

---

# RAPPORT

---

ANDERS BODIN FASTIGHETER AB

## Reviderad dagvattenutredning Stallmästaregården

UPPDRAGSNUMMER 13012403



[GRANSKNINGSHANDLING]

2021-01-13

**SWECO ENVIRONMENT AB**  
**DAGVATTEN OCH KLIMATANPASSNING**

**UPPDRAGSLEDARE: KARIN GRANDIN**  
**UTREDARE: CAROLINE ELIASSON**  
**KVALITETSGRANSKARE: LENA EHWALD**

---



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Underlagsmaterial</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Riktlinjer och krav</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>4</b>
4.1	Befintlig verksamhet	4
4.2	Framtida verksamhet	5
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer	6
4.4	Markförhållanden	9
4.5	Avvattning och ledningsnät	10
4.6	Översvämningsrisker	11
4.7	Naturmiljö	12
4.8	Kulturmiljö	13
4.9	Hagastaden och Stockholms stads kommungräns	13
<b>5</b>	<b>Metod</b>	<b>16</b>
5.1	Beräkningar av flöden, fördröjningsvolym och föroreningar	16
5.2	Beräkning av åtgärdsvolym enligt Solna stads åtgärdsnivå	18
5.3	Lågpunktskartering	18
<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>18</b>
6.1	Flöden och åtgärdsvolym	18
6.2	Föroreningar	20
6.3	Lågpunktskartering	22
<b>7</b>	<b>Förslag på dagvattenåtgärder</b>	<b>26</b>
7.1	Växtbädd	26
7.2	Konceptuellt åtgärdsförslag	28
7.3	Övriga dagvattenåtgärder	31
7.4	Snöupplag och smältvatten	33
<b>8</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>Övriga referenser</b>	<b>35</b>

## 1 Inledning

Vid Brunnsvikens sydvästra strand, strax söder om Hagaparken och inom Kungliga nationalstadsparken ligger restaurang- hotell- och konferensanläggningen Stallmästaregården (fastighet Haga 2:7). Här planerar fastighetsägaren Anders Bodin Fastigheter AB en utbyggnad av den befintliga verksamheten för att addera nya värden till miljön.

För att kunna genomföra detta krävs en ny detaljplan för fastigheten. Som ett led i detaljplanearbetet har Sweco fått i uppdrag att uppdatera den redan genomförda dagvattenutredningen för detaljplanen. Anledningen till uppdateringen är att planområdets utformning har ändrats, uppdateringar kopplade till Solna stads dagvattenstrategi efterfrågats och hänsyn behöver tas till inkomna yttranden gällande befintlig dagvattenutredning.

Syftet med dagvattenutredningen är att genomföra beräkningar av fördröjningsvolym, flöden och föroreningar. Utifrån detta redovisas förslag på dagvattenåtgärder som uppfyller Solna stads dagvattenstrategi och som inte försämrar kemisk eller ekologisk status i recipienten Brunnsviken.

## 2 Underlagsmaterial

Följande underlag har använts i utredningen:

- Tidigare dagvattenutredning, Tyréns 2019-01-31
- Dagvattenstrategi – Strategi för en hållbar dagvattenhantering, Solna stad 2017
- Solna stads checklista för dagvattenutredningar, Solna stad 2018-02-28
- Situationsplan, Wingårdhs, erhållen 2020-11-11
- Plankarta, Solna stad, erhållen 2020-11-11
- Ledningskarta, Solna stad, erhållen 2020-10-27
- Naturvärdesinventering, WSP 2017-06-16, erhållen 2020-10-26
- Kulturmiljöanalys, AIX 2016-11-30, erhållen 2020-10-26
- Gestaltungsprogram, Wingårdhs 2020-11-12, erhållet 2020-11-16
- Beskrivning av markmiljö, Tyréns 2016-10-05, erhållen 2020-10-26
- Dagvattenutredning Östra Hagastaden, Sweco mars 2020, erhållen 2020-11-10
- Beskrivning av ekologisk och kemisk status i recipienten Brunnsviken, Vatteninformationssystem Sverige (VISS), hämtad 2020-11-30

### 3 Riktlinjer och krav

I utredningen har hänsyn tagits till Solna stads dagvattenstrategi som togs fram år 2002 och 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 nederbördsmängd på minst 20 mm vid varje givet nederbördstillfälle vilket motsvarar ca. 90% av årsnederbörden. Dimensioneringen av våtvolumen 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, exploatering och förvaltning i staden. Det innebär vid såväl ny- och ombyggnation och 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, exploatering 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:

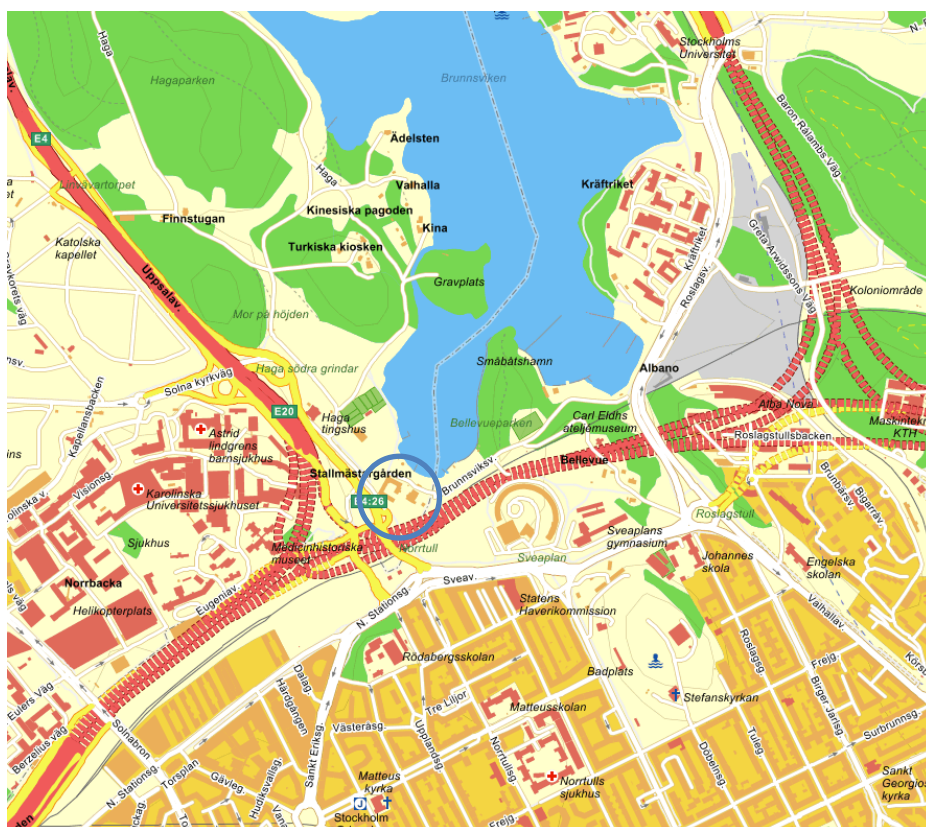
- Dagvatten ska beaktas i varje skede av stadsbyggnadsprocessen
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs såsom ombyggnad av stadens vägar, gator och torg.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska tillämpas och med bästa möjliga 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 övertänt höjdsättning av bebyggelse, infrastruktur och dagvattenlösningar ska skadliga översvämningar undvikas.

- 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. Utöver ovan nämnda riktlinjer och strategi utgår dagvattenutredningen även från gällande lagstiftning kring miljö kvalitetsnormer för ytvatten enligt 5 kap. miljöbalken.

#### 4 Områdesbeskrivning

Planområdet för fastighet Haga 2:7 är ca 1,2 ha stort och angränsar i norr mot Hagaparken och Brunnsviken, i väster mot Uppsalavägen och i söder mot Värtabanan, se Figur 1. Planområdet ligger inom Kungliga nationalstadsparken och tillhör Solna stad. Stockholms stads kommungräns går söder, öster och väster om planområdet. Området kommer på sikt att, söderut och västerut, omges av Östra Hagastaden i Stockholms Stad.



Figur 1 – Områdets lokalisering markerad med blå cirkel (Bild: Eniro).

##### 4.1 Befintlig verksamhet

Fastighet Haga 2:7 ägs av Anders Bodin Fastigheter AB. I fastigheten bedriver Nobisgruppen restaurang- hotell- och konferensverksamhet och verksamhet i obruten kontinuitet har förekommit på platsen sedan 1600-talet. Det aktuella planområdet utgörs

av de större byggnaderna Vårdshuset och festlokalen Tingshuset som är placerade med ingång mot varandra där husen skiljs åt genom en parkyta, se Figur 2. En kulvert finns som förbinder de två husen under mark. Utöver dessa byggnader finns den s.k. röda stugan, ett lusthus och ytterligare några mindre byggnader utplacerade inom fastigheten. Söder om Tingshuset och Vårdshuset finns en stor parkeringsyta. Stora delar av fastigheten utgörs av gångstråk och parkytor bestående av genomsläpplig markbeläggning så som markplattor, kullersten och grus. Även omfattande grönytor som i stort utgörs av gräsmatta och planteringar finns inom fastigheten.

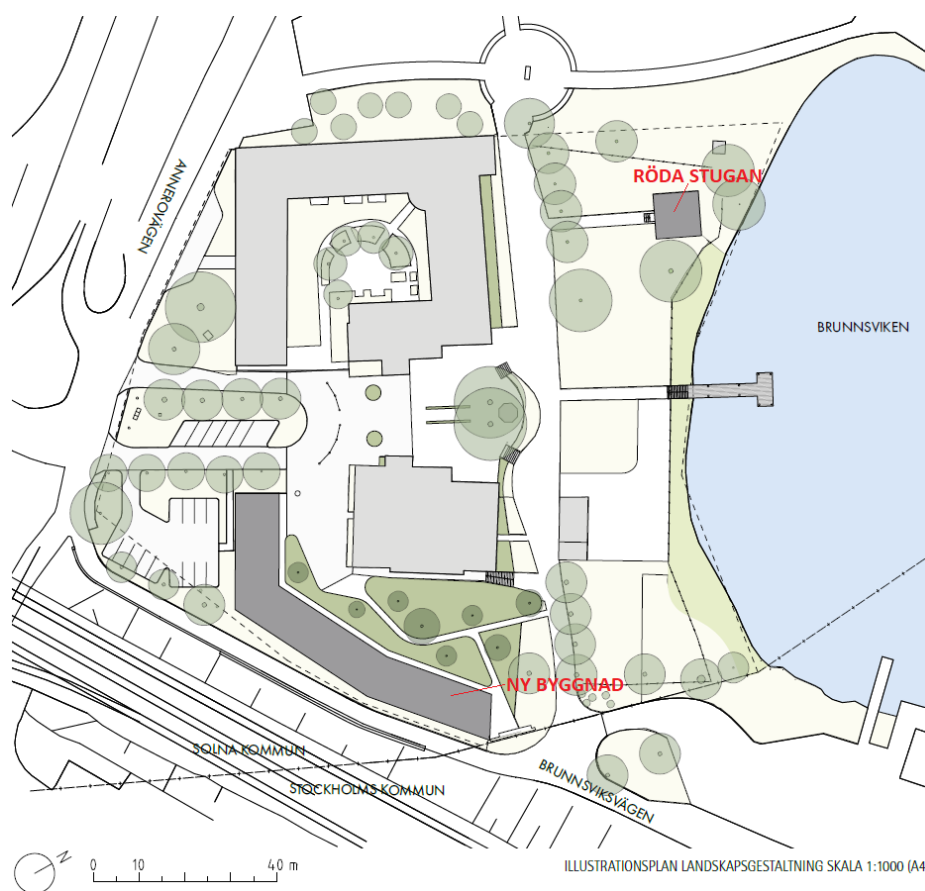


Figur 2 – Ortofoto som visar befintliga byggnader och ytor (Bild: Solna kommun).

