



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

Upplands-Bro kommun

2024-11-19 (Reviderad 2025-12-19)

TITEL	Dagvattenutredning för ny detaljplan för Bro Torg, Upplands-Bro kommun
RAPPORTNUMMER	221882A
BESTÄLLARE	Rebecca Östrand, Ework Upplands-Bro kommun, Samhällsbyggnadskontoret, Plan- och exploateringsenheten
UPPDRAGSANSVARIG	Jonathan Arnlund och Lukas Wallberg Rehn, WRS
FÖRFATTARE	Preetam C. Hernefeldt, Sandra Norberg och Lukas Wallberg Rehn, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2024-11-19 (Reviderad 2025-12-19)
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. Som en del av detta arbete har WRS utfört en dagvattenutredning för att klargöra förutsättningarna för att hantera dagvatten.

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 olika dagvattenanläggningar inom planområdet.

Dagvatten från planområdet rinner via ledningsnät till ett dike som går ut i Brobäcken-Sätrabäcken och sedan ut i vattenförekomsten 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 gårdsytorna föreslås att vattnet leds till regnbäddar eller till nedsänkta 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 föreslås att blågröngrå stråk anläggs, där flera regnbäddar sammanlänkas med ett luftigt bärlager och varvas med vanliga planteringsytor med träd och varierad grönska. Samtliga föreslagna åtgärder kan dessutom kombineras på olika sätt på olika platser inom planområdet, beroende på estetiska behov, med bibehållen renings- och fördröjningseffekt.

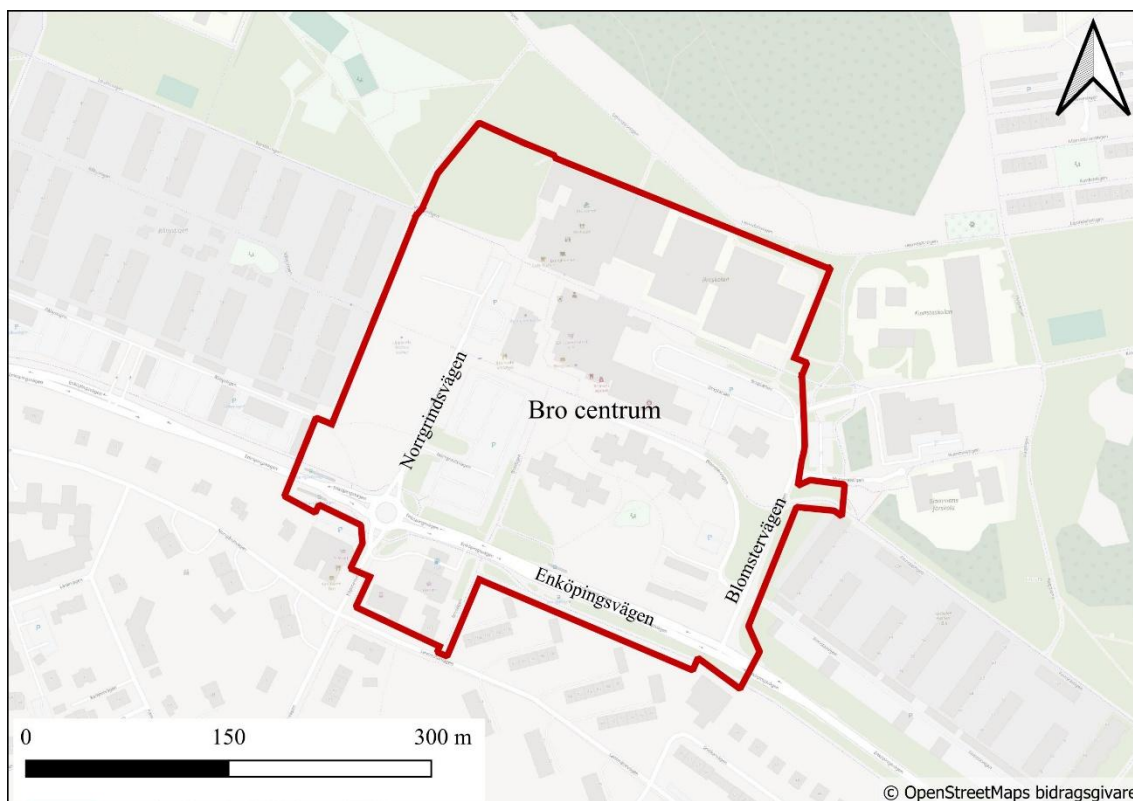
Åtgärderna beräknas ge tillräcklig rening och fördröjning av dagvatten inom planområdet för att inte ge upphov till en försämring av någon kvalitetsparameter i miljökvalitetsnormerna för Brobäcken-Sätrabäcken eller Mälaren Görväln. Åtgärderna öppnar också upp för en flexibilitet i placering, utformning 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	9
2.3.1	Mälaren-Görväln.....	9
2.3.2	Brobäcken-Sätrabäcken	10
2.4	Nuvarande dagvattenhantering	10
2.4.1	Markavvattningsföretag.....	11
2.5	Riktlinjer för dagvattenhantering	12
2.6	Planerad exploatering	12
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	13
3.1	Fördelning av ytor mellan kvartersmark och allmän platsmark	14
3.2	Markanvändning.....	14
3.3	Flöden nuläge och framtid	17
3.4	Magasinsbehov.....	18
3.5	Närsalts- och föroreningsberäkningar.....	19
3.5.1	Kommentar om PFOS.....	22
4	Förslag på dagvattenhantering.....	23
4.1	Dagvatten inom kvartersmark.....	25
4.1.1	Regnbäddar på kvartersmark.....	25
4.1.2	Gröna tak.....	27
4.1.3	Nedsänkta gräsytor	28
4.1.4	Beräkningar för exempelkvarter	29
4.1.5	Magasinsbehov per kvarter.....	30
4.2	Dagvatten inom allmän platsmark	31
4.2.1	Träd i skelettjord och regnbäddar på allmän platsmark	31
4.2.2	Genomsläpplig beläggning	33
4.2.3	Blå-grön-grå stråk (BGG-stråk)	33
4.2.4	Beräkningar för exempel på gatusektion.....	35
5	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	37
6	Slutsatser	39
	Referenser	40

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. Den framtida utformningen förväntas troligtvis generera mer hårdgjord yta. En ökad andel hårdgjorda ytor innebär bland annat att dagvattenflöden och föroreningstransporter kommer att förändras jämfört med nuläget. Inom detaljplanarbetet behöver därför dagvattenhanteringen utredas.



Figur 1. Planområdet för Bro Torg (rött) från underlag 2025-10-02. 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.

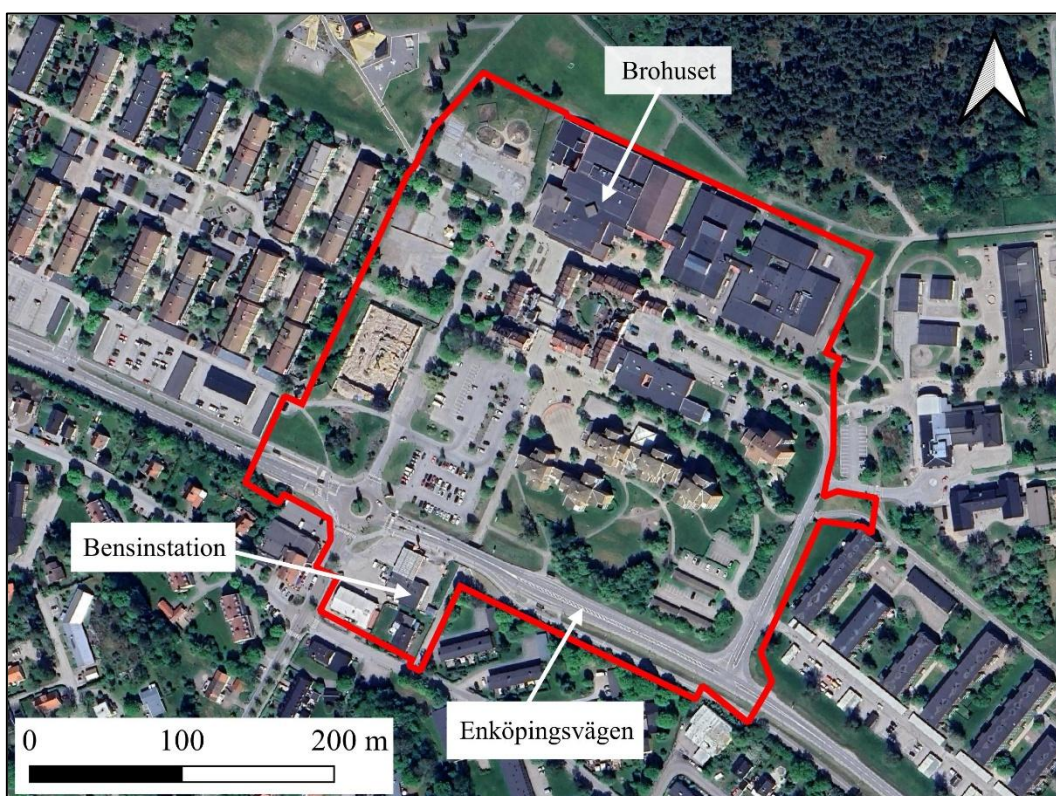
1.2 Avgränsningar

Utredningen utgår ifrån underlag för plangräns, fördelning av allmän platsmark och kvartersmark samt planerad markanvändning från 2025-10-02. Parallellt med WRS uppdrag har flera andra utredningar för planområdet genomförts, bland annat vad gäller skyfall (regn och flöden kraftigare än vad som är dimensionerande för dagvatten). 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. I planområdets södra del inkluderas även en del av Enköpingsvägen, en liten bilverkstad och en bensinmack.

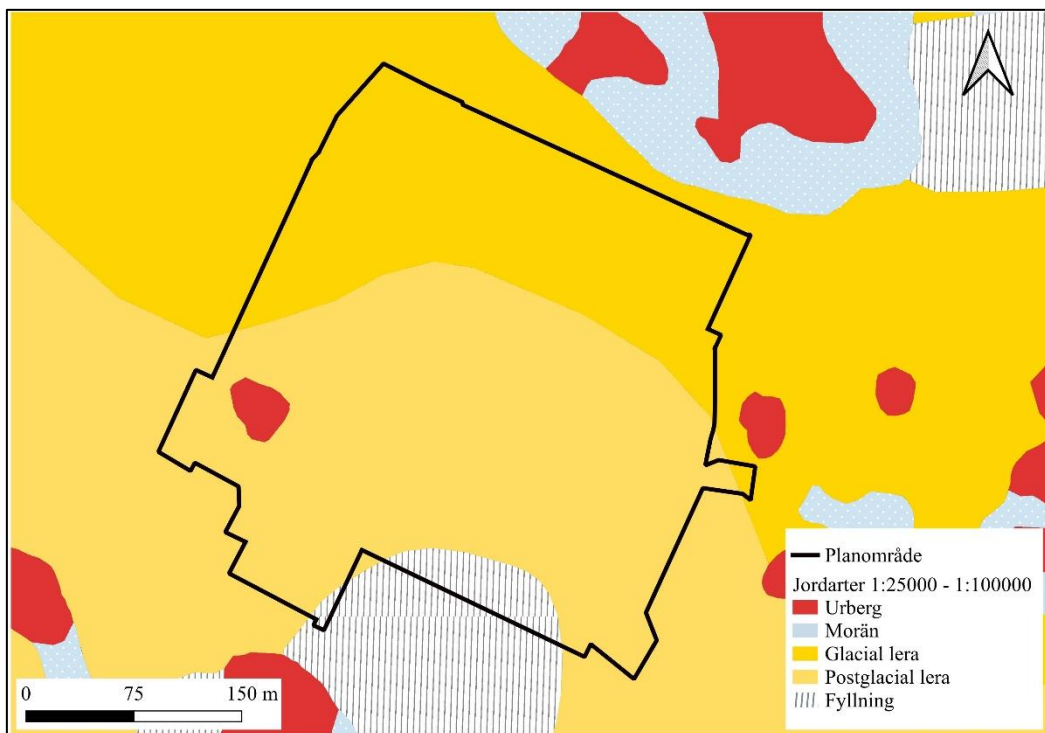


Figur 2. Översikt över planområdet i nuläget. Planområdets utsträckning är markerat med röd linje. EON:s fjärrvärmeverk (syns i figuren som delvis riven byggnad norr om cirkulationsplatsen) finns inte längre kvar. Ortofoto: Google Satellite (u.å.).

