
RAPPORT

FABEGE

Dagvattenutredning Sliparen 1

UPPDRAGSNUMMER 13012742



[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]

SWECO AB

DAGVATTEN OCH KLIMATANPASSNING

UPPDRAGSLEDARE: CAROLINE ELIASSON

UTREDARE: CAROLINE ELIASSON

GRANSKARE: ELIN LINDVALL & ALEXANDER SALMONSSON

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Fabege via Structor Miljöbyrå Stockholm AB utfört en dagvattenutredning för planområdet som fastigheten Sliparen 1 tillhör. Planområdet tillhör Solna Business Park, beläget i Solna, och är cirka 0,9 hektar. Planområdet inkluderar både kvartersmark och allmän platsmark. På fastigheten Sliparen 1 planeras en ny byggnad som ersätter befintlig industribyggnad med tillhörande parkering. I och med den planerade byggnaden justeras fastighetsgränsen något. Inom allmän platsmark planeras en framtida ombyggnation av Ekensbergsvägen mellan Grängsgatan och Svetsarvägen. Endast en delsträcka av Ekensbergsvägen ingår i planområdet. Ytan för körbanan planeras att bli mindre och dagens dubbla körfält i vardera riktningen minskas till två körfält västerut och ett körfält österut. Detta för att ge ett större utrymme till gående och cyklister. Den bredare gångbanan på södra sidan om Ekensbergsvägen ger också utrymme för plantering vilket kan nyttjas till dagvattenhantering och fördröjning vid skyfall. Gång- och cykelbanan vid Svetsarvägen planeras även den att byggas om vilket också möjliggör dagvatten- och skyfallshantering. Planområdet ligger inom samma avrinningsområde som övriga Solna Business Park.

I utredningen redovisas beräknade föroreningar, flöden, erfordrad fördröjningsvolym och åtgärdsvolym enligt Solna Stads dagvattenstrategi med tillhörande åtgärdsnivå, vilken anger krav på fördröjning och rening av 20 mm nederbörd. Beräkningarna ligger till grund för föreslagna dagvattenåtgärder inom allmän platsmark och kvartersmark. Situationen före och efter föreslagen ombyggnation enligt planen jämförs samt en översiktlig bedömning av skyfallssituationen redovisas. Förslag på en hållbar dagvattenhantering ges med hänsyn till Solna stads dagvattenstrategi samt miljö kvalitetsnormer för berörd recipient. Recipient för planområdet är Mälaren-Ulvsundasjön som i dagsläget varken uppnår god ekologisk eller kemisk status.

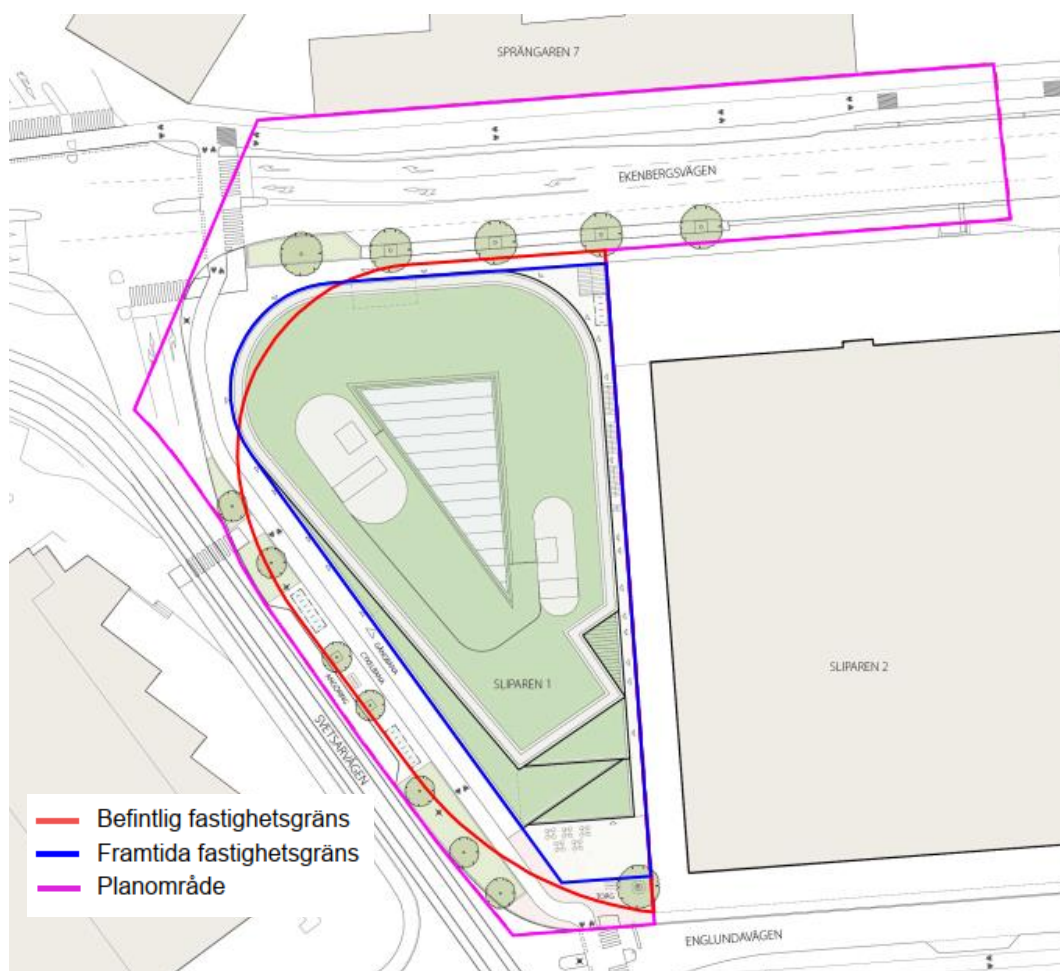
För att åstadkomma en hållbar hantering av dagvattnet föreslås att grönt tak och skelettjordar med biokol anläggs inom fastigheten. Inom allmän platsmark föreslås dagvattenhanteringen ske i skelettjord med biokol. Resultatet av beräkningarna visar att föreslagna dagvattenlösningar minskar flödena från planområdet och innebär minskad belastning till recipient av samtliga föroreningar. Planförslaget för Sliparen 1 bedöms inte försvåra recipientens möjlighet att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
2	Underlagsmaterial	3
3	Riktlinjer och krav	4
4	Områdesbeskrivning	5
4.1	Befintlig verksamhet	6
4.2	Framtida verksamhet	7
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer	8
4.4	Markförhållanden	11
4.5	Avvattning och ledningsnät	14
4.6	Översvämningsrisker	15
5	Metod och indata	18
5.1	Beräkning av åtgärdsvolym enligt Solna stads åtgärdsnivå	18
5.2	Beräkning av flöden och föroreningar	18
6	Resultat	22
6.1	Åtgärdsvolym	22
6.2	Flöden	22
6.3	Föroreningar	24
7	Förslag på dagvattenåtgärder	28
7.1	Allmän platsmark	28
7.2	Kvartersmark	31
8	Hantering av skyfall	34
9	Diskussion och slutsatser	36
10	Referenser	37
11	Principiell beskrivning av dagvattenåtgärder	38
11.1	Gröna tak	38
11.1.1	Drift- och skötselansvisning	40
11.2	Skelettjordar med träd	40
11.2.1	Drift- och skötselansvisning	41
		1(41)

1 Inledning

Sweco har fått i uppdrag av Fabege via Structor Miljöbyrå Stockholm AB att genomföra en dagvattenutredning för en detaljplan som omfattar fastigheten Sliparen 1 där en ny byggnad planeras. I och med den planerade nybyggnationen kommer den befintliga fastighetsgränsen att dras om något. Sliparen 1 ingår i ett större planområde, se Figur 1. Åtgärdsförslag tas fram för hela planområdet, både för kvartersmark och allmän platsmark. En separat skyfallsutredning har genomförts för fastigheten Sliparen 1 och resultatet redovisas i *PM-Skyfall Sliparen 1* (SWECO, 2021, reviderad 2023-10-05). Dagvattenutredningen reviderades 2023-10-05 utifrån nytt underlag för fastighetsgräns, planområdesgräns samt situationsplan.



Figur 1. Den planerade byggnaden inom Sliparen 1. I och med den planerade nybyggnationen kommer fastighetsgränsen att dras om något. Planområdet är markerat med rosa polygon.

2(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

Syftet med dagvattenutredningen är att översiktligt redogöra för hur dagvattenflödena och föroreningarna förändras i samband med planförslaget samt ge förslag på hur dagvattnet inom planområdet kan hanteras på ett hållbart sätt. Recipient för dagvatten från planområdet är Mälaren-Ulvsundasjön och i nuläget uppfyller recipienten inte kraven för miljö kvalitetsnormen (MKN), varken för ekologisk eller kemisk status. Därför bör en hållbar dagvattenhantering inom planområdet som nyttjar de lokala förutsättningarna och skapar fördröjning och rening inom området tillämpas.

2 Underlagsmaterial

Följande underlag har använts i utredningen:

- .dwg och .pdf ritningar
 - Sliparen 1 Situationsplan
 - Plangräns 2022-01-28 (ej förändrad vid revidering 2023-09-27)
 - Samlingskarta Sliparen 1
 - BND2020-40 Sliparen 1 grundkarta
 - T-33-P-202

Mottagit från Fabege 2023-09-29:

- H0_N003_Underlag_till_Plankarta
- H0_N004_Tak_och_Markplan 230908
- H0_N002_Illustrationsplan
- H0_N001_SITEPLAN
- L-30-P-01

PM

- Miljöteknisk mark, luft och grundvattenundersökning inför planändring. Uppdragsnummer 20114. 2020-06-05 (reviderad september 2023). Structor.
- Skyfallsutredning Sliparen 1. Sweco 2021. Reviderad 2023-10-05.
- Solna stads dagvattenstrategi. Uppdaterad december 2017.
- Svensk Vatten, 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Publikation P110.

3 Riktlinjer och krav

I utredningen har hänsyn tagits till Solna stads dagvattenstrategi som togs fram år 2002 och som har omarbetats med en uppdatering i december 2017. I uppdateringen ingår bland annat att dagvattenhanteringen ska dimensioneras för att möjliggöra fördröjning och rening av en nederbörds mängd på minst 20 mm vid varje givet nederbördstillfälle vilket motsvarar ca. 90% av årsnederbörden. Dimensioneringen av våtvoly men ska utformas som en permanentvolym alternativt att volymen avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som effektivt avskiljer föroreningar.

Strategin anger riktningen mot en hållbar dagvattenhantering och ska ge vägledning och stöd till stadens samtliga nämnder och bolag vid planering, ombyggnation och förvaltning i staden. Det innefattar såväl ny- och ombyggnation samt ändrad markanvändning som vid drift och underhåll av byggnader, vägar och andra anläggningar. Särskilt fokus i dagvattenstrategin ligger på att minska föroreningar i dagvatten, motverka skadlig påverkan orsakad av översvämningar och använda dagvatten för att skapa mervärden i stadsmiljön. Dagvattenstrategin syftar även till att skapa en samsyn bland berörda aktörer och ge vägledning samt stöd vid planering, ombyggnation och förvaltning i staden. Målet är att skapa långsiktiga och hållbara dagvattenlösningar med utgångspunkt från miljömässiga, ekonomiska och sociala värden. Följande riktlinjer ska även vara vägledande för berörda aktörer:

- Dagvatten ska beaktas i varje skede av stadsbyggnadsprocessen
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs såsom ombyggnad av stadens vägar, gator och torg.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska tillämpas och med bästa möjliga teknik. Utformningen på dagvattenlösningar ska fördröja och rena minst 20 mm nederbörd vid varje givet nederbördstillfälle.
- Dagvatten ska inte bidra till att status för miljö kvalitetsnormer avseende vattenkvaliteten i mottagande recipienter äventyras.
- Vid infiltration av dagvattnet till grundvattnet ska säkerställas att förorenat dagvatten renas innan det når grundvattnet samt att naturliga grundvattennivåer bibehålls.
- Dagvatten från vägar ska genomgå rening innan utsläpp sker till mottagande recipienter eller grundvatten.
- Material som kan avge miljöstörande ämnen till dagvattnet ska undvikas om inte andra synnerliga skäl föreligger. Vid såväl nybyggnation som ombyggnation i staden bör bygg- och anläggningsmaterial i den yttre miljön, exempelvis takmaterial och fasadbeklädnad, som riskerar att förorena dagvatten väljas bort. Olämpliga material är exempelvis zink och koppar.
- Genom noga övertänkt höjdsättning av bebyggelse, infrastruktur och dagvattenlösningar ska skadliga översvämningar undvikas.