## 4.2 Framtida verksamhet

Det finns ett behov av att expandera den befintliga verksamheten och på så sätt tillföra den välbesökta miljön nya värden. Ombyggnationen innebär att en ny flygelbyggnad i två plan ska byggas i söder som kompletterar Stallmästaregårdens hotell- och konferensverksamhet med nya lokaler. Det nedre konferensplanet byggs i suterräng och öppnar sig mot Brunnsviken, men ligger i huvudsak under mark. Ovan hotellplanet, som har cirka 10 rum vända bort från Värtabanan, planeras teknikutrymmen innanför det konkava taket. Den nya byggnaden är i sin helhet klädd i stålplåt och taket utförs som

skivtäckt plåttak. Varumottagning och avfallshantering flyttas till den del av Vårdshuset som finns i anslutning till anläggningen vid Annerovägen. Mellan den gamla byggnaden Tingshuset och den nya byggnaden ska en innergård med planteringsyta anläggas. Under delar av den nya innergården planeras konferenslokaler och en koppling under mark till Tingshuset. Byggnaden Röda stugan kommer att få en ny placering intill Brunnsviken till följd av ombyggnationen. För illustrationsplan, se Figur 3.



Figur 3 – Illustrationsplan över den planerade exploateringen. Befintliga byggnader redovisas i ljusgrå, den nya flygelbyggnaden redovisas i en mörkare gråton (Bild: Wingårdhs).

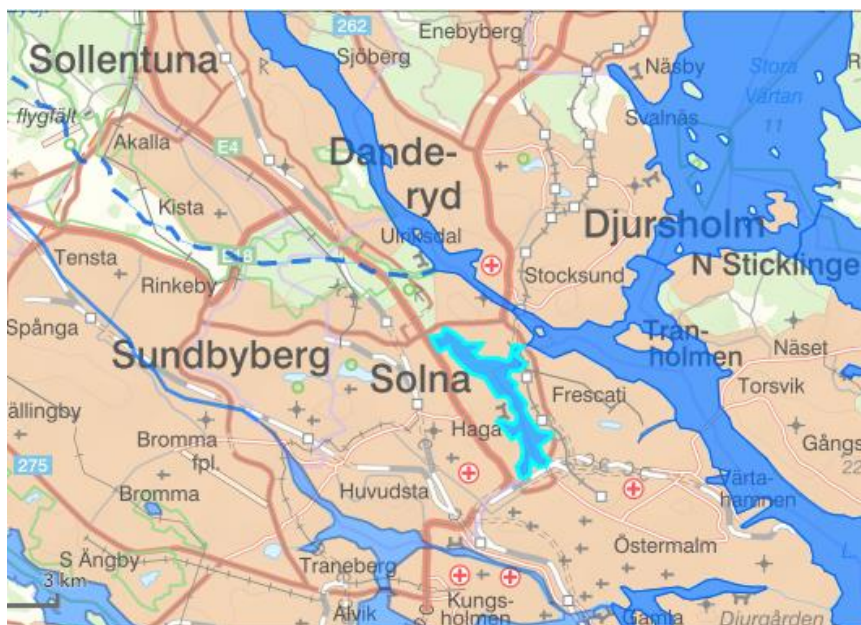
### 4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer

Brunnsviken är en havsvik i östra Solna vars avrinningsområde delas mellan kommunerna Solna, Sundbyberg och Stockholm, se Figur 4. Ungefär hälften av avrinningsområdet består av grönområde, där en stor andel utgörs av Hagaparken. Övriga ytor är hårdgjorda med bebyggelse och kraftigt trafikerade vägar.

Recipienten Brunnsviken 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. miljökvalitetsnormer (MKN) för ytvattens kemiska och ekologiska status som ställer krav på kvaliteten hos vattnet vid en viss tidpunkt. En förutsättning för att uppnå en god status för vattenförekomsten är att säkerställa att det finns förutsättningar att genomföra den planerade ombyggnationen utan att föroreningsnivåerna i recipienten ökar på ett sätt som är oförenligt med regelverket om MKN för vatten.



Figur 4 – Recipienten Brunnsviken blåmarkerad (Bild: VISS).

### Ekologisk status i Brunnsviken

Enligt den senaste statusklassningen för förvaltningscykel 3 (år 2017- 2021) i VISS uppnår Brunnsviken *Otillfredsställande* ekologisk status (VISS 2020-11-10). Tillförlitligheten i klassningen är hög. Att statusklassningen är otillfredsställande beror på övergödning och miljögifter, se Tabell 1.

Utslagsgivande kvalitetsfaktorer för övergödning är växtplankton (klorofyll a) och näringsämnen (totalhalten av kväve och fosfor sommartid). Övergödningen orsakas till stor del av den totala näringstillförseln från de omkringliggande sjöarna Råstasjön och Lötsjön och även från utsjön som bedöms bidra med 60 % av näringstillförseln. Detta innebär att god ekologisk status ej kan uppnås till 2021. Enligt VISS kan vattenförekomsten ha en betydande påverkan från dagvatten. Bedömningen baseras på att minst 10 % av vattenförekomstens avrinningsområde täcks av markklasserna "tät stadsstruktur" och/eller "handel, industri och militära områden" enligt en analys av marktäckedata. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att MKN för vatten inte följs är främst PAH'er och metaller, som koppar, zink, bly och kadmium. Åtgärderna för

denna vattenförekomst behöver emellertid genomföras till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027.

Utslagsgivande kvalitetsfaktor för miljögifter är särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och mer specifikt parametrarna icke-dioxinlika PCB:er, koppar och zink. Även om åtgärder genomförs är bedömningen att det kommer att ta lång tid att uppnå god ekologisk ytvattenstatus med avseende på koppar och zink. Vattenförekomsten omfattas därför av ett undantag i form av tidsfrist till 2027. Åtgärder måste dock vidtas så fort som möjligt.

Tabell 1 – Kvalitetsfaktorer och parametrar för recipienten Brunnsviken.

Kvalitetsfaktorer	Status	Kvalitetskrav
<b>Biologiska kvalitetsfaktorer</b>		
Växtplankton	Otillfredsställande	God status 2027
<i>Klorofyll a</i>	Otillfredsställande	God status 2027
<b>Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer</b>		
Näringsämnen	Otillfredsställande	God status 2027
<i>Totalmängd kväve - sommar</i>	Otillfredsställande	God status 2027
<i>Totalmängd fosfor - sommar</i>	Otillfredsställande	God status 2027
Särskilda förorenande ämnen	Måttlig	God status 2027
<i>Zink</i>	Måttlig	God status 2027
<i>Koppar</i>	Måttlig	God status 2027
<i>Icke dioxiliknande PCB:er</i>	Måttlig	God status 2027

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna och underliggande parametrar har idag god eller hög status. Den nya flygelbyggnaden (förläggs längre än 30 meter från strandkanten) och flytten av den Röda stugan till strandkanten bedöms vidare inte vara av den karaktär eller storleksordning att det riskerar att försämra status på Brunnsvikens hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

### Kemisk ytvattenstatus i Brunnsviken

Enligt den senaste statusklassningen för förvaltningscykel 3 (år 2017- 2021) i VISS är kemisk ytvattenstatus *uppnår ej god* (VISS 2020-11-10). Tillförlitligheten i klassningen är hög. Att statusklassningen är uppnår ej god beror på att gränsvärdena för de prioriterade ämnena Perfluoroktansulfon (PFOS), bly (Pb), kadmium (Cd), antracen och tributyltenn (TBT) överskrider i vattenförekomsten, se Tabell 2.

Även de nationellt överskridande prioriterade ämnena Kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrider, men ligger inte till grund för statusbedömningen. Undantag gäller för dessa ämnen då det nationellt bedöms saknas förutsättningar att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus.

Påverkansbilden är komplex och det är oklart vilka åtgärder som är möjliga och mest effektiva för att nå god kemisk status för de utslagsgivande miljögifterna. För att god status ska kunna uppnås till 2027 bör utredningar om vilka fysiska åtgärder som behöver genomföras samt källfördelningsanalysen vara klara senast 2021.

Även om åtgärder genomförs för tributyltenn är bedömningen att det kommer att ta lång tid att uppnå god kemisk ytvattenstatus med avseende på detta ämne.

Vattenförekomsten omfattas därför av ett undantag i form av tidsfrist till 2027. Åtgärder måste dock vidtas så fort som möjligt. Solna arbetar, tillsammans med Stockholm och Sundbyberg, med ett lokalt åtgärdsprogram. Solna stad har därutöver antagit ett kommunalt åtgärdsprogram för Brunnsviken, som omfattar konkreta åtgärder som Solna stad har för avsikt att genomföra i syfte att uppnå god vattenstatus i Brunnsviken.

Tabell 2 – Prioriterade ämnen för recipient Brunnsviken som har status "Uppnår ej god".

Kemisk status - Prioriterade ämnen	Status	
PFOS- Perfluoroktansulfonsyra	Uppnår ej god	God status 2027
Bly och blyföreningar	Uppnår ej god	God status 2027
Kadmium och kadmiumföreningar	Uppnår ej god	God status 2027
Antracen	Uppnår ej god	God status 2027
Tributyltenn (TBT) föreningar	Uppnår ej god	God status 2027
Bromerade difenyleter	Uppnår ej god	Nationellt undantag
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god	Nationellt undantag

#### 4.4 Markförhållanden

Fastighet Haga 2:7 är belägen i en sluttning ned mot Brunnsviken. Enligt SGUs jordartskarta (upplösning 1:25 000 – 1:100 000) utgörs den naturliga jordarten inom fastigheten av postglacial lera i norr och väster, av isälvsediment i öster och fyllning i söder, se Figur 5.

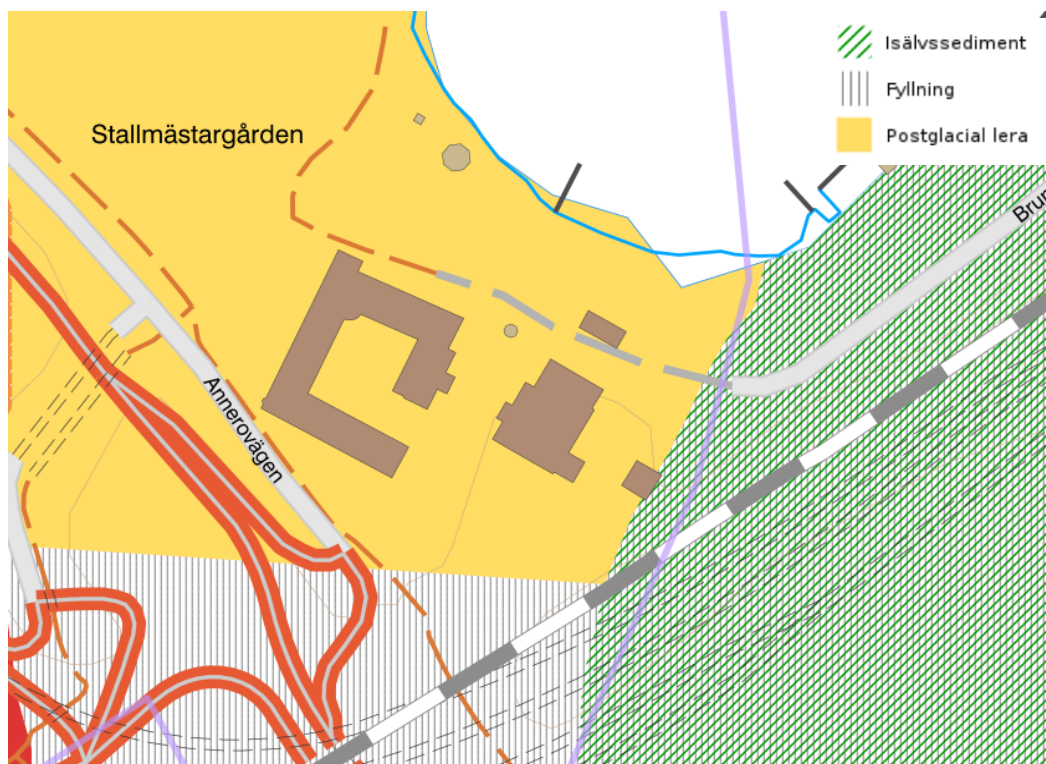
Den *Beskrivningen av markmiljö* som Tyréns har genomfört inom projektet har påvisat förhöjda halter av PAH (PAH-M och PAH-H) över MKM i två jordprovtagningsspunkter. De förhöjda halterna har förekommit i fyllnadsmassor i anslutning till den befintliga parkeringen dels i ytligare lager (0-0,5 m under markytan) av fyllnadsmassorna och dels i djupare lager (2,0-2,5 m under markytan).

