

Dagvattenutredning Norra Sunnersta, Uppsala

Uppsala Akademiförvaltning

Färdig handling, 2024-09-19

| | |
|------------------|--|
| TITEL | Dagvattenutredning Norra Sunnersta, Uppsala |
| RAPPORTNUMMER | 1980-A |
| BESTÄLLARE | Uppsala Akademiförvaltning |
| UPPDRAGSANSVARIG | Daniel Stråe, WRS |
| FÖRFATTARE | Victoria Eriksson Russo och Johanna Jönsson, WRS |
| GRANSKNING | Daniel Stråe, WRS |
| UTGÅVA/STATUS | Färdig handling |
| DATUM | 2024-09-19 |
| OMSLAGSBILD | Illustrationsplan (utkast 2024-05-24), Strategisk Arkitektur |

Sammanfattning

Uppsala Akademiförvaltning planerar för ny bostadsbebyggelse i Norra Sunnersta. Arbetet pågår med att ta fram en detaljplan (med namn Sunnersta 51:22 m.fl.) för det 31 hektar stora området.

Den planerade bostadsbebyggelsen utgörs av flerfamiljshus-, radhus- och villaområden, förskoleområden, parkområden, samt naturmark och våtmark som bevaras.

Dagvatten från de planerade flerfamiljshusområdena föreslås fördröjas och renas i regnbäddar och i träd i skelettjord. Radhusområdena, villaområdena och förskoleområdena föreslås förses med stenkistor eller förstärkt infiltration för magasinering och rening.

Norr om planområdet, intill Bäcklösadiket, planeras ”Bäcklösa dagvattendamm”, dit dagvatten från planens västra delar efter LOD på kvartersmark kommer att ledas för fördröjning och rening. I planens nordöstra del planeras för ”Norra Sunnersta-dammen” dit resterande dagvatten leds efter LOD på kvartersmark.

Slutsatserna i dagvattenutredningen är att:

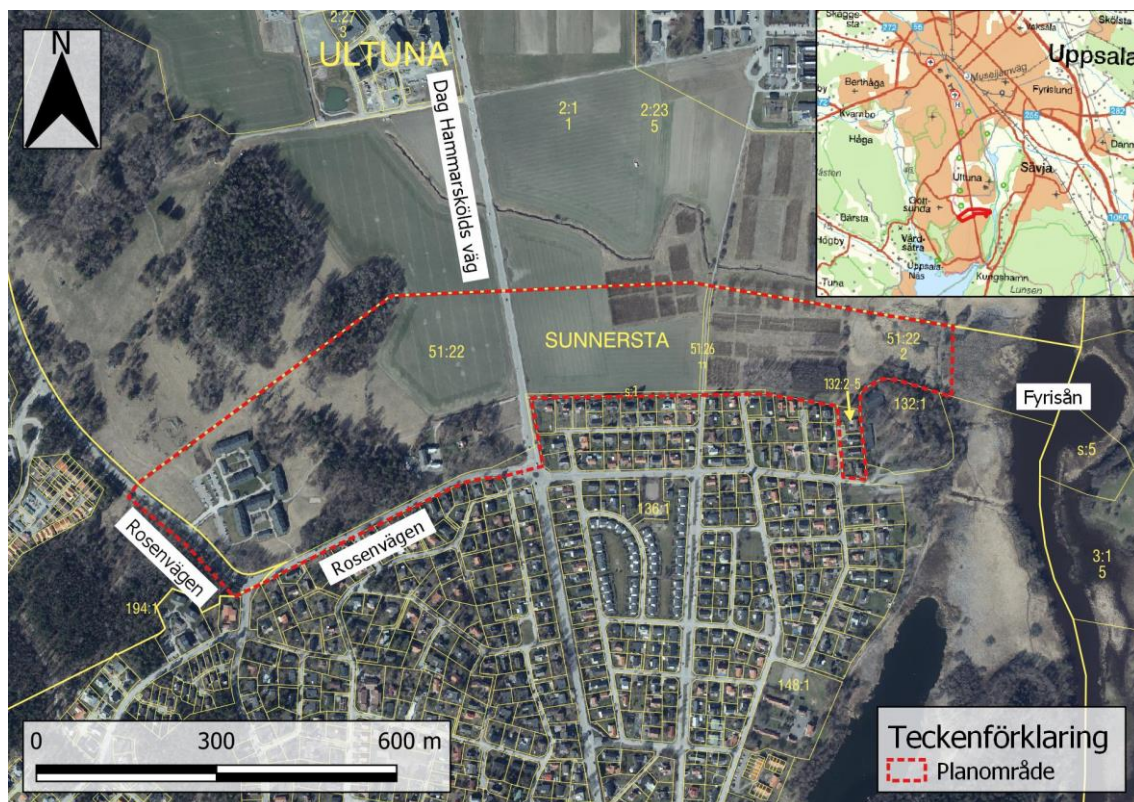
- Krav på att fördröja och rena 20 mm på fastighetsmark kommer uppfyllas genom att de föreslagna LOD-åtgärderna implementeras.
- God rening kommer att uppnås, dels i LOD-anläggningarna och dels i de planerade dagvattendammarna. Genomförda föroreningsberäkningar visar att närsalts- och föroreningsbelastningen kommer att minska för samtliga undersökta föroreningar förutom nickel jämfört med dagens markanvändning. Fyrisån har dock god status med avseende på nickel och den beräknade ökningen är mycket liten.
- Möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för Fyrisån bedöms inte försämrats efter exploatering.
- Erforderlig fördröjning i dammar för att säkerställa oförändrade flöden upp till dimensionerande återkomsttid (utan hänsyn till LOD) kan tillskapas.
- Då planen avvattnas till Fyrisån bedöms den inte medföra ökade översvämningrisker nedströms.
- Inga åtgärder behöver vidtas för att säkra planområdet mot översvämningar av Fyrisån. De berörda områdena ska förbli våtmarksområden.
- För att förhindra problematiska översvämningar på västra sidan av Dag Hammarskjölds väg i samband med skyfall kan åtgärder behöva vidtas mot de barriäreffekter som vägen enligt en tidigare skyfallsanalys skapar.
- Riskreducerande åtgärder behöver vidtas inom områden med *hög* grundvattenkänslighet.

Innehåll

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Inledning | 5 |
| 1.1 | Uppdrag och syfte | 5 |
| 1.2 | Avgränsningar..... | 5 |
| 2 | Förutsättningar | 6 |
| 2.1 | Planerad exploatering | 6 |
| 2.2 | Nuvarande och historisk markanvändning..... | 7 |
| 2.2.1 | Skyddsområden | 8 |
| 2.3 | Geologi och topografi | 9 |
| 2.3.1 | Markföroreningar..... | 11 |
| 2.4 | Ytvattenrecipient | 11 |
| 2.5 | Hydrologi och grundvattenförekomst..... | 12 |
| 2.6 | Nuvarande dagvattenhantering | 15 |
| 2.6.1 | Markavvattningsföretag..... | 16 |
| 2.6.2 | Skyfallskartering | 17 |
| 2.6.3 | Översvämningskartering | 18 |
| 2.7 | Riktlinjer för dagvattenhantering | 19 |
| 2.7.1 | Fastighetsmark | 19 |
| 2.7.2 | Allmän platsmark | 20 |
| 3 | Flödes- och föroreningsberäkningar | 21 |
| 3.1 | Markanvändning..... | 21 |
| 3.2 | Flöden nuläge och framtid | 24 |
| 3.3 | Magasinsbehov..... | 25 |
| 3.3.1 | Fastighetsmark | 25 |
| 3.3.2 | Allmän platsmark | 26 |
| 3.4 | Närsalts- och föroreningsberäkningar..... | 28 |
| 4 | Förslag på dagvattenhantering..... | 30 |
| 4.1 | Fastighetsmark | 30 |
| 4.1.1 | Regnbäddar | 30 |
| 4.1.2 | Träd i skelettjord (kolmakadam) | 32 |
| 4.1.3 | Stenkista och förstärkt infiltration..... | 34 |
| 4.2 | Allmän platsmark | 36 |
| 4.3 | Förväntad rening | 36 |
| 4.4 | Skyfall och åtgärder mot översvämning..... | 37 |
| 5 | Bedömda effekter av föreslagna åtgärder | 39 |
| 5.1 | Ytbehov, magasinering och avrinning | 39 |
| 5.2 | Närsalts- och föroreningsbelastning | 39 |
| 5.3 | Behov av ytterligare åtgärder..... | 40 |
| 5.3.1 | Grundvattenkänslighet | 40 |
| 5.3.2 | Markavvattningsföretag..... | 41 |
| 5.3.3 | Tillstånd och dispenser..... | 42 |
| 6 | Diskussion kring dimensioneringskrav på dammar..... | 43 |
| 7 | Slutsatser | 44 |
| | Referenser | 45 |
| | Bilaga 1. Beräkning av regnbäddarnas ytbehov..... | 47 |

1 Inledning

Uppsala Akademiförvaltning planerar för ny bostadsbebyggelse i Norra Sunnersta. Arbetet pågår med att ta fram en detaljplan (med namn Sunnersta 51:22 m.fl.) för det 31 hektar stora området (Figur 1).



Figur 1. Nuvarande markanvändning inom planområdet, år 2021. Ortofoto: © Lantmäteriet.

1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag av Uppsala Akademiförvaltning att göra en dagvattenutredning för att klargöra förutsättningarna för dagvattenhanteringen och ge förslag till LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten) efter exploatering. Förslagen ska vara i överensstämmelse med Uppsala vattens styrande dokument och säkerställa att förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer i mottagande recipient inte försämras.

1.2 Avgränsningar

Under arbetet med denna dagvattenutredning har planerad bebyggelse inom detaljplaneområdet varit i skisstadiet, vilket gör att beräkningar och föreslagna LOD-anläggningar som presenteras i dagvattenutredningen enbart är översiktliga.

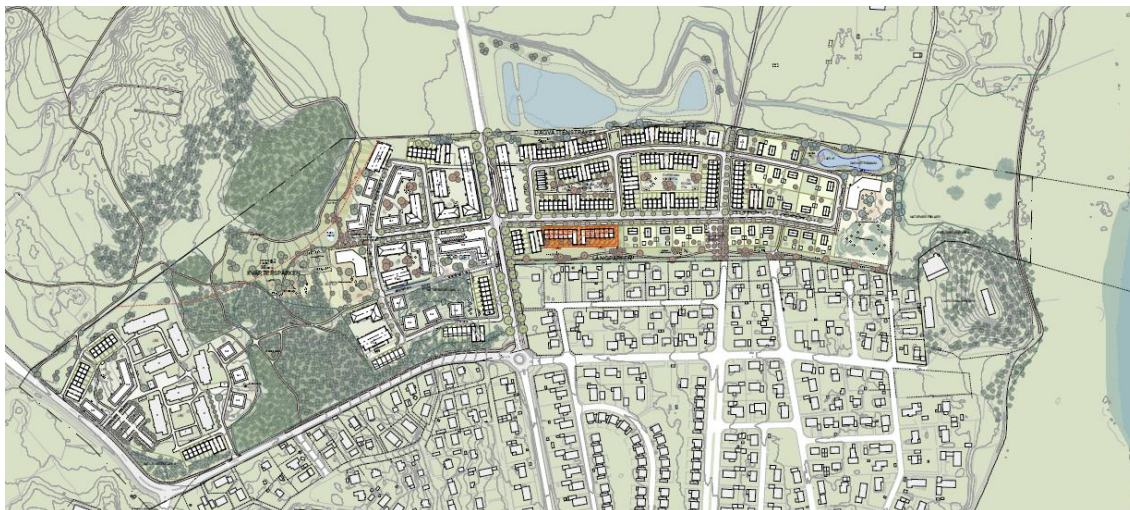
Parallellt med detta uppdrag pågår även arbetet med att projektera Bäcklösa dagvattendamm, som ska ligga i direkt anslutning till detaljplaneområdet. Viss samordning har skett mellan det projektet och denna dagvattenutredning, men utredningen kan behöva uppdateras efter att projekteringen är klar.

2 Förutsättningar

2.1 Planerad exploatering

Den planerade bostadsbebyggelsen utgörs av flerfamiljshus-, radhus- och villaområden, förskoleområden, parkområden, samt naturmark och våtmark som bevaras.

Skogsområdet mellan de nya och befintliga flerfamiljshusen i väster bevaras samtidigt som befintligt flerfamiljshusområde förtätas (Figur 2).



Figur 2. Illustrationsplan över Norra Sunnersta. Utkast Strategisk Arkitektur (2024).

Norr om planområdet, intill Bäcklösadiket, planeras ”Bäcklösa dagvattendamm”, som kommer att emotta dagvatten från ett 230 hektar stort område (Sweco, 2024).

I detta skede finns inget ledningsnät inom planområdet projekterat, men utifrån nuvarande topografi och framtida bebyggelse tros planområdet delas in i tre delavrinningsområden (Figur 3):

1. Västra delavrinningsområdet

All mark väster om Dag Hammarskjölds väg samt de västra delarna öster om vägen. Dagvatten från detta delavrinningsområde bedöms kunna ledas till Bäcklösa dagvattendamm.

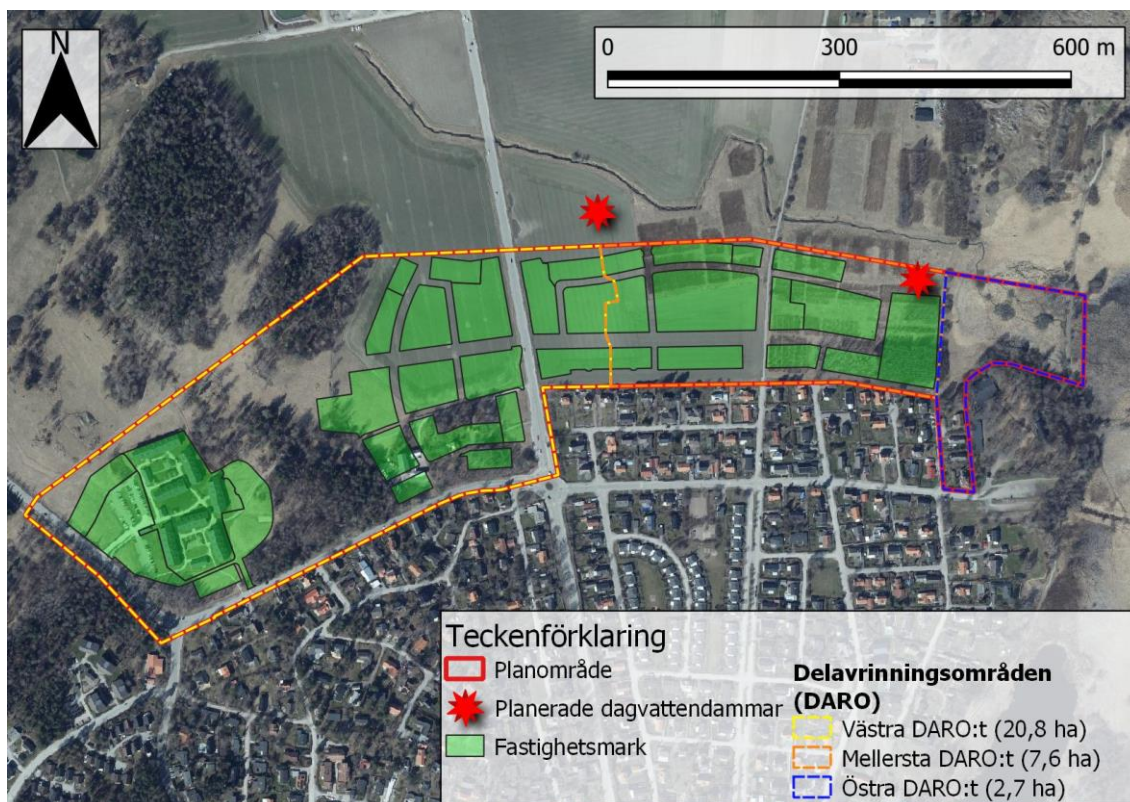
2. Mellersta delavrinningsområdet

All nyexploaterad mark öster om Dag Hammarskjölds väg. Dagvatten från detta delavrinningsområde planeras ledas till en dagvattendamm i nordöstra delen av planområdet, i denna utredning kallad Norra Sunnersta-dammen.

3. Östra delavrinningsområdet

Befintlig mark som bevaras. Då det ej kommer anläggas något (nytt) dagvattenledningsnät här kommer dagvattnet inte att ledas till någon av dammarna.

Nästan 14 hektar av planområdet kommer att utgöras av fastighetsmark, medan övriga 17 hektar blir allmän platsmark (Figur 3).



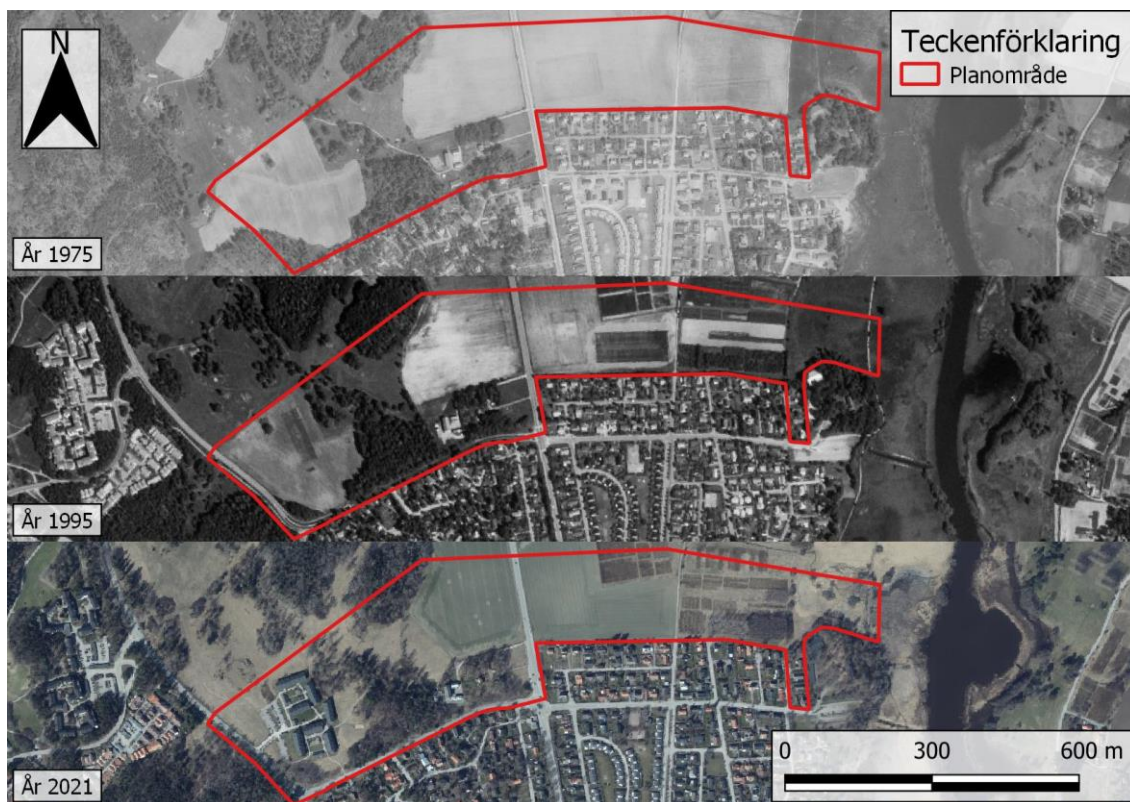
Figur 3. Ungefärliga delavrinningsområden samt fastighetsmark inom planområdet (Strategisk Arkitektur, 2024). Övrig mark är allmän platsmark. Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.2 Nuvarande och historisk markanvändning

Planområdet för Norra Sunnersta ligger mellan Ultuna och Sunnersta. Området är ungefär 31 hektar stort och avgränsas i de sydvästra delarna av Rosenvägen och i de östra delarna av Fyrisån. Dag Hammarskjölds väg går även rätt igenom planområdet (Figur 1).