4(41)

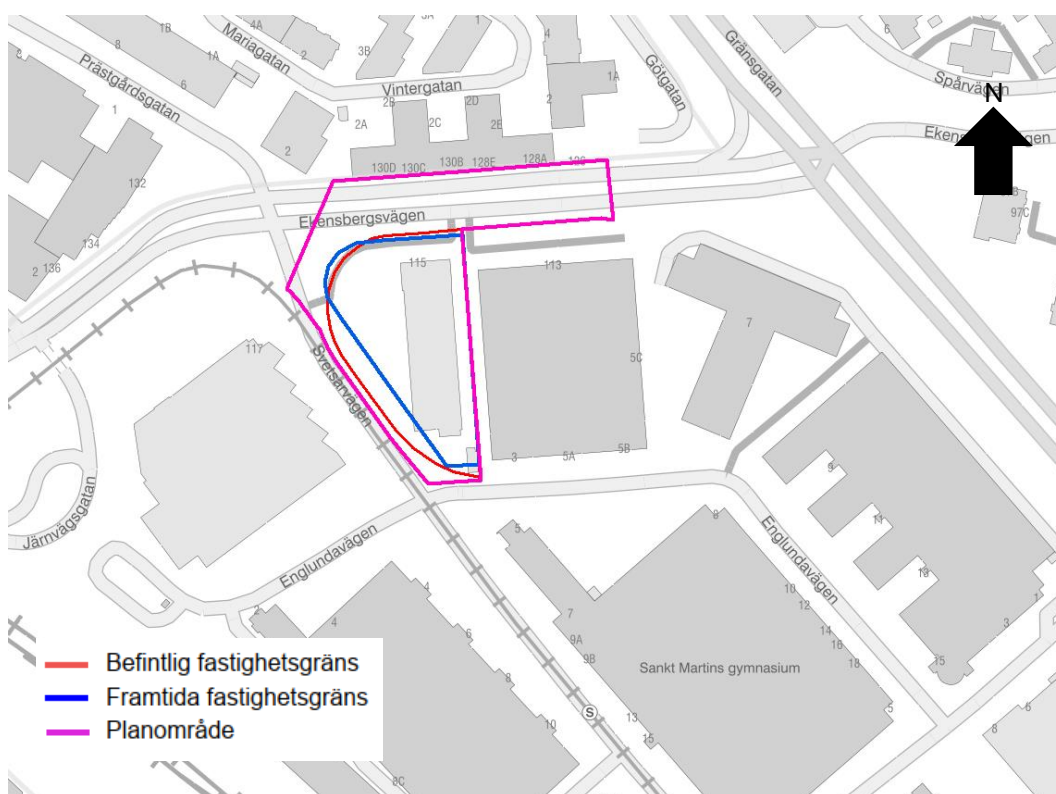
RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

- Genom att utnyttja dagvatten som resurs ska attraktiva och funktionella inlag skapas.

Utöver riktlinjerna som anges i Solna stads dagvattenstrategi följer utredningen även anvisningar enligt Solna stads checklista för dagvattenutredningar.

4 Områdesbeskrivning

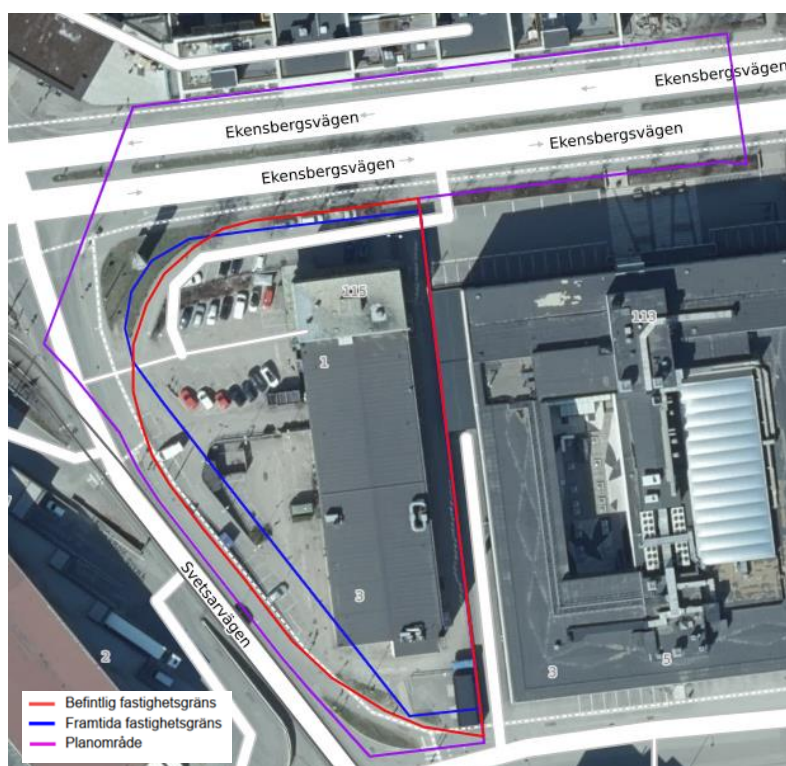
Dagvattenutredningen omfattar planområdet som utgörs av fastigheten Sliparen 1 och allmän platsmark bestående av gatumark. Planområdet är cirka 0,9 ha stort och beläget i ett område med varierad verksamhet i Solna. I och med den planerade nybyggnationen kommer fastighetsgränsen att dras om något för Sliparen 1. Kvarteretsmarken angränsar mot Svetsarvägen i väst, Ekensbergsvägen i norr och fastigheten Sliparen 2 i öst (se Figur 2).



Figur 2. Planområdet är beläget i Solna. Fastighetsgränsen till Sliparen 1 angränsar mot Svetsarvägen i väst, Ekensbergsvägen i norr och fastigheten Sliparen 2 i öst.

4.1 Befintlig verksamhet

Fastigheten Sliparen 1 ägs av Sliparen Ett KB (ett helägt dotterbolag till Fabege). Den tidigare verksamheten på kvarteretsmark bestod av en bilvårdsanläggning med bilverkstad samt åkeri med tillhörande parkeringsyta. I nuläget (oktober 2023) är verksamheten avvecklad och byggnaden är tomställd. Hela fastighetsytan är hårdgjord. Fastigheten har en total byggnadsarea om ca 4600 kvm varav ca 2800 kvm utgör produktionslokal och ca 1800 kvm utgör industrikontor. Byggnaden har en källardel under hela byggnadskroppen med i huvudsak teknikutrymmen (UC) och förråd. Det finns en teknikbyggnad söder om huvudbyggnaden, mot grannfastigheten Sliparen 2. Markanvändningen har klassificerats som *industriområde* för kvarteretsmark och för allmän platsmark som *väg* och *gång- och cykelbana*. Delar av Ekensbergsvägen och Svetsarvägen ingår i planområdet för allmän platsmark.



Figur 3. Befintlig markanvändning inom det aktuella planområdet redovisad med ortofoto samt befintlig och framtida fastighetsgräns

6(41)

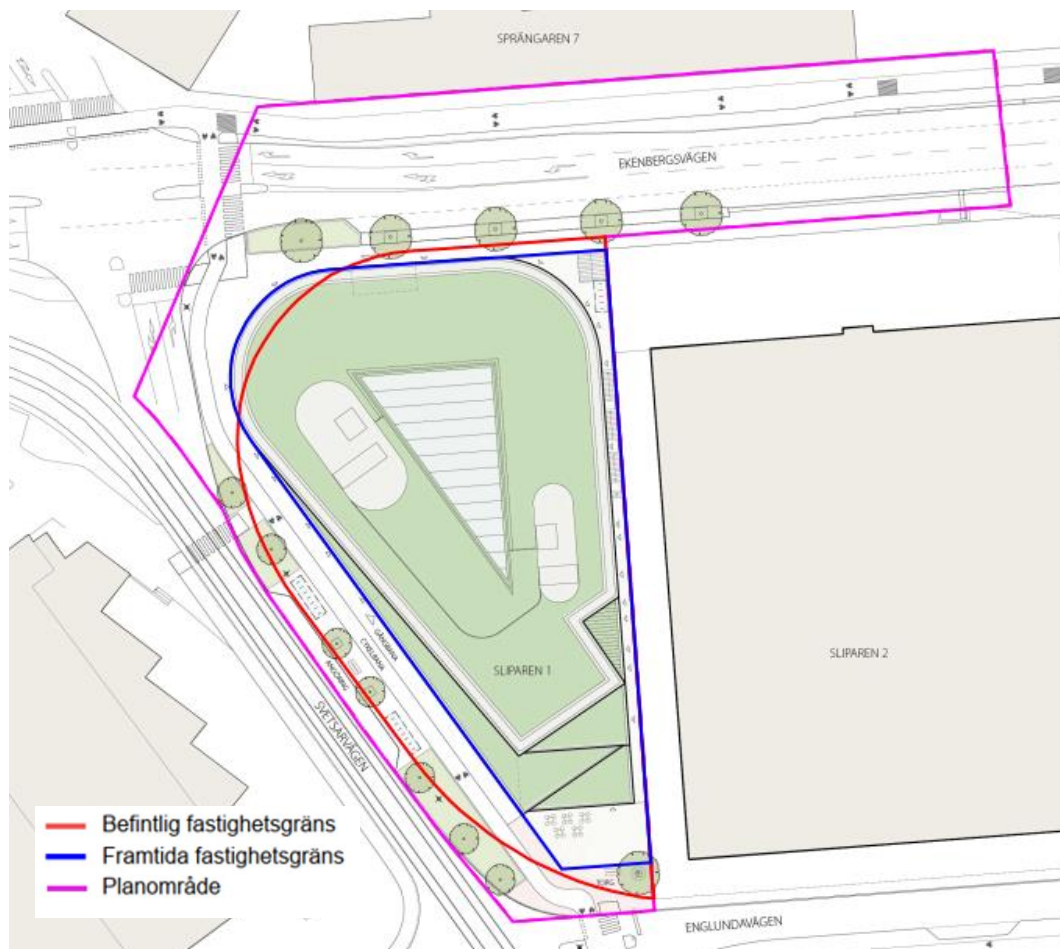
RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

4.2 Framtida verksamhet

Kommunstyrelsen gav den 10 februari 2020 (§ 7) byggnadsnämnden i uppdrag att påbörja detaljplanearbete för fastigheten Sliparen 1 m.fl. för ny bebyggelse omfattande 20 000–25 000 kvm för kontorsändamål samt med inslag av handel och service i gatuplan. Inom Sliparen 1 innebär det uppförandet av en ny, större kontorsbyggnad som ersätter befintlig bebyggelse på fastigheten. Figur 4 ger en övergripande bild över planerad nybyggnation. Markanvändningen övergår från industri till kontor, med utökad byggnadsarea som innebär att befintlig markparkering ersätts av takytor.

Inom allmän platsmark planeras en framtida ombyggnation av Ekensbergsvägen mellan Grängsgatan och Svetsarvägen. Delar av Ekensbergsvägen och Svetsarvägen ingår i planområdet för allmän platsmark. Ytan för körbanan planeras att bli mindre och dagens dubbla körfält i vardera riktningen minskas till två körfält västerut och ett körfält österut. Detta för att ge ett större utrymme till gående och cyklister. Den bredare gångbanan på södra sidan om Ekensbergsvägen ger också utrymme för plantering vilket kan nyttjas till dagvattenhantering och fördröjning vid skyfall. Gång- och cykelbanan vid Svetsarvägen planeras också att byggas om vilket möjliggör för dagvattenhantering även här. Planförslaget innebär ingen betydande förändring av trafikintensiteten.

I Figur 4 redovisas även markkarteringen för situationen efter nybyggnation som legat till grund för genomförda föroreningsberäkningar för planområdet. Markanvändningen inom ny fastighetsgräns är *kontorsområde* och för den allmänna platsmarken *väg* och *gång- och cykelbana*.



Figur 4. Framtida markanvändning.

4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer

Recipienten till avrinningsområdet är vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön (SE658229-162450), se Figur 5. Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön är en vattenförekomst enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Genom miljöbalken och vattenförvaltningsförordningen har EU:s ramdirektiv för vatten införlivats i svensk lagstiftning. Detta innebär att det finns uppsatta vattenkvalitetsmål, s.k. miljö kvalitetsnormer (MKN) för ytvattens kemiska och ekologiska status vilka beskriver kravet på kvaliteten hos vattnet vid en viss tidpunkt.

Den ekologiska statusen i Mälaren-Ulvsundasjön är *otillfredsställande* och den kemiska ytvattenstatusen *uppnår ej god status*. Målet är att vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön ska ha uppnått *måttlig* ekologisk status till år 2027 och *god* kemisk ytvattenstatus till 2027.

Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön är övergödd och år 2017 fick recipienten tidsundantag till att nå *god ekologisk status* till år 2027 för näringsämnen. Tidsundantaget beror på att

8(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

det är tekniskt omöjligt att nå god status tidigare. Vattenförekomstens återhämtning tar lång tid och åtgärder bör därför sättas in så snart som möjligt för att nå målet om en god ekologisk status för näringsämnen till 2027.

För att Mälaren-Ulvsundasjön skall uppnå dess beslutade miljö kvalitetsnormer finns ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP) framtaget för recipienten (Solna Stad 2019). LÅP:et är framtaget i samverkan med grannkommunerna, där Stockholms stad har varit projektledare för framtagandet. Det visar vilka förbättringsbehov som finns (bland annat för fosfor). Solna stad har sedan utifrån det tagit fram ett åtgärdsprogram där de pekar på tre fysiska lösningar för att hantera dagvatten och för att kunna uppnå det förbättringsbehov som staden kan bidra med. Stockholms stad och Sundbybergs stad behöver även genomföra sina planerade åtgärder. Med föreslagna åtgärder uppfylls Solna Stads andel av förbättringsbehov för fosfor med god marginal.