Inga föroreningshalter över MKM har påträffats i områdets nordvästra del. I ett grundvattenrör i den östra delen av fastigheten detekterades även förhöjda halter av PAH. Uppströms Stallmästaregården ses inga förhöjda halter, medan haltförhöjningar av PAH-ämnen har påvisats nedströms. Undersökningsresultaten indikerar därmed att förhöjda halter av PAH-ämnen i jordprover inom aktuell fastighet utgör källområde till påvisade haltförhöjningar i grundvattnet. En sanering kommer att ske där de förorenade massorna schaktas och transporteras bort från området. Därför kan föroreningsnivån i grundvattnet och pågående spridning till Brunnsviken också antas minska – i och med att antaget källområde till konstaterad grundvattenförorening elimineras eller starkt reduceras (Beskrivning av markmiljö, Tyréns 2016).

Eftersom föroreningar förekommer både i jordprover och i grundvatten i den södra och östra delen av fastigheten där jordlagren i övrigt är genomsläppliga och lämpar sig för infiltration, rekommenderas i det här skedet täta dagvattenlösningar där ingen infiltration får ske. Eftersom sanering kommer att ske av de förorenade massorna bör infiltration

diskuteras längre fram när resultatet av saneringen är känd och då också lämpligheten att infiltrera.

I övriga delar av fastigheten, där föroreningar inte har påträffats, förekommer lera vilket begränsar möjligheter till LOD genom infiltration. Trots de begränsade infiltrationsmöjligheterna som lera innebär, kommer det yttre lagret troligtvis att kunna lagra och fördröja en del dagvatten.



Figur 5 – Marken inom planområdet består mestadels av postglacial lera, isälvssediment och fyllning (Bild: SGU).

#### 4.5 Avvattning och ledningsnät

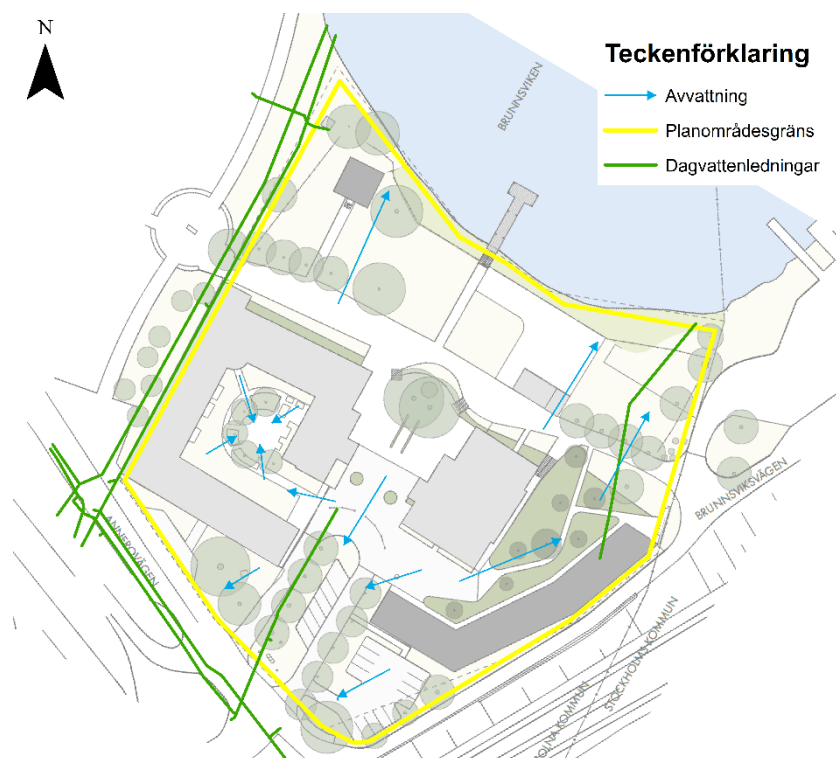
Avvattningen av planområdet sker i nuläget direkt ytledes och i privata ledningar med utlopp i Brunnsviken samt i det kommunala dagvattenledningsnätet som mynnar ut i Brunnsviken, se Figur 6. Utifrån underlaget har det bedömts att ungefär en tredjedel av dagvattnet som uppkommer inom planområdet avvattnas via dagvattenledningar i Annerovägen med utlopp i Brunnsviken. Vattnet från resterande ytor rinner av på annat sätt. Fastigheten har en lokal höjdpunkt i nivå med Tingshuset. Marken sluttar ned mot Brunnsviken och från höjdpunkten är det också en lutning ned mot Annerovägen.

Fastighetens privata (interna) ledningsnät är inte fullständigt känt. Ledningsunderlaget från Solna Vatten redovisar enstaka privata dagvattenledningar. Inmätningar av befintliga



dagvattenbrunnar har gjorts för delar av området. Den parkering som ligger inom området avvattnas till konventionella dagvattenbrunnar vidare till anslutning i Annerovägen med utlopp i Brunnsviken. För servisledningen finns ingen uppgift gällande material och dimension, men stamledningen är av dimensionen 300 mm. Enligt observationer från platsbesök har befintliga hus stuprör som antingen leds ned i mark, eller rinner ytledes till grus- och grönytor.

Den framtida ytliga avvattningen beror av den planerade höjdsättningen. Det är främst kring den nya byggnaden, grönytan mellan den och Tingshuset och den förändrade parkeringen som höjderna kommer att förändras och därmed även den ytliga avvattningen (Dagvattenutredning, Tyréns, 2019).



Figur 6 – Schematisk skiss över området som visar dagvattenledningen i väst (Bild: Wingårdhs).

#### 4.6 Översvämningsrisker

Dagvattensystem i stadsmiljöer dimensioneras vanligtvis för 10-årsregn eller 20-årsregn. Vid större regn såsom 100-årsregn kommer ledningssystemets kapacitet att överstigas och dagvattnet avrinna ytligt ut från området. Det leder sannolikt till att lokala översvämnings bildas i lågpunkter. Genom att skapa en genomtänkt höjdsättning där byggnader placeras högt kan infart, hårdgjorda ytor och parkering användas som sekundära avvattningsvägar i de fall ledningssystemen är överbelastade.

Avskärande åtgärder kan ibland behöva genomföras mot högre belägen mark. Det är framförallt viktigt att undvika så kallade instängda områden som saknar ytliga

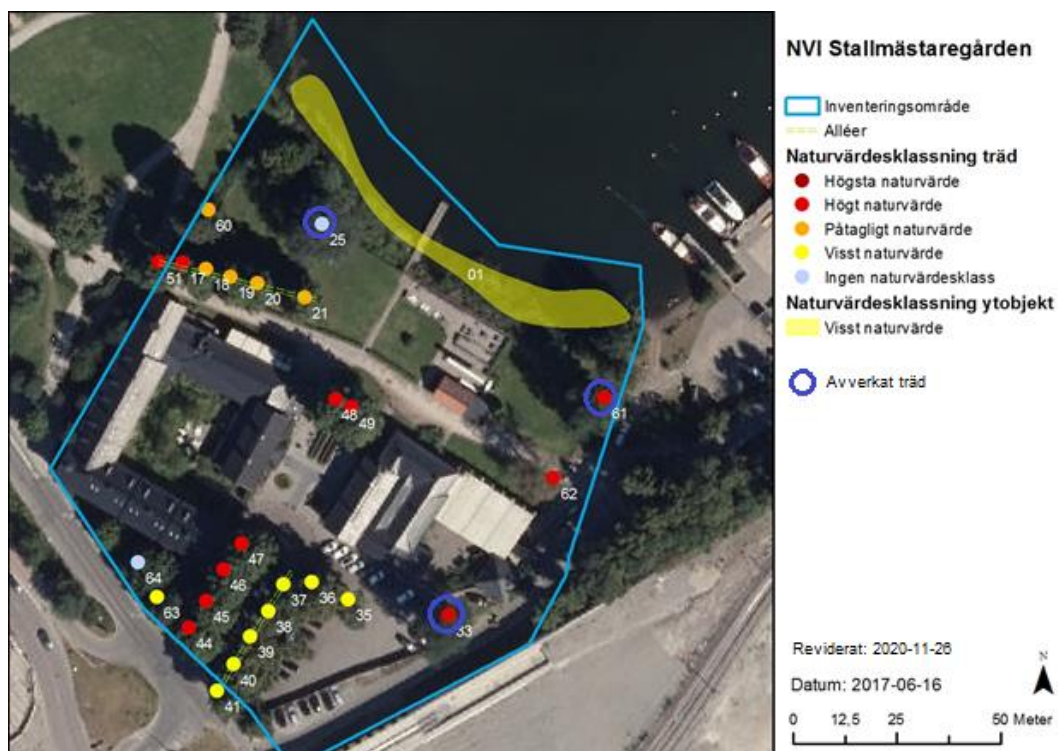
avrinningsvägar. Vid anläggandet av byggnader och hårdgjorda ytor är det viktigt att se till att vatten mellan byggnaderna kan avledas och inte ansamlas i instängda områden. Detsamma gäller för vattenansamlingar nära husgrunder som kan avledas genom att luta hårdgjorda ytor som ligger dikt an. Sekundära avrinningsvägar måste skapas så att byggnader inte riskerar att skadas, vilket är extra viktigt för Stallmästaregården som har byggnader med kulturmiljövärden.

En ytterligare faktor som ökar översvämningsrisken för planområdet är risken för höjda havsvattennivåer i Brunnsviken. Länsstyrelsens lägsta rekommenderande grundläggningsnivån är +2,7 meter vilket är en rekommendation som tar hänsyn till en framtida havsnivåhöjning. Med lägsta grundläggningsnivå menas underkant på grundsula eller betongplatta. Placeringen av byggnaden Röda Stugan bör följa Länsstyrelsens rekommendation.

#### **4.7 Naturmiljö**

Planområdet är även en del av Nationalstadsparken, som skyddas enligt 4 kap. 7 § miljöbalken (MB), och har därmed specifika krav på bevarande av naturvärden. En naturvärdesinventering har genomförts för detaljplanen som visar att det finns naturvärdesklassade träd inom fastigheten, där ett flertal är lokaliserade inom den del av fastigheten som kommer att byggas om, se Figur 7. Almarna 25, 33 och 61 är redan avvergade till följd av almsjukan. Två yngre träd bestående av lönn och en lind (nr 35 och 36) med vissa naturvärden kommer att avverkas till följd av den planerade utbyggnaden. Även nya träd planeras att planteras.

