

Östra Hagastaden

Dagvattenutredning

Sweco environment AB
Stefan Eskilsson



DAGVATTENHANTERING

UPPDRAG Östra Hagastaden	UPPDRAGSLEDARE Stefan Eskilsson	DATUM 2020-02-11
UPPDRAGSNUMMER 1141513000	UPPRÄTTAD AV Maria Nordgren	GRANSKAD Henrik Alm

Dagvattenutredning Östra Hagastaden



Visionsbild över Östra Hagastaden (White arkitekter, 2018).

Sammanfattning

På gränsen mellan Stockholm och Solna byggs Hagastaden med ca 3000 lägenheter och ca 14 000 arbetsplatser. Denna dagvattenutredning syftar till att beskriva förutsättningar för dagvattenhantering inom Östra Hagastaden och redogöra för hur dagvattensituationen påverkas till följd av planens genomförande, samt att visa på föreslagen dagvattenhantering. En övergripande beskrivning av dagvattenhanteringen för Hagastaden som helhet återfinns i PM Dagvattenhantering Hagastaden – en övergripande beskrivning (Sweco, 2018).

Styrande för dagvattenhanteringen är recipienten Brunnsvikens miljökvalitetsnormer, vilka tillsammans med den ökade dagvattentillförseln till Brunnsviken ställer stora krav på rening. Det finns ett behov av att tillföra Brunnsviken mer renat dagvatten för att öka dess omsättning. Samtidigt behöver grundvattennivåerna i den underliggande Brunkebergsåsen upprätthållas. Med föreslagen dagvattenhantering kommer en ökad mängd dagvatten med lägre föroreningshalter nå Brunnsviken än idag, och regnvatten som faller över parker och andra permeabla ytor kommer infiltreras till grundvattnet efter rening i lokala åtgärder.

Som verktyg för att Stockholms recipienter ska kunna uppnå gällande miljökvalitetsnormer (MKN) har Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering tagits fram. Enligt åtgärdsnivån för dagvattenhantering ska allt vatten från hårdgjorda ytor ledas till anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) innan anslutning till dagvattennätet. LOD-anläggningarna ska enligt åtgärdsnivån dimensioneras för en våtvolyms motsvarande 20 mm nederbörd. Gatudagvatten inom Östra Hagastaden kommer i första hand omhändertas i skelettjordar och nedsänkta växtbäddar som sedan avtappas till ledningsnätet. Renat dagvatten från parkmark återförs till grundvattenmagasinen via infiltration. Lämpliga platser för infiltration i parkerna behöver undersökas. Allt vatten inom kvartersmark ska också fördröjas och renas i anläggningar dimensionerade enligt med åtgärdsnivån innan anslutning till dagvattennätet.

Trafikdagvatten från högtrafikerade vägar renas, förutom genom LOD, också i två stycken avsättningsmagasin. Uppsalavägens dagvatten föreslås ledas till det befintliga Eugeniماغasinet för ytterligare sedimentering, och dagvatten från Sveavägen och Norra Stationsgatan till ett nybyggt avsättningsmagasin beläget inom detaljplaneområdet för Östra Hagastaden. På så sätt erhålls dagvattenrening i flera steg för de mest förorenande ytorna inom planområdet. Föroreningskoncentrationen i utgående dagvatten till Brunnsviken blir till följd av reningen lägre än i dagsläget.

Planområdet avvattnas idag i huvudsak till Brunnsviken, men också via kombinerat ledningsnät till Henriksdals reningsverk. Framledes ska dagvattennätet byggas ut så att det dagvatten från Östra Hagastaden som idag avleds till Henriksdals reningsverk istället avleds helt via dagvattenledning till Brunnsviken efter ovan beskriven rening. Dupliceringen av det kombinerade ledningsnätet är viktig för att säkerställa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Klimatförändringar kommer att resultera i ökad nederbörd vilket ger ökad risk för brädning av avloppsvatten från det kombinerade ledningsnätet till stadens dagvattenrecipienter. Utbyggnad av dagvattenledningsnätet är därför ett viktigt steg för en hållbar stadsutveckling.

Fosforbelastningen via dagvatten från planområdet ökar i framtiden jämfört med nuläget. Det är ett resultat av mer hårdgjorda ytor, fler trafikerade vägytor samt att ytor som tidigare avletts till Henriksdals reningsverk framledes kommer att avledas till Brunnsviken. Däremot minskar fosforbelastningen från bräddning av avloppsvatten vid skyfall till följd av dupliceringen. Den minskade belastningen på det enskilda rörmagasinet anslutet till det kombinerade systemet i Sveavägen inom Östra Hagastaden, medför att det i framtiden kommer bräddas mindre från rörmagasinet till Brunnsviken. I ett modellerat nutidsscenario bräddas 2244 m³, medan motsvarande siffra efter exploatering är 1623 m³, vilket är en direkt följd av att ytor som idag belastar rörmagasinet istället leds till utloppet i Brunnsviken (Sweco, 2016). Detta innebär en minskad belastning från rörmagasinet på 28%, vilket bör vägas in vid bedömningen av Hagastadens påverkan på Brunnsvikens uppfyllnad av MKN.

Stockholms stad, Solna stad och Danderyds kommun arbetar med att ta fram ett lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken med syfte att identifiera påverkanskällor och strategiska platser för åtgärder ur ett avrinningsområdesperspektiv. Vid utvärdering av recipientens möjlighet att uppnå MKN behöver hela avrinningsområdet och olika typer av påverkanskällor beaktas.

Vis skyfall rinner en stor del av Hagastaden och intilliggande avrinningsområden till Brunnsviken via Hagastadens östra kvarter. Inga direkta lågpunkter skapas i de Östra kvarteren vid exploatering och det mesta vatten som blir stående hamnar på vägar och i Tullhusparken där det förväntas göra begränsad skada. För kvarter 16 gäller dock extra försiktighet vid höjdsättning av marken mellan kvarteret och Tullhusparken. Stallmästaregården ligger i anslutning till den stora flödesväg som bildas i området och i viss mån rinner även vatten in till Stallmästaregården. För att reducera risken för skada vid skyfall rekommenderas att genomföra åtgärder vid och omkring Stallmästaregården. Det bedöms svårt att åtgärda Stallmästaregårdens eventuella problem med ändring av höjdsättningen för nya gator eller liknande då vattnet även i dagsläget måste ta sig till Brunnsviken samma väg. För att minimera risken av skada till följd av översvämning vid skyfall krävs att de murar, barriärer och öppningen i Bellmanterrassen som ingått i simuleringen anläggs. Utan dessa kan problem förväntas bland annat vid Norra länkens tunnelmynningar och vid tullhusen.

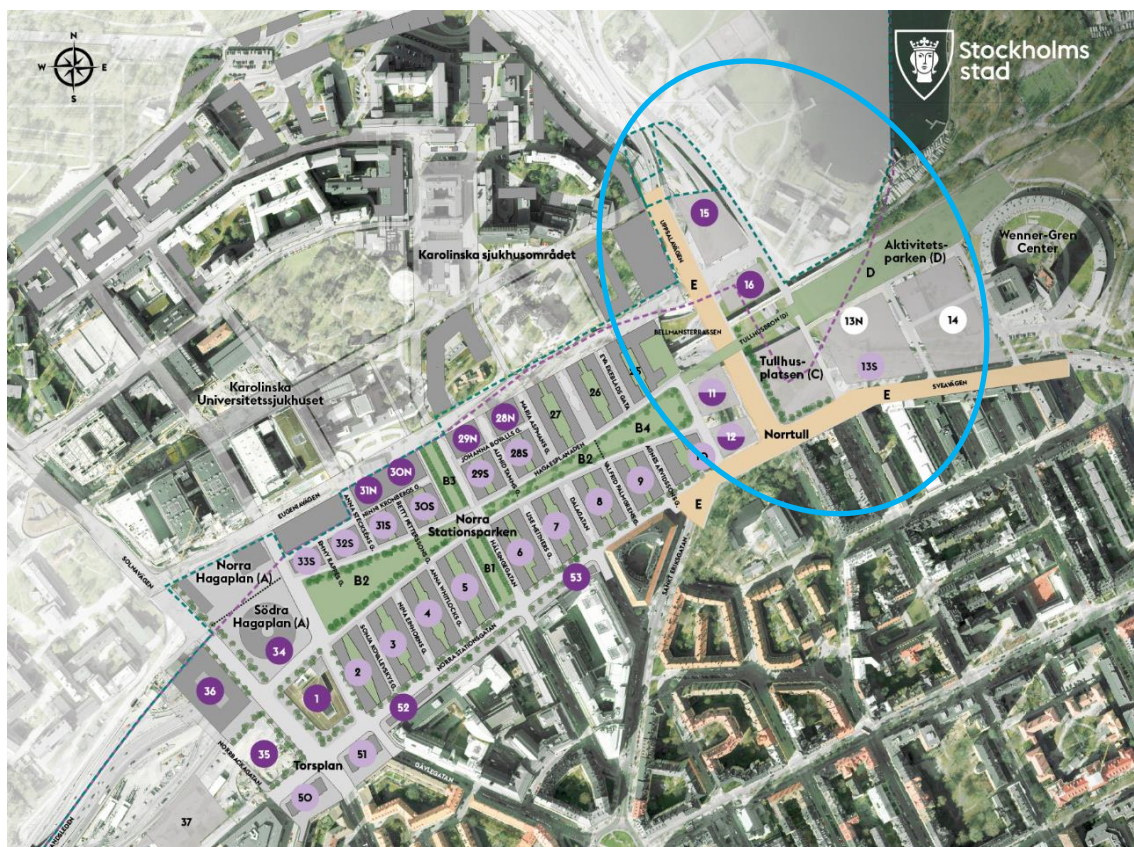
Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1. Bakgrund och syfte	5
2. Förutsättningar	7
3. Förutsättningar för dagvattenhantering	9
4. Planerad situation	17
5. Dagvattenhantering inom Östra Hagastaden.....	22
6. Föroreningsberäkning	29
7. Skyfall och sekundär avledning	30
8. Diskussion och slutsatser.....	38
9. Vidare arbete.....	39
10. Referenser.....	40

Bilaga Beräkningar

1. Bakgrund och syfte

På gränsen mellan Stockholm och Solna precis intill Brunnsviken byggs Hagastaden med ca 3000 lägenheter och ca 14 000 arbetsplatser. Hagastaden är uppdelad i tre detaljplaner varav DP1 är lagakraftvunnen sedan 2011. Östra Hagastaden detaljplaneras för närvarande och beräknas vinna laga kraft under 2021 och Västra Hagastaden, etapp 3, ska detaljplaneras mellan 2019 och 2021. Östra Hagastaden ligger nedströms de andra planområdena intill recipienten Brunnsviken, och ligger i nuläget delvis inom Solna. Kommungränsen kommer dock justeras så att Östra Hagastaden enbart ligger inom Stockholm. Förestående PM syftar till att beskriva förutsättningar för dagvattenhantering inom Hagastaden Östra Hagastaden, beskriva planerad dagvattenhantering inom planområdet och belysa frågeställningar som beaktas i systemhandlingskedet. Figur 1 visar en översikt av Hagastaden där planområdet för Östra Hagastaden är översiktligt markerade med blå cirkel.