Vattenförekomsten uppnår *ej god kemisk ytvattenstatus*. Halter av kvicksilverföreningar och polybromerade difenyletrar är delvis orsak till att recipienten inte uppnår god kemisk status. Dessa halter är höga i samtliga vattendrag i Sverige då ämnena når Sveriges land- och vattenmassor via atmosfärisk deposition. För *god kemisk status* finns det ett tidsundantag för tributyltenn, bly och antracen till år 2027. Samtliga miljö kvalitetsnormer samt bedömningsgrund summeras i Tabell 1.

Tabell 1. Miljö kvalitetsnormer och bedömningsgrund (VISS, inhämtad 2023-09-27).

	Nuvarande status (tillförlitlighet)	Kvalitetskrav	Utslagsgivande	Prioriterade ämnen
Ekologisk status	Otillfredsställande (3 – Hög)	Måttlig år 2027	Miljögifter (koppar och lcke-dioxinlika PCB:er) samt övergödning (klorofyll a och totalfosfor)	Totalfosfor Koppar
Kemisk status	Uppnår ej god (3 – Hög)	God År 2027	Gränsvärdena för de prioriterade ämnena Perfluoroktansulfon (PFOS), kadmium (Cd), bly (Pb), antracen, tributyltenn (TBT), Kviksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE)	Cd, Pb, TBT, Hg



Figur 5. Planområdets geografiska läge (rödmarkerad) i förhållande till recipienten (ljusblåmarkerad) (Bild: VISS).

Närmsta grundvattenförekomst till planområdet är Stockholmsåsen. Planområdet ligger dock inte inom tillrinningsområdet för Stockholmsåsen, se Figur 6.

10(41)

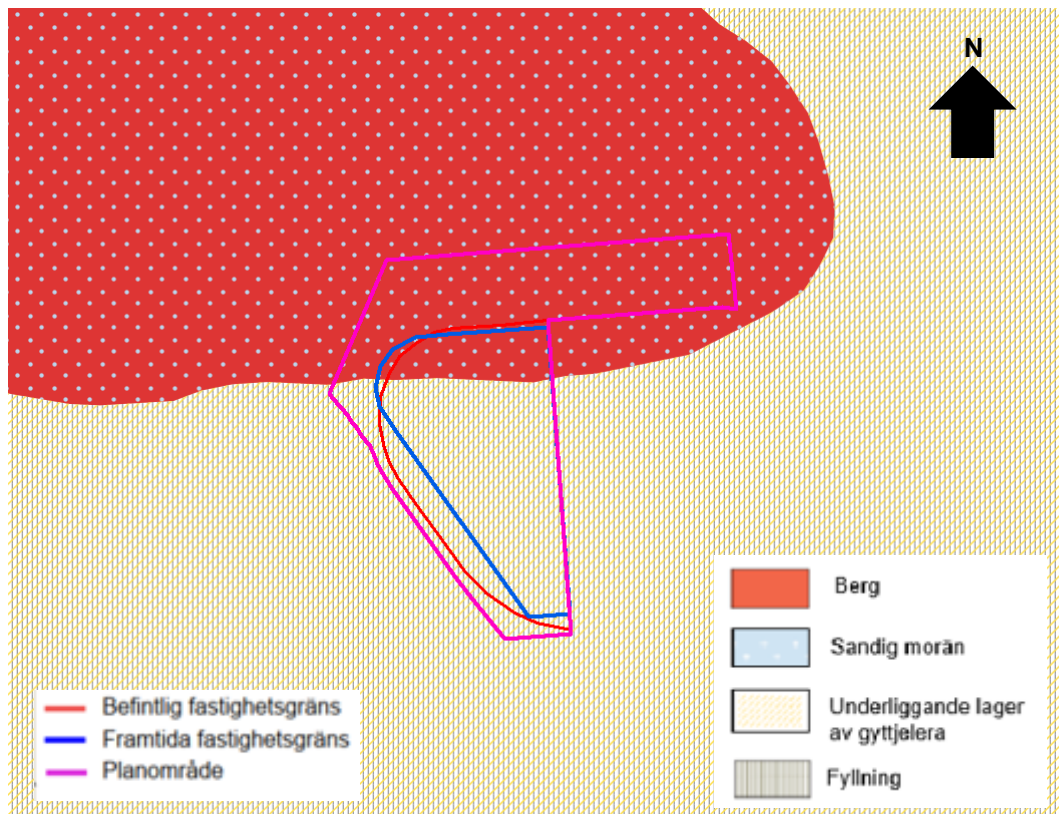
RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1



Figur 6. Planområdets geografiska läge (rödmarkerad) i förhållande till Stockholmsåsen (lila polygon). Grundvattenförekomstens tillrinningsområde är markerad med gul polygon (VISS Vattenkarta, 2021).

4.4 Markförhållanden

Planområdet utgörs till största del av hårdgjorda ytor med en mindre andel vegetation. Enligt SGUs jordartskarta (upplösning 1:25 000 – 1:100 000) utgörs marken inom planområdet av fyllning med inslag av berg i dagen. I Figur 7 visas de geologiska förhållanden inom området.



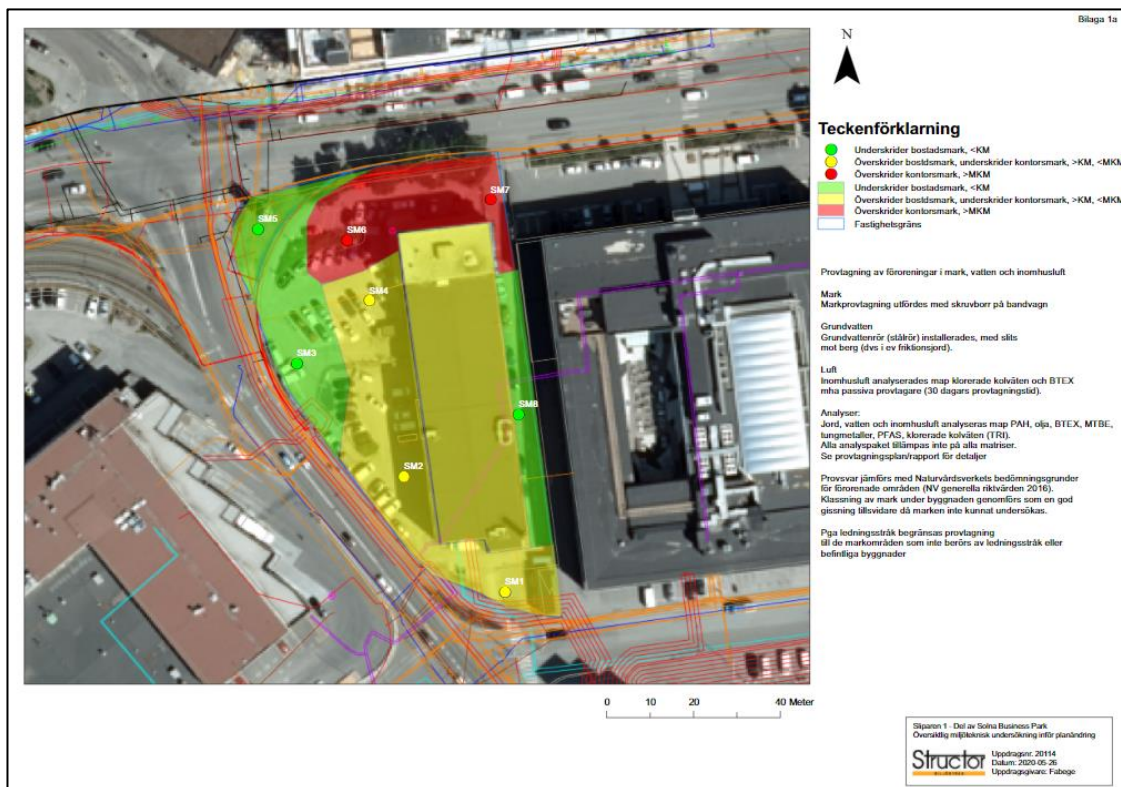
Figur 7. Geologiska förhållanden enligt jordartskartan från SGU. Ny fastighetsgräns i blått och befintlig fastighetsgräns i rött. Lila polygon är planområdet. Röd yta med prickar avser urberg med tunt ytlager av morän.

Av kommunens databas över miljöfarlig verksamhet (EBH) framgår att inom fastigheten Sliparen 1 finns en bilvårdsanläggning med bilverkstad samt åkeri. Verksamheten är dock avvecklad och i nuläget (oktober 2023) står byggnaden tomställd. Området är klassat till branschklass 3 (måttlig risk). Branschklassningen är en gruppriskklassning som baseras på generella bedömningar utifrån vilken verksamhet/bransch som finns/funnits på platsen för att identifiera potentiellt förorenade områden (Naturvårdsverket, 2020).

Structor har gjort en miljöteknisk undersökning av jord och grundvatten inom Sliparen 1 (provtagning 2022-03-22, utredning reviderad september 2023) och resultatet sammanfattas i Figur 8. Analyser på jord och vatten har gjorts med avseende på PAH, olja, BTEX, tungmetaller, PFAS och klorerande kolväten (TRI). Resultatet visar att marken överlag innehåller förhöjda föroreningshalter i fyllnadsmassorna, framförallt inom den norra delen av fastigheten. Föroreningarna utgörs främst av tjärämnen (PAH) och tungmetaller. Resultatet för grundvattnet redovisar att grundvattnet överlag inte är förorenat. I en punkt fanns det förekomst av släckvätskor (PFAS-ämnen) som överskrider Livsmedelsverkets åtgärdsnivå för dricksvatten och även nickel påträffades i den

punkten. Klorerade kolväten och bensinprodukter (BTEX) har inte påträffats inom fastigheten.

Provtagningen jämfördes med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för förorenade områden (NV generella riktlinjer, 2016). En större andel av marken är så pass förorenad att den överskrider kraven för bostadsmark vilket klassas som känslig markanvändning (KM). I huvuddelen av området överskrider dock inte kraven för kontorsmark som klassas som mindre känslig markanvändning (MKM), vilket är den planerade markanvändningen inom detta område. Röd färg i Figur 8 indikerar att marken överskrider både kraven för KM och MKM (Structor, 2020, reviderad september 2023).



Figur 8. Provtagning av föroreningshalter i jord. Grön färg representerar att föroreningshalterna i jord underskrider kraven för bostadsmark. Gul färg representerar att föroreningshalterna i jord överskrider kraven för bostadsmark men underskrider kraven för kontorsmark. Röd färg står för att både kraven för bostadsmark samt kontorsmark överskrider. Structor, 2020-06-05, reviderad september 2023.

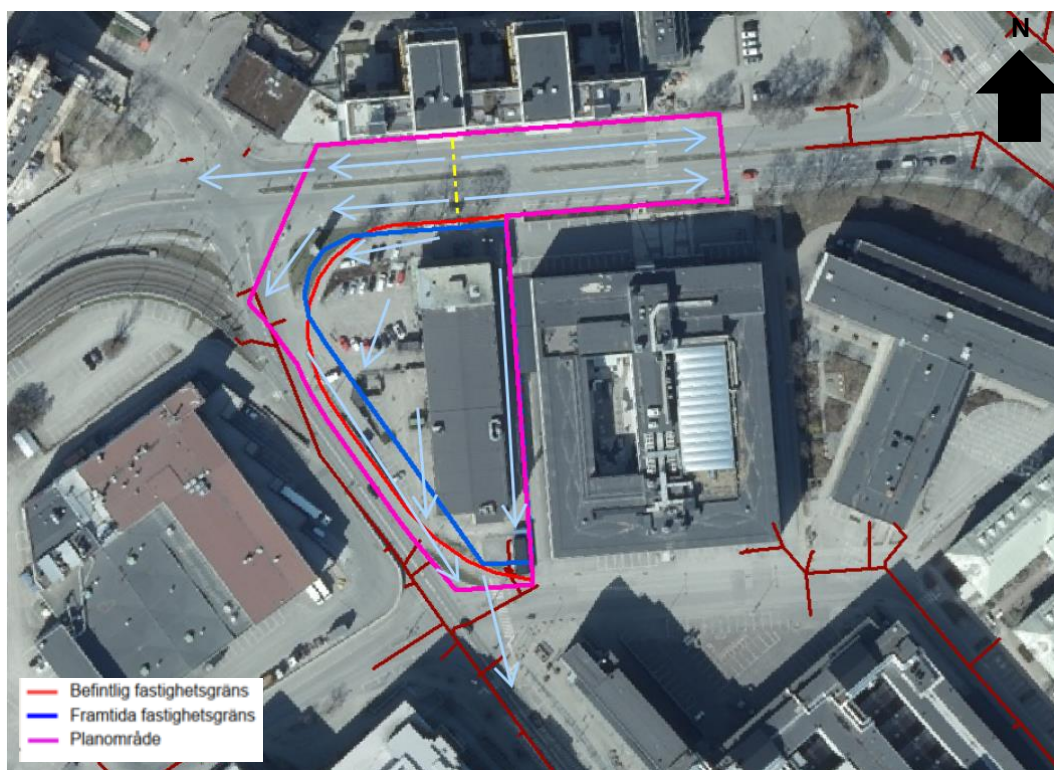
Genomförd åtgärdsutredning av Structor (2022, reviderad september 2023) visar att åtgärder för föroreningar i marken inom fastigheten kan hanteras med så kallad saneringsschakt i de punkter där förhöjda halter påträffats. Slutsatsen baseras främst på typ av förorening och förekomst i fyllnadsmassor inom ett bedömt avgränsat delområde. För grundvattenföroreningarna är den samlade bedömningen att särskilda saneringsåtgärder inte behövs, då grundvattnet inte bedöms vara särskilt förorenat baserat på erhållna analys svar (Structor, 2022, reviderad september 2023). Stora delar

av jorden/befintlig fyllning kommer att schaktas ur vid anläggande av den nya byggnaden vilket innebär att sanering kommer att ske. Marken kommer att saneras till rekommenderad markvändning i samband med nybyggnation. Detta kommer kontrolleras och följas upp i dialog mellan entreprenaden och kommunens miljötillsyn. Om sanering av mark till rekommenderad markanvändning inte skulle ske behöver föreslagna skelettjordar anläggas med tät botten för att undvika att infiltrera dagvatten i förorenade massor.