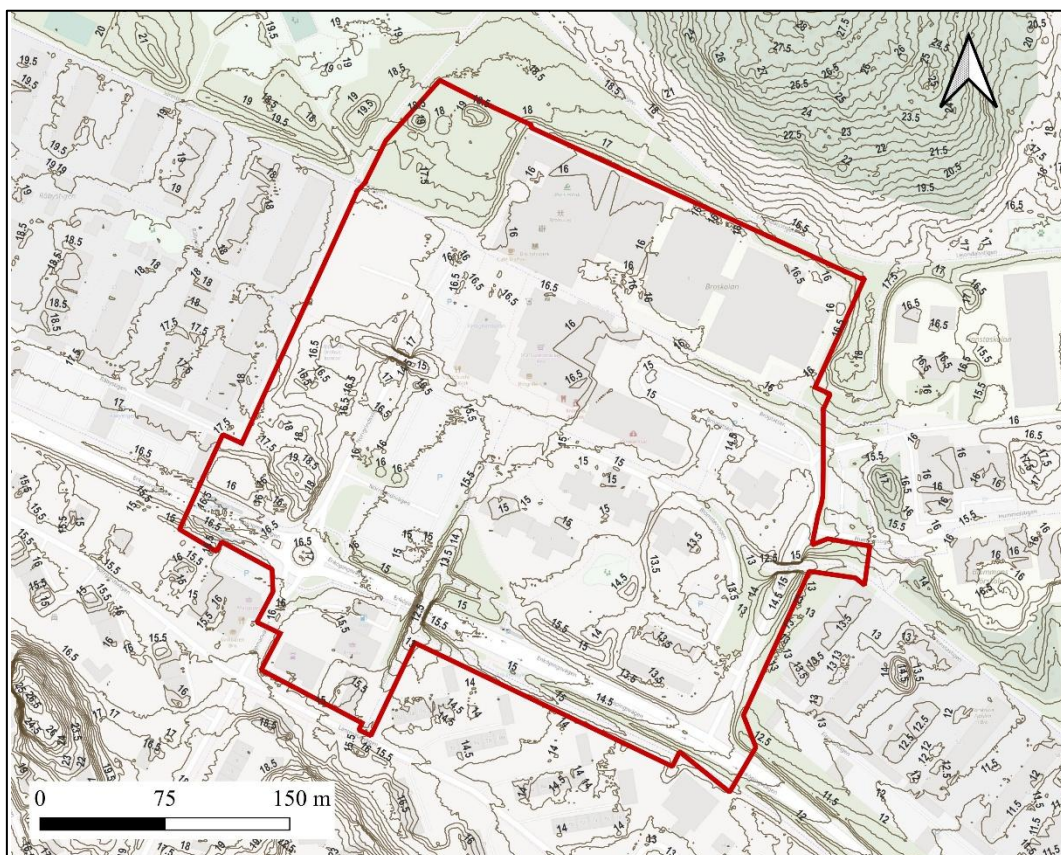
2.2 Geologi och topografi

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 området är sannolikt mycket låg.

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



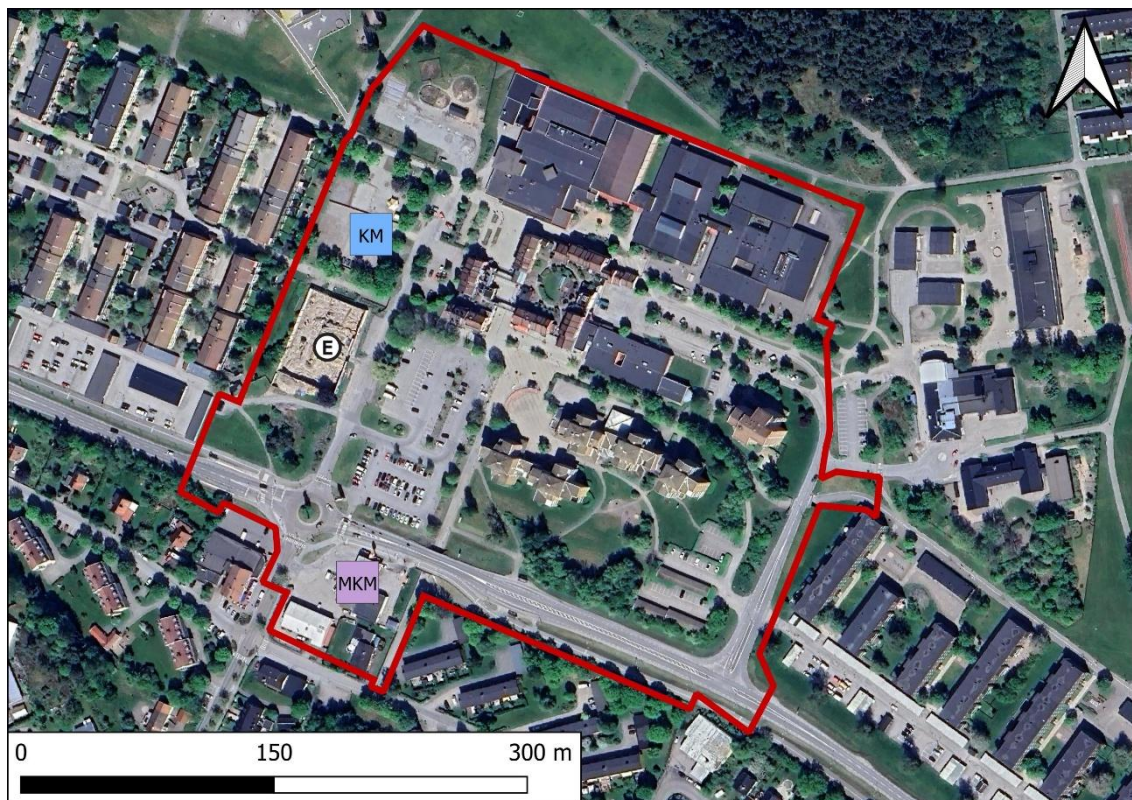
Figur 3. Planområdets översta jordlager består av olika lerfraktioner (gult) och enstaka höjder med berg i dagen (röda fält). I planområdets södra del förekommer ett fält med fyllnadsmaterial och norr om området ligger en moränhöjd. Karta: SGU (2022).



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.ä.).

2.2.1 Markföroreningar

Inom planområdet finns tre potentiellt förorenade områden, se Figur 5. Dessa omfattar EON:s tidigare värmeverk på fastigheten Upplands-Bro Finnsta 1:10, en grusplan norr om denna på fastigheten Upplands-Bro Finnsta 1:269, samt drivmedelstationen söder om Enköpingsvägen på Upplands-Bro Prästgård 2:1. I en miljöteknisk markundersökning av Bjerking konstaterades att det finns flera platser där olika föroreningar förekommer i högre halter än riktvärdena för känslig markanvändning (KM) (Bjerking, 2025). Det handlar bland annat om förekomst av PAH:er, alifater och kobolt. Förhöjda halter förekommer bland annat vid drivmedelsstationen.



Figur 5. Tre potentiellt förorenade områden finns enligt Länsstyrelsernas underlag EBH-kartan. Ortofoto: Google Satellite (u.å.).

Utöver dessa tre platser är det troligt att det finns markföroreningar vid Bro centrum efter en brand den 7 juli 1992, då större delen av centrumanläggningen brann ned (Statens haverikommission, 1993). I anläggningen fanns butikshall, vårdcentral, Broskolan, sim- och sporthall. Uppskattningsvis brann en yta på totalt 13 000 m².

Föroreningar som förekommer i området kan behöva åtgärdas i samband med ombyggnationen av området. Vilka ytor det gäller och vilka hanteringssätt som är lämpliga behöver utredas i samband med planarbetet.

