforderlig fördröjningsvolym, strypt utlopp [m ³]
Föreslagen dagvattenlösning med grönt tak	7,2	0,11	59	39	19
Planerad situation utan grönt tak	7,2	0,14	52	35	25

Med åtanke på platsbristen inom planområde och behovet av att magasinet ska ha både rening och fördröjningsfunktion, kommer ett sedimentationsmagasin föreslås som dagvattenlösning. Ett sedimentationsmagasin är ett 'tomt' magasin som har en permanent vattenvolym där föroreningar kan sedimentera för att rena dagvattnet. Den permanenta vattennivån ska dimensioneras efter reningens volym som behövs enligt StormTac simuleringen vid föreslagen dagvattenrening och den tomma volymen ovanför den permanenta vattennivån bör dimensioneras efter den erforderliga fördröjningsvolymen, så att reningen och fördröjningen är säkerställd i hela magasinets volymen.

Tabell 5-2 och Tabell 5-3 redovisar de totala föroreningshalterna och -mängderna efter föreslagna åtgärder för dagvattenhanteringen inom planområdet. Beräkningarna har utförts i modellverket StormTac (v24.1.2). Den planerade situationen utgår från vanliga tak och ett sedimentationsmagasin och den föreslagna dagvattenhanteringen utgår från gröna tak och ett sedimentationsmagasin.

Som ses i tabellen nedan, blir det bättre rening med det föreslagna gröna taket och sedimentationsmagasinet förutom för kväve och nickel. Den sämre reningen av fosfor från det gröna taket beror på gödslingen av det gröna taket, därför är det rekommenderat att plantera växter som trivs i näringsfattig jord för att minska gödsling av jorden. Mängderna av föroreningarna (kg/år) ökar oavsett planerad eller föreslagna dagvattenlösning, förmodligen på grund av de nya hårdgjorda ytor som resulterar i större flöden. Halten (µg/l) av föroreningar

kommer minska överlag vid implementering av dagvattenlösningen. För att uppnå denna rening som visas i Tabell 5-2 för den föreslagna dagvattenlösningen, kommer sedimentationsmagasinet behöva en reningsvolym på 16 m³. Utan gröna tak kommer en högre reningsvolym på 20 m³ behövas. En sammanfattning av olika volymer för sedimentationsmagasinet baserat på rening och fördröjningsbehovet presenteras i Tabell 5-4.

Tabell 5-2: Föroreningshalter (µg/l) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Halter som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade och de som ej överskrider är grönmarkerade. Halter där förändringen är noll är orangemarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation (bara sedi. Magasin)	Förändring efter planerad (%)**	Efter föreslagen dagvattenlösning (grönt tak + sedi.magasin)	Förändring efter föreslagen (%)***
Fosfor (P)	µg/l	86	30	-65	67	-22
Kväve (N)	µg/l	950	1400	+47	1500	+58
Bly (Pb)	µg/l	3,9	1,3	-67	0,97	-75
Koppar (Cu)	µg/l	7,8	5,6	-28	5	-36
Zink (Zn)	µg/l	21	18	-14	10	-52
Kadmium (Cd)	µg/l	0,18	0,17	-6	0,082	-54
Krom (Cr)	µg/l	1,3	1,2	-8	1,2	-8
Nickel (Ni)	µg/l	0,92	1,6	+74	1,4	+52
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,0077	0,0059	-23	0,0072	-6
Suspenderad substans (SS)	µg/l	29000	7600	-74	6900	-76
Oil	µg/l	120	23	-81	27	-78
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,0066	0,005	-24	0,005	-24

** från befintlig situation till planerad situation.

*** från befintlig situation till planerad situation med föreslagen dagvattenhantering

Tabell 5-3: Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade och de som ej överskrider är grönmarkerade. Mängder där förändringen är noll är orangemarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Förändring efter planerad (%)**	Efter föreslagen dagvattenlösning	Förändring efter dagvattenlösning (%)**
Fosfor (P)	kg/år	0,014	0,024	+71	0,046	+229
Kväve (N)	kg/år	0,15	1,2	+700	1	+567
Bly (Pb)	kg/år	0,00063	0,001	+59	0,00067	+6
Koppar (Cu)	kg/år	0,0013	0,0046	+254	0,0035	+169
Zink (Zn)	kg/år	0,0034	0,015	+341	0,0072	+112
Kadmium (Cd)	kg/år	0,000028	0,00014	+400	0,000057	+104
Krom (Cr)	kg/år	0,00021	0,00097	+362	0,00083	+295
Nickel (Ni)	kg/år	0,00015	0,0013	+767	0,00097	+547
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,0000012	0,0000048	+300	0,000005	+317
Suspenderad substans (SS)	kg/år	4,7	6,1	+30	4,7	0
Oil	kg/år	0,02	0,019	-5	0,019	-5
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,0000011	0,000004	+264	0,0000034	+209

