



# Dagvattenutredning för ny detaljplan för Bro Torg, Upplands-Bro

**Upplands-Bro kommun**

Granskningshandling, 2024-10-21

|                  |                                                                                                         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TITEL            | Dagvattenutredning för ny detaljplan för Bro Torg, Upplands-Bro                                         |
| RAPPORTNUMMER    | 221882A                                                                                                 |
| BESTÄLLARE       | Rebecca Östrand, Ework<br>Upplands-Bro kommun, Samhällsbyggnadskontoret, Plan- och exploateringsenheten |
| UPPDRAGSANSVARIG | Jonathan Arnlund och Lukas Rehn, WRS                                                                    |
| FÖRFATTARE       | Preetam C. Hernefeldt och Lukas Rehn, WRS                                                               |
| GRANSKNING       | Jonas Andersson, WRS                                                                                    |
| UTGÅVA/STATUS    | Granskningsversion                                                                                      |
| DATUM            | 2024-10-21                                                                                              |
| OMSLAGSBILD      | Lukas Rehn, WRS                                                                                         |

## Sammanfattning

Upplands-Bro kommun utreder möjligheterna att utveckla Bro från en tätort med förortskaraktär till en plats med småstadskänsla. Centralt i detta arbete är omvandlingen av Bro centrum till vad som kallas Bro Torg, där en del befintliga byggnader och parkeringsytor ska rivas för att göra plats för nya bostadskvarter och små torg. WRS har utfört denna dagvattenutredning för den kommande detaljplanen för Bro Torg samtidigt som flera andra utredningar för planområdet har pågått parallellt.

Beräkningar av flöden, föroreningsbelastning, behov av magasinering och dimensionering av dagvattenåtgärder har gjorts separat för ytor som planeras vara allmän platsmark respektive kvartersmark. Dessa har hanterats separat eftersom kommunen eftersträvar att dagvatten på kvartersmark ska fördröjas och renas lokalt på kvartersmarken så långt som möjligt.

Den planerade exploateringen beräknas medföra ökade dagvattenflöden vid ett dimensionerande 20-årsregn i framtiden. För att flödet inte ska öka, och för att klara kommunens krav på att 20 mm regn ska kunna utjämnas och renas lokalt så behöver dagvattnet fördröjas i dagvattenanläggningar inom planområdet.

Dagvatten från planområdet rinner via ledningsnät till ett dike som går ut i recipienten Mälaren-Görväln. Vattenförekomsten har idag måttlig ekologisk status och uppnår inte god kemisk status, med bland annat för höga halter av koppar, kadmium och bly. Beräkningar av föroreningsbelastningen från planområdet visar att belastningen efter exploatering kommer att vara snarlik dagens föroreningsbild om inga renande dagvattenåtgärder införs.

För att säkerställa att föroreningsbelastningen och dagvattenflöden inte ökar efter exploatering samt att möjliggöra fördröjning av 20 mm regn så har åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten föreslagits. För takytor inom kvartersmarken föreslås att dagvatten leds till nedsänkta regnbäddar intill fasader eller på innergårdar. Alternativt kan takdagvatten fördröjas i tjocka gröna tak på platser där tillräcklig yta inte finns tillgänglig för regnbäddar. För gårdsytor föreslås att vattnet leds till regnbäddar eller till svackade, väl-dränerade gräsytor på innergårdarna. För de hårdgjorda ytorna på lokalgator, gång- och cykelvägar och torgytor inom den allmänna platsmarken föreslås att dagvatten leds till träd i skelettjord utspridda längs gaturummet och på torgen. Alternativt kan en del eller alla ytor avledas till nedsänkta regnbäddar. För parkeringsytan på allmän platsmark föreslås att vattnet avleds till nedsänkta regnbäddar längs ytans sidor, alternativt att genomsläpplig beläggning anläggs så att dagvattnet infiltrerar genom parkeringsytan. För Enköpingsvägen och för de två så kallade blågröna lokalgatorna i området föreslås att blågröngrå stråk anläggs, där flera regnbäddar sammanlänkas med ett luftigt bärlager och varvas med vanliga planteringsytor med träd och varierad grönska.

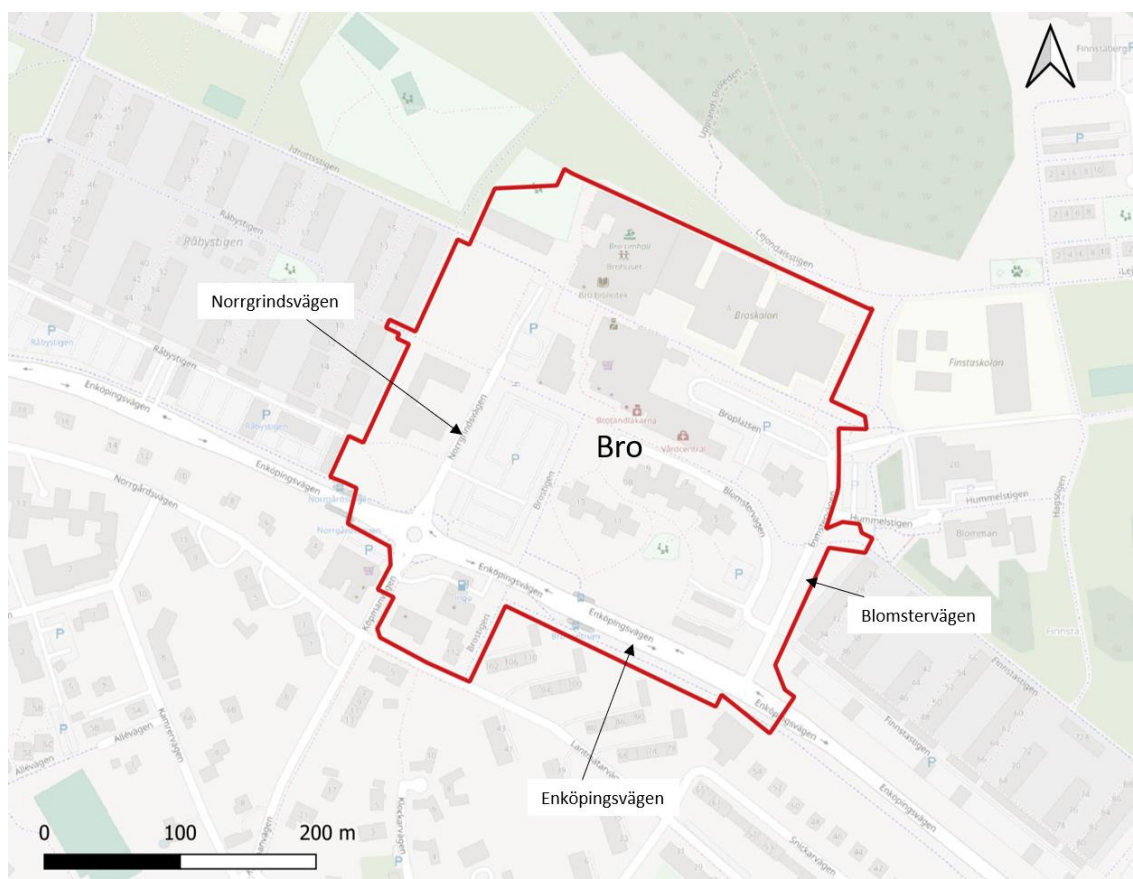
Åtgärderna beräknas ge tillräcklig rening och fördröjning av dagvatten inom planområdet. De öppnar också upp för en flexibilitet i placering, utformning och gestaltning av anläggningarna, så att de kan bidra till att uppfylla den vision som kommunen har för området.

# Innehåll

|       |                                                                   |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Inledning .....                                                   | 5  |
| 1.1   | Uppdrag och syfte .....                                           | 5  |
| 1.2   | Avgränsningar.....                                                | 5  |
| 2     | Förutsättningar .....                                             | 6  |
| 2.1   | Nuvarande markanvändning .....                                    | 6  |
| 2.2   | Geologi och topografi .....                                       | 6  |
| 2.2.1 | Markföroreningar.....                                             | 8  |
| 2.3   | Ytvattenrecipient .....                                           | 8  |
| 2.4   | Nuvarande dagvattenhantering .....                                | 9  |
| 2.4.1 | Markavvattningsföretag.....                                       | 10 |
| 2.5   | Riktlinjer för dagvattenhantering .....                           | 11 |
| 2.6   | Planerad exploatering .....                                       | 11 |
| 3     | Flödes- och föroreningsberäkningar.....                           | 12 |
| 3.1   | Fördelning av ytor mellan kvartersmark och allmän platsmark ..... | 12 |
| 3.2   | Markanvändning.....                                               | 13 |
| 3.3   | Flöden nuläge och framtid .....                                   | 15 |
| 3.4   | Magasinsbehov.....                                                | 17 |
| 3.5   | Närsalts- och föroreningsberäkningar.....                         | 18 |
| 4     | Förslag på dagvattenhantering.....                                | 20 |
| 4.1   | Dagvatten inom kvartersmark.....                                  | 23 |
| 4.1.1 | Regnbäddar på kvartersmark.....                                   | 23 |
| 4.1.2 | Gröna tak.....                                                    | 25 |
| 4.1.3 | Nedsänkta gräsytor .....                                          | 26 |
| 4.1.4 | Beräkningar för exempelkvarter .....                              | 27 |
| 4.2   | Dagvatten inom allmän platsmark .....                             | 29 |
| 4.2.1 | Träd i skelettjord och regnbäddar på allmän platsmark .....       | 29 |
| 4.2.2 | Genomsläpplig beläggning .....                                    | 30 |
| 4.2.3 | Blå-grön-grå stråk (BGG-stråk) .....                              | 31 |
| 4.2.5 | Beräkningar för exempel på gatusektion.....                       | 33 |
| 5     | Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....                      | 34 |
| 6     | Slutsatser .....                                                  | 36 |
|       | Referenser .....                                                  | 37 |

# 1 Inledning

Upplands-Bro kommun utreder möjligheterna att utveckla Bro från en tätort med förortskaraktär till en plats med gemytlig småstadskänsla. I planområdet för Bro Torg (nuvarande Bro centrum), se Figur 1, planeras det för en blandning av olika boendeformer, kommersiell service, kultur och arbetsplatser. I nuläget består den största delen av planområdet av hårdgjorda ytor i form av torg, hus, vägar och parkeringar. Trots detta förväntas framtida utformning troligtvis generera mer hårdgjord yta. En ökad andel hårdgjorda ytor innebär bland annat att dagvattenflöden och föroreningstransporter kommer att förändras jämfört med nuläget. Inom detaljplanearbetet behöver därför dagvattenhanteringen utredas.



Figur 1. Planområdet för Bro Torg (rött) från underlag 2024-09-24. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare, (u.å.).

## 1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning med syfte att utreda förutsättningarna avseende dagvatten och föreslå lämpliga åtgärder, med utgångspunkt i kommunens checklista för dagvattenutredningar.

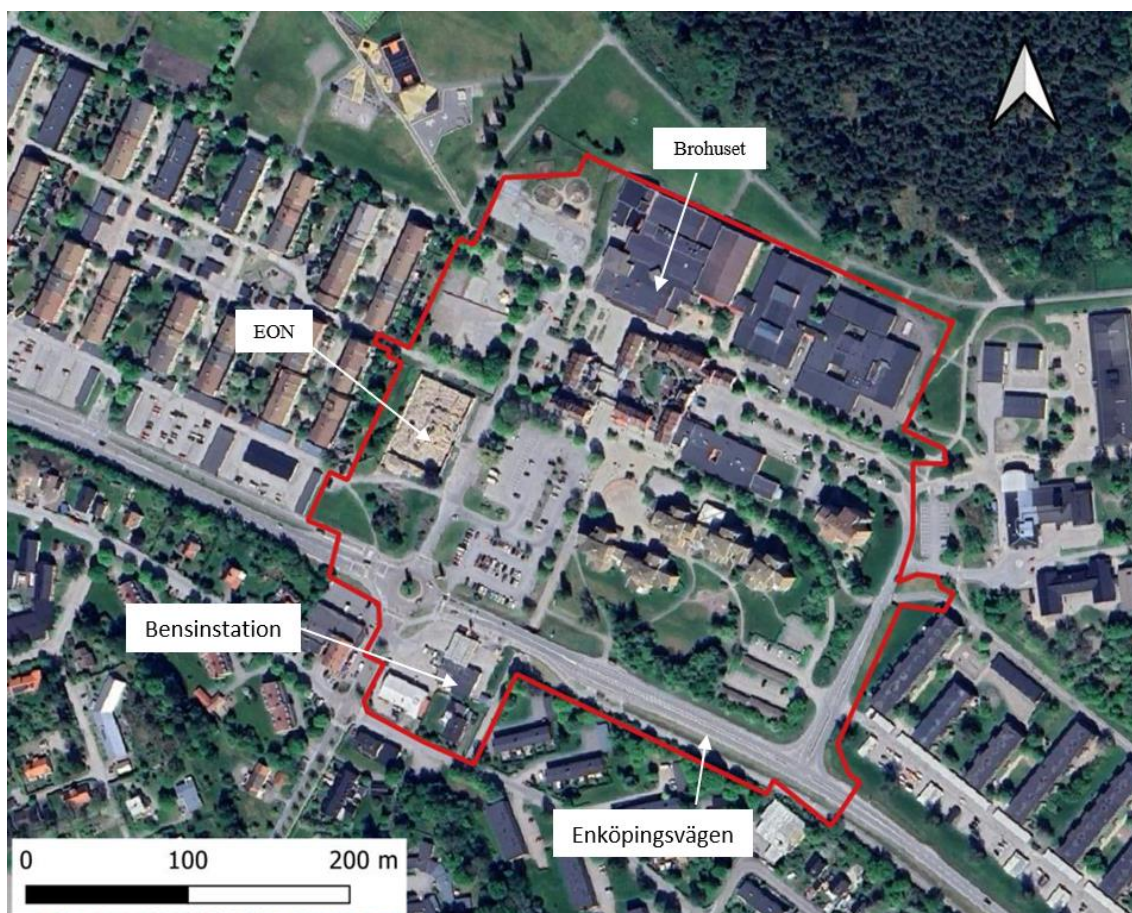
## 1.2 Avgränsningar

Utredningen utgår ifrån underlag för plangräns, fördelning av allmän platsmark och kvartersmark samt planerad markanvändning från 2024-09-24. Parallellt med WRS uppdrag har flera andra utredningar för planområdet genomförts, bland annat vad gäller skyfall. I den här rapporten behandlas inte skyfallsfrågor – för dessa hänvisas till skyfallsutredningen som har gjorts av Sweco.