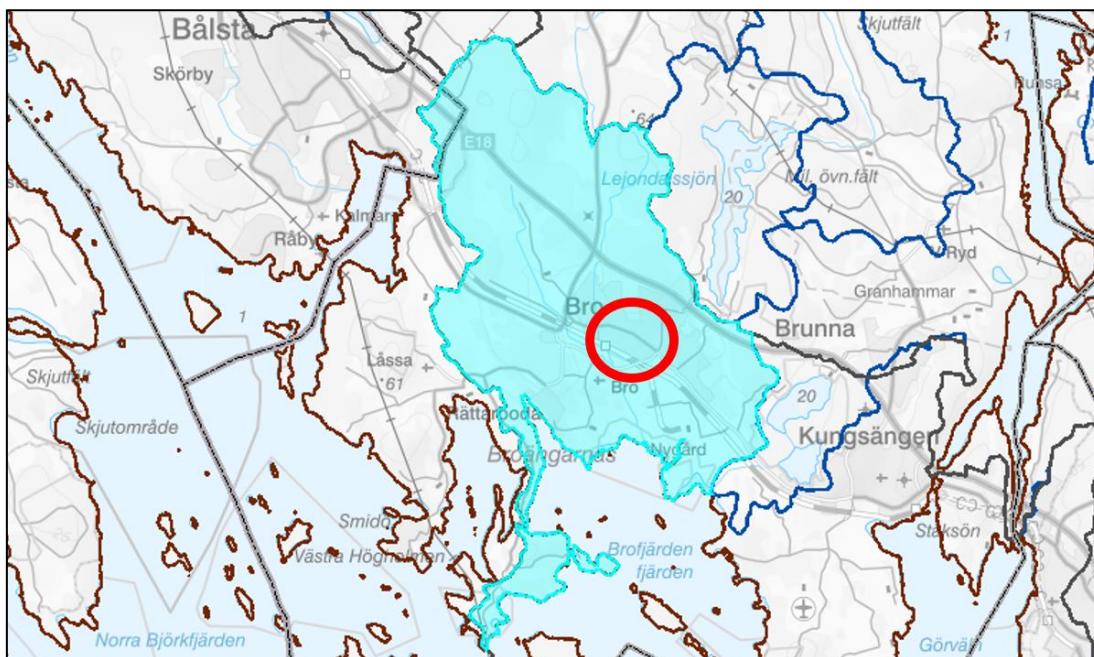
2.3 Ytvattenrecipient

2.3.1 Mälaren-Görvål

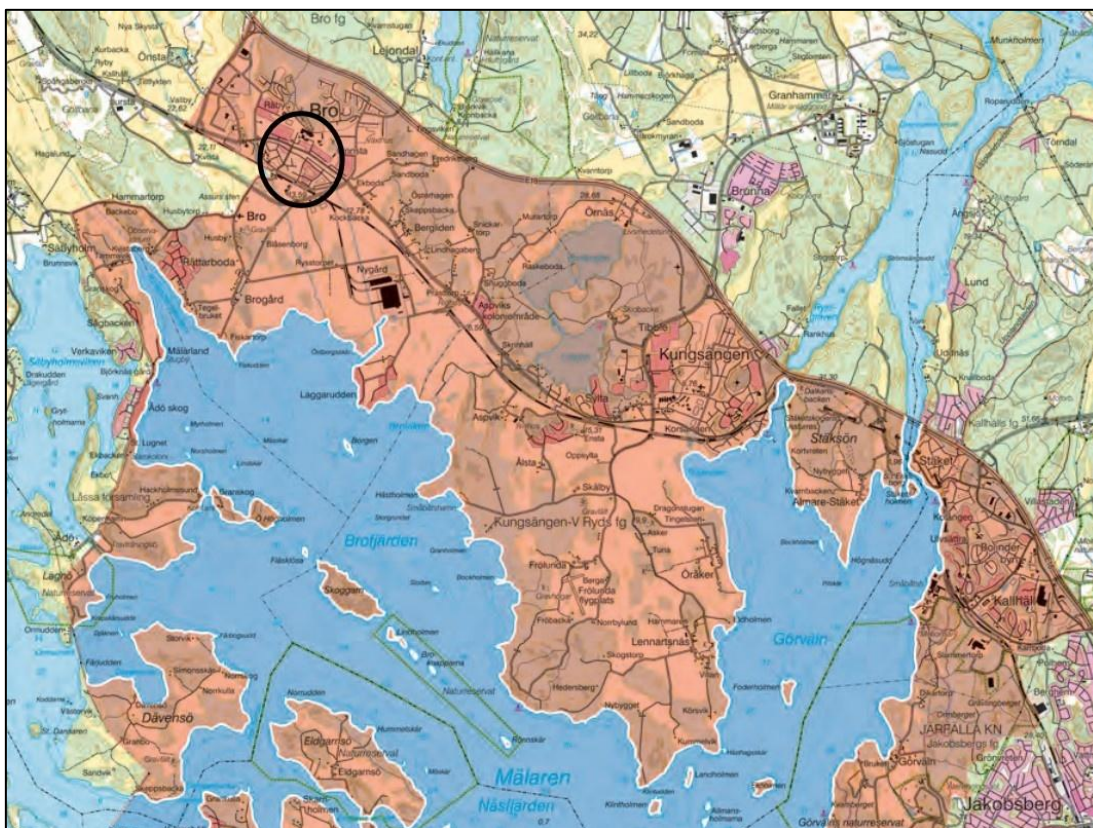
Planområdet ligger inom avrinningsområdet till recipienten Mälaren-Görvål, se Figur 6. Mälaren-Görvål (MS_CD: WA11895268) har enligt VISS måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (VISS, 2024). Ekologisk status avgörs av en förhöjd halt koppar, vilket är den ekologiska parametern med lägst statusklassning. Även parametern makrofytter (vattenväxter), som relaterar till bland annat näringsbelastning, bedöms vara måttlig. Övriga parametrar som berör näringsbelastning har dock god eller hög status, vilket tyder på att övergödningsproblematiken i recipienten är begränsad. Kemisk status bedöms vara ej god med hänvisning till för höga halter av de prioriterade ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), kadmium, bly, antracen och tributyltenn, samt de ”överallt överskridande ämnena” kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Kviksilver och PBDE förekommer i för höga halter i hela Sverige, till största del på grund av atmosfärisk deposition, vilket gör att de är borträknade från miljökvalitetsnormerna för kemisk ytvattenstatus. Flera av ämnena med förhöjda halter, exempelvis koppar, kadmium och bly härrör till stor del från dagvattenrelaterade källor.

Miljö kvalitetsnormen för Mälaren-Görvål är god ekologisk och god kemisk ytvattenstatus, undantaget kvicksilver och PBDE, vilket ska uppnås till år 2027.

Mälaren-Görvål är en del av Östra Mälarens vattenskyddsområde och omfattas av särskilda skyddsföreskrifter eftersom den används som en dricksvattentäkt. Det innebär enligt 7 kap. 21 och 22 §§ i Miljöbalken att området omfattas av speciella områdesskydd och speciella regler för exempelvis dagvattenhanteringen med syfte att skydda vattentäkten. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län gäller att dagvatten från hårdgjorda ytor där det finns risk för förorenat vatten, både inom det inre och det yttre skyddsområdet (primära och sekundära skyddszonen) måste föregås av rening innan det släpps till recipient. Det är viktigt att ha det i åtanke vid exempelvis anläggningsarbeten i området. Planområdet ligger i den sekundära skyddszonen, se Figur 7.



Figur 6. Recipienten Mälaren-Görvåls avrinningsområde (ljusblått) vilken planområdet (rött) ligger inom. Karta: VISS (2022b).



Figur 7. Planområdets placering (svart ring) i förhållande till den primära (blått) och sekundära (orange) skyddszonen för Östra Mälarens vattenskyddsområde. Karta: Stockholm Vatten och Avfall (2021).

2.3.2 Brobäcken-Sätrabäcken

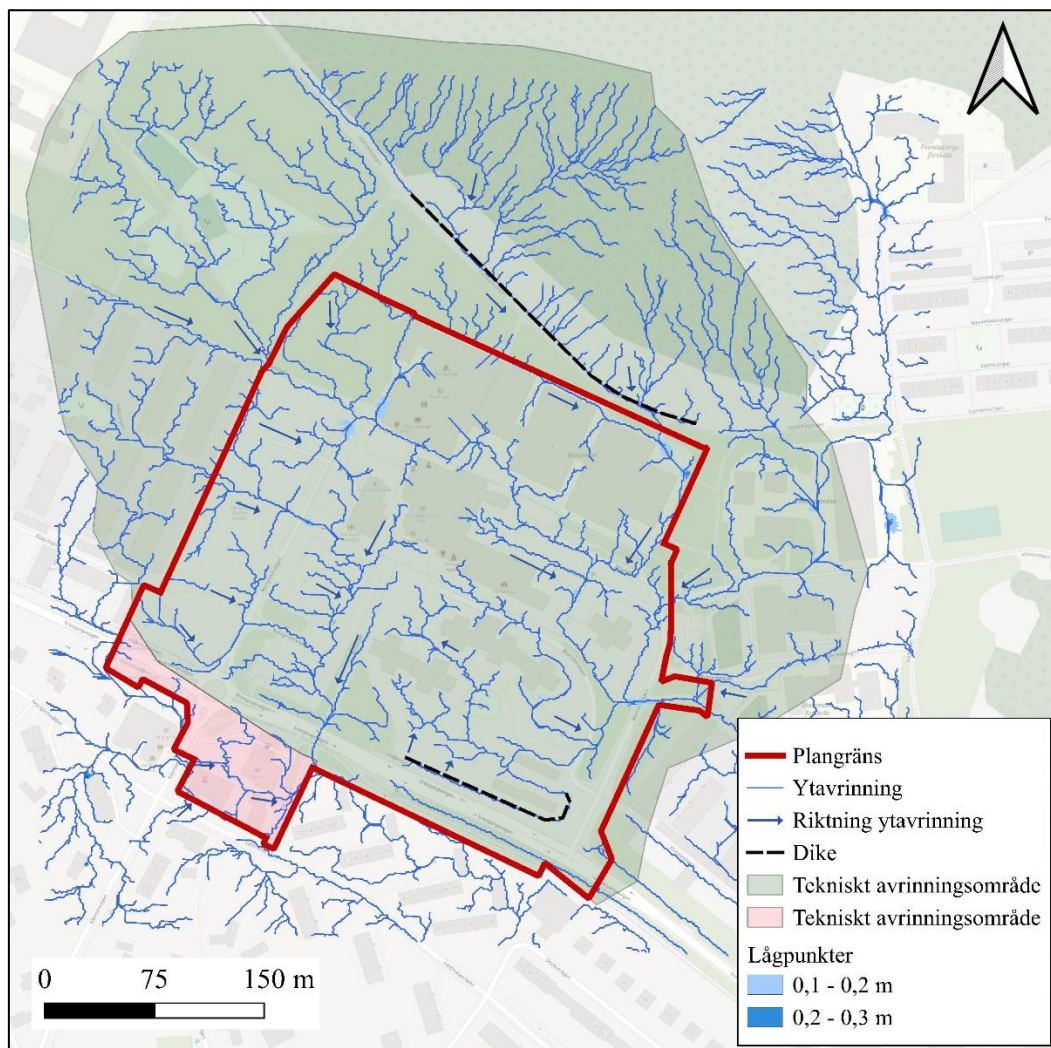
Planområdets dagvatten rinner till Mälaren-Görvål via Brobäcken-Sätrabäcken, som inte är en beslutad vattenförekomst i senaste förvaltningscykeln i VISS. Vattendraget är dock en preliminär vattenförekomst som kan komma att få beslutande MKN till 2027. Enligt ett uttalande från Länsstyrelsen har Brobäcken-Sätrabäcken måttlig status gällande övergödning. Även Broviken, ett Natura 2000-område där Brobäcken-Sätrabäcken mynnar i Mälaren-Görvål, är känslig för övergödning enligt bevarandeplanen för Brovikens Natura 2000-område (Länsstyrelsen Stockholm, 2017). Det är därför lämpligt att dagvattenåtgärder i planområdet minskar belastningen av näringsämnen, eller åtminstone motverkar en ökning.

2.4 Nuvarande dagvattenhantering

Dagvatten i planområdet rinner i dagsläget ytligt till rännstensbrunnar och vidare till det kommunala dagvattenledningsnätet, se Figur 8. 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).

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 antas 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 8. 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-Görväln. 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 torgtor, bostäder, kommersiell service, arbetsplatser med mera, se Figur 9. Planområdet kommer att omfatta kvarvarande bebyggelse (butiksbbyggnaderna mitt i området samt ett antal bostadshus), torgtor, en parkeringsplats och flera nya kvarter. Kvarteren inkluderar flerfamiljshus och innergårdar på mark eller på bjälklag, med parkeringsytor under.

Markanvändningen i denna utredning utgår ifrån skiss på strukturplan från 2025-10-02. Observera att denna strukturplan senare har justerats något, men i skrivande stund bedöms ändringarna vara minimala och har inte någon påverkan på beräknade flöden, magasinsvolymer, föroreningsbelastning eller föreslagna åtgärder.