Markanvändningen i planområdet utgörs idag till största delen av jordbruksmark och naturmark med inslag av skog främst i de västra delarna av planområdet samt ett våtmarksområde intill Fyrisån längst i öster. Viss bebyggelse finns även inom området i form av flerfamiljshus (studentbostäder) och en mindre industri väster om Dag Hammarskjölds väg samt ett fåtal villor i sydöstra delen (Figur 4).

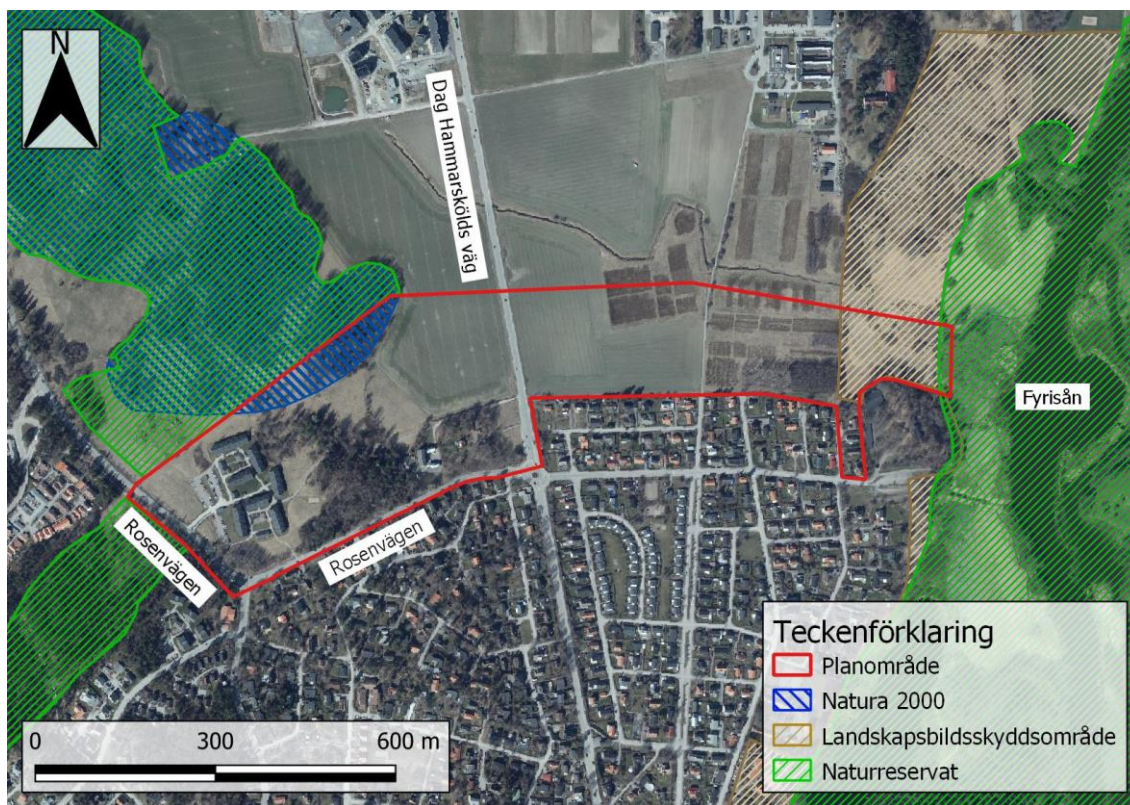
Historiskt har markanvändningen inom området varit relativt oförändrat sedan 1975. Ett flerfamiljshusområde har dock tillkommit i de västra delarna av planområdet sedan 1995 och en del av jordbruksmarken på planområdets östra sida har planterats med energiskog mellan 1975 och 1995 (Figur 4).



Figur 4. Ortofoto över planområdet år 1975, 1995 och 2021. Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.2.1 Skyddsområden

Flera sorters skyddsområden finns inom och runtomkring planområdet (Figur 5). I de nordvästra delarna finns ett Natura 2000-område som sträcker sig in i planområdet i befintligt skogsområde. I de östra delarna av planområdet, intill Fyrisån, klassas befintligt våtmarksområde som landskapsbildsskyddsområde medan de mest östliga delarna även är naturreservat. Planerad bebyggelse (Figur 2) ligger utanför dessa skyddade områden. Mark som angränsar till planområdet i väst samt nordväst är också naturreservat.



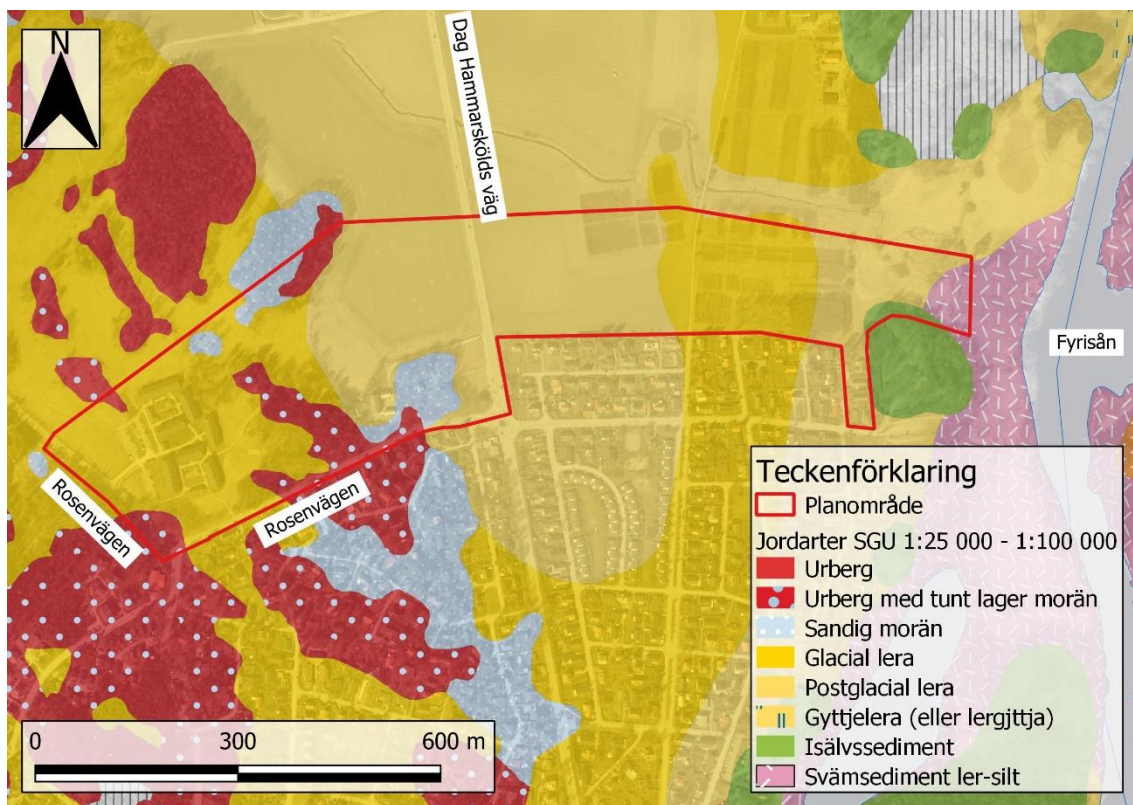
Figur 5. Skyddade områden i utredningsområdet. Källa: Naturvårdsverket (2024). Ortofoto: © Lantmäteriet.

Hela planområdet ligger inom vattenskyddsområde (Figur 9), vilket behandlas i avsnitt 2.5 *Hydrologi och grundvattenförekomst*. Fyrisåns strandskyddsområde angränsar östra kanten av planområdet (Länsstyrelsen Uppsala län, 2023).

2.3 Geologi och topografi

Planområdet består till största del av glacial och postglacial lera. I de östra delarna, intill Fyrisån, finns ett mindre område med isälvs- och svämsediment. I de västra delarna där finns inslag av urberg, sandig morän, samt urberg överlagrat av ett tunt lager morän (Figur 6). Genomsläppligheten bedöms enligt SGU:s genomsläpplighetskarta vara låg i områdena med lerjordar och medelhög i områdena med urberg och morän (SGU, 2024a) vilket innebär att förutsättningarna för infiltration av dagvatten inom planområdet antas vara begränsade. Vid eventuell infiltration av dagvatten behöver man även ta hänsyn till vattenskyddsområdet och grundvattenförekomsten vilket beskrivs vidare i avsnitt 2.5.

Enligt tidigare geoteknisk undersökning av Bjerking består jordarterna i området av ett lager kohesionsjord ovan friktionsjord vilandes på berg (Bjerking, 2024a). Jordbruksmarken runt Dag Hammarskjölds väg har ett lerdjup på mellan 1,8 till 20,7 meter. I västra delen av området är jorddjupen mer begränsade jämfört med övriga delar av planområdet.



Figur 6. Jordarter i utredningsområdet. Källa: SGU (2024b). Ortofoto: © Lantmäteriet.

Terrängen inom planområdet sluttar mot Fyrisån i öst från +30 längs Rosenvägen till +2 närmast Fyrisån (RH 2000). Delarna som i dagsläget består av skog är betydligt mer kuperade än resterande delar av planområdet (Figur 7).



Figur 7. Höjdnivåer inom utredningsområdet. Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.3.1 Markföroreningar

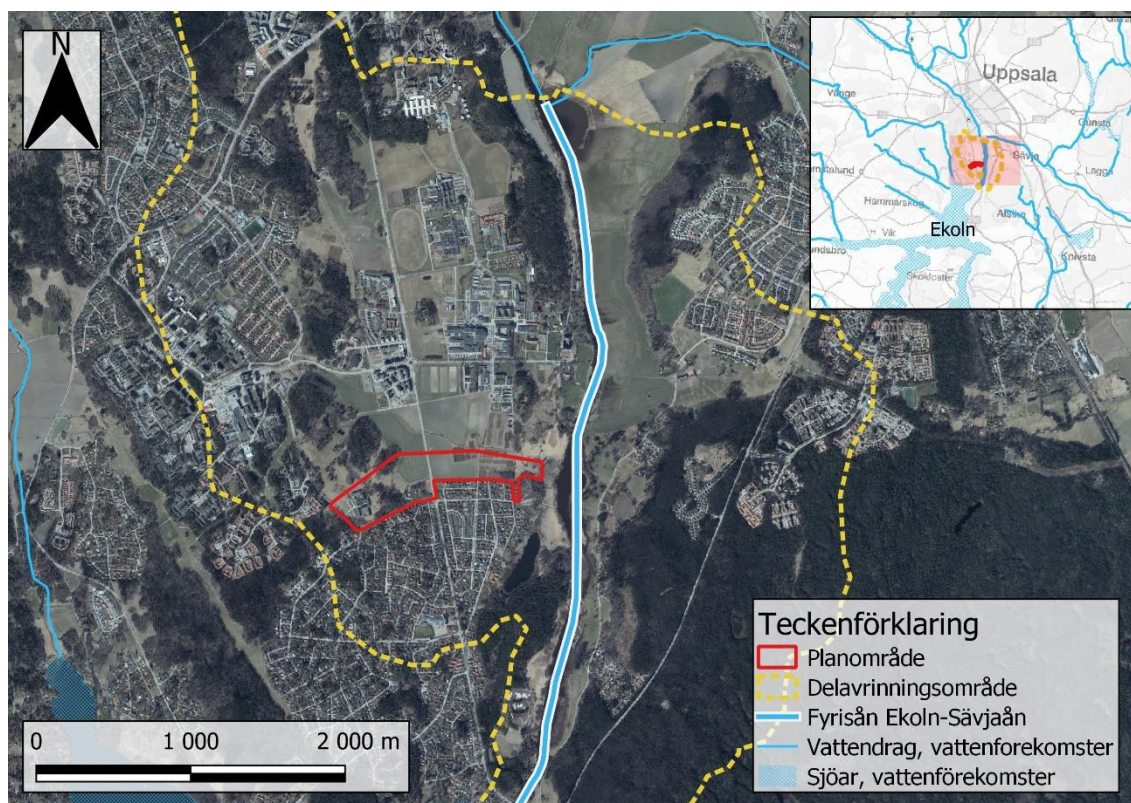
EBH-kartan visar inga potentiellt förorenade områden inom planområdet (Länsstyrelserna, 2024) och den historiska och nuvarande markanvändningen ger heller inga skäl att misstänka sådana.

2.4 Ytvattenrecipient

Ytvattenrecipient för området är vattenförekomsten *Fyrisån Ekoln-Sävjaån*, fortsättningsvis benämnd som Fyrisån (WA67670465) (Vattenmyndigheterna m.fl., 2023). Fyrisån har sitt utlopp i Ekoln cirka 2 kilometer nedströms planområdet (Figur 8).

Den ekologiska statusen i Fyrisån är bedömd till måttlig med en hög tillförlitlighet. Detta beror bland annat på att de biologiska kvalitetsfaktorerna för kiselalger och fisk endast uppnår måttlig status tillsammans med de fysikalisk-kemiska faktorerna för näringsämnen och det särskilt förorenade ämnet ammoniak.

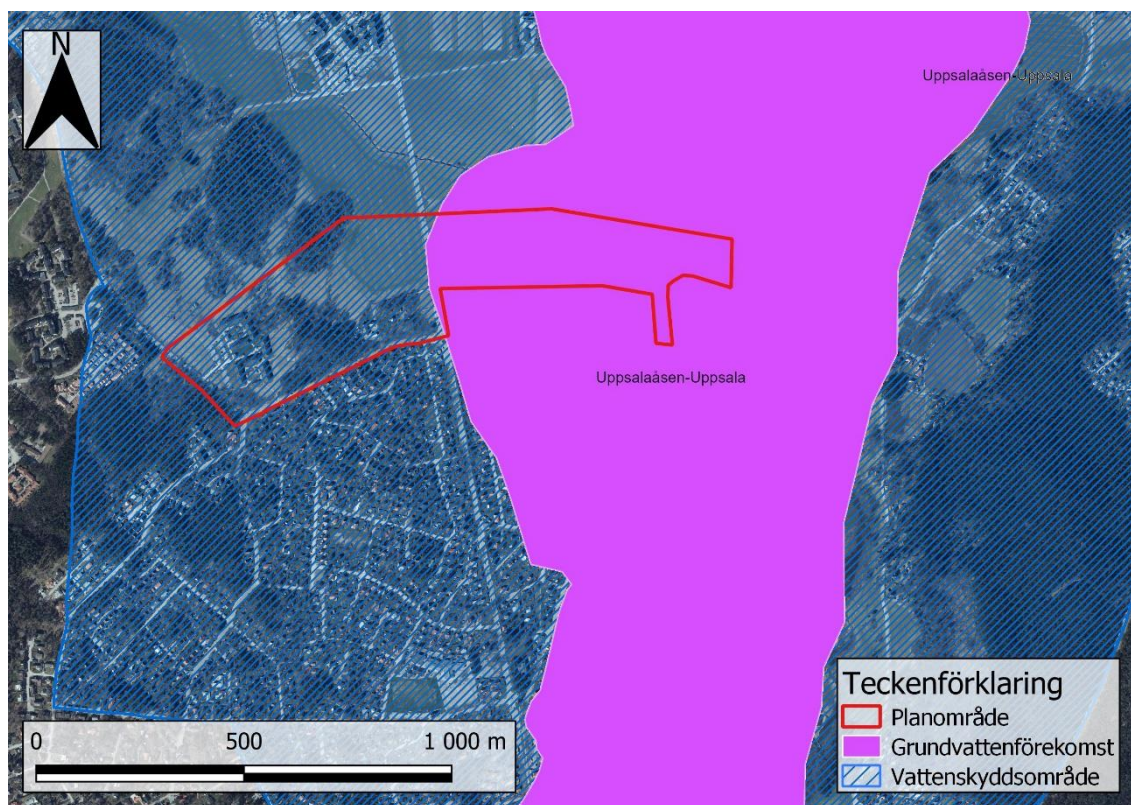
Fyrisån uppnår ej god kemisk status då halterna av ämnena antracen, PFOS, Benso(a)pyren och tributyltenn överskrider tillsammans med de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter.



Figur 8. Ytvattenrecipient och delavrinningsområde som planområdet ligger inom. Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.5 Hydrologi och grundvattenförekomst

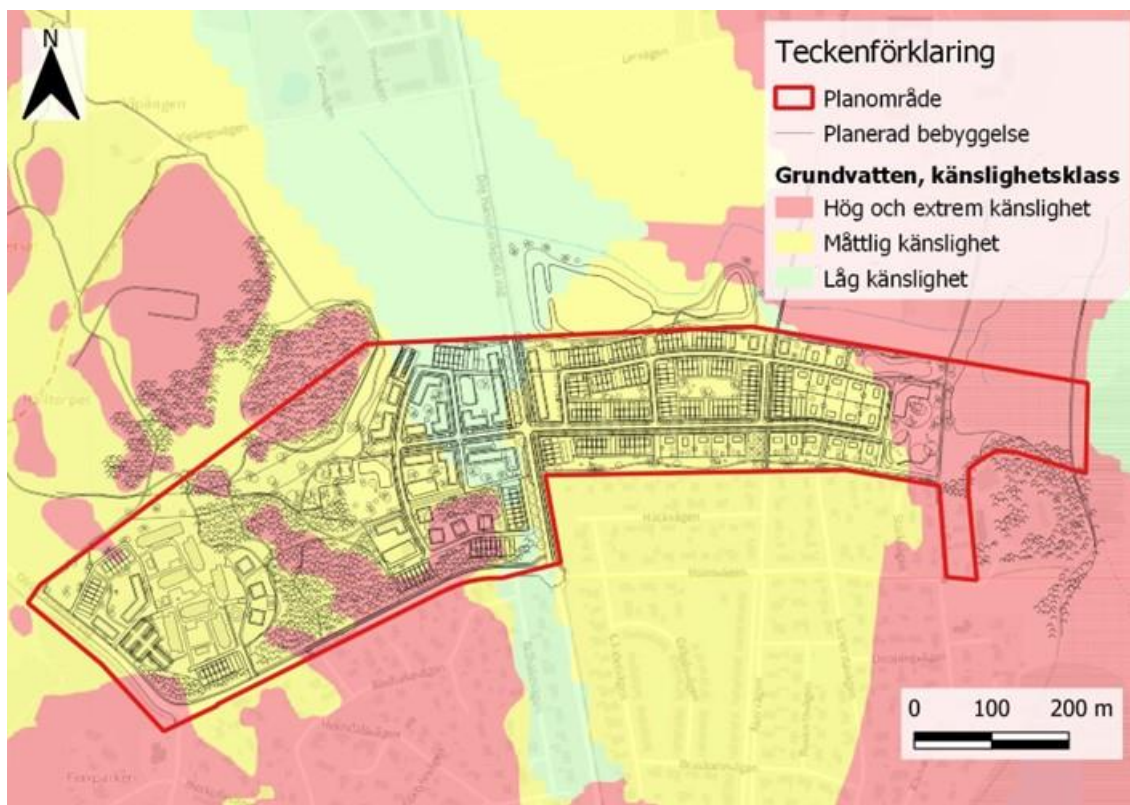
Den östra delen av planområdet ligger inom grundvattenförekomsten Uppsalaåsen-Uppsala (WA99626655). Uppsalaåsen bedöms ha en god kvantitativ status. Den kemiska statusen i Uppsalaåsen är otillfredsställande på grund av för höga halter bekämpningsmedel och PFAS 11. Planområdets närhet till Uppsalaåsen leder till att den ligger inom vattenskyddsområde, sekundär zon (Figur 9).