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Nuvarande markanvändning

Planområdet ligger centralt i Bro och avgränsas söderut, västerut och delvis österut av bostäder, åt nordost av en skola och norrut av ett högre beläget skogsparti. Planområdet har en area på cirka 11 hektar och domineras i dagsläget av ett torg med en varierad småstadsstruktur. På torget finns ett mindre antal affärer och restauranger, och i direkt anslutning ligger också Brohuset med bibliotek, skola och simhall. Torget omges vidare av bostäder, både fler- och enfamiljshus och skolbyggnader. Ett antal nedgångna byggnader och EON:s fjärrvärmeverk finns även i anslutning till torget. I planområdets södra del inkluderas även en del av Enköpingsvägen, en liten bilverkstad och en bensinmack.

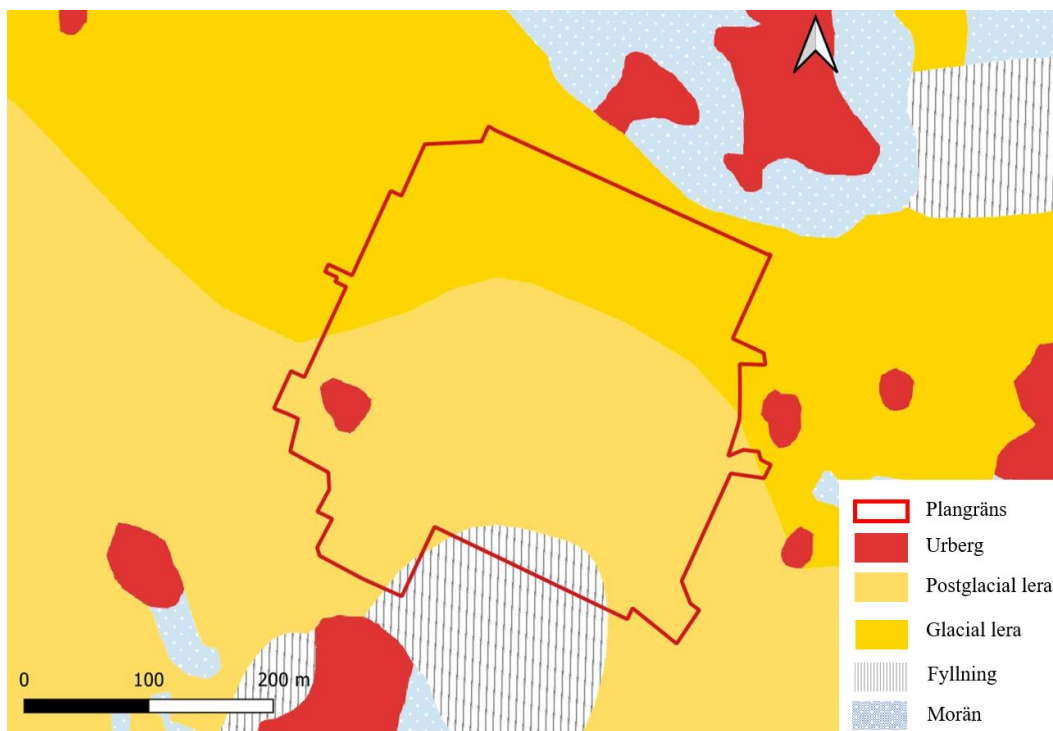


Figur 2. Översikt över planområdet i nuläget. Planområdets ungefärliga utsträckning är markerat med röd linje. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

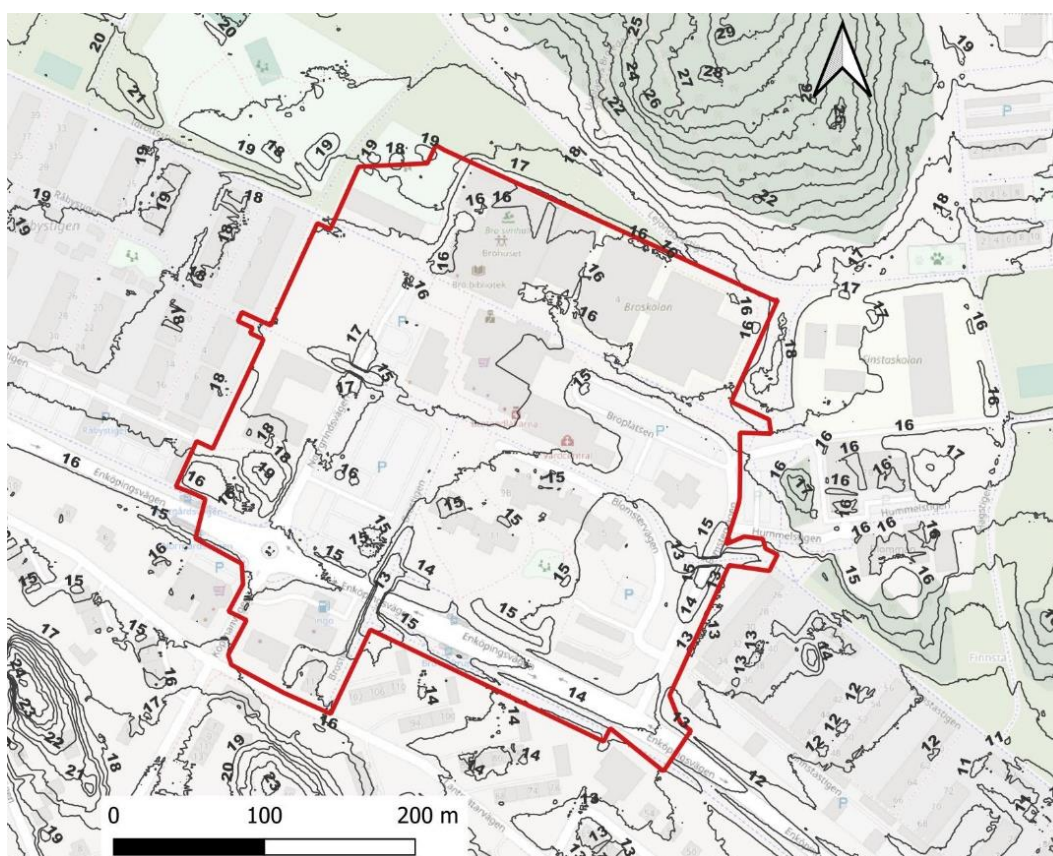
### 2.2 Geologi och topografi

Ytliga jordarter enligt SGU:s jordartskarta redovisas i Figur 3. Enligt jordartskartan domineras området av glacial och postglacial lera med inslag av urberg. Infiltrationskapaciteten i de befintliga jordarterna är sannolikt mycket låg.

Planområde sluttar generellt mot söder och höjderna i området varierar mellan +13 meter och +19 meter (höjdsystem RH2000), se Figur 4.

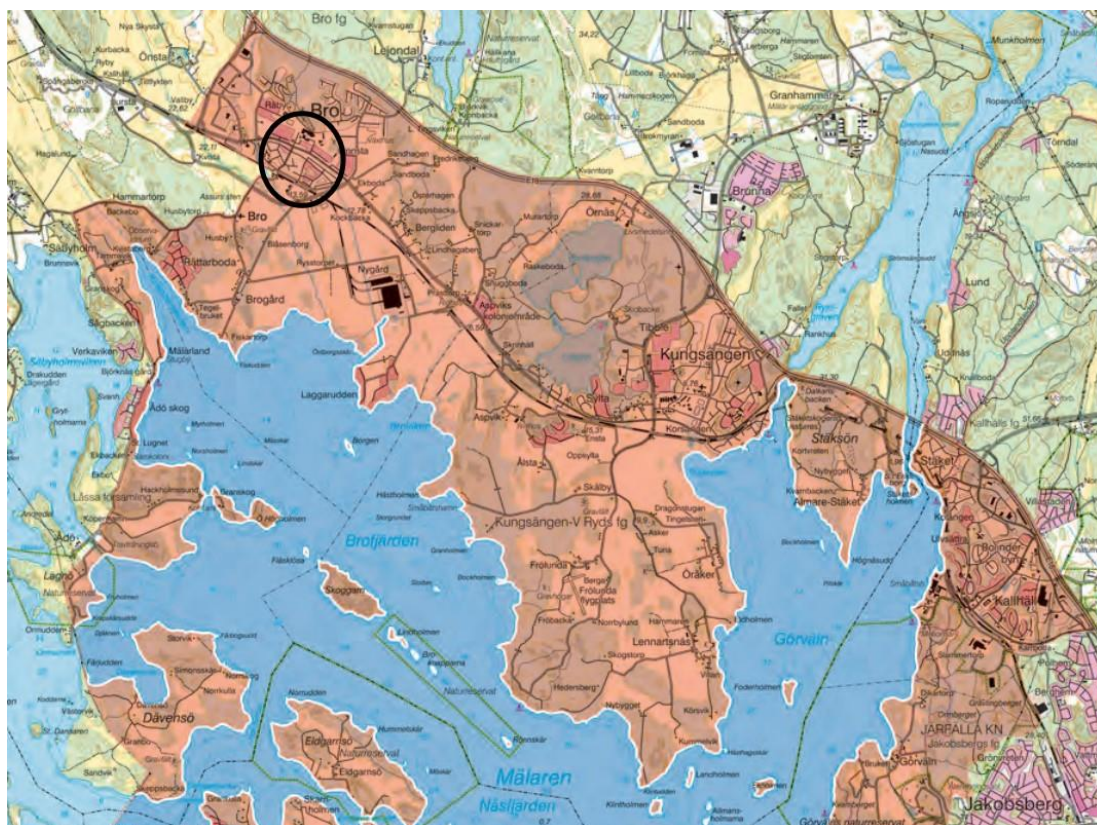


Figur 3. Planområdets översta jordlager består av olika lerfraktioner (gult) och någon enstaka höjd med berg i dagen (röda fält). I planområdets södra del förekommer ett fält med fyllnadsmaterial och längs områdets norra sida ligger en moränhöjd. Bakgrundskarta: SGU (2022).



Figur 4. Topografi inom planområdet (rött) baserat på Lantmäteriets höjdmödel. Höjden på markytan varierar mellan cirka +13 meter och +19 meter (RH2000). Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).



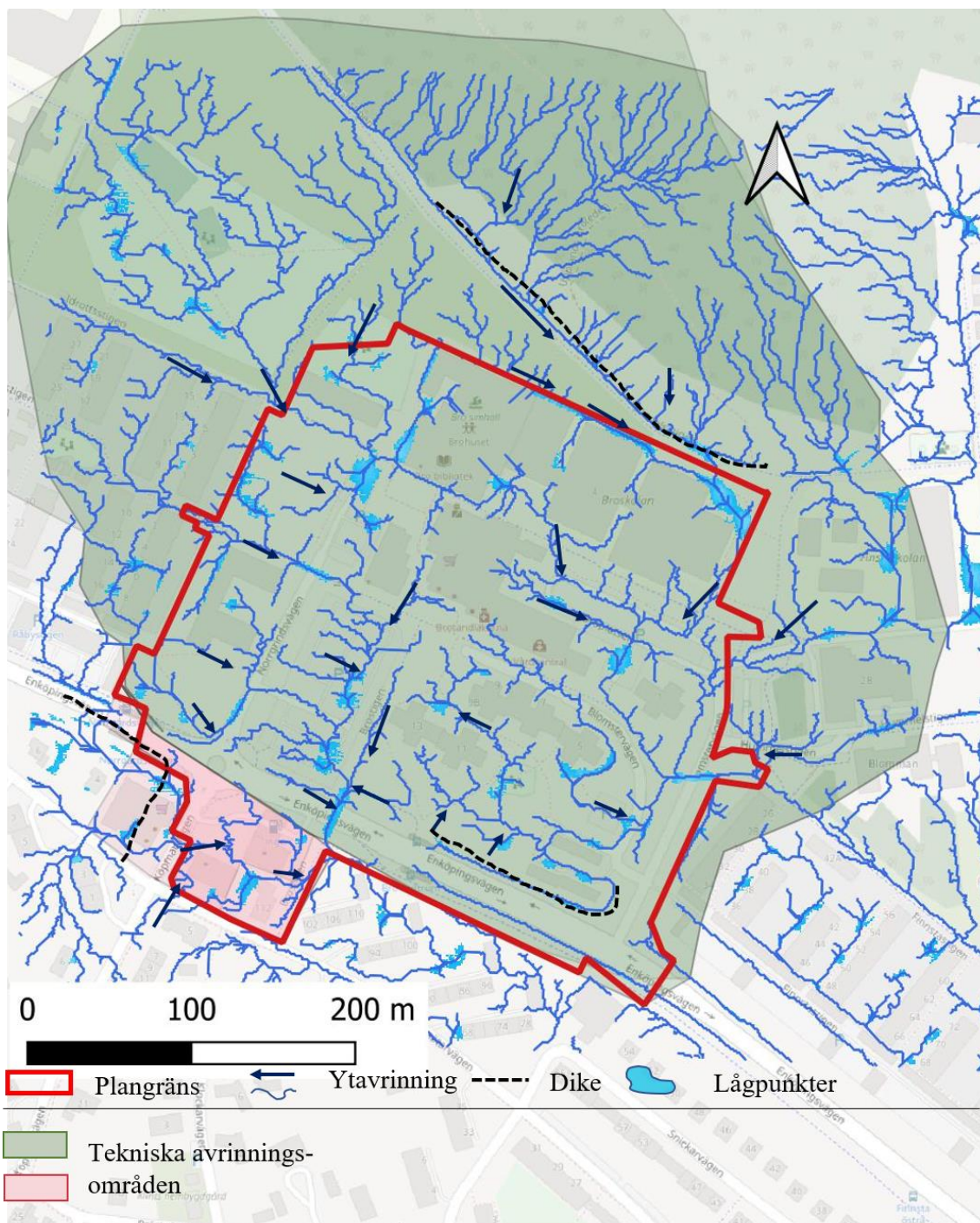


Figur 6. Planområdets placering (svart ring) i förhållande till den primära (blått) och sekundära (orange) skyddszonen för Östra Mälarens vattenskyddsområde. Karta: Stockholm Vatten och Avfall (2021).