Figur 9. Strukturplanskiss över Bro Torg (2025-10-02). Området omfattar en del befintlig bebyggelse (ljusare byggnader) och ny bebyggelse (mörkare byggnader). Karta: Spacescape.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

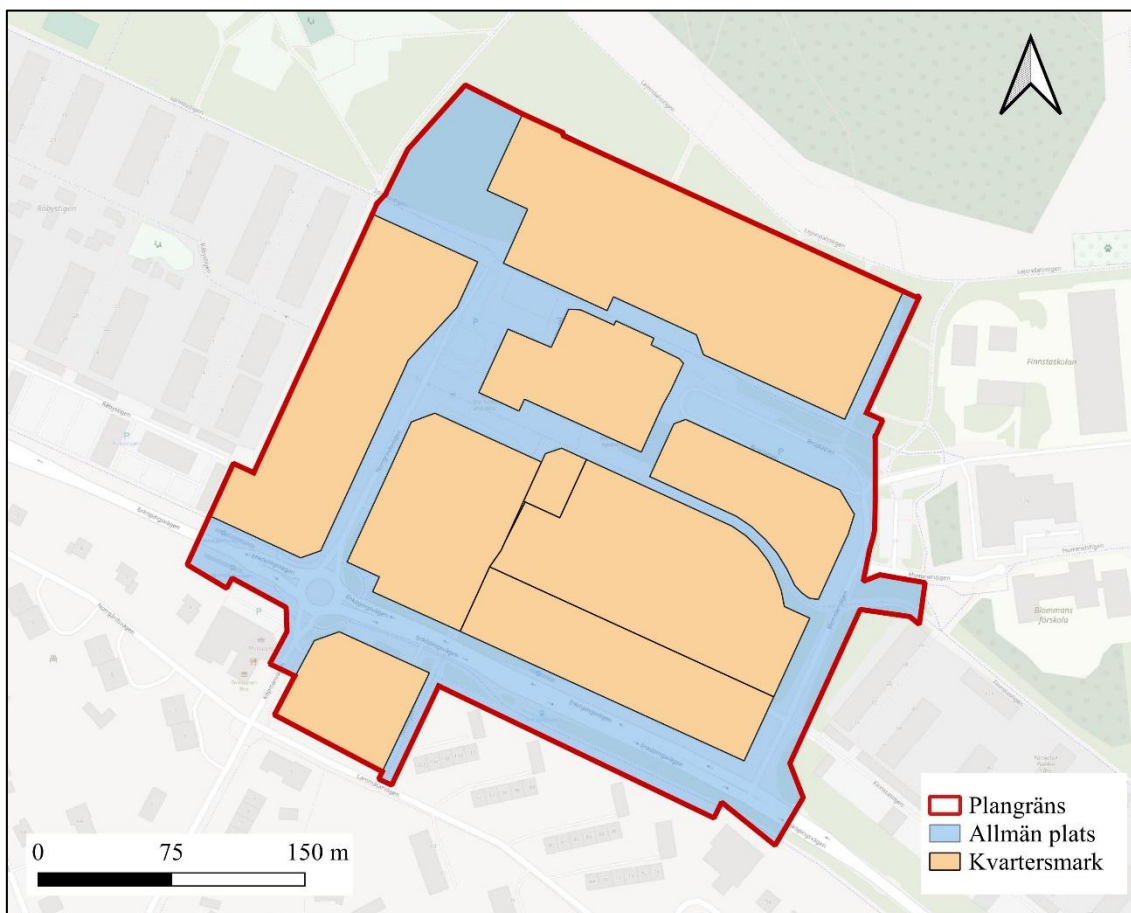
Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i programmet (Stormtac, 2025).

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 magasinvolym 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

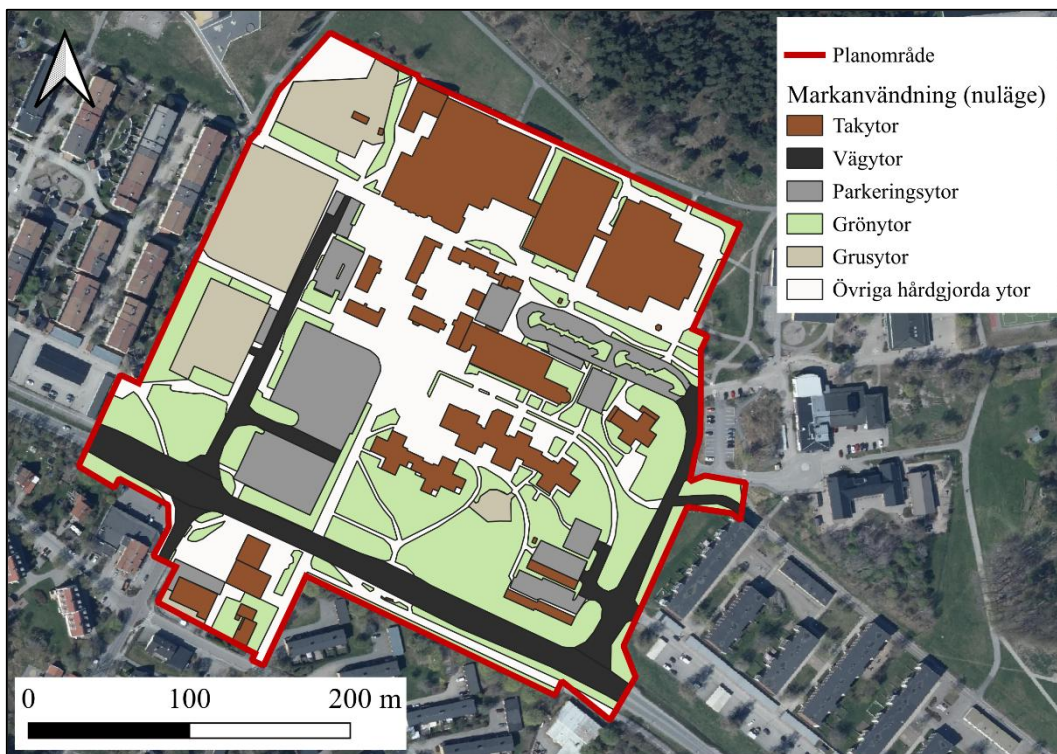
Eftersom dagvatten ska hanteras separat för kvartersmark och allmän platsmark så beräknades dimensionerande flöden, föroreningsbelastning och magasinsbehov separat för kvartersmark och allmän platsmark, se Figur 10. Uppdelningen är preliminär och baserades på kartunderlag från Upplands-Bro kommun (2024-10-02). 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.



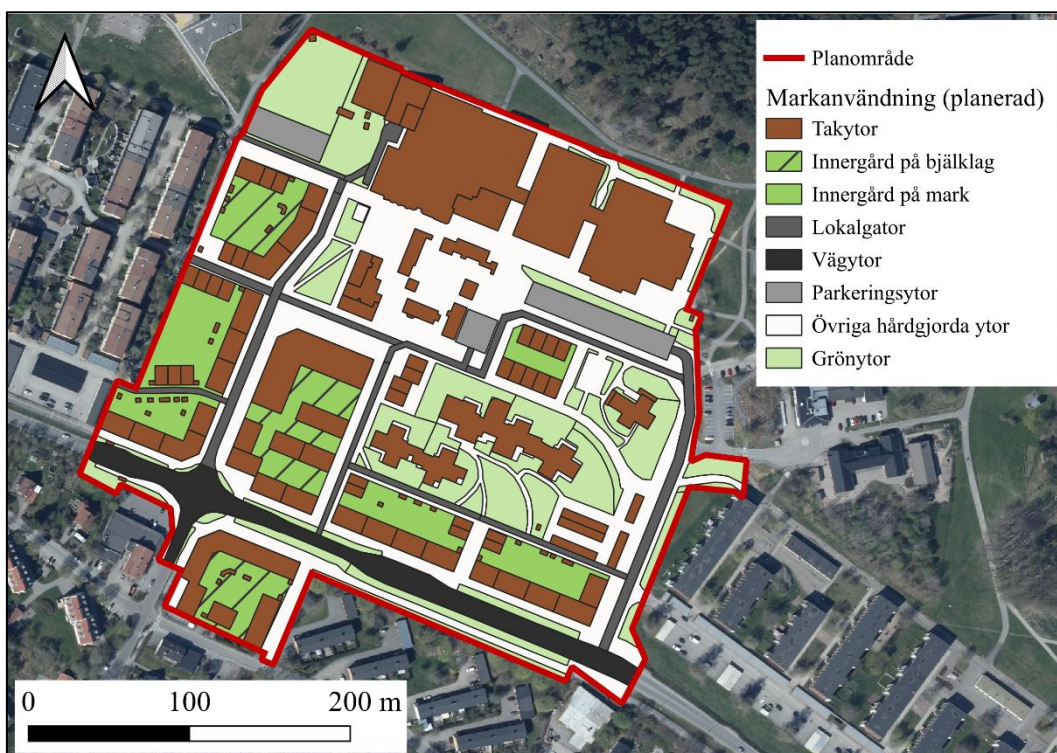
Figur 10. Preliminär uppdelning av kvartersmark och allmän platsmark inom planområdet. Flöden, föroreningsbelastning och magasinsbehov har beräknats separat för allmän platsmark och kvartersmark. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

3.2 Markanvändning

Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av byggnader med verksamheter och bostäder, med tillhörande parkeringar. För befintlig markanvändning har ytorna klassats som takytor, vägytor, parkeringsytor, övriga hårdgjorda ytor (gång- och cykelbanor, torgytor med mera), grusytor och grönytor. Utifrån den planerade exploateringen har den framtida markanvändningen kategoriserats som takytor, innergård (på bjälklag samt direkt på mark), lokalgator, vägytor, parkeringsytor, övriga hårdgjorda ytor, och grönytor. Innergårdarna antas utgöras av en kombination av grönytor, stensatta ytor och grus, men den exakta fördelningen är inte bestämd ännu. Nuvarande markanvändning visas i Figur 11, framtida markanvändning i Figur 12 och areor för båda i Tabell 1.



Figur 11. Nuvarande markanvändning i planområdet. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2025.



Figur 12. Planerad markanvändning efter exploatering. Bakgrundskarta: Lantmäteriet, 2025.

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden för kvartersmark öka från en avrinningskoefficient på 0,55 till 0,64. För allmän platsmark är avrinningskoefficienten 0,68 både före och efter exploatering. 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. Notera att siffrorna är avrundade.

Markanvändning	Area [ha]	Avr. koeff [-]	Reducerad area [ha]
<u><i>Nuläge kvartersmark</i></u>			
Takytor	1,9	0,9	1,7
Vägytor	0,095	0,8	0,076
Parkeringsytor	0,76	0,8	0,61
Grusytor	1,0	0,45	0,46
Grönytor	2,30	0,1	0,23
Övriga hårdgjorda ytor	0,95	0,8	0,76
Delsumma	7,0	0,55*	3,8
<u><i>Nuläge allmän platsmark</i></u>			
Takytor	0,0012	0,9	0,0011
Vägytor	1,0	0,8	0,82
Parkeringsytor	0,31	0,8	0,25
Grönytor	0,64	0,1	0,064
Övriga hårdgjorda ytor	1,8	0,8	1,44
Delsumma	3,8	0,68*	2,6
Summa	11	-	6,4
<u><i>Efter exploatering kvartersmark</i></u>			
Takytor	3,2	0,9	2,9
Innergård på bjälklag	0,59	0,4	0,24
Innergård på mark	0,64	0,4	0,26
Lokalgator	0,23	0,8	0,18
Parkeringsytor	0,044	0,8	0,035
Grönytor	1,3	0,1	0,13
Övriga hårdgjorda ytor	1,0	0,8	0,81
Delsumma	7,0	0,64*	4,5
<u><i>Efter exploatering allmän platsmark</i></u>			
Takytor	0,01	0,9	0,009
Lokalgator	0,34	0,8	0,28**
Vägytor	0,50	0,8	0,40
Parkeringsytor	0,23	0,8	0,18
Grönytor	0,63	0,1	0,063
Övriga hårdgjorda ytor	2,1	0,8	1,6**
Delsumma	3,8	0,68*	2,6
Summa	11	-	7,1

*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 med en area 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]

φ = 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 5-årsregn och ett 20-årsregn. Det dimensionerande dagvattenflödet vid ett 20-årsregn förväntas öka från 1 800 l/s till 2 500 l/s, vilket motsvarar en ökning med 39 procent. Detta beror delvis på klimatfaktorn, delvis på en ökning av hårdgörningsgraden för ytorna som ligger inom den planerade kvartersmarken.

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

	Kf	5-årsregn	20-årsregn
Nuläge	1,00		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)		180	290
Flöde från kvartersmark (l/s)		690	1 100
Flöde från allmän platsmark (l/s)		470	740
Summa		1 200	1 800
Efter exploatering	1,25		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)		230	360
Flöde från kvartersmark (l/s)		1 000	1 600
Flöde från allmän platsmark (l/s)		580	920
Summa		1 600	2 500

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 2 500 l/s behöver alltså fördröjas så att flödet minskar till 1 800 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. Magasinsbehovet för allmän platsmark och kvartersmark utifrån kravet att 20 mm regn ska fördröjas har beräknats enligt Ekvation 3.