Figur 9. Grundvattenförekomsten Uppsalaåsen-Uppsala samt vattenskyddsområdets utbredning omkring utredningsområdet. Ortofoto: © Lantmäteriet.

Enligt tidigare utförd geoteknisk undersökning ligger grundvattnets trycknivåer i de västra delarna av planområdet mellan 1–2 meter under markytan (Bjerking, 2024a). I de mellersta och östra delarna av planområdet skapar det mäktiga lagret lera en tät barriär mellan grundvattenakviferen och ovanpå liggande markvatten. Grundvattnet inom planområdet uppskattas flöda mot Uppsalaåsen från väst till öst.

Då hela planområdet ligger inom tillrinningsområdet för Uppsalaåsen omfattas det av Uppsala kommuns riktlinjer för markanvändning ur grundvattensynpunkt (Uppsala kommun, 2018). Inom större delen av planområdet är känslighetsklassen för grundvatten bedömd till *måttlig* eller *låg*, men även områden med *hög* och *extrem* förekommer enligt kommunens grundvattenkänslighetskarta (Figur 10).



Figur 10. Uppsala kommuns känslighetskarta för grundvatten (Uppsala kommun, 2024) samt planerad bebyggelse.

Inom två områden med *hög* grundvattenkänslighet planeras bebyggelse, varav ett ligger strax väster om Dag Hammarskjölds väg, och ett längst i öster.

Riskbedömningar för skydd av grundvattnet har genomförts inom planområdet av Geosigma (2022). Därefter har dock kommunen tagit fram en ny grundvattenkänslighetskarta, varvid en ny riskbedömning för grundvatten tagits fram av Bjerking (2024b). Enligt Bjerking (2024b) har båda områden som planeras byggas hög känslighet, delklass Ha i det östra området och delklass Hd i det västra. Enligt Uppsala Vattens riktlinjer för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet (Uppsala Vatten, 2021) definieras dessa delklasser enligt följande:

- Ha: Lera med mäktighet mindre än 5 meter som överlagrar isälvsmaterial
- Hd: Morän och bergsområde inom 1000 meter från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial med hydraulisk kontakt med isälvsmaterial.

Inom områden klassade som Ha och Hd finns ett antal principer för riskreducering framtagna (Uppsala Vatten, 2021), varav flera är aktuella för planen. Ett arbete med revidering av riktlinjerna pågår dock och diskussioner förs inom både kommunen och Uppsala Vatten och Avfall kring olika aspekter av kraven på grundvattenskyddsåtgärder. I Tabell 1 nedan återges de nuvarande huvudprinciperna.

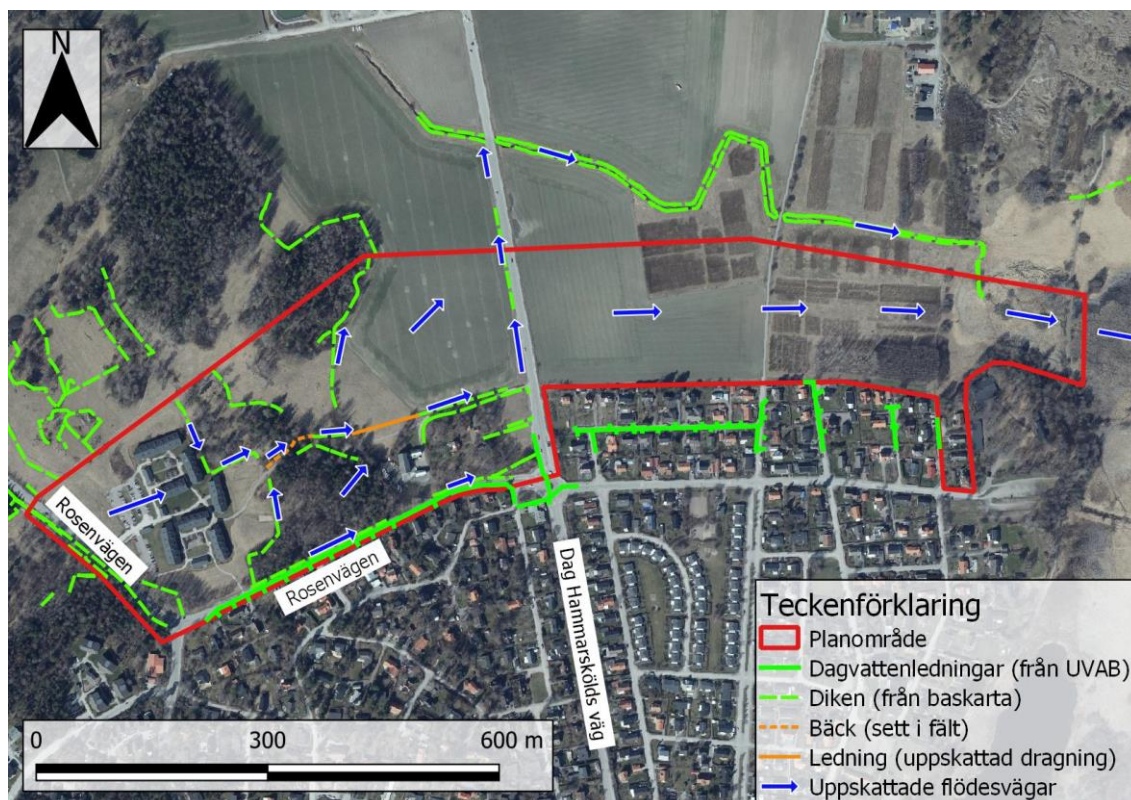
Tabell 1. Riskreducerande åtgärder inom känslighetszon Ha och Hd enligt Uppsala Vatten (2021)

| Aktivitet | Högekänslig zon – Ha | Högekänslig zon - Hd |
|--|--|--|
| Nybyggnation bostäder | Tillåtet om försiktighetsåtgärder genomförs. | Tillåtet om försiktighetsåtgärder genomförs. |
| Fastighet med våningsplan under mark | Våningsplan under mark i högekänslig zon kan medföra att extremt känslig zon skapas. Om så inte är fallet är det tillåtet förutsatt att det byggs tätt och utan genomföringar i golv samt upp till en nivå på vägg som minimerar spridningsrisken. | Våningsplan under mark är tillåtet förutsatt att det byggs tätt och utan genomföringar i golv samt upp till en nivå på vägg som minimerar spridningsrisken. |
| Släckvattenzon | Släckvattenzon ska anläggas vid nybyggnation. I samband med åtgärder och schakt runt befintlig byggnad ska släckvattenzon anläggas. Släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen. | Släckvattenzon ska anläggas vid nybyggnation. I samband med åtgärder och schakt runt befintlig byggnad ska släckvattenzon anläggas. Släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen. |
| Dagvatten från gång- och cykelväg (GC-väg) | I grönområden får dagvatten från GC-väg infiltreras. Vid GC-väg i direkt anslutning till gata gäller samma principer som för väg och gata. | I grönområden får dagvatten från GC-väg infiltreras. Vid GC-väg i direkt anslutning till gata gäller samma principer som för väg och gata. |
| Dagvatten från väg och gata | Rening av dagvattnet bör ske i tät växtbädd, därefter ska det ledas bort från zonen i ledningar. | Rening av dagvattnet bör ske i tät växtbädd, därefter ska det ledas bort från zonen i ledningar. |
| Ledningar | Ledningar ska ha garanterat täta skarvar (kryppmuff eller dylikt). Tätskikt under ledningsgrav behövs inte förutsatt att tillräckligt med naturligt tätt jordlager (lera) finns kvar. Ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen. Avrinningen ska inte kunna nå extremt känslig zon. | Ledningar ska ha garanterat täta skarvar (kryppmuff eller dylikt). Ledningsgrav ska utformas med tätskikt för att eventuell förorening inte ska kunna nå extremt känslig zon via ledningsgraven. Ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen. |
| Översvämningvatten eller vatten från sekundära avrinningsvägar | Översvämningvatten får ledas mot grönytor för fördröjning och infiltration. | Översvämningvatten får ledas mot grönytor för fördröjning och infiltration. |
| Renat dagvatten från allmän dagvattenanläggning | Renat dagvatten kan ytligt ledas till denna zon förutsatt att det inte passerar extremt känslig zon efteråt. | Renat dagvatten kan ytligt ledas till denna zon förutsatt att det inte passerar extremt känslig zon efteråt. |

Känslighetsklassen *extrem* används endast för ”isälvsmaterial i dagen (grönt) på jordartskartan + 50 m osäkerhetsmarginal (baserat på SGU:s rekommendationer med avseende på generaliseringar och onoggrannhet i kartgränser).” (Rejlers, 2023). Enligt Bjerking (2024b) har isälvsmaterial enbart påträffats invid dansbanan Liljekonvaljholmen (där isälvsmaterial ses i jordartskartan i Figur 6), vilket är utanför planerad bebyggelse.

2.6 Nuvarande dagvattenhantering

Då den obebyggda marken huvudsakligen utgörs av jordbruksmark finns det öppna jordbruksdiken (Figur 11) och sannolikt en del täckdiken inom planområdet.

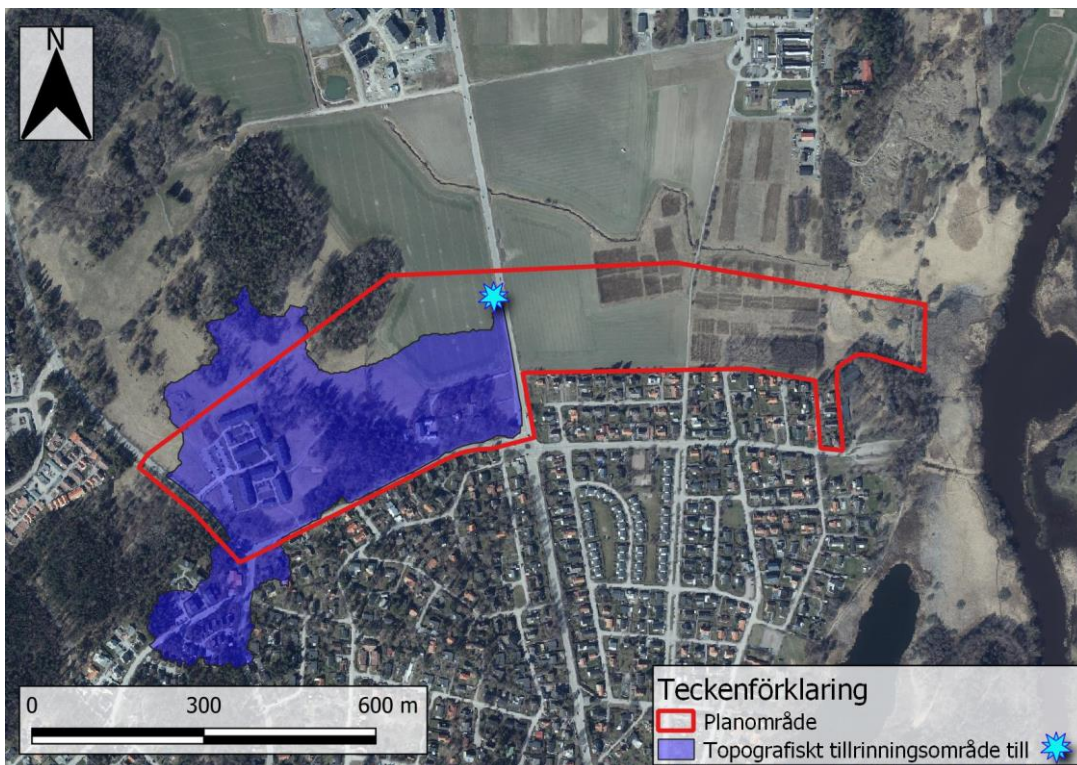


Figur 11. Befintliga diken och dagvattenledningar inom/omkring planområdet inklusive uppskattade flödesvägar. Ortofoto: © Lantmäteriet.

Uppsala Vatten (2023) har i dagsläget dagvattenledningar inom planområdet längs med Rosenvägen i söder samt precis utanför planområdet vid de befintliga villorna i sydost (Figur 11). Dessutom finns det ett lokalt dagvattenledningsnät vid befintliga studentbostäder i västra delen av planområdet. Dragningarna av dagvattenledningarna inom studentområdet har dock ej funnits tillgängliga under arbetet med denna dagvattenutredning, men tros mynna i en bäck som leder vattnet österut via diken och täckdiken till Bäcklösadiket.

Vatten i västra delen av planområdet tros ledas nordost ut till Bäcklösadiket (dock saknas dikes-/ledningsunderlag för att bekräfta detta) medan vatten i östra delen leds rakt österut till våtmarksområdet intill Fyrisån (Figur 11). Detta innebär att planområdet i dagsläget består av två delavrinningsområden: väster respektive öster om Dag Hammarskjölds väg.

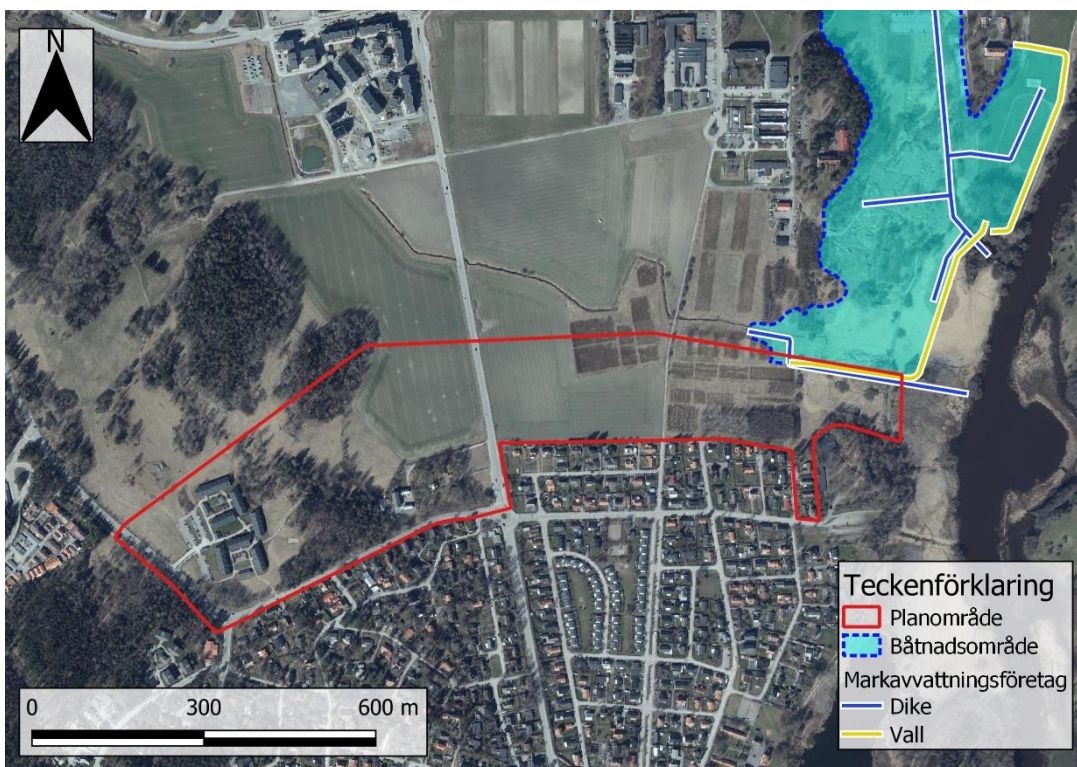
Utifrån topografin kan även dagvatten från ett mindre område sydväst om planområdet (Figur 12) ledas in i planområdet vid flöden som överstiger ledningsnätets kapacitet.



Figur 12. Topografiskt tillrinningsområde väster om Dag Hammarskjölds väg. Öster om Dag Hammarskjölds väg sker avrinningen diffust eller sker via okända dräneringsledning/täckdiken. Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.6.1 Markavvattningsföretag

Utredningsområdet omfattas av markavvattningsföretaget *Ultuna inv* (CK0916) intill de nordöstra delarna av planområdet (Figur 13).

