



Dagvatten- och skyfallsutredning

Ny detaljplan för Kopparholmen 8

Granskningshandling

Kraftstaden Fastigheter Trollhättan AB

Datum: 16 maj 2024

Sammanfattning

Inom fastigheten Kopparholmen 8, Trollhättan, planeras byggnation av en kontorsbyggnad med parkeringsplatser och uteplatser i grönyta. NIRAS Sweden AB har på uppdrag av fastighetsägaren Kraftstaden Fastigheter Trollhättan AB tagit fram föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan. Utredningen syftar till att visa på hur hållbar dagvatten- och skyfallshantering kan tillgodoses för fastigheten efter planerad exploatering.

Utredningsområdet innefattar Kopparholmen 8 vilket är en fastighet på 2000 m² i centrala Trollhättan, Västra Götalands län. Strax norr om utredningsområdet ligger Trollhättans kommunhus och i söder finns Hjortmosseparken. Resterande omkringliggande markanvändning utgörs främst av villa- och bostadsområden. Tidigare har en förskoleverksamhet bedrivits på fastigheten med förskola och tillhörande förskolegård. Vid tiden för föreliggande utredning hade förskolan rivits, men utredningen utgick från förskoleverksamhet då befintlig markanvändning beaktats.

Utredningsområdet är relativt flackt och är beläget mellan 45 och 47 m ö.h.. I de södra delarna av utredningsområdet finns berg i dagen och enligt markteknisk undersökning ökar jorddjupet därifrån i västlig, nordlig och nordostlig riktning. Jordarterna består huvudsakligen av ett jordlager av fyllnadsmaterial underlagt med friktionsjord (av grusig siltig sandmorän) med ett varierande jorddjup mellan 0 till 4,5 m. Den naturliga avrinningen från utredningsområdet rinner till vattenförekomsten Göta älv – Slumpån till Stallbackaån, som är klassad som en kraftigt modifierad vattenförekomst. VISS har bedömt den ekologiska statusen som *Otilfredsställande*, och en kemisk status som *Uppnår ej god*. Utredningsområdet är belägen inom vattenskyddsområdet *Vänersborgsviken och Göta Älv*. Den tekniska avrinningen går till ett ej aktivt separerat ledningssystem och leds för tillfället till Arvidstorps avloppsreningsverk, med utlopp i Göta Älv. Vid eventuell aktivering av systemet i framtiden så kommer dagvattnet ledas direkt till recipienten Göta älv.

Vid planerad exploatering kommer liknande markanvändning att kvarstå och en viss minskning av hårdgjord area bedöms ske, vilket bidrar till en viss ökning av naturlig infiltration. En byggnad om 550 m² planeras tillkomma, samt parkeringsyta och planerad grönyta där en del berg i dagen bevaras. Dagvattenflöden ut från utredningsområdet beräknades enligt Svenskt Vatten P110 för ett 10-årsregn och visar på en ökning från 27 l/s till 31 l/s. Ökningen beror inte på ändring i markanvändning utan på att framtida 10-årsregn bedöms ha högre intensitet till följd av klimatförändringarna. Dagvattenflöden vid ett 100-årsregn beräknas med klimatkoefficient för både befintlig och planerad markanvändning och flödesberäkningarna visar då på en minskning från 73 l/s till 67 l/s.

Enligt Trollhättans stads dagvattenstrategi ska de första 10 mm nederbörd på hårdgjorda ytor omhändertas på kvarteretsmark. För Kopparholmen 8 innebär det att ca 11 m³ dagvatten ska omhändertas. Detta föreslås göras med hjälp av regnbäddar för rening och fördröjning av dagvatten. Redan i situationsplanen finns placering av regnbäddar föreslagna vilka visar på tillräcklig yta för att kunna omhänderta fördröjningsbehovet. Föroreningshalter- och mängder beräknas minska efter ombyggnationen med tillkommande dagvattenåtgärder. Då det inte finns några nationella riktvärden gällande utsläpp av förorenat vatten användes Göteborgs stads riktvärden för dagvatten i föreliggande utredning. Beräknade föroreningshalterna vid planerad exploatering med föreslagen dagvattenhantering understiger riktvärdena.

Ingen skyfallsproblematik identifierades inom området i dagsläget och den planerade exploateringen förväntas inte bidra till någon försämring.

Sammanfattningsvis kan den planerade exploateringen med föreslagna dagvattenåtgärder genomföras utan risk för försämring kopplat till dagvatten- eller skyfallssituationen.

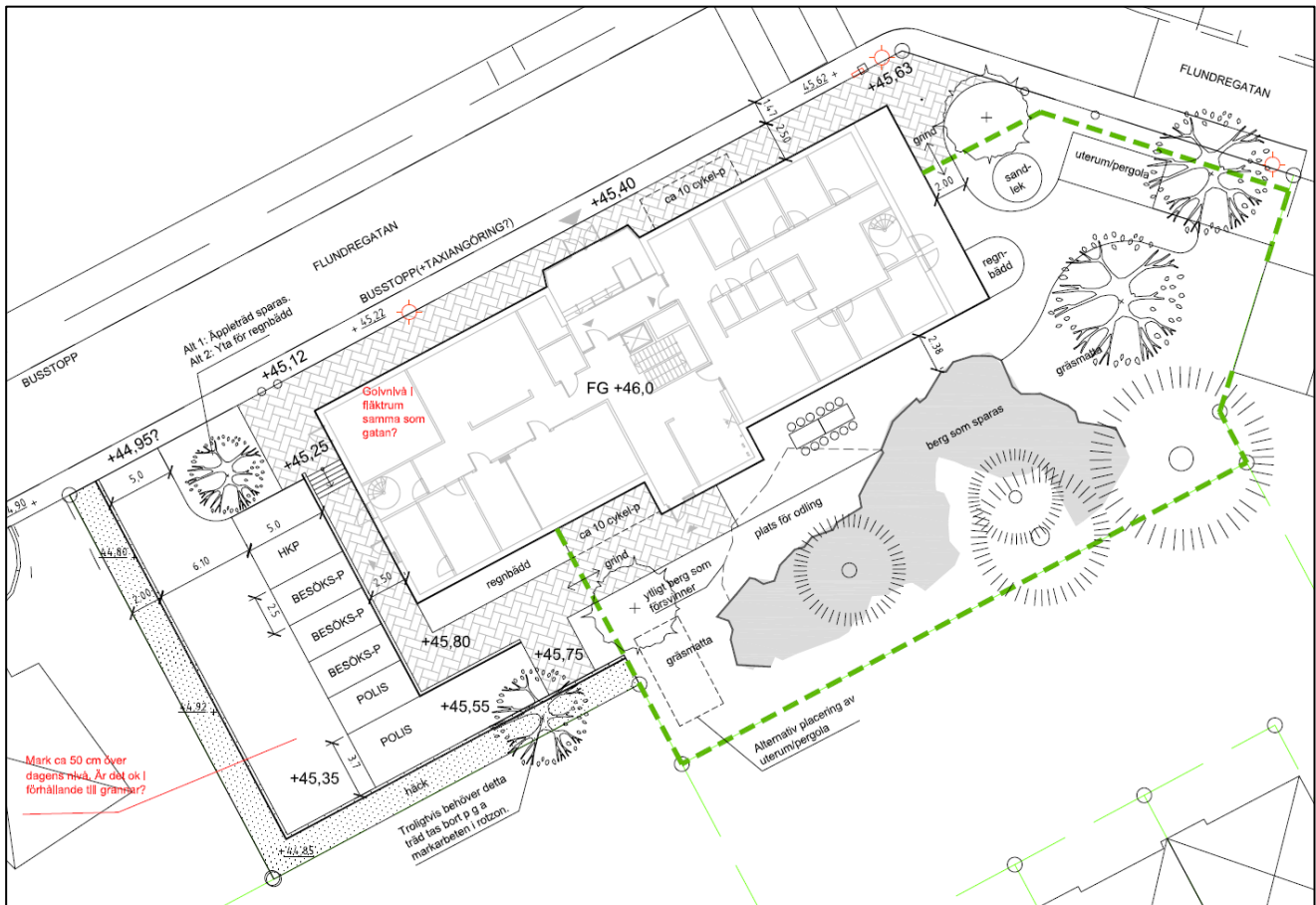
Innehåll

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Inledning | 5 |
| 2. | Underlag | 5 |
| 3. | Områdesbeskrivning | 6 |
| 4. | Förutsättningar | 9 |
| 4.1. | Riktlinjer för dagvattenhantering | 9 |
| 4.2. | Vägledning för skyfallshantering | 9 |
| 4.3. | Recipienter och miljö kvalitetsnormer | 10 |
| 4.4. | Skyddade områden | 11 |
| 4.4.1. | Vattenskyddsområde | 11 |
| 4.4.2. | Markavvattningsföretag..... | 11 |
| 4.4.3. | Riksintresse | 11 |
| 4.4.4. | Naturvårdsområde..... | 11 |
| 4.5. | Markförutsättningar | 12 |
| 4.5.1. | Hydrogeologiska förutsättningar..... | 12 |
| 4.5.2. | Förorenade områden..... | 12 |
| 4.6. | Naturlig avrinning..... | 13 |
| 4.7. | Teknisk avrinning | 13 |
| 4.8. | Skyfall och översvämningsrisker..... | 14 |
| 5. | Markanvändning | 17 |
| 5.1. | Befintlig markanvändning | 17 |
| 5.2. | Planerad exploatering | 18 |
| 6. | Dagvattenflöden och fördröjningsbehov | 20 |
| 6.1. | Flödesberäkningar..... | 20 |
| 6.2. | Klimatanpassning..... | 20 |
| 6.3. | Beräknade dagvattenflöden och fördröjningsbehov..... | 21 |
| 6.3.1. | Återkomsttid och regnets varaktighet | 21 |
| 6.3.2. | Årsmedelflöde och dimensionerande dagvattenflöden | 21 |
| 6.3.3. | Fördröjningsbehov..... | 21 |
| 7. | Beräknade föroreningshalter och mängder | 22 |
| 8. | Föreslagen dagvattenhantering | 24 |
| 8.1. | Principförslag för dagvattenhantering | 26 |
| 8.1.1. | Regnbäddar | 26 |
| 8.1.2. | Alternativa åtgärder..... | 27 |
| 8.1.2.1. | Vegetationsklädda tak..... | 27 |
| 8.1.2.2. | Infiltration i grönyta | 27 |

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 9. | Hantering av skyfall..... | 28 |
| 10. | Slutsats..... | 29 |
| 10.1. | Vidare rekommendationer | 29 |
| 11. | Litteraturförteckning | 30 |

1. Inledning

NIRAS Sweden AB har fått i uppdrag av Kraftstaden Fastigheter Trollhättan AB att ta fram föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning i samband med den planerade exploateringen av fastigheten Kopparholmen 8. Exploateringen ingår i ett pågående detaljplanearbete i Trollhättans stad och innefattar en fastighet om cirka 2000 m² där bland annat en ny kontorsbyggnad på ca 550 m² planeras, se Figur 1.1.



