

PM

DAGVATTENUTREDNING KVARTER PARADISET

The Faberge logo, featuring the word "Faberge" in a black serif font, with a stylized purple key icon positioned above the letter "e".

SLUTRAPPORT REVIDERING 8
2023-11-06

UPPDRAG

323406, Dagvattenutredning Kv Paradiset

Titel på rapport:

Dagvattenutredning kvarter Paradiset

Status:

Slutrapport

Datum:

2023-11-06

MEDVERKANDE

Beställare:

Fabège

Kontaktperson:

Per Åsbrandt

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Olof Jonasson

Handläggare:

Evelina Andersson

Kvalitetsgranskare:

Olof Jonasson

REVIDERINGAR

Revideringsdatum

2023-11-06

Version:

8

Initialer:

OJ, EA

Uppdragsansvarig: Olof Jonasson

Datum: 2023-11-06

Handlingen granskad av: Olof Jonasson

Datum: 2023-11-06

SAMMANFATTNING

Utredningsområdet för dagvattenutredningen omfattar två fastigheter på Kungsholmen i Stockholm inom ett område på ca 1 ha. I dagsläget består utredningsområdet till stor del av hårdgjorda ytor och kontorsbyggnader med underbyggt garage. En ny detaljplan ska tas fram för att undersöka möjligheten att utveckla ytorna med en påbyggnation av befintliga byggnader för att möjliggöra bostäder. Syftet med detta PM är att översiktligt ge förslag på och beskriva utredningsområdets dagvattenhantering för att gå i linje med Stockholm stads dagvattenstrategi.

Vardera fastighet som omfattas av planområdet (Paradiset 23 och 27) omhändertar sitt eget dagvatten, och dagvatten från hela utredningsområdet avrinner till recipienten Mälaren-Ulvsundasjön. Recipienten har enligt VISS (Vatteninformationssystem Sverige) otillfredsställande status och uppnår ej god kemisk status. Flödesberäkningar visar att den totala avrinningen från utredningsområdet minskar med 17 % vid ett 10-årsregn utan klimatkompensering, och ökar med 3 % vid jämförelse med mellan nuläget (ingen klimatkompensering) och ett framtida klimatkompenserat 10-årsregn. Om samma regn jämförs minskar alltså avrinningen efter omdaning jämfört med nuvarande utformning på grund av att 60 % av de kommande taken anläggs med biotoptak.

Vid skyfall ansamlas vatten i nuläget i de två befintliga ljusgårdarna på Paradiset 27. Dessa kommer att byggas bort vilket kan leda till en ökad avrinning från utredningsområdet vid skyfall. Detta minskar dock risken för skador inom utredningsområdet. Från Stockholms skyfallkartering syns tydliga avrinningsstråk från fastigheten längs med gator, och ett marginellt ökat flöde medför därför inte en större risk för skador på nedströms områden. På Paradiset 23 behålls större delen av innergården, varför tydliga avrinningsstråk från denna ut mot Nordenflychtsvägen är viktiga så att inte vatten riskerar att bli stående mot fasad.

Dagvatten omhändertas via biotoptak med pimpstensjord från 60 % av taken och från innergården via växtbädd som renas enligt Stockholms åtgärdsnivå. Delar av biotoptaken kommer anläggas i kombination med solceller, vilket kan ge samverkans effekter i form av minskad uttorkning av biotoptaket samt kylning av solceller. Givet utredningsområdets läge i en redan etablerad stadsmiljö är möjligheterna till att använda ytorna för LOD ytterst begränsade. Det är därmed inte möjligt att följa stadens åtgärdsnivå för rening för samtliga ytor, då byggnader och dagvattenavledning är befintlig samt fastighetsgränsen går i husliv. Det är inte att rekommendera att leda vatten från utsidan av fastigheten genom byggnaden och på så sätt öka mängden dagvatten som behöver tas omhand på den instängda gården. Det finns inga förutsättningar att omhänderta dagvatten från tak i reningsanläggningar i marknivå då det inte finns någon tillgänglig yta, vilket innebär ett avsteg från stadens riktlinjer.

För gröna tak finns det en risk för främst näringsläckage om taket övergödslas eller om det inte underhålls enligt plan. Vid modellering har antagits att man använder rätt mängd gödningsmedel och av en typ med låg risk för läckage, samt att anläggningarna underhålls på ett korrekt sätt. Genom dessa åtgärder kan risken för läckage av näringsämnen eller andra föroreningar minimeras.

Resultat från beräkningen för mängden (kg/år) indikerar att föroreningsbelastningen i dagvatten från utredningsområdet efter omdaning minskar jämfört med nuläget med undantag för polycykliska aromatiska kolväten (PAH16) som står oförändrad. Koppar (Cu) får en betydande minskning när koppartaket tas bort i utredningsområdet. Materialbyte för taket, tillsammans med rening i växtbädd samt användande av biotoptak medför därmed en ökad möjlighet att uppnå MKN i Mälaren-Ulvsundasjön.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | INLEDNING..... | 5 |
| 2 | UNDERLAG OCH METOD..... | 6 |
| 3 | RIKTLINJER OCH DAGVATTENHANTERING..... | 8 |
| 4 | OMRÅDESBESKRIVNING..... | 9 |
| 4.1 | RECIPIENT | 9 |
| 4.1.1 | RECIPIENTER OCH STATUSKLASSNING | 9 |
| 4.1.2 | VATTENSKYDDSSOMRÅDE..... | 10 |
| 4.1.3 | LOKALA ÅTGÄRDSPROGRAM (LÅP) | 10 |
| 4.2 | MARKFÖRUTSÄTTNINGAR..... | 10 |
| 4.2.1 | GEOLOGISKA/HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR..... | 10 |
| 4.3 | BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING..... | 12 |
| 4.4 | YTliga OCH TEKNISKA AVRINNINGSOMRÅDEN..... | 12 |
| 5 | DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSBEOV..... | 14 |
| 5.1 | FÖRDRÖJNING ENLIGT ÅTGÄRDSNIVÅ | 15 |
| 5.2 | LOD-ÅTGÄRDER FÖR RENING..... | 16 |
| 6 | FÖRORENINGAR | 18 |
| 7 | ÖVERSVÄMNINGSRISKER..... | 20 |
| 7.1 | LEDNINGSNÄT | 20 |
| 7.2 | NÄRLIGGANDE YTVATTEN..... | 20 |
| 7.3 | INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL..... | 20 |
| 8 | FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING | 21 |
| 9 | HANTERING AV SKYFALL..... | 22 |
| 10 | HElhETSbILD AV DAGVATTENHANTERINGEN..... | 22 |
| | BILAGA 1. FLÖDESBERÄKNINGAR..... | 25 |