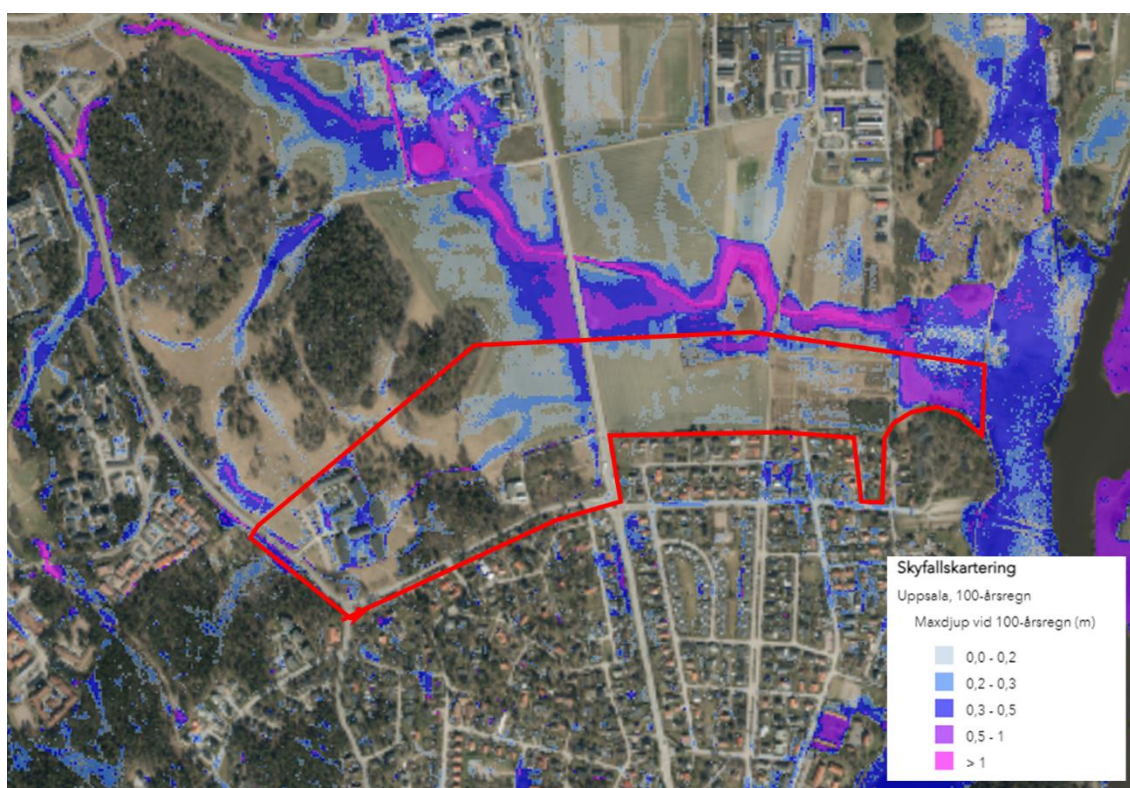


Figur 13. Markavvattningsföretag i utredningsområdet. Källa: Länsstyrelserna (2022). Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.6.2 Skyfallskartering

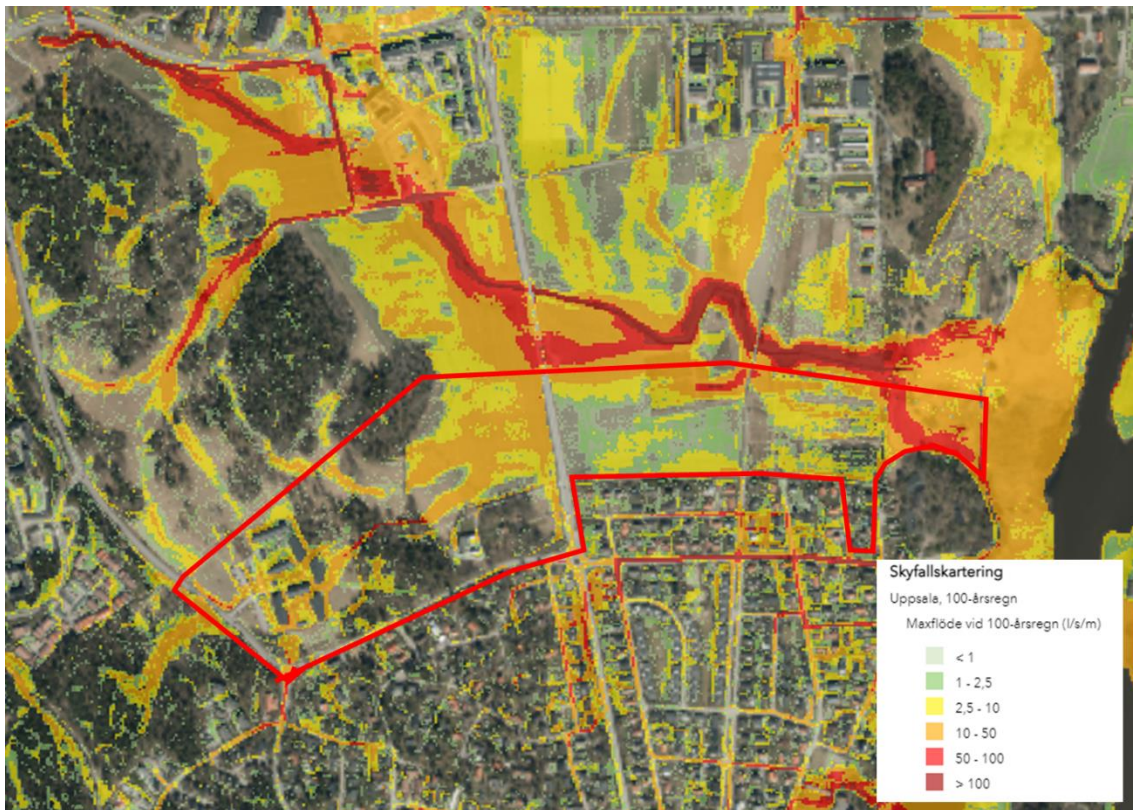
DHI har på uppdrag av Uppsala kommun tagit fram en dynamisk skyfallsmodell över området (Uppsala Vatten, 2024). Karteringen (Figur 14) visar att mindre delar av området i nuläget riskerar stående vatten vid ett regn med 100 års återkomsttid:

- vattenmassor med djup på upp till 0,5 meter uppstår vid de befintliga flerfamiljshusen i västra delen av planområdet
- på västra sidan av Dag Hammarskjölds väg blir en större yta översvämmad med maximalt vattendjup på 0,5 meter intill vägen
- i de östligaste delarna av planområdet uppskattas vattendjupen vara mellan 0,5 till 1 meter.
- ett större område blir även översvämmat i anslutning till Bäcklösadiket i norr i västra delen av planområdet



Figur 14. Maximala vattendjup till följd av ett 100-årsregn. Planområdet är markerat i rött. Källa: Uppsala Vatten (2024).

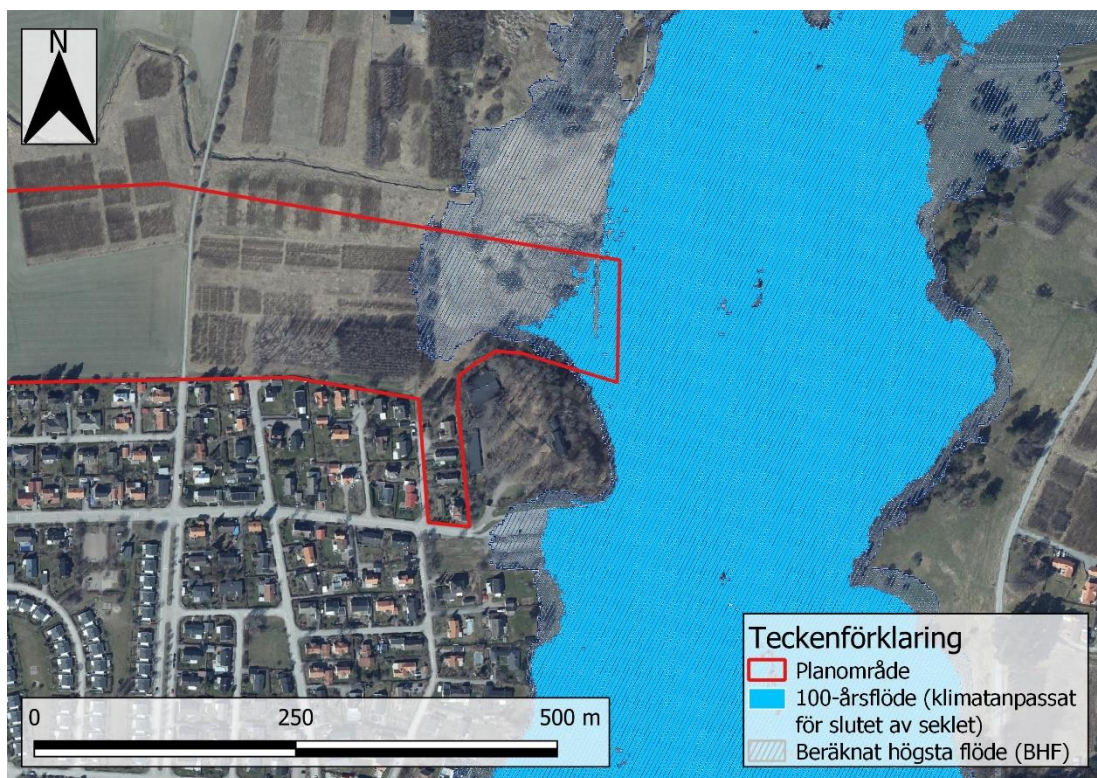
Figur 15 visar maximala flöden som uppstår till följd av det modellerade 100-årsregnet. Inom planområdet bildas en flödesväg i den västra delen i östlig riktning från flerfamiljshusområdet (Uppsala Vatten, 2024). Större maximala flöden kan även ses i en del av det östra området där bebyggelse planeras. Även i de östligaste delarna av planområdet intill Fyrisån är de maximala flödena höga. Här planeras ingen bebyggelse.



Figur 15. Maximala flöden till följd av ett 100-årsregn. Planområdet är markerat i rött. Källa: Uppsala Vatten (2024).

2.6.3 Översvämningskartering

Vid ett 100-årsflöde i Fyrisån riskerar en mindre del av östra delen av planområdet bli översvämmat och vid beräknat högsta flöde (BHF) går översvämningsutbredningen ytterligare ca 100 m in på planområdet (Figur 16). Bebyggelse bör undvikas på dessa platser ur ett översvämningsperspektiv. Då ingen nybyggnation planeras inom översvämningsområdena så bedöms risken att skada på fastigheter ska uppstå till följd av översvämmning av Fyrisån vara mycket liten, förutsatt att befintlig marknivå inte sänks och ny bebyggelse inte anläggs med källare.



Figur 16. Översvämningsutbredning till följd av ett 100-årsflöde samt beräknat högsta flöde i Fyrisån. Källa: MSB (2022) Ortofoto: © Lantmäteriet.

2.7 Riktlinjer för dagvattenhantering

Uppsala kommun och Uppsala Vatten har flertalet dokument rörande dagvatten. I dagvattenutredningen har följande dokument beaktats:

1. Checklista för dagvattenutredningar (Uppsala Vatten, 2018a)
 - Alla punkter i checklistan har bockats av under arbetet med denna dagvattenutredning
2. Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark (Uppsala Vatten, u.å.)
 - Beskrivs/behandlas i avsnitt 2.7.1 och 3.3.1
3. Projekteringsanvisningar för öppna dagvattendammar (Uppsala Vatten, 2022)
 - Beskrivs/behandlas i avsnitt 2.7.2 och 3.3.2

Uppsala kommun har även ett vattenprogram (Uppsala kommun, 2021) där ett av målen är att uppnå en hållbar dagvattenhantering genom att utnyttja dagvatten som en resurs för effektiv vattenanvändning och minskad spridning av föroreningar.

2.7.1 Fastighetsmark

I Uppsala Vattens ”Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark” (Uppsala Vatten, u.å.) anges att det dagvatten som uppkommer inom fastighetsmark ska kvarhållas och renas lokalt, gärna i kombination med växtlighet, innan flödet ansluts till en allmän dagvattenanläggning. I riktlinjerna finns två nivåer på krav beroende på avstånd till recipient:

1. Om fastigheten **ligger** i direkt närhet till utloppet i recipienten ska dagvattenanläggningar utformas så att **10 millimeter** regn kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning.

2. Om fastigheten **inte ligger** i direkt närhet till utloppet i recipienten ska dagvattenanläggningar utformas så att **20 millimeter** regn kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.

Vad som avses med ”i direkt närhet till utloppet i recipienten” framgår inte i riktlinjerna (Uppsala Vatten, u.å.), men utifrån mailkontakt med Uppsala Vatten anser de att den berörda detaljplanen inte ligger i direkt närhet och att 20 millimeter således ska fördröjas inom fastighetsmarken. Detta bl.a. på grund av begränsad kapacitet i Bäcklösadiket.

2.7.2 Allmän platsmark

Enligt Uppsala Vatten (Persson, 2023 Mejlkontakt) finns inga dagvattenriktlinjer för allmän platsmark, men den samlade reningen och fördröjningen inom detaljplaneområdet ska utföras enligt Uppsala Vattens projekteringsanvisningar för öppna dagvattendammar (Uppsala Vatten, 2022). I projekteringsanvisningarna beskrivs 3 typer av dammar:

1. Utjämningsdamm
2. Reningsdamm
3. Damm för både rening och utjämning

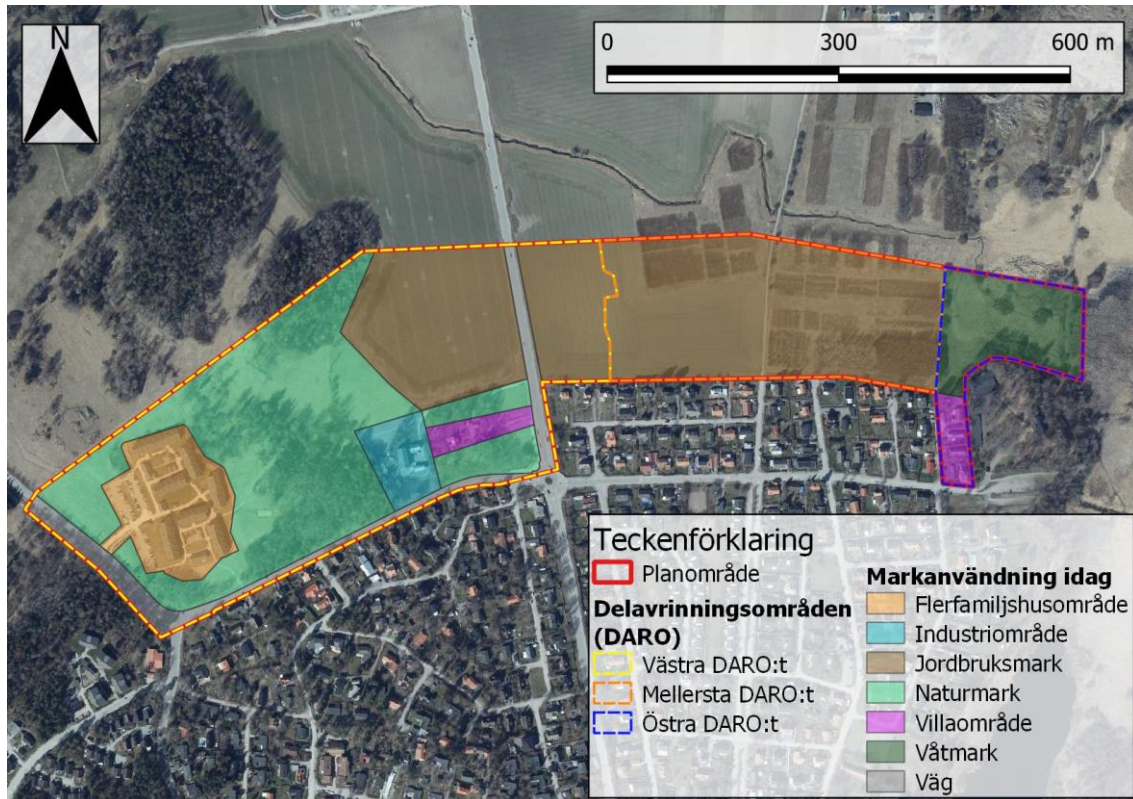
Enligt Uppsala Vatten (Persson, 2023 Mejlkontakt) är det dammtyp 3 som ska användas för detaljplaneområdet Norra Sunnersta. För dammtyp 3 ska det omhändertas 20 millimeter i renings- och fördröjningsvolym (Uppsala Vatten, 2022). Volymen gäller för hela planen, vilket innebär att dagvattendammar inom allmän platsmark ska dimensioneras för att omhänderta dagvatten från ytorna både inom allmän platsmark och fastighetsmark (Persson, 2023 Mejlkontakt). Volymbehov samt och dimensionering och utformning av dagvattendammar beskrivs vidare i avsnitt 3.3.2 och 4.2.

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 Stormtac (v.24.2.1, 2024).

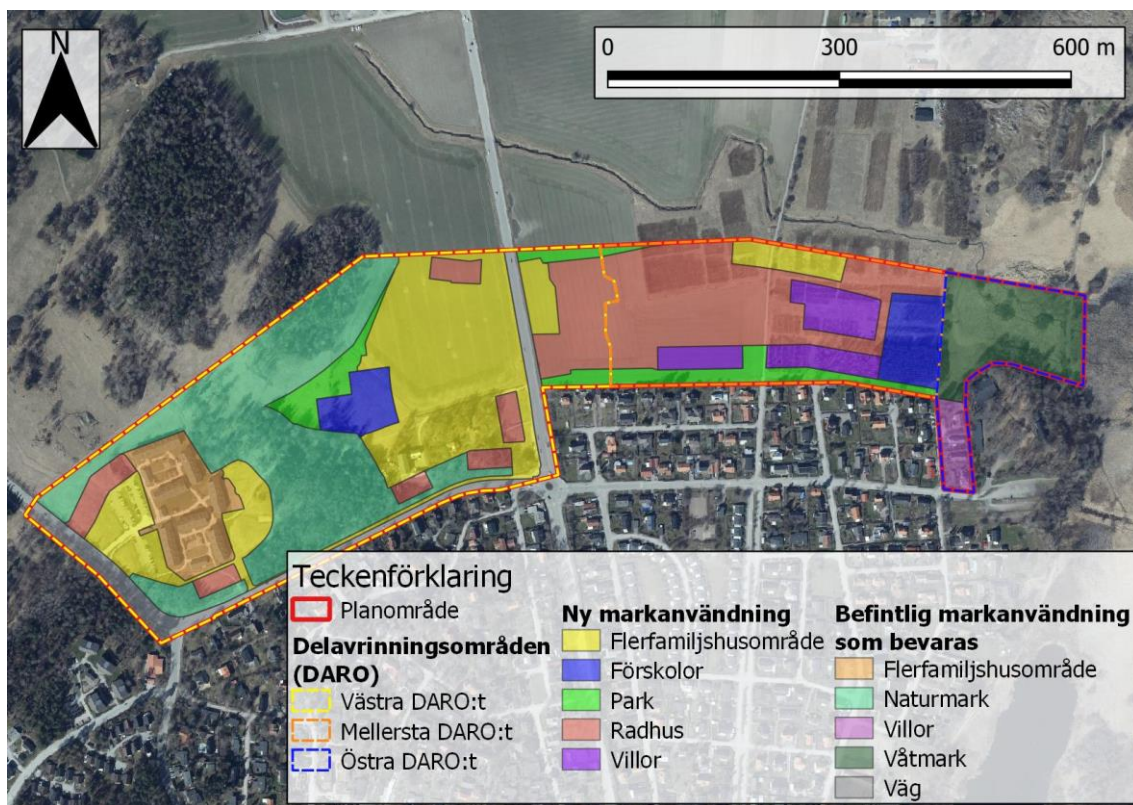
3.1 Markanvändning

Detaljplaneområdet består i dag av mestadels jordbruksmark och naturmark, men även ett flerfamiljshusområde, två mindre villaområden och ett område med en industri (Figur 17).