Dagvatten är en viktig resurs som kan användas för bevattning av de befintliga träden och av de träd som planeras att planteras. Många träd som finns inom stadsbebyggelse har begränsat utrymme i marken till följd av hårdgjorda ytor och kompakterad mark och minskad tillförsel av vatten blir då en konsekvens. Genom fördröjning av dagvatten i trädplanteringar kan trädens behov av vatten tillgodoses samtidigt som belastningen av dagvatten till ledningsnätet minskar.



Figur 7 – Naturvärdesklassade träd från naturvärdesinventeringen (Bild: WSP).

#### 4.8 Kulturmiljö

Stallmästaregården omfattas av och utgör uttryck för riksintresset Solna AB 37 samt är ett byggnadsminne enligt 3 kap Kulturmiljölagen. Planområdet är även en del av Nationalstadsparken, som skyddas enligt 4 kap. 7 § miljöbalken (MB). Till följd av detta finns det även specifika krav på bevarande av kulturvärden. Stallmästaregården har ett stort kulturhistoriskt värde och detta gäller främst de äldre husen; Vårdshuset, Tingshuset och Lusthuset (Kulturmiljöanalys, AIX 2016). När dagvattenanläggningarna utformas är det viktigt att avvattningsvägarna ses över så att vatten inte riskerar att skada byggnader med känslig grundläggning.

#### 4.9 Hagastaden och Stockholms stads kommungräns

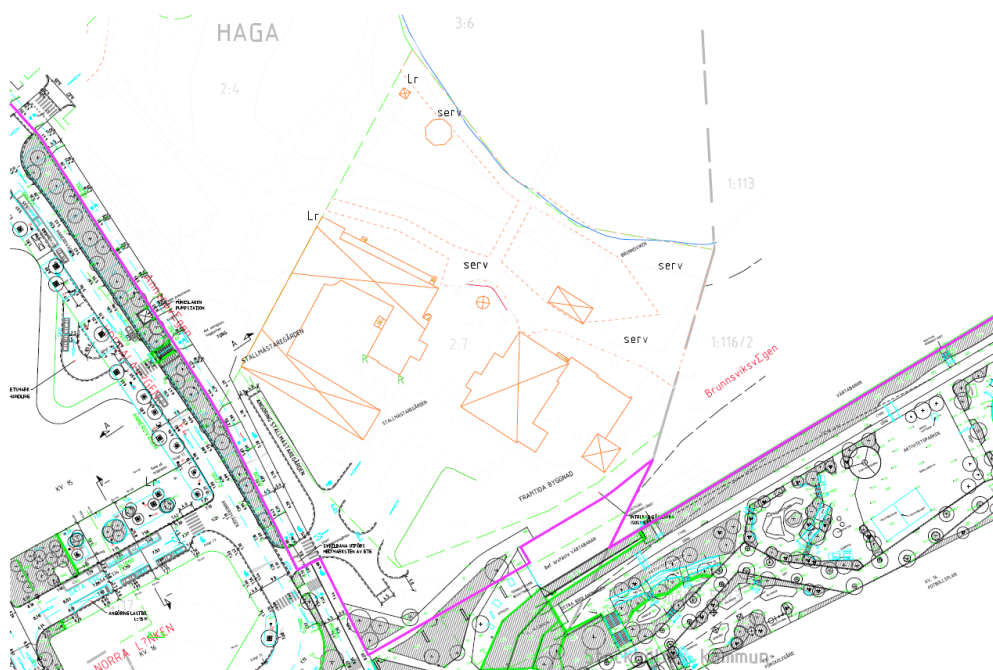
Fastighet Haga 2:7 gränsar i söder, öster och väster mot Stockholms stads kommungräns och i dessa väderstreck kommer delar av Östra Hagastaden att breda ut sig, se Figur 8.

En dagvattenutredning har genomförts för utbyggnaden av Östra Hagastaden och i anslutning till denna en skyfallsutredning där området för Stallmästaregården har inkluderats (Dagvattenutredning Östra Hagastaden, Sweco, 2020). I utredningen fastställdes att Stallmästaregården ligger nära den stora flödesväg som bildas i Östra Hagastaden och att vattnet i viss mån rinner in till Stallmästaregården. Figur 9 visar

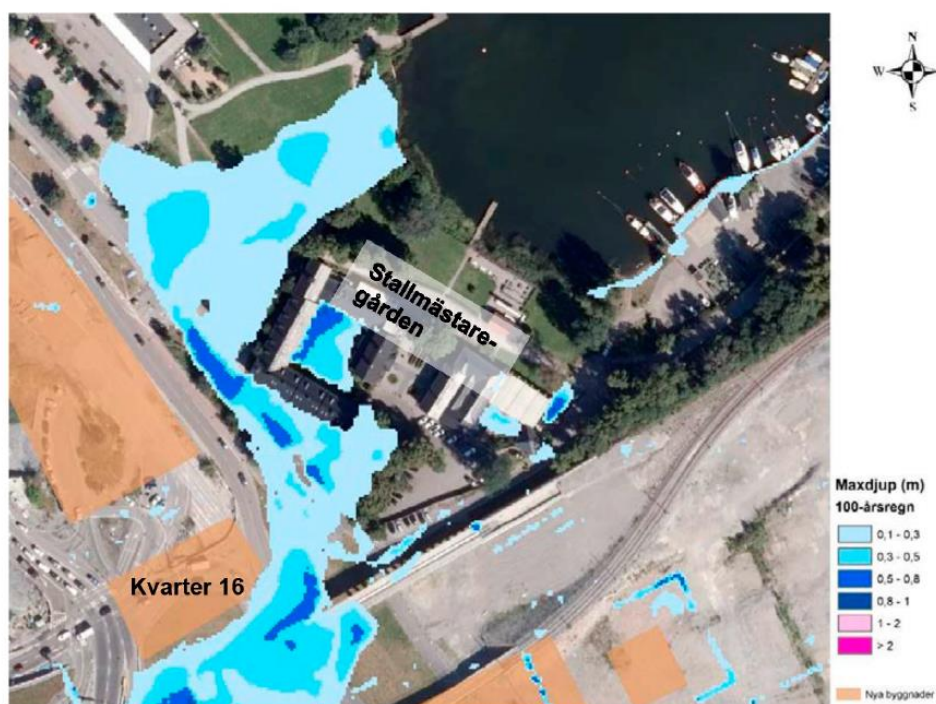
översvämningensrisken vid Stallmästaregården förutsatt att en utbyggnad av Östra Hagastaden har genomförts. För att reducera risken för skada vid skyfall rekommenderar den utförda dagvattenutredningen att skyfallsåtgärder ska vidtas vid och omkring Stallmästaregården. Det bedömdes även svårt att åtgärda översvämningensrisken för Stallmästaregården genom höjdsättning inom Östra Hagastaden då enda vägen för vattnet att nå Brunnsviken är via Stallmästaregården. Dagvattenutredningen föreslår att murar, barriärer och en öppning i Bellmanterrassen anläggs för att minimera risk för skada. Vidare rekommenderar dagvattenutredningen att lokala åtgärder vid Stallmästaregården bör vidtas för att säkra byggnaden vid skyfall så att vatten inte blir stående mot fasad. En genomtänkt avrinning vid skyfall från Stallmästaregården måste säkerställas.

När dagvattenlösningarna i nästa skede projekteras är det viktigt att en dialog förs med Stockholms stad och de exploatörer som planerar och bygger så att en långsiktig och hållbar dagvattenhantering uppnås där lämpliga skyfallsåtgärder vidtas.





Figur 8 – Kommegräns i lila mellan Solna stad och Stockholms stad (Bild: Solna stad).



Figur 9 – Detaljbild över maximalt översvämningsdjup vid Stallmästaregården förutsatt att en utbyggnad av Östra Hagastaden har genomförts, 100-årsregn (Bild: Sweco).

## 5 Metod

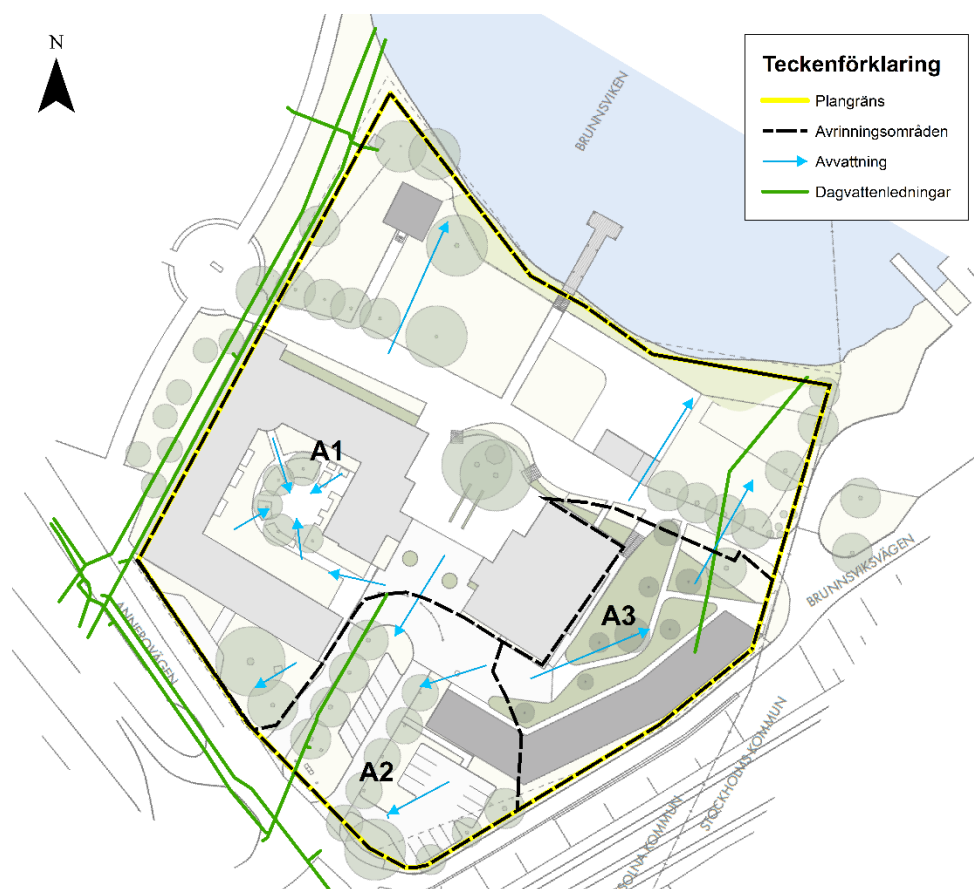
### 5.1 Beräkningar av flöden, fördröjningsvolym och föroreningar

Beräkning av flöden, samt beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet genomfördes med dagvatten- och recipientmodellen *StormTac, version 20.2.2*. Indata till modellen är kartlagd markanvändning inom planområdet och nederbörd. Markanvändningen före och efter exploatering karterades utifrån tillgängligt underlag och allmänna karttjänster. Enligt regnstatistik från SMHI:s mätstation i Stockholm (9821) har området en uppmätt årsnederbörd om 539 mm. För att korrigera för mätförluster multipliceras årsnederbörden med en korrektionsfaktor på 1,1 som ger en beräknad årsnederbörd om 593 mm, vilket är den nederbörd som används i beräkningarna. Vid beräkning av flöden har en klimatkoefficient om 1,25 använts för att ta hänsyn till en framtida klimätförändring som förväntas öka flödet. Beräkningarna tar även hänsyn till det vatten som uppkommer vid snösmältning.

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.