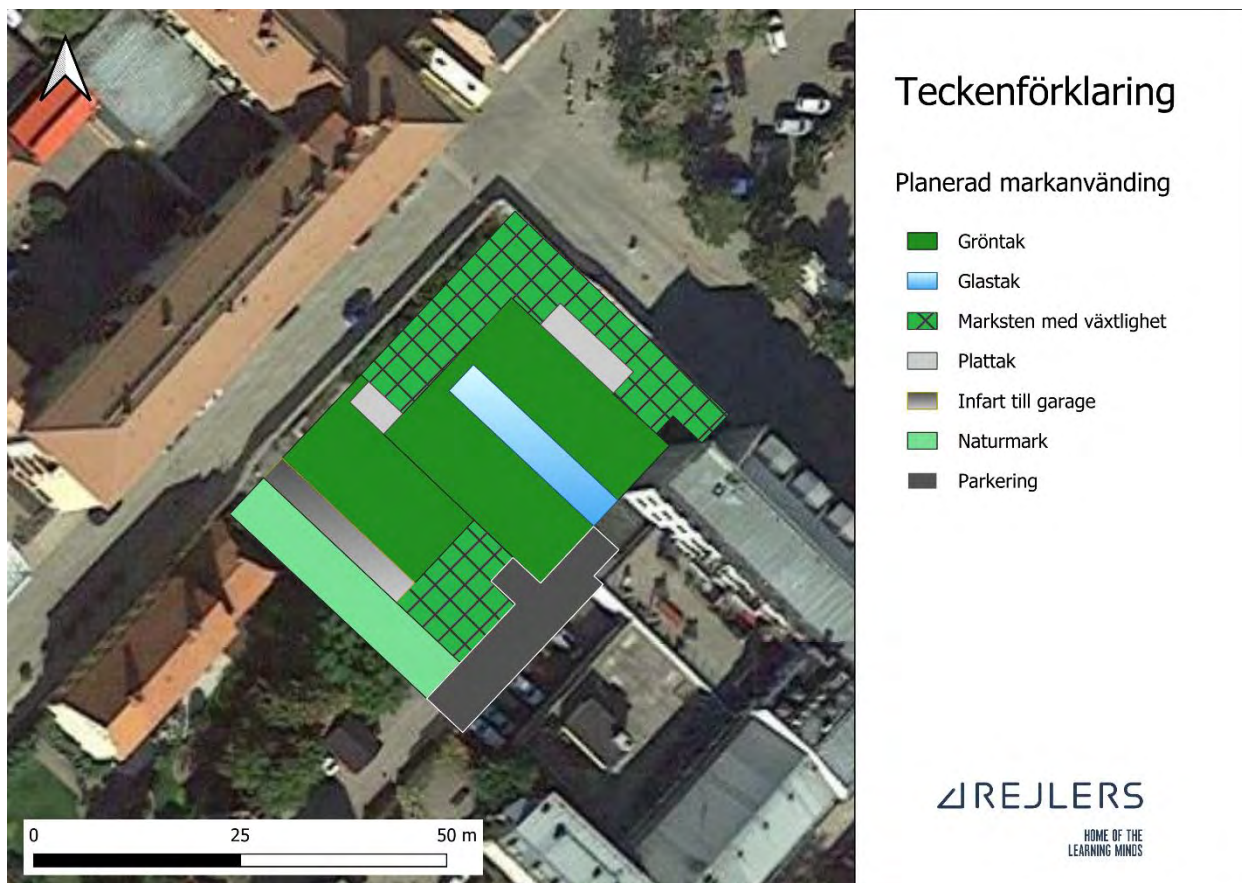
** från befintlig situation till planerad situation.

*** från befintlig situation till planerad situation med föreslagen dagvattenhantering

Tabell 5-4: Total volym beroende på fördröjningsbehov och reningsbehov

	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]	Reningsvolym (permanent vattenvolym) [m ³]	Total sedimentations magasinvolym [m ³]
Grönt tak	19	17	36
Platt tak	25	20	45

I Figur 5-1 ses en skiss över föreslagen dagvattenhantering för planområdet. Eftersom alla hårdgjorda ytor måste kunna leda bort dagvatten till magasinet då ingen infiltration får ske, bör inga instänga ytor uppstå.



Figur 5-1: Föreslagen dagvattenhantering

5.2. Generella beskrivningar av dagvattenlösningarna

5.2.1. Gröna tak

Gröna tak är ett samlingsnamn på olika taklösningar som innefattar organiskt material. Generellt kan taklösningar delas upp i sex typer beroende på tjocklek och typ av växtlighet: sedum-mossa, sedum-ört, äng, biotoptak, odlingsbäddar på tak och trädgårds- eller parkkaraktär. I Figur 5-2 ses exempel på ett tak med sedum.

Den vanligaste typen av gröna tak i Sverige är sedum-mossa tak där tjockleken på växtbädden är 30-80 mm. På grund av den tunna substrattjockleken liknar taket alvarmark där torktåliga arter och mossor överlever. Denna typ av taket med en tjocklek på 50 millimeter beräknas kunna magasinera fem till tio millimeter och kan ta upp ungefär 50 % av årsvolymen. Avrinningskoefficienten för gröna tak ökar succesivt under ett regn och närmar sig 1.