## 2.4 Nuvarande dagvattenhantering

Dagvatten i planområdet rinner i dagsläget ytligt till rännstensbrunnar och vidare till det kommunala dagvattenledningsnätet, se Figur 7. Vatten från större delen av planområdet leds till en punkt i områdets sydöstra del, där ledningen fortsätter åt sydost och mynnar i ett dike drygt 600 meter från planområdet. Planområdets sydvästra spets avvattnas via en annan ledning men leds sedan åt sydost och kopplar på resten av ledningsnätet innan det går ut i diket. Diket som tar emot dagvattnet tillhör markavvattningsföretaget Brogård-Nygårds dikningsföretag 1939, som enligt ett domslut från 2021 ska upphävas (Mark- och miljööverdomstolen, 2021). Vi har i skrivande stund inte hittat information om huruvida företaget har upphävts ännu.

Inom planområdets sydöstra del, norr om Enköpingsvägen, finns ett vägdike som tar emot dagvattnet från vägen. Längs planområdets norra sida löper ett avskärande dike som leder vatten från naturmarken norr om planområdet. Vatten från naturmarken rinner sedan vidare till en ledning som antags leda till planområdets ledningsnät. Då avrinningen från naturmarken som sker via det avskärande diket är mycket trögare än avrinning från hårdgjorda ytor, bedöms denna avrinning inte ha någon större påverkan på dimensioneringen av dagvattensystemet i planområdet.



Figur 7. Principiell ytavrinning i planområdet. Dagvatten från större delen av planområdet (grönt) avrinner via dagvattenbrunnar till en ledning i områdets sydöstra hörn och vidare till Mälaren-Görvåln. En liten del av planområdet (rött) avrinner åt ett annat håll och ansluter till samma ledning längre nedströms. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

#### 2.4.1 Markavvattningsföretag

Det finns inget markavvattningsföretag inom planområdet (Länsstyrelserna, 2024) och markavvattningsföretaget Brogård-Nygårds dikningsföretag 1939 nedströms planområdet har enligt domslutet från 2021 upphävts (se avsnitt 2.4).

## 2.5 Riktlinjer för dagvattenhantering

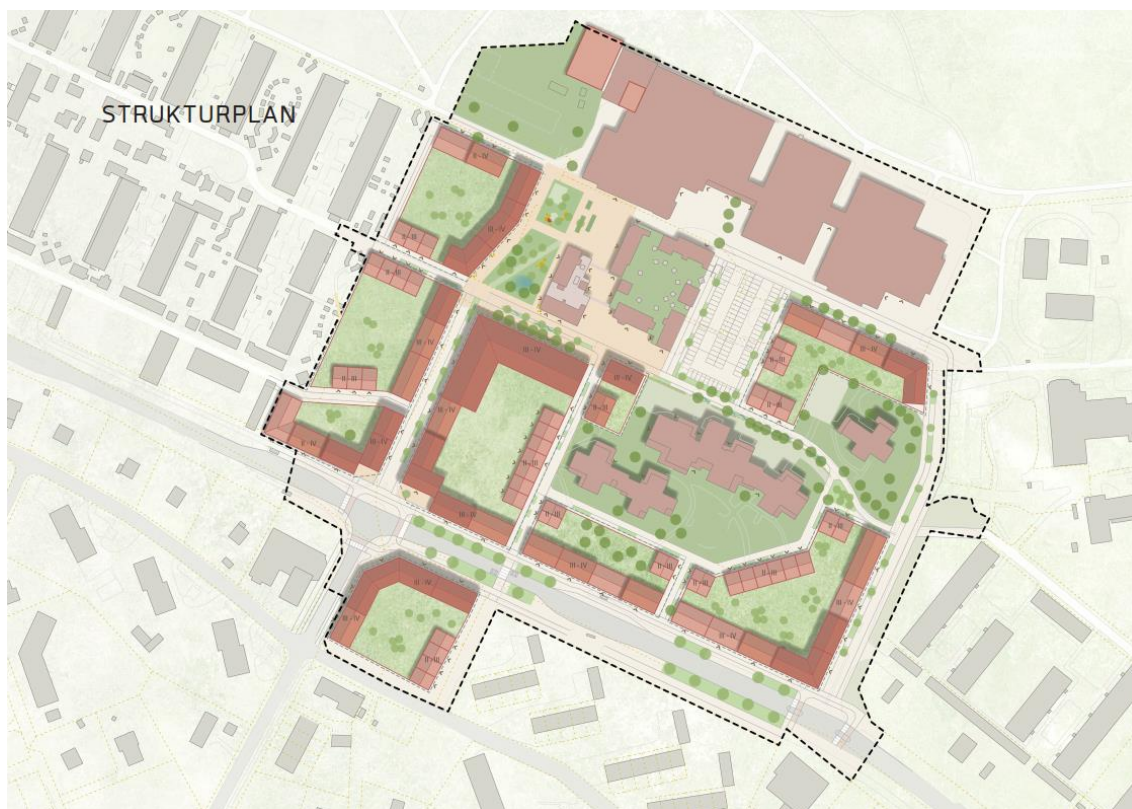
Upplands-Bro kommun har tagit fram en checklista med riktlinjer för dagvattenhantering inom kommunen (Upplands-Bro kommun, 2019). Checklistan anger att omfattning och detaljeringsgrad av en dagvattenutredning beror på områdets förutsättningar.

Viktiga punkter från checklistan kan sammanfattas i följande punkter:

1. Flöden efter exploatering ska beräknas med 1,25 klimatfaktor på ett 20-årsregn. Detta gäller trycklinje i marknivå.
2. Åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD-anläggningar) som föreslås ska minst dimensioneras för att rena och fördröja ett regndjup på 20 mm.
3. Vid dimensionering av magasin ska uppehållstiden i anläggningen vara 12 timmar för att ge långtgående reningseffekt.
4. Förorening av dagvatten ska undvikas och förorenat dagvatten ska hållas åtskilt från mindre förorenat dagvatten.
5. Redovisa risker vid marköversvämningar vid 100-årsregn.
6. Där det är möjligt ska dagvatten gynna den biologiska mångfalden samt fungera som en rekreativ, pedagogisk och estetisk resurs.
7. Dagvattenhanteringen ska bidra till förbättrad vattenkvalitet i kommunens vatten.
8. Takdagvatten får aldrig anslutas direkt till ledning.
9. För att säkerställa dagvattenhanterings långsiktiga funktion ska dagvattenanläggningar förläggas i serie där det är genomförbart.

## 2.6 Planerad exploatering

Bro centrum ska omvandlas till ett gemytligt och välkomnande småstadscentrum med en blandning av torgytor, bostäder, kommersiell service, arbetsplatser med mera, se Figur 8. Strukturplanen är inte färdig ännu, så vissa detaljer kring kvartersutformning i Figur 8 skiljer sig från de karterade markytorna (se avsnitt 3.2). Planområdet kommer att omfatta kvarvarande bebyggelse (butiksbbyggnaderna mitt i området, en del av Broskolan samt ett antal bostadshus), torgytor, en parkeringsplats och flera nya kvarter. Kvarteren inkluderar flerfamiljshus och innergårdar på mark eller på bjälklag, med parkeringsytor under.



Figur 8. Strukturplanskiss över Bro Torg (2024-10-18). Området omfattar en del befintlig bebyggelse (ljusare byggnader) och ny bebyggelse (mörkare byggnader). Karta: Spacescape.

### 3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i programmet (Stormtac, 2024).

Upplands-Bro kommun har ställt krav på att flöden ska beräknas utifrån ett dimensionerande 20-årsregn. Kommunen har även ställt krav på att magasinsbehov för dagvatten dels beräknas utifrån kravet att avrinningen vid ett 20-årsregn inte får öka efter exploatering, dels att 20 mm regn ska fördröjas och renas. Magasinsbehovet har beräknats för de två kraven och det krav som har inneburit störst behov av magasinsvolym har valts som dimensionerande.

Upplands-Bro kommun ställer också krav på att dagvatten från kvartersmark så långt som möjligt ska renas och fördröjas på fastigheten, separat från dagvatten från allmän platsmark. Flödes-, förorenings- och magasinsberäkningarna har därför beräknats separat för ytor som med planerad exploatering kommer att utgöra allmän platsmark respektive kvartersmark. Det är samtidigt viktigt att notera att kommunen inte kan ställa juridiskt bindande krav på att fastighetsägare utjämnar och renar dagvatten på kvartersmark och att kommunen därför endast har rådighet över den fördröjning som sker på allmän platsmark och kvartersmark som kommunen själva äger.

#### 3.1 Fördelning av ytor mellan kvartersmark och allmän platsmark

Eftersom dagvatten ska hanteras separat för kvartersmark och allmän platsmark så beräknades dimensionerande flöden, föroreningsbelastning och magasinsbehov separat för kvartersmark

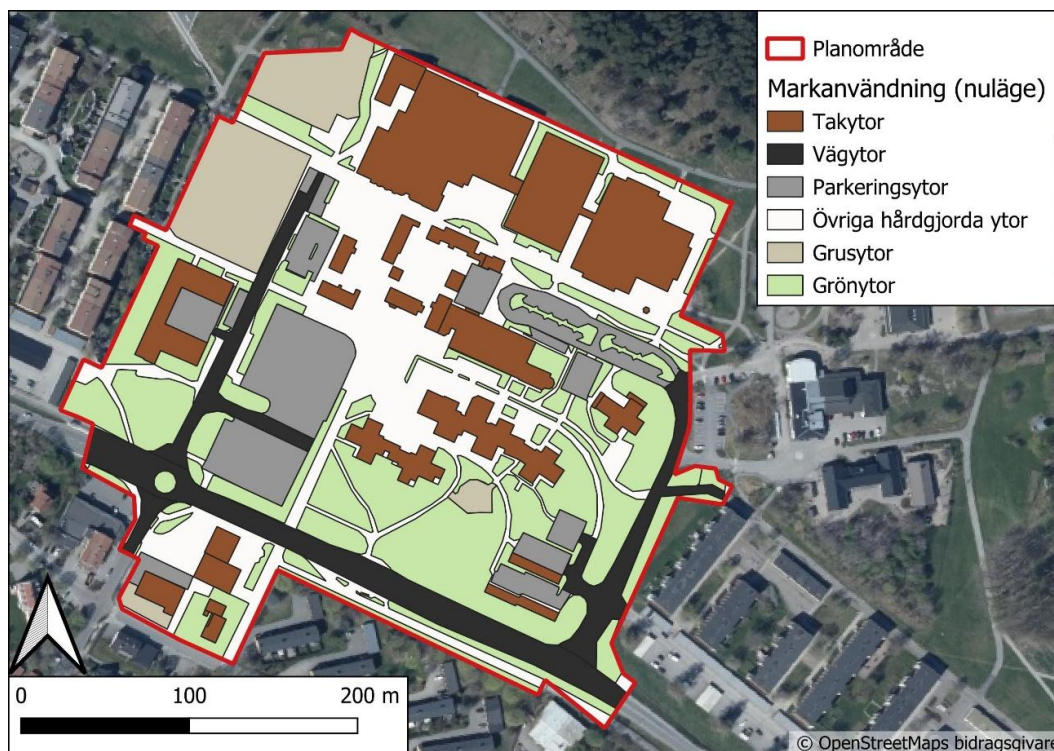
och allmän platsmark, se Figur 9. Uppdelningen är preliminär och baserades på kartunderlag från Upplands-Bro kommun (2024-10-02). Beräkningarna för kvartersmark syftar på de ytor som kommer att vara kvartersmark efter framtida exploatering, vilket inte nödvändigtvis motsvarar de ytor som är kvartersmark idag. Hänsyn tas inte till vilka ytor som är kvartersmark idag eftersom det är den framtida situationen som studeras och ytorna för respektive kategori behöver vara desamma före och efter exploatering för att vara jämförbara.



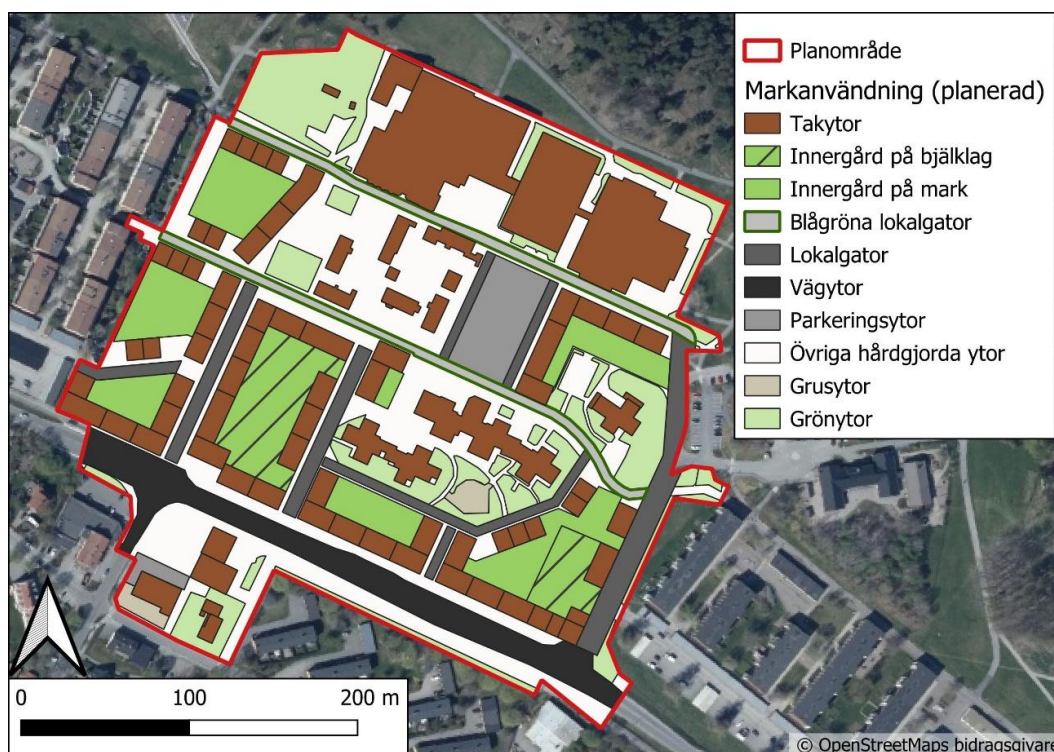
Figur 9. Preliminär uppdelning av kvartersmark och allmän platsmark inom planområdet. Flöden, föroreningsbelastning och magasinsbehov har beräknats separat för allmän platsmark och kvartersmark. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (2021).