Figur 1.1. Utkast situationsplan (2024-03-14) för planerad bebyggelse inom utredningsområdet (Kraftstaden Fastigheter Trollhättan AB).

Uppdraget syftar till att utreda förutsättningarna för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering inom utredningsområdet. Utredningen påvisar åtgärdsförslag för att rena och fördröja dagvatten samt redogör för översvämningsrisken vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

2. Underlag

Följande underlag användes vid framtagandet av utredningen:

- Utkast situationsplan 2024-03-14 (Kraftstaden Fastigheter Trollhättan AB, 2024)
- Markteknisk undersökningsrapport (Sigma Civil, 2024)
- PM Geoteknik (Sigma Civil, 2024)

3. Områdesbeskrivning

Utredningsområdet motsvarar fastigheten Kopparholmen 8 och är beläget i centrala Trollhättan, Västra Götalands län. Området är ca 0,2 ha stort och tidigare har förskoleverksamhet bedrivits inom fastigheten. Förskolan är nyligen riven men var utformad enligt Figur 3.1, där även utredningsområdet/fastighetsgränsen kan ses.



Figur 3.1 Fastigheten Kopparholmen 8 där fastighetsgränsen är markerad med orange linje (Scalگو Live).

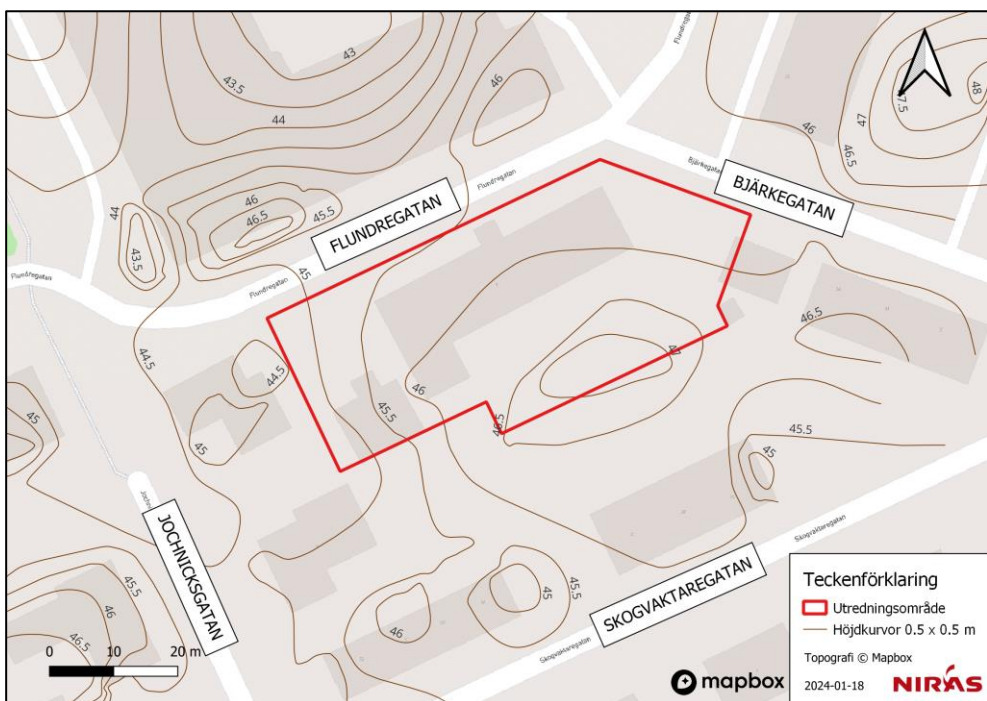
Göta älv rinner genom Trollhättans stad och utredningsområdet är beläget ca 500 m från recipienten, se Figur 3.2. Utredningsområdet avrinner naturligt till Göta älv och sannolikt leds den tekniska avrinningen till Arvidstorps avloppsreningsverk med utlopp i Göta älv.

Norr om utredningsområdet löper Flundregatan, vilken möter Bjärkegatan nordost om fastigheten, se Figur 3.2. Strax söder om utredningsområdet löper Skogvaktaregatan och i sydvästlig riktning återfinns återvandsgränden Jochnicks-gatan som övergår i en gång- och cykelväg. De angränsande fastigheterna består av bostadshus och norr om utredningsområdet återfinns Trollhättans stads kommunhus. Ca 50 m nordväst om utredningsområdet ligger Dahllöfs park, en ca 0,2 ha stor park huvudsakligen täckt av gräsytta. Hjortmosseparken, en del av Slättbergens naturvårdsområde, ligger ca 150 m söder om utredningsområdet.



Figur 3.2. Lokaliseringskarta över utredningsområdet.

Utredningsområdet är relativt flackt och är beläget på ca 46 m ö.h., och varierar mellan ungefär 47 och 45 m ö.h., se Figur 3.3. Omkringliggande område sluttar svagt i nordvästlig riktning mot Dahllöfs park vilken är belägen på ca 44 m ö.h.. Älvstranden längs recipienten Göta älv är belägen på ca 41 m ö.h..



Figur 3.3. Översikt över höjdskillnader inom utredningsområdet med 0,5 m upplösning (Scalgo Live).

Vid platsbesök 2024-01-26 noterades att området vid sydöstra fastighetsgränsen är högst beläget med berg i dagen, se Figur 3.4. Området där förskolan tidigare funnits är relativt plant. Västerut finns en mindre sluttningen som sedan övergår i ett lägre beläget område vid västra fastighetsgränsen, se Figur 3.4.



Figur 3.4. **Vänster:** Berg i dagen vid sydöstra fastighetsgränsen. **Höger:** Lägst beläget område vid västra fastighetsgränsen.

4. Förutsättningar

För att utreda förutsättningarna för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering inom utredningsområdet har avsnitt 4.1 - 4.8 tagits fram. Avsnitten berör områdets fysiska förutsättningar och de riktlinjer och bestämmelser som gäller inom utredningsområdet.

4.1. Riktlinjer för dagvattenhantering

Trollhättans stad tog 2021 fram en ny dagvattenhanteringsstrategi som har anpassats för en framtida ökad nederbörd kopplat till klimatförändringar (Trollhättans stad, 2021).

Strategin består av fyra övergripande mål:

1. Robusta bebyggelsemiljöer och bevarad vattenbalans, vilket ska nås med hjälp av utformad dagvattenhantering som efterliknar naturlig infiltration och avrinning i så lång utsträckning som möjligt.
2. Välmående yt- och grundvatten, vilket kopplas till krav på kemikalie- och materialhantering och dagvattenrening.
3. Berikat stadslandskap, vilket innebär att dagvatten ska användas som en resurs för att skapa mervärden i den bebyggda miljön.
4. God samverkan och tydlig ansvarsfördelning.

För centrum- och affärsområden ska nyanläggning av dagvattenanläggning dimensioneras för regn med återkomsttid på 10 år vid fylld ledning och 30 år för trycklinje i marknivå (Trollhättans stad, 2021). Kommunen har som ansvar att planera för att områden ska klara extrema skyfall (30 - 100 års regn) med hjälp av yttlig avrinning, för att motverka skador på personer och egendom. En klimatkoefficient på minst 1,25 bör användas vid nederbörd med kortare tid än en timme och för regn med längre varaktighet bör en klimatkoefficient på minst 1,2 väljas.

Vid förändring inom befintliga dagvattenområden är målen desamma som för nyanläggning, med minimikravet att förändringen inte ska innebära en försämring av möjligheten att hantera dagvatten och skyfall.

Fördröjning och omhändertagande av dagvatten ska så långt som möjligt ske lokalt på kvartersmark. Fördröjningen ska anläggas i enlighet med detaljplanens dagvattenutredning, alternativt motsvara 10 mm/m² hårdgjord yta. Utsläpp av dagvatten till ledningssystem och avloppsreningsverk ska undvikas.

Recipientens vattenkvalitet får inte försämrats eller hindras från att uppnå god vattenstatus vid utsläpp av dagvatten. Rening av dagvatten bör ske så nära föroreningskällan som möjligt. Särskilt fokus på behov av rening gäller exempelvis parkeringsytor och andra större hårdgjorda ytor.

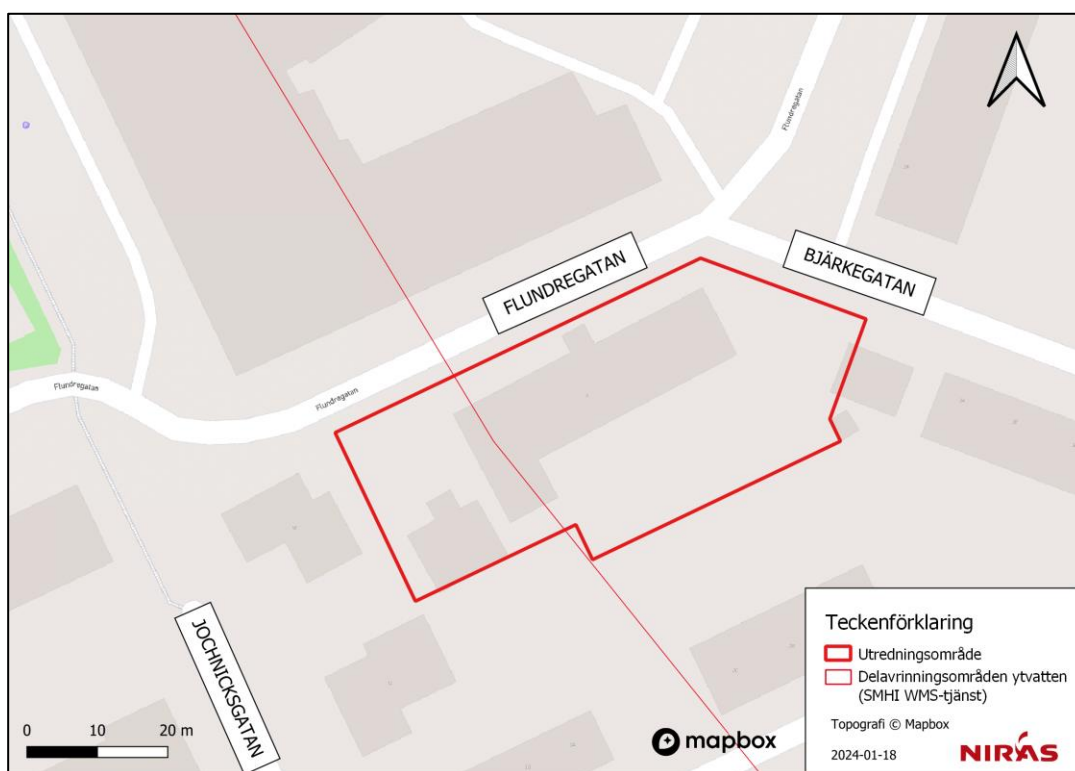
4.2. Vägledning för skyfallshantering

Som en konsekvens av pågående klimatförändringar förväntas kraftigare regn och skyfall öka både i regnintensitet och frekvens vid nederbörd (MSB, 2020). Enligt SMHI:s definition är ett skyfall ett regn med en intensitet som är större än 50 mm/timme eller större än 1 mm/minut (SMHI, 2023). För att få en uppfattning av ett visst regns omfattning används återkomsttid som ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas (SMHI, 2022). Exempelvis är det statistiskt sannolikt att ett nederbördstillfälle som pågår under en timme och genererar 50 mm regn inträffar en gång på ca 80 år (MSB, 2017).