Figur 1. Hagastaden Västra Hagastaden, DP 1 och Östra Hagastaden. Denna utredning avser Östra Hagastaden vars planområde är översiktligt markerat med blå cirkel.

Dagvattenstrategi Hagastaden togs fram av Stockholms stad 2015 i syfte att konkretisera de mål för dagvattenhantering som formulerats, nämligen att förbättra vattenkvaliteten i stadens vatten, vara robust och klimatanpassad och nyttjande av dagvatten som värdeskapande resurs i stadsmiljön. I strategin konstateras att för att förbättra vattenkvaliteten i stadens vatten krävs rening av större delen av det dagvatten som avrinner från Hagastaden. Det innebär att så mycket dagvatten som möjligt i första hand ska ledas till lösningar för lokalt omhändertagande och i andra hand till ledning. På allmän plats sker detta genom att dagvatten leds till gatuplanteringar och parker. Dagvatten från de tyngst trafikerade gatorna kommer att ledas till ett avsättningsmagasin. För kvartersmark innebär kraven på rening ett genomtänkt lokalt omhändertagande genom stor andel gröna tak, gröna gårdsbjälklag och i övrigt permeabla ytor (Stockholms stad, 2015).

Idag leds stora delar av Hagastadens dagvatten via kombinerat ledningsnät till reningsverket i Henriksdal. Efter exploateringen kommer inget dagvatten från Hagastaden (med undantag från ett kvarter i DP 1) att ledas till Henriksdal då det kombinerade ledningssystemet kommer att dupliceras (Stockholms stad, 2015).

Dupliceringen kommer att innebära att dagvatten från en stor area som tidigare avleddes tillsammans med spillvatten, till Henriksdals avloppsreningsverk och Saltsjön, istället kommer att avledas till Brunnsviken. Detta innebär ett ökat vattenflöde till Brunnsviken, vilket är önskvärt, men även en risk för att föroreningsbelastning via dagvatten ökar något. Ett resultat som är närmast ofrånkomligt i samband med duplicering av en tät stadsbebyggelse. Dupliceringen av befintligt ledningsnät leder samtidigt till en önskad minskning av belastningen på avloppsnätet och Henriksdals avloppsreningsverk. En effekt av den lägre belastningen blir mindre brädning av orenat spillvatten till Stockholms recipienter vid skyfall¹ och färre källaröversvämningar (Stockholms stad, 2015). Utöver dessa direkta miljövinster för recipienter innebär det även lägre energiåtgång genom att pumpning och rening av dagvatten i avloppsreningsverk undviks. Hade inte dupliceringen skett hade belastningen istället ökat.

För att möjliggöra dupliceringen har en ny utloppsledning anlagts till Brunnsviken. Inom Östra Hagastaden har den byggts som en dykarledning där ledningen passerar under E4:an. Dykarledningen utgör en flödesbegränsning och därför har ett utjämningsmagasin byggts strax uppströms denna inom Östra Hagastaden. I samma anläggning har ett avsättningsmagasin byggts där dagvatten från gator med högre trafikintensitet än 10 000 fordon/dygn ska renas.

I Hagastadens dagvattenstrategi framhålls LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten) som en viktig åtgärd som kommer krävas i hög utsträckning. Behovet av LOD är nu specificerat i Stockholms stads och SVOA:s åtgärdsnivå för dagvattenhantering (Stockholm stad & SVOA, 2016a). Dagvatten från allmän platsmark och kvartersmark ska tas omhand lokalt (LOD) för att uppnå målen med strategin att avlasta recipienten. Stor andel LOD-åtgärder kommer att krävas från de mindre trafikerade ytorna för att hålla föroreningsbelastningen på recipienterna nere. Det dagvatten som tar sig vidare från kvartersmark och lågtrafikerade vägar ska utjämnas i utjämningsmagasinet innan det leds ut till Brunnsviken. Ett förslag att infiltrera dagvatten från Östra Hagastaden i Brunkebergsåsen för rening har tagits fram (Stockholms stad, 2015). Systemet och ovan nämnda anläggningar beskrivs närmare i avsnitt 4.1.

¹ I denna rapport avses med begreppet *skyfall* nederbördstillfällena som är intensivare än vad ordinarie dagvattensystem dimensionerats för.

2. Förutsättningar

För närvarande pågår arbete med systemhandling för Östra Hagastaden. Administrativa gränser, modeller för kantlinjer och höjdsättning på gatunätet samt markanvändningar inom planområdet har funnits tillgängligt. Ytor för LOD-anläggningar som planeras inom ramen för systemhandlingen har tillsammans med planerad markanvändning och planerade underjordiska reningsanläggningar utgjort underlag för föroreningsberäkningar.

2.1. Underlag

Följande underlag har legat till grund för denna dagvattenutredning:

- Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen, Stockholm stad (version 2017-06-16)
- Ortofoto (2016)
- Trafikanalys Norrtull Roslagstull, Iterio (2018-04-16)
- Skyfallskartering Hagastaden, Sweco (2018)
- Fältrapport provpumpning i 17W107BR, WSP (2018-05-15)
- Höjdsättning och kantlinjer för gator erhållet från Ramböll (2019-09)
- Projektering av dagvattenledningar, Sweco (2019-12)
- Princip dagvattenhantering LOD, LOD-yltor, Ramböll (2019-09)

Följande ledningsunderlag har legat till grund för kartering av befintliga avrinningsområden:

- Eugenia erhållet 2017-04-20 av Solna vatten
- Samlingskarta Hagastaden från Solna och Stockholm erhållet 2018-03-18
- Trafikverket underlag Östra Hagastaden erhållet 2018-03-18
- WL-502-WO-20000-0001 och WL-502-WO-20000-000 erhållet 2018-03-18

2.2. Styrande dokument och föreskrifter

Nedan listas de föreskrifter och bestämmelser som utgör förutsättningar för denna utredning.

Vattendirektivet och MKN

Vattendirektivet föreskriver att statusen på våra vattenförekomster inte får försämrans till följd av ny- eller ombyggnationer. Recipientens möjlighet att uppfylla beslutade miljö kvalitetsnormer (MKN) får därmed inte försämrans till följd av genomförandet av en detaljplan.

Stockholm stads åtgärdsnivå

Stockholm stad har tillsammans med Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar tagit fram en åtgärdsnivå för dagvattenhantering som gäller vid ny- och större ombyggnation. Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem dimensionerade med en våtvolum på 20 mm. Lösningarna bör ha en mer långtgående rening än sedimentation. Anläggningar som kan magasinera 20 mm nederbörd från en viss yta kan omhänderta 90% av årsnederbörden som faller på samma yta, vilket är vad som bedömts krävas för att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i stadens vattenförekomster.

Svenskt Vatten

Dimensionering av dagvattenledningar ska utföras i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110. Dagvattenledningsnätet ska dimensioneras för en toleransnivå för trycklinje i marknivå med 20 års återkomsttid. Klimatfaktor på 1,25 ska användas.

Dagvattenhantering inom Hagastaden

2015 utvecklades en dagvattenstrategi för stadsutvecklingsområdet Hagastaden. I denna preciseras såväl mål, strategier och riktlinjer för dagvattenhantering som beräkningsförutsättningar och dimensioneringsprinciper. Dessa har till viss del inaktualiserats då åtgärdsnivån och P110 kommit ut. Nedan följer de tre steg i vilka dagvatten ska omhändertas i Hagastaden:

- Anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) som kan ta emot och rena mindre regn (för Östra Hagastaden preciserat till 20 mm genom åtgärdsnivån)
- Ledningsnät omhändertar flöden som följer av dimensionerande regn enligt Svenskt Vattens anvisningar, för Östra Hagastaden gäller P110.
- Sekundära avrinningsvägar som kan avleda regn som är större än vad ledningsnätet är dimensionerat för. Höjdsättningen ska göras så att instängda områden inte bildas.

3. Förutsättningar för dagvattenhantering

3.1. Recipienter och miljö kvalitetsnormer

Dagvattenrecipient för Hagastaden inkluderat Östra Hagastaden är Brunnsviken. En del av detaljplaneområdet för Östra Hagastaden avleds idag via kombinerat ledningsnät till Henriksdals avloppsreningsverk och efter rening till Saltsjön. När dagvatten från området leds till det kombinerade ledningssystemet kan det orsaka bräddning på annan plats nedströms om ledningsnätet överbelastas. Även grundvattnet inom detaljplanen är recipient via infiltration i genomsläppliga ytor.

Brunnsviken

Brunnsviken är en av Stockholms största recipienter och har ett 14,5 km² stort avrinningsområde som inkluderar både Stockholm, Solna och Sundbybergs kommun.

Brunnsviken är en näringsrik sjö och sedimenten innehåller höga halter fosfor och tungmetaller. Brunnsviken står i förbindelse med Lilla Värtan som är en del av Saltsjön. Det inströmmande salta vattnet från Saltsjön bidrar vid tillfällena till en stagnation på grund av tungt bottenvattnet med syrebrist som följd. Bottenvattnet pumpas därför ur för att ersättas med ytvatten från Lilla Värtan för att tillföra syre. Den utpumpade vattenvolymen är ungefär dubbelt så stor som volymen tillrinnande dagvatten. I genomsnitt avlägsnar utpumpningen ca 700-800 kg fosfor/år. Brunnsviken behöver mer tillförsel av vatten men det är viktigt att tillfört vatten håller god kvalitet (Stockholms stad, 2015).