### 3.2 Markanvändning

Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av befintliga byggnader i form av affärer, bostäder och restauranger med tillhörande parkeringar. För befintlig markanvändning har ytorna klassats som takytor, vägytor, parkeringsytor, övriga hårdgjorda ytor (trottoarer, torgytor med mera), grusytor och grönytor. Utifrån den planerade exploateringen har den framtida markanvändningen kategoriserats som takytor, innergård (på bjälklag samt på mark), blågröna lokalgator, övriga lokalgator, vägytor, parkeringsytor, övriga hårdgjorda ytor, grusytor och grönytor. Innergårdarna antas utgöras av en kombination av grönytor, stensatta ytor och grus. De blågröna lokalgatorna är gatustråk där större inslag av grönska och parkkänsla planeras. Dessa antas därför ha en lägre hårdgörningsgrad än övriga lokalgator. Befintlig markanvändning visas i Figur 10, framtida markanvändning i Figur 11 och areor för båda i Tabell 1.



Figur 10. Nuvarande markanvändning i planområdet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).



Figur 11. Planerad markanvändning efter exploatering. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i kvartersmark öka från en avrinningskoefficient på 0,61 till 0,70. För allmän platsmark ökar avrinningskoefficient från 0,57 till 0,64. Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner och är

för urbana områden ett indirekt mått på hur hårdgjort ett område är. Den reducerade arean fås genom att multiplicera arean med avrinningskoefficienten.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering uppdelat på kvartersmark och allmän platsmark.

| Markanvändning                             | Area<br>[ha] | Avr. koeff<br>[-] | Reducerad area<br>[ha] |
|--------------------------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| <u>Nuläge kvartersmark</u>                 |              |                   |                        |
| Takytor                                    | 1,9          | 0,9               | 1,7                    |
| Vägytor                                    | 0,16         | 0,8               | 0,13                   |
| Parkeringsytor                             | 0,98         | 0,8               | 0,78                   |
| Grusytor                                   | 0,50         | 0,45              | 0,22                   |
| Grönytor                                   | 2,0          | 0,1               | 0,20                   |
| Övriga hårdgjorda ytor                     | 1,8          | 0,8               | 1,4                    |
| <b>Delsumma</b>                            | <b>7,3</b>   | <b>0,61*</b>      | <b>4,4</b>             |
| <u>Nuläge allmän platsmark</u>             |              |                   |                        |
| Takytor                                    | 0,13         | 0,9               | 0,12                   |
| Vägytor                                    | 0,92         | 0,8               | 0,74                   |
| Parkeringsytor                             | 0,16         | 0,8               | 0,13                   |
| Grusytor                                   | 0,30         | 0,4               | 0,12                   |
| Grönytor                                   | 0,98         | 0,1               | 0,098                  |
| Övriga hårdgjorda ytor                     | 0,91         | 0,8               | 0,73                   |
| <b>Delsumma</b>                            | <b>3,4</b>   | <b>0,57*</b>      | <b>1,9</b>             |
| <b>Summa</b>                               | <b>11</b>    | <b>-</b>          | <b>6,3</b>             |
| <u>Efter exploatering kvartersmark</u>     |              |                   |                        |
| Takytor                                    | 3,0          | 0,9               | 2,7                    |
| Innergård på bjälklag                      | 0,50         | 0,4               | 0,2                    |
| Innergård på mark                          | 0,93         | 0,4               | 0,37                   |
| Lokalgator                                 | 0,045        | 0,8               | 0,036                  |
| Parkeringsytor                             | 0,037        | 0,8               | 0,029                  |
| Grusytor                                   | 0,074        | 0,45              | 0,033                  |
| Grönytor                                   | 0,62         | 0,1               | 0,062                  |
| Övriga hårdgjorda ytor                     | 2,0          | 0,8               | 1,6                    |
| <b>Delsumma</b>                            | <b>7,3</b>   | <b>0,70*</b>      | <b>5,07</b>            |
| <u>Efter exploatering allmän platsmark</u> |              |                   |                        |
| Takytor                                    | 0,0057       | 0,9               | 0,0052                 |
| Blågröna lokalgator                        | 0,35         | 0,6               | 0,21                   |
| Lokalgator                                 | 0,63         | 0,8               | 0,50                   |
| Vägytor                                    | 0,60         | 0,8               | 0,48                   |
| Parkeringsytor                             | 0,25         | 0,8               | 0,20                   |
| Grönytor                                   | 0,67         | 0,1               | 0,067                  |
| Övriga hårdgjorda ytor                     | 0,90         | 0,8               | 0,72                   |
| <b>Delsumma</b>                            | <b>3,4</b>   | <b>0,64*</b>      | <b>2,2</b>             |
| <b>Summa</b>                               | <b>11</b>    | <b>-</b>          | <b>7,6</b>             |

\*Sammanvägda avrinningskoefficienter beräknas utifrån summan av den reducerade arean delat på summan av den totala arean för delområdet.

### 3.3 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts, se Ekvation 1, enligt branschstandard i Svenskt Vattens P110 (Svenskt Vatten, 2019).

Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för områden upp till cirka 20 hektar, med liknande rinntider inom området.

**Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.**

$Q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid ( $T$ ) och dimensionerande varaktighet ( $t_r$ )

$k_f$  = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Areor och avrinningskoefficienter har använts enligt Tabell 1.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som beräknas vara 10 minuter både före och efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att bestämma den dimensionerande varaktigheten för regnet.

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden, som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 20 års återkomsttid enligt kommunens riktlinjer.

Slutligen används en klimatfaktor i den rationella metoden vid dimensionering av nya ledningar för att ta hänsyn till nederbördens förväntade ökade intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

Enligt Svenskt Vattens P110 är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bostadsbebyggelse ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå. Det är därmed flödet vid ett 20-årsregn som är dimensionerande för planområdet enligt branschstandard.

I Tabell 2 redovisas flödesberäkningarna för nuvarande och framtida markanvändning för ett 20-årsregn. Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka från 1 900 l/s till 2 600 l/s, vilket motsvarar en ökning med 37 procent. Detta beror delvis på klimatfaktorn, delvis på en ökning av hårdgörningsgraden för framför allt ytorna som ligger inom den planerade kvartersmarken.

Tabell 2. Dimensionerande regnintensitet och dagvattenflöde för Bro torg i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder.

|                                   | Kf   | 20-årsregn   |
|-----------------------------------|------|--------------|
| <i>Nuläge</i>                     | 1,00 |              |
| Dim. regnintensitet (l/s, ha)     |      | 287          |
| Flöde från kvartersmark (l/s)     |      | 1 300        |
| Flöde från allmän platsmark (l/s) |      | 550          |
| <b>Summa</b>                      |      | <b>1 900</b> |
| <i>Efter exploatering</i>         | 1,25 |              |
| Dim. regnintensitet (l/s, ha)     |      | 358          |
| Flöde från kvartersmark (l/s)     |      | 1 800        |
| Flöde från allmän platsmark (l/s) |      | 780          |
| <b>Summa</b>                      |      | <b>2 600</b> |

### 3.4 Magasinsbehov

För fördröjning av dagvatten inom planområdet gäller två olika krav enligt kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. Ett krav är att flödet ut från planområdet vid ett 20-årsregn inte ökar efter exploatering jämfört med flödet i nuläget. Det framtida flödet på 2 600 l/s behöver alltså fördröjas så att flödet minskar till 1 900 l/s. Det andra kravet är att LOD-åtgärder behöver kunna fördröja 20 mm regn. Syftet med detta krav är att åstadkomma tillräcklig rening av dagvatten och fördröjning av de första 20 mm regn bedöms möjliggöra rening av cirka 90 procent av årsnederbörden (Svenskt Vatten, 2019).

Magasinsbehovet för allmän platsmark och kvartersmark utifrån kravet att det dimensionerande 20-årsflödet inte får öka i framtiden har beräknats utifrån Ekvation 2, vilken motsvarar ekvation 9.1 i Svenskt Vattens P110, med värden från Tabell 2.

**Ekvation 2. Magasinsvolym beräknat med rationella metoden (ekvation 9.1 i P110).**

- $V$  = specifik magasinsvolym ( $m^3/ha_{red}$ )
- $i_{regn}$  = regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)
- $t_{regn}$  = regnvaraktighet (min)
- $t_{rinn}$  = rinntid (min)
- $K$  = specifik avtappning från magasinet (l/s,  $ha_{red}$ )
- $C$  = koefficient (0,67 för magasin utan konstant tappflöde)

$$V = 0,06 \left( i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 t_{rinn}}{i_{regn}} \right) / C$$

Magasinsbehovet för allmän platsmark och kvartersmark utifrån kravet att 20 mm regn ska fördröjas har beräknats enligt Ekvation 3.

**Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.**

- $U_i$  = erforderlig fördröjningsvolym [ $m^3$ ]
- $d_r$  = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (ex. 20 mm) [ $m$ ]
- $A_i$  = avrinningsområdets area [ $m^2$ ]
- $\varphi_i$  = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

För att flödet vid ett 20-årsregn inte ska öka jämfört med ett flöde på 1 900 l/s krävs en utjämningskapacitet på 300 m<sup>3</sup> för kvartersmark och 130 m<sup>3</sup> för allmän platsmark, totalt cirka 430 m<sup>3</sup> för LOD-anläggningar utan konstant tappflöde, se Tabell 3. För de flesta LOD-anläggningar sker avrinning först när anläggningarna är fyllda och nederbördsintensiteten är högre än infiltrationskapaciteten. Då erhålls inte full kapacitet initialt, varför magasinsvolymen behöver vara större än om magasinet har konstant tappflöde (med hjälp av en så kallad flödesregulator).

För att kunna fördröja 20 mm regn krävs en utjämningskapacitet på 1 000 m<sup>3</sup> för kvartersmark och 400 m<sup>3</sup> för allmän platsmark, totalt cirka 1 400 m<sup>3</sup>, se Tabell 3.

Tabell 3. Erforderliga fördröjningsvolymen för kvartersmark och allmän platsmark utifrån två olika magasineringskrav – att flödet inte ska öka efter exploatering vid ett 20-årsregn samt att 20 mm regn ska fördröjas.

| Fördröjningskrav                                            | Erforderlig magasinvolym [m <sup>3</sup> ] |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <u>Flöde får inte öka efter exploatering vid 20-årsregn</u> |                                            |
| Kvartersmark                                                | 300                                        |
| Allmän platsmark                                            | 130                                        |
| <b>Summa</b>                                                | <b>430</b>                                 |
| <u>Fördröja 20 mm regn</u>                                  |                                            |
| Kvartersmark                                                | 1 000                                      |
| Allmän platsmark                                            | 400                                        |
| <b>Summa</b>                                                | <b>1 400</b>                               |

Kravet att fördröja 20 mm regn resulterar i en nästan tre gånger högre erforderad magasinvolym än att flödet inte ska öka vid ett 20-årsregn. Genom att dimensionera LOD-anläggningar för att klara 20 mm-kravet klaras därför även fördröjningskravet för att flödet inte ska öka vid ett 20-årsregn, förutsatt att åtgärder utförs både inom kvartersmark och allmän platsmark. LOD-anläggningarna för kvartersmarken behöver alltså dimensioneras med magasinvolymen på cirka 1 000 m<sup>3</sup> och LOD-anläggningarna för allmän platsmark behöver dimensioneras med magasinvolymen på cirka 400 m<sup>3</sup>.

Eftersom kommunen inte juridiskt kan kräva att kvartersmarkens fastighetsägare fördröjer dagvatten så kan magasinering av dagvatten inte säkras inom kvartersmarken. Ifall ledningsnätets kapacitet är begränsad nedströms planområdet så att ett ökat dimensionerande flöde inte kan tillåtas, behöver kommunens anläggningar på den allmänna platsmarken, samt på kvartersmark ägd av kommunen, klara hela det erforderade magasinbehovet för att flödet inte ska riskera att öka vid ett 20-årsregn. Detta innebär alltså att 430 m<sup>3</sup> vatten skulle behöva fördröjas inom den allmänna platsmarken för att klara 20-årskravet. I så fall blir detta krav striktare än 20 mm-kravet, för den allmänna platsmarken, och dagvattenåtgärderna behöver dimensioneras upp något.

### 3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (version 24.3.1) utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar (Stormtac, 2024). Detta gör att resultaten inte bör avläsas

i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 691 mm använts (SMHI och Havs- och Vattenmyndigheten, 2024). Föroreningsbelastningen har beräknats separat för allmän platsmark och kvartersmark med kategorisering av markanvändningsslag enligt Tabell 4.

Tabell 4. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web (v.24.3.1).

| Markanvändning             | Nuläge [ha] | Efter exploatering [ha] |
|----------------------------|-------------|-------------------------|
| <u>Kvartersmark</u>        |             |                         |
| Centrumområde              | 2,9         | 1,3                     |
| Bensinstation              | 0,37        | 0,37                    |
| Flerfamiljshus             | 0,96        | 4,6                     |
| Grusytor                   | 0,48        | -                       |
| Parkering                  | 0,77        | -                       |
| Skolområde                 | 1,1         | 1,1                     |
| Parkmark                   | 0,57        | -                       |
| Gata                       | 0,17        | -                       |
| <b>Summa</b>               | <b>7,3</b>  | <b>7,3</b>              |
| <u>Allmän platsmark</u>    |             |                         |
| Takytor                    | 0,13        | 0,01                    |
| Hårdgjorda ytor            | 0,91        | 0,90                    |
| Parkering                  | 0,16        | 0,25                    |
| Enköpingsvägen (ÅDT 1000*) | 0,48        | 0,60                    |
| Lokalgator                 | 0,46        | 0,98                    |
| Grusytor                   | 0,30        | -                       |
| Grönytor                   | 0,98        | 0,67                    |
| <b>Summa</b>               | <b>3,4</b>  | <b>3,4</b>              |

\*Årsdygnstrafik antaget till totalt 1000 fordon per dygn.

Resultat för belastningsberäkningarna för näringsämnena kväve och fosfor, sex tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material redovisas i Tabell 5. I den här utredningen presenteras belastningen för respektive förorening i form av antal kilogram per år som transporteras till recipienten. Mängden är i sin tur beroende av föroreningshalten och avrinningen i området.

För ytorna inom den planerade kvartersmarken beräknas belastningen förbli oförändrad för krom och nickel men minska för övriga ämnen, efter exploatering utan reningsåtgärder. Förändringen är för samtliga ämnen mindre än osäkerheten i indata och beräkningar, så det går inte att fastställa att en minskning kommer att ske i och med förändringen i markanvändning. För ytorna inom den planerade allmänna platsmarken tyder beräkningarna på en marginell ökning för samtliga ämnen, men även här är förändringen mindre än osäkerheten och kan därför inte fastställas. Resultaten visar alltså på att föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten kommer att vara i stort sett oförändrad efter exploatering, om inga åtgärder införs. Anledningen till att förändringen är så liten är att det är snarlik hårdgörningsgrad i nuläget som i framtiden, med liknande utbredning av snarlika typer av ytor.