Planområdet delades in i tre delavrinningsområden (A1, A2 och A3) baserat på befintliga och framtida höjdsättning och avvattningsvägar samt dagvattenledningar. Varje delavrinningsområde har markkarterats och beräknats separat, se Figur 10. Den markanvändning som använts i modellen sammanfattas i Tabell 3.

Även om omdaningen endast omfattar vissa delar av planområdet har dagvattenhanteringen för hela planområdet setts över med syfte att förbättra dagvattensituationen jämfört med dagsläget i enighet med Solna stads dagvattenstrategi.



Figur 10 – de tre avrinningsområdena tillsammans med ledningar och framtida avvattning.

Tabell 3 – Jämförelse mellan markanvändningen innan och efter exploatering för varje avrinningsområde.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Nuläget [ha]			Framtiden [ha]		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
Grusyta	0,4	0,185	-	0,025	0,201	0,019	0,009
Grönyta	0,1	0,446	0,058	0,040	0,421	0,064	0,115
Parkering	0,8	0,005	0,131	0,065	0,007	0,089	-
Tak	0,9	0,205	-	0,037	0,212	0,017	0,042
<b>TOTALT</b>		<b>0,841</b>	<b>0,189</b>	<b>0,167</b>	<b>0,841</b>	<b>0,189</b>	<b>0,167</b>

## 5.2 Beräkning av åtgärdsvolym enligt Solna stads åtgärdsnivå

En av de styrande faktorerna för denna utredning är Solna stads åtgärdsnivå, beskriven i avsnitt 3. Denna 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 reningsvolym (vilka är de volymer dagvatten som bör tas omhand) enligt åtgärdsnivån gjordes genom en indelning av området baserad på markanvändning. 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 20 mm.

## 5.3 Lågpunktskartering

Dagvattensystem i stadsmiljöer dimensioneras vanligtvis för 10-årsregn eller 20-årsregn. Vid större regn såsom 100-årsregn kommer ledningssystemets kapacitet att överstigas och dagvattnet avrinna ytligt ut från området. En översiktlig lågpunktskartering har utförts för område Stallmästaregården i verktyget SCALGO Live. För att minska översvämningsrisken till följd av skyfall behöver skyfallskarteringar som lägst utgå från en återkomsttid på 100 år. Boverket anger i sin tillsynsvägledning för översvämningsrisk att ett 100-årsregn är en lämplig utgångspunkt vid såväl kommunens lämplighetsprövning som länsstyrelsens tillsyn. Hantering av översvämningsrisken till följd av ett 100-årsregn kan betraktas som ett lägsta tröskelvärde för att skapa en säkerhetsnivå men kommunen kan själv bestämma om de vill tillämpa en högre säkerhetsnivå (Länsstyrelsen Fakta 2018:5).

I lågpunktskarteringen har därför indata valts för att efterlikna ett scenario där ledningssystemets kapacitet överstigs samt ett 100-års regn. Nederbörden valdes i enlighet med skyfallsmodellen av Stockholm Vatten och Avfall till 68 mm för att motsvara ett 100-årsregn med varaktighet på 60 minuter och klimatfaktor 1,25. SCALGO Live tar dock inte hänsyn till infiltration och till följd av detta överskattar modellen volymen vatten inom området som ansamlas i lågpunkter. Undersökning har gjorts av nuläget och en bedömning har gjorts för den framtida utbyggnaden sett utifrån lågpunktskarteringen.

## 6 Resultat

Nedan visas resultaten av beräkningarna gällande flöden, åtgärdsvolym och föroreningsbelastning där dagens situation jämförs med ett framtida exploateringsscenario.

### 6.1 Flöden och åtgärdsvolym

Årsmedelflödet från planområdet enligt modellberäkningarna är ca 0,039 l/s innan exploatering och ca 0,036 l/s efter exploatering utan dagvattenåtgärder. Minskningen av årsmedelflödet beror på att andelen av den totala ytan av grusyta och gräsyta har ökat med ca 10% efter exploatering vilket dämpar vattenflöden.

Nedan ses dimensionerande flöden från de tre delavrinningsområdena vid ett 10-årsregn, 20-årsregn samt ett 100-årsregn före exploatering och efter exploatering, (Tabell 4 och Tabell 5). Avrinningskoefficienterna har korrigerats upp för ett 100-års regn för att bättre

överensstämma med ett verkligt scenario. Dimensionerade flöden har beräknats både med och utan klimatfaktor före exploatering och efter exploatering. Resultatet visar samma flöde eller en flödesökning för A1 vid samtliga årsregn efter exploatering jämfört med före exploatering. För A2 och A3 ses istället en flödesminskning. För A1 beror detta på minskad grönyta på grund av omplaceringen av Röda stugan och att en grusgång till denna anläggs vilket ökar tak- och grusyta efter exploateringen. Flödesminskningen för A2 beror på att parkeringsytan minskar. Summan av takyta och parkeringsyta blir mindre efter exploatering jämfört med nuläget. För A3 beror flödesminskningen på en betydlig minskning av parkeringsytan. Ökningen av takyta inom A3 är betydligt mindre än minskningen av parkeringsyta efter exploatering.

*Tabell 4 – Beräknade dagvattenflöden från 10-, 20- och 100-årsregn före exploatering med och utan klimatfaktor för alla tre avrinningsområden samt korrigerad avrinningskoefficient för 100-års regnet.*

Före exploatering	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
	10	20	100	10	20	100
<b>Återkomsttid [år]</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>A1 - Maxflöde [l/s]</b>	70	88	210	87	110	260
<b>A2 - Maxflöde [l/s]</b>	25	32	63	31	40	79
<b>A3 - Maxflöde [l/s]</b>	23	29	56	28	36	70

*Tabell 5 – Beräknade dagvattenflöden från 10-, 20- och 100-årsregn efter exploatering utan och med en klimatfaktor på 1,25 för alla tre avrinningsområden, samt korrigerad avrinningskoefficient för 100-års regnet.*

Efter exploatering	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
	10	20	100	10	20	100
<b>Återkomsttid [år]</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>A1 - Maxflöde [l/s]</b>	72	91	210	91	110	270
<b>A2 - Maxflöde [l/s]</b>	23	29	59	29	36	74
<b>A3 - Maxflöde [l/s]</b>	12	15	39	15	19	49

För att uppnå Solna stads åtgärdsnivå behövs en sammanlagd åtgärdsvolym för fördröjning och rening motsvarande 95 m<sup>3</sup> för hela planområdet. I Tabell 6, Tabell 7 och Tabell 8 presenteras åtgärdsvolymerna för varje delavrinningsområde baserat på områdets markanvändning. Med åtgärdsvolym menas den volym som behöver skapas för hantering av dagvatten avseende rening och fördröjning. Åtgärdsvolymerna kommer fördelas på lämpliga platser baserat på höjdsättning, avvattningsvägar, dagvattenledningar och lågpunktskarteringen.

Tabell 6 – Beräknade åtgärdsvolym för avrinningsområde A1 enligt åtgärdsnivån.  
Markanvändningen består främst av befintliga ytor.

A1	Markanvändning	Åtgärdsvolym [m <sup>3</sup> ]
	Grusyta	16
	Grönyta	8
	Parkering	1
	Tak	38
	<b>Totalt</b>	<b>64</b>

Tabell 7 – Beräknade åtgärdsvolym för avrinningsområde A2 enligt åtgärdsnivån.

A2	Markanvändning	Åtgärdsvolym [m <sup>3</sup> ]
	Grusyta	2
	Grönyta	1
	Parkering	14
	Tak	3
	<b>Totalt</b>	<b>20</b>

Tabell 8 – Beräknade åtgärdsvolym för avrinningsområde A3 enligt åtgärdsnivån.

A2	Markanvändning	Åtgärdsvolym [m <sup>3</sup> ]
	Grusyta	1
	Grönyta	2
	Parkering	0
	Tak	8
	<b>Totalt</b>	<b>11</b>

## 6.2 Föroreningar

Föroreningsberäkningar har gjorts med avseende på nuläget och det framtida scenariot med och utan dagvattenåtgärder, vilka presenteras vidare i kapitel 7 Förslag på dagvattenåtgärder. Resultat från modelleringen av föroreningsmängder och föroreningshalter redovisas i Tabell 9 respektive Tabell 10 och baseras på markanvändningen i Tabell 3. Resultatet visar en föroreningsminskning för samtliga ämnen efter exploateringen utan dagvattenåtgärder. Med dagvattenåtgärder minskar föroreningsmängd och föroreningshalt ytterligare. Eftersom marken i nuläget har en större area av hårdgjorda ytor samt mindre grön- och grusyta jämfört med efter exploatering, så förbättras läget efter exploatering även utan dagvattenåtgärder. Att efterläget har en ökad andel av grönytor bidrar till ett renare dagvatten utöver att dämpa vattenflöden. Grusyta har även ersatt delar av parkeringsytan vilket även det har en positiv påverkan på dagvattnet.

StormTac beräknar ämnena fosfor, kväve, zink, bly, PAH, kvicksilver och kadmium som samtliga påverkar Brunnsvikens ekologiska och kemiska status. För alla dessa ämnen sker alltså en betydande föroreningsminskning med föreslagna dagvattenlösningar. Övriga

ämnen som påverkar Brunnsvikens ekologiska och kemiska status och som redovisas i Tabell 1 och Tabell 2 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. Baserat på att genomförda beräkningarna med dagvattenåtgärder visar en markant föroreningsminskning för samtliga beräknade ämnen görs bedömningen att även övriga ämnen som inte beräknats sannolikt minskar.

*Tabell 9 – Modellerade föroreningsmängder i kg/år för nuläget, framtidsscenario och ett framtidsscenario med anläggande av dagvattenåtgärder enligt LOD.*

Ämne	Före exploatering [kg/år]	Efter exploatering [kg/år]	Efter exploatering med LOD [kg/år]
<b>Fosfor (P)</b>	0,47	0,43	0,2
<b>Kväve (N)</b>	5,8	4,9	2,8
<b>Bly (Pb)</b>	0,036	0,021	0,0045
<b>Koppar (Cu)</b>	0,063	0,045	0,02
<b>Zink (Zn)</b>	0,20	0,14	0,03
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,0016	0,0015	0,00025
<b>Krom (Cr)</b>	0,021	0,015	0,0072
<b>Nickel (Ni)</b>	0,022	0,015	0,0053
<b>Kvicksilver (Hg)</b>	0,000097	0,000059	0,000027
<b>Suspenderat material (SS)</b>	190	130	37
<b>Olja</b>	0,92	0,53	0,18
<b>Benso(a)pyren (BaP)</b>	0,00008	0,000052	0,000012
<b>PAH16</b>	0,0048	0,0032	0,00012

Tabell 10 – Modellerade föroreningshalter i µg/l för nuläget, framtidsscenario och ett framtidsscenario med anläggande av dagvattenåtgärder enligt LOD.

Ämne	Före exploatering [µg/l]	Efter exploatering [µg/l]	Efter exploatering med LOD [µg/l]
<b>Fosfor (P)</b>	130	130	57
<b>Kväve (N)</b>	1600	1400	810
<b>Bly (Pb)</b>	9,7	6,2	1,3
<b>Koppar (Cu)</b>	17	13	5,7
<b>Zink (Zn)</b>	56	41	8,6
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,44	0,45	0,074
<b>Krom (Cr)</b>	5,8	4,3	2,1
<b>Nickel (Ni)</b>	5,9	4,3	1,5
<b>Kvicksilver (Hg)</b>	0,026	0,017	0,0078
<b>Suspenderat material (SS)</b>	52 000	37 000	11 000
<b>Olja</b>	250	160	54
<b>Benso(a)pyren (BaP)</b>	0,022	0,015	0,0035
<b>PAH16</b>	1,3	0,93	0,14

### 6.3 Lågpunktskartering

Enligt de topografiska förutsättningarna ansamlas vatten från hela avrinningsområdet i tillgängliga lågpunkter inom planområdet. När en lågpunkt har fyllts till sin tröskelnivå med nederbörd fylls nedströms lågpunkter tills vattnet når utströmmande punkten i Brunnsviken. Vattendjup som redovisas i utredningen speglar lågpunkternas vattenhållningsförmåga vid olika millimeterregn och inte det maximala vattendjupet som kan uppstå på grund av dämningar och markens beskaffenhet när ett skyfall inträffar. SCALGO Live är ingen dynamisk modell som varierar i tid. Modellen tar inte heller hänsyn till infiltration.