4.5 Avvattning och ledningsnät

Fastigheten och intilliggande ytor har en generell lutning söderut och avvattnas i dagsläget av det befintliga ledningsnätet. Fastighetens anslutningspunkt är belägen vid södra delen av fastigheten (se Figur 9). Det befintliga dagvattennätet är dimensionerat för ett 10-årsregn. Servisen vid anslutningspunkten är 160 mm och det är viktigt att anpassa dagvattenflöden till kapaciteten i denna. Huvuddelen av befintligt ledningsnät kommer att vara kvar efter nybyggnationen.

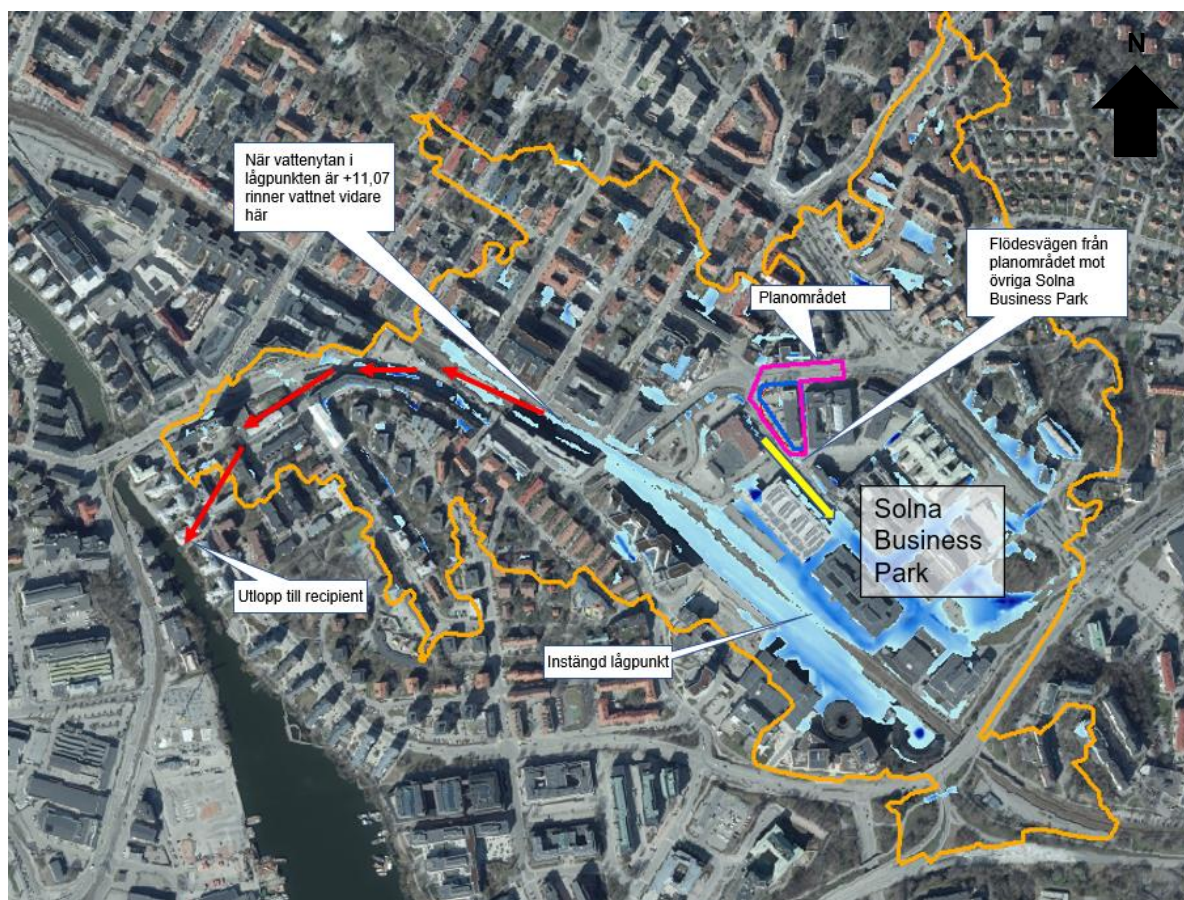
Den ytliga avrinningen från planområdet avrinner söderut mot övriga Solna Business Park längst Svetsarvägen samt längs Ekensbergsvägen både i västlig och östlig riktning, se vattendelaren i Figur 9. Infarten på norra delen av fastighetsgränsen har kantsten vilket förhindrar dagvatten från Ekensbergsvägen att rinna in och längs med nedfarten på fastighetens östra del.



Figur 9. Avrinningsituation för befintligt läge. Ytliga avrinningen (blåa pilar) från kvartersmarken avrinner söderut mot övriga Solna Business Park längs Svetsarvägen. Vattendelare visas med streckad gul linje. Mörkröda linjer är ledningsnätet.

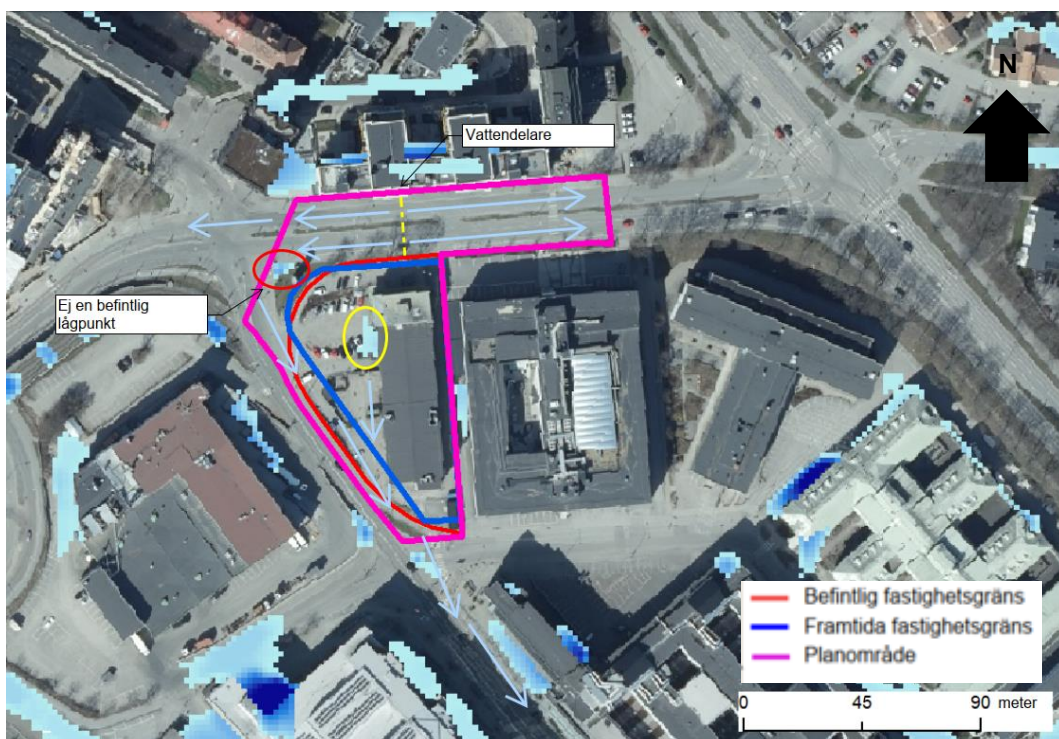
4.6 Översvämningsrisker

I detta avsnitt beskrivs översvämningsrisken översiktligt, en mer utförlig beskrivning går att finna i en separat skyfallsutredning som har genomförts för fastigheten Sliparen 1 av Sweco (2021, uppdaterad 2023-10-05). Ytliga flöden från fastigheten avrinner söderut längs med Svetsarvägen (se Figur 10) mot en instängd lågpunkt belägen i södra delen av Solna Business Park. Vatten som når lågpunkten och inte infiltreras eller hinner tas upp av ledningsnätet blir stående på markytan tills ledningsnätet åter kan avleda vattnet.



Figur 10. Planområdet ligger utanför den stora lågpunkten som identifierats inom Solna Business Park. Det finns en i jämförelse väldigt liten lågpunkt inom planområdets gränser. Planområdet bidrar marginellt med vatten till den större lågpunkten i övriga Solna Business Park vid skyfall. Den gula pilen visar flödesvägen längst Svetsarvägen. Planområdet är markerad med lila polygon.

En lågpunkt inom fastighetsgränsen har konstaterats. Denna har en magasineringvolym på 3,4 m³. Denna lågpunkt byggs bort i och med nybyggnationen. Motsvarande volym skulle utan dagvattenåtgärder teoretiskt rinna vidare till den instängda lågpunkten vid Solna Business Park, se Figur 11. Volymen inryms dock i den beräknade åtgärdsvolymen, se avsnitt 6.1. Ombyggnationen av allmän platsmark bygger inte bort några befintliga lågpunkter.



Figur 11. Lågpunktskarteringen inom planområdet. En lågpunkt inom området finns med en total vattenvolym på 3,4 m³ (markerad med gul ellips). Lågpunkten har fyllts till sin tröskelnivå redan vid ett regn med storleken 10 mm.

5 Metod och indata

5.1 Beräkning av åtgärdsvolym enligt Solna stads åtgärdsnivå

En av de styrande förutsättningarna för denna utredning är Solna stads åtgärdsnivå, beskriven i avsnitt 3. Detta krav appliceras både på allmän platsmark och kvartersmark. Strategin bygger på att dagvatten ska fördröjas och renas genom dagvattenåtgärder dimensionerade utifrån att de första 20 mm nederbörd ska kunna omhändertas. Beräkningar av fördröjnings- och reningsvolymerna enligt åtgärdsnivån gjordes genom en indelning av området baserat på avrinningskoefficient. Areorna för respektive delområde användes för att beräkna volymerna enligt formeln:

$$\text{volym (m}^3\text{)} = \text{area (m}^2\text{)} \times \text{avrinningskoefficient (enhetslös)} \times 0,02 \text{ (m)},$$

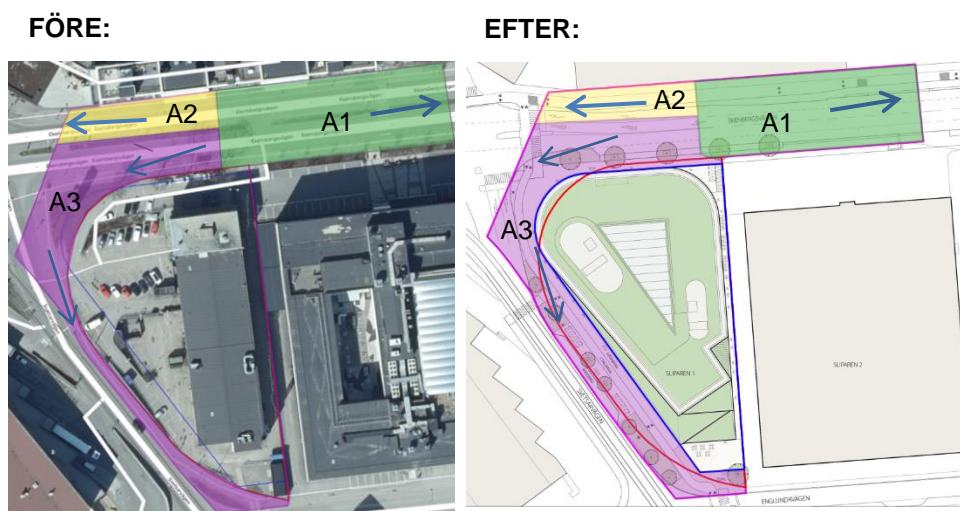
där 0,02 m är åtgärdsnivån om 20 mm.

5.2 Beräkning av flöden och föroreningar

Beräkning av flöden, samt beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet genomfördes med dagvatten- och recipientmodellen *StormTac, version 20.2.2* för både allmän platsmark och kvartersmark. Indata till modellen är kartlagd markanvändning inom planområdet och nederbörd. Markanvändningen före och efter nybyggnation karterades utifrån tillgängligt underlag och allmänna karttjänster. Enligt regnstatistik från SMHI:s mätstation i Stockholm (9821) har området en uppmätt årsnederbörd om 548 mm (Stockholms stad, 2020). För att korrigera för mätförluster multipliceras årsnederbörden med en korrektionsfaktor på 1,1 som ger en beräknad årsnederbörd om 603 mm, vilket är den nederbörd som används i beräkningarna.

Dimensionerande flöden har beräknats för 10-, 30- och 100-årsregn utan och med klimatfaktor på 1,25 för att ta hänsyn till en framtida klimatförändring som förväntas öka toppflöden. Vid flödesberäkningar sätts regnets varaktighet till 10 min, enligt uppskattad rinntid (koncentrationstid) till anslutningspunkterna inom planområdet. Enligt Publikation P110 bör inte en kortare rinntid än 10 minuter användas inom bebyggda områden.