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)

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

Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regnvolum som ska hanteras inom kvarteret (ex. 20 mm) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m^2]

φ_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 1 800 l/s krävs en utjämningskapacitet på 310 m³ för kvartersmark och 120 m³ för allmän platsmark, totalt cirka 430 m³ 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 900 m³ för kvartersmark och 520 m³ för allmän platsmark, totalt cirka 1 400 m³, 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 ³]
<u>Flöde får inte öka efter exploatering vid 20-årsregn</u>	
Kvartersmark	310
Allmän platsmark	120
Summa	430
<u>Fördröja 20 mm regn</u>	
Kvartersmark	900
Allmän platsmark	520
Summa	1 400

Kravet att fördröja 20 mm regn resulterar i mer än 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 900 m³ och LOD-anläggningarna för allmän platsmark behöver dimensioneras med magasinvolymen på cirka 520 m³.

3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (version 25.3.1) 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, 2025). 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.

Resultat för belastningsberäkningarna för näringsämnen 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 eller gram per år som transporteras till recipienten från planområdets dagvatten. Mängden är i

sin tur beroende av föroreningshalten och avrinningen i området. Föroreningshalter (årsmedelhalter) i mikrogram per liter före och efter exploatering redovisas i Tabell 6.

Tabell 4. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web (v.25.3.1).

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]
<u>Kvartersmark</u>		
Lokalgator	0,095	0,23
Takytor	1,5	3,2
Parkeringsytor	0,76	0,044
Grusytor	1,0	-
Grönytor	2,3	1,3
Gårdsytor inom kvarter	-	1,2
Övriga hårdgjorda ytor	0,95	1,0
Bensinstation	0,37	-
Summa	7,0	7,0
<u>Allmän platsmark</u>		
Lokalgator	0,44	0,50
Enköpingsvägen (ÅDT 2000*)	0,59	0,34
Takytor	0,0012	0,0053
Parkeringsytor	0,31	0,23
Grönytor	0,64	0,63
Övriga hårdgjorda ytor	1,8	2,1
Summa	3,8	3,8

*Årsdygnstrafik antaget till totalt 2000 fordon per dygn.

Givet att inga dagvattenåtgärder sätts in så beräknas föroreningsbelastningen från kvartersmark öka marginellt för vissa ämnen, exempelvis koppar, och minska marginellt för andra, exempelvis bly. Belastningen från allmän platsmark beräknas minska för samtliga ämnen utom kväve. För samtliga ämnen är dock förändringen mindre än osäkerheten, så det går inte att fastställa en förändring. Det kan därför sägas att föroreningsbelastningen från området sannolikt kommer att vara relativt oförändrad efter exploatering, om inga åtgärder sätts in.

För att inte försvåra möjligheterna att uppnå MKN för Mälaren-Görväln är det önskvärt att minska belastningen av föroreningar från planområdet. Det är framför allt koppar, kadmium, bly, PFOS, antracen och tributyltenn som är avgörande för recipientens status. Det är värt att notera att utgående föroreningsmängder 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 föroreningstyper sker innan dagvattnet når Mälaren-Görväln.

Tabell 5. Föroreningsbelastning (kg/år och g/år) för näringsbelastning, tungmetaller, suspenderat material, antracen och kvicksilver, samt förändring efter exploatering (utan åtgärder) och reningsbehov. Värdena presenteras som medelvärde $\pm$ osäkerhet.

			Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring
<u>Kvartersmark</u>					
Fosfor	P	[kg/år]	2,4 $\pm$ 0,9	2,5 $\pm$ 1,0	0,10
Kväve	N	[kg/år]	41 $\pm$ 17	50 $\pm$ 22	9,0
Bly	Pb	[g/år]	200 $\pm$ 120	150 $\pm$ 90	-50
Koppar	Cu	[g/år]	520 $\pm$ 200	560 $\pm$ 210	40
Zink	Zn	[g/år]	1700 $\pm$ 1000	1700 $\pm$ 1200	$\pm$ 0
Kadmium	Cd	[g/år]	13 $\pm$ 5	14 $\pm$ 5	1,0
Krom	Cr	[g/år]	130 $\pm$ 50	110 $\pm$ 46	-20
Nickel	Ni	[g/år]	96 $\pm$ 36	120 $\pm$ 49	24
Suspenderat material	SS	[kg/år]	970 $\pm$ 480	700 $\pm$ 320	-270
Antracen	ANT	[g/år]	0,42 $\pm$ 0,28	0,34 $\pm$ 0,23	-0,08
Kvicksilver	Hg	[g/år]	0,76 $\pm$ 0,39	0,46 $\pm$ 0,23	-0,30
<u>Allmän platsmark</u>					
Fosfor	P	[kg/år]	1,7 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,4	-0,10
Kväve	N	[kg/år]	28 $\pm$ 10	29 $\pm$ 10	1,0
Bly	Pb	[g/år]	120 $\pm$ 60	110 $\pm$ 60	-10
Koppar	Cu	[g/år]	300 $\pm$ 90	290 $\pm$ 80	-10
Zink	Zn	[g/år]	650 $\pm$ 210	580 $\pm$ 190	-70
Kadmium	Cd	[g/år]	5,6 $\pm$ 2,2	5,5 $\pm$ 2,2	-0,10
Krom	Cr	[g/år]	160 $\pm$ 60	150 $\pm$ 60	-10
Nickel	Ni	[g/år]	89 $\pm$ 53	84 $\pm$ 46	-5
Suspenderat material	SS	[kg/år]	640 $\pm$ 400	540 $\pm$ 350	-100
Antracen	ANT	[g/år]	0,33 $\pm$ 0,17	0,32 $\pm$ 0,17	-0,010
Kvicksilver	SS	[g/år]	0,98 $\pm$ 0,64	0,94 $\pm$ 0,59	-0,040

Havs- och vattenmyndigheten har tagit fram en lista med maximala tillåtna koncentrationer för ett antal ämnen (Havs och Vattenmyndigheten, 2019). De flesta av dessa saknar data i Stormtac och kan därför inte modelleras. Flera av ämnena är inte heller typiska dagvattenföroreningar. Inget tyder på att de maximala tillåtna halterna för något av ämnena överskrids eller kommer att överskridas i planområdets dagvatten.

Tabell 6. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material före och efter exploatering för kvartersmark respektive allmän platsmark.

			Innan exploatering	Efter exploatering
<u>Kvartersmark</u>				
Fosfor	P	[$\mu\text{g/l}$]	93	80
Kväve	N	[$\mu\text{g/l}$]	1600	1600
Bly	Pb	[$\mu\text{g/l}$]	7,6	4,7
Koppar	Cu	[$\mu\text{g/l}$]	20	18
Zink	Zn	[$\mu\text{g/l}$]	64	56
Kadmium	Cd	[$\mu\text{g/l}$]	0,5	0,47
Krom	Cr	[$\mu\text{g/l}$]	5	3,7
Nickel	Ni	[$\mu\text{g/l}$]	3,7	3,9
Suspenderat material	SS	[$\mu\text{g/l}$]	37 000	23 000
Antracen	Ant	[$\mu\text{g/l}$]	0,016	0,011
Kvicksilver	Hg	[$\mu\text{g/l}$]	0,029	0,015
<u>Allmän platsmark</u>				
Fosfor	P	[$\mu\text{g/l}$]	98	94
Kväve	N	[$\mu\text{g/l}$]	1600	1700
Bly	Pb	[$\mu\text{g/l}$]	7	6,6
Koppar	Cu	[$\mu\text{g/l}$]	18	17
Zink	Zn	[$\mu\text{g/l}$]	38	33
Kadmium	Cd	[$\mu\text{g/l}$]	0,32	0,31
Krom	Cr	[$\mu\text{g/l}$]	9,5	8,8
Nickel	Ni	[$\mu\text{g/l}$]	5,2	4,8
Suspenderat material	SS	[$\mu\text{g/l}$]	37 000	31 000
Antracen	Ant	[$\mu\text{g/l}$]	0,019	0,019
Kvicksilver	Hg	[$\mu\text{g/l}$]	0,057	0,054

3.5.1 Kommentar om PFOS

PFOS är ett av de ämnen som enligt MKN är viktiga att minska i recipienten. Trots det inkluderas inte PFOS i belastningsberäkningarna ovan. Anledningen är att PFOS-förekomsten i dagvatten i dagsläget är dåligt utredd och att dataunderlag saknas – det går därför inte att göra en kvantitativ bedömning av PFOS-halter idag och i framtiden utan att mäta halter i dagvattnet. Ämnet härrör inte typiskt från vardagligt dagvatten, utan är starkt associerad med olika typer av punktkällor, till exempel industrier eller stora utsläpp av brandsläckningsmedel. Med tanke på branden 1992 är det sannolikt att stora mängder PFOS skulle kunna förekomma inom planområdet. Det är därför viktigt att utreda förekomsten innan området byggs om. Den planerade exploateringen riskerar dock inte att medföra ökade PFOS-utsläpp på grund av nya källor i framtiden.

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 infiltrationskapaciteten 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 taktytor 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 taktytor som lutar in mot kvarterens innergårdar är en alternativ åtgärd att leda vatten till större, nedsänkta eller svackade gräsmattor på innergård. För taktytor 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 parkeringsytor 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, möjligen med inslag av 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.

I Tabell 7 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 magasinsbehovet kan klaras med en andra åtgärder än de som i första hand föreslås. 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 magasinskravet 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 7. Sammanställning av föreslagna dagvattenåtgärder för respektive markkategori 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.

Markkategori	Åtgärd / alternativ åtgärd	Magasinerad volym [m³]	Ytbehov [m²]	Beskrivning
<u>Kvartersmark</u>				
Takytor	Regnbäddar	570	2 900	Nedsänkt 20 cm Ytbehov 10 % av hårdgjord yta Magasinerar 0,2 m³ per m² anläggningsarea <i>Substratdjup minst 15 cm</i>
	Gröna tak*		32 000**	Ytbehov 100 % av takyta Magasinerar 0,02 m³ per m² anläggningsarea
Gårdsytor	Regnbäddar	100	490	Se beskrivning av regnbäddar ovan <i>Nedsänkt 10 cm</i>
	Nedsänkta gräsytor*		980**	Ytbehov 10 % av hårdgjord yta Magasinerar 0,1 m³ per m² anläggningsarea
Övriga markytor inom kvarter	Regnbäddar	230	1 200	Se beskrivning av regnbäddar ovan
	Nedsänkta gräsytor*		2 300**	Se beskrivning av gräsytor ovan
	Träd i skelettjord*		770** (47 träd)	Se beskrivning av träd i skelettjord nedan
	Genomsläpplig beläggning*		3 900**	Ytbehov cirka 40 % av hårdgjord yta Porositet cirka 30 % Magasinerar 0,06 m³ per m² anläggningsarea
<u>Allmän platsmark</u>				
Lokalgator	Träd i skelettjord	55	180 (11 träd)	Ytbehov för skelettjord cirka 17 m² per träd, till stor del placerat under gata och trottoar Ytbehov cirka 7 % av hårdgjord yta Porositet cirka 30 % Magasinerar 5 m³ per träd eller 0,3 m³ per m² anläggningsarea
	Regnbäddar*		280**	Se beskrivning av regnbäddar ovan
Enköpingsvägen	BGG-stråk	80	400	Kombinerar regnbäddar och träd med ett luftigt förstärkningslager. Se beskrivning av regnbäddar och träd i skelettjord ovan
Parkeringsytor	Regnbäddar	37	190	Se beskrivning av regnbäddar ovan
	Genomsläpplig beläggning*		620**	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	330	1100 (67 träd)	Se beskrivning av träd i skelettjord ovan
	Regnbäddar*		1700**	Se beskrivning av regnbäddar ovan

*Alternativ åtgärd ifall föreslagen åtgärd inte går att genomföra på någon plats.