Ekologisk status är idag klassad som otillfredsställande på grund av växtplankton, höga halter av näringsämnen och dåligt siktdjup. Brunnsviken uppnår ej heller god kemisk status. Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE), PFOS, bly, kadmium, antracen och tributyltenn. Brunnsviken behöver mer tillförsel av vatten men det är viktigt att tillfört vatten håller god kvalitet (VISS, 2018). Då Brunnsvikens statusklassning är baserad på få mätpunkter och därmed innehar en osäkerhet har Stockholms stad gjort en egen statusklassning. Där klassas den ekologiska statusen istället som dålig på grund av bottenfauna, näringsämnen (otillfredsställande status för fosfor, dålig status för kväve) och syrgasförhållanden. Även här uppnår Brunnsviken ej god kemisk status (WRS, 2016).

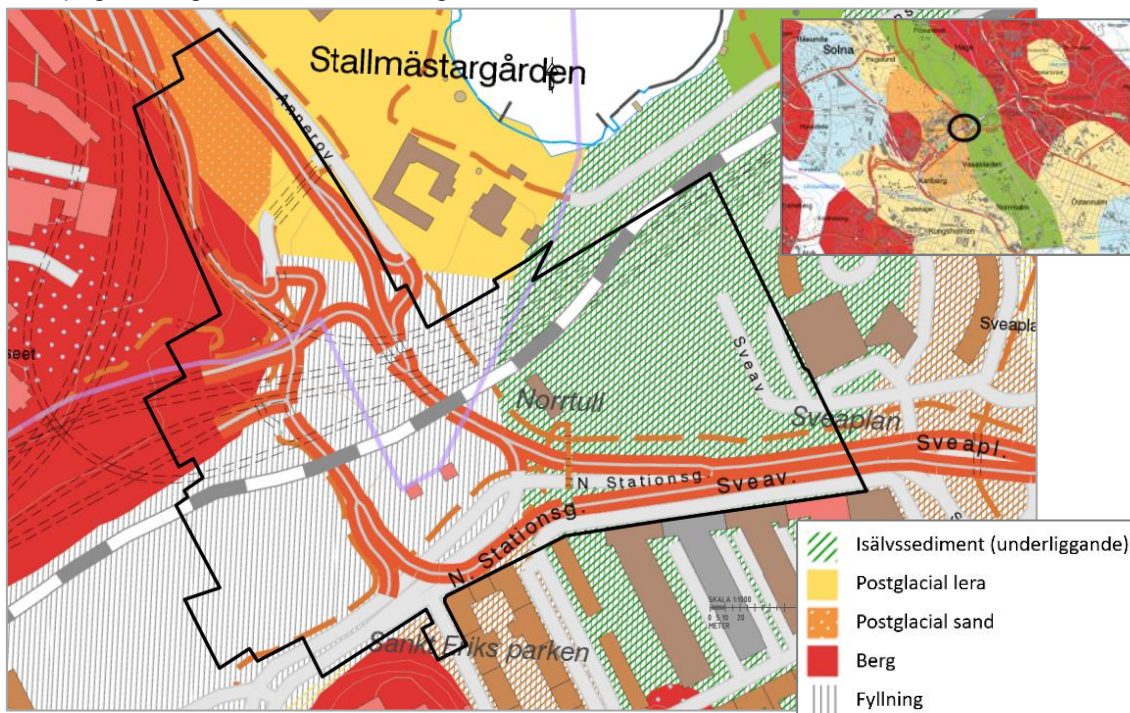
MKN för Brunnsviken är att uppnå god ekologisk status till 2027. Det bedöms inte möjligt att uppnå god ekologisk status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan) till 2021 på grund av att mer än 60% av den totala tillförseln av näringsämnen kommer från utsjön. Åtgärder behöver dock genomföras till 2021 för att det ska vara möjligt att uppnå god ekologisk status i vattenförekomsten till 2027. Brunnsviken ska även uppnå god kemisk status till 2021 med undantag i form av mindre stränga krav för bromerade difenyleter, kvicksilver samt med tidsfrist 2027 för antracen, kadmium, bly och tributyltenn (VISS, 2018).

Stockholms stad, Solna stad och Danderyds kommun arbetar med att ta fram ett lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken med syfte att identifiera påverkanskällor och strategiska platser för åtgärder ur ett avrinningsområdesperspektiv.

3.2. Geohydrologi

Planområdet underlagras av berg i nordväst och av Brunkebergsåsen bestående av isälvsediment i öst. I norr av mindre delar postglacial lera och postglacial sand. Södra delen består av fyllnadsmassor. Även östra delen som underlagras av åsen är uppfyllt ca 10 m. Fyllnadsmassorna består av främst sand och grus men även en del lera och silt. Figur 2 visar en jordartskarta inhämtad från SGU. Inom Östra Hagastaden är åsen inströmningsområde och Brunnsviken utströmningsområde. Grundvattnet i Brunkebergsåsen strömmar vid planområdet i nordvästlig riktning ut i Brunnsviken.

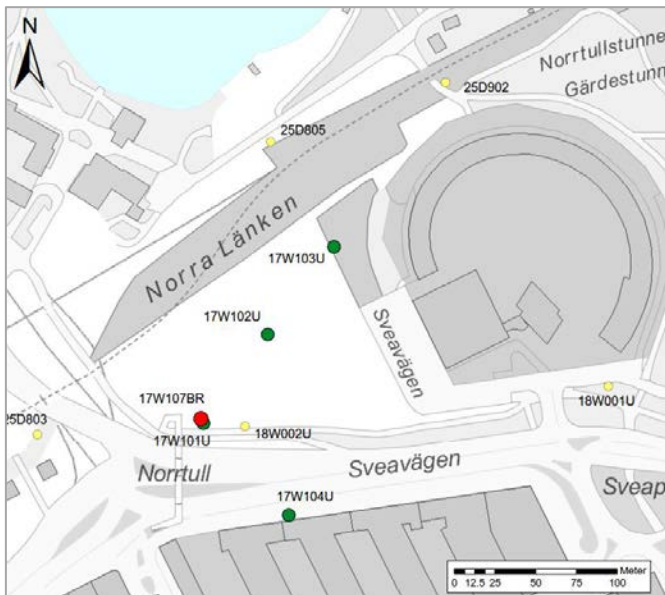
Leravlagringar förekommer inom planområdet vid grusåsens västra sida som sedan översvallats med silt, sand och grus. Även fyllningen kan bitvis innehålla lera. Om grundvattennivåer permanent förändras i området kan risk för sättning uppstå. Planerad bebyggelse bör utformas så att rådande grundvattennivåer bibehålls. Den östra delen av området (Brunkebergsåsen) är mindre sättningkänslig (WSP, 2014). För att bättre kunna bedöma sättningkänslighet och övriga grundvattenrelaterade frågor behöver samordning ske med pågående geotekniska utredningar.



Figur 2. Jordartskarta urklippt från SGU med planområdet markerat i svart. I högra bilden syns Brunkebergsåsens sträckning mer regionalt.

WSP har under 2018 genomfört en provpumpning inom området i syfte att undersöka förutsättningar för LOD. Pumpbrunnens läge är markerat med rött i Figur 3. Markens hydrauliska konduktivitet och påverkansområdet kring brunnen vid en större störning undersöktes. Testet visade att stora mängder vatten kan hanteras lokalt (genom att infiltreras i åsen) utan att åsakvifärens generella grundvattennivåer förändras nämnvärt. Enbart en lokal störning uppkommer. WSPs bedömning är att med åsens goda vattenförande förmåga och brunns goda koppling till åsakvifären finns det bra förutsättningar att infiltrera många gånger större flöde än de ca 8 l/s som pumpades vid testet. Brunnkapaciteten bedöms inte vara begränsande för omhändertagandet av dagvatten utifrån ett hydrogeologiskt perspektiv (WSP, 2018).

Om dagvatten från dagvattenledningar ska infiltreras via brunn kan det behöva hanteras i enklare anläggningar innan det når infiltrationsbrunnen. Infiltration via exempelvis en grönyta kan göra att någon ytterligare anläggning inte behövs då fastläggning av suspenderat material då kan ske i grönytan.



Figur 3. Urklipp från fältrapport provpumpning (WSP, 2018). Röd prick visar läge för pumpbrunn. Gröna prickar är nyinstallerade observationsrör och gula prickar är äldre observationsrör som också användes vid provpumpningen.

