

## RAPPORT

Uppdragsledare  
Sara Eklund  
Handläggare  
Elin Norberg  
Elin Blomberg  
Granskare  
Sara Eklund  
Tel  
010-505 37 46  
E-post  
sara.eklund@afry.com  
Project ID  
D0119272

Datum  
2023-06-09

Mottagare  
Jordnära miljökonsult AB  
Helene Olsman

### Dagvattenutredning för Eken 4 och 9



Slutversion

AFRY - ÅF PÖYRY

## SAMMANFATTNING

En fastighetsägare planerar att bygga ett flerbostadshus på innergården av Kvarteret Eken i centrala Trollhättan. Det är fastigheterna Eken 4 och Eken 9 som planeras att bebyggas med flerbostadshus. Den befintliga byggnaden på Eken 4 avleds idag via stuprör direkt till det kommunala dagvattennätet och kommer även göra det i framtiden. Därmed exkluderas den byggnaden i flödes- och föroreningsberäkningar i den här utredningen.

Utredningen har förhållit sig till Trollhättans stads dagvattenstrategi där krav ställs på fördröjning motsvarande 10 mm per m<sup>2</sup> hårdgjord yta. Återkomsttiden på 20 år är dimensionerande och den erforderlig fördröjningsvolymen för att fördröja 10 mm uppgår till 11 m<sup>3</sup>. Utifrån det fördröjningskravet blir utflödet från planområdet 22 l/s vid ett 20-årsregn.

I den här utredningen har tre olika scenarion beräknats, då det är önskvärt att utreda möjligheten att bygga med gröna tak. Scenario 1 motsvarar vanliga hårda tak, scenario 2 motsvarar tunna gröna tak med tjocklek 150 mm och scenario 3 motsvarar intensiva gröna tak med tjocklek 600 mm. För att hantera dagvattnet inom planområdet har förorenings- och fördröjningsberäkningar utförts och reningsanläggningar i form av biofilter föreslagits. För att klara fördröjnings- och reningskraven i de olika framtida scenarierna krävs det för scenario 1 en total yta på 24 m<sup>2</sup> tillgänglig för biofilter, 18 m<sup>2</sup> för scenario 2 och 13 m<sup>2</sup> för scenario 3.

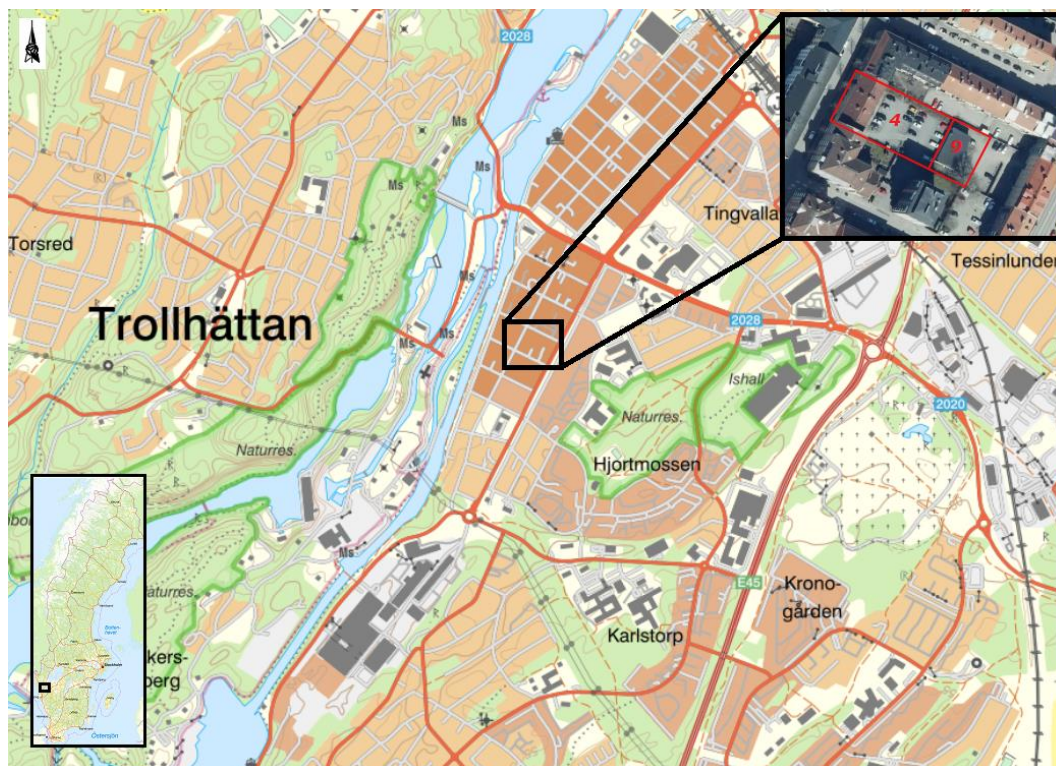
## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	2
INLEDNING .....	4
Bakgrund .....	4
Syfte .....	4
Avgränsningar.....	5
RIKTLINJER OCH KRAV FÖR DAGVATTENHANTERING .....	6
Tidigare markundersökningar .....	7
Svenskt Vatten - P110 .....	7
Vattenförvaltning.....	8
BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN .....	8
Områdesbeskrivning .....	8
Topografi och flödesvägar .....	9
Geologi .....	11
Grundvatten .....	12
Befintligt och framtida ledningsnät för dagvatten.....	12
Recipient och miljö kvalitetsnormer .....	13
Ytvattenförekomst – Göta älv .....	13
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN .....	14
Planerad ombyggnad .....	14
Markanvändning.....	15
BERÄKNINGAR .....	16
Flödesberäkningar .....	16
Fördröjningsbehov .....	16
Föroreningsberäkningar.....	17
FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING.....	18
Flödesberäkningar .....	18
Föroreningsberäkningar.....	21
Schablonvärden (Stormtac).....	24
Beskrivning av anläggningar .....	24
Vegetationsklädda tak .....	24
Biofilter .....	25
Påverkan på miljö kvalitetsnormer för vatten.....	27
Översvämningsrisk och principiell höjdsättning .....	27
REFERENSER.....	30

## INLEDNING

### Bakgrund

Två fastighetsägare planerar att bygga ett flerbostadshus på innergården av Kvarteret Eken i centrala Trollhättan. Det är fastigheterna Eken 4 och Eken 9 som planeras att bebyggas. Fastigheterna är tillsammans drygt 2000 m<sup>2</sup> stora. Inom Eken 4 finns det idag en asfalterad parkeringsyta samt del av ett flerbostadshus. Inom Eken 9 finns en äldre garagebyggnad. Den nya planändringen syftar till en nybyggnation av ett flerbostadshus på innergården, garagebyggnaden på Eken 9 kommer rivas. En översiktskarta på fastigheterna ses i Figur 1.



Figur 1. Översiktskarta för fastigheterna Eken 4 och 9. Fastighetsgränser markeras med röda linjer i bilden uppe till höger (Bildkälla: Lantmäteriet, 2023).

### Syfte

Utredningen syftar till att klargöra konsekvenserna av aktuell planändring, samt lämna en redogörelse för hur Trollhättan kommuns dagvattenstrategi ska uppfyllas. Vidare ska utredningen säkerställa att planändringen inte riskerar att äventyra uppsatta miljö kvalitetsnormer för recipienten Göta älv.

I denna rapport kommer AFRY redovisa följande:

- Beskrivning av områdets förutsättningar.
- Beskrivning av recipientens status utifrån befintliga miljökvalitetsnormer (MKN).
- Identifiering av lågpunkter och vattnets väg inom och nedströms planområdet. Analys görs i programmet Scalgo.
- Beräknade dagvattenflöden från planområdet innan och efter exploatering samt med förslagna åtgärder.
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering.
- Framtagande av dagvattenåtgärder. Modellering av föreslagna dagvattenlösningar utifrån erforderlig magasinvolym och reningskrav.
- Bedömning av översvämningsrisker vid ett 100-årsregn. Analys görs i programmet Scalgo.

## Avgränsningar

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Tillhandahållet
Uppdragsbekräftelse (PDF)	2023-04-20
Primärkarta över utredningsområdet (DWG)	2023-03-27
Plankarta för detaljplaneområdet (DWG)	2023-03-27
Rapport Eken 4 och 9 MMU (PDF)	2023-04-27
M-01-1-200 Illustration utemiljö (PDF)	2023-05-02
Grönytefaktor (EXCEL)	2023-05-02
Underlag av VA-ledningar (allmänna VA-ledningar / fastighetens ledningar (JPEG)	2023-04-18
Underlag för sträckning av servitut för VA-ledningar (Eken 9)	2023-06-01
Dagvattenstrategi för Trollhättan stad (PDF)	2023-03-27

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
Jorddjupskarta	SGU	
Flödes- och föroreningsberäkningar	StormTac	
Skyfallsanalys	SCALGO Live	

Dagvattenutredningen har baserats på underlag som har tillhandahållits av Jordnära miljökonsult AB, däribland en miljöteknisk undersökning för jord och porluft. För mer information om denna undersökning se avsnitt *Tidigare markundersökningar*.

## RIKTLINJER OCH KRAV FÖR DAGVATTENHANTERING

Trollhättan kommun har en dagvattenstrategi med fyra övergripande mål, alla försedda med vidare beslut om hur arbetet med dagvattenhanteringen ska bedrivas. Dessa fyra mål är:

1. Robusta bebyggelsemiljöer och bevarad vattenbalans.
2. Välmående yt- och grundvatten.
3. Berikat stadslandskap.
4. God samverkan och tydlig ansvarsfördelning.