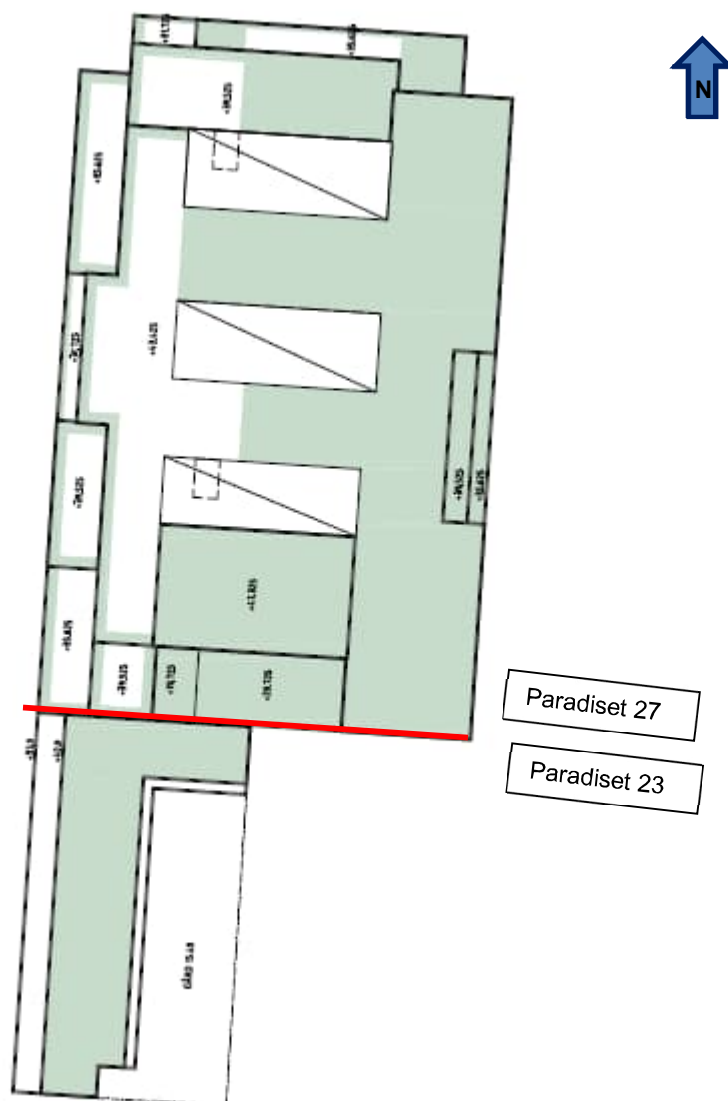
1 INLEDNING

Tyréns har fått i uppdrag av Faberge att ta fram en dagvattenutredning för ett område mellan Nordenflychtsvägen, Franzéngatan och Strandbergsgatan på Kungsholmen, Stockholms stad. Detta PM syftar till att beskriva befintlig och framtida dagvattensituation för området som är ca 1 ha stort. I utredning har avrinningen före och efter omdaning av området beräknats och förslag på omhändertagande av dagvatten presenteras.

Utredningen omfattar två fastigheter, Paradiset 23 och 27 som idag består av kontorsbyggnader med underbyggt garage anlagt under 1950-talet, se Figur 1. På Paradiset 23 är även innergården underbyggt av garage. En ny detaljplan skall tas fram för planområdet för att pröva möjligheten att riva delar av de befintliga kontorsbyggnaderna för att möjliggöra bostäder. Skiss över planerad utformning presenteras i Figur 2. Som underlag för kommande samrådsprocess behövs en dagvattenutredning tas fram som beskriver förutsättningarna inom planområdet samt hur dagvattenhanteringen bör utformas efter omdaning enligt planförslaget.



Figur 1. Befintligt utredningsområde, flygfoto taget från sydost. Gräns mellan Paradiset 23 och 27 markerad i rött



Figur 2. Takplan för den planerad om- och påbyggnad inom utredningsområdet (grönt visar biotoptak). Röd linje visar fastighetsgräns

2 UNDERLAG OCH METOD

Underlag i form av baskarta samt situationsplan har använts för kartering av planerad markanvändning inom utredningsområdet (erhållna 2022-03-18 och 2022-08-19). För befintlig markanvändning har flygfoto och kartmaterial använts. Geologisk information har inhämtats från Stockholm stads geoarkiv från byggnadsgeologiska lager från 1980. Platsbesök genomfördes 2022-03-30.

Övergripande översvämningsbedömning baseras på Stockholms stads skyfallskartering från 2018. Stockholms stads skyfallskartering för maxdjup och flödesvägar (2018) har använts för riskbedömning av skyfallssituationer. Karteringen har gjorts med hjälp av

modellering där en terrängmodell om 4x4 m har använts. I resultatet som redovisas i föreliggande rapport har ett 100-årsregn med 1,25 klimatfaktor och 6 timmars varaktighet simulerats. Vid skyfallsmodellering beräknar programmet hur mycket vatten som infiltrerar i marken, avrinner på markytan och hur mycket vatten som ansamlas i lågpunkter i terrängen. Infiltration antas endast ske på grönytor och inte på hårdgjorda ytor såsom vägar, tak och parkeringsplatser. På de hårdgjorda ytorna antas att ledningsnätet har kapacitet att avleda ett 10-årsregn som kan tänkas råda år 2100 och på grönytor används en infiltrationsmodul. Infiltrationsmodul beräknar hur mycket vatten som kan infiltreras i marken beroende på bland annat infiltrationshastigheten och vattenmättnaden. Dock är infiltrationen och ledningssystemets kapacitet de största osäkerheterna i modellen.¹

Avrinningsytor har tagits fram med hjälp av erhållen situationsplan för området samt flygfoto/baskarta för bedömning av markanvändning innan omdaning.

Avrinning har beräknats med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110. För utredningsområdet har dagvattenflöden beräknats för situationen före och efter exploatering vid 10-årsregn utan och med klimatfaktor av 1,25. Bilaga 1 redovisar även flöden för 2- 5- och 20-årsregn utan klimatfaktor samt 20-årsregn med klimatfaktor. De valda beräknade regnen beror på minimikrav på återkomsttider vid dimensionering av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten publikation P110).

Åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) dimensioneras enligt SVOA:s tabell *Magasinegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 mm magasinvolym*. Om dimensionering av dagvattenanläggningarna ändras i ett senare skede är det viktigt att säkerhetsställa att anläggningarna fortfarande klarar kraven för fördröjning och rening.

För beräkning av dagvattnets föroreningsgrad före och efter exploatering har StormTac v.22.3.2 använts. När föroreningshalter beräknas i StormTac görs detta utifrån insamlade värden för liknande markanvändning (schablonvärden, Tabell 1). Ofta finns inte platsspecifik information eller information om hur data samlats in tillgänglig. När det finns en stor mängd data är sannolikheten större att ett medianvärde är representativt för områden som är under utredning än att ett medelvärde är det. När det inte finns en stor mängd data får individuella mätvärden stort genomslag, och detta kan medföra att ett framräknat schablonvärde inte är representativt för det område som modelleringen avser.

Enligt en nyligen genomförd studie ligger osäkerheten för beräknade föroreningshalter med Stormtac kring 30 %. I komplexa områden med blandad markanvändning och med schablonhalter med låg säkerhet kan osäkerheten sannolikt var större.

Materialval, till exempel för tak, kan ha stor påverkan på vattenkvaliteten, och förändringar i lagstiftning kan medföra att äldre mätvärden inte är representativa för samtida situationer. Rening av metaller är även beroende av om metaller förekommer i löst eller partikelbunden form, där reduktion av partikelbundna metaller främst sker då partiklar frånges eller sedimenteras, medan lösta metaller kräver mer avancerad rening. Fordons bromsbelägg och koppartak/-fasader är de två största källorna till

¹ Stockholm Vatten och Avfall, Skyfallsmodellering Stockholm stad PM, 2018-06-12.

<https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/skyfallsmodellering/WSP-PM-uppdaterad-skyfallsmodellering-Stockholm-2018.pdf>. Hämtad 2022-04-07

2 Wu, Larm, Wahlsten, Marsalek, Viklander. Uncertainty inherent to a conceptual model

StormTac Web simulating urban runoff quantity, quality and control. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2021.1878240>. Hämtad: 2022-01-12

koppar i dagvattnen³. Inom utredningsområdet byts alla koppartak ut mot grönt tak och annat takmaterial som kommer att minska mängden koppar i dagvattnet. I StormTac har detta simulerats genom att använda ett högre kopparvärde för den takyta som i nuläget antas vara koppartak, enligt standard för koppartak i StormTacs databas. Redovisat värde under Cu i Tabell 1 är ett viktat värde för både koppar- och vanliga taktytor.