För att inte planen ska försvåra möjligheterna att uppfylla beslutade MKN för recipienten Mälaren-Görväln får föroreningsmängderna inte öka vid en exploatering. Detta gäller framförallt för koppar, bly, kadmium, PFOS, antracen och tributyltenn som idag överskrider

gränsvärdena i recipienten. För att bidra till arbetet med att uppnå beslutade MKN är det önskvärt att även minska belastningen sett till nuläget. Det ska dock tilläggas att utgående mängder från planområdet inte är de mängder som planområdet bidrar med direkt till recipienten eftersom dagvattnet idag leds via ledningar till öppna diken där en viss fortsatt reduktion av flera förorenings typer sker innan dagvattnet når Mälaren-Görvåln.

Förekomsten av PFOS i dagvatten är starkt kopplad till användningen av brandsläckningsmedel. Utifrån den befintliga och planerade markanvändningen i planområdet är det inte sannolikt att planområdet bidrar till belastningen av PFOS i recipienten.

*Tabell 5. Föroreningsbelastning (kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt förändring efter exploatering (utan åtgärder) och reningsbehov. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet.*

|                         |    |         | Innan exploatering | Efter exploatering | Förändring |
|-------------------------|----|---------|--------------------|--------------------|------------|
| <u>Kvartersmark</u>     |    |         |                    |                    |            |
| Fosfor                  | P  | [kg/år] | 6 ± 1,8            | 5,9 ± 1,7          | -0,10      |
| Kväve                   | N  | [kg/år] | 47 ± 15            | 44 ± 13            | -3,0       |
| Bly                     | Pb | [kg/år] | 0,4 ± 0,16         | 0,34 ± 0,14        | -0,06      |
| Koppar                  | Cu | [kg/år] | 0,75 ± 0,27        | 0,65 ± 0,25        | -0,10      |
| Zink                    | Zn | [kg/år] | 3,1 ± 1            | 2,5 ± 0,83         | -0,60      |
| Kadmium                 | Cd | [kg/år] | 0,02 ± 0,0069      | 0,018 ± 0,007      | -0,002     |
| Krom                    | Cr | [kg/år] | 0,2 ± 0,064        | 0,2 ± 0,067        | ±0         |
| Nickel                  | Ni | [kg/år] | 0,19 ± 0,06        | 0,19 ± 0,062       | ±0         |
| Suspenderat material    | SS | [kg/år] | 2200 ± 860         | 2000 ± 770         | -200       |
| <u>Allmän platsmark</u> |    |         |                    |                    |            |
| Fosfor                  | P  | [kg/år] | 1,3 ± 0,37         | 1,6 ± 0,51         | 0,30       |
| Kväve                   | N  | [kg/år] | 21 ± 7,4           | 24 ± 8,3           | 3,0        |
| Bly                     | Pb | [kg/år] | 0,081 ± 0,04       | 0,11 ± 0,049       | 0,03       |
| Koppar                  | Cu | [kg/år] | 0,22 ± 0,066       | 0,26 ± 0,1         | 0,04       |
| Zink                    | Zn | [kg/år] | 0,47 ± 0,18        | 0,56 ± 0,23        | 0,09       |
| Kadmium                 | Cd | [kg/år] | 0,0043 ± 0,0017    | 0,0053 ± 0,0018    | 0,001      |
| Krom                    | Cr | [kg/år] | 0,12 ± 0,041       | 0,17 ± 0,055       | 0,05       |
| Nickel                  | Ni | [kg/år] | 0,065 ± 0,042      | 0,09 ± 0,048       | 0,03       |
| Suspenderat material    | SS | [kg/år] | 490 ± 270          | 740 ± 430          | 250        |

#### 4 Förslag på dagvattenhantering

Här presenteras principiella åtgärdsförslag för dagvatten inom planområdet för Bro Torg. Förslagen är dimensionerade för att göra det möjligt att fördröja och rena 20 mm dagvatten och är uppdelade på kvartersmark och allmän platsmark för att följa kommunens riktlinjer om att dagvatten från kvartersmark så långt som möjligt ska fördröjas lokalt inom fastigheten. Åtgärdsförslagen bygger huvudsakligen på användandet av nedsänkta regnbäddar (även kallade nedsänkta växtbäddar eller biofilter) och träd i skelettjord (även kallat träd i hårdgjord yta eller träd i kolmakadam), vilka ger en yteffektiv rening och fördröjning av dagvatten samtidigt som det kan ge ett vackert grönskande inslag i stadsmiljön. Regnbäddarna kompletteras där det är nödvändigt eller önskvärt med diverse andra typer av anläggningar. Eftersom infiltrations-

kapaciteten förväntas vara begränsad i området (se avsnitt 2.2) så behöver dagvattenanläggningarna förses med dränering som leder det renade vattnet vidare till dagvattensystemet. Dimensioneringen av dagvattenåtgärder har utgått ifrån Stockholm Vatten och Avfalls dimensioneringstabell (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a).

Dagvatten från takytor föreslås ledas till regnbäddar intill husväggarna. Regnbäddarna kan antingen anläggas nedsänkta så att vatten kan rinna ytligt även från övriga ytor inom kvartersmarken eller upphöjt som lådor längs fasaden. För takytor som lutar in mot kvarterens innergårdar är en alternativ åtgärd att leda vatten till större, nedsänkta eller svackade gräsmattor på innergård. För takytor som lutar ut mot gata, där tillräcklig förgårdsmark för regnbäddar inte kan säkras, är en alternativ åtgärd att tjocka gröna tak (med substratdjup på minst 15 cm) anläggs så att 20 mm vatten kan fördröjas direkt på taket. Dagvatten från övriga hårdgjorda ytor på kvartersmarken föreslås i första hand ledas till nedsänkta eller svackade gräsmattor på innergård med underliggande dränering, alternativt till regnbäddar. Exempelberäkningar för ett kvarter visas i avsnitt 4.1.4.

Dagvatten från lokalgator och andra hårdgjorda ytor på allmän platsmark föreslås ledas till träd i skelettjord som placeras längs gatorna, alternativt till nedsänkta regnbäddar. Beräkningar för ett exempel på gatusektion visas i avsnitt 4.2.4. Dagvatten från parkeringsplatserna i mitten av planområdet föreslås omhändertas i nedsänkta regnbäddar längs parkeringens sidor, alternativt i genomsläpplig beläggning. Längs Enköpingsvägen föreslås ett bredare eller två smalare blågröngrå stråk (BGG-stråk) som utgörs av regnbäddar och ibland även träd i skelettjord som förbinds under marken med ett luftigt förstärkningslager. BGG-stråk kan utformas på många olika sätt beroende på estetiska och volymmässiga önskemål. Stråket föreslås utformas med rikligt varierad växtlighet för att ge ett inbjudande och vackert utseende, och regnbäddarna kan varvas med vanliga planteringsytor med träd och annan växtlighet. Samma typ av BGG-stråk föreslås för de blågröna lokalgatorna.

I Tabell 6 redovisas föreslagna dagvattenåtgärder för respektive markanvändning inom kvartersmark och allmän platsmark. För varje åtgärd redovisas även magasinerad volym i åtgärden motsvarande 20 mm regn och erforderad anläggningsyta för att klara av att magasinera och rena 20 mm regn. Alternativa åtgärder redovisas också, för att visa på hur hela eller delar av magasinsbehovet kan klaras med en alternativ åtgärd. Dimensionering av samtliga åtgärder beskrivs också i korthet i tabellen för att visa hur magasinsvolymen i olika åtgärdstyper förhåller sig till varandra. Tabellen är tänkt att visa att magasinsskravet kan klaras, men exakt hur det görs, till exempel vilken fördelning av olika åtgärdstyper som väljs för olika ytor, kan bestämmas i projekteringsskedet. Tabellen är tänkt att fungera som stöd vid val av och utformning av dagvattenanläggningar i området.

Tabell 6. Sammanställning av föreslagna dagvattenåtgärder för respektive markanvändning inom kvartersmark och allmän platsmark samt magasinerad volym och ytbehov för anläggningarna. Alternativa åtgärder (gråmarkerade) för respektive markanvändning redovisas också. Åtgärderna är dimensionerade för att magasinera och rena 20 mm regn.

| Marktyp                          | Åtgärd                    | Magasinerad volym [m³] | Ytbehov [m²]  | Beskrivning                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Kvartersmark</u>              |                           |                        |               |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Takytor                          | Regnbäddar                | 540                    | 2 700         | Nedsänkt 20 cm<br>Ytbehov minst 5–10 % av hårdgjord yta<br><b>Magasinerar 0,2 m³ per m² anläggningsarea</b>                                                                                                                           |
|                                  | Gröna tak*                |                        | 27 000**      | Substratdjup minst 15 cm<br>Ytbehov 100 % av takyta<br><b>Magasinerar 0,02 m³ per m² anläggningsarea</b>                                                                                                                              |
| Gårdsytor                        | Regnbäddar                | 110                    | 570           | Se beskrivning av regnbäddar ovan<br>Nedsänkt 10 cm                                                                                                                                                                                   |
|                                  | Nedsänkta gräsytor*       |                        | 1 100**       | Ytbehov minst 10 % av hårdgjord yta<br><b>Magasinerar 0,1 m³ per m² anläggningsarea</b>                                                                                                                                               |
| Övriga markytor inom kvarter     | Regnbäddar                | 360                    | 1 800         | Se beskrivning av regnbäddar ovan                                                                                                                                                                                                     |
|                                  | Nedsänkta gräsytor*       |                        | 3 600**       | Se beskrivning av gräsytor ovan                                                                                                                                                                                                       |
|                                  | Träd i skelettjord*       |                        | 1 200**       | Se beskrivning av träd i skelettjord nedan                                                                                                                                                                                            |
|                                  | Genomsläpplig beläggning* |                        | 6 000**       | Ytbehov minst 30–70 % av hårdgjord yta<br>Porositet cirka 30 %<br><b>Magasinerar 0,06 m³ per m² anläggningsarea</b>                                                                                                                   |
| <u>Allmän platsmark</u>          |                           |                        |               |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lokalgator                       | Träd i skelettjord        | 100                    | 330 (20 träd) | Ytbehov för skelettjord cirka 17 m² per träd, till stor del placerat under gata och trottoar<br>Ytbehov minst 5–20 % av hårdgjord yta<br>Porositet cirka 30 %<br><b>Magasinerar 5 m³ per träd eller 0,3 m³ per m² anläggningsarea</b> |
|                                  | Regnbäddar*               |                        | 500           | Se beskrivning av regnbäddar ovan                                                                                                                                                                                                     |
| Blågröna lokalgator              | BGG-stråk                 | 42                     | 210           | Kombinerar regnbäddar och träd med ett luftigt förstärkningslager. Se beskrivning av regnbäddar och träd i skelettjord ovan                                                                                                           |
| Enköpingsvägen                   | BGG-stråk                 | 97                     | 480           | Se beskrivning av BGG-stråk ovan                                                                                                                                                                                                      |
| Parkeringsytor                   | Regnbäddar                | 39                     | 200           | Se beskrivning av regnbäddar ovan                                                                                                                                                                                                     |
|                                  | Genomsläpplig beläggning* |                        | 650**         | Se beskrivning av genomsläpplig beläggning ovan                                                                                                                                                                                       |
| Grönytor                         | -                         | 13                     |               | 20 mm regn direkt på grönytor kräver ingen åtgärd                                                                                                                                                                                     |
| Övriga markytor inom allm. plats | Träd i skelettjord        | 150                    | 480           | Se beskrivning av träd i skelettjord ovan                                                                                                                                                                                             |
|                                  | Regnbäddar*               |                        | 730           | Se beskrivning av regnbäddar ovan                                                                                                                                                                                                     |

\*Alternativ åtgärd ifall föreslagen åtgärd inte går att genomföra.

\*\*Ytbehov om allt dagvatten ska avledas till den alternativa åtgärden.

## 4.1 Dagvatten inom kvartersmark

### 4.1.1 Regnbäddar på kvartersmark

Om takytorna i planområdet utformas som sadeltak så kommer takdagvattnet att rinna både in mot innergårdar och ut mot gata. Dagvatten som avrinner från kvarterens taktor föreslås i första hand ledas till regnbäddar intill fasaderna, se exempel i Figur 12 och Figur 13.

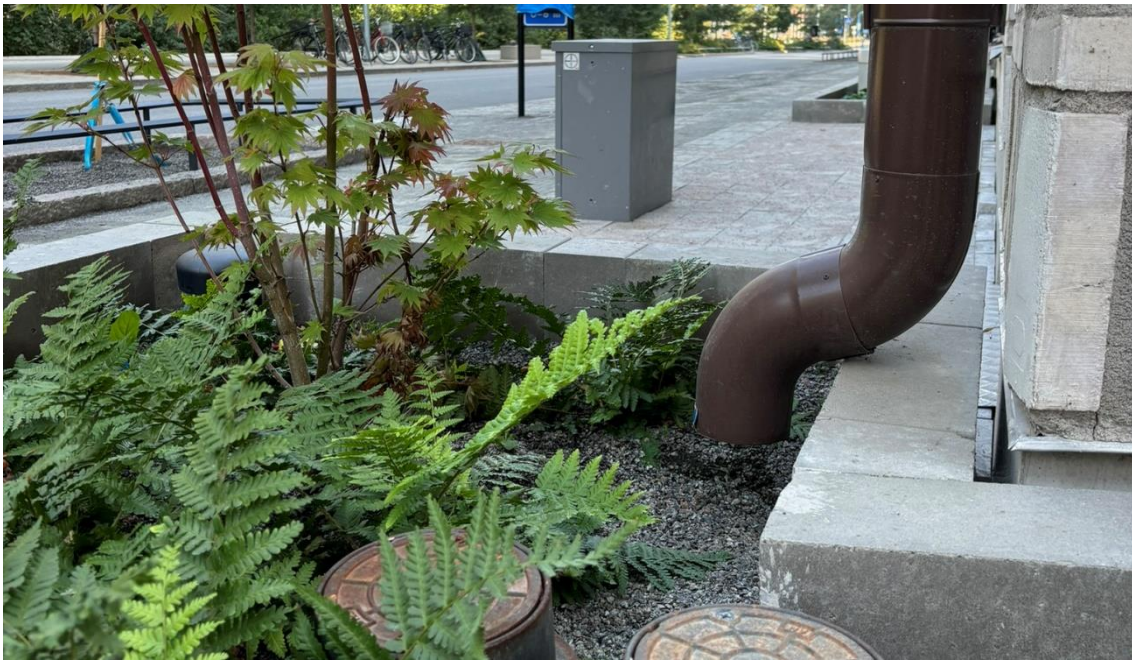
Regnbäddar är planteringsytor med förmåga att rena och fördröja dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och stödjer biologisk mångfald i stadsmiljön (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Regnbäddar har en relativt hög reningsgrad, beroende på djup och filtermaterial. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar kan nå upp till 80 till 90 procent (Blecken, 2016). Regnbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.