Flödesberäkningarna för allmän platsmark har delats upp enligt områdets topografiska förutsättningar och avrinningsriktningar i A1, A2 och A3 före och efter ombyggnation, se Figur 12. A1 rinner österut längs Ekensbergsvägen, A2 västerut längs Ekensbergsvägen och A3 söderut längs Svetsarvägen. Mälaren-Ulvsundasjön är recipient för alla tre delavrinningsområden inom planen. Areorna och genomsnittliga avrinningskoefficienten för respektive delområde redovisas i Tabell 2. Hårdgöringsgraden är oförändrad med nybyggnation enligt planförslaget. Arean för allmän platsmark ökar inom planområdet efter nybyggnation då fastighetsgränsen för Sliparen 1 dras om. Fastigheten utgörs enbart av ett tekniskt avrinningsområde som avleds mot förbindelsepunkten till det allmänna VA-ledningsnätet.



Figur 12. Delområdena för flödesberäkningarna inom allmän platsmark före och efter nybyggnation. Blåa pilar redovisar översiktligt ytavrinningen.

Tabell 2. Area och genomsnittliga avrinningskoefficienter för delområdena inom allmän platsmark utifrån avrinningsområde före och efter ombyggnation av Ekensbergsvägen.

Yta	Area [m ²]	Genomsnittlig avrinningskoefficient
FÖRE		
A1	1797	0,85
A2	542	0,85
A3	1779	0,85
EFTER		
A1	1797	0,85
A2	542	0,85
A3	2463	0,85

I StormTac tilldelas varje markanvändning specifika schablonvärden för avrinningskoefficienter och föroreningshalter. Avrinningskoefficienterna utgår från Svenskt Vattens publikation P110. Föroreningshalterna utgör årsmedelvärden och baseras på flödesproportionell provtagning under minst flera månader och vanligen upp till ett eller flera år. Då resultaten bygger på beräkning med hjälp av schablonvärden ska siffrorna inte ses som exakta utan som en indikation på storleksordningen. Även den

reningseffekt som kan åstadkommas genom de dagvattenåtgärder som föreslås beräknades med hjälp av StormTac och det underlag som beaktas i programmet.

Den markanvändning som använts i modellen sammanfattas i Tabell 3 och Tabell 4. Markkarteringen före nybyggnation är *Industriområde* (område med industriell verksamhet av olika slag, inkluderande byggnader och trafikerade ytor) för kvartersmarken och för allmän platsmark är markkarteringen *Väg (ÅDT 250)* och *Gång- och cykelbana* (GC-bana). Efter nybyggnation förändras markanvändningen för kvartersmark till *kontorsområde* (område med kontorsbyggnader, parkeringar och övriga trafikerade ytor samt mindre andel grönytor) och för allmän platsmark förändras fördelningen mellan markanvändningen *Väg (ÅDT 250)* och *GC-bana*. Avrinningskoefficienten för markanvändningen för kvartersmark före och efter nybyggnation för både förorenings- och flödesberäkningar har viktats, resultatet ses i Tabell 3 och Tabell 4. Avrinningskoefficienterna för flöden (φ) har korrigerats upp för ett skyfall för markanvändningen före och efter nybyggnation och viktats om för att bättre överensstämna med ett verkligt scenario.

Tabell 3. Markanvändning (m²) före ombyggnation inom planområdet.

	Markanvändning	Avrinningskoefficient		Area (m ²)
		Föroreningar φ_V	Flöden* φ	
Kvartersmark	Industriområde	0,83	0,87	4849
Allmän platsmark	Väg (ÅDT 250)	0,80	0,85	2134
Allmän platsmark	GC-bana	0,80	0,85	1984
TOTALT				8967
*För skyfallsflöden har följande avrinningskoefficienter använts: Industriområde 0,9; Väg 0,9; GC-bana 0,9				

Tabell 4. Markanvändning (m²) efter ombyggnation inom planområdet utan LOD. I och med den planerade nybyggnationen kommer fastighetsgränsen att dras om något för Sliparen 1, där skiljer sig därför areorna jämfört med Tabell 3 (före ombyggnation).

	Markanvändning	Avrinningskoefficient		Area (m ²)
		Föroreningar φ_V	Flöden* φ	
Kvartersmark	Kontorsområde	0,89	0,9	4165
Allmän platsmark	Väg (ÅDT 250)	0,80	0,85	1739
Allmän platsmark	GC-bana	0,80	0,85	3063
TOTALT				8967
* För skyfallsflöden har följande avrinningskoefficienter använts: Kontorsområde 1; GC-bana 0,90; Väg 0,9				

Ett av åtgärdsförslagen är att anlägga ett grönt tak på delar av den nya byggnaden inom kvartersmark och därför ändras delar av markanvändningen i StormTac för scenariot med

20(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

LOD (se Tabell 5). Ytterligare åtgärdsförslag som föreslås är att anlägga skelettjord och växtbädd inom planområdet. För att representera åtgärdsförslagen i StormTac vid flödesberäkningarna antas rinntiden inom planområdet bli högre för att representera dagvattenåtgärdernas fördröjningskapacitet. Exempelvis beräknades rinntiden för ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor till 35 minuter inkl. fyllningstiden. Den beräknade rinntiden inom planområdet utan LOD är 10 minuter. Åtgärdsförslagen presenteras vidare i avsnitt 7.

Tabell 5. Markanvändning efter nybyggnation med LOD. I och med den planerade nybyggnationen kommer fastighetsgränsen att dras om något för Sliparen 1, där skiljer sig därför areorna jämfört med Tabell 3 (före ombyggnation).

	Markanvändning	Avrinningskoefficient		Area (m ²)
		Föroreningar φ_V	Flöden* φ	
Kvartersmark	Grönt tak	0,4	0,45	1623
Kvartersmark	Kontorsområde	0,89	0,9	2542
Allmän platsmark	Väg (ÅDT 250)	0,80	0,85	1739
Allmän platsmark	GC-bana	0,80	0,85	3063
	TOTALT			8967

* För skyfallsflöden har följande avrinningskoefficienter använts: Kontorsområde 1; Grönt tak 1; Gång – och cykelbana 0,9; Väg 0,9

6 Resultat

Nedan redovisas resultaten av beräkningarna gällande åtgärdsvolym, flöden och föroreningsbelastning där dagens situation jämförs med ett framtida nybyggnationsscenario med och utan LOD. Beräkningar görs för både allmän platsmark och kvartersmark efter nybyggnation.

6.1 Åtgärdsvolym

Enligt riktlinjerna för Solna stad ska ett 20 mm regn (åtgärdsnivån) fördröjas och renas inom planområdet (beskrivet i avsnitt 3). Åtgärdsnivån ska tillämpas för den tillkommande ytan eller för ytor där stor förändring av marken görs. Inom kvartersmark kommer det ske en nybyggnation. Inom allmän platsmark kommer hårdgöringsgraden inte öka då de enda förändringarna är att Ekensbergsvägens utbredning kommer minska något för att rymma en bredare GC-bana samt att Svetsarvägens befintliga GC-bana görs om för att bland annat möjliggöra dagvattenhantering. Dagvattenhanteringen från ytor som inte byggs om i projektet förbättras i den mån det är möjligt med hänsyn till befintliga förutsättningar. Därför har åtgärdsvolym beräknats för hela planområdet.

För att uppnå Solna stads åtgärdsnivå behövs en sammanlagd åtgärdsvolym för fördröjning och rening motsvarande 74 m³ för kvartersmark respektive 77 m³ för allmän platsmark. Se Tabell 6 för beräknad åtgärdsvolym.

Tabell 6. Beräknad åtgärdsvolym (m³) för de olika markanvändningarna efter nybyggnation inom planområdet.

	Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area [m ²]	Åtgärdsvolym [m ³]
Kvartersmark	Kontorsområde	0,89	4165	74
Allmän platsmark	Väg (ÅDT 250)	0,80	1739	77
	GC-bana	0,80	3063	
TOTALT			8967	

6.2 Flöden

Tabell 7 nedan visar dimensionerande flöden från befintlig kvartersmark och allmän platsmark vid olika regn, både med och utan klimatfaktor 1,25. Motsvarande data för situationen efter nybyggnation återfinns i Tabell 8. Inga ytterligare fördröjningsbehov utöver åtgärdsnivån finns inom planområdet vid ett 10-årsregn (jämförelse mellan *innan nybyggnation* med *efter nybyggnation*).

22(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

Tabell 7. Dimensionerande flöden (l/s) från planområdet före nybyggnation vid regn med återkomsttid på 10, 30, och 100 år beräknade med och utan klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid (år)	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
	10	30	100	10	30	100
Planområde	180	250	390	225	313	488
Kvartersmark	96	140	240	120	175	300
A1*	35	50	88	44	63	110
A2*	11	15	26	14	19	33
A3*	34	50	87	43	63	109

*Allmän platsmark uppdelad utifrån Figur 12

Tabell 8. Dimensionerande flöden (l/s) från planområdet avseende ett framtida scenario utan LOD vid regn med återkomsttid på 10, 30, och 100 år beräknade med och utan klimatfaktor 1,25. En del av kvartersmarken har övergått till allmän platsmark.

Återkomsttid (år)	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
	10	30	100	10	30	100
Planområde	179	250	434	220	313	543
Kvartersmark	85	120	200	106	150	250
A1*	35	50	88	44	63	110
A2*	11	15	26	14	19	33
A3*	48	65	120	56	81	150

*Allmän platsmark uppdelad utifrån Figur 12. Arealen för delområde A3 ökar i framtida scenario då fastighetsgränsen läggs om, vilket förklarar flödesökningen.

Tabell 9 redovisar flöden ut från planområdet när LOD-lösningar har tillämpats. Flödena från planområdet minskar med LOD jämfört med före nybyggnation för de beräknade återkomsttiderna 10, 30 och 100 år.

Tabell 9. Dimensionerande flöden från planområdet avseende ett framtida scenario med LOD vid regn med återkomsttid på 10, 30, och 100 år beräknade med och utan klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid (år)	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
	10	30	100	10	30	100
Planområde	81	166	365	102	209	457
Kvartersmark	38	79	190	48	99	238
A1*	16	33	59	20	41	74
A2*	5	10	21	6	13	26
A3*	22	45	95	28	56	119

*Allmän platsmark uppdelad utifrån Figur 12. Arealen för delområde A3 ökar i framtida scenario då fastighetsgränsen läggs om, vilket förklarar flödesökningen vid ett 100-års regn.

6.3 Föroreningar

Föroreningsberäkningar har gjorts för före nybyggnation och efter nybyggnation med och utan dagvattenåtgärder, vilka presenteras vidare i avsnitt 7 *Förslag på dagvattenåtgärder*, för både kvartersmark och allmän platsmark. Dagvattenlösningarna som föreslås för kvartersmark är skelettjord och grönt tak och för allmän platsmark föreslås skelettjord.

Resultat från modelleringen av föroreningsmängder och föroreningshalter redovisas i Tabell 10 respektive Tabell 11 för hela planområdet. Föroreningsberäkningarna baseras på markanvändningen i Tabell 3, Tabell 4 och Tabell 5.

Beräkningarna visar att belastningen på recipient minskar för samtliga föroreningar efter planerad nybyggnation med föreslagna åtgärder.

Tabell 10. Modellerade föroreningsmängder i kg/år före nybyggnation, efter nybyggnation och efter nybyggnation med föreslagna dagvattenåtgärder. Grå markering visar att det sker en ökning. Beräkningarna gäller för hela planområdet.

Ämne	Före nybyggnation	Efter nybyggnation	Efter nybyggnation med LOD
	[kg/år]	[kg/år]	[kg/år]
Fosfor (P)	0,98	0,82	0,32
Kväve (N)	8,6	8,1	2,7
Bly (Pb)	0,080	0,076	0,014
Koppar (Cu)	0,16	0,12	0,021
Zink (Zn)	0,71	0,36	0,065
Kadmium (Cd)	0,0042	0,0027	0,00044
Krom (Cr)	0,049	0,046	0,0078
Nickel (Ni)	0,051	0,027	0,0073
Kvicksilver (Hg)	0,00031	0,00026	0,00012
Suspenderat material (SS)	330	300	60
Olja	7,7	4,7	0,59
PAH16	0,0027	0,0025	0,0011
Benso(a)pyren (BaP)	0,00039	0,00036	0,000086
Antracen	0,000047	0,000056	0,000029
PBDE 47	0,00000090	0,00000093	0,00000049
PBDE 99	0,0000011	0,0000012	0,00000061
PBDE 209	0,000072	0,000074	0,000040
Tributyltenn (TBT)	0,00049	0,000086	0,000046

Tabell 11. Modellerade föroreningshalter i µg/l före nybyggnation, efter nybyggnation och efter nybyggnation med föreslagna dagvattenåtgärder. Grå markering visar att det sker en ökning.