Dagens dagvattensystem som ska avleda regnvatten, antingen genom ledningar eller öppna lösningar som exempelvis diken, blir i samband med skyfall mycket begränsade i förhållande till regnets intensitet och volym (MSB, 2017). Även markens möjlighet till att infiltrera vatten blir begränsad vid skyfall. Detta leder till att vattnet avrinner på markytan, vilket kan leda till översvämningar, framförallt i lågpunkter (MSB, 2017). Beroende på var översvämningen inträffar kan den medföra allvarliga skador och konsekvenser för exempelvis bebyggelse, infrastruktur och samhällsviktig verksamhet. Vid exploatering av mark förändras markanvändning, generellt sätt till en ökad andel hårdgjorda ytor. Hårdgjorda ytor ökar i sin tur den ytliga avrinningen samt minskar möjligheten till infiltration (MSB, 2017). För att minska konsekvenserna av översvämningar är det viktigt att skapa ytor, med hjälp av höjdsättning, dit vatten kan avledas och ansamlas utan att det orsakar skador eller hinder (MSB, 2017).

4.3. Recipienter och miljö kvalitetsnormer

Utredningsområdet avrinner naturligt till vattenförekomsten Göta älv – Slumpån till Stallbackaån (SE646486-129009). Merparten av utredningsområdet ligger inom delavrinningsområdet Nedlagd mätstation Göta älv Trollhättan och den västra delen är belägen inom Nedlagd mätstation Göta älv nedströms Trollhättan, se Figur 4.1. Utredningsområdet ligger inom ett omfattande huvudavrinningsområde, Göta älv (ej med i figur).



Figur 4.1. Utredningsområdets placering gentemot delavrinningsområdena Nedlagd mätstation Göta älv Trollhättan (öst) och Nedlagd mätstation Göta älv nedströms Trollhättan (väst) (SMHI).

Vattenförekomsten Göta älv – Slumpån till Stallbackaån (SE646486-129009) är klassat som en kraftigt modifierad vattenförekomst av typen *Energi, vattenkraft* (VISS, 2021). Klassningen beror på att den hydrologiska regimen och det morfologiska tillståndet är väsentligt påverkat. Den nuvarande ekologiska potentialen har bedömts till *Otillfredsställande*. Målet för åtgärdsplanen för vattenförekomsten är att den ekologiska potentialen ska vara *God* 2039. Åtgärdsarbetet kopplat till den ekologiska potentialens fokuserar främst på att förbättra vandrings- och lekmöjligheterna för fisk i vattenförekomsten.

Den nuvarande kemiska statusen i vattenförekomsten har bedömts till *Uppnår ej god*. För höga halter av kvicksilver (Hg), polybromerade difenyletrar (PBDE) samt PFOS har uppmätts i vattenförekomsten. Kviksilver och PBDE överskrider i samtliga Sveriges vatten på grund av långväga atmosfärisk deposition och har därför ett undantag med mindre stränga krav. Undantaget finns för att det ska vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Godkända halter av PFOS ska vara uppnådda till 2027. Göteborg stad (2021) har bedömt *Göta Älv norr om intaget* som en mycket känslig recipient och har tagit fram riktvärden vid utsläpp av förorenat dagvatten.

4.4. Skyddade områden

4.4.1. Vattenskyddsområde

Utredningsområdet ligger inom vattenskyddsområdet *Vänerns viken och Göta Älv* (NVR-ID 2057801). Vattenskyddsområdet har bildats för att trygga tillgången till dricksvatten för 700 000 människor i området. Det finns därför krav på tillstånd för exempelvis ny eller utökad dagvattenanläggning samt mark- och anläggningsarbeten (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2022). Undantag från tillståndsplikten för ny/utökad dagvattenanläggning gäller för ytor som exempelvis utgörs av byggnader som används för samhällsservice med anslutande parkering. Undantag från tillståndsplikten vid mark- och anläggningsarbeten gäller även för jord-/bergvolymmer på mindre än 400 m³.

4.4.2. Markavvattningsföretag

Det finns inga markavvattningsföretag inom eller i närheten av utredningsområdet.

Utredningsområdet ligger inom ett område med förbud mot markavvattning, 4 § Förordning (1998:1388) om vattenverksamhet, då det är särskilt angeläget att våtmarker bevaras i området (Naturvårdsverket, u.d.). Förordningen är utfärdad i enlighet med 11 kap. 14 § första stycket Miljöbalken.

4.4.3. Riksintresse

Recipienten Göta och Nordre älv utgör en attraktiv och välbesökt vattenled och är Sveriges största älv sett till vattenmängd som passerar (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2016). Ett stort antal turister färdas längs älven varje sommar. Sträckan *Göta älv – delområdet Vänerns viken-Trollhättan* har således blivit klassat som ett område av riksintresse för friluftsliv. I beslutet nämns hög vattenkvalitet som en faktor som är viktigt för att inte påtagligt skada områdets värden.

Göta och Nordre älvs dalgångar är även klassat som ett område av riksintresse för naturvård bland annat på grund av dess artrikedom och varierande landskap (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2000). En av nämnda förutsättningar för bevarande av området är att vattenkvaliteten i Göta älv fortsätter att förbättras.

4.4.4. Naturvårdsområde

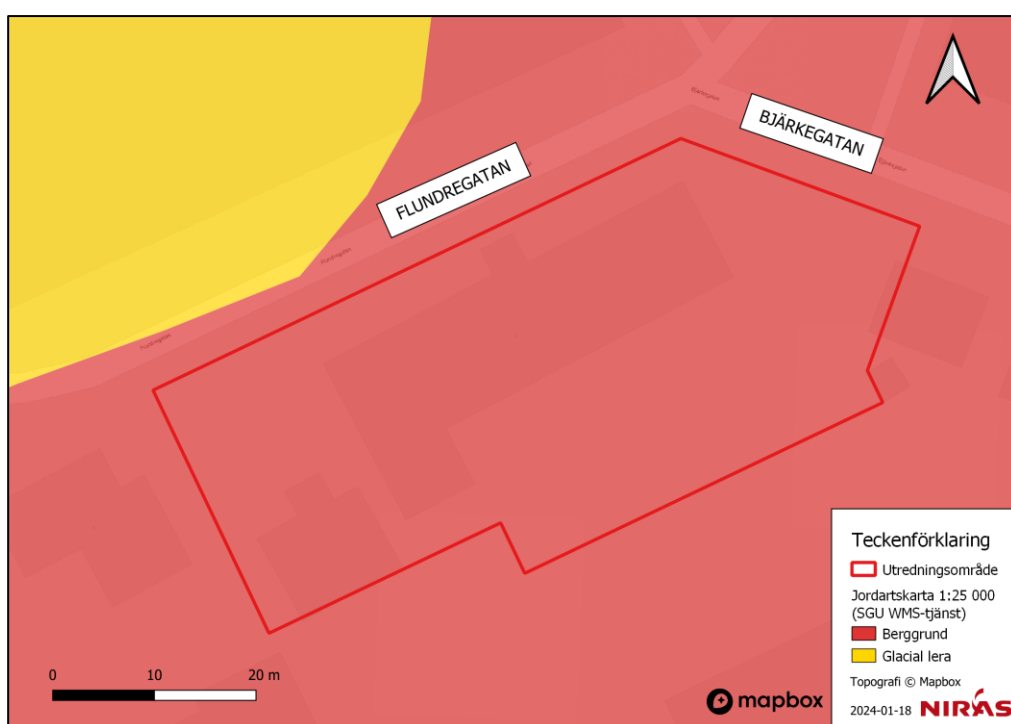
Utredningsområdet är beläget ca 150 m från Hjortmosseparken som är en del av Slätterbergens naturvårdsområde. Inget i beslutet om bildande av naturvårdsområdet berör nybyggnationen inom utredningsområdet (Trollhättans stad, 1997).

4.5. Markförutsättningar

4.5.1. Hydrogeologiska förutsättningar

I den södra delen av utredningsområdet finns en höjd med berg i dagen. Jorddjupet ökar därifrån i västlig, nordlig och nordostlig riktning. Enligt den marktekniska undersökningen utförd av Sigma Civil (2024) består jordlagerföljden inom utredningsområdet huvudsakligen av fyllnadsmaterial som är underlagat av friktionsjord bestående av grusig siltig sandmorän. Inom västra delen av utredningsområdet återfanns ett tunt skikt lera ovan friktionsjorden. Fyllnadsmaterialet består av siltig alternativt grusig sand, är lokalt humushaltig och innehåller tegel eller sten.

Utredningsområdet är beläget på berggrund och i närområdet, i nordvästlig riktning, finns en utbredning av glacial lera (SGU, 2023). Jorddjupet varierar mellan 0 till 4,5 m inom utredningsområdet (Sigma Civil, 2024). Områden på berggrund med tunna jordlager har generellt sätt begränsade infiltrationsmöjligheter. Genomsläppligheten i berggrunden kan variera beroende på sprickbildningen i berget, enligt SGU:s kartering är genomsläppligheten medelhög inom utredningsområdet (SGU, 2019).



Figur 4.2. Jordarter, grundlager, inom utredningsområdet enligt SGU:s jordartskarta 1:25 000 - 1:100 000.