Tabell 1. Markanvändningstyper med schablonhalter (µg/l) som använts i föroreningsberäkning i StormTac v.22.1.1. Färg indikerar säkerhet i mätdata och beror på mängd och spridning.

| Markanvändning | P | N | Pb | Cu | Zn | Cd | Cr | Ni | Hg | SS | Olja | PAH16 | BaP |
|---------------------|-----|------|------|------|----|--------|-----|------|--------|-------|------|-------|------|
| Asfaltsyta | 85 | 1800 | 3 | 21 | 20 | 0,27 | 7 | 4 | 0,05 | 7400 | 770 | 0,13 | 0,01 |
| Grönt tak | 260 | 2900 | 0,84 | 11 | 21 | 0,07 | 3 | 3 | 0,0057 | 19000 | 0 | 1,9 | 0,01 |
| Takyta (efter expl) | 170 | 1200 | 2,6 | 7,5 | 28 | 0,8 | 4 | 4,5 | 0,003 | 25000 | 0 | 0,44 | 0,01 |
| Takyta (innan expl) | 170 | 1200 | 2,6 | 1300 | 28 | 0,8 | 4 | 4,5 | 0,003 | 25000 | 0 | 0,44 | 0,01 |
| Grusyta | 42 | 2000 | 2,2 | 12 | 33 | 0,11 | 1 | 0,85 | 0,019 | 9700 | 96 | 1,7 | 0,01 |
| Marksten med fogar | 57 | 2000 | 2,4 | 13 | 33 | 0,14 | 1,9 | 1,3 | 0,028 | 9400 | 190 | 1,5 | 0,01 |
| Datasäkerhet | Hög | | | | | Mellan | | | | Låg | | | |

3 RIKTLINJER OCH DAGVATTENHANTERING

Utredningen följer Stockholm stads dagvattenstrategi med riktlinjer gällande dagvatten. Staden har i sin dagvattenstrategi satt mål enligt nedan:

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten.
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering.
3. Resurs och värdeskapande för staden.
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande.

Stockholm stad har även en åtgärdsnivå för dagvatten. Åtgärdsnivån har tagits fram för att förtydliga vilka dagvattenåtgärder som krävs för att uppfylla lagkrav och mål i stadens dagvattenstrategi vid ny- och större ombyggnation. Tillämpning av åtgärdsnivån ska ske vid ny- och större ombyggnation. Allt vatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän mark ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med 20 mm fördröjning. En mindre våtvolum kan accepteras i de fall anläggningen ändå kan uppnå syftet med åtgärdsnivån. Förväntad funktion och reningseffekt ska kunna redovisas. Anläggningar som kan magasinera 20 mm nederbörd från en förutbestämd yta kan ta hand om 90% av årsnederbörden och därmed bidra med rening i nivå med identifierade behov. Systemen ska utformas med mer långgående rening än sedimentation.

3 Vikander, M., Österlund, H., Muller A., Marsalek J., Borris M., 2019. Kunskapssammanställning - Dagvattenkvalitet. Rapport Nr. 2019-2. <https://www.svensktvatten.se/contentassets/f3d99ca8ce964851b9702d3dc85e4269/trvu-rrap-2019-02.pdf>. Hämtad 2022-06-14

Att uppnå miljö kvalitetsnormerna för ytvatten är ett lagkrav som är kopplat till dagvatten, men avsteg från åtgärdsnivån kan ges i specifika fall om tekniska förutsättningar, naturliga förhållanden eller orimliga kostnader i förhållande till miljönyttan gör att dagvattenlösningar inte kan dimensioneras enligt åtgärdsnivån⁴. Ett exempel där åtgärdsnivån inte behöver tillämpas är vid påbyggnad⁵.

4 OMRÅDESBESKRIVNING

4.1 RECIPIENT

Utredningsområdet avvattnas idag direkt på ledningsnätet som ligger inom det naturliga avrinningsområdet för Mälaren-Ulvsundasjön⁶. Detsamma gäller för det tekniska avrinningsområdet enligt Stockholm Vatten och Avfalls öppna data⁷. Rännstensbrunnar finns placerade på kringliggande gator.

4.1.1 RECIPIENTER OCH STATUSKLASSNING

Mälaren-Ulvsundasjön har *otillfredsställande ekologisk status* och *uppnår ej god kemisk status*. Avsteg har gjorts från att uppnå kravet på *god ekologisk status* till 2027 och istället skall *måttlig ekologisk status* vara uppnådd till detta år. Trots det mindre stränga kravet ska all fysisk påverkan åtgärdas så långt det är möjligt och rimligt. Det får heller inte ske några försämringar i förhållande till den status som gällde vid tidpunkten för normsättningen⁸.

Näringsämnen, växtplankton och koppar har alla på grund av tekniska skäl inte kunnat uppnå *god ekologisk status* innan 2027 och getts en tidsfrist till samma år. Anledningarna att kraven på ämnena inte nås beror på en betydande påverkan av urban markanvändning. Utsläppsminskande åtgärder behöver genomföras för samtliga ämnen så snart som möjligt då återhämtningen tar lång tid. Bottenfaunan och det morfologiska tillståndet i vattenförekomsten har krav att uppnå *måttlig ekologisk status* till 2027 då det anses omöjligt att uppnå det hårdare kravet innan dess.

Vattenkvaliteten har sedan 1970-talet förbättrats avsevärt men påverkan av tätortsbebyggelse i direkt anslutning till strandlinje påverkar kvalitetsfaktorn negativt. Halten av fosfor är hög och koncentrationerna av flera miljögifter är förhöjda i vatten, sediment och fisk från tidigare aktivitet⁹.

Den kemiska statusen är klassificerad till *uppnår ej god* och har ett kvalitetskrav att *uppnå god kemisk ytvattenstatus*.

⁴ Stockholm Vatten och Avfall, Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation. Version 1.1

⁵ Stockholm Vatten och Avfall, Tillämpning av åtgärdsnivån- exempel. Projekt där åtgärdsnivån inte behöver tillämpas. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/vagledning/rad-och-anvisningar/projektexempel/#!/atgardsnivan-behoover-inte-tillampas> Hämtad 2022-04-12

⁶ Stockholm Vatten och Avfall, öppna geodata. Naturliga avrinningsområden. https://data.svoa.opendata.arcgis.com/datasets/b2fef40053dd4486aab47207aac61997_0/explore?location=59.333698%2C18.015485%2C15.08 Hämtad 2022-04-06

⁷ Stockholm Vatten och Avfall, öppna geodata. Tekniska avrinningsområden. https://data.svoa.opendata.arcgis.com/datasets/9054d54e99524593bf5c7b3cb5dbf249_0/explore?location=59.332441%2C18.033878%2C14.28 Hämtad 2022-04-06

⁸ VISS, Mälaren-Ulvsundasjön [Mälaren-Ulvsundasjön - Sjö - VISS - VattenInformationssystem för Sverige \(lansstyrelsen.se\)](https://www.viss.se/malaren-ulvsundasjon) Hämtad 2022-06-14

⁹ Stockholms stad, Mälaren-Ulvsundasjön. <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/malaren-ulvsundasjon/> Hämtad 2022-04-06

4.1.2 VATTENSKYDD SOMRÅDE

Avrinning från utredningsområdet berör inte östra Mälarens vattenskyddsområde. Utredningsområdet ligger utanför den sekundära skyddszonen.¹⁰

4.1.3 LOKALA ÅTGÄRDSPROGRAM (LÅP)

Enligt åtgärdsprogrammet behöver tillförseln av fosfor, koppar, bly och kadmium minska. I vattnet är det framför allt fosfor och perfluoroktansulfonat (PFOS) som har förbättringsbehov, för sediment är det koppar, antracen, kadmium, bly och tributyltenn (TBT) och för fisk perfluoroktansulfonat (PFOS), polyklorerade bifenyler (PCB) och polybromerade difenyletrar (PBDE). För att uppnå statusklassningen ska LOD eftersträvas men i befintlig tät urban miljö med platsbrist behöver de mindre LOD-åtgärderna kompletteras med större anläggningar i samarbete mellan kommunerna för att hantera större avrinningsområden¹¹.