Mål 1 ska nås genom att dagvattenhanteringen ska efterlikna naturlig infiltration och avrinning i så stor utsträckning som möjligt. På så sätt undviks negativ påverkan på grundvattennivåer samt minimerar ytvattenflöden.

Mål 2 innebär att dagvattenhanteringen inte ska försämra vattenstatus i kommunens vattenområden, det ska främja långsiktig och god vattenstatus.

Mål 3 ska uppnås genom att inkludera dagvattenhanteringen i attraktiva, estetiska och rekreativa inslag i stadslandskapet. Detta anses skapa mervärde i den bebyggda miljön.

Mål 4 tydliggör för att uppnå en hållbar dagvattenhantering krävs det samordning, samsyn och en ansvarsfördelning mellan stadens förvaltningar och bolag. Likaså bland exploatörer och fastighetsägare.

Riktlinjerna för dagvattenrening inom Trollhättan stad säger tydligt att utsläpp till recipient inte får försämra vattenkvaliteten eller motverka att god vattenstatus uppnås i recipienten. Vidare ställer Miljökontoret krav på reningsfunktionen i varje enskilt fall gällande recipientpåverkan, med stöd av miljöbalken (1998:08). Samhällsbyggnadskontoret kan tillämpa egna riktlinjer gällande kvalitetskrav för utsläpp till dagvattennät eller recipient.

Utredningen förhåller sig till dessa mål och Trollhättans stads dagvattenstrategi som bland annat säger att fördröjning ska anordnas motsvarande 10 mm per m<sup>2</sup> hårdgjord yta.

Miljöförvaltningen i Göteborg har tagit fram riktvärden för utsläpp av dagvatten till vattendrag och ledningsnät (Miljöförvaltningen, 2020). Detta har gjorts för att föroreningar ska begränsas redan vid källan och för att recipienternas status inte ska försämrans. I framtiden, när fler vattenförekomster kartlagts och lokala åtgärdsprogram tagits fram hoppas Miljöförvaltningen att det ska gå att göra mer platsspecifika bedömningar som i stället tar hänsyn till den specifika recipientens förutsättningar. Trollhättan kommun använder dessa riktvärden och således förhåller sig denna utredning till Göteborgs stad riktvärden för dagvattenutsläpp.

Miljöförvaltningen (2020) har tagit fram två tabeller som beskriver riktvärdena, en som beskriver minimikrav och en som beskriver ytterligare parametrar som kan behöva kontrolleras beroende på verksamhet och åtgärder. De utökade parametrarna är Bens(a)pyren (som är en indikator för PAH), Bensen, Metyl-tert-butyleter (MTBE), Polyklorerade bifenylter (PCB), PFAS, TOC, Tributyltenn (TBT) och Trikloretalen. Dessa utökade parametrar anses inte behöva kontrolleras inom denna utredning eftersom den framtida verksamhet består av bostadsområde, park och parkering. Sådan verksamhet är normalt inte källor till ovan angivna parametrar. I Tabell 1 visas de riktvärden som klassas som minimikrav. Alla dessa parametrar, utom pH, undersöks i denna utredning. Parametern pH är ett mått på hur surt vattnet är och kan variera mycket. Därmed är det svårt att sätta

ett schablonmässigt värde på pH och därför finns det heller inte i programmet Stormtac, som används för föroreningsberäkningar.

Tabell 1. Göteborgs stads riktvärden.

Förorening	Göteborgs stad riktvärden (µg/l)
Fosfor (P)	50
Kväve (N)	1 250
Arsenik (As)	16
Bly (Pb)	28
Koppar (Cu)	10
Zink (Zn)	30
Kadmium (Cd)	0,9
Krom (Cr)	7
Nickel (Ni)	68
Kvicksilver (Hg)	0,07
Suspenderad substans (SS)	25 000
Oljeindex (Olja)	500*
pH (utan enhet)	6,5–9

\*Halten gäller för områden som ligger inom Göta älvs vattenskyddsområde.

## Tidigare markundersökningar

För fastighet Eken 3 och 6 har en PCB-inventering genomförts i byggnader, där PCB-halter var under riktvärdet för byggmaterial.

2011 utfördes en efterbehandlingsåtgärd för metall- och oljeföroreningar inom Kv Fridhem, som återfinns cirka 150 meter söder om Kv Eken (Sweco, 2011).

En miljöteknisk undersökning av jord och porluft från 2023 finns för fastigheterna Eken 4 och 9 (Jordnära, 2023). Föroreningshalterna är generellt låga inom fastigheterna. På Eken 4 finns det risk för förorening av eldningsoljan som hanterats i bostadshusets pannrum. Inom Eken 9 rekommenderas att fyllnadsmassor schaktas bort tills berg påträffas. Föroreningar under aktuell verkstadsbyggnad, som planeras rivas, går inte att utesluta när sådana verksamheter är kopplade till oljeföroreningar, lösningsmedel, metaller och PAH (Polycykliska aromatiska kolväten). Vid misstanke om utbredd förorening (okulär eller lukt) eller om det blir större volymer av fyllnadsmassor är förväntat bör det ske ytterligare provtagning i hänseende på barium, oljeföroreningar och PAH.

## Svenskt Vatten - P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

## Vattenförvaltning

EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag och beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2015 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status.

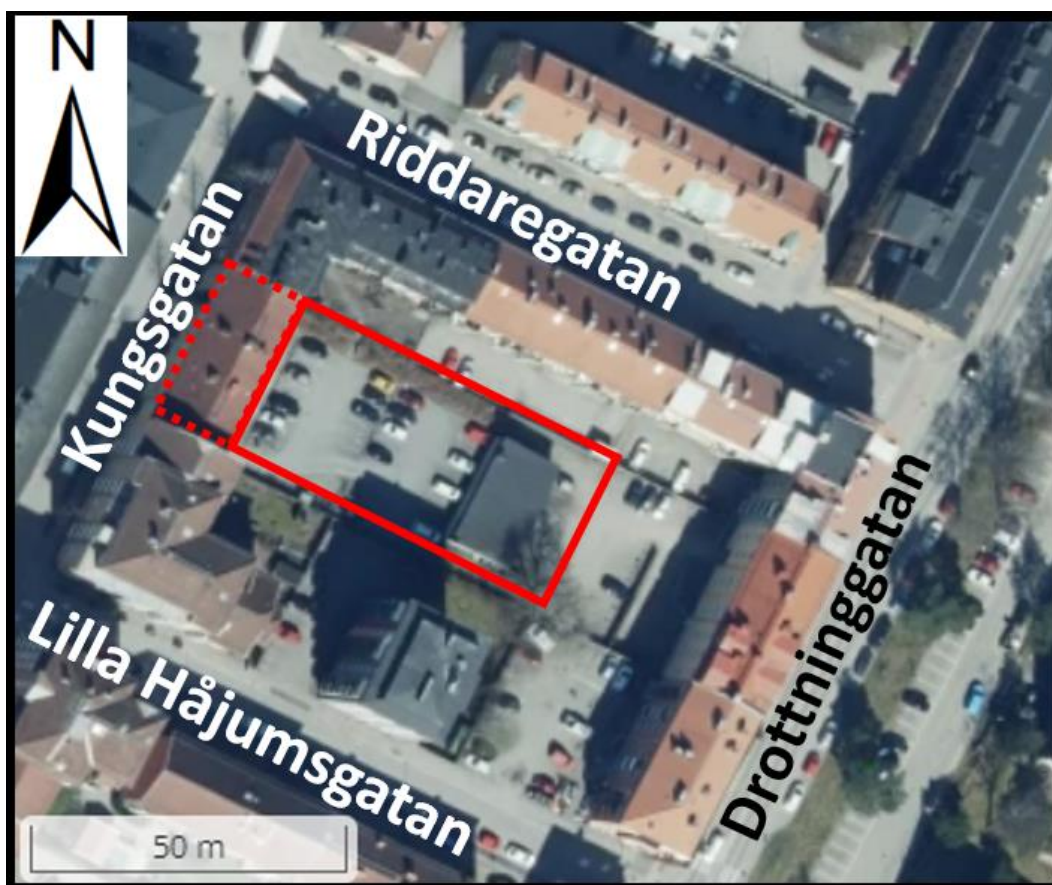
Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts. Vattenkvaliteten får inte försämrats samt att normerna gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats.

## BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

### Områdesbeskrivning

Området som ingår i utredningen utgörs av fastigheten Eken 9 och större delen av Eken 4. Huset i den nordvästra delen av Eken 4 (se streckad linje i figur 2) är inte medräknat då det inte sker någon förändring där. Takdagvattnet leds via stuprör direkt till det kommunala ledningsnätet och kommer göra det även i framtiden. Utredningsområdet är knappt 1700 m<sup>2</sup> stort och ligger i ett tätbebyggt område öster om farleden Trollhätte kanal. Utredningsområdet utgörs av en innergård som avgränsas av byggnader i norr, öster och väster. Hela området består av asfalterad yta, mestadels parkering, samt en garagebyggnad i sydöst (på fastigheten Eken 9). I Figur 2 visas området så som det ser ut idag, innan ombyggnad.