Regnbäddar kan utformas på många olika sätt beroende på behov, men principiellt består de av en ytlig fördröjningsvolym, ett filtrerande lager och en bräddbrunn, se Figur 14. Om infiltrationskapaciteten i marken är begränsad (som troligen är fallet i planområdet) så behöver vatten avlägsnas i ett dränerande lager med en ledning till dagvattennätet efter att det har filtrerat genom regnbädden.

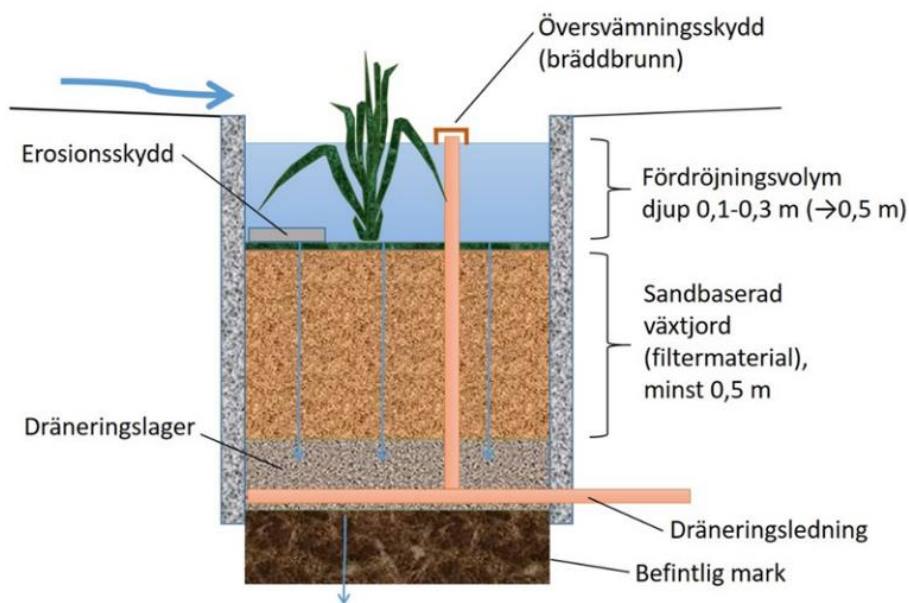
Regnbäddarnas yta bör utgöra cirka 5 till 10 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan. Fördröjningsvolymen kan varieras beroende på behov, men i exempelberäkningarna utgår vi ifrån att regnbäddarna anläggs med ett ytligt fördröjningsmagasin med ett djup på 20 cm.



Figur 12. Exempel på regnbäddar för takvatten på förgårdsmark i Stockholm. Foto: WRS.



Figur 13. Exempel på regnbädd i en upphöjd planteringslåda intill fasaden på ett flerbostadshus i Rosendal i Uppsala. Foto: WRS, 2024.



Figur 14. Principiell uppbyggnad av en regnbädd. Illustration: WRS.

Om regnbäddarna på vissa ställen inte kan placeras intill fasaden (exempelvis där tillräcklig förgårdsmark inte kan säkras) kan vattnet ledas från stuprör till regnbäddar via utkastare och/eller rännor i marken, se exempel i Figur 15. Med en sådan utformning synliggörs dagvattnet och kan bli ett estetiskt och pedagogiskt inslag i området. Ett annat alternativ är anläggande av gröna tak, som beskrivs nedan.



*Figur 15. Exempel på ränna (vänster) och utkastare (höger) för avledning av dagvatten. Bilden till höger är från Fasanstigen i Upplands-Bro. Foto: Uppsalahem (vänster), WRS (höger).*

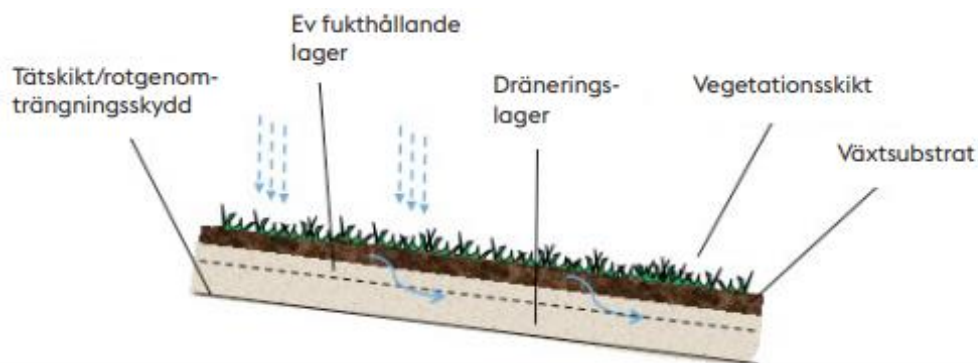
#### **4.1.2 Gröna tak**

För takytor som lutar ut mot gata där tillräcklig förgårdsmark för regnbäddar inte kan säkras är tjocka gröna tak en alternativ åtgärd, se exempel i Figur 16. Gröna tak med substratdjup på minst 15 cm kan omhänderta 20 mm nederbörd för den ytan som taket anläggs på.

Vegetationsklädda tak är uppbyggda i flera skikt, med ett dräneringslager underst, se Figur 17. Dräneringslagret vilar direkt på tätskiktet i takkonstruktionen och överlagras av ett jordlager där vegetationslagret i sin tur är förankrat. Nederbörd fångas upp av vegetation och jordlager och det vatten som inte magasineras avleds genom dräneringslagret eller avdunstar (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c).



*Figur 16. Exempel på utformning av grönt tak med varierad vegetation i Basel, Schweiz. Foto: Nathalie Baumann.*



Figur 17. Principskiss över ett vegetationsklätt tak. Illustration: WRS.

#### 4.1.3 Nedsänkta gräsytor

Dagvatten från de hårdgjorda och semihårdgjorda delarna av innergårdarna föreslås antingen omhändertas i regnbäddar (se avsnitt 4.1.1) eller i nedsänkta gräsytor med förstärkt infiltrtering och bortledning via dräneringsledning, se exempel i Figur 18. En nedsänkt grönyta är en skålformad gräsyta där vatten tillfälligt tillåts översvämma vid intensiva regn (Stockholm Vatten och Avfall, 2017d).

Ytorna utformas med en bräddbrunn kopplad till dräneringsledningen med inlopp i samma höjd som maximal tänkt vattenyta. Generellt bör upphöjda kantstenar till planteringar och gröna ytor undvikas eller anläggas så att dagvatten ytledes kan rinna till dessa ytor. Den ytliga magasinvolymen kan anpassas beroende på fördröjningsbehov och i exempelberäkningarna har vi räknat med ett djup på 10 cm. Med detta djup behöver den nedsänkta gräsytan utgöra minst 10 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan för att möjliggöra tillräcklig rening.

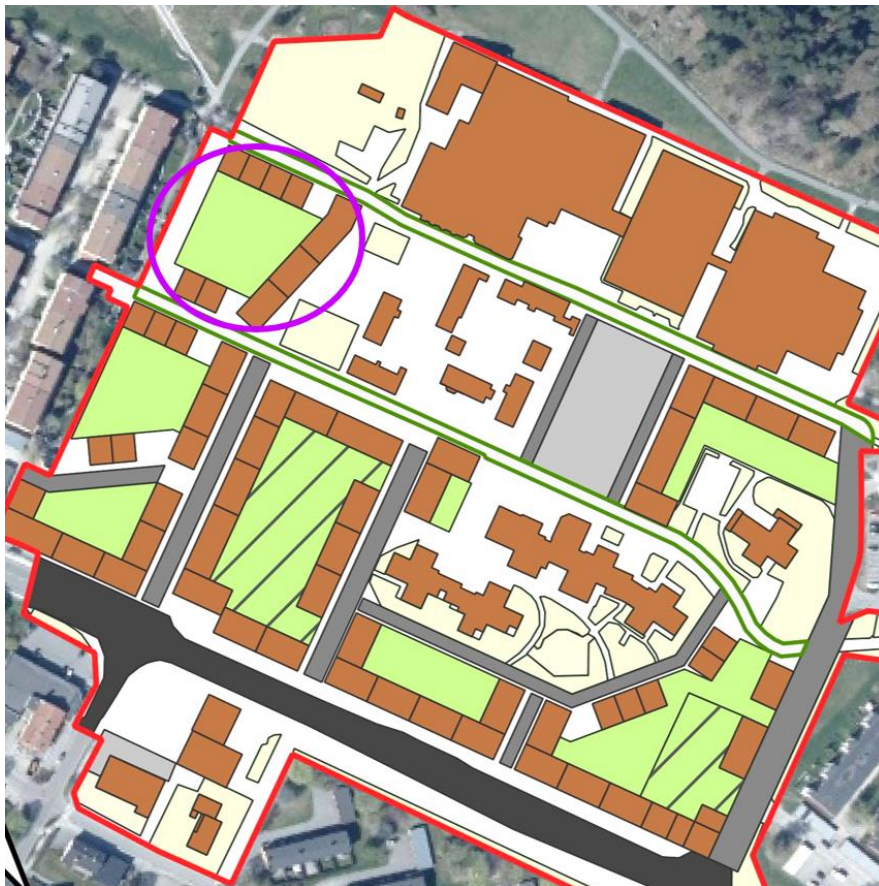
Ur dagvattensynpunkt är det bra att gårdsytan utformas med så stora gröna ytor som möjligt. Det är även bra att inte anlägga helt instängda innergårdar för att möjliggöra för kraftigare regn att avrinna ytligt ut från gården.



Figur 18. Exempel på nedsänkt gräsyta i Uppsala. Foto: WRS.

#### 4.1.4 Beräkningar för exempelkvarter

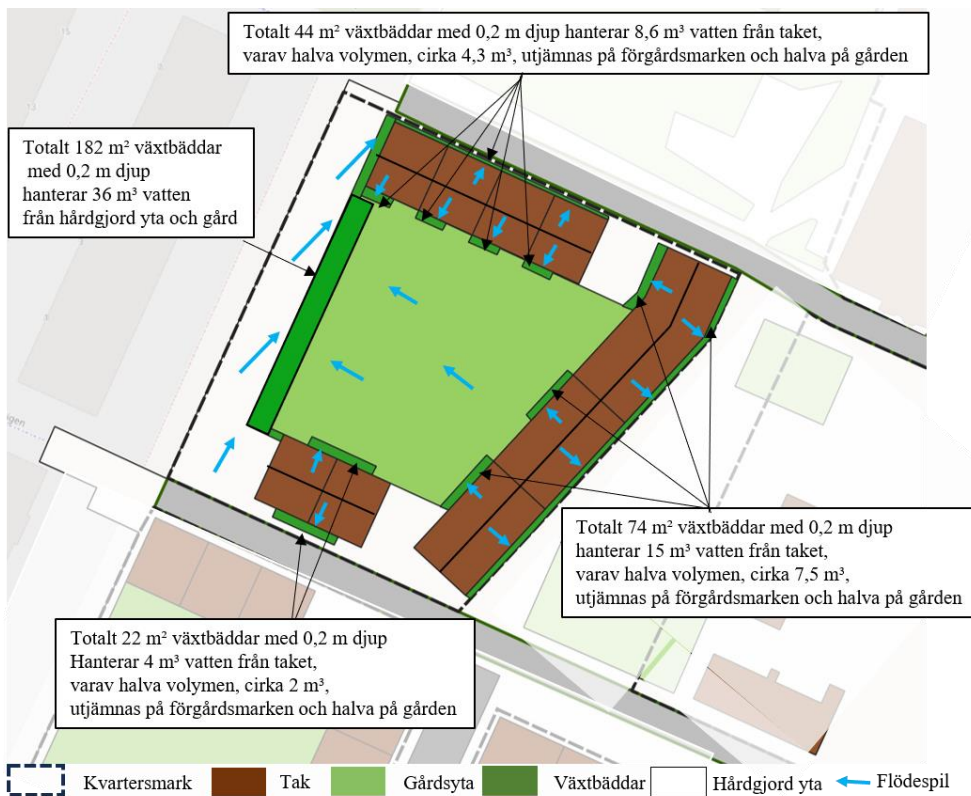
För att illustrera dagvattenåtgärderna inom kvartersmark har ett kvarter valts ut där åtgärder dimensionerats och visas på karta, se Figur 19. Exempelkvarteret är cirka 4 800 m<sup>2</sup> stort. För att fördröja 20 mm regn i kvarteret behövs totalt 64 m<sup>3</sup> magasinvolym, varav 28 m<sup>3</sup> för takytor, 21 m<sup>3</sup> för hårdgjorda ytor och 15 m<sup>3</sup> för gröna ytor på gården.