Undersökning av markprofilen från SCALGO Live visar att marken sluttar mot norr och mot söder vilket ger en avrinning i riktning mot Brunnsviken och mot Annerovägen. Mellan de två större byggnaderna ses en vattendelare vilket delar avrinningen mot norr och söder, se Figur 11. Modelleringen visar även att det finns en lågpunkt på innegården för den västra byggnaden vilket skapar en större vattenansamling i området vid ett 100-

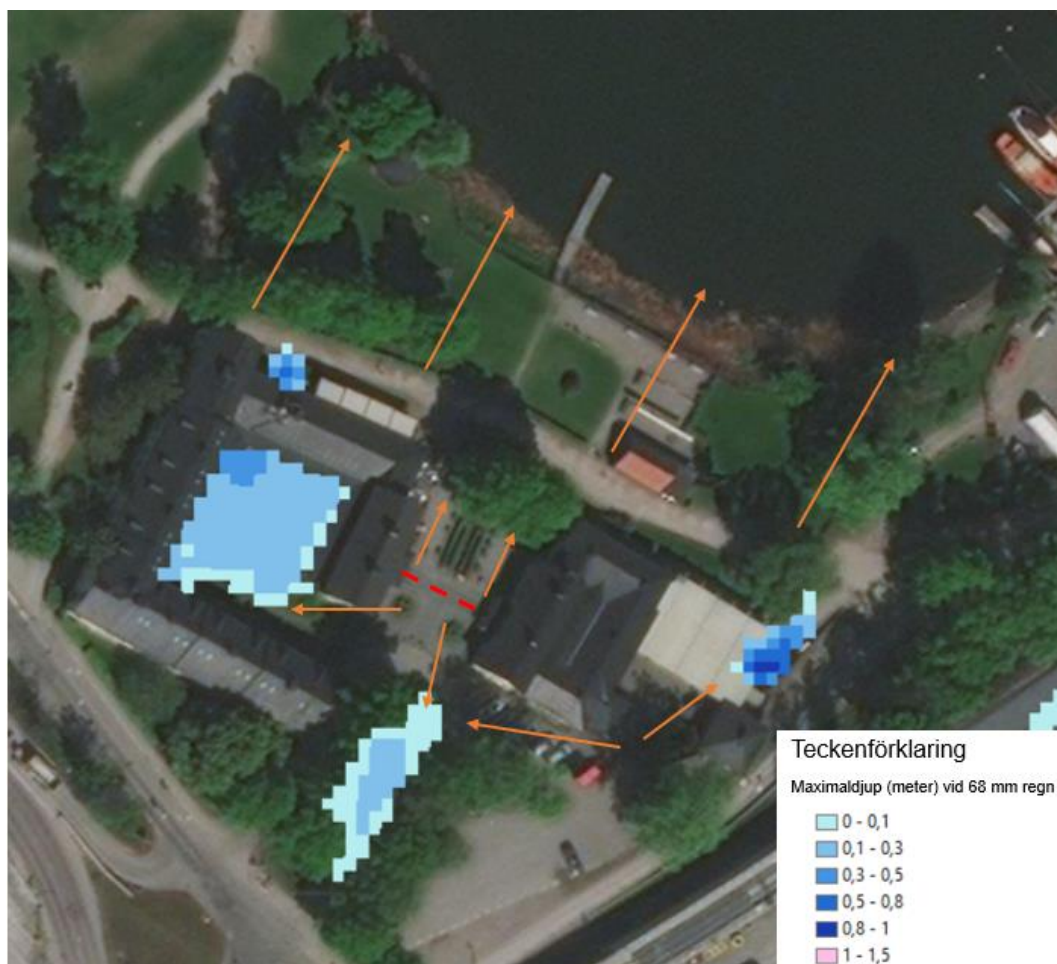


årsregn. En mindre ansamling av vatten bildas i södra delen vid parkeringen samt en större vattensamling i östra delen av utredningsområdet där det idag sker avlastning till hotell- och restaurangverksamheten.

Lågpunktskarteringen visade att redan vid ett regn med storleken 10 mm är lågpunkten vid södra delen helt vattenfylld (17 m<sup>3</sup>) och lågpunkten vid östra delen är helt vattenfylld (40 m<sup>3</sup>) vid ett regn med storleken 20 mm. Lågpunkten på innergården vid Vårdshuset är ett instängt område på grund av den omgivande byggnaden och till följd av detta så förblir lågpunkten en aktiv lågpunkt även vid kraftiga skyfall såsom ett 100-årsregn. Det är därför viktigt att vatten på innergården tas om hand genom bortledning eller infiltration. I Figur 11 visas översvämningsmodellen över nuläget. Vattendjupens kvantitativa indelning i Figur 11 baseras på riktvärden framtagna av DHI, enligt:

- 0,1 – 0,3 m, besvärande framkomlighet
- 0,3 – 0,5 m, ej möjligt att ta sig fram med motorfordon, risk för stor skada
- >0,5 m, stora materiella skador, risk för hälsa och liv

Vattendjup mindre än 0,1 m redovisas i kartmaterialet men anses inte påverka framkomligheten nämnvärt.



Figur 11 – Översvämningsmodellering över nuläget (Bild: SCALGO Live, 2020). Blåa ytor indikerar vattenansamlingar vid skyfall och pilarna motsvarar vattnets avrinningsriktning. Rött streck visar vattendelaren.

Den framtida exploateringen förväntas inte förändra den nuvarande höjdsättningen i större utsträckning och den nya byggnaden kommer att placeras på en höjd inom planområdet, därför ses inga ytterligare översvämningsrisker till följd av planförslaget. I planförslaget ökar andelen grönytor och därmed infiltrationskapaciteten inom området vilket innebär att mer vatten kan infiltrera än tidigare vid skyfall. Lågpunkterna inom området förväntas inte förändras med ombyggnationen.

Det är främst exploateringen av Östra Hagastaden enligt Stockholms stads pågående planarbete som kan ha inverkan på skyfallssituationen. Inom ramen för detaljplan för Östra Hagastaden bör därför utredas den planens konsekvenser såväl som lämpliga skyddsåtgärder för att inte dess skyfallshantering ska skada Stallmästaregårdens bebyggelse. Vid placering av växtbäddar i denna dagvattenutredning har hänsyn tagits till vattnets avrinningsriktning och läge för befintliga lågpunkter som identifierades i

genomförd lågpunktskartering. Risken att omdaningen inom planområdet för Stallmästaregården orsakar skada vid skyfall bedöms vara liten.

Inga skyfallsrisker ses för Röda stugan vid dess nya placering, däremot ses risker för översvämning vid en eventuell framtida vattennivåhöjning av Brunnsviken. Figur 12 visar det område som riskeras att översvämmas vid en vattennivåhöjning på +2,7 i Brunnsviken vilket är den nivå som motsvarar länsstyrelsens lägsta rekommenderade grundläggningsnivå (fakta 2017:1). Marknivån på den plats som Röda stugan planeras att flyttas till ligger under +2,7 därför bör grundläggningen anpassas till att klara en vattennivåhöjning.



Figur 12 – Översvämningsrisken inom planområdet vid en vattennivåökning med 2,7 meter i Brunnsviken. (Bild: SCALGO Live 2020)

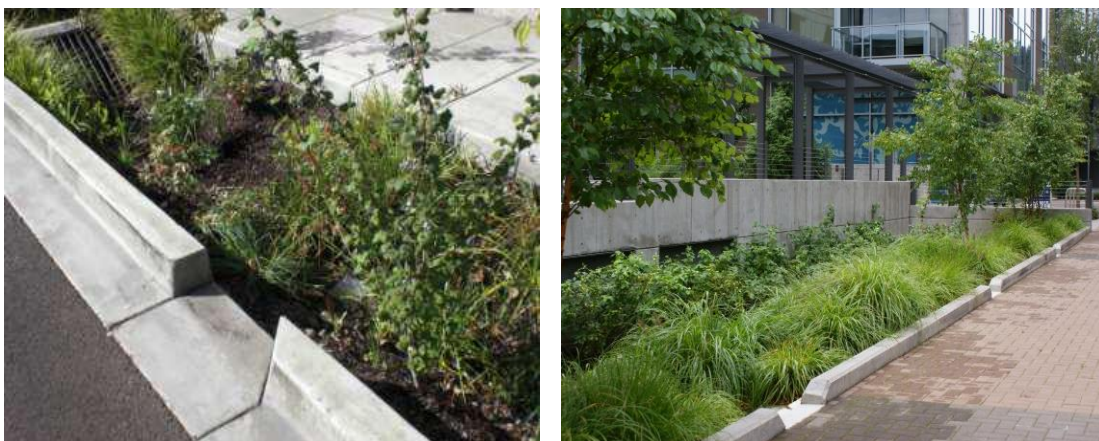
## 7 Förslag på dagvattenåtgärder

### 7.1 Växtbädd

Växtbäddar anses vara den mest lämpade dagvattenåtgärden sett utifrån områdets förutsättningar för alla tre delavrinningsområden. Lösningen har även varit den åtgärd Solna stad föreslagit, därför har alternativ till växtbäddar inte beräknats. Kompletterande åtgärder som inte har använts i beräkningarna, men som har en positiv inverkan på fördröjning och rening har även setts över och beskrivs i kap 7.3

En växtbädd, eller ett biofilter, är definitionsmässigt en vegetationsbeklädd markbädd för infiltration och behandling av dagvatten. Åtgärden används främst för föroreningsavskiljning, men har även viss fördröjningskapacitet. I växtbäddarna sker infiltration i jorden och genom växtupptag. Exempel på växtbäddar ses i Figur 13.

Dagvatten kan avledas till växtbäddar som utformas som nedsänkta gropar där vegetation så som träd, örter och gräs planteras. Det är viktigt vid val av vegetation att det finns tillräckligt utrymme för rotsystemet annars är risken att rötterna lyfter markbeläggningen eller att växterna dör. Uppbyggnaden av växtbädden bör också anpassas till vegetationens behov vad det gäller näringsämnen, pH och vattentillgång. Ett dräneringsrör kan anläggas i botten för att bortleda vattnet. Växtbädden bör ha en bräddbrunn för att avleda överskottsvattnet och dess höjd har betydelse för fördröjningen - en högre bräddhöjd ger mer tid för infiltration innan vattnet når bräddbrunnen. Om ytan lutar kan växtbäddar förses med små dämmen i syfte att skapa utjämningsvolym och därmed fördröja dagvattnet ytterligare. Växtbäddar kan anläggas med eller utan kantsten. Om kantsten väljs måste man göra släpp eller försänkningar så att vatten från omgivande mark kan ledas in i växtbädden. Det är viktigt att växtbädden utformas på ett genomtänkt sätt med dränering och god infiltrationskapacitet och att överskottsvatten avleds så att stående vatten inte skadar växtligheten.