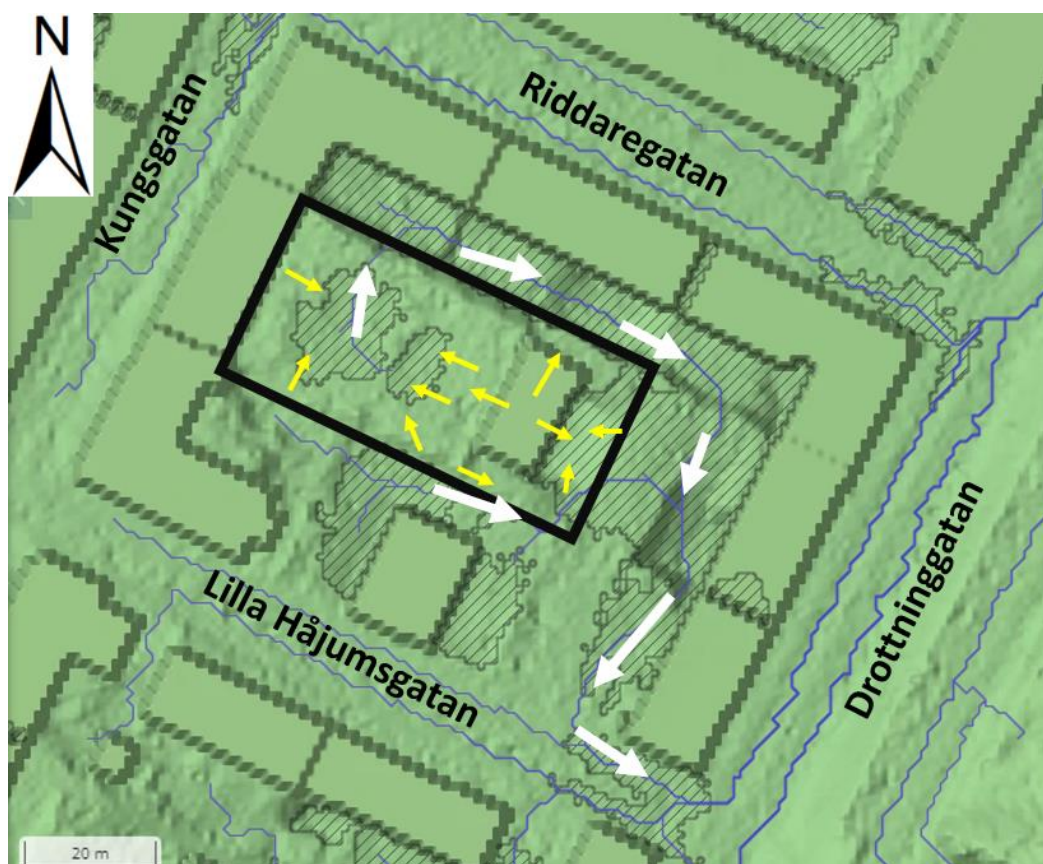




Figur 2. Ungefärlig utbredning av utredningsområdet (röd heldragen markering). Den streckade linjen visar den del av fastigheten Eken 4 som inte ingår i den här utredningen.

## Topografi och flödesvägar

Det finns flera relativt stora nedsänkta områden på innergården där dagvatten blir stående om det inte kan avvattnas via ledningar, vilket sker vid skyfall, se Figur 3. När de nedsänkta områdena är fyllda avrinner dagvatten från fastigheten på innergården, ut till Lilla Håjumsgatan för att sedan fortsätta norrut längs Drottninggatan. I praktiken blir dock alla nedsänkta ytor sällan fulla. De två sänkor på Eken 4 blir fulla vid runt 15 mm nederbörd. Den stora sänkan öster om garaget som sträcker sig längs fasaden på stora delar av innergården är fortfarande inte fylld vid 150 mm nederbörd. 150 mm nederbörd motsvarar ett 100-årsregn som varar i hela 24 timmar (med klimatfaktor 1,25). I Figur 3 visas en karta över topografin där ytvattnets flödesriktning illustreras. Inget vatten avrinner till innergården från omkringliggande gator.



Figur 3. Figur över topografin inom utredningsområdet (svart sträckning) tillsammans med flödesriktning (pilar) på dagvattnet som avrinner på ytan. Tunnare pilar visar mindre flödesvägar inom utredningsområdet. Där avrinner dagvattnet mot nedsänkta områden (grårandiga graferade områden). Vita, tjockare pilar visar större flödesvägar när de nedsänkta graferade områdena är fyllda. Bildkälla (Scalgo, 2023).

Skyfall är kraftiga intensiva regn som genererar stora mängder dagvatten. I Figur 4 visas hur dagvattnet avrinner (vid skyfall) från planområdet, enligt Scalgo. Dagvattnet avrinner mot recipienten (Göta älv) via gator. På flera platser längs med rinnvägen riskerar intilliggande byggnader att översvämmas vid skyfall. Dock är det viktigt att komma ihåg att det inte endast är dagvatten från planområdet som påverkar nedströms byggnader.



Figur 4. Avrinning nedströms planområdet (röd sträcka) till recipienten Göta älv. Gul inringning visar områden med byggnader som riskerar att översvämmas vid 100-årsregn enligt Scalgo. Bakgrundskarta (Scalgo, 2023).

## Geologi

Hela utredningsområdet består av urberg överlagrat av morän, bortsett från ett litet stråk i öster med postglacial lera (se Figur 5), enligt SGU:s jordartskarta (Sveriges geologiska undersökning, 2023a). Inom planområdet bedöms genomsläppligheten vara måttlig och i området med lera bedöms den vara låg (Sveriges geologiska undersökning, 2023b). Det finns inget uppmätt jorddjup inom utredningsområdet men det har skattats av SGU (2023b) i några punkter som ligger i närheten, se blå punkter i Figur 5 för lokalisering. Jorddjupet har skattats till 0 meter i alla punkter. Vid fältundersökning på planområdet av Jordnära i april 2023 konstaterades att jordlagret till berg var tunt (Jordnära, 2023). Möjligheten till infiltration av dagvatten bedöms därmed vara låg.



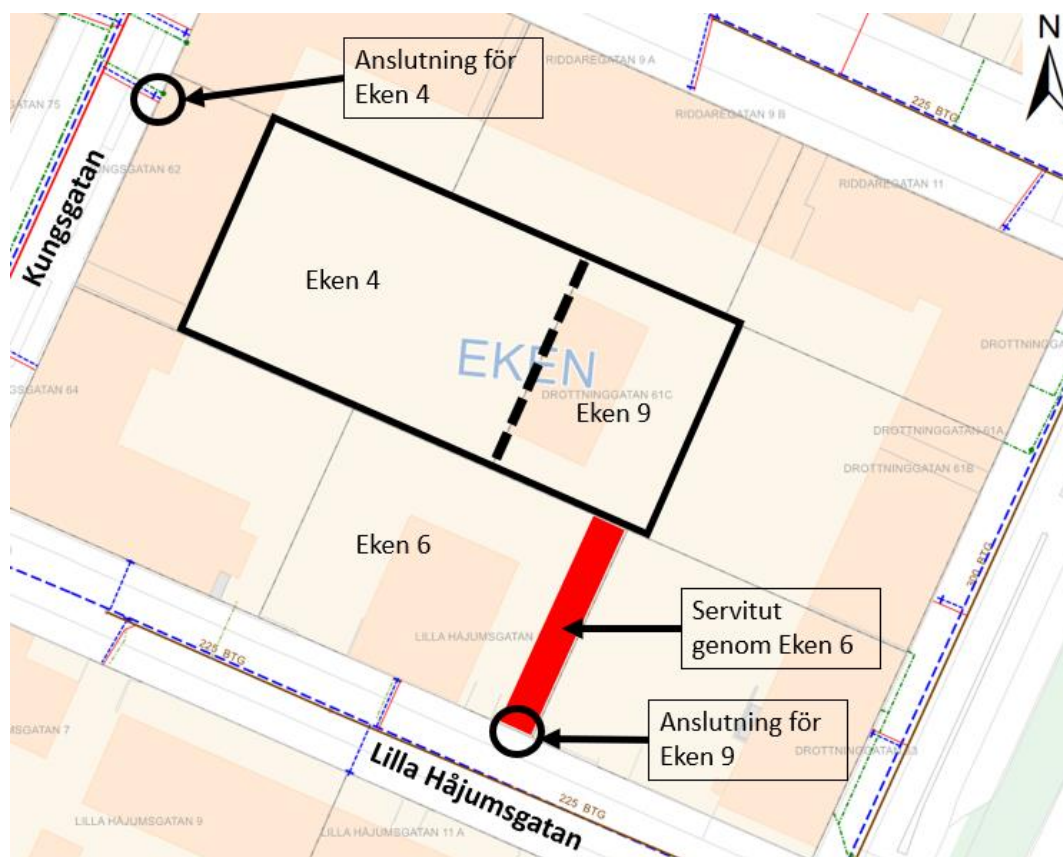
Figur 5. Jordarterna inom Eken 4 och 9 (svart sträckning). Ljusblå prickar betyder morän, rött område står för urberg och gult står för postglacial lera. De blå punkterna visar närliggande områden där jorddjup skattats. Jorddjupet har skattats till 0 m i alla punkter. ©Lantmäteriet

## Grundvatten

Enligt markundersökning inom planområdet som utförts 2023 är sannolikheten att påträffa grundvatten låg (Jordnära, 2023).

## Befintligt och framtida ledningsnät för dagvatten

Fastigheten Eken 4 är ansluten till dagvattenledning i Kungsgatan, vilken har sitt utlopp i Göta älv. Det är tänkt att dagvattnet från Eken 4 även fortsättningsvis ska avledas på samma sätt. I dagsläget finns ingen anslutning för Eken 9 men det planeras att Eken 9 ska anslutas till kombinerad ledning via servitut för VA genom fastigheten Eken 6. Det innebär att dagvattnet avleds tillsammans med spillvattnet till reningsverk. Figur 6 visar var anslutning för Eken 4 och framtida servitut för Eken 9 kommer finnas.



Figur 6. Anslutningspunkterna till det kommunala ledningsnätet. Utredningsområdet avgränsas av svart heldragen linje och Eken 4 och 9 avgränsas av svart streckad linje.