Figur 17. Markanvändning inom planområdet idag. Ortofoto: © Lantmäteriet.

Enligt planerad exploatering kommer framtida markanvändning bestå av flerfamiljshus-, radhus- och villaområden, förskoleområden, parkområden, samt naturmark och våtmark som bevaras (Figur 18).



Figur 18. Markanvändning inom planområdet i framtiden. Ortofoto: © Lantmäteriet.

I Tabell 2 och Tabell 3 nedan ses ytan för varje markanvändning inom västra respektive mellersta delavrinningsområdet. Östra delavrinningsområdet består av 2,3 hektar våtmark och 0,4 hektar villaområde både idag och i framtiden. Eftersom denna mark inte nyexploateras, och därmed inte får något (nytt) dagvattenledningsnät eller LOD-anläggningar, görs inga beräkningar för östra delavrinningsområdet.

Med planerad exploatering ökar avrinningskoefficienten inom både västra och mellersta delavrinningsområdet (Tabell 2 och Tabell 3). 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 (A) med avrinningskoefficienten.

Tabell 2. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering inom västra delavrinningsområdet.

| Markanvändning | Area [ha] | Avr. Koeff. [-] | Reducerad area [ha] |
|---|-------------|-----------------|---------------------|
| <u>Nuläge</u> | | | |
| Flerfamiljshus | 2,4 | 0,4 | 0,98 |
| Industri | 0,86 | 0,5 | 0,43 |
| Jordbruksmark | 5,7 | 0,1 | 0,57 |
| Naturmark | 9,6 | 0,05 | 0,48 |
| Villaområde (tomter > 1000 m ²) | 0,44 | 0,2 | 0,09 |
| Väg | 1,7 | 0,8 | 1,4 |
| Summa nuläge | 20,8 | 0,19* | 3,9 |
| <u>Efter exploatering</u> | | | |
| Flerfamiljshusområde | 8,5 | 0,4 | 3,4 |
| Förskola | 0,63 | 0,5 | 0,31 |
| Naturmark | 6,8 | 0,05 | 0,34 |
| Park | 0,90 | 0,1 | 0,09 |
| Radhus | 2,3 | 0,4 | 0,91 |
| Väg | 1,7 | 0,8 | 1,4 |
| Summa efter exploatering | 20,8 | 0,31* | 6,4 |

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

Tabell 3. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering inom mellersta delavrinningsområdet.

| Markanvändning | Area [ha] | Avr. Koeff. [-] | Reducerad area [ha] |
|---|------------|-----------------|---------------------|
| <u>Nuläge</u> | | | |
| Jordbruksmark | 7,6 | 0,1 | 0,76 |
| Summa nuläge | 7,6 | 0,1* | 0,76 |
| <u>Efter exploatering</u> | | | |
| Flerfamiljshusområde | 0,49 | 0,4 | 0,19 |
| Förskola | 0,85 | 0,5 | 0,43 |
| Park | 0,90 | 0,1 | 0,09 |
| Radhus | 4,0 | 0,4 | 1,6 |
| Villaområde (tomter < 1000 m ²) | 1,4 | 0,35 | 0,48 |
| Summa efter exploatering | 7,6 | 0,37* | 2,8 |

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka tjugo hektar) med liknande rinntider inom området. Beräkningarna har gjorts för delområden vars areal understiger tjugo hektar.

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 (A) och avrinningskoefficienter (φ) har använts enligt Tabell 2 och Tabell 3.

Nederbördsintensiteten beror på återkomsttiden (T), som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Exempelvis, ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. I denna dagvattenutredning har dimensionerande flöden beräknats för regn med fem och tjugo års återkomsttid. Detta motsvarar minimikraven på återkomsttider utifrån VA-huvudmannens ansvar vid ”tät bostadsbebyggelse” enligt tabell 2.1 i P110 (Svenskt Vatten, 2019).

Nederbördsintensiteten beror även på dimensionerande varaktighet som är densamma som rinntiden (dock minst 10 minuter). Rinntiden beror i sin tur på vattnets hastighet och längsta rinnväg inom området (Tabell 4).

Tabell 4. Vattnets hastighet samt längsta rinnväg inom området för att beräkna rinntiden. Den dimensionerande varaktigheten är densamma som rinntiden, dock minst 10 minuter.

| Delavrinningsområde och scenario | Vattnets hastighet [m/s] | Längsta rinnväg [m] | Dim. varaktighet [min] |
|---|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Västra - Nuläge | 0,5* | 880 | 29 |
| Västra - Framtid | 0,75** | 880 | 20 |
| Mellersta - Nuläge | 0,5* | 820 | 27 |
| Mellersta - Framtid | 1,5*** | 820 | 10 |

* Dike

** Medel mellan dike & ledning

*** Ledning

Slutligen används en klimatfaktor (k_f) i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I P110 (Svenskt Vatten, 2019) rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme. För nuläget används klimatfaktorn 1.

I Tabell 5 redovisas resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning, för 5- och 20-årsregn, vilket motsvarar flödet vid fylld ledning respektive trycklinje i marknivå.

Tabell 5. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda LOD-åtgärder utifrån de återkomsttider som är VA-huvudmannens ansvar vid "tät bostadsbebyggelse" enligt tabell 2.1 i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019).

| Delavrinningsområde & scenario | Flöde 5-årsregn | Flöde 20-årsregn |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | (fylld ledning) [l/s] | (trycklinje i marknivå) [l/s] |
| Västra - Nuläge | 370 | 580 |
| Västra - Framtid | 980 | 1 550 |
| Västra - Förändring | +170 % | +170 % |
| Mellersta - Nuläge | 75 | 120 |
| Mellersta - Framtid | 630 | 1 000 |
| Mellersta - Förändring | +750 % | +750 % |

Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka med 170 % för västra delavrinningsområdet och 750 % för mellersta (Tabell 5). Detta beror framförallt på att hårdgörningsgraden ökar då planområdet går från nästan uteslutande grönytor/åkermark till en stor andel bebyggda ytor. Dessutom beror det på att rinntiden minskar eftersom avledningen idag främst sker i diken medan den i framtiden sker i dagvattenledningar (i kombination med diken i västra delavrinningsområdet).

3.3 Magasinsbehov

3.3.1 Fastighetsmark

Enligt Uppsala Vattens dagvattenriktlinjer (se avsnitt 2.7.1) ska 20 mm regn fördröjas och renas inom fastighetsmark inom detaljplaneområdet för Norra Sunnersta. Behovet av fördröjningsvolym har beräknats enligt Ekvation 2.

Ekvation 2. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (20 mm) [m]

A_i = area fastighetsmark [m^2]

φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

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

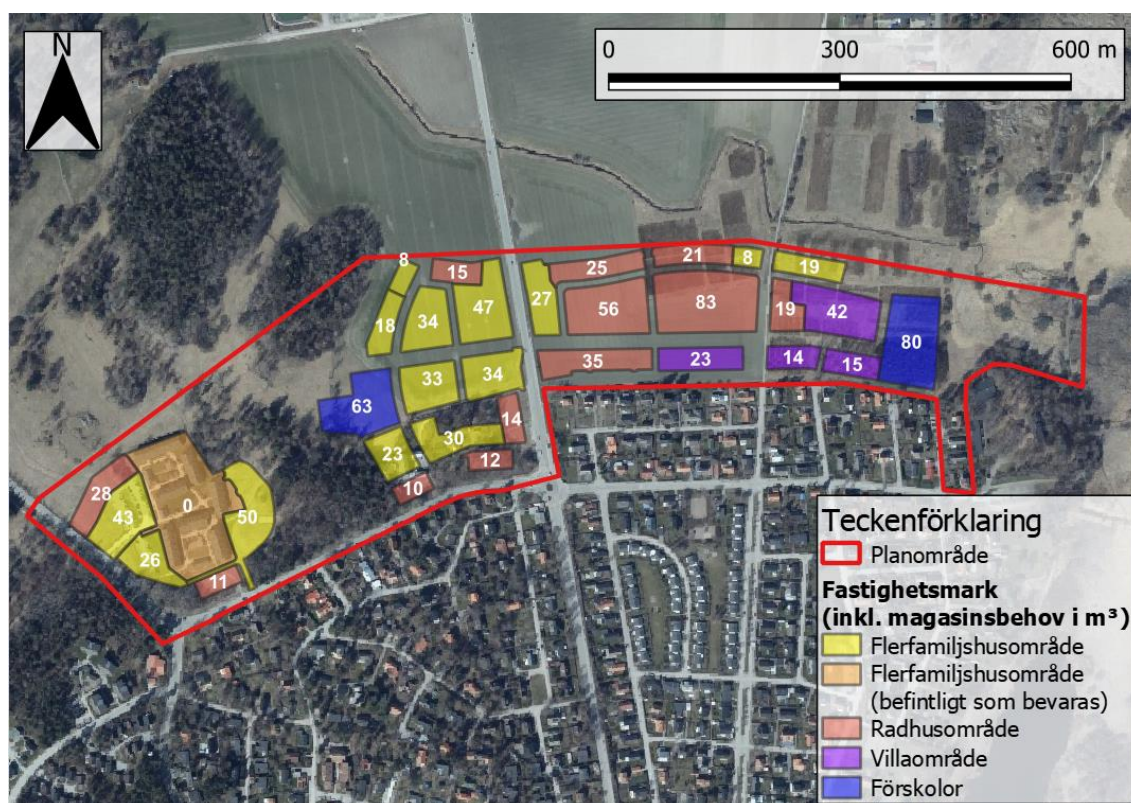
Inom planområdet planeras nästan 14 hektar fastighetsmark (Figur 18). Eftersom Uppsala Vattens riktlinjer för dagvattenhantering (Uppsala Vatten, u.å.) gäller nya/omexploaterade områden sätts magasinsbehovet till noll för befintliga områden som inte ändras, d.v.s. befintligt studentområde i väst (Figur 18). Beräkningar ger en erforderlig magasinsvolym om nästan 1 000 m^3 för fastighetsmarken inom det planerade detaljplaneområdet (Tabell 6).

Tabell 6. Erforderlig fördröjningsvolym i LOD-anläggningar inom fastighetsmark utifrån planerad bebyggelse och 20 mm fördröjning.

| Yta | A_i [m ²] | Φ_i [-] | Erforderlig fördröjningsvolym [m ³] |
|---|----------------------------|-----------------|--|
| Flerfamiljshusområde (befintligt som bevaras) | 16 800 | 0,4 | 0* |
| Flerfamiljshusområde (nytt) | 50 200 | 0,4 | 400 |
| Förskola | 14 300 | 0,5 | 140 |
| Radhusområde | 41 100 | 0,4 | 330 |
| Villaområde | 13 400 | 0,35 | 90 |
| Summa | 136 000 | 0,41 | 970 |

* Befintlig bebyggelse som bevaras har inget fördröjningskrav inom fastigheten

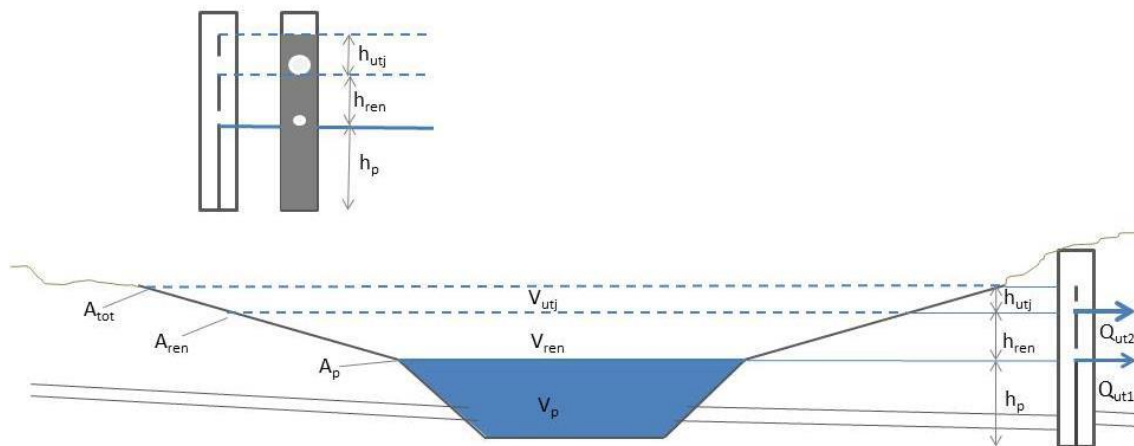
Behovet av fördröjningsvolym per kvarter ses i Figur 19, tillsammans med markanvändningen.



Figur 19. Markanvändning inom fastighetsmark inklusive magasinsbehov per kvarter. Ortofoto: © Lantmäteriet.

3.3.2 Allmän platsmark

Enligt Uppsala Vatten ska det inom allmän platsmark anläggas dagvattendammar för rening och fördröjning (dammtyp 3) av dagvattnet från både allmän platsmark och fastighetsmark (se avsnitt 2.7.2). Enligt Uppsala Vattens projekteringsanvisningar för öppna dagvattendammar (Uppsala Vatten, 2022) ska dammtyp 3 dimensioneras med en permanentvolym (V_p), en reningsvolym (V_{ren}) och en utjämningsvolym (V_{uj}).



Figur 20. Principdamm med en permanent volym (V_p), en reningsvolym (V_{ren}) och en utjämningsvolym (V_{utj}). Källa: Uppsala Vatten (2022).

Enligt Uppsala Vatten (2022) beräknas volymen i dammtyp 3 enligt Ekvation 3.

Ekvation 3. Volym i dagvattendamm dammtyp 3.

$$V_{tot} = V_p + V_{ren} + V_{utj} [m^3]$$

Där:

$$V_p = \text{Permanentvolym} \approx A_p \cdot djup = K \cdot A_{red} \cdot 1 - 1,2 [m^3]$$

$$K = 150 \frac{m^2}{ha} \text{ för tät bostadsbebyggelse (} K_{MAX} \text{ är } 250 \frac{m^2}{ha} \text{)}$$

$$V_{ren} = \text{Reningsvolym} = 20 \text{ mm} \cdot A_{red} [m^3]$$

$$V_{utj} = \text{Utjämningsvolym}$$

I Uppsala Vattens projekteringsanvisningar (Uppsala Vatten, 2022) finns det ingen ekvation för utjämningsvolymen, men det har antagits att framtida flöden inte får överstiga dagens och därmed har Svenskt vattens bilaga 10_6 använts för att beräkna utjämningsvolymen (Svenskt Vatten och Dahlström, 2016). Det antas även att enbart den del av utjämningsvolymen som överstiger reningsvolymen ska adderas till dammens totala volym. Dagvattensystemet ska dimensioneras efter ett 20-årsregn vid trycklinje i marknivå (se avsnitt 3.2), och dagvattendammar har trycklinje i marknivå. Vid beräkning av utjämningsvolym har ett 10-årsflöde använts, då detta är den återkomsttid som använts vid projektering av Bäcklösa dagvattendamm (Sweco, 2024). Utjämningsvolymen har beräknats utan att räkna med eventuell fördröjning i LOD-anläggningar inom fastighetsmark.

För västra delavrinningsområdet behövs därmed drygt 2000 m³ i dagvattendammar, medan drygt 1000 m³ behövs för mellersta delavrinningsområdet (Tabell 7).

Tabell 7. Volym i dagvattendamm typ 3 (Uppsala Vatten, 2022) i västra och mellersta delavrinningsområdet.

| Yta | Västra delavrinningsområdet [m ³] | Mellersta delavrinningsområdet [m ³] |
|--------------------|--|---|
| Permanentvolym | 970–1 160* | 420–500 |
| Reningsvolym | 1 290 | 560 |
| Utjämningsvolym | 0 (879)** | 90 (650)** |
| Total volym | 2 260–2 450 | 1 070–1 150 |

* Uppsala vatten anger att "Det permanenta djupet bör helst vara 1,2 m, dock minst 1 m". Lägre volym är för djup 1 meter och större volym är för djup 1,2 m.

** Volymen inom parantes anger total utjämningsvolym för att framtida flöde ej ska överstiga dagens, medan volymen utanför parantes anger den del av totala utjämningsvolymen som överstiger reningsvolymen.

3.4 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (2024). Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar. 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 621 mm använts (SMHI, 2003, 2021). Markanvändningsslagen har kategoriserats på samma sätt som för flödesberäkningarna (se Figur 17 och Figur 18 samt Tabell 2 och Tabell 3) men med följande justeringar:

- All naturmark har klassats som 50 % "skog" och 50 % "ängsmark"
- Villaområde inom västra delavrinningsområdet som byggs bort har klassats som "Villaområde, mindre förorenade" p.g.a. den stora tomtstorleken
- Industrin inom västra delavrinningsområdet som byggs bort har klassats som "Industriområde, mindre förorenade" för att inte överskatta dagens föroreningsbelastning
- Vägarna (Dag Hammarskjölds väg och Rosenvägen) har klassats som "flerfamiljshusområde" då det ej finns årsmedeldygnstrafik-mätningar för dessa vägar (Trafikverket, 2023).

Alstrade mängder av näringsämnen kväve och fosfor, sex vanligt förekommande tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material redovisas med osäkerhetsintervall, beräknade i Stormtac.

I ett teoretiskt scenario där inga dagvattenåtgärder implementeras vid exploateringen av planområdet beräknas att belastningen skulle öka för samtliga föroreningar, förutom kväve och kadmium som skulle minska, jämfört med dagens markanvändning (Tabell 8).

Tabell 8. Föroreningsbelastning (kg/år och g/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt förändring efter exploatering (utan åtgärder). Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet.

| Ämne | Enhet | Före exploatering | Efter exploatering utan åtgärder | Förändring |
|----------------------|---------|-------------------|----------------------------------|------------|
| Fosfor | [kg/år] | 9,7 ± 3,3 | 14 ± 4,4 | +4,3 |
| Kväve | [kg/år] | 170 ± 53 | 120 ± 36 | -50 |
| Bly | [g/år] | 540 ± 270 | 750 ± 280 | +210 |
| Koppar | [g/år] | 940 ± 430 | 1500 ± 590 | +560 |
| Zink | [g/år] | 3800 ± 1500 | 5000 ± 1700 | +1200 |
| Kadmium | [g/år] | 36 ± 20 | 34 ± 17 | -2,0 |
| Krom | [g/år] | 270 ± 160 | 510 ± 210 | +240 |
| Nickel | [g/år] | 240 ± 130 | 470 ± 180 | +230 |
| Suspenderat material | [kg/år] | 4100 ± 1900 | 4300 ± 1600 | +200 |

4 Förslag på dagvattenhantering

Förslag på dagvattenlösningar har tagits fram för både allmän platsmark och fastighetsmark. På fastighetsmarken har förslag till LOD-lösningar tagits fram för vardera av de fyra olika markanvändningstyperna flerfamiljshusområde, radhusområde, villaområde och förskoleområde. Anläggningarna har dimensionerats för att kunna magasinera och rena 20 mm.