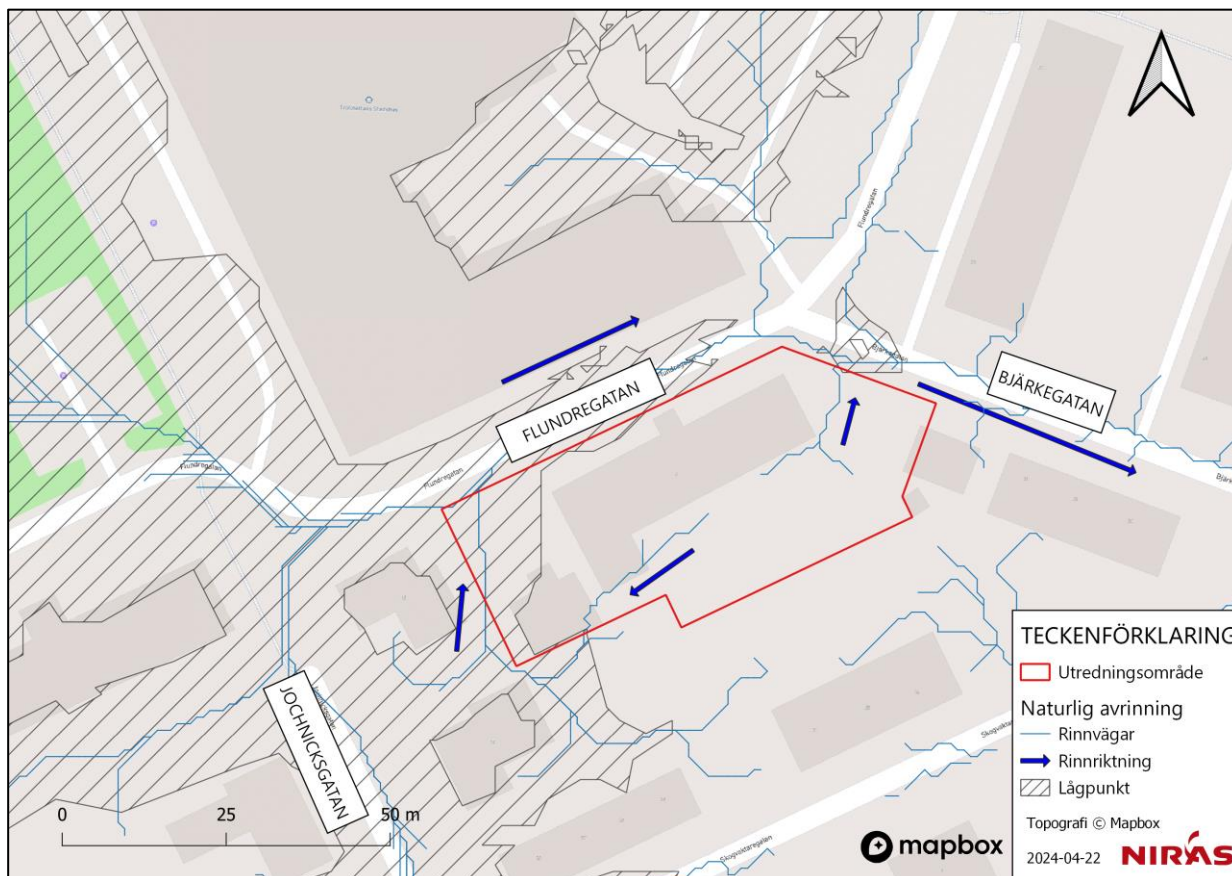
Vid skruvprovtagning inom den västra delen av utredningsområdet noterades fri vattenyta i två provpunkter på 1,7 m respektive 1,3 m under markytan, vilket kan motsvara grundvattennivån (Sigma Civil, 2024). Baserat på dessa iakttagelser kan temporära grundvattensänkningar krävas vid planerad exploatering vilket är tillståndspliktigt.

4.5.2. Förorenade områden

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta så finns det ett potentiellt förorenat område norr om utredningsområdet (Länsstyrelserna, u.d.). Objektet har ID-nummer 161010 och är beläget på parkeringsplatsen angränsande till Trollhättans stads kommunhus. I skrivande stund är status för objektet *Förstudie* och primär bransch är SPIMFAB vilket indikerar att det kan röra sig om en nerlagd drivmedelsanläggning.

4.6. Naturlig avrinning

Utredningsområdet avrinner naturligt till recipienten Göta älv. Området är relativt flackt och utredningsområdet angränsar till ett större lågpunktsområde som sträcker sig västerut, se Figur 4.3. Det går ett rinnstråk i östlig riktning längs Flundregatan som sedan avleds i sydöstlig riktning längs Bjärkegatan. Inom utredningsområdet avrinner dagvattnet i sydvästlig och nordöstlig riktning.



Figur 4.3. Naturlig avrinning inom utredningsområdet (Scalgo Live).

4.7. Teknisk avrinning

Enligt Trollhättans stads dagvattenstrategi (2021) så ligger utredningsområdet inom ett ej aktivt separerat system. Området har separata dagvattenledningar, men leds för tillfället till Arvidstorps avloppsreningsverk, med utlopp i Göta Älv. Vid eventuell aktivering av systemet i framtiden så kommer dagvattnet ledas direkt till recipienten Göta älv.

Vid platsbesök 2024-01-25 noterades inga dagvattenbrunnar inom utredningsområdet. Längs Flundregatan identifierades fyra rännstensbrunnar, se Figur 4.4.



Figur 4.4. Rännstensbrunnar i anslutning till utredningsområdet.

4.8. Skyfall och översvämningsrisker

Intensiva regn (skyfall) kan medföra höga vattenflöden som överskrider markens infiltrationskapacitet och dagvattensystemets kapacitet. Vid sådana tillfällen avrinner regnet på ytan och ansamlas i lågpunkter inom avrinningsområdet vilket kan orsaka översvämningsrisker. SMHI (2023) definierar skyfall som ett regn om minst 50 mm per timme. I föreliggande utredning användes schablonvärdet på 56 mm för att visualisera ett klimatanpassat skyfall (100-årsregn).

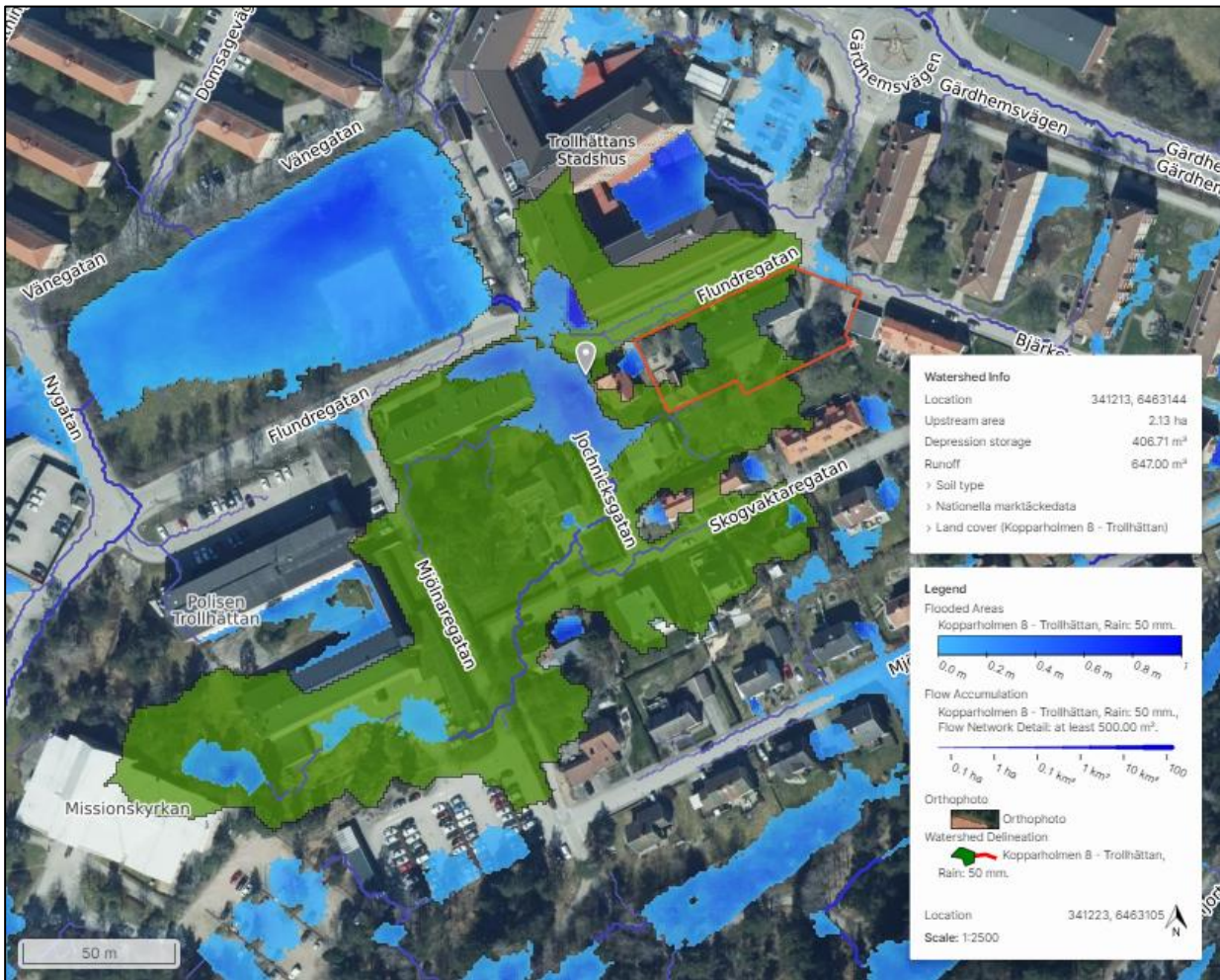
Den digitala plattformen Scalgo Live användes för att ta fram en ungefärlig bild av hur det skulle se ut vid ett extremt scenario med kraftigt och intensivt regn. Modellen i Scalgo Live bygger framförallt på höjddata och resultatet blir en så kallad lågpunktskartering. Lågpunktskarteringen visar bl.a. hur mycket vatten som ansamlas i lågpunkter vid en given regnmängd, lågpunktens avrinningsområde samt vilka avrinningsvägar vattnet tar när lågpunkten fylls upp. Lågpunktskarteringen är statisk, vilket innebär att modelleringen inte tar hänsyn till någon tidsaspekt. Modellen kan således inte visa på flödes hastigheter eller illustrera vattnets väg över tid. Infiltrationsmodulen i Scalgo Live användes inte i simuleringen eftersom markförhållandena visar på en begränsad infiltrationskapacitet inom utredningsområdet. Det som kan utläsas i modellen är översvämningsutbredning i lågpunkter, vattendjup och ytliga rinnvägar med volym (Scalgo Live, 2023). Resultaten som föreligger bör inte tolkas som en exakt bild av verkligheten, utan en god indikation om var vatten kan samlas vid en given nederbörd.

Skyfallskarteringen indikerar att det inte finns någon större översvämningsrisk inom utredningsområdet, se Figur 4.5. Vid en skyfallshändelse ansamlas vatten i lågpunkten västerut och rinnstråken är störst längs Flundergatan och Bjärkegatan. Det finns risk för att vatten blir stående inom ett område som angränsar till utredningsområdet i väst. Inom det området finns en garagedoft på grannfastigheten och det bör inte påverka utredningsområdet nämnvärt.



Figur 4.5. Översvämningsutbredning och rinnstråk inom utredningsområdet vid 56 mm regn (Scalgo Live).

En något större lågpunkt är belägen väster om fastigheten, där avrinningsområdet sträcker sig över den aktuella fastigheten, se Figur 4.6. Det är dock ingen lågpunkt som bedöms påverka fastigheten i någon större grad.



Figur 4.6 Avrinningsområdet för lågpunkten väster om fastigheten, där en något större volym ansamlas (Scalgo Live).