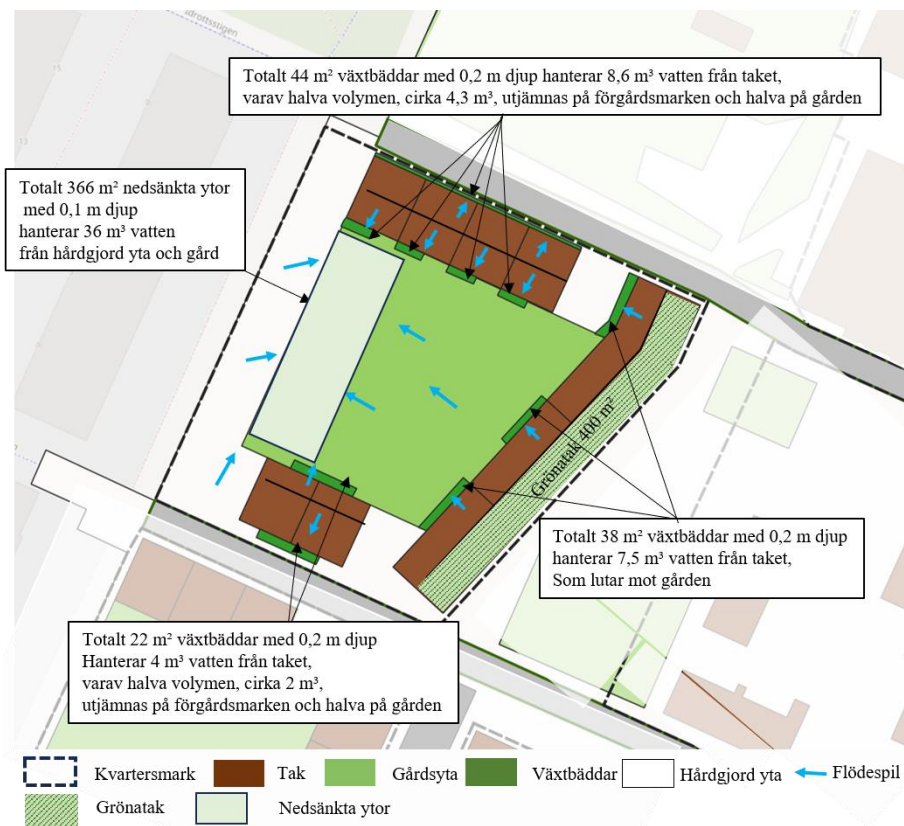
Figur 19. Exempelkvarter (lila ring) för vilket dagvattenåtgärder beräknas. Bakgrundskarta: Google Satellite (2024).

Om allt dagvatten från tak och hårdgjorda gårdsytor leds till regnbäddar behövs totalt 322 m<sup>2</sup> regnbäddar med en fördröjningszon med 20 cm djup för att klara magasinsbehovet, se Figur 20. Gräsytorna klarar av att omhänderta 20 mm dagvatten som faller direkt på dem utan åtgärd.

Den östra byggnaden har en mindre yta förgårdsmark framför fasaden mot torget. På taket mot torget kan ett tjockt grönt tak anläggas som alternativ till regnbäddar. Om dagvatten från de flesta takytor leds till regnbäddar, tjockt grönt tak anläggs mot torget och dagvatten från innergården och hårdgjorda ytor hanteras i en nedsänkt grönyta, så krävs istället 104 m<sup>2</sup> regnbäddar med 20 cm fördröjningsvolym och 366 m<sup>2</sup> gräsyta nedsänkt med 10 cm, se Figur 21.



Figur 20. Åtgärdsförslag för exempelkvarter om allt dagvatten hanteras med regnbäddar.



Figur 21. Åtgärdsförslag för exempelkvarter om dagvatten hanteras med regnbäddar, ett tjockt grönt tak och en nedsänkt gräsyta.

## 4.2 Dagvatten inom allmän platsmark

### 4.2.1 Träd i skelettjord och regnbäddar på allmän platsmark

För lokalgator, gång- och cykelvägar, torgytor och diverse andra hårdgjorda ytor inom den allmänna platsmarken föreslås att dagvatten fördröjs i skelettjordar med träd, se Figur 22, alternativt i nedsänkta regnbäddar (se avsnitt 4.1.1 för beskrivning av regnbäddar). Skelettjordar är underjordiska konstruktioner som klarar av att fördröja och rena stora mängder vatten på en liten yta, samtidigt som de bidrar med vatten- och näringstillförsel till träd i stadsmiljö (Stockholm Vatten och Avfall, 2017e).

När trädet ska planteras fylls en utschaktad grop med grov makadam (100–150 mm) där exempelvis biokol (ej näringsberikad) spolas ned i hålrummen. Skelettjordarna behöver anläggas på ett djup av minst någon meter för att få plats med träd, och med en yta som är cirka 5 till 20 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan. En stor del av skelettjorden kan dock placeras under trottoar och väg, vilket gör att anläggningen inte behöver ta så stora ytor i anspråk ovanför marknivå. Skelettjorden kräver en utbredning på cirka 17 m<sup>2</sup> per träd och ett djup på omkring 1 meter, men det mesta av konstruktionen kan förläggas under omkringliggande hårdgjorda ytor, så ytbehovet ovan mark är betydligt mindre. Varje träd beräknas kunna magasinera omkring 5 m<sup>3</sup> vatten. Den exakta placeringen av träd i skelettjord och eventuella regnbäddar beror på höjdsättningen av planområdet. Anläggningarna behöver placeras så att dagvatten från de tillrinnande ytorna fördelas relativt jämnt mellan anläggningarna så att hela magasinetsbehovet tillgodoses.



Figur 22. Två exempel på träd i skelettjordar. Eftersom konstruktionen ligger under markytan kan anläggningen anpassas gestaltningsmässigt för att passa in i området. Foto: WRS.

Dagvatten från parkeringsytor inom allmän platsmark föreslås ledas till regnbäddar placerade längs parkeringens sidor, se exempel i Figur 23. Regnbäddarna som anläggs i anslutning till dessa ytor föreslås utformas med något djupare fördröjningsdjup. Vattnet kan antingen rinna ytledes till regnbäddarna eller ledas dit via brunnar, men ytorna bör ändå höjdsättas så att de lutar mot planteringarna för att större vattenmängder ska kunna avrinna dit.



Figur 23. Exempel på nedsänkt regnbädd i anslutning till en parkering. Foto: WRS.

#### 4.2.2 Genomsläpplig beläggning

Som ett alternativ till regnbäddar kan någon form av genomsläpplig beläggning, till exempel genomsläpplig asfalt eller marksten med genomsläppliga fogar, användas för att hantera dagvatten, se exempel i Figur 24. Genomsläppliga beläggningar läggs på ett luftigt förstärkningslager med god porositet, som både ger viss fördröjning och rening.



Figur 24. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS.

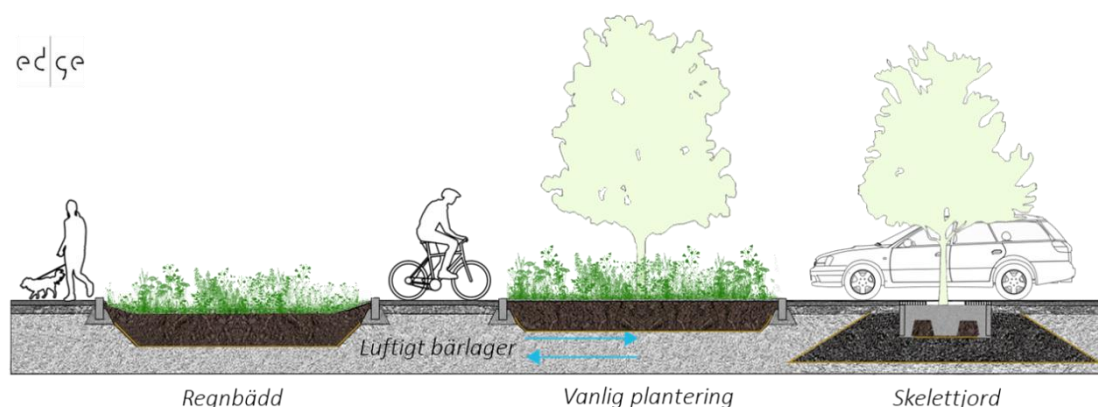
### 4.2.3 Blå-grön-grå stråk (BGG-stråk)

Dagvatten längs Enköpingsvägen föreslås ledas ned i ett bredare eller två smalare BGG-stråk som löper längs med vägen. Samma typ av åtgärd föreslås för de blågröna lokalgatorna i planområdet. Ett BGG-stråk består av flera anläggningar, exempelvis regnbäddar och skelettjordar, som sammanlänkas av ett luftigt förstärkningslager för att ge större ytor för fördröjning (edge, 2019), se principskiss över en längdsektion i Figur 25. Se avsnitt 4.1.1 för beskrivning av regnbäddar och avsnitt 4.2.1 för beskrivning av skelettjordar. Dessa stråk kan utformas på många olika sätt för att tillgodose magasinsbehov, reningsbehov, estetiska önskemål och samspel med andra typer av markanvändande (exempelvis parkytor för gående).

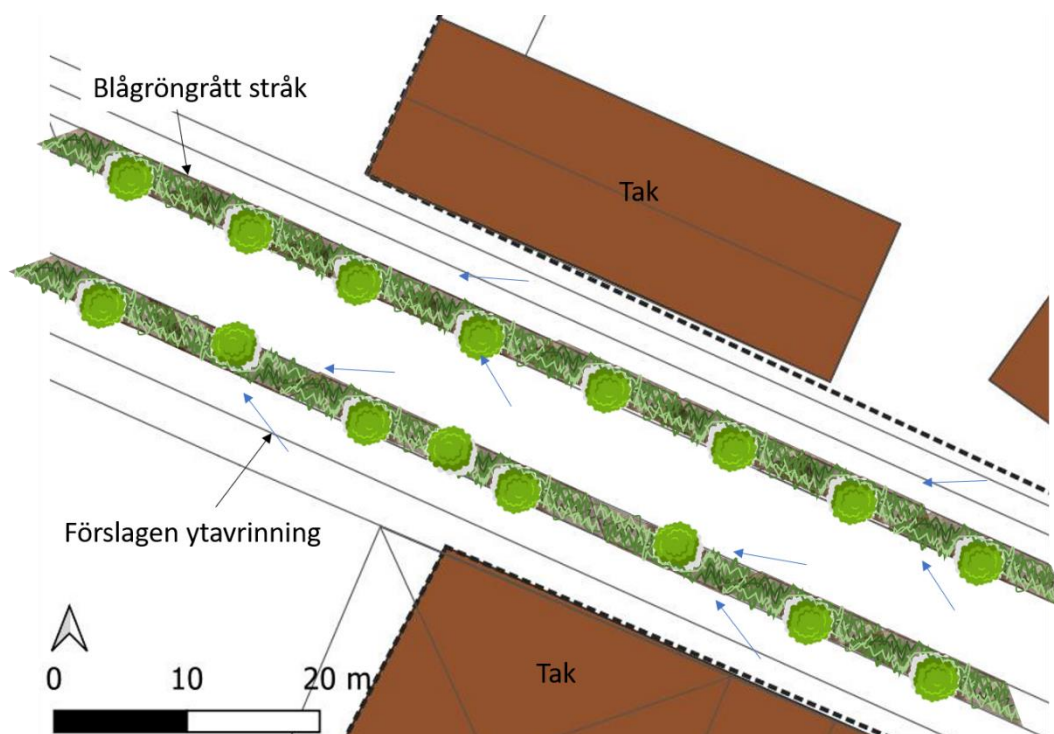
Eftersom Enköpingsvägen idag är en genomfartsled med mer trafik än resten av planområdet så finns det en större risk för olyckor som orsakar oljespill eller liknande. För att underlätta för sanering vid eventuell olycka föreslås att regnbäddar sådda med främst gräs används som den ytliga komponenten i BGG-stråket. I en gräsklädd regnbädd fastnar olja och andra föroreningar huvudsakligen i det översta lagret av anläggningen, vilket gör det lättare att sedan avlägsna materialet och ersätta med nytt efter en olycka. I en skelettjord är sanering betydligt svårare eftersom oljan kan färdas ned till skelettjorden och fastna där. Att använda regnbäddar underlättar också vid snöröjning av vägen eftersom snö kan lagras på ytorna.

Om det finns en risk att vatten infiltrerar från regnbädden till grundvattnet så behöver detta även beaktas vad gäller oljespill vid en olycka. Infiltrationskapaciteten i marken uppskattas vara mycket begränsad, så detta är sannolikt inte en risk för Enköpingsvägen.

Gestaltningssmässigt kan BGG-stråket utformas med omväxlande regnbäddar och vanliga planteringsytor med förslagsvis träd. På så sätt behålls intrycket av den varierade växtligheten med både grönyta i marknivå och träd, men dagvattnet leds till regnbäddarna för att ge bra rening och enklare sanering vid eventuell olycka. I Figur 26 visas en skiss över hur två BGG-stråk kan placeras längs Enköpingsvägen och i Figur 27 visas exempel över hur ett stråk med kombinerade regnbäddar och träd kan se ut gestaltningssmässigt.



Figur 25. Exempel på längdsektion över ett BGG-System. Systemet består av regnbäddar och skelettjordar som kommunicerar med hjälp av ett luftigt bärlager. Längs stråket kan även vanliga planteringsytor anläggas för att ge mer grönska som inte behöver vara en del av dagvattensystemet. Illustration: Verket BGG-puzzel av edge.



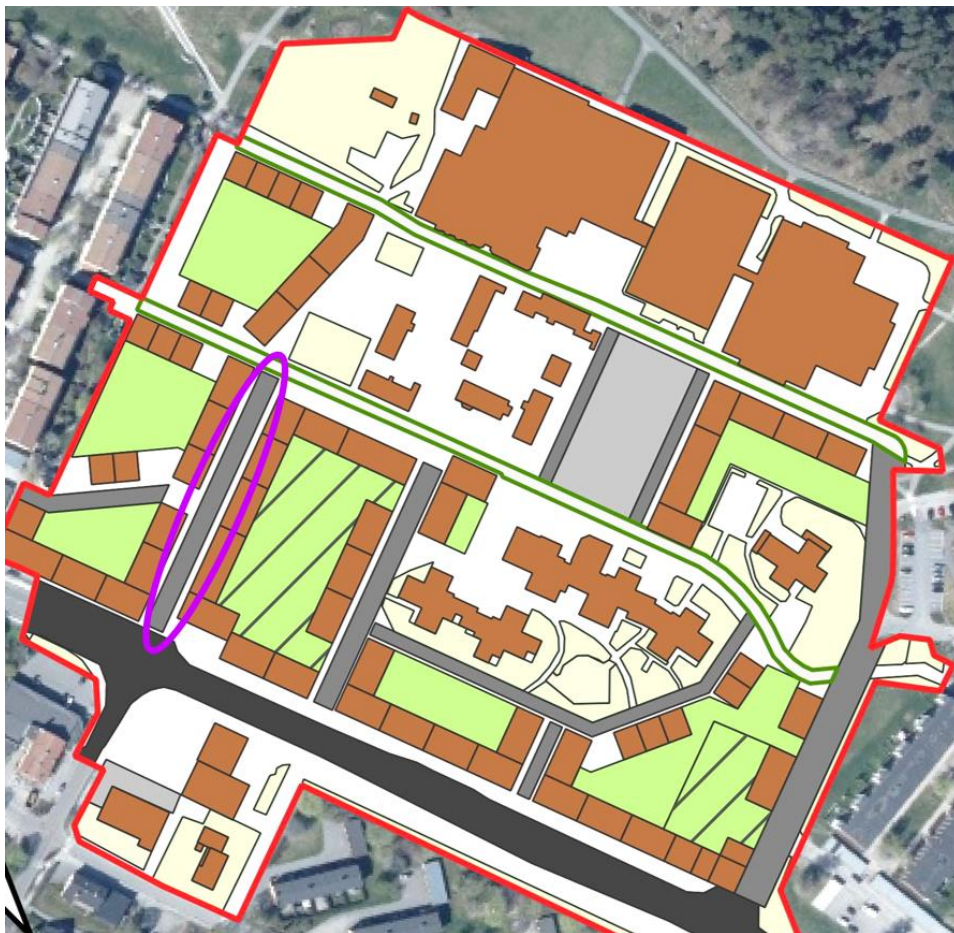
Figur 26. Föreslagen placering av regnbäddar och träd på Enköpingsvägen. Illustration: WRS.