## Recipient och miljö kvalitetsnormer

### Ytvattenförekomst – Göta älv

Recipient för Eken 4 är vattendraget Göta älv – Slumpån till Salabackaån (SE646486-129009), dit avledningen sker med dagvattenledningar. Även ytavrinningen från planområdet sker dit (VISS, 2023). I VISS (Vatteninformationssystem Sverige) är Göta älv – Slumpån till Stallbackaån klassad enligt Tabell 2. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2019 i tredje förvaltningscykeln (2017–2021).

Tabell 2 Statusklassificering av recipienten Göta älv – Slumpån till Stallbackaån (VISS, 2023).

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Göta älv – Slumpån till Stallbackaån SE646486-129009	Måttlig ekologisk status	God ekologisk potential 2039	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus 2027

Göta älv – Slumpån till Stallbackaåns ekologiska status är klassad som måttlig. Kvalitetsfaktorn fisk är avgörande och bedöms som måttlig eftersom fiskar inte kan vandra naturligt i vattensystemet. Konnektiviteten uppströms och nedströms i vattendraget hindrar fiskar vid kraftverksdammar från att vandra mellan havet, längs Göta älv och till

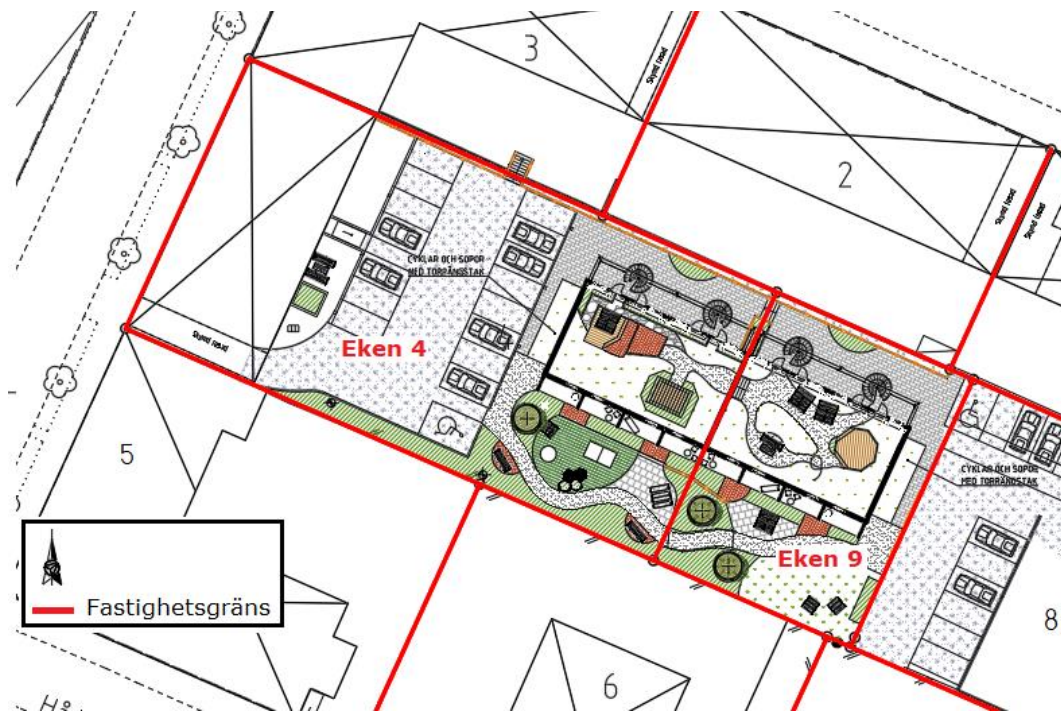
Trollhättan. Likväl regleras vattendragets flöden, vilket påverkar fiskbestånden negativt. Tillförlitligheten för klassningen av den ekologiska statusen bedöms till medel. Kvalitetskravet för god ekologisk potential är tidigast möjlig att uppnå 2039 eftersom förändring av bland annat konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar är tidskrävande.

Den kemiska statusen i Göta älv – Slumpån till Stallbackaån är klassad som ej god. Bedömningen grundas på uppmätta halter av PFOS och extrapolering av halter från kvicksilver (Hg) i miljön från sjöar i länet. Tillförlitligheten för klassningen bedöms god. Gränsvärdet för kvicksilver likväl som för bromerad difenyleter (PBDE) som överskrids i dagsläget anses vara tekniskt omöjliga att sänka till de halter som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Dessa ämnen har mindre stränga krav på sig eftersom de anses omöjliga att uppnå, då de härstammar från långväga luftburna föroreningar över lång tid. Dessa nuvarande (2015) halter i recipienten får dock inte öka. För att recipienten ska uppnå god kemisk status behövs gränsvärdet för PFOS i ytvatten åtgärdas så snart som möjligt för att nå målet av god kemisk status till 2027.

## FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

### Planerad ombyggnad

Ett flerbostadshus ska byggas inom planområdet. Garagebyggnaden på Eken 9 ska rivas för att göra plats åt huset som sträcker sig över båda fastigheterna (Eken 4 och Eken 9). En illustrationsskiss över framtida situation kan ses i Figur 7. Idag finns inga grönytor inom fastigheterna, men det planeras sådana områden söder om det nya flerbostadshuset samt även i form av gröna tak. Med den planerade byggnationen kommer mängden hårdgjorda ytor att minska och andelen grönytor att öka.



Figur 7. Illustrationsskiss över framtida situation.

## Markanvändning

Planerad markanvändning inkluderar en parkeringsyta i de västra delarna, på fastighet Eken 4. Det planerade flerbostadshuset är ganska centralt belägen på fastigheterna Eken 4 och 9, uppskattningsvis är byggnaden placerad 50/50 på fastigheterna. Flerbostadshuset kommer till viss del innefatta hårdgjorda ytor på taket men majoriteten av takytan planeras anläggas med grönska som kan hantera och fördröja en del regnvatten. Förrådsbodnar för sopor och cyklar, som ligger i anslutning till flerbostadshusets västra och östra sida, planeras att i sin helhet omfattas med gröna tak. Den exakta fördelningen av grönyta/hårdgjort tak är dock inte bestämt. Vidare är markytan norr om flerbostadshuset planerad med markplattor samt två mindre växtbäddar. Söder om byggnaden planeras flera ytor med möjlighet för umgänge och interaktion. Där kan exempelvis några lövträd, gräsytor och olika typer av planteringar förekomma.

Befintlig byggnad på fastighet Eken 4 exkluderas från beräkningar av flöden och föroreningar. Byggnadens tak avvattnas direkt med stuprör ner i det kommunala ledningsnätet och kommer även fortsättningsvis göra det. Dagvattnet från stuprören leds bort via ledningar från fastigheten till recipienten Göta älv

Tabell 3 och Tabell 4 beskriver nuvarande och planerad markanvändning genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta. Avrinningskoefficienter har valts utifrån standardvärden i Stormtac v23.1.2. Observera att hela taket har antagits vara hårdgjort även för framtida markanvändning (Tabell 4). Detta görs eftersom det inte är fastslaget hur stor andel av taket som ska vara grönt och framförallt för att utreda vad för krav det finns på dagvattenhanteringen.

Tabell 3 Nuvarande markanvändning - Fördelning av markanvändningstyper som grund för flödes- och föroreningsberäkningar (ha).

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Area för respektive markanvändning och totalt inom planområdet (ha)
Tak	0,90	0,0180
Parkering	0,85	0,1489
Totalt		0,1669
Reducerad dim. area		0,1428

Tabell 4 Planerad markanvändning enligt illustrationsskiss - Fördelning av markanvändningstyper som grund för flödes- och föroreningsberäkningar (ha).

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Area för respektive markanvändning och totalt inom planområdet (ha)
Tak	0,90	0,0409
Parkering	0,85	0,0541
Markplattor	0,70	0,0277
Parkmark	0,10	0,0442
Totalt		0,1669
Reducerad dim. area		0,1066

För 100-årsregn antas avrinningskoefficienten öka för hårdgjorda ytor till 1,0 och för icke hårdgjorda ytor till 0,2–0,8, beroende på topografin och markanvändning, enligt StormTac. För denna rapport har avrinningskoefficienten på 0,2 använts för icke hårdgjorda ytor.

## BERÄKNINGAR

### Flödesberäkningar

Avrinningen före och efter planerad ombyggnad har beräknats enligt rekommendationer i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) och har utförts i dagvatten- och recipientmodellen StormTac WEB (v23.1.2). Modellen använder rationella metoden för beräkning av dimensionerande och årliga flöden baserat på reducerade ytor enligt Tabell 3 och Tabell 4 och regnintensitet med valda återkomsttider på 5, 20 och 100 år. Återkomsttiden 20 år är dimensionerande för denna typ av område och 5-årsregn beräknas då det är dimensionerande för fylld ledning. Även ett 100-årsregn beräknas då det är den kritiska nivå för marköversvämningar utan betydande skador som följd, vilket ligger på kommunens ansvar. Pågående klimatförändringar innebär en framtid med intensivare regn och risk för högre vattennivåer. För att dagvattensystem ska vara rätt dimensionerade även i framtiden görs en så kallad klimatkompensation genom att multiplicera nuvarande regnintensiteter med en faktor som är större än 1. I den här utredningen används ett påslag med en klimatkfaktor 1,25, vilket medför en kapacitetsökning med 25 %. Dagvattenflöden har beräknats utan klimatkfaktor för befintlig markanvändning. Den korrigerade årliga nederbörden är 920,81 mm (SMHI, 2023).

För indata för beräkningar av dimensionerande flöden, se Tabell 5.