3.3. Befintlig situation

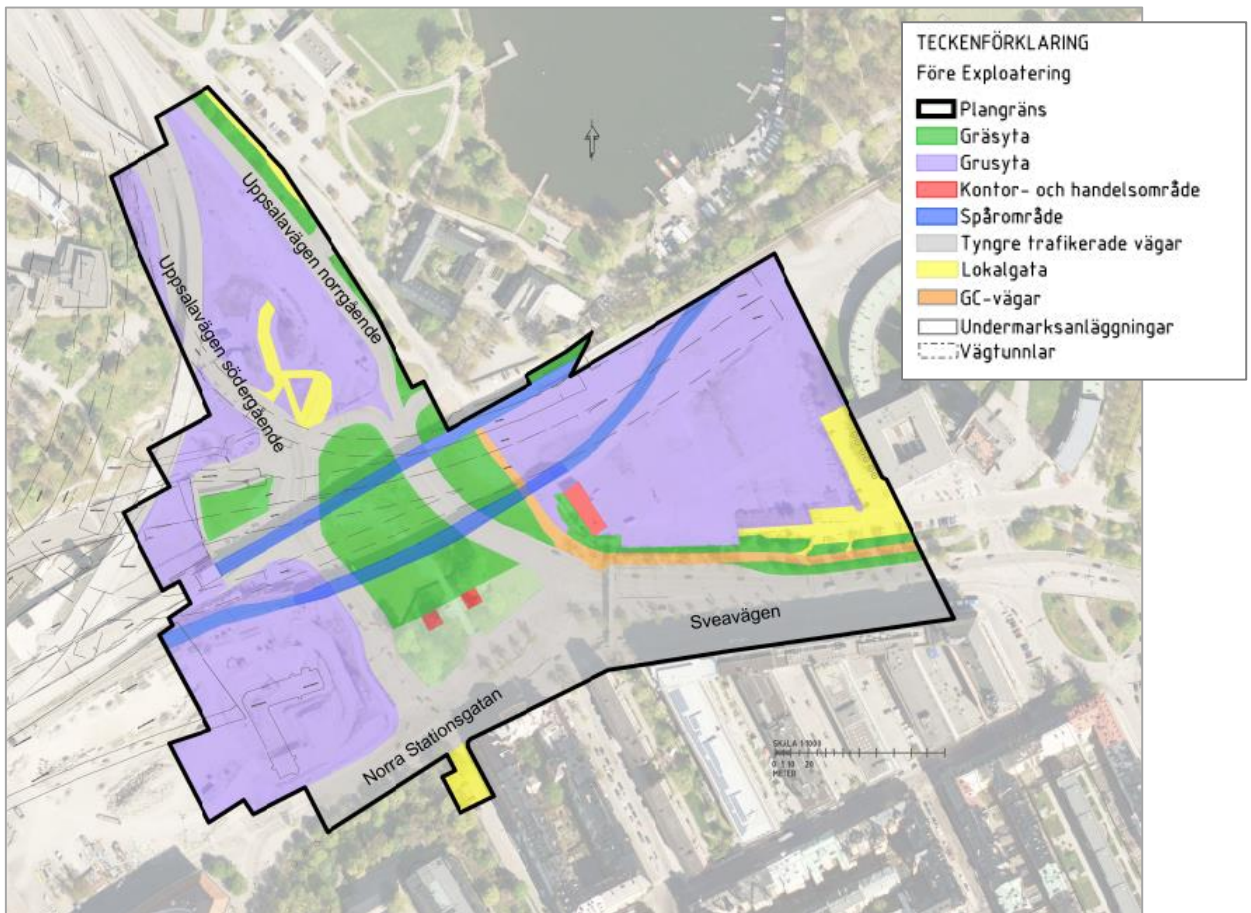
Befintlig markanvändning

Markanvändningen inom planområdet förändras ständigt då markarbeten pågått under decennier. Referens för nuläget för denna rapport har bestämts till 2016 då arbetet med utredningen påbörjades år 2017 och ortofotot som använts som underlag sedan dess är från 2016, se Figur 4. Trafikintensiteter på vägarna har beräknats av Iterio (BAU 2017). Att nuläget bestämts till 2016, gör dock att beskrivning av läget före respektive efter kan diskuteras.



Figur 4. Ortofoto taget 2016 som har legat till grund för markanvändningskarteringen av situationen före ombyggnation. Planområdesgränsen är markerad med svart linje i bilden.

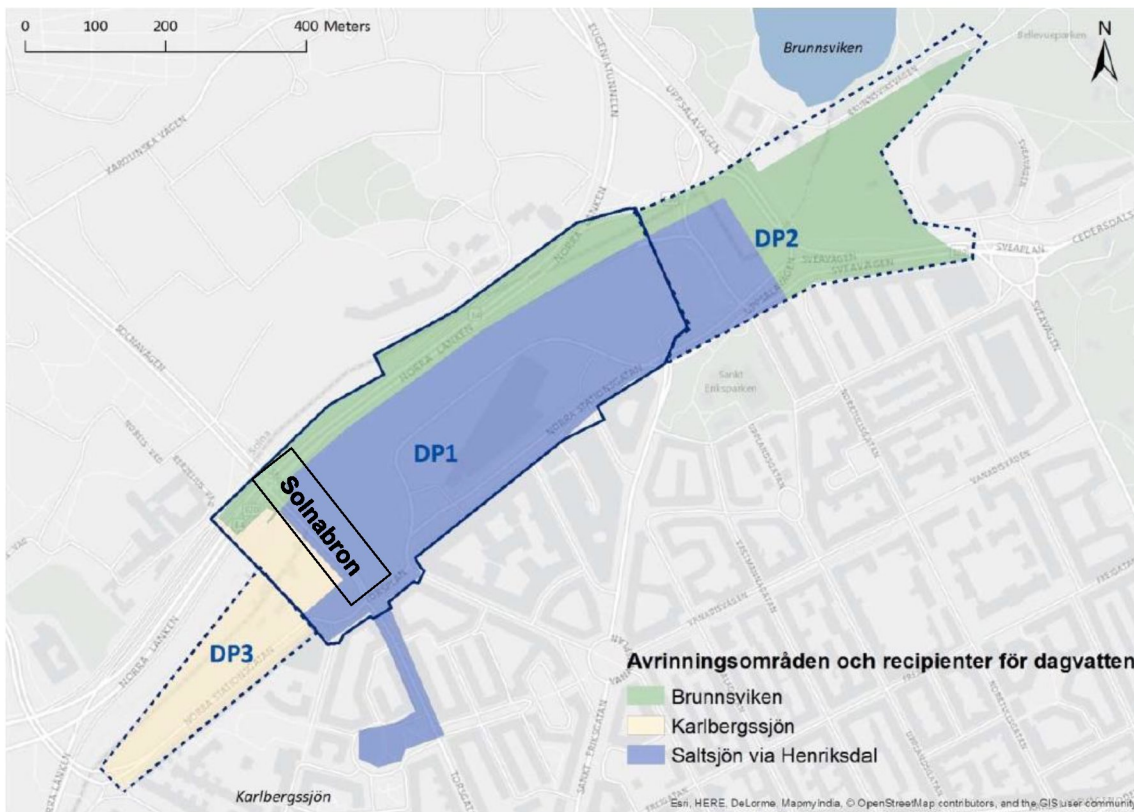
Planområdet innefattar flera tyngre trafikerade vägar nämligen E4:ans på- och avfart vid Norrtull (Uppsalavägen), Sveavägen och Norra Stationsgatan, se Figur 5 för kartering av markanvändning. Karterade ytors areor och använda avrinningskoefficienter återfinns i Bilaga beräkningar. Resterande delar av planområdet består av grusade upplags- och anläggningsytor där byggtrafik förekommer. Dessa är till viss del underlagrade av tunnlar och bjälklag. Tunnelsträckningar för vägtunnlar under planområdet syns i Figur 5. I områdets mitt ligger Tullhusplatsen som vid tillfället för ortofotot bestod av grönytor och bebyggelsen kring tullhusen.



Figur 5. Markanvändningskartering som använts som indata för situationen före ombyggnation.

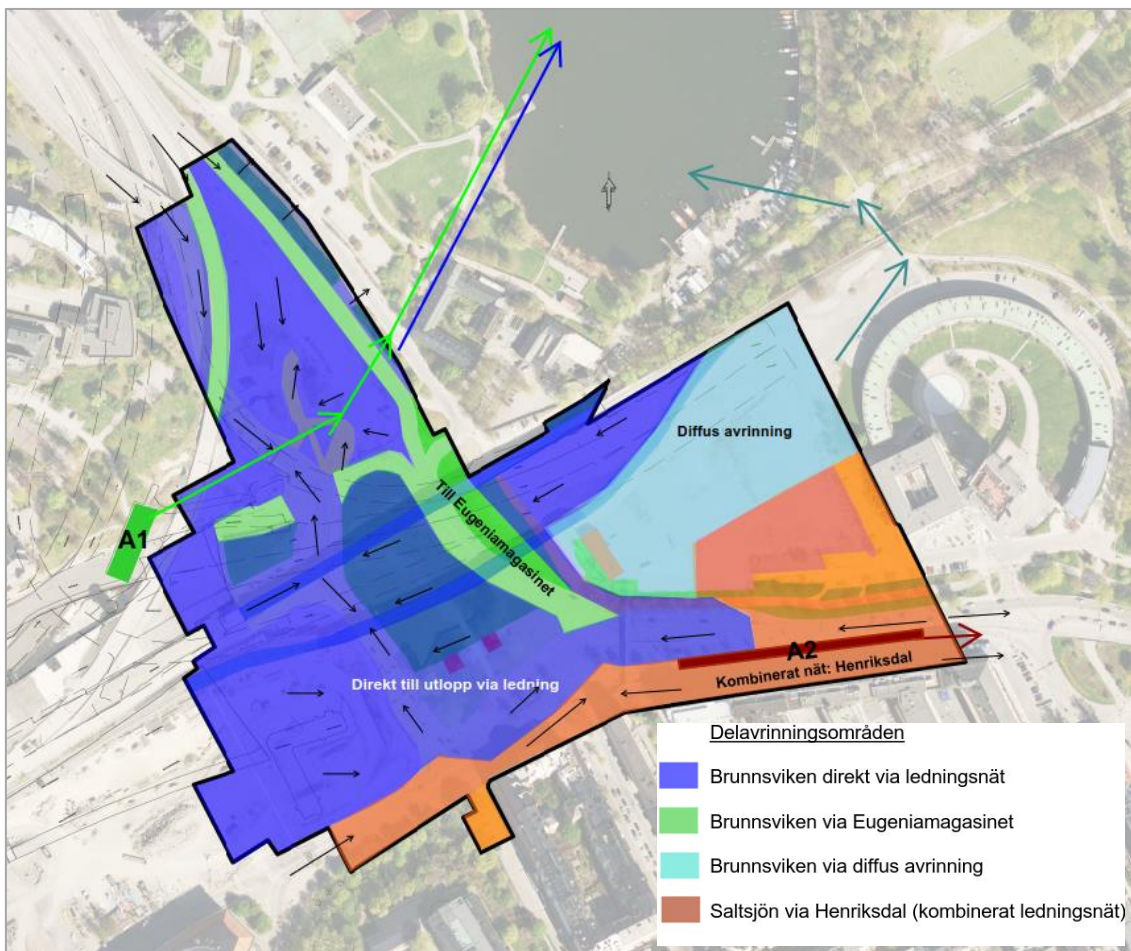
Avrinningsituation före stadsutveckling

Det befintliga ledningsnätet i Hagastaden består till stor del av kombinerade avloppsledningar. Inom området finns delar där dagvatten är separerat, men som nedströms är kopplat till en kombinerad ledning (Sweco, 2017). En grov översikt av befintligt avrinningsområde till Henriksdals reningsverk via kombinerat nät syns i blått i Figur 6 nedan, hämtad ur Hagastadens dagvattenstrategi. Vid utbyggandet av den nya stadsdelen Hagastaden kommer delar av det dagvatten som idag är kopplat till det kombinerade systemet att avledas i separata dagvattenledningar till Brunnsviken (Sweco, 2017). En del av det nya dagvattensystemet är byggt och delvis driftsatt. Hur systemet är planerat i framtiden efter full ombyggnation beskrivs närmare under avsnitt 4.1.



Figur 6. Översikt av avrinningsituation för Hagastaden innan byggnation av Hagastaden påbörjats. Blå fält avleds via Henriksdals reningsverk till Saltsjön, grönt fält avleds till Brunnsviken via dagvattenledningar och gult fält till Karlbergssjön via dagvattenledningar (Stockholms stad, 2015). (Observera att detaljplanegränserna i bilden inte gäller längre. Bilden framställdes i samband med att dagvattenstrategin för Hagastaden togs fram då andra administrativa gränser gällde).