Ämne	Före nybyggnation	Efter nybyggnation	Efter nybyggnation med LOD
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
Fosfor (P)	200	170	71
Kväve (N)	1 800	1 600	610
Bly (Pb)	17	15	3,0
Koppar (Cu)	33	25	4,6
Zink (Zn)	150	74	14
Kadmium (Cd)	0,89	0,55	0,097
Krom (Cr)	10	9,3	1,7
Nickel (Ni)	11	5,6	1,6
Kvicksilver (Hg)	0,065	0,053	0,026
Suspenderat material (SS)	70 000	62 000	13 000
Olja	1 600	960	130
PAH16	0,56	0,51	0,25
Benso(a)pyren (BaP)	0,081	0,074	0,019
Antracen	0,0099	0,011	0,0065
PBDE 47	0,00019	0,00019	0,00011
PBDE 99	0,00023	0,00024	0,00014
PBDE 209	0,015	0,015	0,0088
Tributyltenn (TBT)	0,10	0,0018	0,001

När åtgärdsförslagen implementeras kan en minskning åstadkommas för samtliga undersökta ämnen jämfört med före nybyggnation. Det innebär också en minskning gällande samtliga utslagsgivande ämnen som presenteras i Tabell 1. Med åtgärdsförslagen kan en reningseffekt på 65% uppnås för fosfor. Scenariot med LOD minskar belastningen av samtliga undersökta föroreningar och på så sätt bedöms inte planförslaget försvåra recipientens uppfyllnad av MKN. Att minska belastningen av fosfor till Mälaren-Ulvsundasjön är av stor vikt, då Mälaren-Ulvsundasjön är kraftigt övergödd. Det lokala åtgärdsprogrammet uppfyller med god marginal Solna Stads andel av förbättringsbehovet för fosfor¹ och denna plan bedöms ej försvåra uppfyllnad av MKN eller förbättringsbehovet för fosfor.

1

<https://www.solna.se/download/18.6ce5045216a58f96d2f655d8/1596180382319/Solna%20stads%20C3%A5tg%20C3%A4rdsprogram%20f%C3%B6r%20Ulvsundasj%C3%B6n.pdf>

26(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

För ämnena PBDE och ANT är det stora osäkerheter kopplade till StormTac-resultatet då beräkningsunderlaget inte är tillräckligt tillförlitligt. Ämnet polybromerade difenyletrar (PBDE) är ett bromerat flamskyddsmedel som används för att fördröja eller minska risken för att en brand ska spridas. Ämnet tillsätts i brandfarliga material som till exempel i plast och textilier. PBDE är inte lösligt i vatten utan sprids via partiklar och dess spridningsväg är främst via atmosfärisk deposition. Hur PBDE sedan sprids vidare via dagvattnet beror på markanvändningens hårdgörningsgrad snarare än den specifika verksamheten. Ämnet antracen är främst ett luftburet ämne som finns bland annat i fossila bränslen, cigarettök och vid industriell framställning av trä, metaller och papper. Att planförslaget skulle bidra till en försämring för detta ämne anses mindre troligt på grund av dess uppkomst och att den framtida verksamheten är kontorsområde.

Övriga ämnen som påverkar Mälaren-Ulvsundasjöns ekologiska och kemiska status och som redovisas i Tabell 1 har inte beräknats då tillräckligt tillförlitligt underlag till beräkningarna saknas. Ett av dessa ämnen är PFOS. För PFOS finns idag inga schablonvärden för föroreningar att tillgå och därmed kan inga beräkningar göras. En bedömning om det finns risk för försämring är därför svår att göra, men med tanke på att ämnet uppkommer från framför allt livsmedelsförpackningar, rengöringsmedel, textilmaterial och bekämpningsmedel är det inte troligt att planförslaget skulle innebära en ökning av PFOS till recipienten.

En ökning gällande halten för antracen, PBDE99 och TBT kan avläsas i resultatet efter nybyggnation (dock inom felmarginal), en tydlig minskning observeras dock för dessa föroreningar med LOD. Att en ökning av dessa ämnen sker efter nybyggnation beror på att hårdgörningsgraden ökar något inom planområdet.

7 Förslag på dagvattenåtgärder

Dagvattenåtgärderna är dimensionerade efter renings- och fördröjningskravet på ett omhändertagande av 20 mm regnvolym, dimensionerna anges nedan där åtgärderna presenteras. Marken inom planområdet kommer att saneras till rekommenderad markvändning i samband med nybyggnation. Detta kommer kontrolleras och följas upp i dialog mellan entreprenaden och kommunens miljötillsyn. Om sanering av mark till rekommenderad markanvändning inte skulle ske behöver föreslagna dagvattenåtgärder anläggas med tät botten för att undvika att infiltrera dagvatten i förorenade massor.

I första hand avleds dagvatten till anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) dimensionerade för 20 mm nederbörd från den anslutna ytan. LOD-anläggningar som föreslås inom planområdet är skelettjordar som möjliggör att partiklar i dagvattnet avsätts eller fastläggs och att näringsämnen tas upp av vegetationen. Åtgärdsnivån om 20 mm innebär att 90% av årsmedelnederbörden kommer renas i skelettjorden. Förutom rening bidrar LOD även till en tröghet i dagvattensystemet genom att avrinningsförloppet blir långsammare och flödestoppar kan jämnas ut i dagvattensystemet.

Då LOD-anläggningarna går fulla bräddar dessa till ledningsnätet via kupolbrunnar som placeras i anläggningarna. Dagvatten från de anslutna ytorna som inte inryms i LOD-lösningarna tas även upp av gatubrunnar inom planområdet. Vid nederbördstillfällen som överskrider ledningsnätets kapacitet (skyfall) avleds vatten ytligt längs gatunätet.

Kvartersmarkens dagvatten föreslås även fortsättningsvis avledas till en befintlig dagvattenledning i Svetsarvägen efter rening och fördröjning. Inga konflikter mellan planerade skelettjordar på allmän platsmark eller kvartersmark väntas uppstå med den befintliga dagvattenledningen.

Följande avsnitt beskriver dagvattenhantering separat för kvartersmark och allmän platsmark.

Skötselplan för föreslagna dagvattenanläggningar presenteras i avsnitt 11.

7.1 Allmän platsmark

Den totala åtgärdsnivån inom allmän platsmark är 77 m³ och volymen föreslås att hanteras i skelettjord. Dagvatten leds från markytan via dagvatten- och luftningsbrunnar ner i det luftiga bärlagret och fördelas ut i skelettjorden, samtidigt sker ett luftutbyte via luftningsbrunnarna vilket förbättrar syrehalten i jorden. Utöver att vatten föreslås att ledas in via brunnar rekommenderas det att vatten ytligt kan rinna ner i anläggningen. Skelettjorden utgör växtbädden till träden, samtidigt som den kan ta emot dagvatten i måttliga mängder. Minst 15 m³ skelettjord med växtjord och luftigt bärlager behövs för att säkerställa en god utveckling av ett träd i gaturummet, detta för att undvika skador på ytbeläggningar och avloppsledningar orsakade av att trädrötterna letar sig till andra fuktiga och luftiga platser.

Om sanering av mark till rekommenderad markanvändning inte skulle ske behöver föreslagna skelettjordar anläggas med tät botten för att undvika att infiltrera dagvatten i förorenade massor. De anläggs då med tätskikt och dräneringsledning som ansluts

28(41)

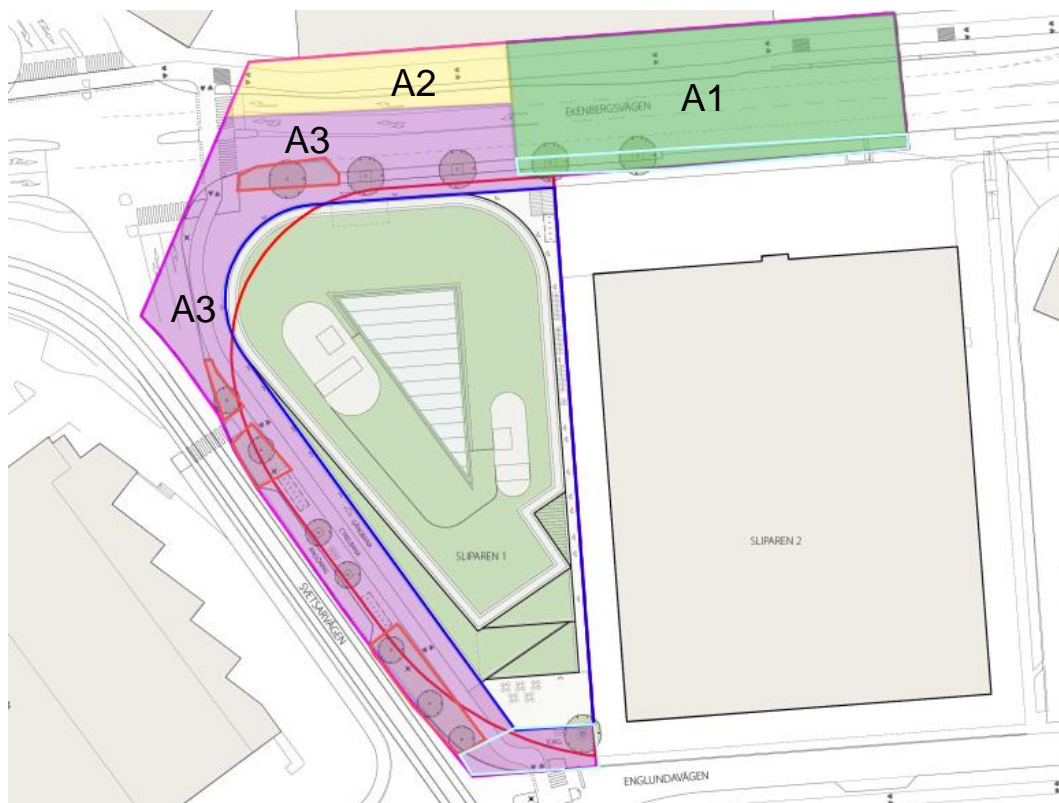
RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

tillsammans med kupa-brunn för bräddflöden till ledningsnätet. Skelettjordarnas utformning ska ske med hänsyn till kända grundvattennivåer och områdets markbeskaffenheter. Extra hänsyn bör visas i områden där grundvattnet ligger ytligt. Beroende på hur djupa schakter som tillåts för anläggande, och på ledningarnas djup i förhållande till markytan, kan skelettjorden göras mer eller mindre djup. I fall begränsningar finns i hur djupt de kan byggas kan lägre buskväxter och perenner som kräver ett mindre substratdjup väljas istället för träd i växtbädden, som kräver ett större substratdjup för rotklumpen. Växtbädd för träd är 600 - 800 mm djup. Växtbäddar för buskar och perenner har jorddjup 400 - 500 mm. I växtbäddar för gräsytor med renande funktion är jorddjupet 300 mm.

Skelettjorden föreslås att anläggas med ett ytligt magasin i form av en nedsänkning om 10 - 20 cm i förhållande till omgivande marknivå ovan själva substratet. Nedsänkningen möjliggör att dagvattnet kan samlas ovan substratet och ges tid att infiltrera jämnt över ytan också vid hastigare nederbördsförlopp. Detta bedöms vara en fördel utifrån ett skyfallsperspektiv för att kunna fördröja en större mängd vatten. Anläggningarna kan anläggas öppna eller övertäckta med markgaller. Till en övertäckt växtbädd anläggs en intagsbrunn som släpper dagvattnet ovan växtbäddsytan, denna brunn rekommenderas vara en större brunn för att kunna leda ner en större mängd vatten vid skyfall. Till en öppen växtbädd kan den anslutna ytan avvattnas till växtbädden över nollad kantsten, släpp i kantsten eller annan inloppsstruktur.

Placeringen av skelettjorden bör ta hänsyn till lutningen inom allmän platsmark eftersom detta påverkar skelettjordens fördröjningsförmåga. Rekommendationen är att placera skelettjorden inom allmän platsmark där det är en svag lutning för att underlätta konstruktionen och för att inte behöva utöka ytbehovet. Om skelettjorden placeras i kraftig lutning bör dämmen i skelettjordskonstruktionen appliceras för att bibehålla volymen vatten som kan hanteras inom skelettjorden.

Allmän platsmark är uppdelad i de tre tekniska avrinningsområdena A1, A2 och A3 utifrån föreslagna dagvattenåtgärder enligt situationsplan (2023-09-29). Se Figur 13. I Tabell 12 redovisas ytbehovet och tillgänglig yta för att uppnå åtgärdsnivån. De utritade dagvattenåtgärderna markerade med röd polygon är de planerade dagvattenåtgärderna utifrån situationsplanen. I situationsplanen är inga dagvattenåtgärder utritade för område A1 och den södra delen av A3. Inom område A3 planeras det för ett träd, och detta kan samordnas med dagvattenhantering i exempelvis skelettjord. För att fånga upp dagvatten från ytorna föreslås att dagvattenbrunnar placeras alternativt att skelettjord anläggs under marken för att göra det möjligt att omhänderta dagvatten från dessa ytor. De två ljusblåa polygonerna är förslag på placering av skelettjord alternativt dagvattenbrunnar för att kunna fånga upp dagvatten från ytan och de direkt omgivande ytorna. Konflikter med skelettjordar och ledningar samt projektering av gata med avseende på lutning och brunnar behöver utredas i detalj i kommande skeden.



Figur 13. Allmän platsmark är uppdelad utifrån föreslagen dagvattenåtgärd. I Tabell 12 redovisas ytbehovet för respektive yta för att uppnå åtgärdsnivån. De utritade dagvattenåtgärderna markerade med röd polygon är de planerade dagvattenåtgärderna utifrån situationsplan. I situationsplanen är inga dagvattenåtgärder utritade för område A1 och den södra delen av A3. Ett träd planeras dock inom A3 vilket skulle kunna nyttjas till dagvattenhantering i exempelvis en skelettjord. De två ljusblå polygonerna är förslag på placering av skelettjord alternativt dagvattenbrunnar för att kunna fånga upp dagvatten från dessa två ytor och de direkt omgivande ytorna.