Tabell 5. Indata för beräkningar av dimensionerande flöden.

Parameter	
Återkomsttid	20 år
Varaktighet	10 minuter
Regnintensitet utan fördröjning	286,7 l/s, ha
Klimatkfaktor (kf)	1,25

Vid en jämförelse mellan dimensionerande flöde före och efter planerad ombyggnad konstateras att det dimensionerande flödet för utredningsområdet är ungefär samma efter ombyggnad för 5-årsregn, minskar med ca 1 l/s för ett 20-årsregn och med ca 19 l/s för ett 100-årsregn, se Tabell 6.

Tabell 6. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för nuvarande och planerad ombyggnad för regn med återkomsttider på 5, 20 och 100 år. Klimatkfaktor 1,25 används för framtida flöden.

Återkomsttid	Dimensionerade flöde före ombyggnad (l/s)	Dimensionerade flöde efter ombyggnad utan fördröjning (l/s)	Minskat flöde efter ombyggnad (l/s)
5 år	26	26	0
20 år	41	40	1
100 år	82	63	19

### Fördröjningsbehov

Flödet från utredningsområdet minskar efter ombyggnad, vilket beror på att andelen grönytor ökar och därmed minskar avrinningen. Enligt kommunens dagvattenstrategi ska 10 mm fördröjas. Magasinsberäkningar i utredningen baseras på detta krav och har beräknats utifrån reducerad area för framtida markanvändning, med indata från Tabell 4.



Erforderlig fördröjningsvolym för att fördröja 10 mm är 11 m<sup>3</sup>. Med den fördröjningen blir utflödet från planområdet 22 l/s vid ett 20-årsregn. Detta utflöde måste alltså uppnås för att fördröjningen ska vara tillräcklig.

## Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts i programmet StormTac för koncentrationer och mängder i dagvattnet från utredningsområdet före och efter planerad ombyggnad. De föroreningar som undersökts är de som har riktvärden som ska kontrolleras enligt Göteborgs stad samt de föroreningar som förekommer som standard i StormTac.

Beräkningarna utgår från de markanvändningar som presenteras i Tabell 3 och Tabell 4. Koncentrationerna och mängderna redovisas i Tabell 7 och Tabell 8. I Tabell 7 Föroreningskoncentrationer (µg/l) för planområdet före och efter exploatering, utan rening. Tabell 7 redovisas även Göteborgs stads riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient. De halter som överskrider riktvärdena är fetmarkerade.

*Tabell 7 Föroreningskoncentrationer (µg/l) för planområdet före och efter exploatering, utan rening. Riktvärden från Göteborgs stad redovisas också (Miljöförvaltningen, 2020). Halter som överstiger riktvärdena är fetmarkerade.*

Förorening	Befintlig situation utan rening (µg/l)	Planerad situation utan rening (µg/l)	Göteborgs stad riktvärden (µg/l)
Fosfor (P)	<b>140</b>	<b>91</b>	50
Kväve (N)	<b>1 500</b>	<b>1 600</b>	1 250
Arsenik (As)	3,4	2,8	16
Bly (Pb)	17	9,4	28
Koppar (Cu)	<b>35</b>	<b>23</b>	10
Zink (Zn)	120	78	30
Kadmium (Cd)	0,43	0,38	0,9
Krom (Cr)	<b>12</b>	6,4	7
Nickel (Ni)	5,4	3,8	68
Kvicksilver (Hg)	0,066	0,035	0,07
Suspenderad substans (SS)	<b>120 000</b>	<b>59 000</b>	25 000
Oljeindex (Olja)	<b>700</b>	340	500*
PAH16	0,26	0,45	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,050	0,026	-

\*Riktvärdet för oljeindex gäller för områden som ligger inom Göta älvs vattenskyddsområde

Tabell 8 Föroreningsmängder (kg/år) för planområdet före och efter ombyggnad, utan rening.

Förorening	Befintlig situation utan rening(kg/år)	Planerad situation utan rening (kg/år)
Fosfor (P)	0,19	0,11
Kväve (N)	2,1	1,8
Arsenik (As)	0,0048	0,0033
Bly (Pb)	0,023	0,011
Koppar (Cu)	0,049	0,027
Zink (Zn)	0,17	0,092
Kadmium (Cd)	0,0006	0,00044
Krom (Cr)	0,017	0,0075
Nickel (Ni)	0,0075	0,0045
Kvicksilver (Hg)	0,000091	0,000041
Suspenderad substans (SS)	160	69
Oljeindex (Olja)	0,97	0,41
PAH16	0,00036	0,00052
Benso(a)pyren (BaP)	0,000069	0,000030

## FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING

### Flödesberäkningar

Föreslagna åtgärder i den övergripande lösningen för dagvattenhanteringen dimensioneras för fördröjning av 10 mm nederbörd på framtida markanvändning, vilket motsvarar 11 m<sup>3</sup>. Dimensioneringen görs också för att klara reningskraven, vilket kan leda till att en större volym krävs.

Föreslagna dagvattenlösningar har baserats på, i dagsläget, tillgänglig information om planerad utformning, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Planerad utformning baseras på illustrationsritning och planerad utformning är inte helt fastställd ännu. Därför ska de föreslagna lösningarna ses som ett principförslag. Exakt utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter görs i ett senare skede vid detaljprojektering.

För att hantera dagvattnet inom planområdet (Eken 4, exklusive befintlig byggnad, och Eken 9) föreslås reningsanläggningar i form av gröna tak och biofilter. Tre olika förslag har tagits fram som grundar sig på tre olika scenarier; att inget grönt tak anläggs, att tak anläggs enligt illustrationsskiss (se Figur 7) med tunna gröna tak respektive tjocka gröna tak. I Tabell 9 sammanfattas vilken dagvattenhantering som föreslås för respektive scenario och nedan beskrivs detta mer grundligt.

Tabell 9 Framtida scenario med dagvattenhantering.

Framtida situation	
Scenario 1	Enbart biofilter
Scenario 2	Tunna gröna tak (150 mm), enligt illustrationsskiss, och biofilter
Scenario 3	Tjocka gröna tak (600 mm), enligt illustrationsskiss, och biofilter

Vid detaljprojekteringen säkerställs att alla hårdgjorda leds till föreslagna anläggningar för fördröjning och rening. För takytor görs det förslagsvis via utkastare till upphöjda biofilter intill byggnaden. För övriga hårdgjorda ytor, såsom parkeringen görs det förslagsvis genom adekvat höjdsättning så att dagvatten leds ytleddes till biofilter i närheten.

Föreslagna biofilter har ett jorddjup av 900 mm och en reglervolym på 400 mm. Denna utformning föreslås då det är standard för biofilter i StormTac och ger en bra rening och fördröjning. Biofiltren i alla scenarion har samma utformning med avseende på jorddjup och reglervolym. Det som skiljer dem åt är inflöde samt anläggningens bredd, längd och volym. För beräkning av fördröjning och rening i de gröna taken har avrinningskoefficienter som är standard för Stormtac använts (se Tabell 10).

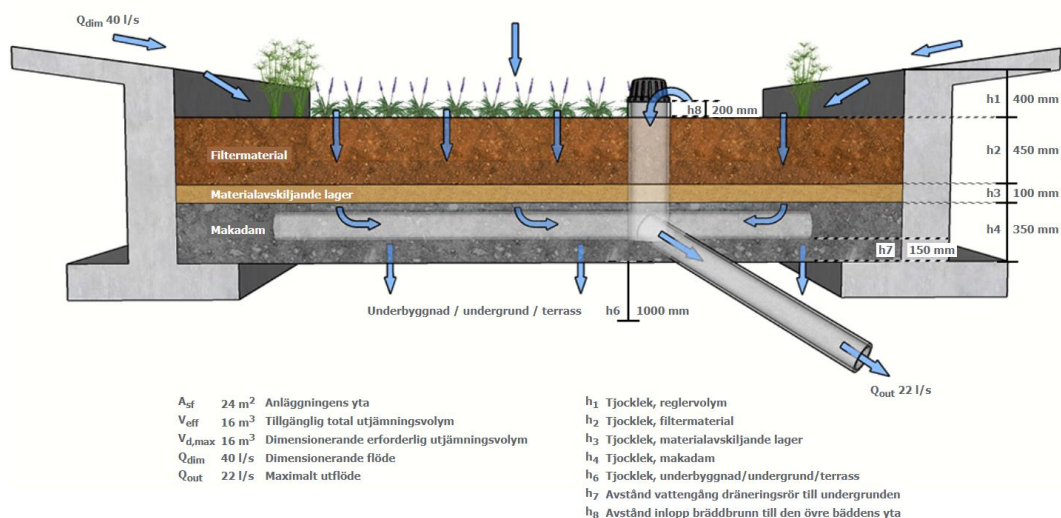
Tabell 10. Avrinningskoefficienter för gröna tak

Typ av tak	Volymsavrinningskoefficient*	Dimensionerande avrinningskoefficient**
Tunna gröna tak (150 mm)	0,45	0,4
Tjocka gröna tak (600 mm)	0,1	0,1