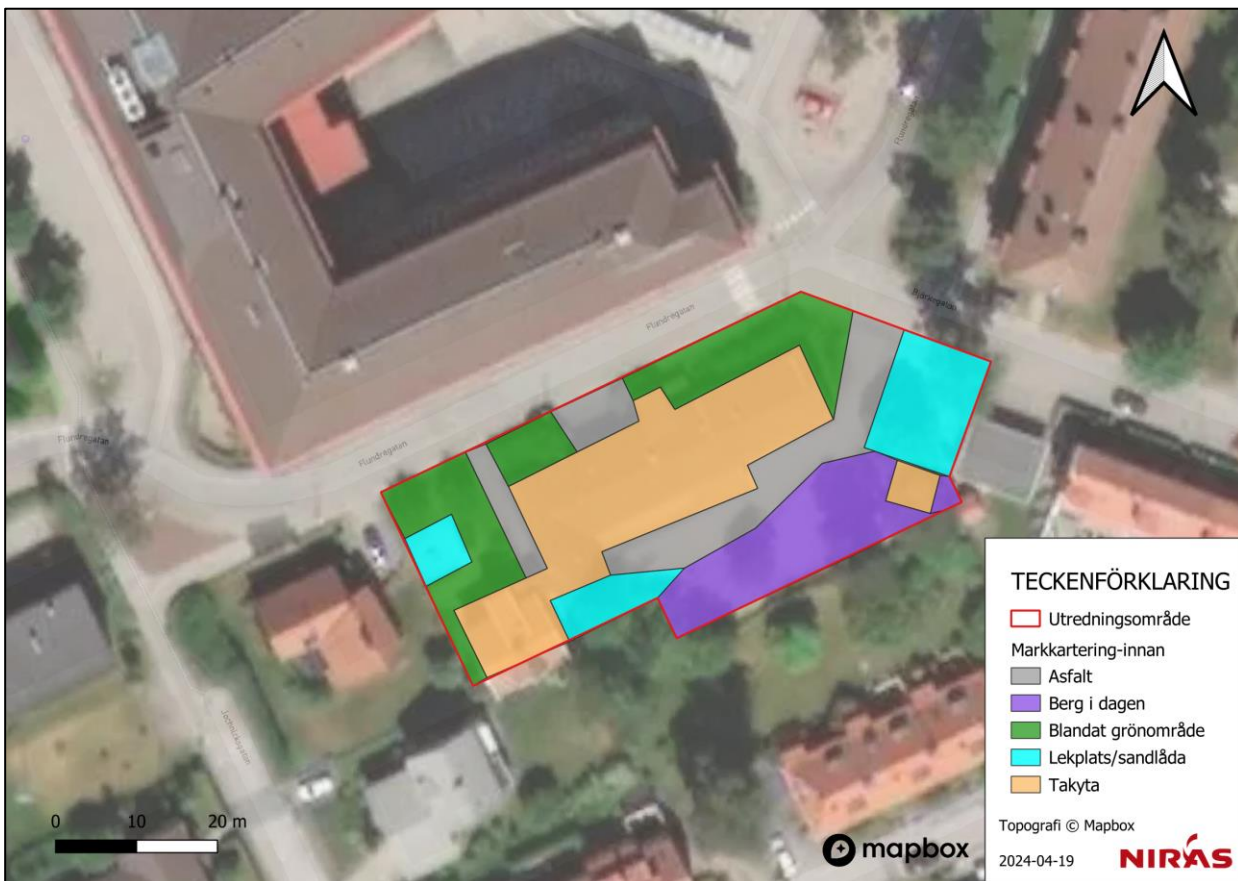
5. Markanvändning

För att uppskatta den reducerade arean inom utredningsområdet, dvs den yta som bidrar med avrinning, så karterades utredningsområdet utifrån den befintliga och planerade markanvändningen. Markanvändningen påverkar även föroreningshalter och mängder i dagvattnet. Markkarteringen utgör således underlag för flödes- och föroreningsberäkningarna i kapitel 6 och 7. Markkarteringen genomfördes utifrån Svenskt vattens rekommendationer (Svenskt Vatten, 2016).

Markanvändningen presenteras nedan i två scenarion: befintlig markanvändning och markanvändning efter planerad exploatering.

5.1. Befintlig markanvändning

Tidigare har förskoleverksamhet bedrivits inom utredningsområdet. Vid tiden för föreliggande utredning hade förskolan rivits, men den befintliga markanvändningen kommer beskrivas utefter hur det såg ut när förskoleverksamheten var aktiv, se Figur 5.1 och Tabell 5.1.



Figur 5.1. Markkartering, befintlig markanvändning.

Svenskt Vattens kategorisering av ytor i publikation P110 användes vid val av avrinningskoefficient. Lekplatsytorna ansattes som *Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark* och ytorna med buskar, träd och gräsmatta ansattes som *Park med rik vegetation samt kuperad bergig skogsmark*.

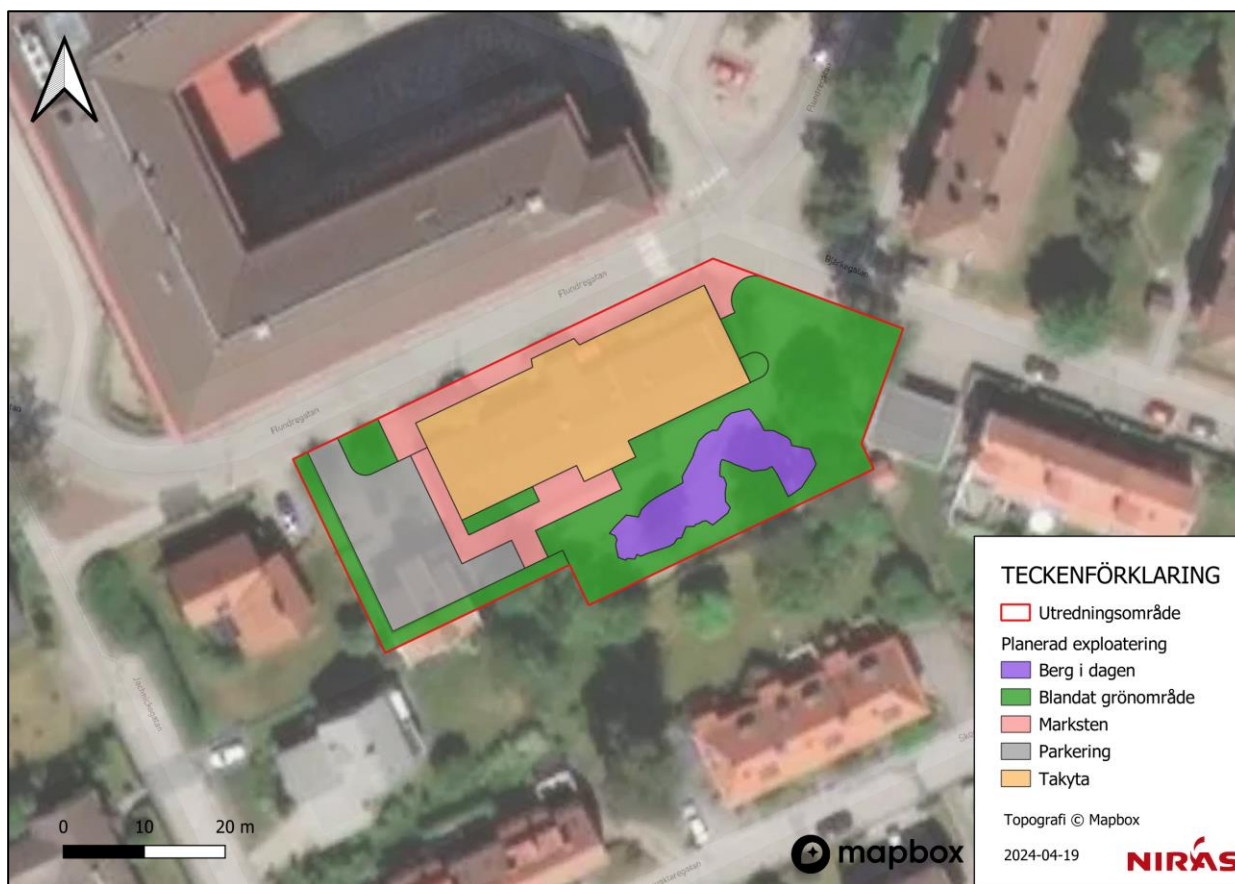
Tabell 5.1. Markkartering, befintlig markanvändning.

| Befintlig markanvändning | Area [ha] | Avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [ha] |
|--------------------------|------------|---------------------------|---------------------|
| Asfalt | 0,035 | 0,8 | 0,028 |
| Berg i dagen | 0,030 | 0,8 | 0,024 |
| Blandat grönområde | 0,042 | 0,1 | 0,004 |
| Lekplats/sandlåda | 0,028 | 0,2 | 0,006 |
| Takyta | 0,065 | 0,9 | 0,059 |
| Totalt | 0,2 | | 0,12 |

¹ Reducerad area = area x avrinningskoefficient

5.2. Planerad exploatering

Den planerade exploateringen innefattar en kontorsbyggnad, parkering och infartsyta samt ett större grönområde där en del berg i dagen bevaras från dagens situation, se Figur 5.2 och Tabell 5.2. Marksten planeras anläggas runt byggnaden. Situationsplanen visar på att planera att anlägga regnbäddar längs kontorsbyggnaden. Regnbäddarna anses som blandad grönyta i markkartering och inkluderas i kapitlet om dagvattenhantering, se kapitel 8.



Figur 5.2 Markkartering efter exploatering, enligt situationsplan 2024-03-14.

Avrinningskoefficienter utgår från Svenskt Vattens rekommendationer i P110. Marksten antogs vara något mer genomsläpplig än hårdgjorda asfaltsytor och gavs därför en lägre avrinningskoefficient än parkering. Beräkningarna visar på att den reducerade arean minskar något efter exploatering, vilket kan härledas till en något mindre byggnad samt större område med gröna ytor.

Tabell 5.2. Markkartering, efter exploatering.

| Markanvändning efter planerad exploatering | Area [ha] | Avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [ha] |
|--|-------------|---------------------------|---------------------|
| Parkering | 0,027 | 0,8 | 0,021 |
| Berg i dagen | 0,017 | 0,8 | 0,014 |
| Blandat grönområde | 0,078 | 0,1 | 0,008 |
| Marksten | 0,026 | 0,7 | 0,018 |
| Takyta | 0,055 | 0,9 | 0,049 |
| Totalt | 0,20 | | 0,11 |

¹ Reducerad area = area x avrinningskoefficient

6. Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

Eftersom planerad exploatering innebär nyanläggning så gäller Trollhättans stads fördröjningskrav:

1. Nyanläggning av dagvattenanläggning dimensioneras för ett klimatanpassat regn med återkomsttid på 10 år.
2. Fördröjningen ska motsvara 10 mm/m² hårdgjord yta.

Det dimensionerande dagvattenflödet från utredningsområdet beräknades således för att uppskatta eventuella dimensionerings- och fördröjningsbehov.

6.1. Flödesberäkningar

Samtliga beräkningar av flöden och fördröjningsvolymen följer Svenskt Vattens publikationer P110 och P104.