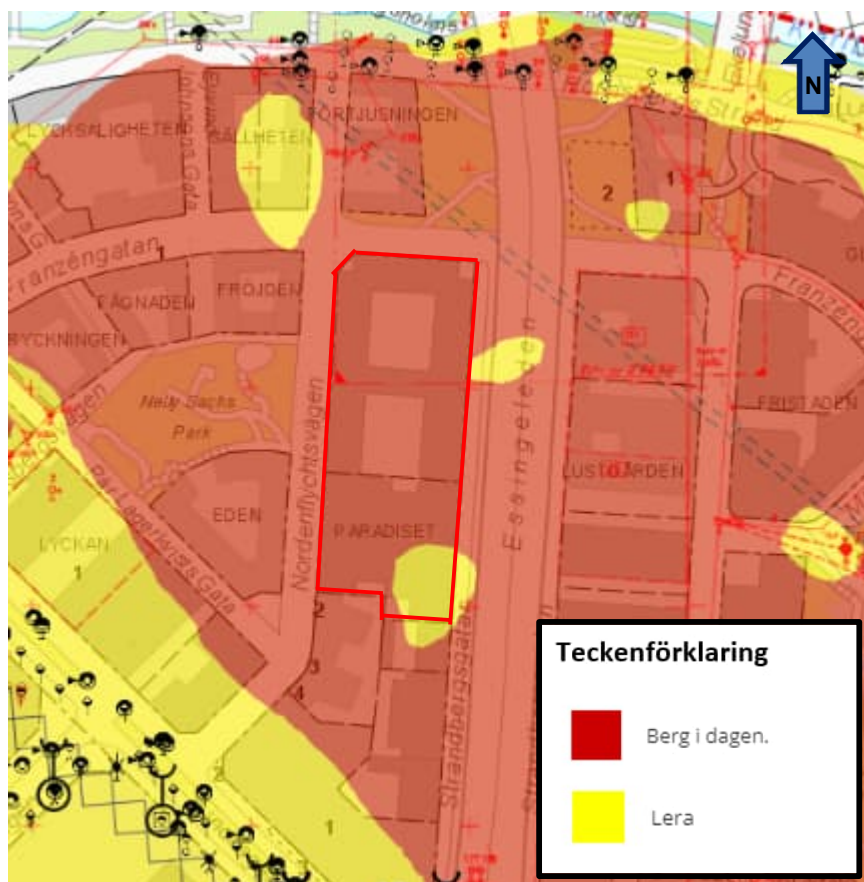
4.2 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR

4.2.1 GEOLOGISKA/HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Marken består enligt Stockholms stads byggnadsgeologiska karta (1980) till största delen av berg i dagen, se Figur 3.

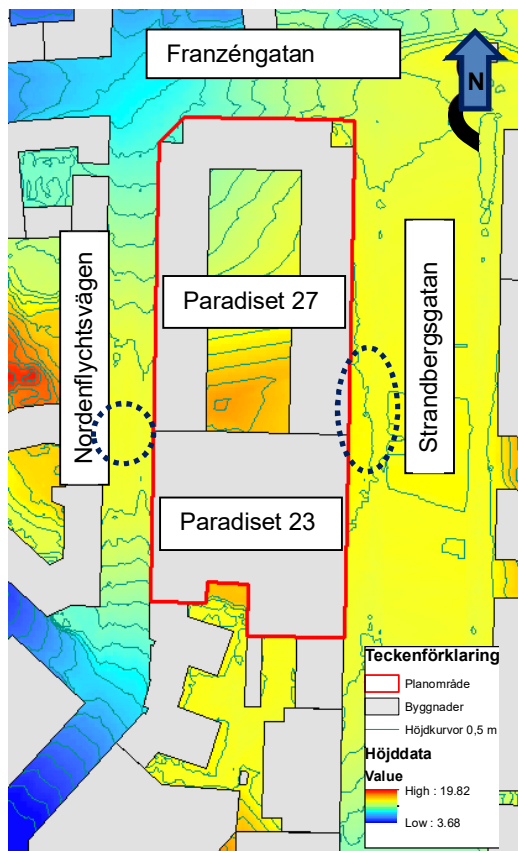
¹⁰ Stockholm Vatten och Avfall, Karta över östra Mälarens vattenskyddsområde
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf-2021/vatten/karta-ostra-malaren-vattenskyddsomrade.pdf?msclid=6d9bfc48bbfb11ec8225863826c63fe9> Hämtad 2022-04-14

¹¹ Stockholms stad, Mälaren-Ulvsundasjön Lokalt åtgärdsprogram.
<https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/vatten/sjoar/Ulvsundasjon/Fakta%20och%20C3%A5tg%C3%A4rd%20behov%20M%C3%A4laren-Ulvsundasj%C3%B6n.pdf> Hämtad 2022-04-14



Figur 3. Byggnadsgeologisk karta. Utredningsområde markerat i röd linje.

En höjdrygg på +15 m på Nordenflychtsvägen mellan paradiset 23 och 27 delar avrinningen som för paradiset 27 lutar i nordlig riktning till en nivå av +12 m och för paradiset 23 lutar i sydlig riktning till en nivå av +13 m (Figur 4). Detsamma gäller för Strandbergsgatan, även om nivåskillnaderna där inte är lika tydliga som visar en nivåskillnad på ca 0,5 m i både nordlig och sydlig riktning, men en viss höjdrygg gick att bekräfta vid platsbesöket. Franzéngatan lutar i västlig riktning från +12 m till +15 m.



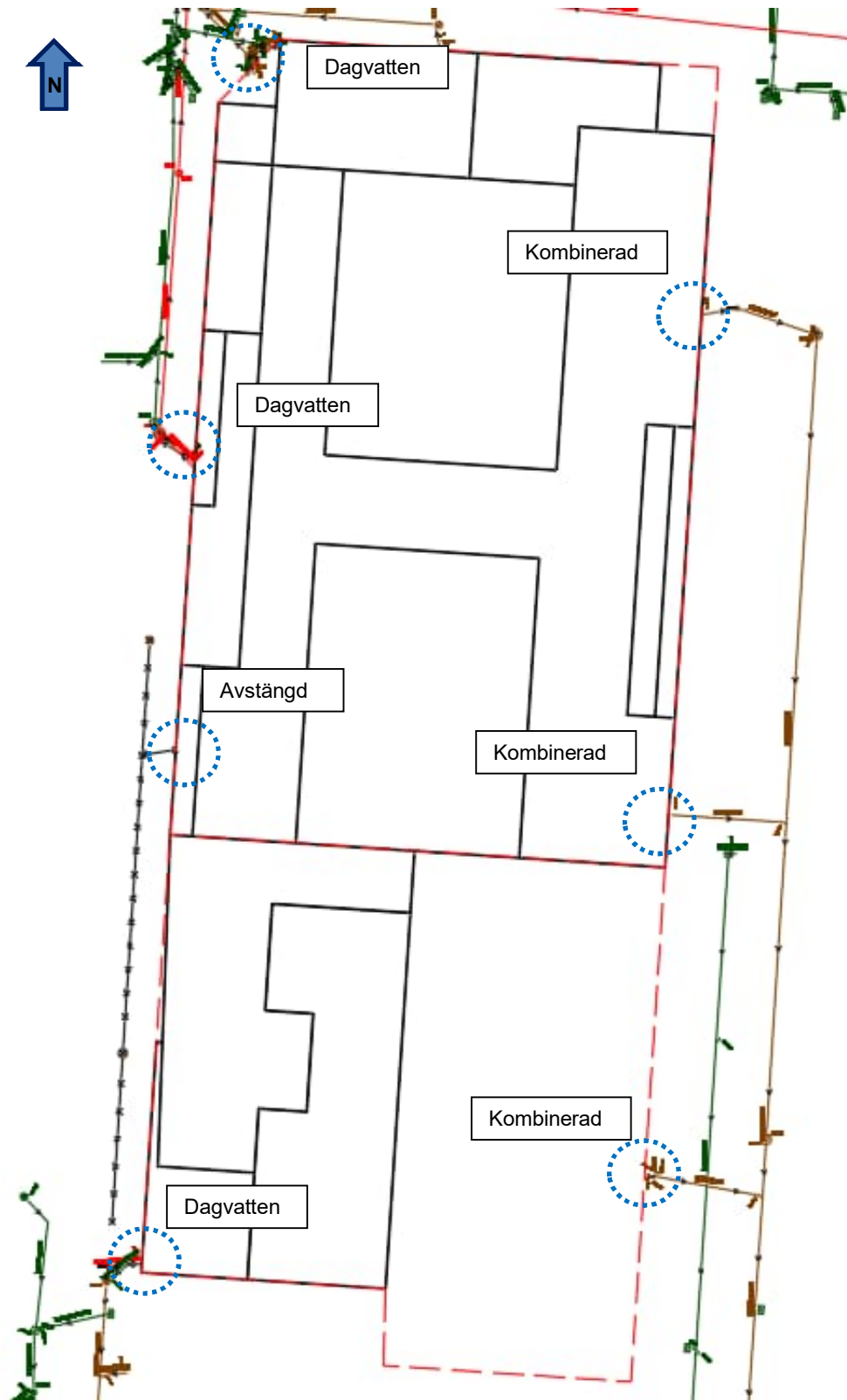
Figur 4. Höjder, utredningsområdet markerad i röd linje. Läge av höjdryggar markerade i streckade polygoner.