**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 takytor föreslås i första hand ledas till regnbäddar intill fasaderna, se exempel i Figur 13 och Figur 14.

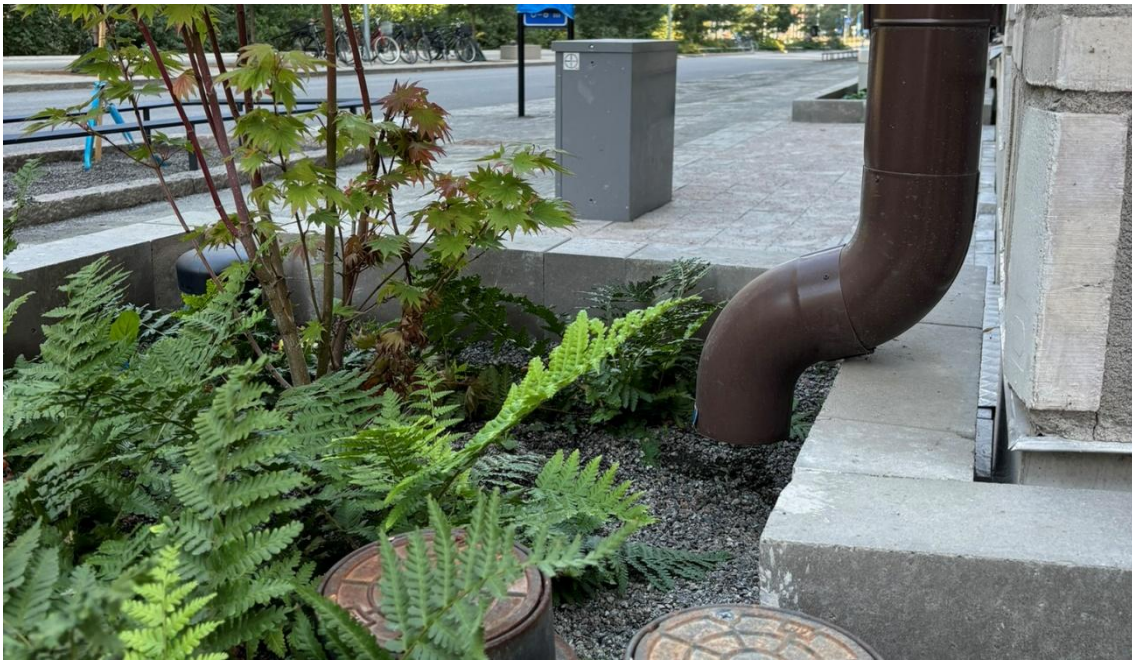
Regnbäddar är planteringsytor med förmåga att rena och fördröja dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och stödjer biologisk mångfald i stadsmiljön (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Regnbäddar har en relativt hög reningsgrad, beroende på djup och filtermaterial. Reningskapacitet avseende partikelbundna 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 15. 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.

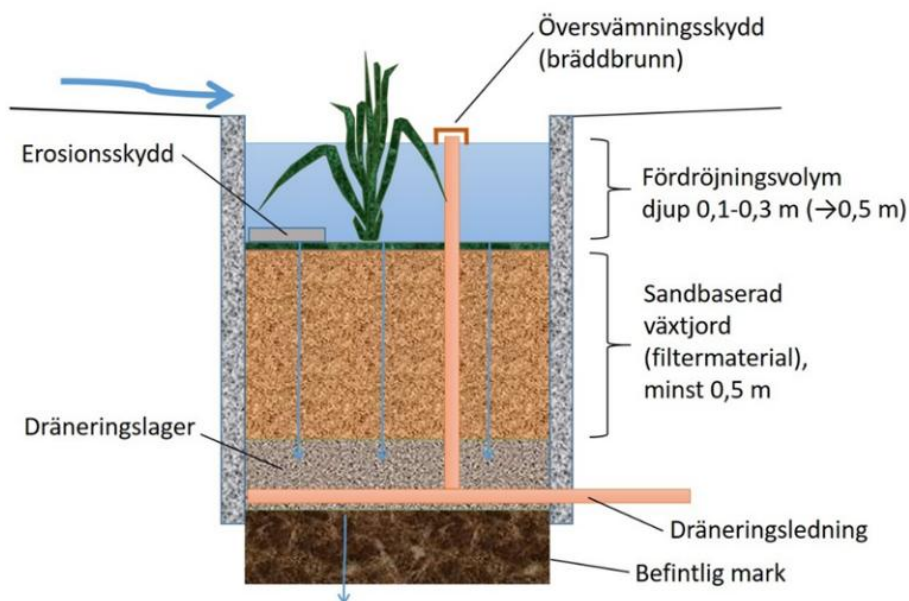
Regnbäddarna föreslås ha en fördröjningsvolym med 20 cm djup och en yta motsvarande 10 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan för att ge tillräcklig rening och fördröjning. Det är även tänkbart att ytan minskas – som minst är cirka 5 procent av tillrinnande hårdgjord yta lämpligt, men i så fall behövs en djupare fördröjningsvolym för att ge 20 mm fördröjning.



Figur 13. Exempel på regnbäddar för takvatten på förgårdsmark i Stockholm. Foto: WRS.



Figur 14. Exempel på regnbädd i en upphöjd planteringslåda intill fasaden på ett flerbostadshus i Rosendal i Uppsala. Foto: WRS, 2024.



Figur 15. 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 16. 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 16. 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).

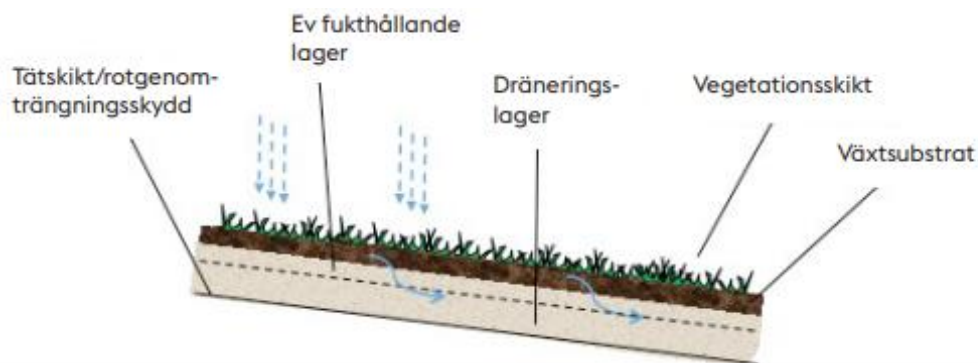
4.1.2 Gröna tak

För taktytor som lutar ut mot gata där tillräcklig förgårdsmark för regnbäddar inte kan säkras är tjocka gröna tak en alternativ åtgärd, se exempel i Figur 17. 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 18. 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 17. Exempel på utformning av grönt tak med varierad vegetation i Basel, Schweiz. Foto: Nathalie Baumann.



Figur 18. Principskiss över ett vegetationsklätt tak. Illustration: WRS.

4.1.3 Nedsänkta gräsytor

Dagvatten från de hårdgjorda delarna av innergårdarna föreslås antingen omhändertas i regnbäddar (se avsnitt 4.1.1) eller i nedsänkta gräsytor med förstärkt infiltrering och bortledning via dräneringsledning, se exempel i Figur 19. 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 tyledes 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.



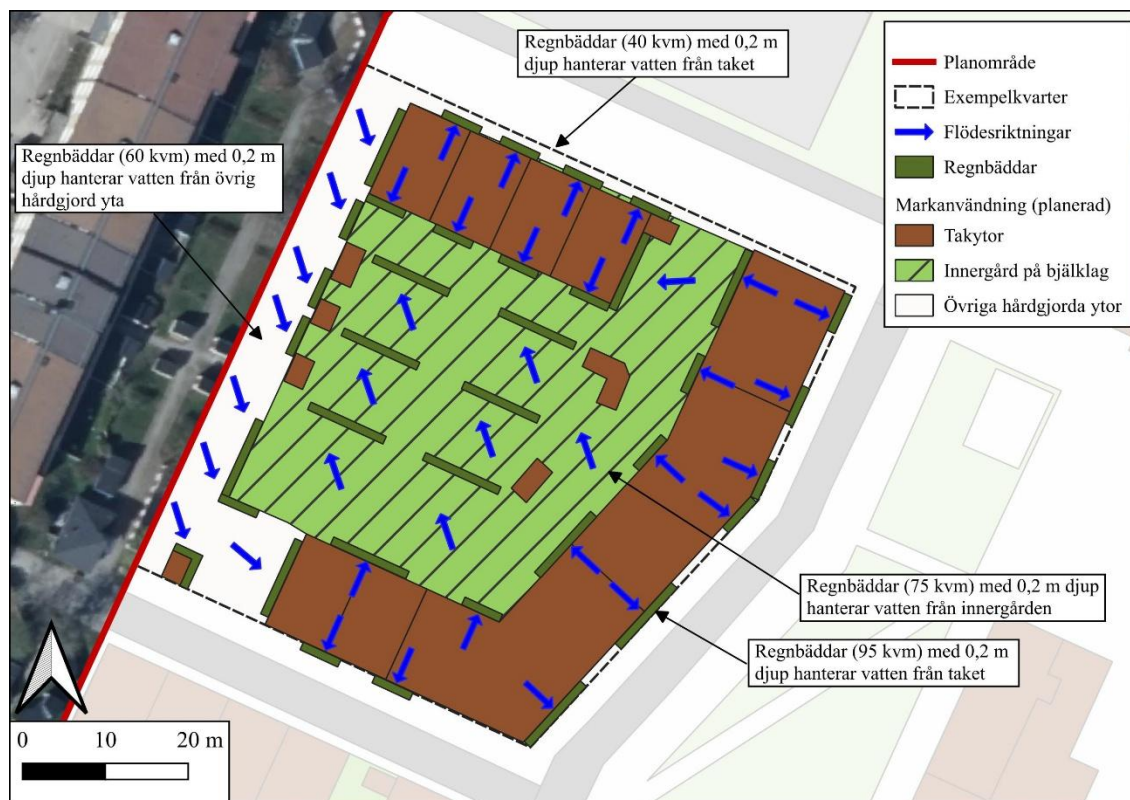
Figur 19. Exempel på nedsänkt gräsyta i Uppsala. Foto: WRS.