Det dimensionerande dagvattenflödet (Q) beräknades för att skatta ett maximiflöde inom utredningsområdet. Flödet är beroende av den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient (φ) multipliceras med den totala ytan (A), se avsnitt 0. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Det dimensionerade dagvattenflödet beror också på den dimensionerande regnintensiteten (i) som beror av regnets varaktighet (t_r). Regnets varaktighet är vald utifrån den tidsmässigt längsta rinnvägen (r) inom utredningsområdet, dvs den tid det tar för regnet att rinna från den mest avlägsna punkten till det studerade utloppet. Rinnhastigheten (v) antas efter standardvärden enligt Svenskt Vattens publikation P110.

Det dimensionerande dagvattenflödet (Q) beräknades med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016), enligt följande formel:

$$Q = A \times \varphi \times i(t_r)$$

Q = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets totala yta [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande regnintensitet [l/s x ha]

t_r = regnets varaktighet [min] = r/v

r = längsta rinnvägen [m]

v = rinnhastighet [m/s]

6.2. Klimatanpassning

Med ett förändrat klimat, med större temperaturvariationer och häftigare regn som följd, kommer dagvattenflöden att öka i storlek. I föreliggande utredning används en klimatfaktor på 1,25 vid flödesberäkningar för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar. Det gäller för nederbörd med en maximal varaktighet på en timme, i enlighet med Trollhättans stads dagvattenstrategi (2021).

6.3. Beräknade dagvattenflöden och fördröjningsbehov

6.3.1. Återkomsttid och regnets varaktighet

Regnets varaktighet är ett mått på hur lång tid som regnet faller. Återkomsttiden anger hur lång genomsnittlig tid det passerar mellan två händelser av en viss omfattning. Enligt Trollhättans stads dagvattenstrategi ska dagvattenanläggningar dimensioneras för regn med 10 års återkomsttid. 10-årsregnets varaktighet fastställs med hjälp av en teoretisk uppskattning av områdets rinnsträcka och rindhastighet, men ska sättas till minimum 10 min enligt Svenskt Vatten P110. Utredningsområdet är en mindre fastighet där dagvatten bedöms rinna relativt snabbt till beräkningspunkten och rinntiden sattes således till 10 min, både före och efter exploatering. Den dimensionerande regnintensiteten beräknades till 228 l/s,ha vid ett 10-års regn och 489 l/s,ha vid ett 100-årsregn.

6.3.2. Årsmedelflöde och dimensionerande dagvattenflöden

Årsmedelflödet beräknades i modelleringsverktyget StormTac där värdet baseras på årsmedelnederbörd, reducerad area och evapotranspiration. StormTacs standardvärde, för årsmedelnederbörd inom Göteborg, på 1 000 mm antogs. På grund av en liknande markanvändning och reducerad area före och efter exploatering blev årsmedelflödet 1 500 m³/år innan och efter planerad exploatering, se Tabell 6.1.

Klimatkompenserade dimensionerande dagvattenflöden beräknades enligt Svenskt Vattens publikation P110 för utredningsområdet före och efter exploatering vid ett 10- respektive 100-årsregn, se Tabell 6.1. Det dimensionerande flödet ökar något vid exploatering på grund av påslag för klimatfaktor, vilket endast adderas för flöden efter exploatering vid 10-årsregn. För 100-årsregn sker en minskning av flöde från 73 l/s till 67 l/s, där klimatfaktor användes i båda fallen.

Tabell 6.1. Beräknade klimatkompenserade dimensionerande dagvattenflöden före och efter exploatering inom utredningsområdet för nederbörd med 10- respektive 100-års återkomsttid.

| Scenario | Reducerad area [ha] | Årsmedelflöde [m ³ /år] | Dimensionerande dagvattenflöde, 10-årsregn [l/s] | Dimensionerande dagvattenflöde, 100-årsregn [l/s] |
|--------------------|---------------------|------------------------------------|--|---|
| Före exploatering | 0,12 | 1 500 | 27 | 73 ¹ |
| Efter exploatering | 0,11 | 1 500 | 31 ¹ | 67 ¹ |

¹ Klimatfaktor på 1,25

6.3.3. Fördröjningsbehov

Enligt Trollhättans stads dagvattenstrategi ska fördröjning och omhändertagande av dagvatten ske lokalt på kvartersmark, dimensioneras för 10-årsregn och motsvara 10 mm/m² hårdgjord yta. Kravet om fördröjning motsvarande 10 mm/m² hårdgjord yta är i det här fallet det dimensionerande kravet då det genererar det största fördröjningsbehovet. Efter exploatering uppgår den hårdgjorda ytan (parkering, berg i dagen, takyta och markstensbeläggning) till ca 0,13 ha vilket innefattar ett fördröjningsbehov om 13 m³.

7. Beräknade föroreningshalter och mängder

Modellerade föroreningsmängder och halter i dagvattnet från utredningsområdet ger en indikation av hur förhållandena förändras med olika markanvändning. Det finns flera miljöproblem i vattenförekomster som kan härledas till ämnen som transporteras med dagvatten, exempelvis fosfor, kväve, tungmetaller, suspenderad substanser, olja, PAH, benso(a)pyren, bromerade difenyletrar och PFOS. Bromerade difenyletrar och PFOS kunde inte modelleras och övrigt underlag för schablonberäkningarna varierar i kvalitet men ger en god indikation på hur vattenkvaliteten förändras med planerad exploatering.

Dagvattnets utsläpp av föroreningar inom utredningsområdet modellerades för ett klimatkompenserat 10-årsregn i modelleringsverktyget StormTac och redovisas som föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) och föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$), se Tabell 7.1 och Tabell 7.2.

StormTacs standardvärde, för årsmedelnederbörd inom Göteborg, på 1 000 mm antogs. Modelleringen utgick från markkarteringen i avsnitt 5.

Då det inte finns nationella eller lokala riktvärden/krav på föroreningshalter i dagvatten så jämfördes de modellerade halterna gentemot Göteborg stads (2021) riktvärden. Fosfor, kväve, koppar, zink och suspenderad substans visar på högre halter efter exploatering än framtagna riktvärden. Alla halter ökar från befintlig situation till efter exploatering, förutom Kväve, Nickel och Olja som visar på samma halter samt Kadmium som minskar. Ökningen beror sannolikt på tillkomsten av parkeringsyta där en större föroreningsbelastning från bilar kan antas.

Tabell 7.1. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) från simulering i StormTac före och efter exploatering (utan dagvattenåtgärder) samt riktvärden vid utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät (Göteborg Stad, 2021). Röd markering innebär halter över riktvärde och grön markering innebär halter lika med eller under riktvärde.

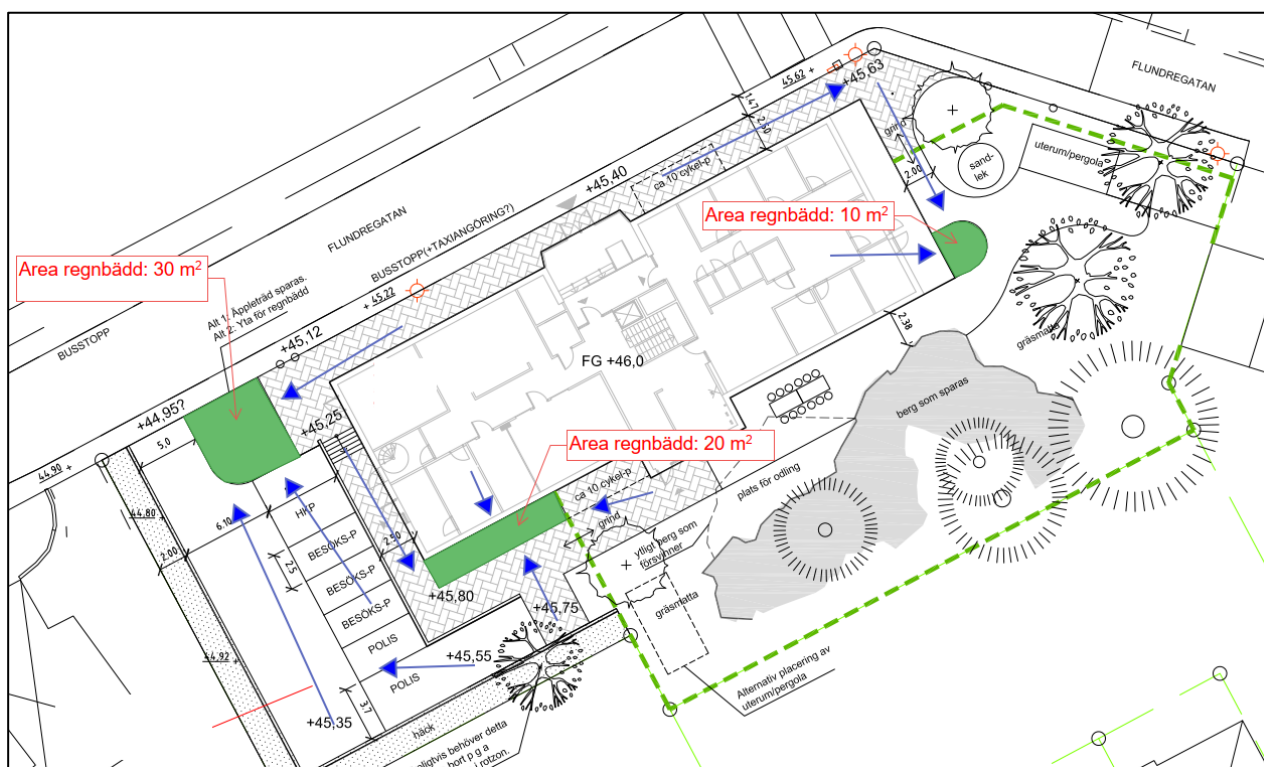
| Ämne | Riktvärden [$\mu\text{g/l}$] | Före exploatering [$\mu\text{g/l}$] | Efter exploatering (utan dagvattenåtgärder) [$\mu\text{g/l}$] |
|------------------------------|--|---|---|
| Fosfor (P) | Platsspecifikt vid behov, utgå från 50 | 59 | 67 |
| Kväve (N) | Platsspecifikt vid behov, utgå från 1 250 | 1500 | 1500 |
| Bly (Pb) | 28 | 4,1 | 6,0 |
| Koppar (Cu) | 10 | 15 | 18 |
| Zink (Zn) | 30 | 43 | 58 |
| Kadmium (Cd) | 0,90 | 0,35 | 0,34 |
| Krom (Cr) | 7,0 | 2,8 | 3,7 |
| Nickel (Ni) | 68 | 3,0 | 3,0 |
| Kvicksilver (Hg) | 0,070 | 0,016 | 0,020 |
| Suspenderad substans (SS) | 25 000 | 15 000 | 35 000 |
| Olja | 500 - 1000 | 200 | 200 |
| PAH | - | 0,29 | 0,43 |
| Benso(a)pyren | 0,27 | 0,011 | 0,015 |