4.3 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING

Se Figur 1 för befintlig markanvändning inom utredningsområdet som idag består i av kontorsbyggnader med koppartak och underbyggt garage som även går under gården på Paradiiset 23. Planerad omdaning innebär att riva delar av befintliga kontorsbyggnader för att möjliggöra bostäder samt att bygga över ljusgårdarna på Paradiiset 27 och justera ytan och material på innergården på Paradiiset 23. Taken på byggnaderna som idag är koppartak kommer att tas bort och ersättas av 60 % gröna tak.

4.4 YTLIGA OCH TEKNISKA AVRINNINGSMÖRÅDEN

Som nämnt ovan sker ytlig avrinning till Mälaren-Ulvsundasjön. Det tekniska avrinningsområdet från Stockholm Vatten och Avfalls öppna data visar på att även det tillhör avrinningsområdet till Mälaren-Ulvsundasjön. Ledningsunderlag från Stockholm Vatten och Avfall visar att området på östra sidan av byggnaderna är kopplat på kombinerade ledningar (Figur 5) men med stöd av Stockholm Vatten och Avfalls öppna geodata antas dock att allt dagvatten är kopplat till dagvattennätet och att det är spillvatten som är kopplat till det kombinerade ledningsnätet. Anslutningarna bör utredas i mer detalj för att underlätta en eventuell framtida separering.



Figur 5. Serviskopplingar till ledningsnät inringade (blått), utredningsområde (rött), situationsplan (svart)

5 DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSBEHOV

I Tabell 2 redovisas beräknade ytor med total area, reducerad area samt bedömda avrinningskoefficienter inom utredningsområdet. Tabell 3 visar att flödet från utredningsområdet minskar med 18 % vid ett 10-årsregn utan klimatkompensering, och ökar med 2 % vid en jämförelse mellan nuläge, ej klimatkompenserat och ett klimatkompenserat 10-årsregn efter omdaning. Figur 6 visar karterad yta. Avrinningskoefficient för grönt tak har bedömts utifrån ett antaget djup av 60-100 mm och en taklutning < 15° vid ett kraftigt regn med varaktighet 15 minuter enligt Svensk Byggtjänsts handbok¹².

Tabell 2. Ytor som använts för flödesberäkning inom utredningsområdet

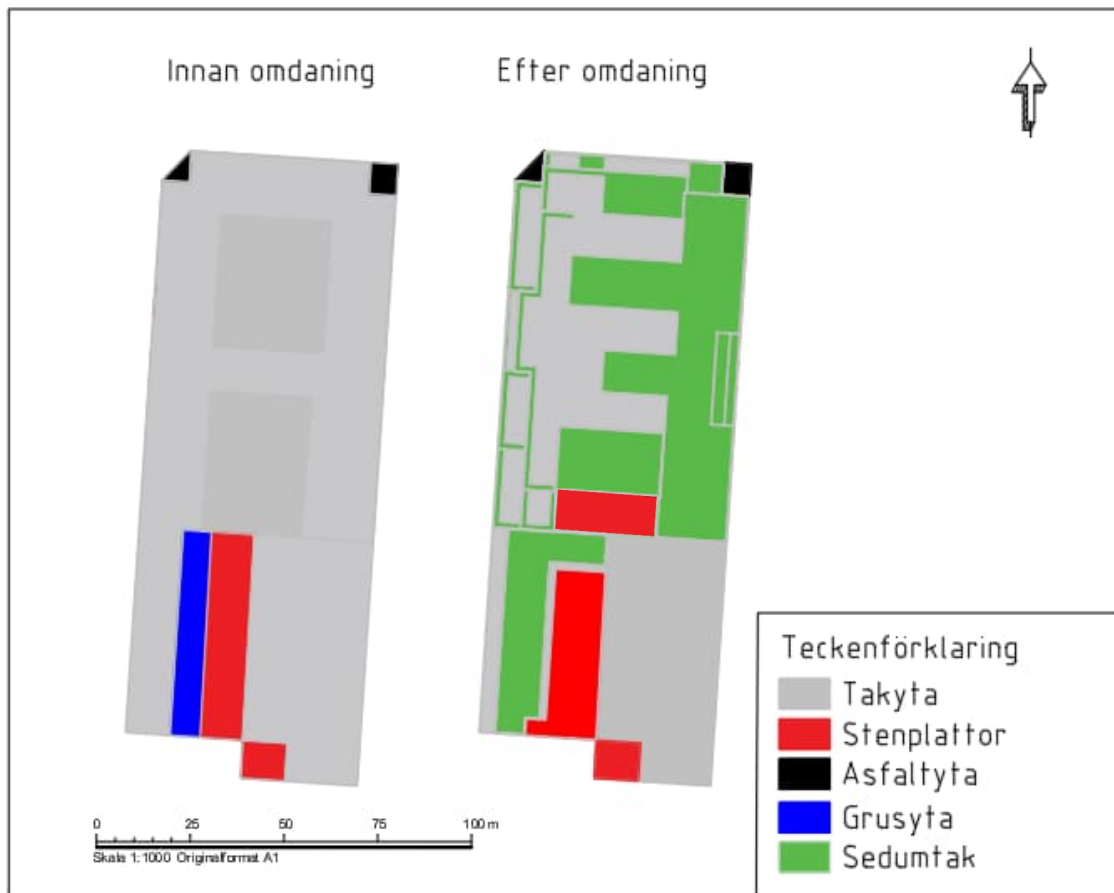
| Område 1 | Avrinningskoeff. | Planerad bebyggelse (ha) | Planerad bebyggelse (red. area. ha) | Befintlig situation (ha) | Befintlig situation (red. area. ha) |
|-------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Takyta | 0,90 | 0,474 | 0,427 | 0,874 | 0,786 |
| Stenplattor | 0,70 | 0,103 | 0,072 | 0,076 | 0,053 |
| Asfaltyta | 0,80 | 0,009 | 0,007 | 0,009 | 0,007 |
| Grusyta | 0,40 | | | 0,043 | 0,017 |
| Grönt tak | 0,50 | 0,415 | 0,208 | | |
| Summa | | 1,002 | 0,714 | 1,002 | 0,862 |

Tabell 3. Resultat av flödesberäkningar före och efter omdaning. Beräkningarna presenteras för ett 10-årsregn och klimatanpassat 10-årsregn (faktor 1,25)

| Dimensionerande regn, 10 min varaktighet, återkomsttid: | | | | 10 år 236 l/s, ha | 10 år Klimatfaktor 1,25 295 l/s, ha |
|---|-----------|----------------------------|----------------------|----------------------|--|
| | Area (ha) | Avrinningskoefficient. (ω) | Reducerade area (ha) | l/s | l/s |
| Efter omdaning | 1,002 | 0,71 | 0,714 | 163 | 203 |
| Innan omdaning | 1,002 | 0,86 | 0,864 | 197 | 246 |
| Skillnad i % efter exploatering (med eller utan klimatfaktor) | | | | -17 | +3* |
| Skillnad i l/s efter exploatering (med eller utan klimatfaktor) | | | | -34 | +6* |

* Jämförelse gjord med dagens 10-årsregn, dvs utan klimatfaktor

¹² Svenskt Byggtjänst, Grönatakhåndboken. Växtbädd och Vegetation. Betong, Isolering och Tätskikt. Andra utgåvan. 2021. Tabell 9. Sida 61. ISBN 978-91-7917-072-1



Figur 6. Karterad yta för flödesberäkningar

5.1 FÖRDRÖJNING ENLIGT ÅTGÄRDSNIVÅ

Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats mot principen att fördröja 20 mm våtvolum. Resultaten visar att behovet av våtvolumen minskar från dagens markanvändning från totalt 173 m³ till 142 m³. Efter omdaning omhändertas även volymen vatten kommande från samtliga ytor förutom volymen kommande från takytan som ej är biotoptak. Volymen vatten kommande från takytan efter omdaning som ej uppnår åtgärdsnivåns krav på 20 mm fördröjning är motsvarande 85 m³, Tabell 4. Ekvationen som använts för att beräkna våtvolum:

$$V_{dmax} = (\varphi * A) * 0,02$$

V_{dmax} Erfoderlig utjämningsvolym (m³)