Figur 27. Exempel på utformning av nedsänkta regnbäddar med trädplantering i anslutning till gata, gång- och cykelväg och parkering i Uppsala. Foto: WRS.

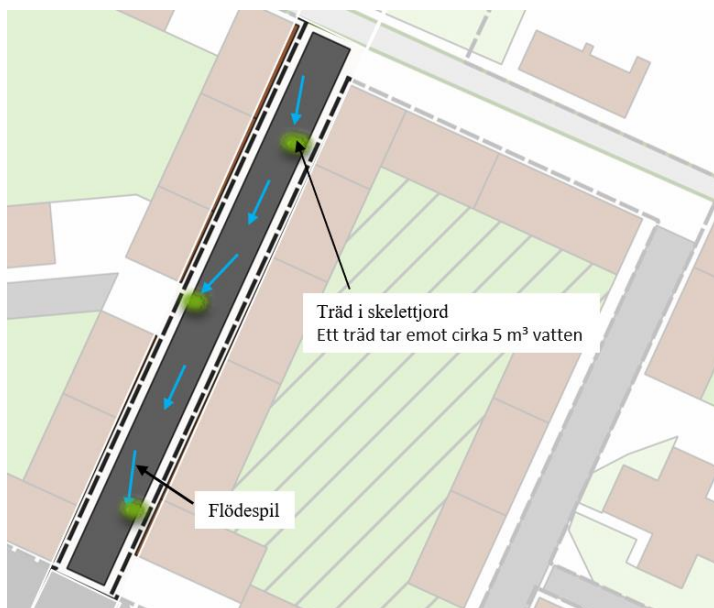
#### 4.2.5 Beräkningar för exempel på gatusektion

För att illustrera dagvattenåtgärder inom den allmänna platsmarken väljs en del av en lokalgata ut där åtgärder dimensioneras och ritas ut, se Figur 28. Det illustrerade området är cirka 924 m<sup>2</sup> stort och omfattar gatan och gång- och cykelväg intill. Områdets hårdgjorda yta motsvarar cirka 4,2 procent av den hårdgjorda ytan för den allmänna platsmarken och cirka 1,2 procent av planområdets totala hårdgjorda yta. För att fördröja 20 mm regn på gatan behövs cirka 15 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym.

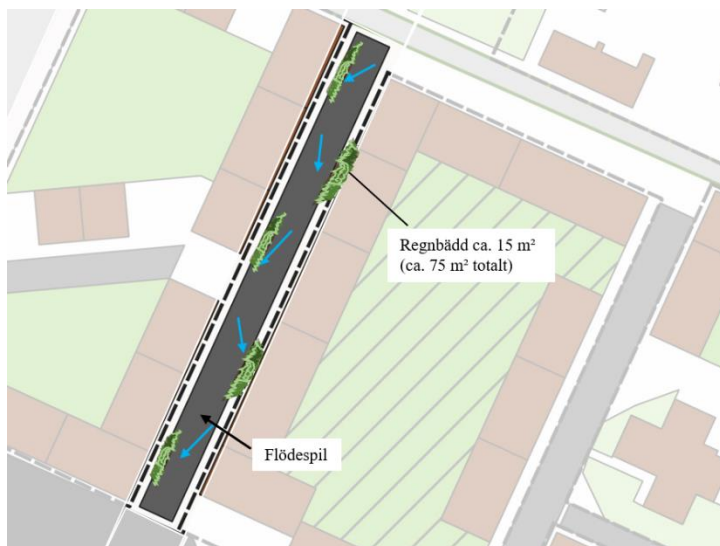


Figur 28. Exempelsektion av gata (lila ring) för vilket dagvattenåtgärder beräknas.  
Bakgrundskarta: Google Satellite (2024).

Om allt dagvatten från gaturummet leds till träd i skelettjord så behövs ungefär tre träd för att klara av hela magasinsbehovet, antaget att skelettjordarna kan utjämna 5 m<sup>3</sup> vatten var. Skelettjordarnas totala yta kräver då cirka 48 m<sup>2</sup> yta som till stor del kan placeras under gatan och gång- och cykelvägarna.



Figur 29. Åtgärdsförslag för exempelgata där dagvatten hanteras med träd i skelettjord.



Figur 30. Alternativ åtgärdsförslag för exempelgata där dagvatten hanteras med regnbäddar.

## 5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

De föreslagna åtgärderna är dimensionerade för att kunna rena och fördröja avrinningen från 20 mm nederbörd, motsvarande 1 400 m<sup>3</sup> totalt. För att utvärdera effekten av åtgärdsförslagen för dagvattenhanteringen har den förväntade belastningen beräknats i Stormtac. I Tabell 7 presenteras belastning med nuvarande markanvändning samt framtida markanvändning inklusive rening. Detta kan jämföras med värdena i Tabell 5, som är framtagna utan rening. Reningseffekten har beräknats utifrån att både kvartersmark och allmän platsmark renas i regnbäddar, men liknande reningseffekt kan uppnås även med någon kombination av de alternativa föreslagna åtgärderna.

I Tabell 7 visas resultatet från föroreningsberäkningar för kvartersmark respektive allmän platsmark vid nuvarande belastning och framtida belastning med föreslagna åtgärder. Beräkningarna visar på att föroreningsbelastningen minskar för samtliga ämnen efter rening i

dagvattenanläggningar. Förändringen är större än osäkerheten för de flesta undersökta ämnen, så för dessa är minskningen statistiskt säkerställd. För fosfor, kväve, koppar och krom, inom kvartersmark, samt krom och nickel inom allmän platsmark, är förändringen för liten för att säkerställas, men beräkningarna visar trots det på en förbättring även för dessa ämnen. Resultaten visar alltså på att föroreningsbelastningen på recipienten kommer att minska över lag efter exploatering, förutsatt att reningsåtgärder

Tabell 7. Föroreningsbelastning (kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt förändring efter exploatering med åtgärder. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet.

|                         |    |         | Innan exploatering | Efter exploatering med åtgärder | Förändring    |
|-------------------------|----|---------|--------------------|---------------------------------|---------------|
| <i>Kvartersmark</i>     |    |         |                    |                                 |               |
| Fosfor                  | P  | [kg/år] | 6,0 ± 1,8          | 4,2 ± 4,9                       | -1,8          |
| Kväve                   | N  | [kg/år] | 47 ± 15            | 36 ± 19                         | -11           |
| Bly                     | Pb | [kg/år] | 0,40 ± 0,16        | 0,11 ± 0,05                     | <b>-0,29</b>  |
| Koppar                  | Cu | [kg/år] | 0,75 ± 0,27        | 0,46 ± 0,22                     | -0,29         |
| Zink                    | Zn | [kg/år] | 3,1 ± 1,0          | 0,80 ± 0,27                     | <b>-2,3</b>   |
| Kadmium                 | Cd | [kg/år] | 0,020 ± 0,007      | 0,0036 ± 0,0020                 | <b>-0,02</b>  |
| Krom                    | Cr | [kg/år] | 0,20 ± 0,064       | 0,12 ± 0,14                     | -0,08         |
| Nickel                  | Ni | [kg/år] | 0,19 ± 0,06        | 0,052 ± 0,028                   | <b>-0,14</b>  |
| Suspenderat material    | SS | [kg/år] | 2200 ± 860         | 770 ± 320                       | <b>-1400</b>  |
| <i>Allmän platsmark</i> |    |         |                    |                                 |               |
| Fosfor                  | P  | [kg/år] | 1,3 ± 0,4          | 0,33 ± 0,39                     | <b>-0,97</b>  |
| Kväve                   | N  | [kg/år] | 21 ± 7             | 7,4 ± 4,2                       | <b>-14</b>    |
| Bly                     | Pb | [kg/år] | 0,081 ± 0,040      | 0,011 ± 0,005                   | <b>-0,07</b>  |
| Koppar                  | Cu | [kg/år] | 0,22 ± 0,07        | 0,031 ± 0,015                   | <b>-0,19</b>  |
| Zink                    | Zn | [kg/år] | 0,47 ± 0,18        | 0,051 ± 0,021                   | <b>-0,42</b>  |
| Kadmium                 | Cd | [kg/år] | 0,0043 ± 0,0017    | 0,00076 ± 0,00041               | <b>-0,004</b> |
| Krom                    | Cr | [kg/år] | 0,12 ± 0,04        | 0,046 ± 0,054                   | -0,07         |
| Nickel                  | Ni | [kg/år] | 0,065 ± 0,042      | 0,014 ± 0,009                   | -0,05         |
| Suspenderat material    | SS | [kg/år] | 490 ± 270          | 97 ± 57                         | <b>-390</b>   |

## 6 Slutsatser

- Idag leds allt dagvatten från planområdet för Bro torg till dagvattenledningar, via diken till recipienten Mälaren-Görväln. Med planerad exploatering förväntas det totala dimensionerande dagvattenflödet öka med cirka 37 procent. Ökningen beror på en något ökad hårdgörningsgrad och att nederbördsintensiteten förväntas bli högre i och med framtida klimat.
- Om inget dagvatten fördröjs och renas så kommer föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten att förbli i stort sett oförändrad jämfört med nuläget. Recipienten har idag sämre än god ekologisk och kemisk status, och det finns ett behov av att minska belastningen från flera dagvattenrelaterade föroreningar.
- I linje med Upplands-Bro kommuns riktlinjer för dagvatten och beställarens önskemål har fördröjningsbehov för dagvatten beräknats utifrån två olika krav: att fördröja flödet vid ett framtida dimensionerande 20-årsregn ned till ett 20-årsregn med dagens förutsättningar, samt att fördröja 20 mm nederbörd vid varje regntillfälle. För att möta det första kravet krävs en total fördröjningsvolym på cirka 430 m<sup>3</sup>. För att möta det andra kravet krävs en total fördröjningsvolym på cirka 1 400 m<sup>3</sup>. Dagvattenåtgärder dimensionerades för att klara av att fördröja och rena 1 400 m<sup>3</sup> vatten totalt, fördelat på allmän platsmark och kvartersmark.
- Tak och hårdgjorda ytor inom kvartersmark föreslås avvattnas till regnbäddar, alternativt nedsänkta väl-dränerade gräsytor innan dagvattnet släpps ut till kommunalt dagvattennät.
- Dagvatten från lokalgator, gång- och cykelvägar och torgytor på allmän platsmark föreslås avvattnas till träd i skelettjord, alternativt regnbäddar. Dagvatten från parkeringsytor på allmän platsmark föreslås avvattnas till regnbäddar, alternativt till genomsläpplig markbeläggning.
- Dagvatten från Enköpingsvägen föreslås ledas ned i ett bredare eller två smalare nedsänkta blå-grön-grå stråk (BGG-stråk) längs med vägen. Samma typ av åtgärd föreslås också för de blågröna lokalgatorna i planområdet. För dessa stråk föreslås regnbäddar sammanlänkade med ett luftigt förstärkningslager för dagvattenhantering, samt vanliga planteringsytor med träd och varierad grönska för att ge en trevligare landskapsbild. Även träd i skelettjord kan användas som ett inslag, men bör användas med försiktighet vid Enköpingsvägen eftersom de är svårare att sanera vid oljespill från olyckor.
- De föreslagna åtgärderna medför att magasinskraven tillgodoses och att föroreningsbelastningen på recipienten minskar.
- Eftersom det i dagsläget inte går att juridiskt kräva att en viss mängd dagvatten fördröjs inom kvartersmark så kan det finnas ett behov av att utöka dimensionen på dagvattenanläggningar på allmän plats, för att säkerställa att magasinsbehovet klaras. Det kan framför allt vara lämpligt ifall ledningsnätets kapacitet nedströms planområdet är begränsat, så att ökade flöden ut från området riskerar att medföra översvämning.

## Referenser

- © LANTMÄTERIET, 2021. Min Karta.
- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. Svenskt Vatten Utveckling, Nr. Nr 2016-05.
- EDGE, 2019. *Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system*. 1:a uppl. edge.
- GOOGLE SATELLITE, 2024. Google Satellite (WMS).
- LÄNSSTYRELSENA, 2024. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>.
- MARK- OCH MILJÖÖVERDOMSTOLEN, 2021. *Ansökan om godkännande av överenskommelse om upphörande av Brogård-Nygårds dikningsföretag av år 1939*.
- OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, 2024. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- SGU, 2024. SGU:s Kartvisare - Jordarter 1:25000 - 1:100000 [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2022-2-14].
- SMHI och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2024. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017a. Dimensioneringstabell.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017b. Nedsänkt växtbädd.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017c. Vegetationsklädda tak.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017d. Infiltration i grönyta.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017e. Skelettjord.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2021. Vattenskyddsområde Östra Mälaren [internet]. Tillgängligt: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/artiklar-listsida/vattenskyddsomrade-ostra-malaren2/> [Hämtad 2022-12-15].
- STORMTAC, 2024. StormTac Web v.24.3.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. 2:a uppl. Stockholm: Svenskt Vatten.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2019. *Checklista för Dagvattenutredningar*.
- VISS, 2022. Vattenkartan [internet]. Tillgängligt: [https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?popup&highlight&appid=8ff5aac29d624cf78a4af7accc365d2c&query=VISS\\_API\\_9833,MS\\_CD=%27WA11895268%27](https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?popup&highlight&appid=8ff5aac29d624cf78a4af7accc365d2c&query=VISS_API_9833,MS_CD=%27WA11895268%27) [Hämtad 2022-12-15].
- VISS, 2024. Mälaren-Görvåln (MS\_CD: WA11895268) [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2024-10-2].