Planområdet för Östra Hagastaden delas in i fyra delavrinningsområden som visas i Figur 7. Den huvudsakliga delen av planområdet avrinner till brunnar som avleds direkt till Brunnsviken. Avfart Klarastrandsleden samt Uppsalavägen söderut går till Eugeniماغasinet, märkt A1 i Figur 7, där det renas genom avsättning och sedan går ut i Brunnsviken i en parallell utloppsledning. Grusytan i områdets östra del lutar österut och avrinner ytligt till Brunnsviken via en GC-tunnel. Sveavägen och delar av Norra Stationsgatan avleds via kombinerat ledningssystem till Henriksdals reningsverk. Det kombinerade nätet bräddar till Brunnsviken vid högflödessituationer. I Sveavägen ligger ett fördröjningsmagasin för det kombinerade nätet märkt A2 i Figur 7.



Figur 7. Delavrinningsområden för dagvattenavrinning inom planområdet för Östra Hagastaden före ombyggnation.

A2 - Eugeniamaagasinet

Väghållare för Uppsalavägen är Trafikverket. Vägen avvattnas idag till Eugeniamaagasinet, som ägs av Trafikverket och ligger i anslutning till Hagatunneln längs Uppsalavägen. Eugeniamaagasinet mottar även dagvatten från Eugeniatunneln, Hagatunneln, Norra länken och från omgivande mindre vägar, parkeringsplatser och vissa grönytor. Det reade vattnet pumpas ut i Brunnsviken.

Eugeniamaagasinet är ett sedimenteringsmagasin som är dimensionerat för en regnvoly m på 2000 m³ (SVOA f.d. SVAB 2001), initialt avsett för 38 mm regn från en reducerad yta på 5,3 ha inkluderande vad som idag består av anläggningsytor för DP 1 västerut till Solnavägen. I dagsläget går dagvatten från en reducerad yta på ca 2,1 ha till Eugeniamaagasinet varav ca 0,75 ha_{red} ligger inom planområdet för Östra Hagastaden. Resterande delar består av delar av Uppsalavägen norr om planområdet.

Då magasinets avrinningsområde minskat kraftigt sedan det byggdes har magasinet mycket god kapacitet och bedöms kunna omhänderta ca 70 mm nederbörd från anslutna ytor. Utöver dagvatten tillkommer även spolvatten från tunnlar. Det är däremot osannolikt att spolvattnets belastning sammanfaller med större nederbördstillfällen, och magasinets kapacitet att rena dagvatten bedöms därför inte försämrats på grund av detta.

A3 - Rörmagasin kombinerat avloppssystem

Ett rörmagasin är beläget inom planområdet för Östra Hagastaden, under Sveavägen, och är en del av det befintliga kombinerade system som idag avvattnar stora delar av Hagastaden och Vasastaden via ledningar i Norra Stationsgatan (Sweco, 2017). Fördröjningsmagasinet består av fyra ca 150 m långa rör som var och en har en diameter på 2 m. Vid skyfall kan magasinet brädda till en dagvattenledning som löper norrut i riktning mot Brunnsviken (Sweco, 2016).

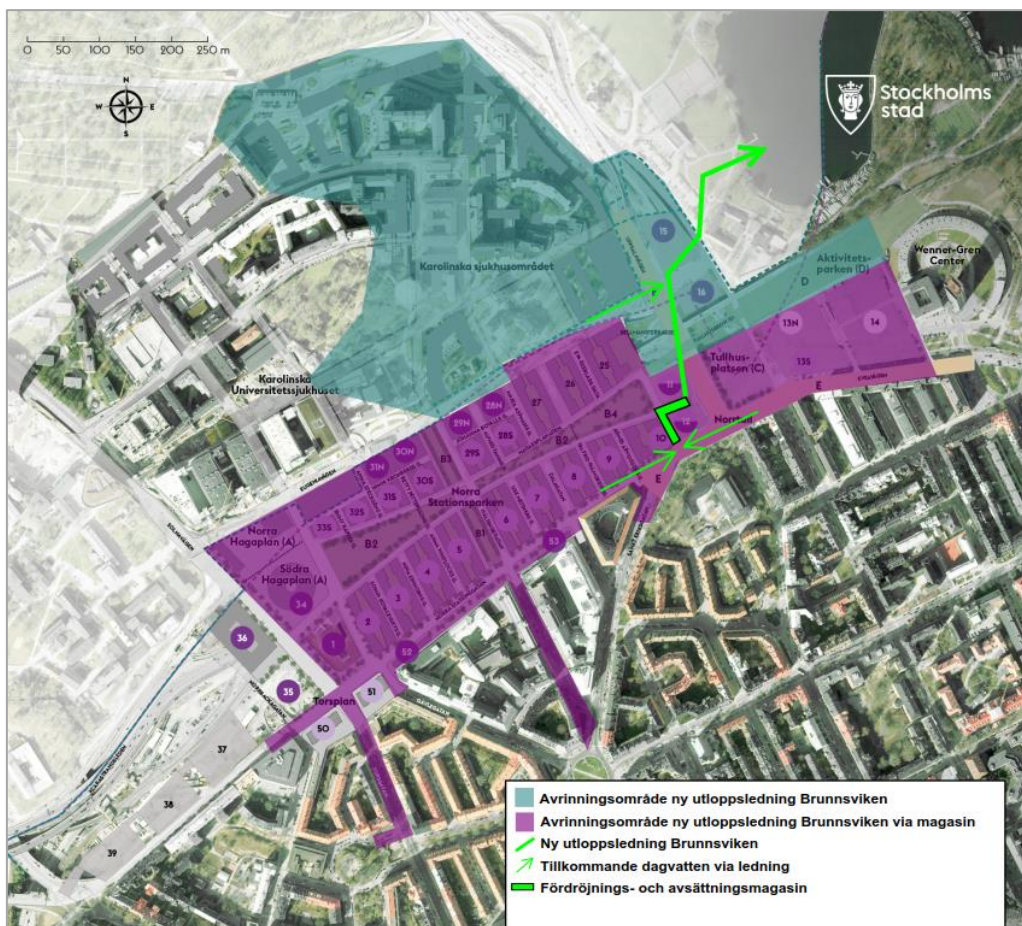
Belastningen på rörmagasinet kommer bli lägre vid ett fullt utbyggt Hagastaden jämfört med idag tack vare att en del anslutna ytor som idag är kopplade till det kombinerade systemet istället kommer att avvattnas via det nya dagvattenutloppet som går till Brunnsviken. Den minskade belastningen på rörmagasinet medför att det kommer brädda mindre från rörmagasinet till Brunnsviken. I ett modellerat nutidsscenario bräddar 2244 m³ årligen från rörmagasinet och 1623 m³ i ett framtidsscenario då planerade ytor istället leds till utloppet i Brunnsviken (Sweco, 2016). Detta innebär en minskad belastning från rörmagasinet på bräddpunkt på 28%, vilket bör vägas in vid bedömningen av Hagastadens påverkan på Brunnsvikens uppfyllnad av MKN. Stora delar av Vasastadens kombinerade system kommer dock fortsätta avvattnas via detta fördröjningsmagasin. Det har tidigare diskuterats om rörmagasinet kan reduceras något tack vare den minskade belastningen men efter utredningen "Utredning rörmagasinet under Sveavägen" har SVOA beslutat att behålla magasinet som det är (Sweco, 2017). Därav utgör rörmagasinet en undermarksanläggning att förhålla sig till inom Östra Hagastaden, trots att det inte planeras nyttjas för avvattnings av planområdet Östra Hagastaden. Magasinet kan lokalt komma att begränsa anläggning av skelettjordar med trädplanteringar då dessa kan kollidera med varandra.

4. Planerad situation

4.1. Dagvattensystem Hagastaden

Nytt utlopp för dagvatten i Brunnsviken

Ett nytt utlopp för dagvatten är byggt som kommer avleda merparten av Hagastadens dagvatten till Brunnsviken. Till utloppsledningen kommer dagvatten från en total yta på ca 45 ha (30 reducerade ha) avledas från både Stockholm och Solna (Sweco, 2015). Figur 8 visar schematiskt den nya utloppsledningens avrinningsområde. Dagvatten från Stockholm avleds främst via ledningar i Norra Stationsgatan och kommer att avledas via det nybyggda magasinet medan dagvatten från Solna kommer anslutas till utloppsledningen nedströms magasinet.



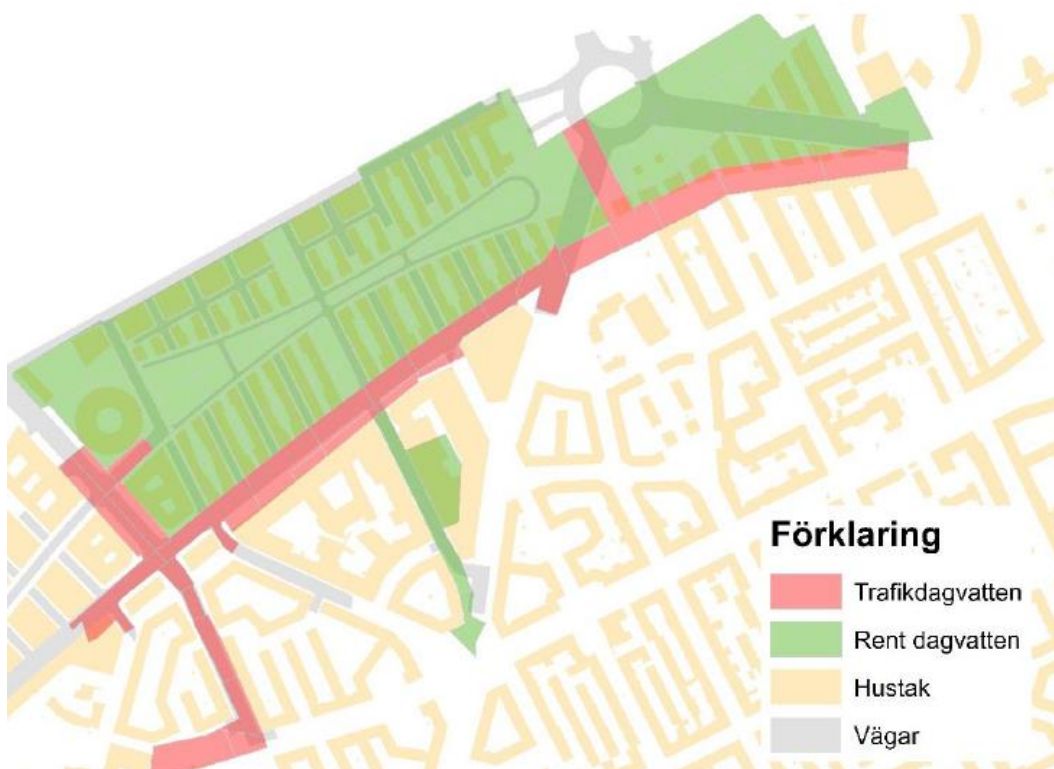
Figur 8. Schematisk redovisning av den planerade avrinningsituationen för ett fullt utbyggt Hagastaden. De blå och lila fälten ska avledas till Brunnsviken via nytt dagvattenutlopp. Det lila fältet, primärt Stockholm, via det nybyggda magasinet och det blå fältet, primärt Solna, kopplas på nedströms det nybyggda magasinet. Plangräns för Östra Hagastaden är markerade med svartstreckad linje och innefattar det nybyggda magasin som huvuddelen av Hagastaden inom Stockholm stad ska avledas via.