φ Avrinningskoefficient

A Area

Tabell 4. Erforderlig fördröjningsvolym (m³) vid åtgärdsnivå 20 mm våtvolum innan och efter omdaning

| Markanvändning innan | Planerad reducerad yta area (ha) | Våtvolum (m ³) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Takyta | 0,786 | 157 |
| Stenplattor | 0,053 | 11 |
| Asfaltyta | 0,007 | 1 |
| Grusyta | 0,017 | 3 |
| Summa | 0,864 | 173 |

| Markanvändning efter | | |
|----------------------|--------------|------------|
| Takyta | 0,427 | 85 |
| Stenplattor | 0,072 | 14 |
| Asfaltyta | 0,007 | 1 |
| Grönt tak | 0,208 | 42 |
| Summa | 0,753 | 142 |

5.2 LOD-ÅTGÄRDER FÖR RENING

För dimensionering av reningsanläggningar av dagvatten från den hårdgjorda ytan på innergården har Stockholm Vatten och Avfalls tabell *Magasineringsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 mm magasinvolym* använts¹³, vilket anger att en växtbädd med en area motsvarande 5 % av den reducerade arean som avvattnas kan antas möta riktlinjerna (20 mm fördröjning och rening av 90 % av årsnederbörden). Detta förutsätter att växtbädden dimensioneras utifrån de kriterier som anges i riktlinjerna (tillgängligt ytmagasin på 150 mm, 500 mm djupt poröst lager med en porositet av 15% och tömningshastighet från växtbädd motsvarande 50–100 mm/timme). För innergården motsvarar detta 27 m².

Eftersom takavvattningen är befintlig och gränsen mellan kvarter- och gatumark går i husliv, är det inte ekonomiskt rimligt att omhänderta takvattnet inom fastigheten innan det släpps till ledningsnätet. Även om det skulle vara tekniskt möjligt att leda dagvatten från taken som lutar ut mot gatan via interna ledningar in mot innergården så skulle detta innebära en ökad risk för läckage och därmed skador på fastigheten, och en ökad skyfallsproblematik på innergården. Generellt är det inte rekommenderat att öka inflödet mot en instängd innergård och ur ett översvämningsperspektiv är det bättre att leda vatten bort från fastigheten. 60 % av de kommande taken kommer dock enligt beställare vara biotoptak. Biotoptaken kategoriseras som *Extensiva gröna tak* och har en tjocklek av ca 8-15 cm.

Ett tak med en måktighet på 100 mm klarar att magasinera ca 20 mm nederbörd vilket möjliggör magasinering av 90 % av årsnederbörden i Stockholm¹⁴. Flödet till dagvattennätet kommer därmed att minska jämfört med nuläget.

Överskottsvatten från taken leds ut på dagvattennätet,

Taken kommer att kombineras med solceller, vilket har positiva samverkans effekter då solcellerna ger viss skugga till det gröna taket som minskar uttorkningen av växtbädden¹⁵. Växtligheten kring solpanelerna kyler omgivningen och kan därmed höja verkningsgraden för solcellerna¹⁶. Viss koncentration av avrinning kommer ske i framkant på solcellerna och ytan behöver anläggas så att skador på växtsubstratet undviks samt så att vatten kan spridas vidare i profilen, se exempel i Figur 7.

¹³

<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/exls/dimensioneringstabell.xls>, hämtad 20220531

¹⁴ Stockholms stad, Dagvattenhantering. Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. 2016.

¹⁵ Boverket, Exempel på gröna tak. [Exempel på gröna tak - PBL kunskapsbanken - Boverket](#), hämtad 20230626

¹⁶ Energiforsk, 2017, Solceller på svarta, vita och gröna tak. Rapport 2017:383. ISBN 978-91-7673-383-7



Figur 7. Exempel på kombination av solceller och gröna tak¹⁵.

6 FÖRORENINGAR

I Tabell 5 redovisas beräknade föroreningsmängder från utredningsområdet före och efter omdaning i kg/år, Tabell 6 redovisar föroreningshalter i µg/l. För planerad omdaning redovisas mängder både före och efter rening av innergården. Reningskapaciteten är beräknad för nedsänkt växtbädd enligt Stockholm Vatten och Avfalls reningstabell¹⁷. Värden redovisas innan och efter omdaning med och utan rening. Redovisad differens är för befintlig situation jämfört med efter omdaning med rening.

För gröna tak finns det en risk för främst näringsläckage om taket övergödsas eller om det inte underhålls enligt plan. Vid modellering har antagits att man använder rätt mängd gödningsmedel och av en typ med låg risk för läckage, samt att anläggningarna underhålls på ett korrekt sätt. Genom dessa åtgärder kan risken för läckage av näringsämnen eller andra föroreningar minimeras, vilket reflekteras i modelleringen genom användande av en lägre markanvändningsfaktor (1) och de tjockare biotoptaken representeras av en lägre volymavrinningskoefficient (0,23). För att simulera kopparkoppar har kopparvärden anpassats efter StormTacs databas (koppartak) till 3000 µg/l för de befintliga tak som utgörs av koppar (uppskattad yta 4800 m²).

Resultat från beräkningen för mängden (kg/år) indikerar att föroreningsbelastningen i dagvatten från utredningsområdet efter omdaning med LOD minskar jämfört med nuläget med undantag polycykliska aromatiska kolväten (PAH16) som står oförändrad. Mängden mängden koppar (Cu) minskar markant. Sammantaget medför detta därmed en ökad möjlighet att uppnå MKN för Mälaren-Ulvsundasjön.

¹⁷ <http://www.stockholmavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/exls/reningstabell.xls>, hämtad 20220531

Tabell 5. Beräknade föroreningsmängder från utredningsområdet före och efter omdaning (StormTac 22.1.1). För planerad bebyggelse presenteras mängder utan och med dagvattenrening med nedsänkt växtbädd för innergårdsytan (rening beräknad enligt SVOAS:s reningstabell).

| Ämne | Befintlig situation (kg/år) | Planerad omdaning utan rening (kg/år) | Planerad omdaning med rening (kg/år) | Differens (kg/år) |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Fosfor (P) | 0.89 | 0.67 | 0.66 | -0.23 |
| Kväve (N) | 7.41 | 6.59 | 6.42 | -0.99 |
| Bly (Pb) | 0.014 | 0.009 | 0.008 | -0.006 |
| Koppar (Cu) | 6.80 | 0.04 | 0.03 | -6.77 |
| Zink (Zn) | 0.16 | 0.11 | 0.10 | -0.06 |
| Kadmium (Cd) | 0.0041 | 0.0023 | 0.0023 | -0.0018 |
| Krom (Cr) | 0.021 | 0.014 | 0.014 | -0.007 |
| Nickel (Ni) | 0.024 | 0.015 | 0.015 | -0.009 |
| Kvicksilver (Hg) | 0.000030 | 0.000024 | 0.000021 | -0.000009 |
| SS | 130 | 85.10 | 83.04 | -46.96 |
| Olja | 0.130 | 0.128 | 0.085 | -0.045 |
| PAH16 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.000 |
| BaP | 0.000057 | 0.000040 | 0.000041 | -0.000016 |

Tabell 6. Beräknade föroreningshalter från utredningsområdet före och efter omdaning (StormTac 22.1.1). För planerad bebyggelse presenteras mängder utan och med dagvattenrening med nedsänkt växtbädd för innergårdsytan (rening beräknad enligt SVOAS:s reningstabell).

| Ämne | Befintlig situation (µg/l) | Planerad omdaning utan rening (µg/l) | Planerad omdaning med rening (µg/l) | Differens (µg/l) |
|------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Fosfor (P) | 148 | 152 | 149 | 1 |
| Kväve (N) | 1233 | 1498 | 1435 | 202 |
| Bly (Pb) | 2.3 | 2.0 | 1.9 | -0.4 |
| Koppar (Cu) | 1133.3 | 8.0 | 7.4 | -1125.9 |
| Zink (Zn) | 27 | 24 | 22 | -4 |
| Kadmium (Cd) | 0.68 | 0.53 | 0.53 | -0.16 |
| Krom (Cr) | 3.5 | 3.1 | 3.0 | -0.5 |
| Nickel (Ni) | 4 | 4 | 3 | -1 |
| Kvicksilver (Hg) | 0.005 | 0.006 | 0.004 | -0.001 |
| SS | 21667 | 19341 | 18777 | -2889 |
| Olja | 22 | 29 | 17 | -4 |
| PAH16 | 0.48 | 0.68 | 0.58 | 0.10 |
| BaP | 0.0095 | 0.0092 | 0.0092 | -0.0003 |

7 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

7.1 LEDNINGSNÄT

Information från SVOA visar dock att utredningsområdet ligger inom det tekniska avrinningsområdet för Mälaren-Ulvsundasjön, så dagvatten antas vara kopplat till dagvattennätet och endast spillvatten från fastigheten till det kombinerade nätet.