30(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

Tabell 12. Allmän platsmark uppdelad utifrån föreslagen dagvattenåtgärd och dess ytbehov samt vilken planerad yta det finns för dagvattenhantering utifrån situationsplan. Se Figur 13.

Yta	Ytbehov [m ²] för att uppnå åtgärdsvolym	Tillgänglig dagvattenyta markerad i situationsplan (se Figur 13, röd polygon) [m ²]	Tillkommande yta för dagvattenhantering [m ²], (förslagsvis vid blå polygon)
A1	72	-	150
A2 och A3 (norra ytan, tillhörande samma väg som A2)	46	66	-
A3	77	218	170

Åtgärdsnivån bedöms uppnås för allmän platsmark om föreslagna dagvattenytor för A1 och för södra delen av allmän platsmark tillkommer (ljusblåa polygoner i Figur 13).

7.2 Kvartersmark

Kvartersmarken består främst av hårdgjorda ytor men det finns planer på att plantera ett träd inom området södra del. Förslaget är att nyttja planteringen för dagvattenhantering genom att anlägga skelettjordar, med tätskikt i botten och längs med sidorna, som ansluts till den befintliga dagvattenledningen i södra delen av kvartersmarken via dräneringsledningar.

Åtgärdsförslaget för takytan är att anlägga ett sedumtak på högsta våningens tak. En sådan lösning skulle minska belastningen på ledningsnätet då ett sedumtak med en tjocklek på ca 10–15 cm kan fördröja ca 20 mm nederbörd. För att minska tjockleken av substratet kan en dräneringsmatta anläggas. Överskottet av vatten som inte fördröjs inom det gröna taket föreslås avledas till skelettjord på markplan inom fastighetens södra sida. Utformningen av skelettjorden föreslås vara detsamma som beskrivet i avsnitt 7.1. Tak som inte är vegetationsklädda bör inte vara av koppar eller zink för att inte öka föroreningsbelastningen för dessa ämnen och försvåra för recipienten att uppnå MKN. Dräneringsledningarna från takytorna planeras att gå invändigt. För att kunna avleda takvattnet till skelettjorden i söder föreslås att de invändiga ledningarna går ner i källarplan där de hängs upp i innetaket för vidare transport mot skelettjorden. Huruvida ledningen kan förläggas i källarplan behöver avvägas mot djupet på den växtbädd som den avleds till. En bräddlösning i form av brunn är att rekommendera innan inlopp till skelettjorden.

Sedumtaket antas fördröja 20 mm nederbörd vilket motsvarar en fördröjningsvolym på ca 32 m³. Överskottsvatten från sedumtaket föreslås ledas till skelettjorden på markplan tillsammans med övrig takavvattning för ytterligare fördröjning och rening innan

avtappning till dagvattennätet. I Tabell 13 redovisar erforderlig våtvolymp på markplan för takavvattningen.

Tabell 13. Ett sedumtak med en tjocklek på ca 10–15 cm kan fördröja ca 20 mm nederbörd. För att minska tjockleken av substratet kan en dräneringsmatta anläggas. Sedumtaket som anläggs på 1623 m² antas fördröja 20 mm nederbörd. På övrig takyta (2126 m²) anläggs inget grönt tak.

Takyta	Grönt tak	Övrig takyta
Yta	1623 m ²	2126 m ²
Typ av tak	Extensivt grönt tak	Takyta
Fördröjningsdjup tak	20 mm	0 mm
Erfordrad våtvolymp på markplan för takavvattning	-	38 m ³

För att kunna omhänderta den kvarvarande volymen som krävs för att uppnå åtgärdsvolymen på kvartersmark behöver skelettjordarna kunna omhänderta en volym på 42 m³, där 38 m³ krävs för avvattningen av takytan utan grönt tak. Skelettjorden antas ge upphov till fördröjning av ca 0,4 m³ dagvatten per kvadratmeter om antagen skelettjord har en effektiv porositet på 30% inklusive en nedsänkning på 10 cm. Skelettjorden antas ha ett totaldjup på 1,1 meter. För att uppnå åtgärdsnivån behövs det en yta på ca 105 m² för kvarvarande åtgärdsvolym (42 m³) på markplan.

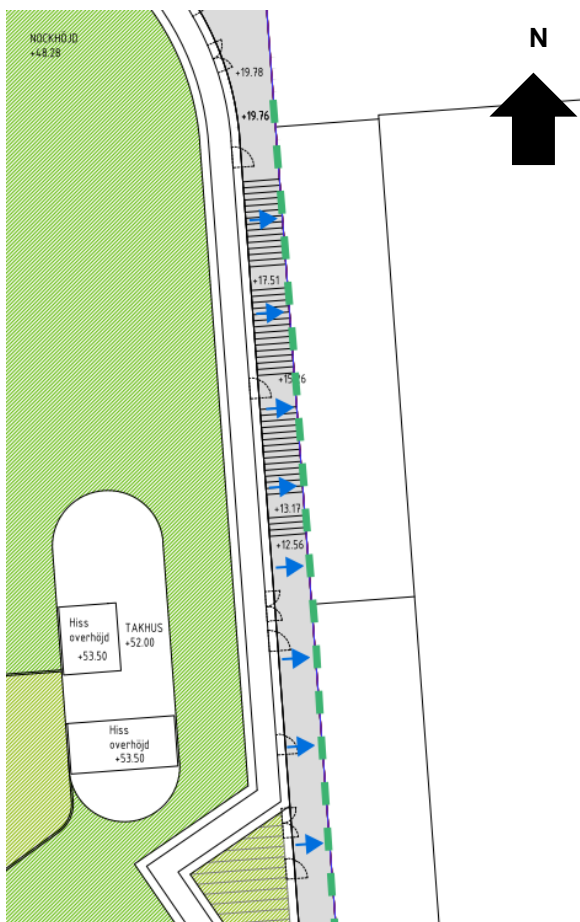
Inom kvartersmarken planeras en skelettjord i söder med en yta på 105 m² för att omhänderta åtgärdsvolymen för kvartersmarken. Åtgärdsnivån kan därmed uppnås för kvartersmarken. Schematisk utbredning av skelettjorden kan ses i Figur 14 som motsvarar ytbehovet för att uppnå åtgärdsnivån.



Figur 14. Tillgänglig yta för dagvattenhantering är schematiskt utritad i figuren. Blå polygon redovisar nya fastighetsgränsen efter nybyggnation och röd polygon befintlig fastighetsgräns.

Skelettjordens dräneringsledning och bräddmöjlighet anläggs med anslutning till den befintliga dagvattenledningen på södra delen av kvartersmarken. Den befintliga servisen är 160 mm och det är viktigt att anpassa sig till denna kapacitet. Rekommendation är att biokol med låg växtnäringshalt används i skelettjorden då den fungerar som jordförbättringsmedel som håller vatten, luft och näring kvar i marken på ett sätt som gynnar träden.

Trappan vid östra delen av kvartersmarken, som går längst med fasaden, rekommenderas att luta svagt bort från byggnaden och att en ränna anläggs för att avleda dagvattnet mot skelettjorden vid södra delen av kvartersmarken, se Figur 15. Genom att avleda dagvattnet med en ränna längs med trappan minskar även risken för halka under vinterhalvåret. Den befintliga kantstenen mot Ekenbergsvägen bör bibehålls för att förhindra vatten från vägen att rinna ned på trappan.



Figur 15. Förslag att trappan vid östra delen av kvartersmarken ska ha en svag lutning bort från fasaden. Dagvattnet omhändertas i en ränna (grön-streckat streck) som går längs med trappan ner mot skelettjorden på kvartersmarkens södra del. Blåa pilar visar ytvavrinningen.

8 Hantering av skyfall

En skyfallsutredning har genomförts för fastigheten Sliparen 1 av Sweco (2021, reviderad 2023-10-05). Skyfallsutredningen för fastigheten Sliparen 1 redovisar översvämningssituationen inom planområdet som tillhör Solna Business Park med dagens förhållanden samt efter utbyggnad av fastigheten med föreslagen höjdsättning. Lågpunkter, avrinningsvägar och avrinningsområden har tagits fram med hjälp av det GIS baserade verktyget SCALGO Live och resultatet redovisas i *PM - Skyfall Sliparen 1*.

Följande slutsatser redovisades i skyfallsutredningen:

- Solna Business Park ligger inom ett sårbart avrinningsområde där det finns stor risk att befintliga byggnader inom nedströmsliggande områden från Sliparen 1 tar skada vid skyfall. Detta förblir oförändrat även om utbyggnaden av Sliparen 1 genomförs. Det är därför ytterst

viktigt att gröna ytor så som nedsänkta växtbäddar och gröna tak samt ytor med hög infiltrationsförmåga implementeras vid nybyggnation. Minst 20 mm dagvatten ska hanteras på kvartersmark och allmän platsmark. Genomtänkt stadsplanering med ett helhetsperspektiv krävs inom Solna Business Park för att kunna skyfallssäkra och klimatanpassa avrinningsområdet.

- Planområdet befinner sig högt i avrinningsområdet, vilket innebär att möjligheten att fånga upp vatten från uppströmsområdet är begränsat. Sliparen 1 har ett tillrinningsområde på 4648 m². En lågpunkt inom planområdet på kvartersmark konstaterades som har en volym på 3,4 m³. Denna lågpunkt byggs bort med exploateringen och rinner teoretisk vidare till den instängda lågpunkten vid Solna Business Park om ingen dagvattenhantering sker inom fastigheten. Dagvattenutredningen föreslår dock att 151 m³ vatten kommer att hanteras inom planområdet. Detta är mer vatten än vad som skulle samlas inom planområdet vid skyfall i dagsläget och kan därmed ses som en stor förbättring. Planområdet bidrar därmed till att skyfallssäkra avrinningsområdet ur ett helhetsperspektiv. Även om vatten från den befintliga lågpunkten skulle rinna av, utgör volymen enbart 0,00014% av den totala volymen som blir stående vid ett 58 mm regn vid den instängda lågpunkten.
- För att minska tillflödet till lågpunkten nedströms vid skyfall ska dagvattenåtgärderna utformas på så sätt att vatten kan rinna ytligt till dagvattenanläggningarna alternativt att större/flera brunnar installeras som leder vattnet till anläggningen. Det är även viktigt att se över lutning på gatan så att vatten ytligt kan rinna till dagvattenåtgärderna. För att ytligt omhändertata skyfallsvatten är det effektivt att skapa luftvolym, genom att ha en nedsänkning i föreslagna dagvattenåtgärder. I dagvattenutredningen för Sliparen 1 föreslås en nedsänkning mellan 10–20 cm i föreslagna dagvattenåtgärder.
- Översvämningsrisken inom planområdet bedöms som väldigt låg både idag och efter nybyggnation. Det krävs inga flera utredningar. Inga särskilda skyfallsåtgärder krävs.

9 Diskussion och slutsatser

Förslagen dagvattenhantering inom planområdet utformas för att skapa ett trögt system som avlastar ledningsnätet samtidigt som rening av dagvatten från hårdgjorda ytor sker i åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). De föreslagna dagvattenåtgärderna för kvartersmark utgörs av grönt tak och skelettjordar. Åtgärdsförslagen för allmän platsmark är skelettjordar.

- Enligt de genomförda beräkningarna minskar föroreningsbelastningen på recipient för samtliga undersökta ämnen efter nybyggnation med dagvattenåtgärder för hela planområdet. Flödesberäkningarna visar även att med dagvattenåtgärderna kan flödena från planområdet minska jämfört med befintlig situation.
- De föreslagna dagvattenåtgärderna som beskrivs i denna utredning bedöms som relevanta och visar att det är möjligt att inom ramen för detaljplanen uppnå målsättningen om en god dagvattenhantering enligt Solna stads dagvattenstrategi i det aktuella området. Åtgärdsnivån bedöms kunna uppnås inom planområdet med föreslagna dagvattenåtgärder.
- I denna dagvattenutredning beräknades det att totalt 151 m³ ska hanteras inom planområdet (kvartersmark och allmän platsmark). Inom kvartersmark föreslås att 74 m³ omhändertas och inom allmän platsmark 77 m³. Detta är mer vatten än som skulle samlas inom planområdet vid skyfall och kan därmed ses som en förbättring av skyfallssituationen.
- Den nya byggnaden på kvartersmark föreslås anläggas med sedumtak på det översta taket och avvattnas till skelettjordar på gatuplanet. Taket som inte täcks av grönt tak rekommenderas inte vara av koppar eller zink. Detta för att inte föroreningsbelastningen ska öka för dessa ämnen och därigenom försvåra för recipienten att uppnå MKN.
- Ytan som sedumtaket skulle utgöra är 1623 m² och ytan för skelettjorden är totalt 105 m² på kvartersmark. Totalt omhändertas 32 m³ vatten på sedumtaket och 42 m³ i skelettjorden. Totalt omhändertas 74 m³ och därmed uppnås åtgärdsvolymen för kvartersmarken. Överskottsvattnet från sedumtaket leds till skelettjorden på markplan tillsammans med övrig takavvattning för ytterligare fördröjning och rening innan avtappning till dagvattennätet.
- Den totala åtgärdsnivån som uppnås inom allmän platsmark är 77 m³ och volymen föreslås att hanteras i skelettjord. Se Figur 13 för föreslagna ytor.
- Hänsyn behöver tas till lutningen inom planområdet vid anläggningen av skelettjordarna. Rekommendationen är att anlägga skelettjorden där det är en svag lutning för att optimera kapaciteten inom skelettjorden och för att inte behöva utöka ytbehovet eller anlägga dämmen.