Tabell 7.2. Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering (utan dagvattenåtgärder) (StormTac).

| Ämne | Före exploatering [kg/år] | Efter exploatering (utan dagvattenåtgärder) [kg/år] |
|------------------------------|------------------------------|---|
| Fosfor (P) | 0,09 | 0,099 |
| Kväve (N) | 2,3 | 2,1 |
| Bly (P) | 0,0063 | 0,0088 |
| Koppar (Cu) | 0,023 | 0,026 |
| Zink (Zn) | 0,065 | 0,085 |
| Kadmium (Cd) | 0,00053 | 0,00050 |
| Krom (Cr) | 0,0043 | 0,0055 |
| Nickel (Ni) | 0,0045 | 0,0044 |
| Kvicksilver (Hg) | 0,000024 | 0,00030 |
| Suspenderad substans (SS) | 23 | 51 |
| Olja | 0,30 | 0,29 |
| PAH | 0,00044 | 0,00063 |
| Benso(a)pyren | 0,000017 | 0,000022 |

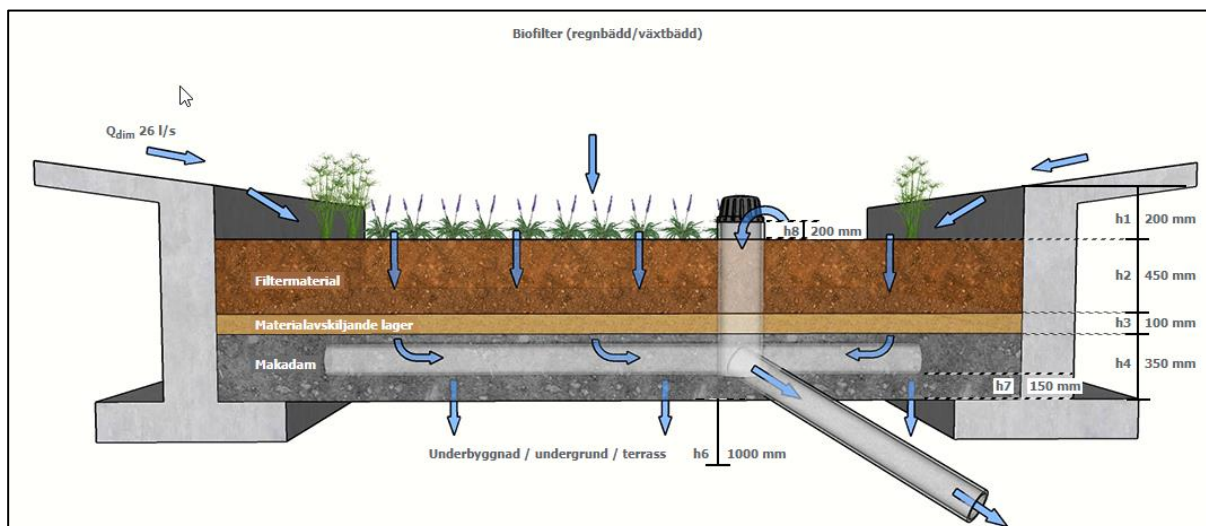
8. Föreslagen dagvattenhantering

För rening och fördröjning av dagvatten som följer Trollhättans dagvattenstrategi föreslås regnbäddar nyttjas som dagvattenåtgärd. Ytbehovet för att fördröja 13 m³ dagvatten uppskattades i StormTas till ca 27 m², vid uppbyggnad enligt Figur 8.2. Ytbehovet inryms väl i de ytor som är planerade som regnbäddar i situationsplanen, dessa uppgår till ungefär 60 m², se Figur 8.1. Det är av vikt att det säkerställs via höjdsättning att vatten från hårdgjorda ytor kan avledas till regnbäddarna. Detta är framförallt relevant vid parkeringsplatsen där den största föroreningspåverkan antas. Det rekommenderas därför att området markerat för antingen regnbädd eller bevarande av äppelträd nyttjas som en åtgärd för dagvatten, alternativt om det är möjligt att göra en kombinerad lösning. Den marktekniska undersökningen visar på bitvis tunna jordlager och potentiellt höga grundvattennivåer. Det kan således finnas behov av att anlägga regnbäddarna med tät botten för att inte riskera uppträngning av grundvatten. Exakt placering av regnbäddarna sker i samråd med mark/väg-projektör.



Figur 8.1 Situationsplan från LA 24.03.14 med markering för tilltänkta regnbäddar med area, samt eventuella rinnvägar markerat med blåa pilar.

Vid föroreningsberäkningar användes en regnbädd i StormTas enligt Figur 8.2 för att simulera rening. Förutsatt att minsta djup för avskiljande lager säkerställs kan djup justeras. Vid minskat djup ökar ytbehovet för att uppfylla fördröjningsbehovet.



Figur 8.2 Uppbyggnad av regnbädd enligt modellering i StormTac. För rening av hårdgjorda ytor.

Vid modellering simulerades ett reningssteg för parkering, markstensbeläggning och takyta. Ytorna med berg i dagen och blandad grönyta modellerades utan ytterligare rening. Modellering i StormTac visar på en minskning av alla föroreningar vid anläggning av regnbäddar, samt att samtliga halter understiger de riktvärden som finns från Göteborgs stad, se Tabell 8.1.

Tabell 8.1. Föroreningshalter efter exploatering med dagvattenåtgärder samt riktvärden vid utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät (Göteborg Stad, 2021).

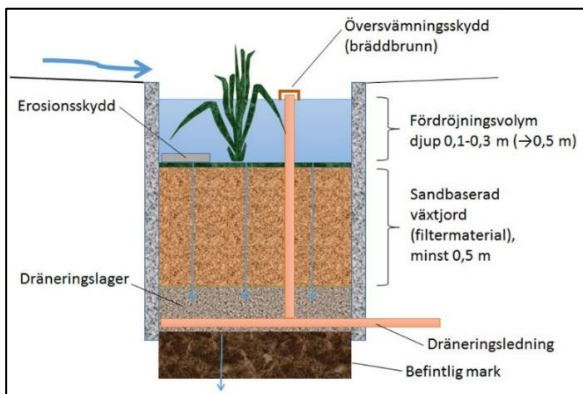
| Ämne | Riktvärden [µg/l] | Efter exploatering (med dagvattenåtgärder) [µg/l] |
|------------------------------|--|---|
| Fosfor (P) | Platsspecifikt vid behov, utgå från 50 | 45 |
| Kväve (N) | Platsspecifikt vid behov, utgå från 1 250 | 1000 |
| Bly (Pb) | 28 | 2,2 |
| Koppar (Cu) | 10 | 9,7 |
| Zink (Zn) | 30 | 18 |
| Kadmium (Cd) | 0,9 | 0,091 |
| Krom (Cr) | 7 | 2,2 |
| Nickel (Ni) | 68 | 1,1 |
| Kvicksilver (Hg) | 0,07 | 0,012 |
| Suspenderad substans (SS) | 25 000 | 15 000 |
| Olja | 500 - 1000 | 96 |
| PAH | - | 0,12 |
| Benso(a)pyren | 0,27 | 0,0036 |

8.1. Principförslag för dagvattenhantering

I avsnitt nedan ges en generell beskrivning av de föreslagna lösningarna för dagvattenhanteringen.

8.1.1. Regnbäddar

En regnbädd för dagvatten är en anläggning som består av en planteringsyta och filtermaterial som kan fördröja och rena dagvatten, se *Figur 8.3*. Regnbäddar byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där de anläggs (SVOA, 2023). Filtermaterialet ska lämpligen vara ett jordmaterial anpassat för växterna och klimatet samt med god hydraulisk konduktivitet. I botten anläggs en dräneringsledning i ett dränerande lager för avtappning vid höga flöden.



Figur 8.3. Exempel på utformning av nedsänkt regnbädd (Illustration: WRS).

Ytbehovet är ca 2-6 % av den hårdgjorda avrinningsytan och minsta anläggningsdjup är ca 1 m, där filtermaterialet ska vara minst 500 mm (SVOA, 2023). Det är viktigt att det finns bräddning för avledning av högre flöden än det dimensionerande, exempelvis med en bräddledning eller kupolbrunn. Bäddens inlopp bör förses med möjlighet till sedimentation samt erosionsskydd.

Utöver att vara en metod för fördröjning och rening så kan regnbäddar bidra till berikning i den bebyggda miljön genom ökad biologisk mångfald och gröna, estetiska miljöer (VA-guiden, u.d.), se *Figur 8.4*.



Figur 8.4. Exempelbilder på regnbäddar (Foto: NIRAS).

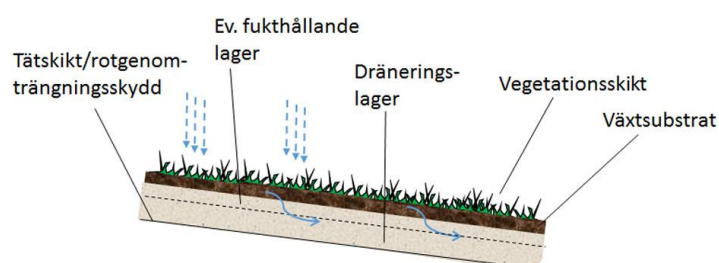
Regnbäddar erfordrar regelbunden skötsel i form av bevattning, rensning, växtskötsel samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Föroreningar samlas till största del direkt på eller nära filterytan. Bäddens ytskikt behöver regelbundet bytas ut för att förhindra frisättning av bundna föroreningar då det organiska materialet bryts ner. Regnbäddar kan utformas med en tät eller öppen botten. Tät botten rekommenderas när det finns skäl att begränsa föroreningshalter till underliggande jordlager, exempelvis om grundvattennivån är hög (SVOA, 2023). För regnbäddar där avvattningen inte kan ske vidare genom marken (tät botten krävs) leds vattnet efter reningsprocessen i regnbädden vidare till nästkommande del i dagvattenkedjan.

8.1.2. Alternativa åtgärder

I detta avsnitt ges förslag på alternativa eller kompletterande åtgärder som kan bidra till en förbättrad dagvattenhantering och skapa mervärde på fastigheten.

8.1.2.1. Vegetationsklädda tak

En alternativ åtgärd för att minska vattenmängder och tillföra grönska är anläggning av vegetationsklädda tak, dessa kan utformas på flera sätt men består av flera lager och skikt som bidrar till att fördröja och magasinera dagvatten, se Figur 8.5.



Figur 8.5 Principskiss över vegetationsklätt tak (Illustration: WRS).