Dagvattenledningarna som antas avleda dagvatten från utredningsområdet visar ingen kapacitetsbrist i direkt anslutning till fastigheterna, dock uppstår kapacitetsproblem längre ner i systemet i nordlig riktning (SVOA modelleringsresultat). Det finns även dagvattenledningar på gator runt fastigheterna som inte visar någon serviskoppling, men som kan vara anslutna ändå. Flödet från fastigheten kommer att minska jämfört med nuläget vilket kommer att förbättra situationen för dagvattennätet.

7.2 NÄRLIGGANDE YTVATTEN

Närliggande ytvatten är utloppet vid Karlbergskanalen och Ulvsundasjön som båda är del av Mälaren. Regleringen av Slussen (utlopp Mälaren) innebär ökad tappningskapacitet, vilket kommer minska risken för höjda vattennivåer åtminstone fram till och med 2050¹⁸.

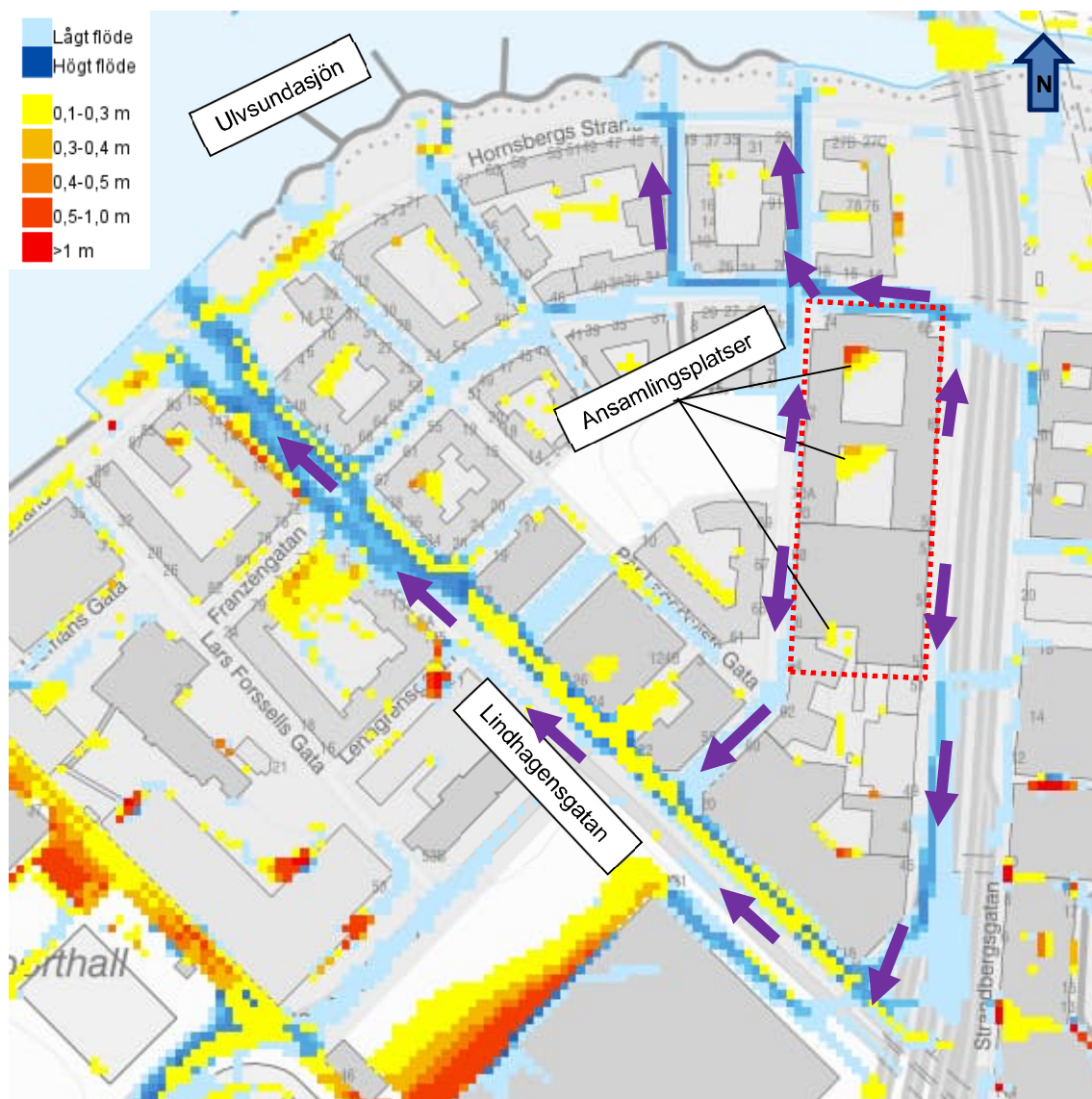
7.3 INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL

Figur 8 visar utdrag ut Stockholm stads skyfallsanalys. Analysen visar att det idag finns instängda lågpunkter på Ljussgårdarna på Paradiset 27 och även till viss del på innergården på Paradiset 23. De två lågpunkterna på Paradiset 27 kommer att byggas bort vilket potentiellt kan leda till en högre ytavrinning vid skyfall som leds norrut och vidare ner i Ulvsundasjön, men kommer å andra sidan att minska risken för skador på fastigheterna Paradiset 23 och 27. Största delen av ytavrinningen på Paradiset 23 kommer att gå i sydlig riktning, vidare till Lindhagensgatan där flödet är högre, för att sedan även det rinna ut i Ulvsundasjön.

För att undvika att vatten som uppkommer inom planerad bebyggelse inte blir stående intill fasader en längre tid och orsakar skada är det viktigt att ha en genomtänkt höjdsättning. Generellt bör byggnader placeras högre än omkringliggande mark och ytor som kan tillåtas översvämmas utan att ta skada placeras lägst.

¹⁸ Stockholms stad, Mälaren-Ulvsundasjön Lokalt åtgärdsprogram.

<https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/vatten/sjoar/Ulvsundasjon/Fakta%20och%20C3%A5tg%C3%A4rd%20behov%20M%C3%A4laren-Ulvsundasj%C3%B6n.pdf> Hämtad 2022-04-21



Figur 8. Stockholms stads skyfallsanalys från 2018 över området. Utredningsområdet är markerat i rött. Pilar visar flödesriktning.

8 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

Avrinning från hårdgjorda ytor på innegårdarna inom utredningsområdet föreslås ledas mot nedsänkta regnbäddar för rening. Regnbäddar kan beskrivas som en plantering ovan ett dränerande system med filtermaterial med upphöjda kanter som även möjliggör för ytlig fördröjning av dagvatten. Anläggningen är anpassad för att både kunna svämmas över och få en synlig vattenyta samt klara sig längre perioder utan regn. Avledning till regnbäddarna kan ske med hjälp av marklutning eller rännor.

Regnbäddar kräver likvärdig skötsel som konventionella planteringar såsom ogrärensning, bortplockande av skräp osv. I regnbäddens filtermaterial kommer fint material, som följer med dagvattnet, att sedimentera vilket över tid riskerar att minska infiltrationskapaciteten. För att säkerställa växtbäddarnas kapacitet över tid bör därför mängden sedimenterat material periodvis kontrolleras och vid behov grävas bort.