Dagvatten från allmän platsmark ska avledas till två dagvattendammar som är markerade i Figur 3. Även vatten från fastighetsmarken ska avledas till dammarna efter att vattnet har fördröjts och renats i LOD-anläggningarna. Anläggningarna beskrivs i efterföljande avsnitt.

Observera att särskilda riskreducerande åtgärder krävs inom områden med hög grundvattenhetskänslighet (avsnitt 5.3.1).

4.1 Fastighetsmark

Fastighetsmarken är uppdelad i flerfamiljshusområden, befintliga flerfamiljshus som bevaras, radhusområden, villaområden och förskoleområden. Inga LOD-åtgärder kommer implementeras på det befintliga flerfamiljshusområdet. Den totala erforderliga magasinvolymen för all övrig fastighetsmark är 970 m³ (Tabell 6).

Dagvatten från de planerade flerfamiljshusområdena föreslås fördröjas och renas i regnbäddar (avsnitt 4.1.1) och i träd i skelettjord (avsnitt 4.1.2). Radhusområdena, villaområdena och förskoleområdena föreslås förses med stenkistor eller förstärkt infiltration (avsnitt 4.1.3) för magasinering och rening. Observera att LOD-åtgärderna som föreslås i denna rapport enbart är förslag och kan kombineras med eller bytas ut mot andra LOD-anläggningar i ett senare skede, exempelvis underjordiska dagvattenmagasin eller genomsläppliga beläggningar.

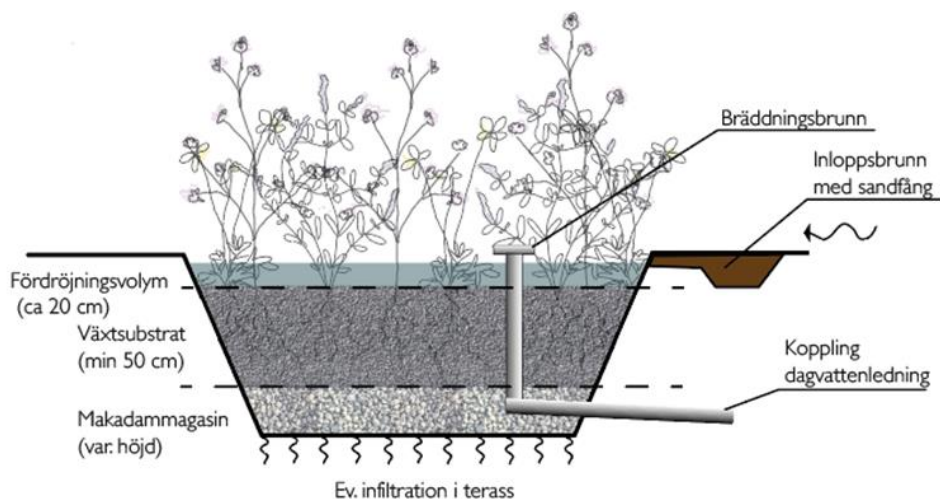
Respektive LOD-anläggningstyp beskrivs i de kommande avsnitten samt vilken storlek som krävs för att fördröja respektive magasinvolym presenterade i Tabell 6.

Observera att dessa LOD-anläggningar kan behöva tätas inom områden med hög grundvattenhetskänslighet, beroende på vad för typ av dagvatten som leds till anläggningarna och om de ligger inom släckvattenzoner eller inte (avsnitt 5.3.1).

4.1.1 Regnbäddar

Regnbäddar är planteringsytor med förmåga att både fördröja och rena dagvatten. De bidrar också med grönska, estetiska värden och biologisk mångfald.

Regnbäddar dit dagvatten leds föreslås anläggas inom flerfamiljshusområdena och användas i kombination med träd i skelettjord. Tillförsel av vatten kan antingen ske via stuprör, ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. En skålformad överyta gör att det finns en magasinvolym för vatten ovanpå bädden (Figur 21).



Figur 21. Principiell uppbyggnad av regnbädd. Observera att växsubstratet och makadammagasinet djup varierar beroende på val av växtmaterial. Källa illustration: WRS

Utformning och rening

Regnbäddars utformning kan anpassas till platsspecifika förhållanden och önskat utseende, vilket innebär att de kan se väldigt olika ut. Följande beståndsdelar förekommer dock i de flesta anläggningar (i ordning efter vattnets väg genom anläggningen): inlopp med erosionsskydd och eventuellt sandfång, fördröjningszon med bräddbrunn, växsubstrat och makadammagasin som även fungerar som dräneringslager, se Figur 21.

Reningen uppstår när dagvatten infiltrerar genom markbäddens jord- och sandlager. Reningsgraden för regnbäddar är 40–85 % för föroreningar och 25–65 % för näringsämnen (Stockholm Vatten, 2016). I botten av bädden ska det finnas ett dränerande lager av makadam. Därifrån kan vattnet dräneras till underliggande mark (perkolation) eller via en dräneringsledning till dagvattennätet. Enligt Uppsala Vattens riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet (2021) så kan regnbäddarna behöva vara täta beroende på lerlagrets mäktighet på de olika områdena där regnbäddar föreslås anläggas.

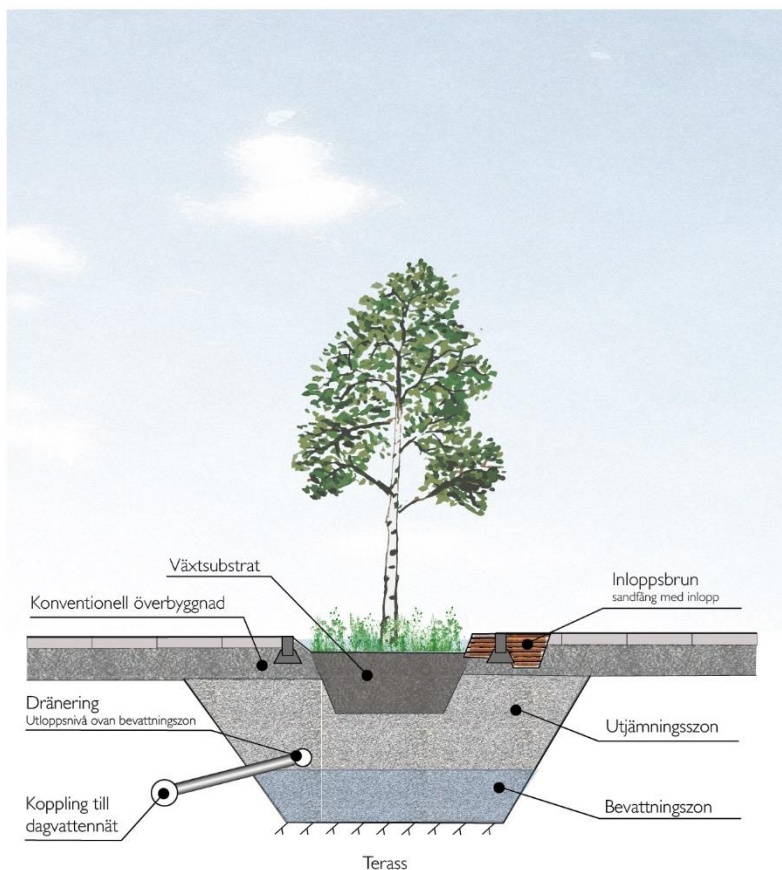
En nedsänkt regnbädd kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under angränsande markyta, eller vara mer påtagligt nedsänkt. För regnbäddar som ska omhänderta vatten via ytavrinning är det viktigt att det inte finns någon upphöjning runt om. En fördröjningsvolym uppstår både i den ytliga volymen upptill och i växtjorden. Fördröjningsvolymen i växtjorden beror dock på hur snabbt vattnet kan infiltrera. Metodiken som använts för att beräkna ytbehovet på regnbäddarna finns beskriven i bilaga 1.

För att magasinera hela den erforderliga magasinvolymen (400 m³) från de planerade flerfamiljshusområdena krävs ca 550 m² regnbäddar, om fördröjningsvolymdjupet är 0,2 m och infiltrationshastigheten är 100 mm/h. Ytmässigt motsvarar detta ca 1,36 m² regnbädd per magasinvolym, förutsatt att föreslagna dimensioner på regnbädd används. Regnbäddarna måste placeras lämpligt utifrån hur dagvattnet avrinner, bland annat hur taken avvattnas och hur höjdsättningen på marken ser ut. Takdagvattnet kan ledas direkt in till regnbädden via utkastare eller via yttlig avrinning i exempelvis rännalsten.

4.1.2 Träd i skelettjord (kolmakadam)

Träd i skelettjord föreslås anläggas på flerfamiljshusområdena i kombination med regnbäddar.

Tidigare skelettjordskonstruktioner anlades med nedspolad jord i hålrummen mellan den grövre makadammen i fördröjningsmagasinet. Detta har visat sig inte fungera så bra då det lätt blir syrebrist för trädens rötter, samt att den traditionellt uppgödslade vanliga växtjorden innebar ökad risk för näringsläckage (Movium Rådgivning, 2022). Numera rekommenderas istället att man använder sig av en kombination av certifierad biokol och makadam. I övrigt är principerna desamma (Figur 22).



Figur 22. Principskiss för träd i luftig skelettjord (kolmakadam). Källa illustration: WRS

I stadsmiljö planteras ett träd ofta i 15 m³ skelettjord. Varje träd i skelettjord kan då magasinera 4,5 m³ vatten om skelettjorden anläggs med 30 % porvolym. Skelettjordsvolymen kan vara mindre än 15 m³ om trädets rötter på sikt kan breda ut sig till en större vegetationsyta med naturlig profil (Stockholms stad, 2017), men då blir även magasinetsvolymen mindre. I Tabell 9 redovisas hur många träd i skelettjord som krävs för att täcka olika stora andelar av det erforderliga magasinetsbehovet för flerfamiljshusområdena. Ska hela det erforderliga magasinetsbehovet täckas in av träd i skelettjord motsvarar detta 90 träd.

Tabell 9. Antal träd i skelettjord som behövs för att täcka olika andelar av erforderligt magasinsbehov för planerade flerfamiljshusområden förutsatt 15 m³ skelettjord/träd samt 4,5 m³ magasinsvolym/träd med 30 % porositet. (Det totala magasinsbehovet för planerade flerfamiljshusområden är 400 m³.)

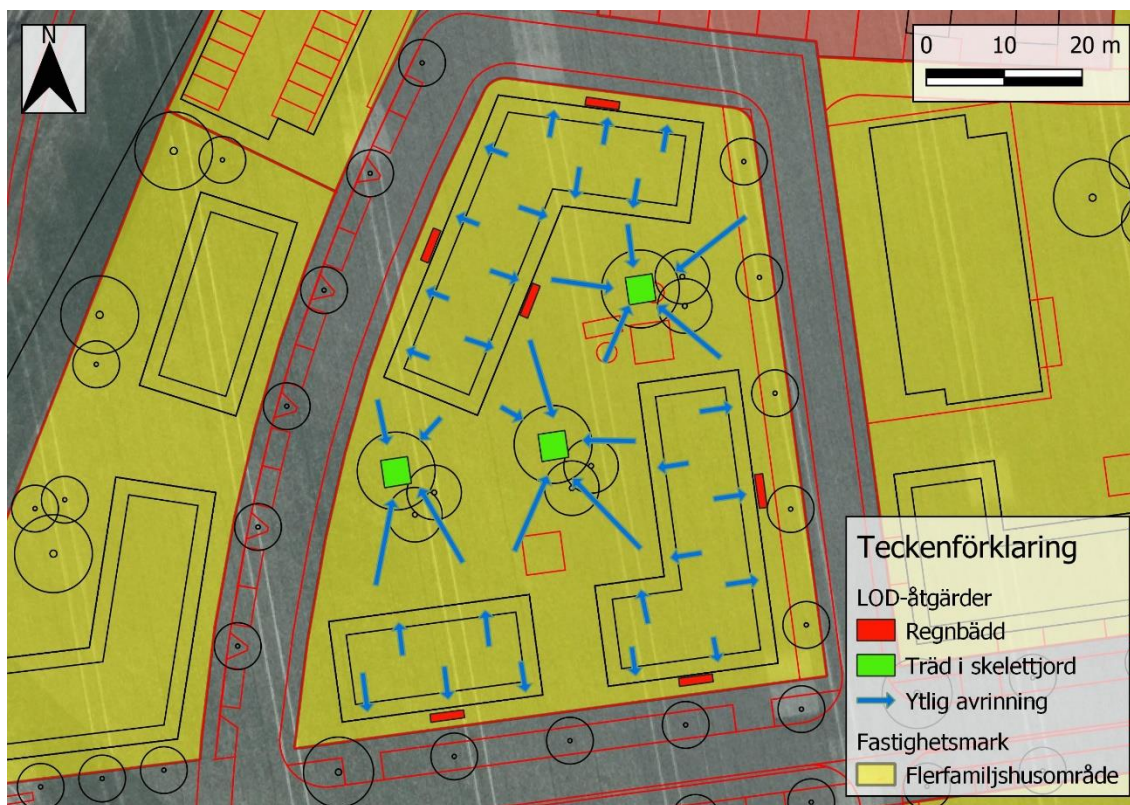
| Träd [antal] | Magasinsvolym [m ³] | Andel av erforderligt magasinsbehovet som täcks in [%] | Ytbehov ^A [m ²] |
|-----------------|------------------------------------|---|---|
| 50 | 225 | 56 | 625 |
| 70 | 315 | 79 | 875 |
| 90 | 405 | 101 | 1125 |

A - Antaget att varje träd i skelettjord upptar 12,5 m² (d.v.s. om varje skelettjord på 15 m³ är 1,2 m djup).

Höjdsättningen måste göras så att både vatten från takytor samt från övrig gårdsmark rinner till träden i skelettjord för att nyttja magasinsvolymerna.

Om en kombination av regnbäddar och träd i skelettjord anläggs på flerfamiljshusområdena kan 4,5 m³ vatten räknas av från den erforderliga magasinsvolymen för varje träd i skelettjord som implementeras på området. En förutsättning för att kunna göra detta avdrag är att vattnet som annars skulle runnit till regnbäddarna istället leds in till träden i skelettjord, varpå en korrekt höjdsättning är avgörande.

Ett förslag på hur regnbäddar och träd i skelettjord kan kombineras på ett flerfamiljshusområde finns presenterat i Figur 23. Flerfamiljshusområdet i figuren har ett erforderligt magasinsbehov på 34 m³. Om tre träd i skelettjord anläggs på området behöver 20,5 m³ fördröjas i regnbäddar ($34 \text{ m}^3 - (4,5 \text{ m}^3 \times 3 \text{ st träd}) = 20,5 \text{ m}^3$). Detta motsvarar en regnbäddsyta på ca 28 m² ($20,5 \text{ m}^3 \times 1,36 \text{ m}^2/\text{m}^3 = 27,9 \text{ m}^2$). Om regnbäddsytan fördelas på 6 regnbäddar blir varje regnbädd 4,7 m² stor. Varje träd i skelettjord upptar en yta av 12,5 m² (om varje skelettjord har en volym på 15 m³ och är 1,2 m djup). Den totala ytan som LOD-anläggningarna upptar blir knappt 66 m² ($28 \text{ m}^2 + 12,5 \text{ m}^2 \times 3 \text{ st träd} = 65,5 \text{ m}^2$). Observera att placering av regnbäddar och träd i skelettjord inte är utredd utan att Figur 23 ska ses som en illustration av hur stora ytor som behöver tas i anspråk för LOD-anläggningarna. Den exakta placeringen kommer behöva utredas i ett senare skede eftersom denna beror på hur takvattnet kommer avrinna (sadeltak eller platta tak), hur höjdsättning av marken kommer se ut och om vissa ytor på innergården ska nyttjas till andra ändamål så som uteplatser. I exemplet har de tre taken på flerfamiljshusområdet antagits vara sadeltak. Takvattnet kan avledas till respektive LOD-åtgärd ytligt eller i ledning beroende på hur taken konstrueras och var LOD-anläggningarna placeras.



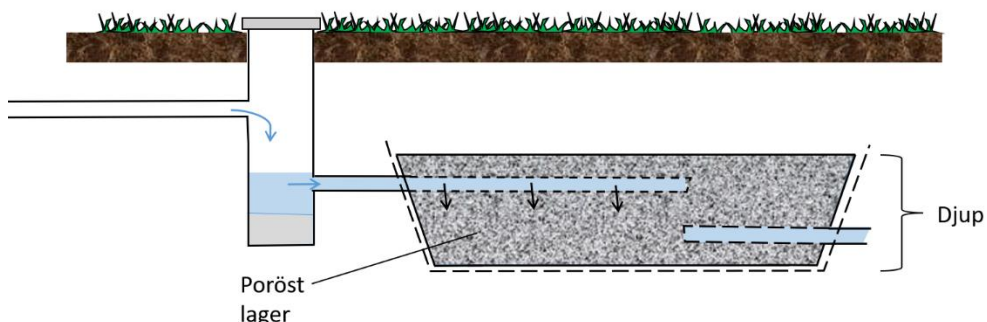
Figur 23. Principförslag på hur regnbäddar och träd i skelettjord kan kombineras i ett flerfamiljshusområde med en erforderlig magasinvolym på 34 m³. Huskroppar och träd (svarta cirklar) kommer från en skiss av Strategisk Arkitektur (2024). Avrinningen från taken är utritad med antagande om sadeltak. Ortofoto: © Lantmäteriet.

4.1.3 Stenkista och förstärkt infiltration

Fördröjning och rening av dagvatten på radhus-, och villatomter samt förskolor föreslås ske i stenkistor (Figur 24) eller förstärkt infiltration. Förstärkt infiltration innebär att översta matjorden byts ut eller blandas med ett mer poröst material som tillåter att dagvattnet snabbt infiltrerar i materialet. Detta medför en magasinvolym för t.ex. takvatten som därefter långsamt kan infiltrera i underliggande (mindre genomsläppliga) jordart eller tas upp av växter.

Magasinvolymen i en stenkista utgörs av porvolymen i det material som används, t.ex. makadam som har en porositet på cirka 30 %. Vid anläggandet av en stenkista bör materialavskiljande geotextil läggas runt magasinet för att förhindra inträngning av lera. Reningen i stenkistan kommer till största del att utgöras av sedimentation och fastläggning i markmatrisen runt stenkistan.

Om takvattnet tillförs via ledning måste en första grovavskiljning ske innan vattnet leds in i stenkistan (Figur 24). Det kvarstår dock ändå en risk att stenkistan sätter igen med tiden.



Figur 24. Principskiss över stenkista med inloppsbrunn för grovavskiljning. Källa illustration: WRS

De erforderliga magasinvolymerna och volymen på stenkista som krävs för att täcka respektive magasinbehov finns sammanställda i Tabell 10.