Fördröjnings- och avsättningsmagasin

Det mesta av dagvattnet som genereras från Stockholms del av Hagastaden, från området nordöst om Solnabron, kommer ledas till det nya utloppet via två dykarledningarna under Norra Länken (dimensioner 800 mm respektive 600 mm). Strax uppströms dykarledningarna har ett magasin anlagts för att undvika skador till följd av uppdämning från dykarledningarna som inte är konstruerade för att hantera flödestoppar. Magasinet består av två separata magasin, ett fördröjningsmagasin för flödesutjämning och ett avsättningsmagasin för rening. Dagvatten med relativt låga föroreningshalter (från kvartersmark samt lågt trafikerade gator) ska avledas direkt till fördröjningsmagasinet och trafikdagvatten (från gator med hög trafikintensitet) ska först ledas till avsättningsmagasinet innan det rinner vidare till fördröjningsmagasinet (Sweco, 2017). Magasinet är beläget inom plangränsen för Östra Hagastaden.

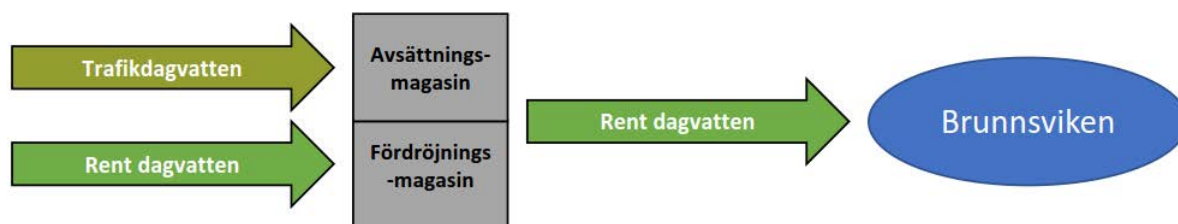
Fördröjningsmagasinet togs i drift december 2017 (Sweco, 2018). Magasinet har av en aktiv fördröjningsvolym på ca 2030 m³ som har dimensionerats för att klara ett 10-årsregn med klimatfaktor på 1,2. Avrinningsområdet som magasinet dimensionerats för syns i grönt i Figur 9. För Östra Hagastaden gäller andra dimensioneringskriterier än när magasinet dimensionerades nämligen de som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110. De uppfylls genom att mindre ytor än planerat nu leds till fördröjningsmagasinet. I fördröjningsmagasinet sker ingen rening och det dagvatten som leds till fördröjningsdelen av magasinet ska vara relativt rent och komma från kvartersmark och gator med lägre trafikintensitet med rening i LOD. Från fördröjningsmagasinet leds dagvattnet vidare i 2 stycken ledningar, en 800-mm ledning och en 600-mm ledning, i en kulvert till dykarledningen (Sweco, 2015).

Avsättningsmagasinet förväntas vara i drift under 2020 (Sweco, 2018). Magasinet har en permanent volym på 600 m³ och en aktiv volym (reglervolym) på 800 m³. Magasinet har dimensionerats för att kunna ta hand om 13 mm regn från vägar med högre trafikintensitet till en reducerad yta av 5,5 ha (Sweco, 2015). Avrinningsområdet som avsättningsmagasinet initialt dimensionerades för visas i rött i Figur 9. Vid närmare undersökning av vilka ytor som är möjliga att separera från det kombinerade nätet planeras i nuläget istället en yta på 3,4 ha ledas till avsättningsmagasinet. Det innebär att 23 mm nederbörd inryms från den yta som planeras kopplas på vilket ger en ökad reningseffekt på dagvattnet som leds dit då en mindre andel kommer brädda. Trafikdagvattnet renas genom avsättning, det vill säga sedimentation, och rinner sedan vidare till fördröjningsmagasinet innan det leds vidare till utloppet i Brunnsviken. Utloppet från reningmagasinet är begränsat till 50l/s för att upprätthålla tillräcklig rening och för att undvika turbulenta flöden i magasinet. Vid kraftiga regn bräddar reningmagasinet över till fördröjningsmagasinet (Sweco, 2015).

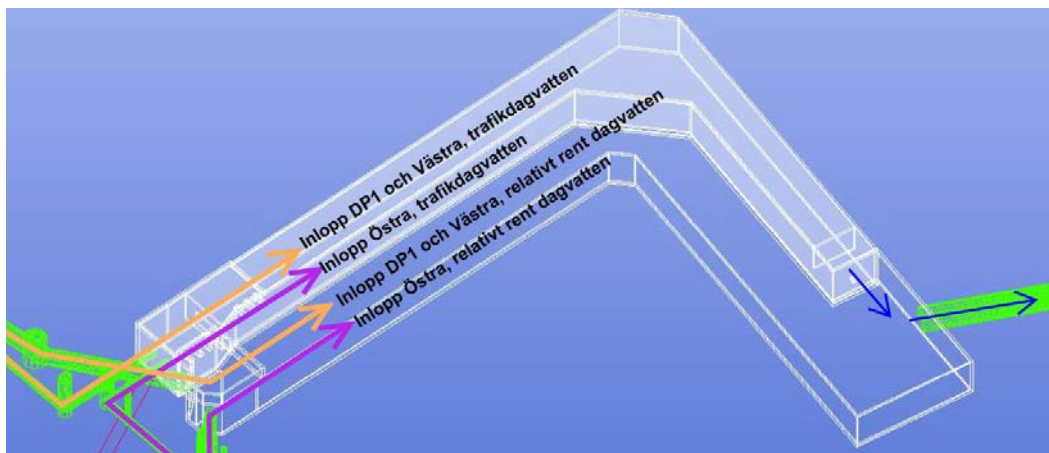


Figur 9. Avrinningsområde som avsättningsmagasinet initialt dimensionerats för markerat i rött (trafikdagvatten efter rening i LOD) respektive fördröjningsmagasinet markerat i grönt (renare dagvatten från kvarter och gator med lägre trafikintensitet som renats i LOD). Observera att bilden syftar till att visa det dimensionerande avrinningsområdet och att kvarterstrukturen inte längre gäller (Sweco, 2017).

En schematisk skiss över systemet syns i Figur 10 och en skiss över magasinet och dess två ingående delar syns i Figur 11.



Figur 10. Principiell beskrivning över dagvattenledningsnätet i Östra Hagastaden. Två separata ledningssystemen för trafikdagvatten respektive rent dagvatten avleder dagvattnet till avsättningsmagasin respektive fördröjningsmagasin. Nytt utlopp avleder rent dagvatten från magasinen till Brunnsviken.



Figur 11. Översikt av magasinet. Den yttre, ljusmarkerade delen av magasinet är för rening av trafikdagvatten och den inre, större delen av magasinet är för fördröjning utav renat dagvatten. Allt dagvatten kommer ledas vidare i systemet genom utloppsledningen från fördröjningsmagasinet (Sweco, 2017).

4.2. Markanvändning Östra Hagastaden

Byggnationen inom planområdet kommer främst bestå av bostadskvarter, kommersiell verksamhet, skolområde, gator och parker enligt situationsplanen i Figur 12. Karterade ytors area och använda avrinningskoefficienter återfinns i Bilaga beräkningar.



Figur 12. Planerad bebyggelse och markanvändningskartering inom Östra Hagastaden (Ramböll, 2019).

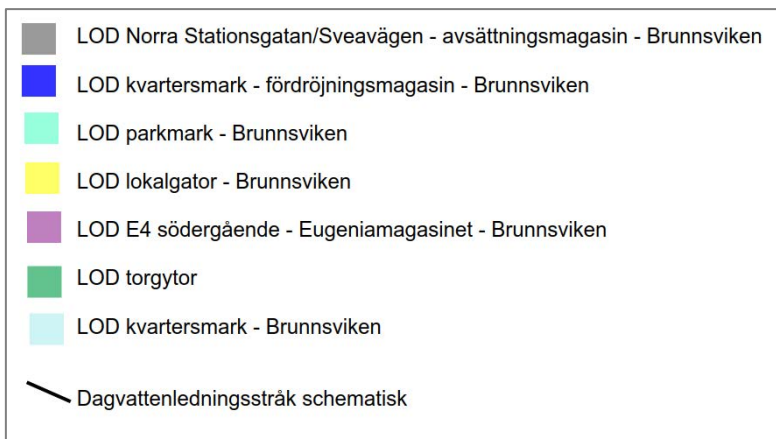
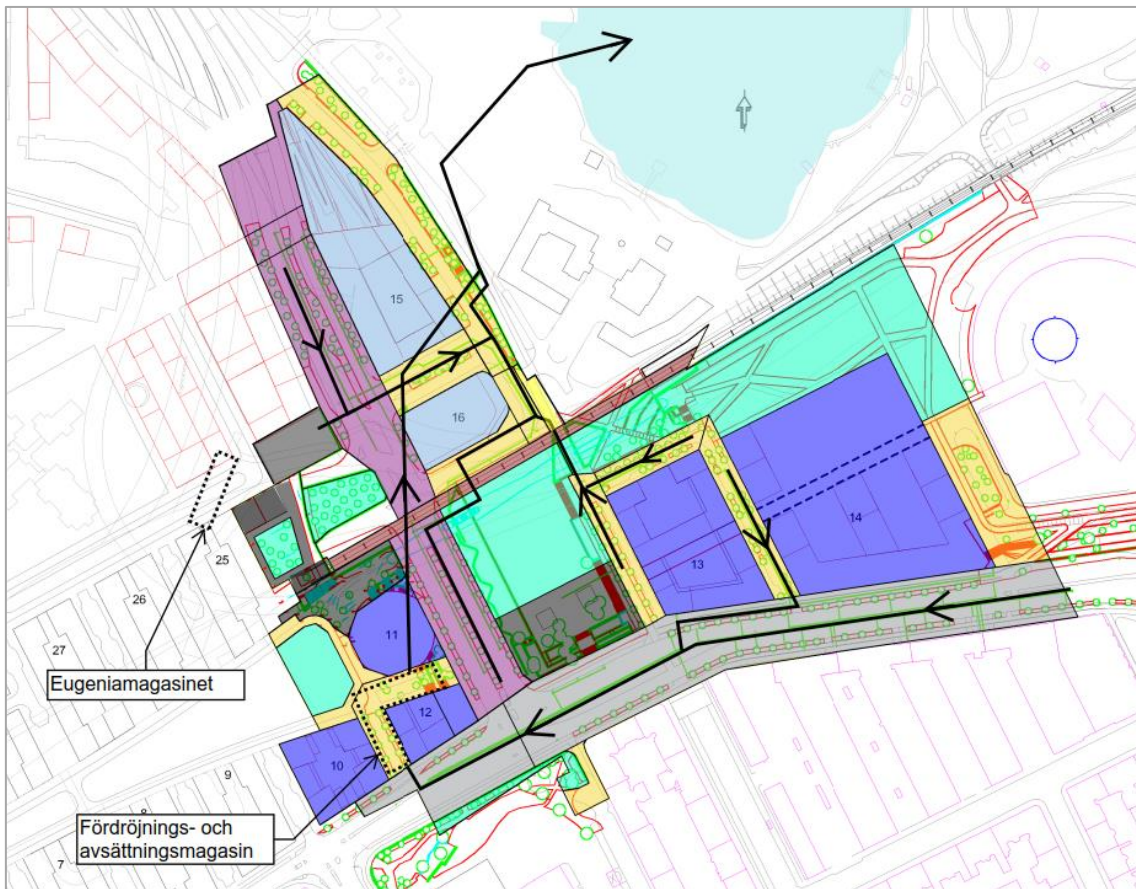
5. Dagvattenhantering inom Östra Hagastaden