Vid kraftiga regn kan ytterligare magasineringsmöjligheter krävas innan avledning till kommunalt ledningsnät sker.

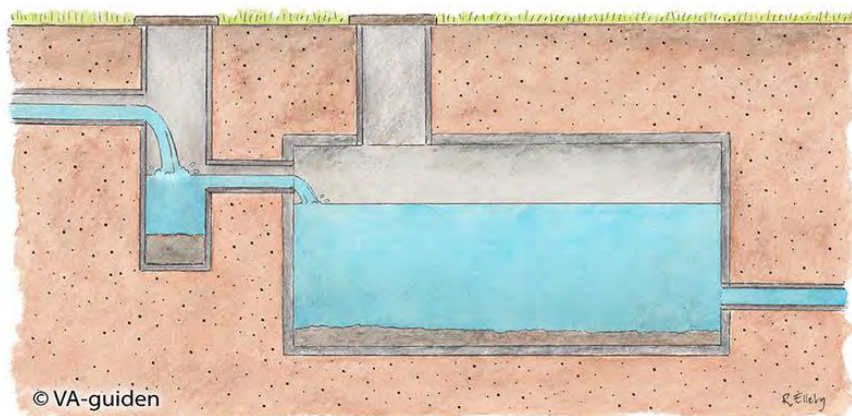
Schablonhalter visar dock att gröna tak bidrar till läckage av fosfor och kväve (StormTac, 2016).



Figur 5-2: Grönt tak med sedumväxtlighet

5.2.2. Avsättningsmagasin/sedimentationsmagasin

Ett avsättningsmagasin är ett underjordiskt magasin som kan vara både ihåligt och fylld med ett poröst innehåll som makadam. Dock är botten tät till skillnad från ett perkulationsmagasin. Dagvattnet leds in till magasinet via brunnar och ledningar, varefter det fördröjs och renas, främst genom sedimentation. Tömning kan ske via överfall, pumpning eller kontinuerligt genom ett strypt utlopp. Avsättningsmagasin har relativt dyra anläggningskostnader, men kan vara ett möjligt val då plats saknas för en öppen dagvattenlösning ovan mark, samt när dagvatten inte anses lämpligt att perkolera ner till grundvattnet.



Figur 5-3: Principskiss av avsättningsmagasin. Bild tagen från VA-guiden.

5.2.3. Sekundära avrinningsvägar

Vid kraftigare regn än de dimensionerande regnen kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattensystemet inom planområdet. Då måste området vara höjdsatt så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan att skador på byggnader sker. Svenskt Vatten (2016) rekommenderar att nybyggda fastigheter

dimensioneras så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år

För att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in i byggnaden måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaden. Avrinningen sker då lämpligast i riktning mot närliggande gator. Dessa avrinningsvägar ska dock ses som sekundära då dagvattnet i förstahand ska omhändertas inom planområdet.

Förslag på sekundär avrinning kan ses i Figur 5-4 och kan jämföras med bilden i tidigare avsnitt 3.4.



Figur 5-4: Sekundära avrinningsvägar inom planområdet.

6. Slutsats och rekommendationer

Vid nybyggnation av Enköpings stadshotell behövs ett fördröjningsmagasin för att uppnå flödeskravet från Enköping kommuns dagvattenpolicy och dagvattnet behöver genomgå rening för att inte ha negativ effekt på den nedströms belägen recipienten.

Denna utredning kommer rekommendera att de platta taken omvandlas till gröna tak med växtlighet för att minska den erforderliga magasinvolymen och främja en naturlig gestaltning och att det erforderliga magasinet bör vara ett sedimentationsmagasin.

Sedimentationsmagasinet kommer kunna fördröja och rena dagvattnet och bör placeras lättillgängligt för drift och underhåll samt lägligt för att kunna ansluta till det befintliga dagvattennätet. Eftersom plats för dagvattenmagasinet är begränsat, bör den föreslagna

dagvattenlösningen med grönt tak följas vilket resulterar i ett magasin med en total volym på 36 m³. Utan gröna tak behöver magasinet vara större, närmare sagt 45 m³.

7. Referenser

Enköping kommun, 2015, Dagvattenpolicy

Enköping kommun, *Vattenplan för Enköping kommun; vägen till god vattenstatus*, 2021

HaV, Miljökvalitetsnormer, 2019

Skyddsföreskrifter för kommunens grundvattentäkter, 1997,
<https://enkoping.se/download/18.56eff72d16e7b27e86a9a38c/1668081580598/foreskrift-skydd-va-vattentakter.pdf>

MSB, 2017, MSB:s vägledning vid skyfallskartering,
<https://www.msb.se/sv/publikationer/vagledning-for-skyfallskartering--tips-for-genomforande-och-exempel-pa-anvandning/>

Svenskt Vatten, 2016

VISS, 2024