Växtbäddarna bör ta upp en yta av ca 27 m² (Paradiset 23), respektive ca 10 m² (Paradiset 27) på innergårdarna (dimensionerat efter SVOA:s dimensioneringstabell). Detta förutsätter att växtbädden dimensioneras utifrån de kriterier som anges i riktlinjerna (tillgängligt ytmagasin på 150 mm, 500 mm djupt poröst lager med en porositet av 15% och tömningshastighet från växtbädd motsvarande 50–100 mm/timme).

Ytan kan vara en sammanhängande yta eller delas upp, beroende på markhöjderna. Det viktiga är att bädden anläggs i en lägre punkt och motsvarar 5 % av den hårdgjorda ytan vars vatten leds dit.

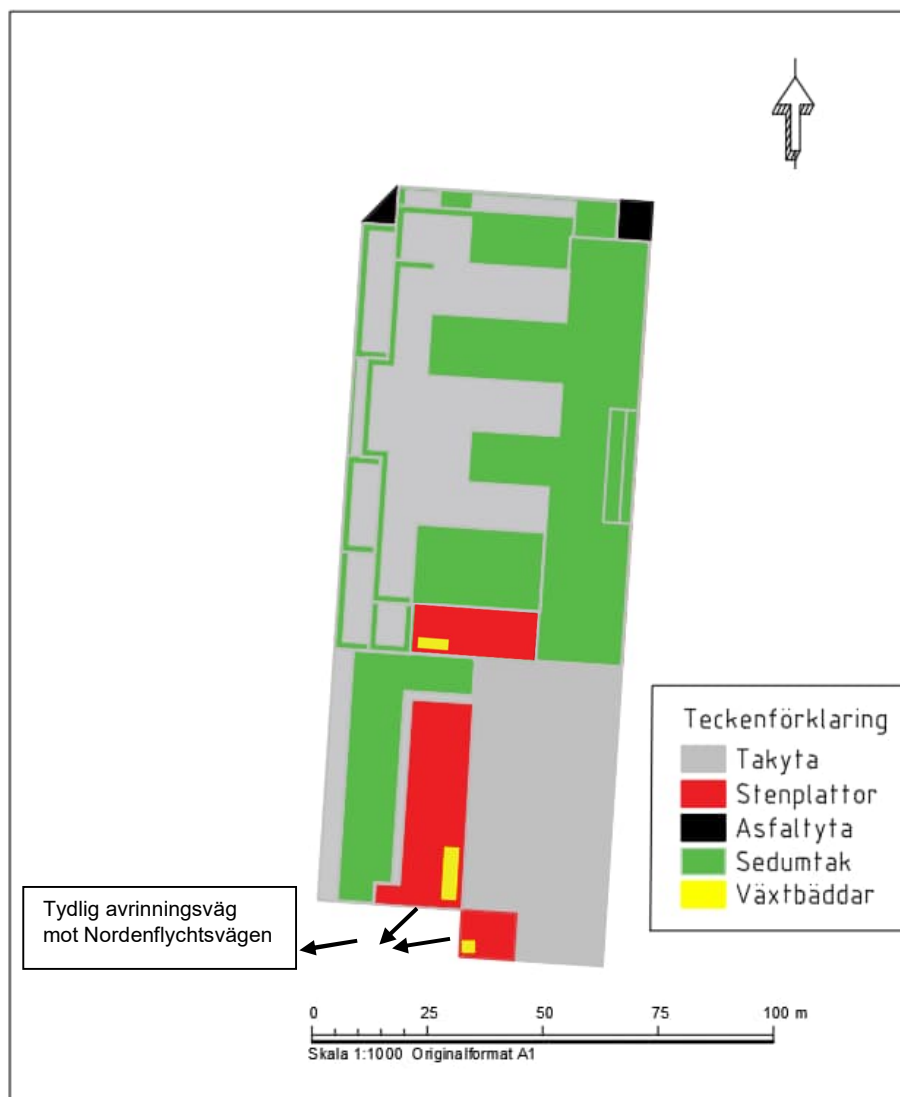
En majoritet av takytorna anläggs med gröna biotopstak vilket kommer att minska flödet samt den totala volymen dagvatten som leds till ledningsnät jämfört med nuläget.

9 HANTERING AV SKYFALL

För att undvika skada vid skyfall är det viktigt att skapa en genomtänkt höjdsättning för att undvika att vatten blir stående intill byggnader en längre tid och orsakar skada. Detta görs genom att byggnader placeras högst, hårdgjorda ytor lägre och växtbäddar placeras lägst. Vid ett skyfall är det också viktigt att de öppna flödesvägarna säkerhetsställs så att vatten tillåts ta sig ut från innergården, samt att inte leda mer vatten mot innergården än nödvändigt. Därför är det viktigt att eventuella barriärer eller murar anläggs upphöjda eller med öppningar i marknivå, till exempel genom att anlägga portik.

10 HELHETSBILD AV DAGVATTENHANTERINGEN

I Figur 9 presenteras förslag på ungefärlig placering av LOD-åtgärderna. Vardera fastighet som omfattas av planområdet (Paradiset 23 och 27) omhändertar sitt eget dagvatten. För växtbäddarna så har ingen tydligare placering gjorts än att det bör vara på den hårdgjorda ytan på innergården, men kan med fördel delas upp ytterligare och kompletteras med fler planteringar, träd eller växtlighet för att skapa en mer robust innergårdsmiljö. En mer exakt placering bör undersökas i projekteringsskedet.



Figur 9. Idéskiss på ungefärlig placering av LOD-åtgärder

Resultat från föroreningsberäkningarna indikerar att föroreningsbelastningen i dagvatten från utredningsområdet efter omdaning minskar eller står oförändrad för samtliga ämnen.


Givet utredningsområdets läge i en redan etablerad stadsmiljö är möjligheterna till att använda ytorna för LOD ytterst begränsade. Möjliga lösningar är begränsade till anläggandet av regnbäddar och användandet av gröna tak, vilket bör medföra ett positivt inslag i stadsmiljön och bör minska den avrinningsvolym som leds till recipienten jämfört med nuläget.

Det är inte möjligt att följa stadens åtgärdsnivå för rening för samtliga ytor, då byggnader och dagvattenavledning är befintlig samt fastighetsgränsen går i husliv. Det finns inga förutsättningar att omhänderta dagvatten från tak i reningsanläggningar i marknivå då det inte finns någon tillgänglig yta, och det är inte att rekommendera att leda vatten genom byggnaden och på så sätt öka mängden dagvatten som behöver tas

omhand på den instängda innergården. Däremot förbättras både fördröjningen och reningen för samtliga ämnen, förutom PAH16 som står oförändrad, eftersom den i nuläget går direkt på dagvattenätet.

Avsteg från stadens riktlinjer krävs eftersom området anläggs i en etablerad stadsmiljö och gäller en påbyggnad, se tidigare paragraf. Av den anledningen är det inte ekonomiskt- eller tekniskt försvarbart att anlägga ytterligare rening. Däremot omhändertas dagvatten från 60% av taken via biotoptak och all yta på innergården efter Stockholms åtgärdsnivå.

BILAGA 1. FLÖDESBERÄKNINGAR



Uppdrag: 321373

Paradiset 23 & 27

Ytor hämtade ur cadfil Kv Paradiset 23_27_2D_Sweref991800_RH2000_Meter och Baskarta_2103503

Dimensionerande regn och nuläge flygfoto från Lantmäteriet

| | | | | 2 år | | 5 år | | 10 år | | 10 år | | 20 år | | 20 år | |
|--|--|--|--|--------------|--|--------------|--|------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| | | | | 10 min | | 10 min | | 10 min | | 10 min, 1,25 | | 10 min | | 10 min, 1,25 | |
| | | | | 134,1 l/s*ha | | 181,3 l/s*ha | | 228 l/s*ha | | 284,9 l/s*ha | | 286,7 l/s*ha | | 358,4 l/s*ha | |
| | | | | 8 mm | | 10,9 mm | | 13,7 mm | | 17,1 mm | | 17,2 mm | | 21,5 mm | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | | l/s m³ | |
| | | | | l/s m³ | | | | | | | | | | | |