4.1.4 Beräkningar för exempelkvarter

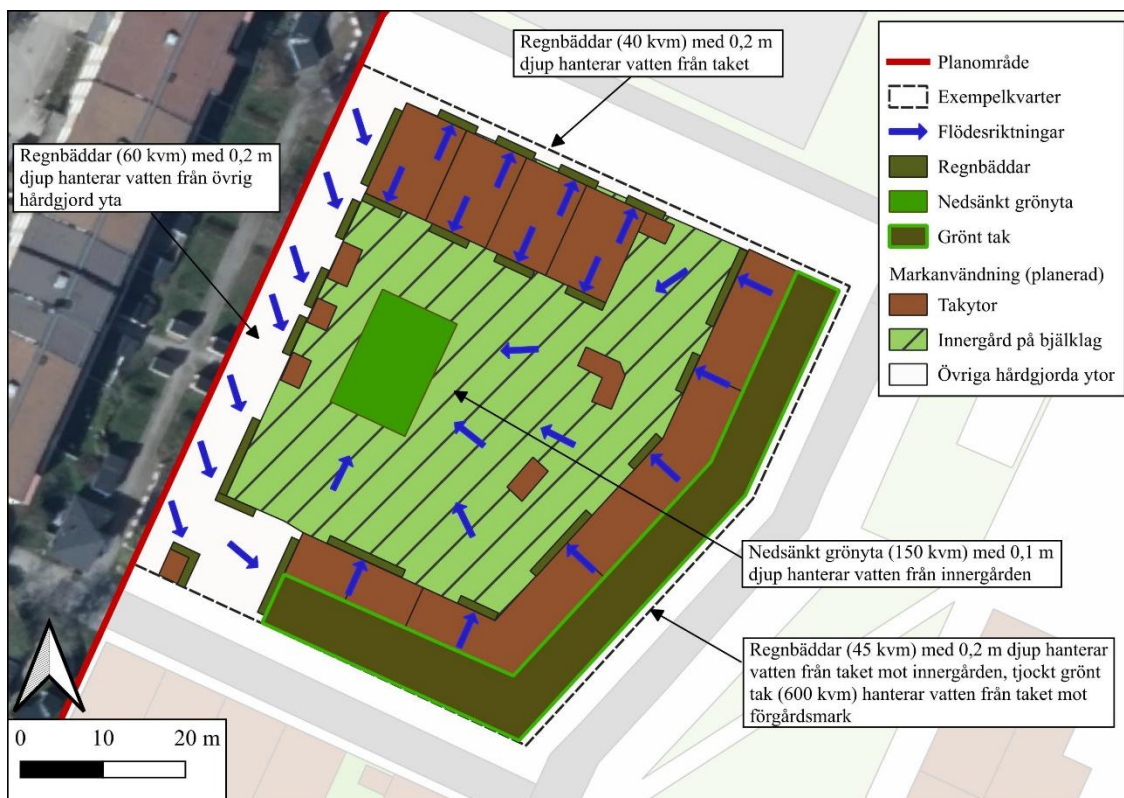
För att illustrera ytbehovet för dagvattenåtgärder inom kvartersmark har åtgärderna ritats ut i ett exempelkvarter i planområdets nordvästra del. Kvarteret är cirka 4100 m² stort och har ett magasinsbehov på cirka 54 m³ för att fördröja 20 mm regn. Om allt dagvatten leds till regnbäddar behövs totalt 270 m² regnbäddar med en 20 cm djup fördröjningszon, se Figur 20. De delar av gårdsytorna som är täckta av gräs eller annan vegetation kräver ingen åtgärd för att fördröja 20 mm dagvatten.

Som alternativ till regnbäddar kan tjocka gröna tak och nedsänkta grönytor användas. För exempelkvarteret har en alternativ utformning tagits fram med ett grönt tak ut mot förgårdsmarken söderut och österut, samt en nedsänkt grönyta för gårdsytan. För resterande takytor och övriga hårdgjorda ytor (utanför gården) har regnbäddar använts. Med denna utformning behövs 145 m² regnbäddar, 600 m² grönt tak och en nedsänkt grönyta på 150 m² med 10 cm djup fördröjningszon, se Figur 21.

Övriga kvarter har lite olika behov beroende på storlek och fördelning av olika typer av ytor, men över lag kommer ytbehovet för åtgärder att förhålla sig på liknande sätt som i exempelkvarteret.



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



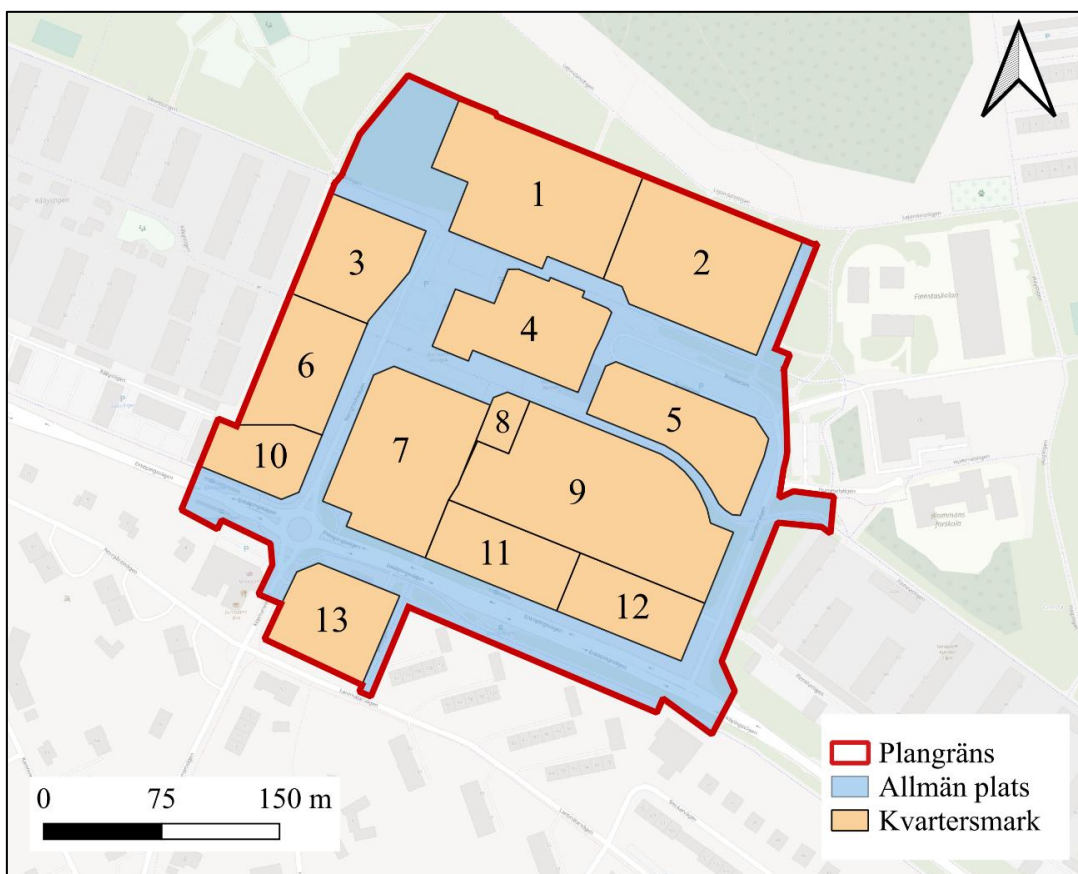
Figur 21. Åtgärdsförslag för exempelkvarter om dagvatten hanteras med regnbäddar, ett tjockt grönt tak och en nedsänkt gräsyta.

4.1.5 Magasinsbehov per kvarter

Här presenteras kvartersmarkens magasinsbehov fördelat på olika delar av planområdet. För detta ändamål har kvartersmarken delats in i 13 olika kvarter, både befintlig och planerad bebyggelse (Figur 22). Den magasinsvolym som erfordras för att omhänderta respektive kvarters dagvatten beskrivs i Tabell 8. Det är önskvärt att dagvattenåtgärder anläggs inom varje kvarter för att omhänderta dagvatten nära källan, men det är viktigt att poängtera att det inte är möjligt att ställa lagliga krav på att en enskild fastighetsägare renar eller fördröjer dagvattnet inom sitt kvarter. Kommunen har endast möjlighet att säkerställa att fördröjningsåtgärder faktiskt implementeras på sin egen mark (allmän plats eller kvartersmark i kommunens ägo).

Tabell 8. Magasinsbehov för kvartersmark, fördelat per kvarter enligt Figur 22. Observera att siffrorna är avrundade.

Kvarter	Erforderlig magasinsvolym [m ³]	Kvarter	Erforderlig magasinsvolym [m ³]
1	130	8	13
2	140	9	100
3	55	10	33
4	83	11	44
5	47	12	47
6	50	13	51
7	110	Summa	900



Figur 22. Kvartersindelning för beräkning av magasinsbehov per kvarter. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

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 23, 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) spolats 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. I exempelberäkningarna har vi utgått ifrån 7 procent för att få tillräcklig rening och fördröjning i området. 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 m² 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 m³ 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 magasinsbehovet tillgodoses.



Figur 23. 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 24. 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 24. 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 25. Genomsläppliga beläggningar läggs på ett luftigt förstärkningslager med god porositet, som både ger viss fördröjning och rening.



Figur 25. 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. 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 26. 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).

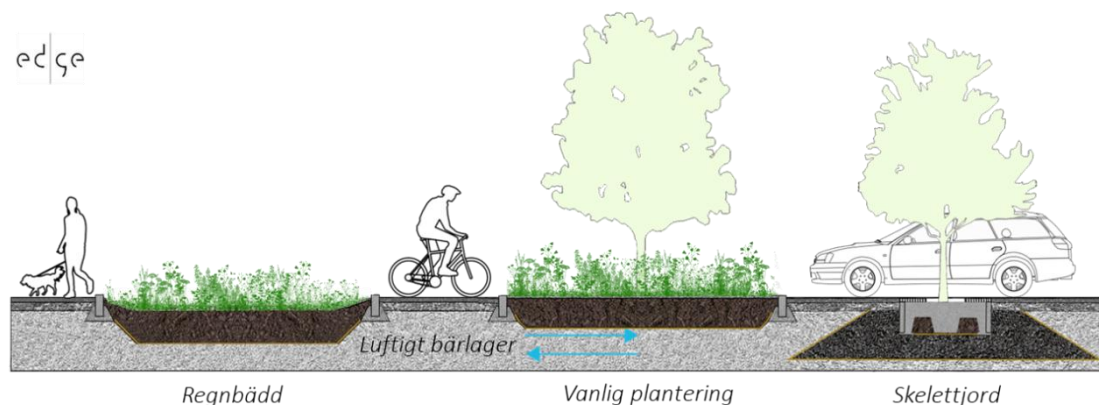
Eftersom Enköpingsvägen idag är en genomfartsled med mer trafik än resten av planområdet så finns det en större risk för olyckor som orsakar oljespill eller liknande. För att underlätta för sanering vid eventuell olycka föreslås att regnbäddar sådda med främst gräs används som den ytliga komponenten 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.

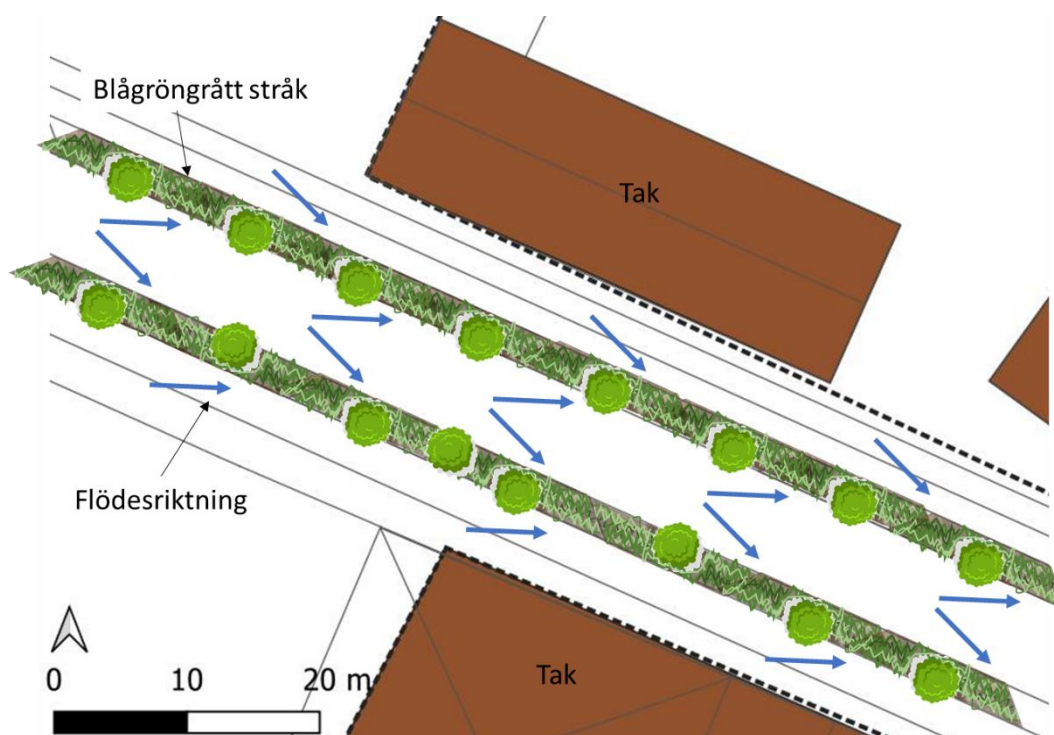
Gestaltningssmässigt kan BGG-stråket utformas med omväxlande regnbäddar och vanliga planteringsytor med förslagsvis träd. På så sätt behålls intrycket av den varierade växtligheten med både grönyta i marknivå och träd, men dagvattnet leds till regnbäddarna för att ge bra rening och enklare sanering vid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

stråk kan placeras längs Enköpingsvägen och i Figur 28 visas exempel över hur ett stråk med kombinerade regnbäddar och träd kan se ut gestaltningmässigt.