Tabell 10. Erforderlig magasinvolym och stenkistornas volym för att matcha magasinbehovet för olika områdestyper inom fastighetsmarken.

| Område | Erforderlig magasinvolym [m ³] | Volym stenkista ^A [m ³] |
|----------------|--|--|
| Radhusområde | 330 | 1100 |
| Villaområde | 90 | 300 |
| Förskoleområde | 140 | 470 |

A - Beräknat med 30 % porositet

Igensättningsrisken i stenkistor är mindre vid tillförsel via markytan. För att inte riskera att belasta husens dräneringssystem ska tät avledning användas (t ex rännalsten) 2,5 meter ut från huskroppen innan vattnet tillåts infiltrera (Svenskt Vatten, 2011). En lutning på 1:20 rekommenderas inom tre meter från byggnaden enligt publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011).



Figur 25. Exempel på avledning av takvatten via utkastare och rännalsten till stenkista i grönyta. Foto: WRS

För att säkerställa möjligheten till infiltration inom fastigheter med villor, radhus och förskola kan det även anläggas ett ytligt lager med förstärkt infiltrationskapacitet som komplement till stenkistorna eller istället för dessa. Inblandning av sand eller stenkross i jorden ökar infiltrationskapaciteten avsevärt. Enligt Stockholm Vattens dimensioneringstabell (2017a) bör infiltrationsområdets area vara 8 % av den hårdgjorda ytan för att hantera 20 mm, om ytlagret består av en blandning av sten och kompost (90 % sten och 10 % kompost, blandningen kallas schotterrasen) (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Består ytlagret istället av ett genomsläppligt jordmaterial, så som sandjord, behöver infiltrationsytan ökas till 10 % av den hårdgjorda ytan (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Överskottsvatten ska kunna avledas eftersom merparten av planområdet består av lera med begränsad infiltrationskapacitet.

4.2 Allmän platsmark

Två dagvattendammar planeras som ska motta dagvatten från västra respektive mellersta delavrinningsområdet (Figur 3). Volymerna som behövs i dessa dagvattendammar enligt Uppsala vattens projekteringsanvisningar redovisas i Tabell 7.

För Bäcklösa dagvattendamm har preliminära schablonsiffror visat att dagvattendammen behöver öka med 2300 m² för att inrymma vattnet från västra delavrinningsområdet (Sweco, 2024). Dammen planeras med ett medelvattendjup på 0,5 meter och reglerdjup på 0,9–1 m (Sweco, 2024), vilket ger ett totalt djup på ca 1,5 m. Med ett djup på 1,5 meter blir ytbehovet av vattenytan 1 500–1 600 m² för västra delavrinningsområdet med de mer uppdaterade siffrorna i denna rapport. Den areal som Uppsala Akademiförvaltning förskjutit sin bebyggelse med för att en del av Bäcklösa damm (inkl. slänter och gångbanor) ska rymmas inom planområdet är ca 1 800 m² (Strategisk Arkitektur, 2024). Därmed borde denna yta vara tillräcklig för att uppnå ytbehovet för att rena och fördröja dagvatten från västra delavrinningsområdet.

Om medelvattendjupet i dagvattendammen för mellersta delavrinningsområdet blir 1 meter så blir ytbehovet (endast vattenytan) 1 070–1 150 m² för detta delavrinningsområde. I nuvarande illustrationsplan (Strategisk Arkitektur, 2024) är en dagvattendamm med en våtyta på 1 425 m² inritad i den nordöstra delen för att omhänderta detta dagvatten, vilket således är mer än tillräckligt, och kan anpassas beroende på vilket medelvattendjup som tas fram vid projektering.

Utöver detta planeras även träden i gatumiljö planteras i skelettjordar för att ge träden goda förutsättningar med avseende på vatten och syre. Ytbehoven för detta har dock inte räknats på eftersom den enda typ av reningsanläggning som krävs för dagvatten från allmän platsmark är dagvattendammar (se avsnitt 2.7.2). Observera dock att ytterligare krav ställs inom områden med hög grundvattenkänslighet, se avsnitt 5.3.1.

4.3 Förväntad rening

Förväntad rening i de olika typer av LOD-anläggningar som föreslås och för dagvattendammar finns presenterade i Tabell 11. Det ska dock poängteras att dagvatten som först renas i exempelvis en regnbädd och sedan renas i en dagvattendamm inte kan förväntas uppnå samma procentuella rening i det andra reningssteget som om vattnet var orenat. Reningen i dagvattendammen kan alltså förväntas bli väsentligt lägre om rening först sker i en LOD-anläggning.

Tabell 11. Teoretisk reningsgrad för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material i olika LOD-åtgärder och i dagvattendammar hämtade från Stormtac (2023).

| Ämne | Reningsgrad [%] | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| | Regnbädd ^A | Träd i skelettjord ^B | Stenkista ^C | Dagvattendamm ^D |
| Fosfor | 65 | 55 | 35 | 55 |
| Kväve | 40 | 55 | 45 | 35 |
| Bly | 80 | 75 | 75 | 75 |
| Koppar | 65 | 75 | 60 | 60 |
| Zink | 85 | 80 | 70 | 60 |
| Kadmium | 85 | 65 | 60 | 50 |
| Krom | 55 | 70 | 50 | 75 |
| Nickel | 75 | 65 | 55 | 50 |
| Suspenderat material | 80 | 90 | 80 | 80 |

Anläggningstyper i Stormtac Databas v. 2024-05-27:

A - Biofilter

B - Skelettkonstruktion

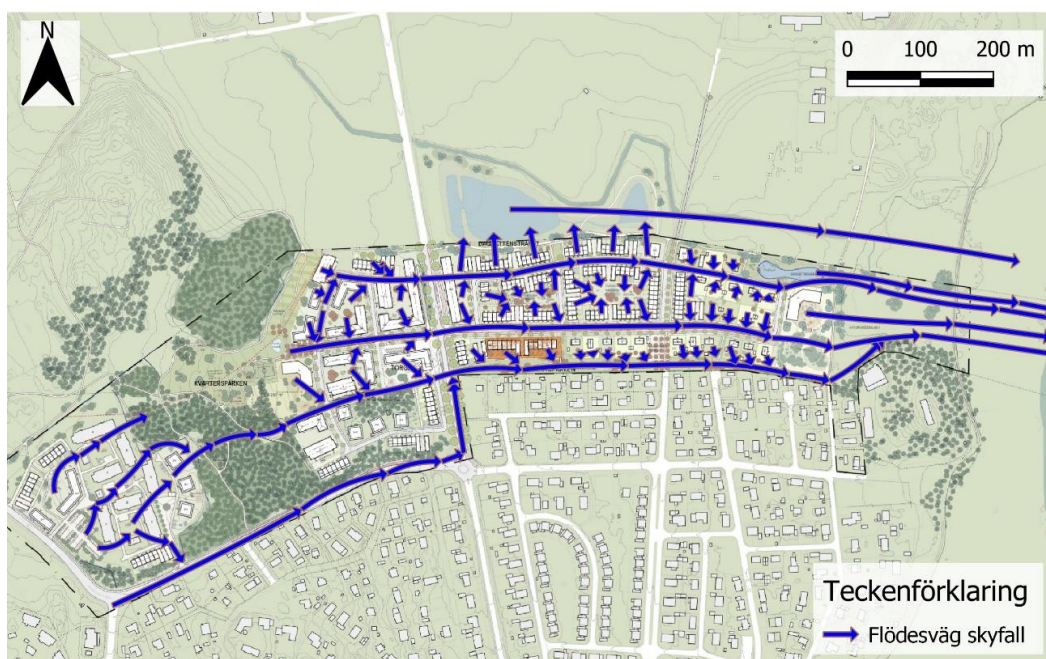
C - Underjordiskt makadammagasin

D - Våt damm

4.4 Skyfall och åtgärder mot översvämning

Höjdsättningen av marken ska säkerställa att ytavrinning kan ske på ett säkert sätt via ytliga avrinningsvägar inom planområdet. Översvämningar som medför skador på byggnader eller installationer, eller allvarligt begränsar framkomligheten, får inte uppstå vid regn med mindre återkomsttid än 100 år. Planen får inte heller medföra ökade översvämningrisker nedströms.

Lokalgatorna inom planområdet kommer fungera som sekundära avrinningsvägar när LOD-anläggningar bräddar. Hur avvattningen kan ske vid extremflöden redovisas i Figur 26. Generellt kommer vattnet rinna österut i planområdet längs lokalgatorna.



Figur 26. Ytledes flödesvägar vid ett skyfall efter exploatering. Bakgrundskarta: Skissförslag av Strategisk Arkitektur (2024).

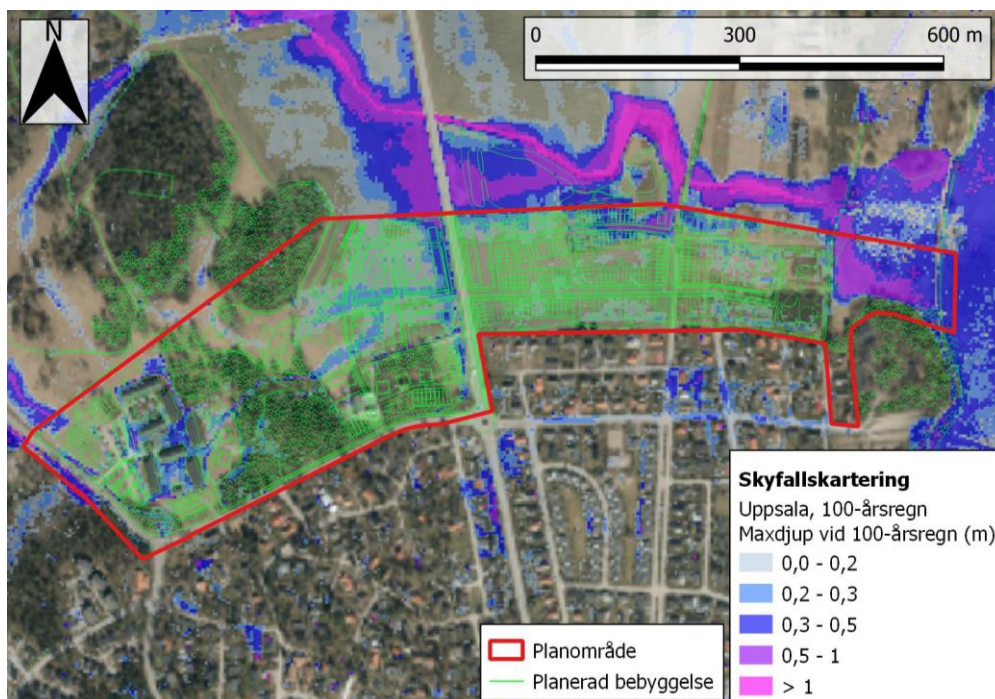
Två översvämningsytor har enligt skissförslaget (Strategisk Arkitektur, 2024) planerats anläggas inom de två stora radhusområdena i den mellersta delen av planområdet. Här föreslås LOD-anläggningarna brädda in mot översvämningsytorna (Figur 26). Det är dock viktigt att översvämningsytorna i sin tur bräddar till lokalgatorna när även översvämningsytorna går fulla.

Om Bäcklösa dagvattendamm går full sker bräddning via Bäcklösadiket och vidare ut mot Fyrisån medan norra Sunnersta-dammen bräddar direkt mot Fyrisån (Figur 26).

Enligt DHI:s skyfallskartering bildar Dag Hammarskjölds väg idag en barriär som skulle skapa översvämnung väster om vägen vid skyfall (Figur 14 och Figur 27). Utifrån karteringens resultat behöver någon form av passager byggas över/under Dag Hammarskjölds väg för att skyfallsvattnet från lokalgatorna väster om vägen ska kunna rinna vidare österut och ut till Fyrisån (Figur 26). Anläggs passager förbi vägen minskar risken för att byggnaderna som planeras väster om vägen ska översvämmas (Figur 27).

Med dagens höjdsättning riskerar vatten bli stående i det befintliga flerfamiljshusområdet i västra delen av planområdet enligt skyfallskarteringen (Figur 27). Det är därför viktigt att planerade lokalgator på östra sidan om det befintliga området får en lägre höjdsättning än omkringliggande mark för att medge avledning österut.

Med dagens höjdsättning riskerar även vatten att bli stående vid den nya bebyggelsen i den norra delen öster om Dag Hammarskjölds väg (Figur 27). Vid exploatering behöver det säkerställas att bebyggelsen ligger högre än Bäcklösadikets svämplan och att vägarna inom området avleder vattnet ytledes mot Fyrisån.



Figur 27. Planerad bebyggelse samt maximala vattendjup till följd av ett 100-årsregn (vid dagens höjdsättning). Källa: Uppsala Vatten (2024) och Strategisk Arkitektur (2024). Ortofoto: © Lantmäteriet.

Då planen avvattnas direkt till Fyrisån bedöms den inte medföra ökade översvämningsrisker nedströms.

Inga åtgärder behöver vidtas för att säkra planområdet mot översvämnningar av Fyrisån. Områdena som ligger inom Fyrisåns översvämningsutbredning vid ett 100-årsregn samt beräknat högsta flöde (Figur 16) ska förbli obebyggda.

5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

Planerad exploatering kommer inte påverka recipientens möjlighet att uppnå MKN. Tillräcklig rening kommer att ske, delvis i föreslagna LOD-anläggningar på fastighetsmarken och dels i de två dagvattendammarna.

Magasinsbehovet inom fastighetsmarken samt allmän platsmark kommer kunna tillgodoses, liksom ytbehovet för de föreslagna LOD-åtgärderna och dagvattendammarna.

5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

Yt- och magasinbehov på fastighetsmark redovisas i avsnitt 4.1.

Dagvattendammarna är dimensionerade för att kunna hantera dimensionerande flöde utan hänsyn till LOD. En del av nederbörden kommer att fördröjas och infiltrera lokalt på fastighetsmarken vilket innebär att det maximala flödet till dammarna i praktiken inte kommer att bli lika stort som det dimensionerande flödet. Det maximala flödet ut kommer alltså bli detsamma eller lägre än dagens 10-årsflöde.

5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

För att undersöka hur stor föroreningsbelastningen blir efter exploatering med LOD-åtgärder på fastighetsmark ändrades markanvändningsslagen flerfamiljshus, radhusområde och villaområde till flerfamiljshus med total LOD, radhusområde med total LOD och villaområde med total LOD i Stormtac. Resultatet visar att närsalts- och föroreningsbelastningen kommer minska för samtliga undersökta föroreningar förutom nickel jämfört med dagens markanvändning (Tabell 12. Fyrisån har dock god status med avseende på nickel och den beräknade ökningen är mycket liten.

Tabell 12. Föroreningsbelastning (kg/år och g/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt förändring efter exploatering med LOD på fastighetsmark. Värdena presenteras som medelvärde ± osäkerhet.

| Ämne | Enhet | Före exploatering | Efter exploatering med LOD på fastighetsmark | Förändring |
|----------------------|---------|-------------------|--|------------|
| Fosfor | [kg/år] | 9,7 ± 3,3 | 7,4 ± 2,7 | -2 |
| Kväve | [kg/år] | 170 ± 53 | 72 ± 26 | -98 |
| Bly | [g/år] | 540 ± 270 | 340 ± 160 | -200 |
| Koppar | [g/år] | 940 ± 430 | 710 ± 270 | -230 |
| Zink | [g/år] | 3800 ± 1500 | 2800 ± 1100 | -1000 |
| Kadmium | [g/år] | 36 ± 20 | 15 ± 6,4 | -21 |
| Krom | [g/år] | 270 ± 160 | 250 ± 100 | -20 |
| Nickel | [g/år] | 240 ± 130 | 280 ± 110 | +40 |
| Suspenderat material | [kg/år] | 4100 ± 1900 | 1500 ± 670 | -2600 |

De främsta källorna till nickel är galvaniserad svetsad plåt och bildäck (Viklander m.fl., 2019). Det är önskvärt att gatudagvatten leds till LOD-anläggningar med hög reningsgrad. Dessutom bör man eftersträva kommunikationslösningar som minskar biltrafiken så att de verkliga utsläppen av nickel i framtiden blir lägre än schablonberäkningarna.

Eftersom dagvatten inom fastighetsmarken först ska renas i LOD-anläggningar och därefter i dagvattendammnar blir den sammanlagda reningsgraden högre. Man kan dock inte addera reningseffekter som förväntas vid separat rening eftersom reningsgraden minskar ju renare vatten som ska renas. En ytterligare rening på omkring 10 % bedöms kunna ske i dagvattendammarna när effektiv rening först skett i LOD-anläggningar.

5.3 Behov av ytterligare åtgärder

Inget ytterligare behov av åtgärder för rening eller fördröjning bedöms föreligga.

För att förhindra problematiska översvämningar på västra sidan av Dag Hammarskjölds väg i samband med skyfall kan åtgärder behöva vidtas mot vägens barriäreffekter.

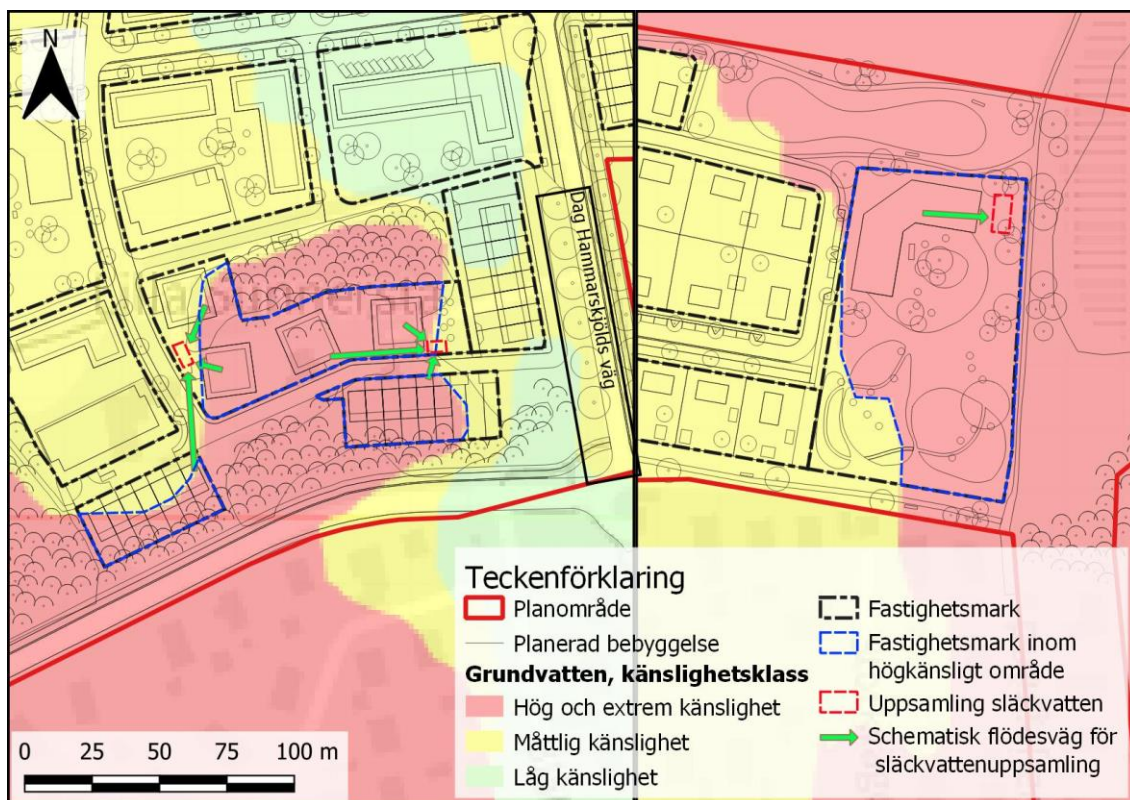
5.3.1 Grundvattenkänslighet

Ny bebyggelse planeras inom två områden med *hög* grundvattenkänslighet, dels strax väster om Dag Hammarskjölds väg och dels längst i öster (Figur 10). Kartfigurer i större skala ses över dessa områden i Figur 28. Det östra området anges vara delklass Ha och det västra området delklass Hd (avsnitt 2.5). Inom dessa områden behöver särskilda riskreducerande åtgärder vidtas, vilka beskrivs närmare nedan.