\*Används vid beräkning av föroreningsbelastning

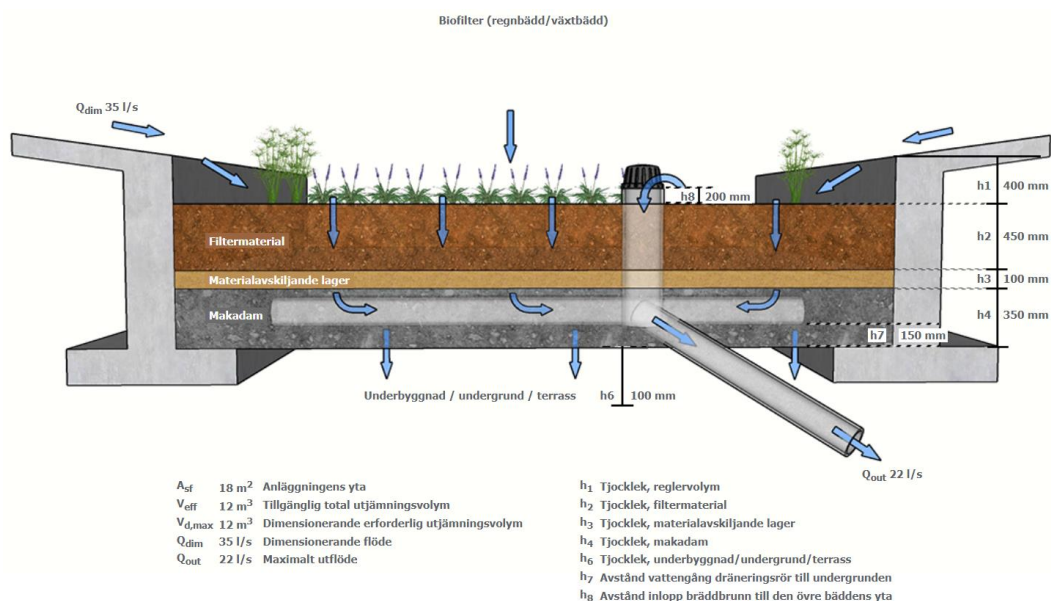
\*\*Används vid beräkning av flöden

Gällande scenario 1 förekommer endast hårda tak och här är det enbart biofilter som föreslås som reningsanläggning. I detta scenario krävs en total yta på minst 24 m<sup>2</sup> tillgänglig för biofilter för att klara erforderlig fördröjning och rening. Exempel på utformning av ett sådant biofilter visas i Figur 8.



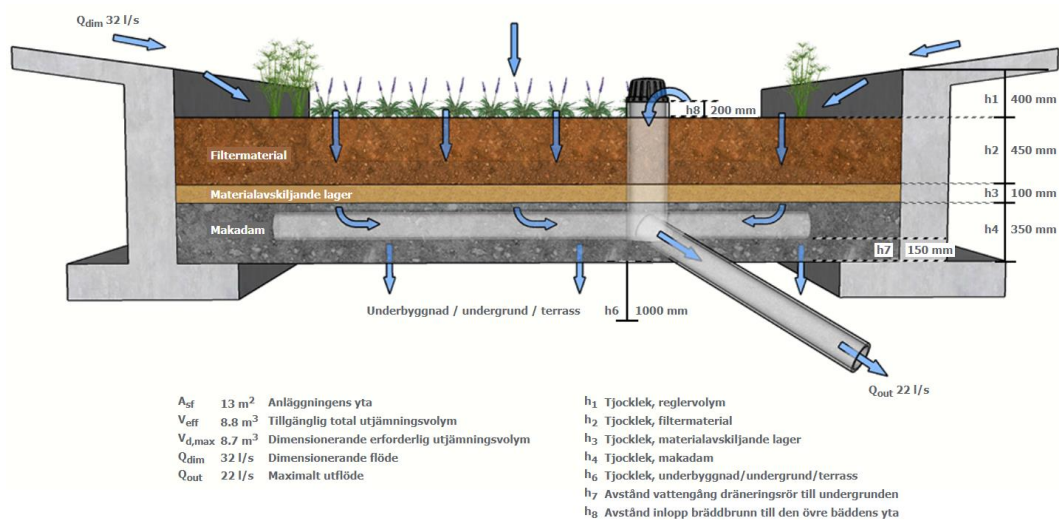
Figur 8. Exempel på utformning för biofilter gällande scenario 1.

I scenario 2 föreslås, förutom biofilter, även gröna tunna (150 mm) tak som en föreslagen reningsanläggning. Den totala ytan av de gröna taken är 290 m<sup>2</sup> och har uppskattats utifrån den föreslagna utformningen av taken (Figur 7). Total yta för biofilter behöver här vara 18 m<sup>2</sup> för att uppnå erforderlig fördröjning och rening. Exempel på utformning av ett sådant biofiltret kan ses i Figur 9.



Figur 9. Exempel på utformning av biofilter i scenario 2.

Det tredje scenariot omfattar ett tjockare grönt tak på 600 mm (med samma yta som i scenario 2, 290 m<sup>2</sup>) samt biofilter som renar dagvattnet inom utredningsområdet. Total yta för biofilter behöver här vara 13 m<sup>2</sup> för att uppnå erforderlig fördröjning och rening. Exempel på utformning av ett sådant biofiltret kan ses i Figur 10.



Figur 10. Exempel på utformning av biofilter i scenario 3.

## Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts i programmet StormTac för koncentrationer och mängder före och efter planerad ombyggnad utan åtgärder samt planerad ombyggnad med åtgärder för alla tre scenarion, se Tabell 11 och Tabell 12.

Tabell 11. Beräknade föroreningskoncentrationer ( $\mu\text{g/l}$ ) i dagvatten för befintlig situation, vid planerad ombyggnad utan och med åtgärder. Riktvärden för Göteborgs stad redovisas och halter som överskrider dessa är fetmarkerade (Miljöförvaltningen, 2020).

Förorening	Befintlig situation ( $\mu\text{g/l}$ )	Planerad ombyggnad ( $\mu\text{g/l}$ )	Planerad ombyggnad med åtgärder ( $\mu\text{g/l}$ )			Göteborgs stad riktvärden ( $\mu\text{g/l}$ )
			Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	
Fosfor (P)	<b>140</b>	<b>91</b>	<b>57</b>	<b>98</b>	<b>80</b>	50
Kväve (N)	<b>1 500</b>	<b>1 600</b>	1 100	1 200	1 200	1 250
Arsenik (As)	3,4	2,8	1,7	1,8	1,9	16
Bly (Pb)	17	9,4	2,7	2,9	3,4	28
Koppar (Cu)	<b>35</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	10
Zink (Zn)	120	78	21	21	24	30
Kadmium (Cd)	0,43	0,38	0,08	0,06	0,07	0,9
Krom (Cr)	<b>12</b>	6,4	3,5	3,8	4,2	7
Nickel (Ni)	5,4	3,8	1,2	1,2	1,2	68
Kvicksilver (Hg)	<b>0,07</b>	0,04	0,02	0,02	0,02	0,07
Suspenderad substans (SS)	<b>120 000</b>	<b>59 000</b>	21 000	23 000	<b>27 000</b>	25 000
Oljeindex (Olja)	<b>700</b>	340	140	160	190	500*
PAH16	0,26	0,45	0,09	0,10	0,11	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,05	0,03	0,005	0,01	0,01	-

\*Riktvärdet för oljeindex gäller för områden som ligger inom Göta älvs vattenskyddsområde

Tabell 12 Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering samt efter föreslagen dagvattenlösning.

Förorening	Befintlig situation (kg/år)	Planerad ombyggnad (kg/år)	Planerad ombyggnad med åtgärder (kg/år)		
			Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Fosfor (P)	0,19	0,11	0,07	0,11	0,08
Kväve (N)	2,1	1,8	1,3	1,3	1,3
Arsenik (As)	0,0048	0,0033	0,0021	0,0020	0,0020
Bly (Pb)	0,02	0,01	0,003	0,003	0,004
Koppar (Cu)	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Zink (Zn)	0,17	0,09	0,03	0,02	0,02
Kadmium (Cd)	0,0006	0,0004	0,00009	0,00007	0,00007
Krom (Cr)	0,02	0,008	0,004	0,004	0,004
Nickel (Ni)	0,008	0,005	0,001	0,001	0,001
Kvicksilver (Hg)	0,00009	0,00004	0,00002	0,00002	0,00002
Suspenderad substans (SS)	160	69	25	25	27
Oljeindex (Olja)	0,97	0,41	0,16	0,17	0,19
PAH16	0,0004	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001
Benso(a)pyren (BaP)	0,00007	0,00003	0,000006	0,000007	0,000007

Som resultaten i tabellerna visar minskar mängder och halter av alla undersökta ämnen utom PAH16 efter ombyggnation jämfört med idag. Efter rening minskar även mängd och halt PAH16 jämfört med idag, detta gäller för alla tre scenarier. För alla ämnen minskar halter och mängder efter rening i jämförelse med framtida markanvändning utan rening, utom i scenario 2. Där minskar alla ämnen utom fosfor som ökar något med avseende på halt medan belastningen ligger på samma nivå som för framtida markanvändning utan rening. Detta beror troligen på att gröna tak kan avge mycket fosfor och enligt de schablonhalter som används i Stormtac är halten i dagvatten från markanvändningen gröna tal så hög som 590 µg/l. Eftersom taken i scenario 2 är tunna håller de inte dagvattnet lika bra som tjockare gröna tak.

Alla undersökta ämnen underskrider Göteborgs stads riktvärden utom fosfor och koppar för alla 3 scenarier. I scenario 3 överskrider även riktvärdet för suspenderade ämnen.

Rimligheten i att dessa ämnen överskrider Göteborgs stads riktvärden kan ifrågasättas. Beräkningarna i Stormtac bygger på schablonhalter med flera osäkerheter och platsspecifika förhållanden kan skilja sig från dessa värden. I avsnittet *Schablonvärden (Stormtac)* nedan beskrivs detta ytterligare.

Med följande åtgärder bedöms dessutom halter och belastning bli ännu lägre än beräknat:

- Taken, både hårdgjorda och gröna, bebyggs utan användning av koppar. Den faktiska halten koppar i dagvattnet från takytor bör därmed betydligt lägre.