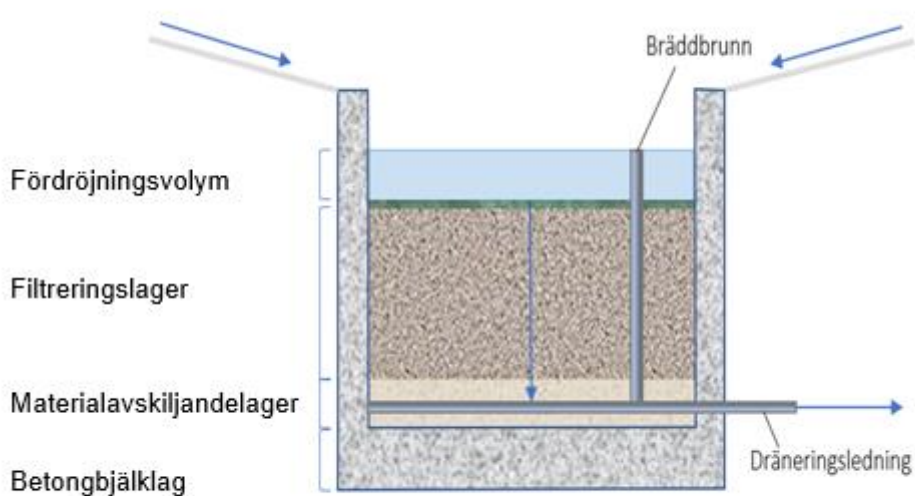
Figur 13 – Exempel på växtbäddar (Bild: Sweco).



En växtbädd består generellt av en reglervolym, ett filtreringslager, ett materialavskiljande lager, ett makadamlager och slutligen betongbjälklag, se Figur 14.

Dagvattnet infiltrerar genom filtermaterialet där reningen sker genom en kombination av mekanisk, kemisk och biologisk avskiljning, där upptaget av föroreningar och näringsämnen görs av växterna och filtermaterialet. Filtermaterialet har stor betydelse för avskiljningen av föroreningar på grund av att den största delen av partikelbundna föroreningar avskiljs genom sedimentation samt att rening sker genom adsorption där exempelvis fosfor och lösta metaller binds till filtermaterialets ytskikt. Valet av filtermaterial beror på dess infiltrationskapacitet, det är viktigt att infiltrationskapaciteten är tillräckligt låg för att en kontakttid ska uppnås samt tillräckligt hög för att minska bräddningen. Ytterligare egenskaper som bör tas i beaktning är filtermaterialets kemiska egenskaper då dessa varierar beroende på förorening. Det är därmed viktigt att valet av filter är platsanpassat samt anpassat till växtsammansättningen.

Syftet med det materialavskiljande lagret är att minska risken för att filtermaterialet ska spolras ut och sätta igen dräneringsröret. Ett filtreringslager bestående av biokol- och makadam rekommenderas då det bidrar till en högre reningseffekt jämfört med endast ett makadamlager. Lagret av makadam kan tas från lokala infrastrukturprojekt och biokol som produceras lokalt från bland annat trädgårdsavfall kan användas tillsammans med kompost blandat med makadam som växtsubstrat (Växtbäddar i Stockholms stad, 2017).



Figur 14 – Konceptuell skiss över en växtbädd (Bild: Sweco).

## 7.2 Konceptuellt åtgärdsförslag

Den yta växtbäddarna behöver uppta för att rymma rening och erforderlig fördröjningsvolym beror på växtbäddarnas utformning avseende volym, typ av material och djup. För Stallmästaregården föreslås växtbäddar med djup på lagren enligt alternativ 1 i Tabell 11. Dessa mått har legat till grund för beräkningarna. Alternativ 2 och alternativ 3 har inte beräknats. Alternativen ska ses som översiktliga som behöver detaljstuderas för varje specifik plats i senare skede.

När växtbäddarna i projekteringskedje utformas kan det visa sig att markens beskaffenheter begränsar djupet. Då bör grundare växtbäddar utformas enligt alternativ 2, se Tabell 11. De grundare växtbäddarna kommer att ta upp en större yta än de djupare för att uppnå önskad rening och fördröjning. Ett tillägg av biokol i växtjorden ger en effektiv rening om växtbädden har ett begränsat djup. Biokol ger en porös struktur som leder till god vattenhållning och livsutrymme för mikrober i jorden. Biokol skapar också en näringsdepå för både växter och djur tack vare sin näringsbindande förmåga.

Om växtbäddarna placeras i anslutning till befintliga och planerade träd behöver hänsyn tas till träden och deras luft- och vattenbehov samt rotdjup. Träden rekommenderas att placeras i en skelettjord om minst 15 m<sup>3</sup> per träd och i en växtbädd som är sammanhängande med omkringliggande träd för att maximal fördröjning och rening ska uppnås (Växtbäddar i Stockholms stad, 2017). För Stallmästaregården föreslås en växtbädd enligt alternativ 3 om växtbädden även innehåller träd, se Tabell 11. Dock måste detta studeras i detalj i projekteringskedje så att 15 m<sup>3</sup> per träd uppnås. Hänsyn behöver även tas till de skyddsvärda träden inom området och bedömning av lämplighet att placera en växtbädd i anslutning till dem måste göras.

Tabell 11 – Alternativ uppbyggnad av växtbädd.

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Uppbyggnad	Växtbädd	Grund växtbädd	Växtbädd med träd
Reglervolym (cm)	20	10	20
Filtreringslager (cm)	45	>45	80 - 100
Materialavskiljande lager (cm)	10	10	10
Makadamlager (cm)	35	35	35
Betongbjälklag (cm)	100	100	100
<b>Totalt djup (m)</b>	<b>2,1</b>	<b>&gt;2</b>	<b>2,25 - 2,45</b>

Beräkningarna för varje föreslagen växtbädd bygger på att dagvatten ska fördröjas och renas genom en dagvattenåtgärd dimensionerad utifrån att de första 20 mm vid varje givet nederbördstillfälle ska kunna omhändertas. Utifrån detta föreslås följande åtgärder för de tre delavrinningsområdena:

### **Avrinningsområde 1**

Här placeras en växtbädd på innergården till Vårdshuset som tar hand om takdagvattnet som leds dit, se Figur 15. Ytan utgör en lågpunkt vilket ytterligare motiverar en växtbädd här. I mitten av innergården finns i dagsläget en brunn där tillhörande ledningsnät måste ses över i nästa skede så att avledning av vattnet från innergården säkerställs. Ytan som behövs för växtbäddar med utformning enligt alternativ 1 är 30 m<sup>2</sup>. Eftersom ytan utgör en lågpunkt är det viktigt att dagvattenåtgärder utformas och dimensioneras för att kunna hantera skyfall.

I övrigt anses inga växtbäddar behövas inom avrinningsområde 1 eftersom avrinningen sker mot Brunnsviken naturligt först genom permeabel beläggning mellan Tingshuset och Vårdshuset och sedan vidare till grusytor och grönytor närmare vattnet. Det vatten som faller mellan byggnaderna, på grusytor och grönytor i denna del av avrinningsområdet anses så pass rent att den naturliga fördröjningen och reningen som uppkommer när vatten översilar ytor och sedan infiltrerar i de ytliga jordlagren på väg mot Brunnsviken är tillräcklig.

### **Avrinningsområde 2**

Här föreslås två växtbäddar i anslutning till parkeringen som tar hand om delar av takvattnet från Tingshuset och den nya byggnaden samt vattnet från parkeringen, se Figur 15. Vattnet leds sedan, efter fördröjning och rening i växtbäddarna via dränledning till ledningsnätet i Annerovägen.

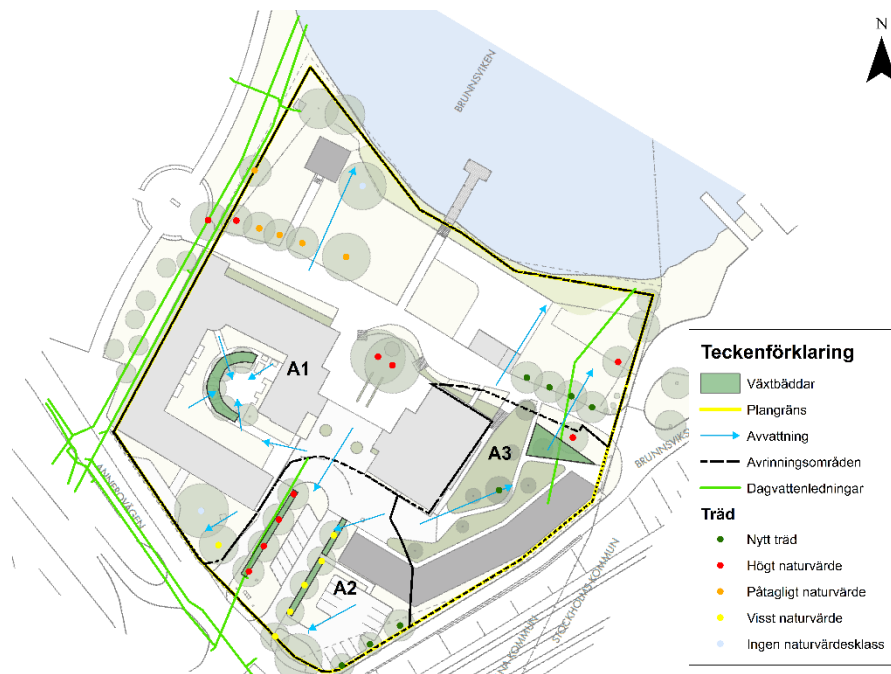
Den totala ytan som behövs för växtbäddar med utformning enligt alternativ 1 är 38 m<sup>2</sup>. Ytan fördelas mellan de två växtbäddarna beroende på tillgänglig yta på de föreslagna platserna och avvattningvägar till följd av höjdsättningen i senare skede. Även möjligheten att kunna använda befintliga träd påverkar placeringen och utformningen av växtbäddarna vilket behöver ses över i samband med projekteringen. Alternativ 3 i utformning blir aktuell om växtbäddarna placeras i direkt anslutning till träden.

### **Avrinningsområde 3**

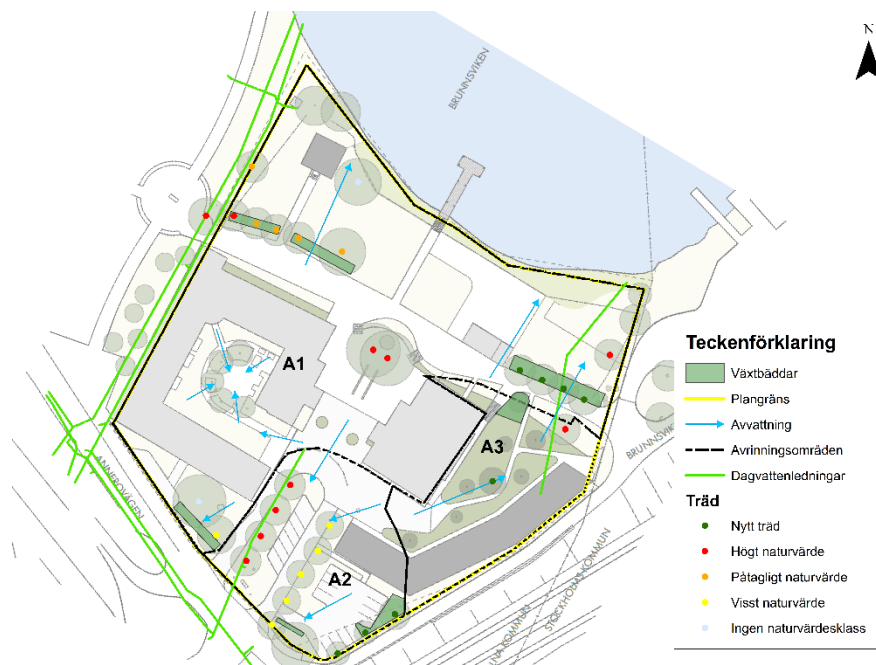
Här föreslås en växtbädd nedanför den nya byggnaden som tar hand om delar av takvattnet från Tingshuset och den nya byggnaden och vattnet från parkområdet mellan dessa byggnader, se Figur 15. I växtbädden finns en dränledning som leder vattnet vidare till den anslutande dagvattenledningen.