Ett alternativ till BGG-stråk är att anlägga separata regnbäddar och skelettjordar längs vägen, utan förbindande luftigt bärlager.



Figur 26. 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: Verktuget BGG-puzzel av edge.



Figur 27. Föreslagen placering av regnbäddar och träd längs Enköpingsvägen. Illustration: WRS.



Figur 28. Exempel på utformning av nedsänkta regnbäddar med trädplantering i anslutning till gata, gång- och cykelväg och parkering i Uppsala. Foto: WRS.

4.2.4 Beräkningar för exempel på gatusektion

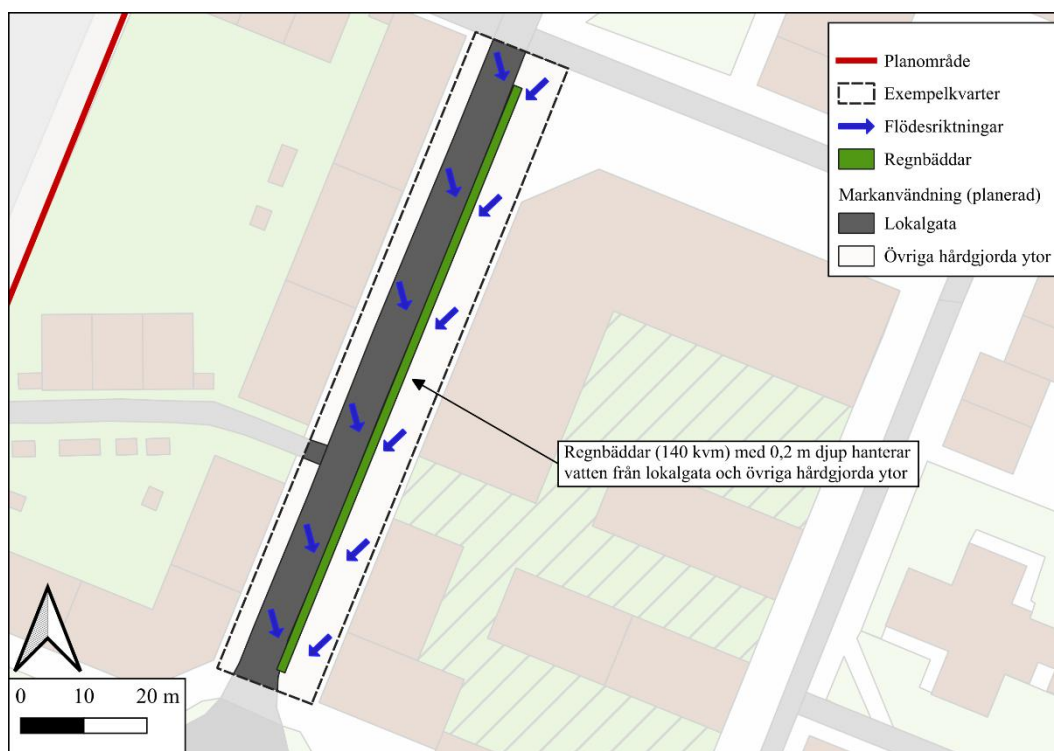
För att illustrera ytbehovet för dagvattenåtgärder inom allmän platsmark har åtgärderna ritats ut för en gatusektion i planområdets västra del. Det illustrerade området är cirka 1800 m² stort och omfattar gatan och övriga hårdgjorda ytor. För att fördröja 20 mm regn på gatan behövs cirka 28 m³ fördröjningsvolym. Om allt dagvatten från gaturummet leds till träd i skelettjord så behövs ungefär sex träd för att klara av hela magasinsbehovet, antaget att skelettjordarna kan utjämna 5 m³ vatten var. Sex träd kräver en yta på cirka 100 m² som till stor del kan placeras under gatan och gång- och cykelvägarna.

Som alternativ skelettjordar kan regnbäddar användas. Om hela magasinsbehovet ska täckas med regnbäddar behövs 140 m² regnbäddar med 20 cm djup fördröjningszon, se Figur 21.

Planområdets olika gatusektioner och övriga ytor har olika förutsättningar och därför föreslås olika åtgärder. Exempelsektionen är representativ för ungefär vilken storleksordning som behövs för ytorna generellt.



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 m³ totalt. För att utvärdera effekten av åtgärdsförslagen för dagvattenhanteringen har den förväntade belastningen beräknats i Stormtac. I Tabell 9 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.

Tabell 9. 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
<u>Kvartersmark</u>					
Fosfor	P	[kg/år]	2,4 ± 0,9	0,68 ± 0,81	-1,7
Kväve	N	[kg/år]	41 ± 17	15 ± 10	-26
Bly	Pb	[g/år]	200 ± 120	18 ± 12	-180
Koppar	Cu	[g/år]	520 ± 200	46 ± 21	-470
Zink	Zn	[g/år]	1700 ± 1000	100 ± 70	-1600
Kadmium	Cd	[g/år]	13 ± 5	1,5 ± 0,9	-12
Krom	Cr	[g/år]	130 ± 50	43 ± 51	-87
Nickel	Ni	[g/år]	96 ± 36	24 ± 14	-72
Suspenderat material	SS	[kg/år]	970 ± 480	180 ± 90	-790
Antracen	Ant	[g/år]	0,42 ± 0,28	0,10 ± 0,11	-0,32
Kvicksilver	Hg	[g/år]	0,76 ± 0,39	0,14 ± 0,09	-0,62
<u>Allmän platsmark</u>					
Fosfor	P	[kg/år]	1,7 ± 0,5	0,38 ± 0,44	-1,3
Kväve	N	[kg/år]	28 ± 10	8,6 ± 4,8	-19
Bly	Pb	[kg/år]	120 ± 60	11 ± 6	-110
Koppar	Cu	[kg/år]	300 ± 90	28 ± 11	-270
Zink	Zn	[kg/år]	650 ± 210	50 ± 17	-600
Kadmium	Cd	[kg/år]	5,6 ± 2,2	0,87 ± 0,49	-4,7
Krom	Cr	[kg/år]	160 ± 60	44 ± 51	-120
Nickel	Ni	[kg/år]	89 ± 53	14 ± 10	-75
Suspenderat material	SS	[kg/år]	640 ± 400	110 ± 70	-530
Antracen	Ant	[g/år]	0,33 ± 0,17	0,097 ± 0,10	-0,23
Kvicksilver	Hg	[g/år]	0,98 ± 0,64	0,28 ± 0,20	-0,70

I Tabell 9 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. För fosfor, kväve, krom och antracen inom kvartersmarken, samt antracen och kvicksilver inom allmän platsmark, är förändringen för liten för att säkerställas, men beräkningarna visar trots det på en förbättring även för dessa ämnen. Trots att osäkerheten är större i relation till förändringen för dessa ämnen så är det därför mycket troligt att belastningen kommer att minska även för dessa. Åtgärderna anses därför vara tillräckliga för att tillgodose behoven för recipienten Mälaren-Görvåln. Även med avseende på Brobäcken-Sätrabäcken och Broviken (se avsnitt 2.3.2) bedöms åtgärderna vara tillräckliga eftersom de med stor sannolikhet medför att näringsbelastningen minskar eller åtminstone inte ökar.

I Tabell 10 visas föroreningshalter för kvartersmark och allmän platsmark för nuläget och för planerad exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder. Beräkningarna tyder på en kraftig minskning av utgående föroreningshalter för samtliga föroreningar, i synnerhet flera av metallerna.

Tabell 10. Föroreningshalter (µg/l) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material före och efter exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder för kvartersmark respektive allmän platsmark.

			Innan exploatering	Efter exploatering med åtgärder
<u>Kvartersmark</u>				
Fosfor	P	[µg/l]	93	22
Kväve	N	[µg/l]	1600	490
Bly	Pb	[µg/l]	7,6	0,60
Koppar	Cu	[µg/l]	20	1,5
Zink	Zn	[µg/l]	64	3,4
Kadmium	Cd	[µg/l]	0,5	0,050
Krom	Cr	[µg/l]	5,0	1,4
Nickel	Ni	[µg/l]	3,7	0,77
Suspenderat material	SS	[µg/l]	37 000	5800
Antracen	Ant	[µg/l]	0,016	0,0033
Kvicksilver	Hg	[µg/l]	0,029	0,0044
<u>Allmän platsmark</u>				
Fosfor	P	[µg/l]	98	22
Kväve	N	[µg/l]	1600	500
Bly	Pb	[µg/l]	7,0	0,63
Koppar	Cu	[µg/l]	18	1,6
Zink	Zn	[µg/l]	38	2,9
Kadmium	Cd	[µg/l]	0,32	0,050
Krom	Cr	[µg/l]	9,5	2,5
Nickel	Ni	[µg/l]	5,2	0,82
Suspenderat material	SS	[µg/l]	37 000	6100
Antracen	Ant	[µg/l]	0,019	0,0056
Kvicksilver	Hg	[µg/l]	0,057	0,016

6 Slutsatser

- Idag leds allt dagvatten från planområdet för Bro torg till dagvattenledning, via diken till Brobäcken-Sätrabäcken och sedan till vattenförekomsten Mälaren-Görväln. Med planerad exploatering förväntas det totala dimensionerande dagvattenflödet öka med cirka 39 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. Det finns även behov att inte öka näringsbelastningen på Brobäcken-Sätrabäcken och Brovikens Natura 2000-område.
- 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 m³. För att möta det andra kravet krävs en total fördröjningsvolym på cirka 1 400 m³. Dagvattenåtgärder dimensionerades för att klara av att fördröja och rena 1 400 m³ vatten totalt, fördelat på allmän platsmark och kvartersmark.
- Tak och hårdgjorda ytor inom kvartersmark föreslås avvattnas till regnbäddar, alternativt nedsänkta välldränerade gräsytor, innan dagvattnet släpps ut till kommunalt dagvattennät. Ytterligare ett alternativ kan vara att anlägga tjocka gröna tak på vissa takytor.
- 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. 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.

Referenser

- BJERKING, 2025. *Rapport översiktlig miljöteknisk markundersökning Bro Torg, Upplands-Bro (granskningshandling)*.
- 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).
- HAVS OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Nr. HVMFS 2019:25.
- LANTMÄTERIET, 2025. Ortofoto Visning Årvis (WMS).
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2017. *Broviken SE0110130 - Bevarandeplan för Natura 2000-område*.
- 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/>.
- STATENS HAVERIKOMMISSION, 1993. *Brand 1992-07-07 i Bro Centrum, Upplands-Bro kommun, AB län*. Nr. O 1993:3.
- 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, 2025. StormTac Web v.25.3.1 [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 [Hämtad 2022-12-15].
- VISS, 2024. Mälaren-Görväln (MS_CD: WA11895268) [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2024-10-2].