- Det gröna taket gödslas inte. Gröna tak är den markanvändning i Stormtac som bidrar med klart högst halter fosfor, 590 µg/l. Schablonhalterna i Stormtac utgår dock från uppmätta halter både från tak som gödslas och som inte gör det. Gödslas inte taket bedöms därmed halterna bli betydligt lägre i förhållande till Stormtacs värden eftersom gödsling bidrar till stora utsläpp av näringsämnen.

### Schablonvärden (Stormtac)

De redovisade beräkningarna av dagvattnets föroreningsinnehåll har utförts i dagvattenmodellen StormTac. Modellen sammanställer schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Värdena uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya studier. Föroreningshalterna som anges i StormTac är alltså årsmedelvärden och baserade på en årsmedelnederbörd om 720 mm.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie flödesproportionellt tagna samlingsprover. Det innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter i StormTac har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att de är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. Dock har även internationella studier använts vid brist på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar. Tillförlitligheten är högst för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnena suspenderad substans (SS), näringsämnen och metaller (undantaget kvicksilver). Tillförlitligheten är lägst för markanvändningarna industriområden och banvall.

Att ta fram schablonhalter är komplext. På grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika markanvändningskategorier anger StormTac i allmänhet "Låg säkerhet" för de flesta föroreningar på grund av litet dataunderlag. Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för varje specifikt utredningsområde. Detta eftersom föroreningsinnehållet i dagvatten till stor del beror på platsspecifika förutsättningar, såsom takmaterial och andra byggnadsmaterial. Till exempel kan vissa föroreningar genereras från "rena" takytor i StormTac. Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som exakta värden, men de ger en indikation om vilka ämnen som tenderar att öka/minska inom området vid planerad markförändring.

## Beskrivning av anläggningar

### Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak, även kallade gröna tak, kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten. En sådan anläggning består generellt av tre lager. Ett dräneringslager med ett tätskikt under, sedan ett lager med växtsubstrat och överst ett vegetationstäck. Vegetationsklädda tak delas oftast upp i två kategorier; intensiva och extensiva tak. Intensiva tak har ett tjockare växtsubstrat (15 cm eller mer) och kan därför inhysa en större variation av växtlighet, men även magasinera och fördröja större dagvattenvolymer. Extensiva tak har ett tunnare djup på växtsubstratet (cirka 3–10 cm) och därför torktåliga gräsvegetation, till exempel sedumtak. Det finns även vegetationsklädda tak som



kombinerar de två typerna (VA-guiden, 2022). En illustration på ett grönt tak kan ses i Figur 11.

Fördröjning av dagvatten uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasinerar nederbörd. En del försvinner genom avdunstning. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan gröna tak reducera avrinningen med 25 till 75 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).

Generellt sett har vegetationsklädda tak en högre kapacitet att fördröja vattnet under sommaren än under vintern när vegetationen inte är aktiv. Ett traditionellt sedumtak kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett intensivt tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan fördröja och magasinera cirka 20 millimeter nederbörd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).



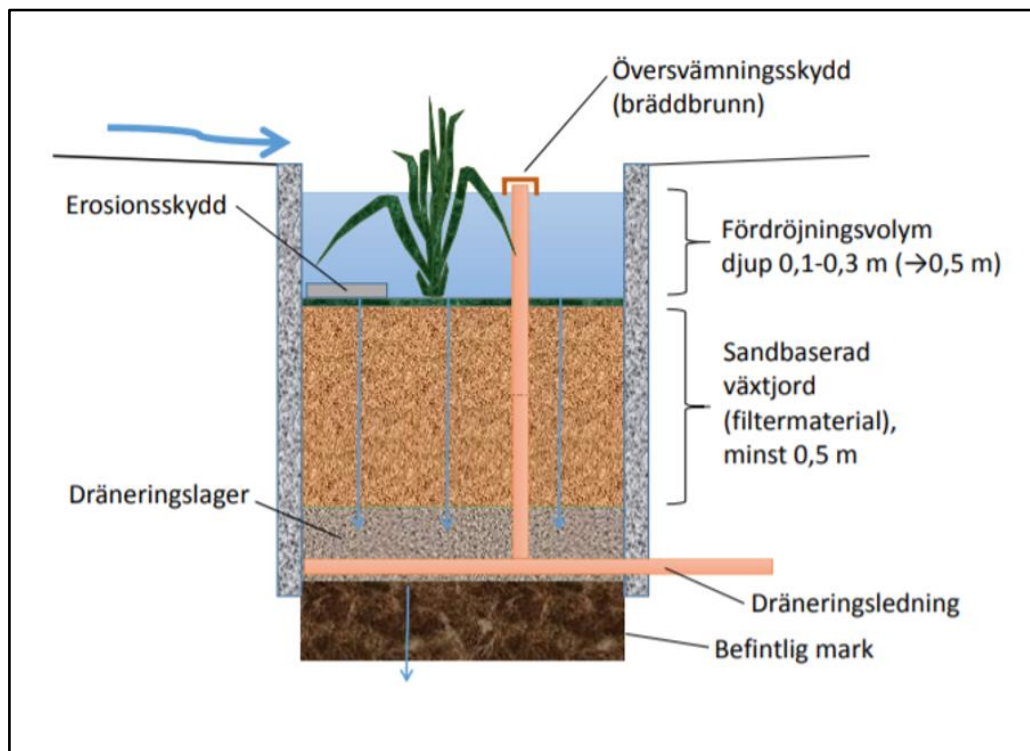
Figur 11. Gröna tak kan anläggas både på platta och lutande tak (Foto: AFRY).

### Biofilter

Biofilter används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med större regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar biofiltrets filtermaterial. Växterna i ett biofilter bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix erhålls ett biofilter som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med biofilter är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från biofiltret till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av biofilter i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i biofiltret via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 12 visar en principskiss över en växtbädd och Figur 13 visar exempel på ett upphöjt biofilter. Vid lägre temperaturer, tex på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller, däremot blir reningen av fosfor

och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysrisken ska minimeras (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).



Figur 12. Principskiss på biofilter (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).



Figur 13 Exempel på upphöjt biofilter (Parkskolan i Dalby, Lunds kommun).

## Påverkan på miljökvalitetsnormer för vatten

Dagvatten från ett område med urban markanvändning så som takytor, parkeringar och lokalgator bidrar med en ökad föroreningsbelastning till recipienten. Exempel på föroreningar är näringsämnen, metaller, partiklar och oljeföreningar. Planerad ombyggnad får inte inverka på recipientens status så att enskilda kvalitetsfaktorer försämras.

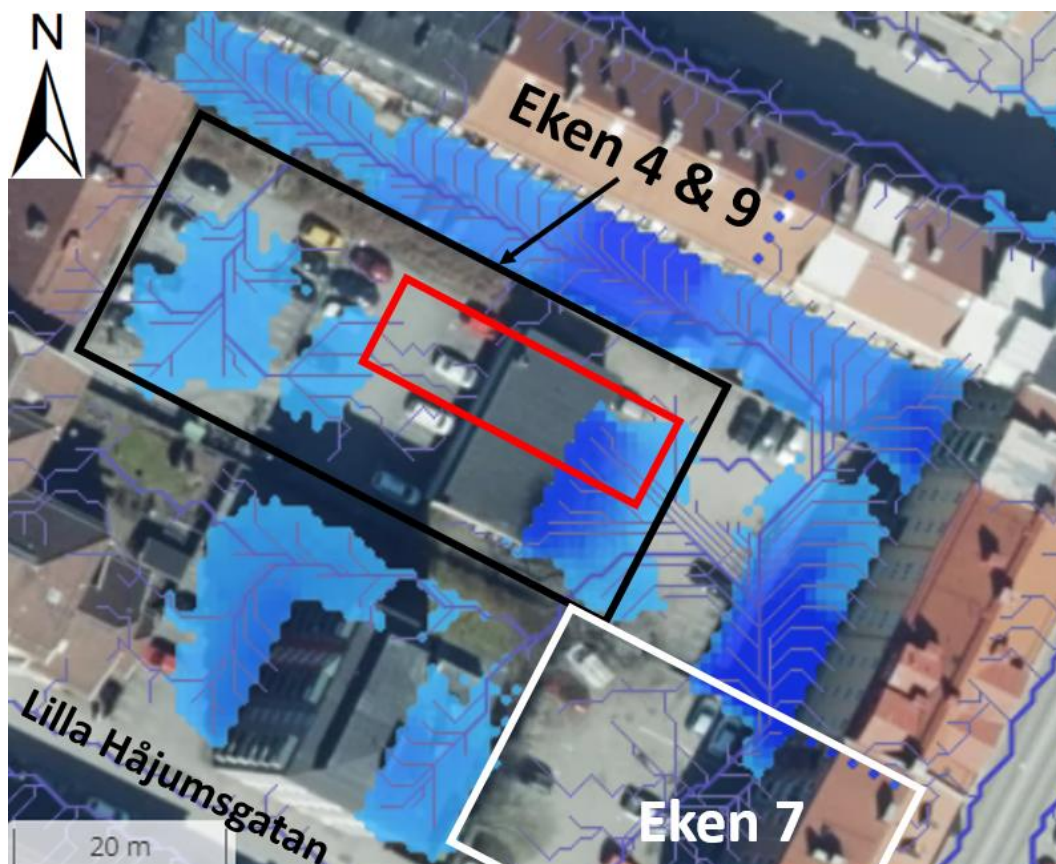
Recipient för Eken 4 är Göta älv. För den ekologiska statusen är det främst kvalitetsfaktorn näringsämnen som påverkas av dagvatten. Kvalitetsfaktorn näringsämnen klassas utifrån parametrarna kväve och fosfor där fosfor har statusen måttlig och kväve statusen otillfredsställande i Göta älv.