Den totala ytan som behövs för växtbädden med utformning enligt alternativ 1 är 20 m<sup>2</sup>.

Området har många ytor som lämpar sig för växtbäddar och de placeringsförslag som anges ovan är de mest lämpliga sett utifrån framtida höjdsättning och avvattningvägar, dagvattenledningar och lågpunktskartering. Om möjligt placeras växtbäddarna i direkt anslutning till befintliga och planerade träd, men om risk för att träden skadas föreligger bör föreslagna platser ses över. Alternativa platser som lämpar sig för växtbäddar ses i Figur 16 ifall någon av de föreslagna platserna ej visar sig fungera i framtida skeden.



Figur 15 – Föreslagna placeringar av væxtbäddar.



Figur 16 – Alternativa placeringar av væxtbäddar.



### 7.3 Övriga dagvattenåtgärder

Som komplement till växtbäddarna föreslås stuprörsutkastare som leder vattnet mot grönytor eller planteringar och permeabel beläggning. De förslag på åtgärder som beskrivs nedan är översiktliga och behöver därför ses över mer i detalj i framtida projekteringskede.

#### Stuprör

Stuprör placeras på byggnader så att dagvatten från takytor kan avrinna och avledas. Vattnet leds sedan via utkastare för vidare infiltration i marken, exempel kan ses i Figur 17. Vattnet tränger ned genom marken där det sedan perkolerar till grundvattnet eller till ett dräneringssystem. Det går även att leda vattnet via utkastare till en annan dagvattenanläggning. En korrekt utformning av dagvattenåtgärden är betydande för att systemet ska fylla sin funktion där bland annat marklutningen är viktig. Marken bör vara hårdgjord och ha en lutning på 5 grader från byggnadsgrunden de första 3 meterna. Därefter kan marken anläggas med en lutning mellan 1-2 grader så att dagvattnet kan avledas vidare.

Genom att placera stuprör och utkastare längs med byggnaderna på Stallmästaregården, kan takdagvatten avledas till växtbäddarna genom ytlig avledning eller avledning via ett dräneringssystem. Befintliga byggnaderna har stuprör som antingen går ned i mark eller har utkastare mot grus- eller grönytor. De stuprör som leds direkt ned i marken idag ska kapas och förses med utkastare. För den nya byggnaden ska takavvattningen genom stuprör och utkastare ses över så att avvattning sker till lämplig växtbädd.



Figur 17 – Utkastare för avledning av dagvatten (Bild: Sweco).

#### Permeabla ytor

Vid anläggning av hårdgjorda ytor som parkering, gång- och cykelvägar eller bilvägar kan även permeabla ytor anläggas för att rena och fördröja dagvatten, se Figur 18. De varianter som används är exempelvis grus, genomsläpplig asfalt och hålstensbeläggningar. Utformningen av genomsläppliga ytor anpassas efter

förutsättningarna i ett område där vissa ytor med genomsläpplig beläggning tål hög belastning, medan andra kräver en mer stödjande konstruktion. Gemensamt för dessa konstruktioner är att de måste ha en god porositet för flödesutjämning. Avskiljningen av föroreningar genom permeabla ytor är hög eftersom föroreningarna filtreras och fastläggs. Antingen leds dagvattnet via ett dräneringsrör i botten till dagvattennätet eller perkolerar genom marklagren till grundvattnet.

När parkeringen och lastplatsen söder om Vårdshuset utformas för Stallmästaregården ska permeabel beläggning anläggas i så stor utsträckning som möjligt. I dagsläget finns ytor av permeabel beläggning inom planområdet (framför allt mellan Tingshuset och Vårdshuset) så som grus, kullersten och markplattor, se Figur 19. Denna beläggning ska fortsättningsvis eftersträvas då den, förutom att den är bra ur dagvattensynpunkt, även går i linje med de kultur- och naturmiljö som redan finns.



Figur 18 – Exempel på permeabla markbeläggningar, här vid gång- och cykelstråk (Bild: Sweco).



Figur 19 – Befintlig markbeläggning mellan Tingshuset och Vårdshuset (Bild: Sweco).

## 7.4 Snöupplag och smältvatten

Snöröjning kommer att vara aktuell under vinterhalvåret inom planområdet, framför allt i anslutning till parkeringen. All snö som läggs på hög innebär en risk för föroreningstransport, speciellt under snösmältningsperioden. Även risk för transport av sten och större partiklar som kan sätta igen dagvattenssystemet finns. Snöupplag bör därför placeras på en lämplig uppsamlingsplats där smältvattnet kan avrinna och tas om hand av växtbäddarna.

## 8 Diskussion och slutsatser

Enligt de genomförda beräkningarna ses att föroreningsbelastningen minskar för samtliga ämnen efter exploatering utan dagvattenåtgärder, och ytterligare minskning erhålls med växtbäddar. Den minskade föroreningsbelastningen är ett resultat av att den hårdgjorda ytan inom planområdet minskar och att grön- och grusytor ökar efter exploatering. Flödet för avrinningsområde 1 ökar, medan flödet för avrinningsområde 2 och avrinningsområde 3 minskar. Att flödet för avrinningsområde 1 ökar beror på att Röda stugan flyttas hit vilket ger tak- och grusyta istället för grönyta. För avrinningsområde 2 och 3 beror flödesminskningen på minskad parkeringsyta och ökad grön- och grusyta efter exploatering. Sammantaget innebär planförslaget att andelen grönområden ökar och att andelen hårdgjorda ytor minskar vilket resulterar i renare dagvatten samt dämpar vattenflöden vid kraftiga regn, vilket även har positivt inverkan på recipienten Brunnsviken.

De föreslagna dagvattenåtgärderna utgörs av växtbäddar som renar och fördröjer dagvattnet innan det leds till befintliga dagvattenledningar. Som komplement ska stuprörskastare från byggnaderna och permeabel beläggning etableras där det lämpar sig.

- 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.
- Föroreningsbelastningen till recipienten Brunnsviken minskar efter exploatering, där beräkningar med åtgärdsförslag växtbäddar visar en påtaglig minskning. Detta innebär att halten av samtliga föroreningar i dagvattnet som tillförs Brunnsviken från planområdet kommer att minska jämfört med idag, däribland zink, koppar, fosfor, kväve, bly, PAH och kadmium. 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 mindre troligt att en exploatering av planområdet enligt förslag skulle innebära en ökning av PFOS till recipienten.  
Beräknade föroreningsreduktioner ska betraktas som ungefärliga men bedöms ge en god bild över föroreningsbelastningen i stort.

- Med hänsyn till den minskade föroreningsbelastningen och att planförslaget inte bedöms påverka morfologin i recipienten, bedöms detaljplanen sammantaget inte ha någon negativ påverkan på Brunnsvikens kemiska status, ekologiska status eller status på underliggande kvalitetsfaktorer. I och med den minskade föroreningsbelastningen bedöms detaljplanen inte heller försämra möjligheten att följa gällande MKN.
- Planförslaget innebär bland annat att en ny flygelbyggnad kommer att uppföras och att Röda stugan flyttas närmare vattnet. Den nya flygelbyggnaden (förläggs längre än 30 meter från strandkanten) och flytten av den Röda stugan till strandkanten bedöms inte vara av den karaktär eller storleksordning att det riskerar att försämra status på Brunnsvikens hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.
- Mycket goda möjligheter bedöms finnas för att frigöra de ytor som krävs för föreslagna växtbäddar. De föreslagna platserna lämpar sig bäst sett utifrån framtida höjdsättning, framtida avvattning, dagvattenledning och lågpunktskartering. Om någon av platserna längre fram visar sig olämpliga för dagvattenhantering redovisas alternativa platser i dagvattenutredningen.
- Växtbäddarna bör i möjligaste mån placeras i direkt anslutning till befintliga och planerade träd om så är möjligt och lämpligt. Dagvatten är en viktig resurs som kan användas för bevattning av träden.
- Den planerade höjdsättningen i området bör utföras på ett sådant sätt att avrinningen från takytor och hårdgjorda ytor leds till växtbäddarna. Inga instängda områden får skapas. Detta bör nog ses över i senare projekteringskede, där även befintliga riskområden med hänsyn till skyfall behöver åtgärdas genom exempelvis bortledning och ändrad höjdsättning. De föreslagna dagvattenåtgärderna är principiella och dimensionering måste studeras grundligt i samband med detaljprojektering. Planering av dagvattenåtgärder bör införas tidigt i projekteringskedet för att optimera markanvändningen och höjdsättningen.
- Växtbäddarnas utformning ska ske med hänsyn till kända grundvattennivåer och områdets markbeskaffenheter. Extra hänsyn bör visas i områden där grundvattnet ligger ytligt, jordlagren utgörs av genomsläpplig sand och där föroreningar tidigare har påträffats.
- Dagvattenlösningarna ska anläggas på ett sätt så att natur- och kulturvärden inte riskeras att skadas. Om växtbäddar anläggs i anslutning till skyddsvärda träd måste det säkerställas att växtbäddarna utformas på ett sätt som gynnar träden. Dagvatten får inte avledas på ett sätt som riskerar att skada känslig grundläggning.
- När dagvattenanläggningarna utformas måste sekundära avrinningsvägar säkerställas. Genom att skapa en genomtänkt höjdsättning där byggnader placeras högt kan infart, hårdgjorda ytor och parkering användas som sekundära avvattningsvägar i de fall ledningssystemen är överbelastade.

- Inga skyfallsrisker ses inom planområdet till följd av den nya byggnaden och omdaning inom fastigheten, däremot innebär den framtida utvecklingen av Östra Hagastaden, som planeras av Stockholms stad, skyfallsrisker för Stallmästaregården. Det är viktigt att det i ett tidigt skede förs en dialog med Stockholms stad kring hur skyfallssituationen bör hanteras och kring utformningen av eventuella skyddsåtgärder så att Stallmästaregården inte riskerar att påverkas av vatten uppströms.
- Röda stugan riskeras att påverkas vid en eventuell vattennivåhöjning av Brunnsviken då marknivån vid den föreslagna platsen ligger under länsstyrelsens lägsta rekommenderade grundläggningsnivå på +2,7. Grundläggningen på Röda stugan bör därför ses över.
- Det är viktigt att drift och skötselplaner upprättas över hur växtbäddarna sköts och städas, speciellt i samband med snöröjning och snösmältning.
- Förslag till snöhantering har översiktligt beskrivits. Det är viktigt att snön läggs på ytor där smältvattnet kan avrinna på ett säkert och bra sätt till växtbäddarna.

## 9 Övriga referenser

SCALGO Live, <http://scalgo.com/>, 2020-11-10.

Solna stads dagvattenstrategi. 2017. Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna stad.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000, [www.apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html](http://www.apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html), 2020-11-10.

P110 Avledning av dag- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Svenskt Vatten AB, 2016-01.

Fakta 2018:5. Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering. Länsstyrelsen i Stockholm län och Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Erhållen 2020-11-30.

Fakta 2017:1. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning. Länsstyrelsen Stockholm. Erhållen 2020-11-30.

VISS – VatteninformationsSystem Sverige, [www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se). Hämtad 2020-11-30.

Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017, Stockholms stad, erhållen 2020-11-05