36(41)

RAPPORT
[SLUTRAPPORT 2021-05-05, REVIDERAD 2023-10-02]
DAGVATTENUTREDNING SLIPAREN 1

- Den planerade höjdsättningen i området bör utföras på ett sådant sätt att avrinningen från takytor och hårdgjorda ytor leds till skelettjordarna. Inga instängda områden får skapas.
- Skelettjordarnas utformning ska ske med hänsyn till kända grundvattennivåer och områdets markbeskaffenhet. Extra hänsyn bör visas i områden där grundvattnet ligger ytligt. Marken inom området är i dagsläget delvis förorenad. Stora delar av området kommer dock att saneras i samband med anläggande av den nya byggnaden.
- Marken inom planområdet kommer att saneras till rekommenderad markvändning i samband med nybyggnation. Detta kommer att kontrolleras och följas upp i dialog mellan entreprenaden och kommunens miljötillsyn. Om sanering av mark till rekommenderad markanvändning inte skulle ske behöver föreslagna skelettjordar anläggas med tät botten för att undvika att infiltrera dagvatten i förorenade massor.
- Planförslaget inklusive föreslagen dagvattenhantering gör att både flöden och föroreningsbelastning från planområdet minskar. Med LOD minskar belastningen av samtliga undersökta föroreningar inklusive fosfor och på så sätt bedöms planförslaget inte försvåra recipientens uppfyllnad av MKN. Att minska belastningen av fosfor till Mälaren-Ulvsundasjön är av stor vikt, då Mälaren-Ulvsundasjön är kraftigt övergödd.
- Dagvattenåtgärderna inom planområdet rekommenderas att utformas med större/flera inloppsbrunnar än vanligt för att fånga upp så mycket vatten som möjligt på vägen innan det når lågpunkten nedströms. Dagvattenåtgärder med ytligt inlopp är att föredra.
- Konflikter med skelettjordar och ledningar samt projektering av gata med avseende på lutning och brunnar behöver utredas i detalj i kommande skeden.
- Planområdet Sliparen kan inte lösa skyfallsproblematiken nedströms men kan bidra till en förbättrad situation nedströms.

10 Referenser

Stockholms stad. 2020. Miljöbarometern.

<http://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimat-ochvaderstatistik/arsnederbord/>

Naturvårdsverket. 2020. Att inventera förorenade områden.

<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Foroenade-omraden/Att-inventera-foroenade-omraden/>

VISS Vattenkarta. 2021. [https://ext-](https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399)

[geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399](https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399)

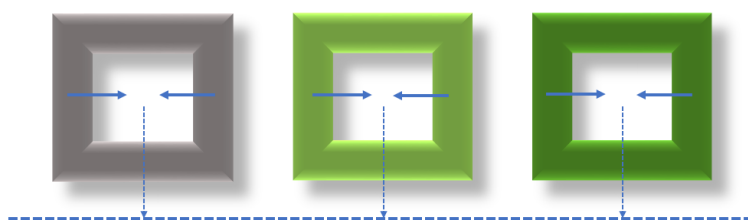
11 BILAGA - Principiell beskrivning av dagvattenåtgärder

11.1 Gröna tak

Tunna extensiva gröna tak såsom en sedummatta (30–60 mm tjock) klarar av att fördröja ca. 5 mm nederbörd och i medeltal klarar växtbädden att magasinera hälften av årsavrinningen. Ängstak (80–150 mm tjock) anläggs ofta för att ge en högre biologisk mångfald och för att fördröja större volymer vatten (Vinnova, 2017b). Ett tak med ett substratdjup på 100 mm kan magasinera ca. 20 mm nederbörd (Vinnova, 2017b), vilket möjliggör att 91% av årsnederbörden i Solna omhändertas enligt Solna stads åtgärdsnivå (Solna stad, 2017). Intensiva gröna tak (>150 mm tjock) kräver mer skötsel i form av bevattning och dessa tak klarar ofta att magasinera mer än 20 mm nederbörd.

Nedan följer beräkningsexempel för åtgärdsvolymen (Sweco, 2021). Åtgärdsförslaget för takytan på kvartersmarken är att anlägga ett sedumtak på högsta våningens tak. Förslaget är att tjockleken ska vara ca. 10–15 cm.

Figur 16. Beräkningsexempel för tre olika typer tak.



Takyta	T1	T2	T3
Yta	1000 m ²	1000 m ²	1000 m ²
Typ av tak	Plåttak ²	Tunna extensivt grönt tak ³	Intensivt grönt tak ⁴
Fördröjningsdjup tak	0 mm	5 mm	20 mm
Erfordrad volym på mark	18 m³	13 m³	0 m³

Vid nederbördstillfällen då takets fördröjningskapacitet överstigs och inte kan magasinera vatten uppstår avrinning genom dräneringslagret. För att öka systemets vattenhållande förmåga kan en dräneringsmatta anläggas, den brukar bestå av plastmaterial och kan liknas vid en äggkartong. Antingen installeras dräneringsmattan med vattenlagrande

² Avrinningskoefficient 0,9.

³ 3-6 cm tjocklek

⁴ >15 cm tjocklek

"koppor" och installeras med avskiljande lager mellan substratet och dräneringsmattan eller genom att "kopporna" är fyllda med substrat. Det materialavskiljande lagret kan orsaka problem om det sätts igen då vattengenomsläppligheten kan upphöra. Det kan även bli ett problem om rötterna tar sig igenom det materialavskiljande lagret och blir oskyddade vilket främst blir ett problem vid torka. Att fylla "kopporna" bidrar däremot med vikt (Vinnova, 2017b). Figur 17 visar exempel på gröna tak.



Figur 17. Exempel på gröna tak (Bild: Sweco).

En ytterligare faktor som är viktig är att det gröna takets lutning är minst 2% (lutning 1:50, motsvarar 1,15 grader) för god vattenavrinning och att säkerställa att en dränerande funktion uppnås. Lutningen bör ej överskrida 10 grader då det finns en risk att vegetationssystemet hasar/glider, detta kan däremot förhindras med hjälp av rotsäkerhet och att ha stabila kantprofiler. Vid 15 grader bör ej platsodling tillämpas på grund av erosion vid etableringstiden, men kan motverkas med hjälp av en antierosionsmatta. Ett armerande system kommer krävas vid lutning över 20 grader för att förhindra erosion.

Taklast

Att anlägga ett grönt tak ställer högre krav på dimensionering och projektering jämfört med att anlägga en anläggning på befintlig mark. Dels för att inte överbelasta underliggande konstruktion (tätskikt, bjälklagskonstruktion och eventuell isolering), dels för att tillgodose vegetationens krav då vegetationen ofta är mer utsatt för vind och solexponering (Vinnova, 2017a). Vid beräkning av gröna takets totala last räknas alltid överbyggnaden, inklusive vattenmättat substrat. Exempelvis kan ett grönt tak i torrt tillstånd med en 100 mm överbyggnad väga ca. 100 kg/m² medan vikten är 130 kg/m² när den är vattenmättad. Mängden vatten som kan magasineras i substratet beror på avrinningshastighet, dräneringshastighet och takets avvattningslösningar. Till den totala lasten måste snölasten adderas som i Stockholmsområdet är 200 till 250 kg/m².

Brandklassning

Det gröna taket måste uppfylla brandklass BROOF(t2) enligt Boverkets byggregler (BBR) för att minska risken att en mindre flygbrand (glödande partiklar som förs med vinden) ska orsaka omfattande skador på andra byggnader (Boverket, 2019). Taktäckningen måste därför utformas så att antändning försvåras, brandspridning begränsas och ge begränsat bidrag till branden (BFS 2011:26, avsnitt 5:62). Om brännbar taktäckning används bör underlaget istället vara obrännbart. För småhus och friliggande byggnader, där får taktäckning av brandklass BROOF(t2) användas på brännbart underlag. Kraven om brandklass BROOF(t2) kan frångås om det går att visa att kraven i föreskrifterna i BBR 5:62 uppfylls på annat sätt (Boverket, 2019). Vegetationen sedum och mossa anses vara motståndskraftiga mot gnistor och utstrålade värme (Vinnova, 2017a).

11.1.1 Drift- och skötselansvisning

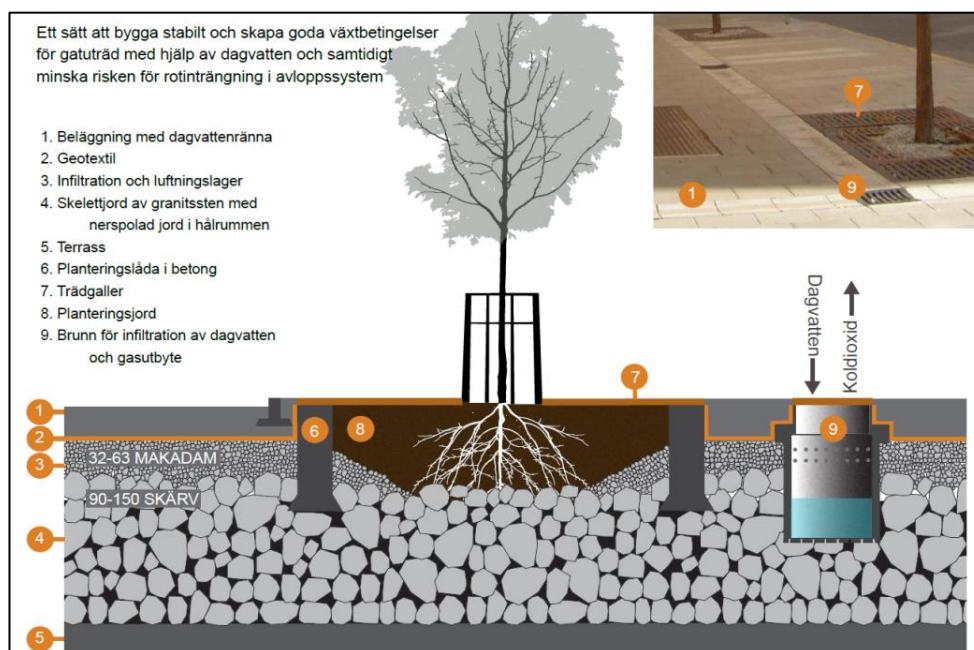
När gröna tak etableras kan det krävas gödsling samt regelbunden bevattning under torkperioder april-augusti. För att minska den ökade mängden näringsämnen som tillkommer från gödsling är förslaget i utredningen att överskottet av vatten som inte fördröjs inom det gröna taket avleds till skelettjordar på markplan inom fastigheten.

Löpande skötsel innebär bland annat:

Kontrollera takavvattning; rännor, stuprör. Avlägsna skräp och löv. Om snöskottning blir nödvändig, lämna ca 5 cm snö kvar på taket för att inte skada vegetationen.

11.2 Skelettjordar med träd

Skelettjordar kan anläggas i syfte att fördröja dagvatten från till exempel gång- och cykelvägar, gator och parkeringsytor innan vidare avledning. Utöver fördröjning sker även rening av dagvattnet genom fastläggning och nedbrytning av bland annat partiklar, kväveföreningar och olja samt även genom växtupptag. Hårdgjorda ytor avvattas till uppsamlingsbrunnar med sandfång som sedan fördelar vattnet ut i ett så kallat luftigt bärlager varpå vattnet sipprar ner i själva skelettjorden. Uppsamling och avledning sker sedan till allmän dagvattenledning. Skelettjordar går att anlägga täta i de fall det finns en problematik kopplad till risker för urlakning av förorenade jordmassor på den aktuella platsen för anläggningen. Biokol kan med fördel användas i skelettjorden då den fungerar som jordförbättringsmedel som håller vatten, luft och näring kvar i marken på ett sätt som gynnar träden, det är även bra för att rena PFAS. Det är dock viktigt att biokolen innehåller så låg växtnäring som möjligt för att inte öka halten näringsämnen i dagvattnet. I Figur 18 ses en principskiss på skelettjord från Stockholms stad. En nedsänkning i skelettjorden på 10–20 cm föreslås, vilket inte redovisas i principskissen.



Figur 18. Principskiss skelettjord. Källa: Stockholms Stad.

En skelettjords möjlighet att fördröja och rena dagvatten beror till stor del på vilken jordsammansättning som används. Om ett grovt makadamlager väljs (ca 30 % porvolym) med en mäktighet på 1,1 m inklusive en nedsänkning på 0,1 meter ger varje kvadratmeter skelettjord upphov till fördröjning av ca 0,4 m³ dagvatten.

11.2.1 Drift- och skötselansvisning

- Det finns risk för att skelettjordens yta fryser vid låga temperaturer. Då minskar infiltrationsförmågan och reningseffekten. God infiltrationskapacitet minskar risken för frysning.
- Där skelettjordar ligger under tät beläggning krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Brunnarna bidrar också till syresättning av det luftiga bärlagret.
- Är föroreningsbelastningen hög kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum. Sedimenterade partiklar kan sätta igen porer och därmed minska infiltrationskapaciteten.