För samtliga tre framtida scenarier minskar alla föroreningar i mikrogram per liter ( $\mu\text{g/l}$ ) gentemot dagens befintliga markanvändning. Detsamma gäller mängder ( $\text{kg/år}$ ). Vidare avleds även dagvattnet från Eken 9 i kombinerad ledning och går till ett reningsverk. Dagvattnet kommer således renas ytterligare och kontrolleras innan utsläpp till recipient. Det innebär att redovisade föroreningar sannolikt kommer minska ytterligare, när dagvattnet från Eken 9 genomgår ytterligare rening utöver föreslagna reningsanläggningar inom fastigheten.

Alla halter, förutom fosfor och koppar, är under Göteborgs stads riktvärden. I scenario 3 överskrider även halten suspenderad substans riktvärdet. Som beskrivet ovan kan de beräknade värden ifrågasättas då de bygger på schablonvärden. Till exempel bör halten koppar vara lägre om byggnader anläggs utan kopparmaterial. Likaså bör halten fosfor vara lägre om gröna tak inte gödslas. Den sammanvägda bedömningen är att planområdet med framtida bebyggelse inte riskerar leda till en försämring av kvalitetsfaktorer eller försvåra möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna. Förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder implementeras. Denna bedömning gäller för alla tre scenarierna.

## Översvämningsrisk och principiell höjdsättning

Omhändertagande av dagvatten hanteras genom fördröjning och rening i anläggningar som är dimensionerade för en viss återkomsttid. Vid nederbörd med hög intensitet, skyfall, kommer dessa anläggningar inte kunna fördröja avrinningen utan dagvattnet avrinner i stället ytligt och kan potentiellt orsaka marköversvämningsrisker med stora skador på byggnader och annan känslig infrastruktur. För att minimera risken för översvämningsrisker är det viktigt att inte skapa instängda områden samt att höjdsätta marknivån så att avrinning och fördröjning sker på ytor där ingen skada sker. Den principiella höjdsättningen för fastigheten måste säkerställa att marken lutar från byggnaderna. Det nya flerbostadshuset planeras byggas där det i dagsläget blir vatten stående vid stora regn enligt Scalgo, se Figur 14. Därför behöver planen höjdsättas så att dagvatten avrinner från det nybyggda bostadshuset. Även höjdsättningen vid befintlig byggnad behöver utformas så att det avrinner från byggnaden och inte blir vatten stående mot fasaden.



Figur 14. Översvämningssituationen i nuläget. Svart sträckning visar utredningsområdets ungefärliga gräns och röd linje visar ungefärlig lokalisering av den nya byggnaden. Bakgrundskarta (Scalgo, 2023).

I dagsläget avrinner dagvatten, vid skyfall, från Eken 4 vidare mot angränsande fastighet i norr, Eken 1, 2 och 3, där det blir stående i ett stort nedsänkt område. Från Eken 9 avrinner det mot Eken 8 i öster. Även där blir vatten stående. Flödesvägarna inom utredningsområdet kommer dock ändras i och med den nya byggnationen och ny höjdsättning. Hur de ändras beror på höjdsättningen som genomförs senare, i bygglovsskede.

Idag sker inget omhändertagande av dagvatten på fastigheten och det finns inga grönytor. Med planerad bebyggelse kommer andelen grönyta öka, vilket leder till att mindre dagvatten bildas eftersom det tas upp av växterna, i jorden samt avdunstar. Detta gäller såväl vid mindre regn som vid skyfall. Dessutom planeras dagvatten att omhändertas på ett sådant sätt att mer än 10 mm nederbörd fördröjs vid dimensionerande regn. Även vid skyfall kommer vatten till viss del kunna omhändertas i dessa anläggningar. Vid ombyggnationen är det även möjligt att höjdsätta området annorlunda så att vattnet vid skyfall inte avrinner mot byggnader i norr och öst (som det gör idag). Förslagsvis höjdsätts planområdet så att dagvatten vid skyfall avrinner mot sydöst och vidare, via parkeringen på Eken 7 (se Figur 14), mot Lilla Håjumsgatan. Därmed kan det vara aktuellt att även se över höjdsättning av angränsande fastighet i sydöst (Eken 7 och 8) så att dagvattnet inte stannar på fastigheten utan rinner vidare mot Lilla Håjumsgatan. Det är ett problem som redan finns idag, att dagvattnet vid skyfall inte rinner vidare ut från innergården.

Förslagsvis görs också den planerade parkytan nedsänkt så att en del av skyfallet kan ansamlas där. Då bör höjdsättningen av norra delen av utredningsområdet höjdsättas så att även vattnet därifrån avleds mot parken. Även parkeringen i nordväst kan höjdsättas på liknande sätt. Viktigt då, när nedsänkta ytor skapas på innergården, är att breddning sker bort från fasader, samt att det sedan avrinner bort från fastigheten, förslagsvis mot lilla Håjumsgatan via Eken 7. Höjdsättning görs senare, i bygglovsskede.

## KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Det går att uppfylla kravet på att 10 mm ska fördröjas på fastigheten för alla tre scenarion, alltså även om ingen del av taket anläggs som grönt tak. För att klara reningen i de olika framtida scenarierna behövs det i scenario 1 en total yta av 24 m<sup>2</sup> tillgänglig för biofilter, 18 m<sup>2</sup> för scenario 2 och 13 m<sup>2</sup> i scenario 3.

För att MKN ska vara möjligt att uppnå får inte belastningen av föroreningar öka. Framtida markanvändning inklusive rening minskar alla föroreningar i mikrogram per liter (µg/l) för samtliga framtida scenarion gentemot dagens markanvändning. Även mängderna på årsbasis (kg/år) minskas för alla föroreningar. Därmed ökar möjligheten att uppnå MKN i recipienten. Även Göteborgs stads riktvärden underskrids, med undantag för fosfor, koppar och suspendera substans (gäller endast scenario 3). Eftersom rimligheten i beräkningarna kan ifrågasättas är den samlade bedömningen att MKN inte äventyras, förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder implementeras.

Skyfallssituationen förbättras efter nybyggnation eftersom grönytor och dagvattenåtgärder i form av gröna tak och biofilter tillkommer. Flödet vid 100-årsregn minskar från 82 l/s i dagsläget till 63 l/s efter ombyggnad (medräknat klimatfaktor 1,25 för framtida situation). Förslagsvis utformas höjdsättningen av utredningsområdet och eventuellt omkringliggande fastigheter så att dagvattnet, i stället för att ställa sig i lågpunkter på innergården vid skyfall (vilket det gör idag), rinner vidare ut mot Lilla Håjumsgatan. Det föreslås också att parkmarken utformas som en nedsänkt yta där dagvatten kan ansamlas vid skyfall. Därifrån ska det sedan breddas så att vattnet avrinner ut från fastigheten och förslagsvis via Eken 7. För att undvika skada på ny och befintlig byggnad inom planområdet behöver marken höjdsättas så att avrinning sker från byggnaderna. I dagsläget finns lågpunkter där det nya bostadshuset ska stå vilket betyder att marken behöver jämnas ut och ny höjdsättning tas fram. Som möjlig fortsatt utredning föreslås att det undersöks hur intilliggande fastigheter kan utformas för att dagvattnet inte ska ansamlas i lågpunkter och ev riskera att skada byggnader eftersom detta redan är ett problem som finns idag.

## REFERENSER

- GeoVäst. (1995). *Planerad byggnation inom Kv Gropen i Trollhättan. Geoteknisk undersökning*. GeoVäst AB.
- Göteborgs stad. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvatten och recipient, R2020:13*. Göteborg: Miljöförvaltningen.
- Jordnära. (2023). *Miljöteknisk undersökning av jord och porluft, Fatsigheterna Eken 4 och 9, Trollhättan*.
- Miljöförvaltningen. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. Göteborg: Göteborgs stad.
- Scalgo. (2023). *Scalgo Live*. Hämtat från Scalgo:  
[https://scalgo.com/live/sweden?res=2048&ll=15.993575%2C62.444473&lrs=1antmateriet\\_topowebb\\_nedtonad](https://scalgo.com/live/sweden?res=2048&ll=15.993575%2C62.444473&lrs=1antmateriet_topowebb_nedtonad). Hämtat: 2023-05-10
- SMHI. (den 16 Maj 2023). *Ladda ner meteorologiska observationer*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=precipitation24HourSum,stations=all,stationid=82230>
- Stockholm Vatten och Avfall*. (den 13 september 2022a). Hämtat från Vegetationsklädda tak:  
[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/vegtak\\_h2.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf)
- Stockholm Vatten och Avfall*. (den 12 september 2022b). Hämtat från Nedsänkt växtbädd:  
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>
- Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Svenskt Vatten.
- Sveriges geologiska undersökning. (2023a). *Jordarter 1:25 000 - 1:100 000*. Hämtat från SGU - Kartvisaren: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=-944809.0693661391,6232263.694637389,2124557.0693661394,7537626.305362611>. Hämtat: 2023-04-24
- Sveriges geologiska undersökning. (2023b). *Genomsläpplighet*. Hämtat från SGU - kartvisaren: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-944809.069366139,6232263.694637389,2124557.0693661394,7537626.305362611>. Hämtat: 2023-04-24
- Sweco. (2011). *Saneringsrapport. Kvarteret Fridhem. Uppdragsnummer 1351832*.
- VA-guiden. (den 12 September 2022). *Vegetationsklädda tak*. Hämtat från VA-guiden: <http://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/vegetationskladda-tak/>

VISS. (den 25 April 2023). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från VISS:  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459>