Grundvattenkänslighetens klassning innebär att dagvatten från GC-vägar inom grönområden får infiltrera. Om GC-vägarna ligger i direkt anslutning till gata gäller samma princip som för vägar: rening i tät växtbädd och avledning i ledningar. Ledningarna ska ha garanterat täta skarvar och ledningsgravarna ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen. Inom område Hd behövs även tätskikt i ledningsgravarna.

Principerna för riskreducering (Tabell 1) medför att Norra Sunnersta-dammen (intill planerad förskola i öster) troligtvis också behöver anläggas med tätskikt.

På grund av grundvattnets känslighetsklassning behövs släckvattenzoner, det vill säga ytor där anlagda tätskikt förhindrar infiltration av släckvatten, och uppsamlingsvolymmer för släckvatten. Släckvattensystemet behöver dimensioneras och projekteras i det fortsatta arbetet, men en schematisk placering av eventuella särskilda uppsamlingsplatser för släckvatten ses i Figur 28.



Figur 28. Kartfigur över ny bebyggelse inom områden med hög grundvattenkänslighet och schematisk inritade särskilda platser för eventuell särskild släckvattenuppsamling. Källa grundvattenkänslighet: Uppsala Kommun (2024).

I projekteringskedet bör undersökas om Norra Sunnersta-dammen kan utgöra släckvattenuppsamlingsvolym för förskolan, förutsatt att dammen anläggs med avstängningsmöjlighet. Även Bäcklösa dagvattendamm kan eventuellt utgöra släckvattenuppsamlingsvolym för västra delen av planområdet.

5.3.2 Markavvattningsföretag

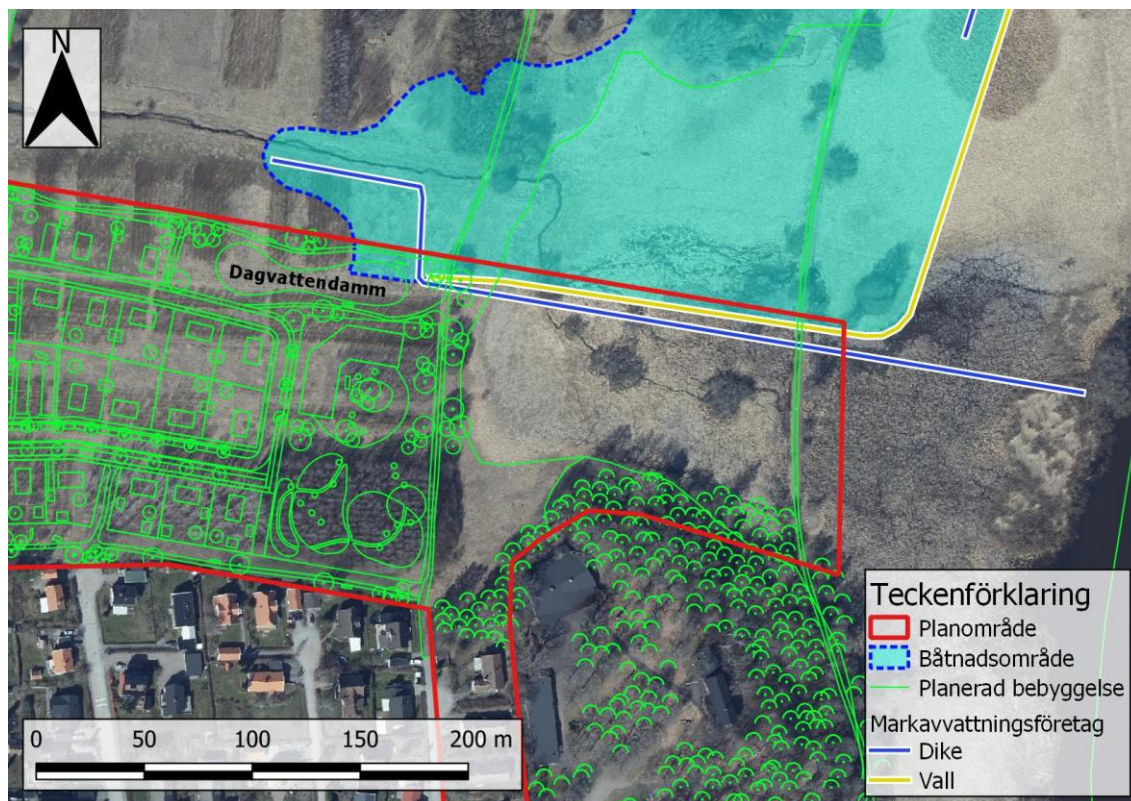
Dagvattnet från planområdet leds genom ett markavvattningsföretag (Figur 13) i öster innan vattnet når Fyrisån. Ändringarna i detaljplanen kan möjligen medföra att markägare inom detaljplanen anses dra nytta av markavvattningsföretaget på ett förändrat sätt som föranleder en ekonomisk ersättning till företaget eller en omfördelning av kostnadsbördans fördelning (omförhandling av företaget). De argument som talar emot detta är dock:

1. att allt vatten från planområdet redan leds till Bäcklösadiket eller våtmarken i öster som båda avvattas via markavvattningsföretaget (Figur 11)
2. att planerade LOD-anläggningar och dagvattendammar medför att flödet inte ökar i framtiden

Dessutom, eftersom Bäcklösadiket är en kritisk del av kommunens och UVAB:s dagvatteninfrastruktur så förefaller det nödvändigt att dessa aktörer skaffar sig rådighet över detta företag i den mån de inte redan har det.

Ur ett markavvattningsperspektiv bör det således vara oproblematiskt att fortsatt leda vatten till markavvattningsföretaget.

Observera att diket och båtnadsområdet (marken som drar nytta av diket ur ett avvattningsperspektiv) i figuren nedan tycks ligga förskjutet både för långt söderut och för långt västerut utifrån diket 90-gradiga krök (Figur 29).



Figur 29. Kartfigur över markavvattningsföretag och planerad dagvattendamm för mellersta delavrinningsområdet. Källa markavvattningsföretag: Länsstyrelserna (2022). Ortofoto: © Lantmäteriet.

5.3.3 Tillstånd och dispenser

Vid ansökan om bygglov hos Stadsbyggnadsförvaltningen och anmälan om VA-anslutning hos Uppsala Vatten ska planerad dagvattenhantering inom fastigheten redovisas i formuläret ”Dagvattenhantering inom fastighet” (Uppsala Vatten, 2018b).

Den planerade dagvattendammen (”Norra Sunnersta-dammen”) i östra delen av det mellersta delavrinningsområdet (Figur 26) angränsar till/ligger eventuellt inom befintligt båtnadsområde (Figur 13). Huruvida dammen ligger inom båtnadsområdet samt om detta medför några komplikationer behöver utredas vidare.

6 Diskussion kring dimensioneringskrav på dammar

WRS ställer sig frågande till Uppsala Vattens projekteringsanvisningar för öppna dagvattendammar (Uppsala Vatten, 2022). Vid dimensionering av dagvattendammar används ofta empiriska samband framtagna av Pettersson (1999) och Pramsten (2010) som säger att dagvattendammar bör vara 0,5–2,5 % av tillrinnande reducerad area för att uppnå en hög reningsgrad. Permanentvolymen på 150 m² per hektar tillrinnande reducerat avrinningsområde som Uppsala Vatten efterfrågar är detsamma som 1,5 %, vilket brukar anses vara den ”optimala” storleken för att uppnå hög reningsgrad och samtidigt god kostnadseffektivitet. I Petterssons och Pramstens rapporter är det permanentvolymen som är ”reningsvolymen”. Krav på ytterligare en ”tillfällig reningsvolym” (på 20 mm) förekommer normalt inte. Eftersom det ”är vedertaget att den mesta reningen sker under mindre till medelstora regn, och särskilt under torrperioder mellan regnen, inte under maxflödena” (StormTac, 2024), sker majoriteten av reningen i permanentvolymen. Av Tabell 7 framgår att reningsvolymen gör att dammarnas totala volym mer än dubblas, vilket ökar den totala volymen i dammarna till över 3 % av tillrinnande reducerad area. Enligt Pettersson och Pramsten planar reningsgraden i princip helt ut efter 2,5 % (permanentvolym). Utifrån detta perspektiv är den storlek på dagvattendammar som efterfrågas av Uppsala vatten inte befogad.

7 Slutsatser

- Kravet att fördröja och rena 20 mm på fastighetsmark kommer uppfyllas genom att de föreslagna LOD-åtgärderna implementeras.
- God rening kommer att uppnås, dels i LOD-anläggningarna och dels i de planerade dagvattendammarna.
- Genomförda föroreningsberäkningar visar att närsalts- och föroreningsbelastningen kommer att minska för samtliga undersökta föroreningar förutom nickel jämfört med dagens markanvändning. Fyrisån har dock god status med avseende på nickel och den beräknade ökningen är mycket liten.
- Möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för Fyrisån bedöms inte försämrats efter exploatering.
- Erforderlig fördröjning i dammar för att säkerställa oförändrade flöden upp till dimensionerande återkomsttid (utan hänsyn till LOD) kan tillskapas.
- Då planen avvattnas till Fyrisån bedöms den inte medföra ökade översvämningrisker nedströms.
- Inga åtgärder behöver vidtas för att säkra planområdet mot översvämningar av Fyrisån. De berörda områdena ska förbli våtmarksområden.
- För att förhindra problematiska översvämningar på västra sidan av Dag Hammarskjölds väg i samband med skyfall kan åtgärder behöva vidtas mot de barriäreffekter som vägen enligt en tidigare skyfallsanalys skapar.
- Riskreducerande åtgärder behöver vidtas inom områden med *hög* grundvattenkänslighet.

Referenser

- BJERKING, 2024a. *Inledande PM Geoteknik, Norra Sunnersta DP*. Uppsala, Nr. 23U1654.
- BJERKING, 2024b. *PM Riskbedömning grundvatten - Norra Sunnersta DP Sunnersta 51:22*.
- GEOSIGMA, 2022. *Risicanalys avseende grundvattenskydd Sunnersta 51:22*.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 2023. Strandskydd och Landskapsbildsskydd mm i Uppsala län (webbkarta) [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=26ab810421ac4b44a9137d1bd9e328a7> [Hämtad 2023-10-24].
- LÄNSSTYRELSENA, 2022. Vattenarkiv - Markavvattningsföretag [internet]. Tillgängligt: https://ext-geodatakatalog-forv.lansstyrelsen.se/PlaneringsKatalogen/GetMetaDataById?id=acc8cb71-03dc-4a46-b130-d473dda1964a_C&showmetadataview [Hämtad 2023-11-16].
- LÄNSSTYRELSENA, 2024. Potentiellt förorenade områden (EBH) (WMS).
- MSB, 2022. *Översvämningskartering utmed Fyrisån*. Karlstad, Nr. 2013-02653.
- NATURVÅRDSVERKET, 2024. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- PERSSON, I., 2023. Sv: Dagvattenutredning N:a Sunnersta - UVAB:s riktlinjer.
- PETTERSSON, T.J.R., 1999. Stormwater Ponds for Pollution Reduction. Doctoral thesis. Chalmers University of Technology, Göteborg.
- PRAMSTEN, J., 2010. Avskiljningsförmåga hos dagvattendammar i relation till dammvolymer, bräddflöde och inkommande föroreningshalt. *VATTEN – Journal of Water Management and Research*, Nr. 66:99–111.
- REJLERS, 2023. *PM Revidering av känslighetskartan för Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde*. Nr. 607179.
- SGU, 2024a. Genomsläpplighet (WMS).
- SGU, 2024b. Jordarter 1:25 000-1:100 000 (WMS).
- SMHI, 2003. *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*. SMHI, Nr. 111.
- SMHI, 2021. Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020 | SMHI [internet]. Tillgängligt: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarder-for-perioden-1991-2020-1.167775> [Hämtad 2023-10-17].
- STOCKHOLM VATTEN, 2016. *Reningstabell*. Nr. Version 2016-11-18.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017a. *Dimensioneringstabell: Magasinsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym*. Nr. Version 170629.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017b. Infiltration i grönyta.
- STOCKHOLMS STAD, 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok 2017*. Stockholm.
- STORMTAC, 2023. Stormtac Web v.22.4.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com> [Hämtad 2023-1-19].
- STORMTAC, 2024. StormTac Web v.24.2.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STORMTAC, 2024. *Guide StormTac Web*. Stockholm.
- STRATEGISK ARKITEKTUR, 2024. Illustrationsplan Norra Sunnersta - utkast.
- SVENSKT VATTEN, 2011. *P 105 Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Svenskt Vatten AB.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- SVENSKT VATTEN och DAHLSTRÖM, 2016. *P110 Bilaga 10.6a*.
- SWECO, 2024. *Bäcklösa dagvattendamm - Systemhandling*.
- TRAFIKVERKET, 2023. Vägtrafikflödeskartan [internet]. Tillgängligt: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> [Hämtad 2023-10-9].
- UPPSALA KOMMUN, 2018. *Riktlinje för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt*.
- UPPSALA KOMMUN, 2021. *Vattenprogram för Uppsala kommun*. Nr. KSN-2019-1816.

- UPPSALA KOMMUN, 2024. Kommunkarta [internet]. Tillgängligt:
<https://kartportal.upsala.se/portal/apps/webappviewer/index.html?id=4d2d58592a9047f4ba3c1d9c8a02cf32> [Hämtad 2024-9-17].
- UPPSALA VATTEN, 2018a. *Checklista för dagvattenutredningar*.
- UPPSALA VATTEN, 2018b. Dagvattenhantering inom fastighet [internet]. Tillgängligt:
<https://www.upsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d430535a/1652255013848/Dagvattenhantering%20inom%20fastighet%20ifyllningsbar%20september%202018.pdf> [Hämtad 2024-2-1].
- UPPSALA VATTEN, 2021. *Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet*. Uppsala, Nr. UVA-2021-01314.
- UPPSALA VATTEN, 2022. *Bilaga 9 - Projekteringsanvisningar för öppna dagvattendammar. Version 2.0*.
- UPPSALA VATTEN, 2023. VA-karta.
- UPPSALA VATTEN, 2024. Skyfallskartering Uppsala med kransorter [internet]. *Uppsala vattens kartportal*. Tillgängligt:
<https://kartportal.upsalavatten.se/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=67b9c095a4a04d0292f43d191508fca5> [Hämtad 2024-4-4].
- UPPSALA VATTEN, u.å. Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark.
- VATTENMYNDIGHETERNA, LÄNSSTYRELSENA, och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2023. *Fyrisån Ekoln - Sävjaån (senaste bedömning)* [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA67670465> [Hämtad 2023-2-28].
- VIKLANDER, M., ÖSTERLUND, H., MÜLLER, A., MARSALEK, J., och BORRIS, M., 2019. *Kunskapssammanställning: Dagvattenkvalitet*. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling, Nr. 2019-2.

Bilaga 1. Beräkning av regnbäddarnas ytbehov

För beräkning av regnbäddarnas ytbehov användes ett beräkningsverktyg för reducerad våtvolymin i bland annat regnäckdar från Stockholm Vatten och Avfall. Verktöget beräknar hur stora regnbäckdarna behöver vara till ytan för att uppnå ett bestämt åtgärdsmått och beror av arealen ansluten hårdgjord yta, medeldjup i fördröjningsvolymen och begränsande infiltrationskapacitet i jordlagret. Reducerad avrinningsyta benämns som A_r i verktöget (se urklipp från exempel på beräkning av 20 mm fördröjning och rening i Figur 30). Djup i regnbäckdarnas fördröjningsvolym sattes till 20 cm. Jordlagrets mäktighet bör vara minst 50 cm för god rening enligt riktlinjer från Stockholm vatten och avfall och infiltrationshastigheten sattes till 100 mm/h.

Infiltrationsytan ska dimensioneras för att med god säkerhet omhänderta 90 procent av årsavrinningen i ett framtida, blötare klimat.

$C_e = 4,42$ Dimensioneringen uppfyller Stockholms åtgärdsnivå

$$A_m = \frac{C_e A_r}{d_m} \left(\sqrt{\frac{d_m}{f_c}} - \frac{d_m}{20 f_c} - \frac{6 - C_e}{20} \right)$$

där $\frac{1}{6} \leq \frac{d_m}{f_c} \leq 12$

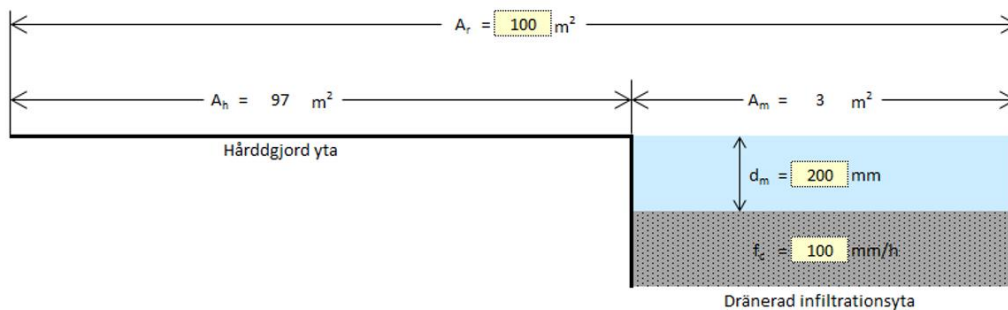
och A_m är magasinets bottenarea [m²]

C_e är den hydrologiska effektivitetskonstanten (1-7)

A_r är arean på ytan som bidrar med avrinning vid regn [m²]

d_m är magasinetsdjup [mm]

f_c är infiltrationshastigheten [mm/h]



Figur 30. Skärmlinje på beräkning i Stockholm vatten och avfalls beräkningsverktyg som använts för beräkning av växtäckdarnas ytbehov (benämns som "magasinets bottenarea", A_m , i verktöget).