Det ställs stora krav på dagvattenhantering inom planområdet och dagvattenrening i flera steg planeras. Den ökade hårdgöringen kommer fordra att renat vatten återförs till grundvattenmagasinen samtidigt som Brunnsviken är i behov av en ökad tillförsel av renat vatten. En viktig målsättning är därför att dagvatten ska renas och avledas via dagvattenledningar till Brunnsviken istället för att gå via kombinerat system till Henriksdals reningsverk. Dupliceringen är nödvändig dels för att möjliggöra avlastning av det kombinerade ledningssystemet, så att ökade bräddningar av avloppsvatten till recipienterna kan minska i framtiden. Den är också nödvändig för att det regnvatten som faller inom området behövs för att upprätthålla vattenbalansen i underliggande grundvattenmagasin och i Brunnsviken.

Att det kombinerade nätet separeras ökar kraven på dagvattenrening avseende recipientens miljö kvalitetsnormer eftersom ytor vars dagvatten tidigare inte avletts till Brunnsviken framledes kommer avledas dit. Detta gör att årsavrinningen till recipienten kommer öka utöver den som orsakas av ökad hårdgöringsgrad och ändrad markanvändning, vilket kan komma att äventyra recipientens miljö kvalitetsnormer. Det är samtidigt viktigt att en del av den nederbörd som faller inom planområdet återförs till grundvattenmagasinet i Brunkebergsåsen vilket primärt kommer ske genom de permeabla ytorna som planeras i parkerna.

Det är viktigt att åtgärdsnivån följs både på allmän platsmark och på kvartersmark. Dagvatten från vägar med högre trafikintensitet kommer genomgå rening både i LOD och därefter också i uppsamlade avsättningsmagasin för att garantera en högeffektiv rening. Vid anläggning av LOD behöver samordning ske med genomförda eller pågående utredningar avseende grundvatten och markföroreningar. Dagvatten från parkytor kommer i så stor utsträckning som möjligt infiltreras för att minska föroreningstransport till recipienten och upprätthålla grundvattennivåerna. Stora krav kommer också behöva ställas på exploatörernas implementering av åtgärdsnivån.

En schematisk avvattningsplan för Östra Hagastaden syns i Figur 13. Ledningsdragningen är förutom utloppsledningen från fördröjnings- och avsättningsmagasinet under framarbetning inom ramen för pågående systemhandling.



Figur 13. Avvattningsplan för dagvatten från Östra Hagastaden. För specificering kring LOD-anläggningar se Bilaga beräkningar.

LOD och avsättningsmagasin för trafikdagvatten

För vägar med hög trafikintensitet (E4:an södergående samt Norra Stationsgatan och Sveavägen, ljusgrått i Figur 13) kommer dagvatten renas i två steg. Först genom LOD i form av växtbäddar och skelettjordar. Dessa anläggningar dräneras eller bräddar sedan till ledningsnätet som transporterar överskottet till avsättningsmagasin. På så sätt erhålls rening i serie för det dagvatten som passerar både LOD och avsättningsmagasin, och samtidigt säkerställs det att ytor som av olika anläggningstekniska skäl avvattnas via rännstensbrunnar istället för via LOD inte går orenat till Brunnsviken. För detta föreslås att det befintliga Eugeniagemagasinet utnyttjas tillsammans med det nybyggda avsättningsmagasinet som ligger inom planområdet.

Eugeniagemagasinet

Dagvatten från Uppsalavägen föreslås efter rening i LOD avledas för ytterligare rening i Eugeniagemagasinet. Höjdmässigt går det inte att få Uppsalavägens dagvatten till det nybyggda avsättningsmagasinet utan att pumpa och då är alternativen att utnyttja Eugeniagemagasinet eller att bygga ytterligare en ny anläggning. Att bygga ytterligare en ny anläggning för att omhänderta dagvatten från Uppsalavägen har bedömts som varken miljömässigt eller ekonomiskt lönsamt. Data för föreslaget avrinningsområde till magasinet (lila i Figur 13) anges i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Anläggningsdata för Eugeniagemagasinet.

Eugeniagemagasinet	
Reducerat avrinningsområde total (ha)	2,8
Reducerat avrinningsområde inom planområde (ha)	1
Dimensionerad regnvolym (m ³)	2000
Regndjup (mm)	70

Avsättningsmagasin inom Östra Hagastaden

Dagvatten från Norra stationsgatan och Sveavägen kommer efter rening i LOD att ledas till det nybyggda avsättningsmagasinet. Anläggningsdata för avsättningsmagasinet syns i Tabell 2.

Tabell 2. Anläggningsdata för det nybyggda avsättningsmagasinet inom Östra Hagastaden.

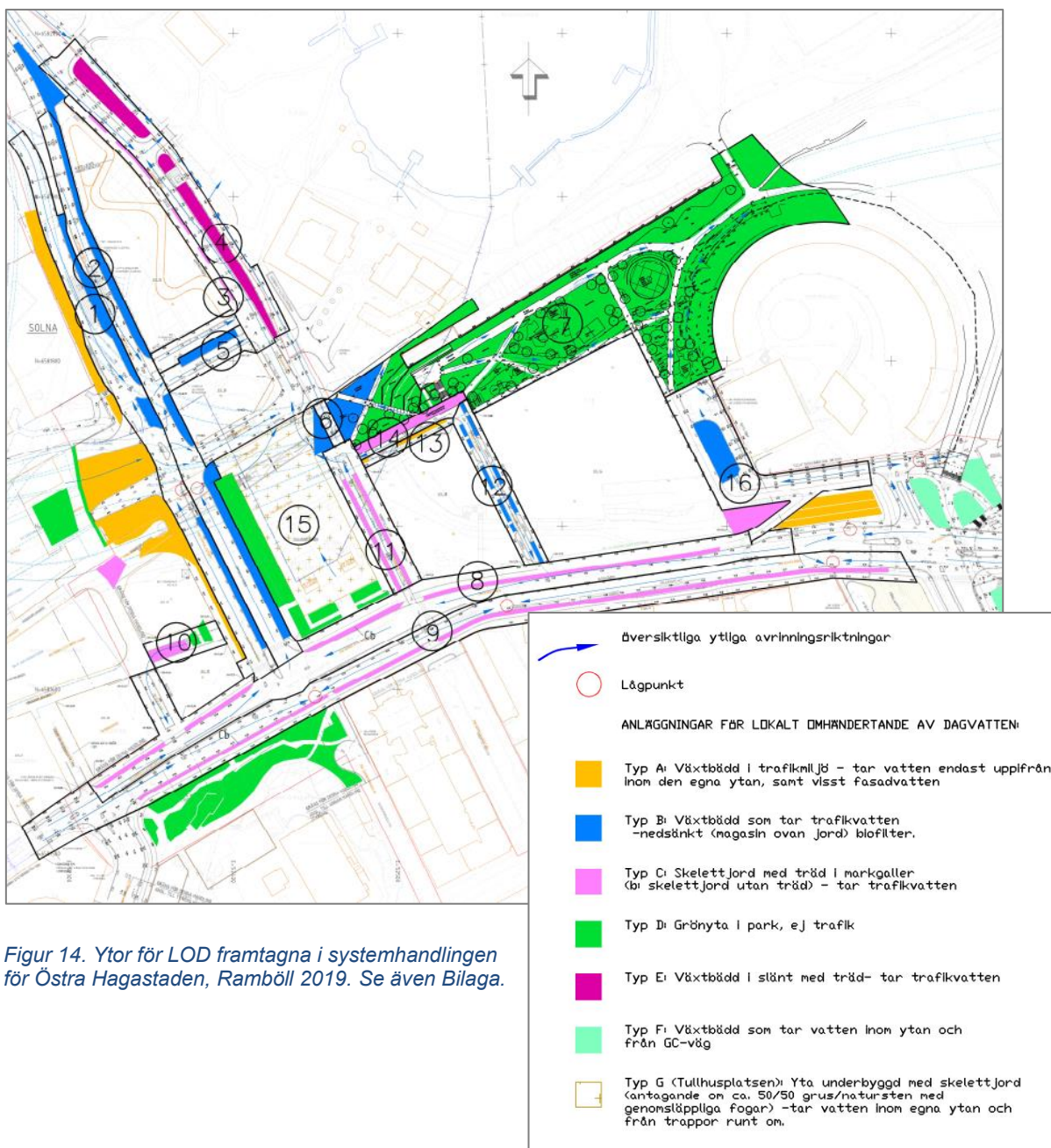
Avsättningsmagasin	
Reducerat avrinningsområde total (ha)	3,4
Reducerat avrinningsområde inom planområde (ha)	1
Permanent volym (m ³)	600
Reglervolym (m ³)	800
Regndjup (mm)	23

5.1. Dagvattenhantering på allmän platsmark

Allt vatten från hårdgjorda ytor ska ledas till LOD-anläggningar i enlighet Stockholms stads åtgärdsnivå. Anläggningarna ska dimensioneras för en volym motsvarande 20 mm nederbörd. Inom ramen för systemhandlingen för Östra Hagastaden har ytor för LOD tagits fram, dessa är illustrerade i Figur 14. Ytor för LOD framtagna i systemhandlingen för Östra Hagastaden, Ramböll 2019. Figuren och tillhörande förteckning av ytor återfinns även i Bilaga beräkningar.