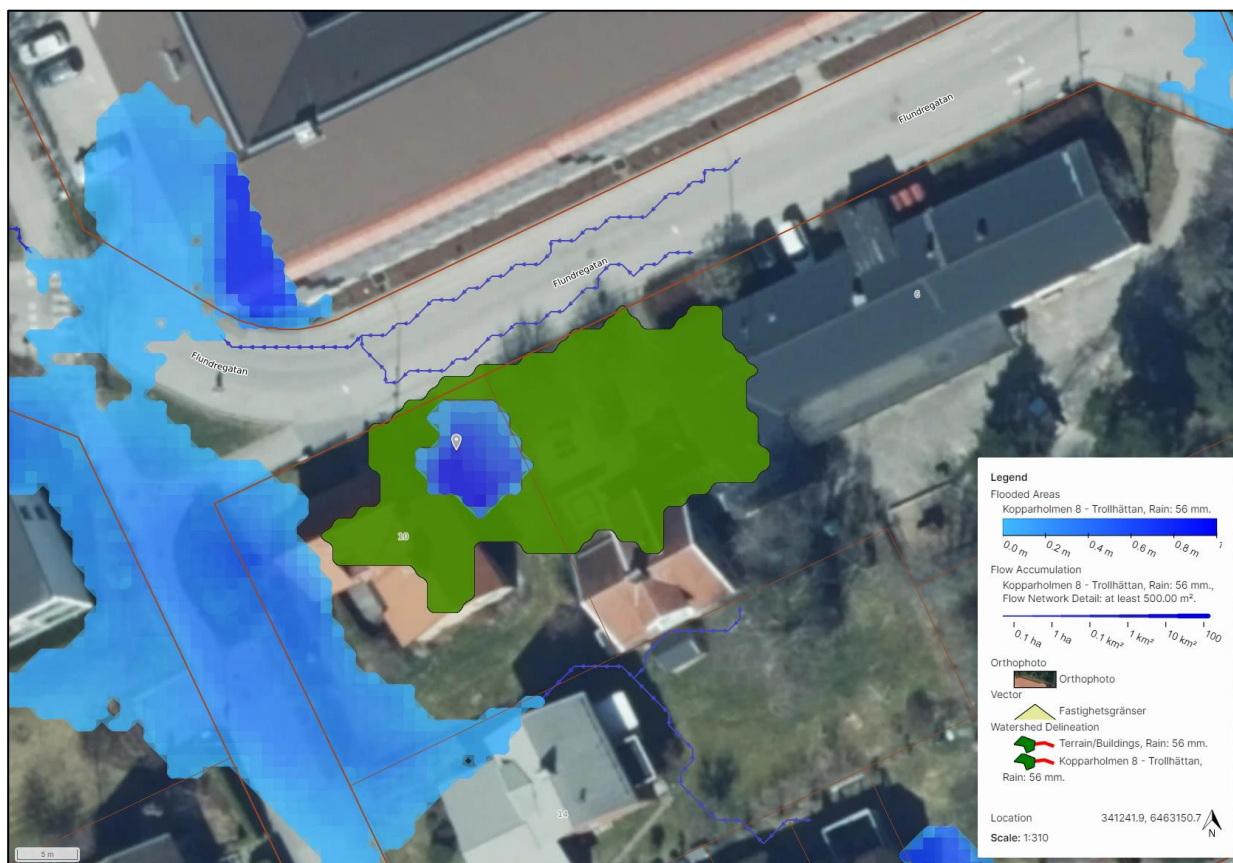
Ett vegetationsklätt tak kan reducera avrinningen med 25-75 % där reduktionen beror på vilken lutning taket har, hur tjockt taket anläggs samt vilken typ av växtlighet som kan användas (Stockholm Vatten och Avfall, u.d.). Vegetationsklädda tak kan anläggas extensiva eller intensiva, där extensiva är tunnare och intensiva har ett tjockare jordlager. Ett extensivt tak, exempelvis sedum, kräver mindre underhåll men kan om gödsling förekommer bidra till att näringsämnen frigörs till dagvattennätet. Ett extra reningssteg kan därefter vara nödvändigt. Ett intensivt tak, exempelvis biotoptak, kan bidra med mer fördröjning och fler mervärden.

8.1.2.2. Infiltration i grönyta

Övriga möjligheter är även nyttjande av infiltration i grönyta. Grönytor, som exempelvis en vanlig gräsmatta, kan nyttjas för att fördröja, rena och avleda dagvatten. En grönyta tilltänkt för infiltration av dagvatten byggs exempelvis upp med en väl-dränerad överyta, med hög infiltrationskapacitet. Vid anläggning ovanpå ett mindre genomsläppligt jordlager utformas ytan vanligen med en skålning som kan tillåta stående vatten för sakta infiltration (Stockholm Vatten och Avfall, u.d.). Infiltration i grönyta kan bidra till bra rening av både partikelbundna och lösta föroreningar. Rensningspotentialen påverkas av jorddjup, infiltrationskapacitet och jordens förmåga att binda till sig föroreningar. Åtgärden kan enkelt nyttjas för hantering av takvatten, genom exempelvis utkastare direkt till grönytan. Det kan därför anses som en relativt enkel, billig och driftsäker åtgärd för hantering av dagvatten. Aktuellt planområde består av relativt tunna jordlager vilket begränsar möjligheten för infiltration till underliggande mark.

9. Hantering av skyfall

Ingen skyfallsproblematik identifierades inom området och den framtida exploateringen bedöms varken försämra situationen inom fastigheten eller för omkringliggande fastigheter. Den lågpunkt som är belägen vid intilliggande fastighet (Kopparholmen 4) kommer troligen att bli mindre skyfallsutsatt vid ombyggnationen. *Figur 9.1* visar avrinningsområdet till lågpunkten på Kopparholmen 4 idag, analysen påvisar att ingen tillrinning av vatten sker från gatan utan endast från fastigheterna. Ingen försämring bedöms ske med avseende på denna lågpunkt med den planerade byggnationen av en infart (som sluttar ut mot gatan), utan snarare en förbättring som gör att vatten från Kopparholmen 8 istället rinner ut på Flundregatan och därefter vidare ner mot Dahlöfs mosse i öster.



Figur 9.1 Lågpunkt med avrinningsområdet markerat med grönt, som till stor del består av yta på Kopparholmen 8 och bedöms minska vid ombyggnation (SCALGO Live).

Det är av vikt vid kommande detaljprojektering att inga lågpunkter skapas inom området som kan orsaka risk för skada på byggnaden vid stående vatten.

10. Slutsats

Bedömningen utifrån föreliggande utredning med avseende på dagvatten- och skyfallshantering är att planen kan genomföras utan att det riskerar ökade dagvattenflöden ut från området. En förbättring av föroreningsbelastning kopplat till recipienten bedöms ske om föreslagna åtgärder (regnbäddar) nyttjas, och kan således bidra till möjligheten för recipienten att uppnå fastställd MKN.

Vid exploatering bedöms flöden vid ett 10-årsregn öka från 27 l/s till 32 l/s där det framtida flödet är beräknat med klimatfaktor. Vid anläggning av dagvattenåtgärder som omhändertar de första 10 mm från hårdgjorda ytor bedöms flödet minska då fördröjningsbehovet från de hårdgjorda ytorna är större än behovet från flödesökningen. Föroreningsbelastningen bedöms minska efter tillämpning av föreslagna dagvattenåtgärder och modellering i StormTac visar på halter som underskrider riktvärden från Göteborgs stad.

För att uppfylla Trollhättans stads dagvattenstrategi, där fördröjning ska motsvara 10 mm/m² hårdgjord yta, bedöms att de planerade regnbäddarna kan nyttjas, samt att åtgärden lämpar sig väl för dagvattenhantering inom utredningsområdet. Fördröjningsbehovet på 13 m³ kan uppnås med regnbäddar som täcker 27 m² av utredningsområdet. Det är av stor vikt att höjdsättning genomförs så att dagvatten ytledes kan avrinna till regnbäddar, vilket gäller särskilt vatten från parkeringsytor där behovet av rening anses störst. Exakt placering och utformning bör säkerställas i samråd med mark/väg-projektör.

Att anlägga regnbäddar som åtgärd går i linje med Trollhättans dagvattenstrategi då fördröjning och rening av dagvattnet inom utredningsområdet sker lokalt. Utformningen av regnbäddarna kan också bidra till att berika den bebyggda miljön vilket är ytterligare en av Trollhättans övergripande mål kring dagvattenhantering.

Översvämningsrisken vid ett klimatanpassat 100-årsregn bedöms vara låg och således bedöms det inte föreligga krav på specifika åtgärder avseende skyfall inom utredningsområdet.

10.1. Vidare rekommendationer

Nedan följer några punkter som rekommenderas vid fortsatt planering:

- Höjdsättning som säkerställer att dagvatten kan avledas till tilltänkta dagvattenåtgärder.
- Vidare utredning angående anläggning av regnbäddar med tät alternativ öppen botten, i samråd med geotekniker.

11. Litteraturförteckning

- Göteborg stad. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. Göteborg.
- Göteborg Stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten*. Göteborg.
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2016). Göta älv - delområde Vänersborg-Trollhättan.
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2022). *Beslut om vattenskyddsområde för Vänersborgsviken och Göta älvs vattentäkter*.
- Länsstyrelserna. (u.d.). *EBH-kartan*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c> den 18 01 2023
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2000). NRO 14 122.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*.
- MSB. (2020). *Händelsescenario skyfall*.
- Naturvårdsverket. (u.d.). Hämtat från Skyddad natur: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> den 07 09 2023
- Scalgo Live. (den 20 Juni 2023). Webinarium Den nya skyfallskartan och marktäckeskartan.
- SGU. (2019). *Kartvisaren Genomsläpplighet*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425> den 19 01 2024
- SGU. (2023). *Kartvisaren Jordarter 1:25 000 - 1:100 000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> den 16 04 2024
- SGU. (u.d.). *Kartvisaren Jorddjup*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html> den 19 01 2024
- SMHI. (den 5 Maj 2022). *Återkomsttider*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085>
- SMHI. (den 22 Juni 2023). *Kunskapsbanken*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn/skyfall-och-rotblota-1.17339>
- SMHI. (2023). *Skyfall*. Hämtat från <https://www.klimatanpassning.se/klimatanpassa/vagledning-for-klimatanpassning/hantera-risker/skyfall-1.89213> den 10 08 2023
- Stockholm Vatten och Avfall. (u.d.). *Infiltration i Grönyta*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf den 23 04 2024
- Stockholm Vatten och Avfall. (u.d.). *Vegetationsklädda tak*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf den 23 04 2024
- SVOA. (den 17 April 2023). *Dagvattenwebben Tekniska lösningar I mark*. Hämtat från [stockholmvattenochavfall.se:chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se:chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf)
- Trollhättans stad. (1997). Beslut om bildande av naturvårdsområdet Slättbergen.
- Trollhättans stad. (2021). Hämtat från *Dagvattenstrategi anpassad till klimatförändringar*: <https://www.trollhattan.se/startside/nyheter/aktuella-nyheter/dagvattenstrategi-anpassad-till-klimatforandringar/>
- VA-guiden. (u.d.). *Nedsänkta växtbäddar*. Hämtat från <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-vaxtbadd/> den 08 09 2023
- VISS. (2021). *Göta älv - Slumån till Stallbackaån*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459> den 12 09 2023