Gator: LOD ska dimensioneras för en volym motsvarande 20 mm nederbörd enligt Stockholms Stads åtgärdsnivå. I gaturum anläggs detta i skelettjordar och biofilter och behövs för samtliga vägområden inom planområdet, både mindre lokalgator och vägar som också ska avledas till avsättningsmagasin. Vid nederbördstillfällen som överskrider ledningsnätets kapacitet ska yttlig avledning kunna ske på markytan. Höjdsättning av gatuområdena behöver göras så att detta möjliggörs.

Parker: I parker består hanteringen till stor del av att infiltration i gräs- och grusytor möjliggörs. Hårdgjorda ytor avvattnas också till nedsänkta grönytor och skelettjordar. Dagvatten från parkytor bör i största möjliga mån infiltreras till grundvatten via infiltrationsbrunnar efter rening och därför ska LOD-anläggningarna inte göras täta. Läge för infiltrationsbrunnar behöver utredas närmare både med avseende på undermarksanläggningar och tillgänglighet till grundvattenmagasin. Parkerna behöver utformas så att yttlig avledning av skyfallsflöden vidare mot Brunnsviken möjliggörs.



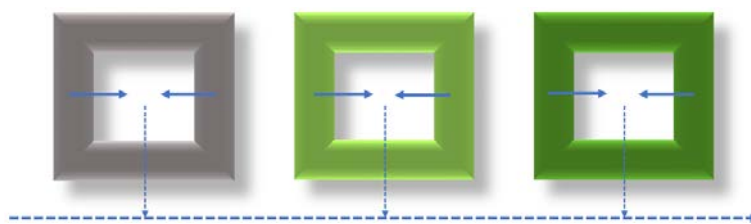
Figur 14. Ytor för LOD framtagna i systemhandlingen för Östra Hagastaden, Ramböll 2019. Se även Bilaga.

5.2. Riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark

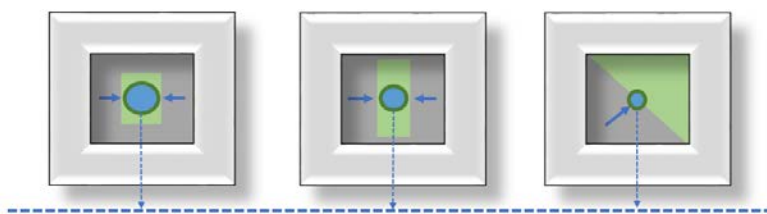
Allt vatten från hårdgjorda ytor ska ledas till LOD-anläggningar, i enlighet med *Åtgärdsnivå för dagvattenhantering* (Stockholms stad och SVOA, 2016a). Dessa anläggningar ska dimensioneras för 20 mm. Specifika riktlinjer för kvartersmark anges i *Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse* (Stockholms stad och SVOA, 2016b). Då kvarteren planeras ska dagvattenutredningar för respektive kvarter tas fram av byggherren som visar hur åtgärdsnivån uppfylls. Dessa utredningar ska godkännas av Stockholms Stad och SVOA. Nedan sammanfattas huvuddragen ur åtgärdsnivån och de tillhörande riktlinjerna för kvartersmark.

- Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och renas i anläggningar dimensionerade för en våtvolum motsvarande 20 mm regn från den avvattnade ytan. Som hårdgjord yta räknas tak, köryta, parkering eller gårdsyta som inte släpper igenom vatten.
- Infiltrationsytor ska ha en relativ infiltrationskapacitet på 8 mm/h. Om anläggningen utgör 1/10 av ansluten reducerad yta behöver den kunna infiltrera $8 \cdot 10 = 80$ mm/h.
- För den del av taket som lutar mot gatan ska dagvatten i första hand fördröjas i gröna tak eller på förgårdsmark. I andra hand kompenseras volymen på innergården.
- Gröna tak och genomsläppliga ytor dit dagvatten från intilliggande ytor leds ska ges avrinningskoefficient 1,0 och ett magasineringsdjup som dimensioneras för beräknad volym inklusive den nederbörd som faller på anläggningen.
- Dagvatten ska kunna avledas ytligt till allmän plats utan att skada bebyggelse vid extrema nederbördstillfällen. Kvarteren ska höjdsättas och planeras med hänsyn till dessa.
- Val av färg, fogmassor, isoleringsmaterial samt tak- och fasadmaterial ska enligt Stockholms stads riktlinjer göras så att miljöfarliga ämnen inte frigörs till dagvattnet genom läckage och korrosion.

På nästkommande sida följer beräkningsexempel för volymen.



Takyta	T1	T2	T3
Yta	1000 m ²	1000 m ²	1000 m ²
Typ av tak	Plåttak ²	Extensivt grönt tak ³	Intensivt grönt tak ⁴
Fördröjningsdjup tak	0 mm	10 mm	20 mm
Erfordrad volym på mark	20 m³	10 m³	0 m³



Gårdsyta	G1	G2	G3
Yta	500 m ²	500 m ²	500 m ²
Andel grönyta ⁵	1/10	1/5	1/2
Reducerad area	410 m ²	370 m ²	250 m ²
Erfordrad volym på mark	8.2 m³	7.4 m³	5 m³

Totalt erfordrad volym på mark	T1	T2	T3
G1	28.2 m ³	18.2 m ³	8.2 m ³
G2	27.4 m ³	17.4 m ³	7.4 m ³
G3	25 m ³	15 m ³	5 m ³

² Avrinningskoefficient 1,0.

³ 10 cm tjocklek

⁴ >15 cm tjocklek

⁵ Avrinningskoefficient grönyta 0,1, avrinningskoefficient hårdgjord gårdsyta 0,9.

6. Föroreningsberäkning

Dagvattenflöden och dagvattenföroreningar har beräknats med hjälp av StormTac (version 19.3.1) för befintlig situation och för planerad situation utan rening, med rening i avsättningsmagasin, med rening i LOD samt med rening i LOD och avsättningsmagasin.

Föroreningsberäkningarna avser planområdet i sin helhet, alltså både kvartermark och allmän platsmark. Föroreningshalter och reningsgrad har beräknats utifrån schablonhalter för angivna markanvändningar och empirisk data för reningsanläggningar.

För att utvärdera planens recipientpåverkan har beräknad föroreningsbelastning före ombyggnation jämförts mot beräknad föroreningsbelastning efter ombyggnation. Vad som är "nuläget" som ska jämföras med, kan diskuteras. För beräkningen har skattad markanvändning 2016 använts efter beslut med Stockholms stad och SVOA. På samma sätt är "efterläget" även det osäkert, då föroreningsbelastning beror på markanvändning. Markanvändning och exempelvis vilken sorts trafikflotta (trafikintensitet, bränslebruk, material etc.) som kommer trafikera vägarna kommer att förändras över tid – och därmed även föroreningsbelastningen.

Dagvattenbelastningen har beräknats med hjälp av StormTac för befintlig situation och för planerad situation. Beräkningar för "efterläget" har även gjorts vid rening av trafikvatten i avsättningsmagasin, rening av dagvatten i LOD samt med rening i LOD och i avsättningsmagasin.

Föroreningshalter och reningsgrad har beräknats utifrån schablonhalter för angivna markanvändningar och empirisk data för reningsanläggningar. Stockholm stad har i tidigare studier (*Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken* av WRS, 2016) visat att schablonhalter ofta överskattar föroreningshalten och därmed föroreningsmängden. Föroreningsmängden är också korrelerade med antagen avrinningskoefficient. I beräkningarna används en avrinningskoefficient för året, det är dock känt att avrinningskoefficienten är avhängigt regnens storlek som varierar mellan olika regntillfällen men även mellan olika år. Vid mindre regn, ett fåtal mm så sker i princip ingen avrinning, medan vid större nederbördstillfällen stiger andelen avrunnet vatten. Det föreligger alltid en stor osäkerhet i resultat av föroreningsberäkningar.

Föroreningsberäkningarna visar att halterna sjunker för samtliga undersökta föroreningsämnen jämfört med nuläget, vid användandet av LOD och rening i avsättningsmagasin. Beräkningarna visar även att mängden dagvatten som avrinner till Brunnsviken ökar. Detta leder till en ökad belastning av fosfor. Då föroreningsmängden från planområdet till Brunnsviken beräknats efter rening i LOD på både allmän plats och kvarter och avsättningsmagasin för trafikdagvattnet ökar belastningen av fosfor jämfört med nuläget.

Bruttotillförsel av fosfor via dagvatten från Brunnsvikens avrinningsområde har beräknats till ca 260-320 kg/år (WRS, 2016). För planområdet har fosfortillförseln beräknats 2.6 kg/år i nuläget och 3.6 kg/år i ett fiktivt efterläge vid föreslagen dagvattenhantering. Dagvattenmodelleringen som görs i StormTac ska ses som en indikation snarare än exakta värden.

Metod, indata och mer detaljerade resultat av flödes- och föroreningsberäkningar återfinns i Bilaga beräkningar.

7. Skyfall och sekundär avledning

I denna rapport avses med begreppet *skyfall* nederbördstillfällena som är intensivare än vad ordinarie dagvattensystem (ledningarna och magasin) dimensionerats för. En skyfallskartering för Hagastaden med planerad höjdsättning för Östra kvarteren efter stadsutveckling har genomförts under vintern 2019/2020. I skyfallsmodellen har, utöver projekterad väg, parkmark och nya byggnader, även projekterat ledningsnät inkluderats. I detta kapitel sammanfattas resultatet av skyfallsmodelleringen.

Ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 och varaktighet 3 h har använts för att definiera översvämningsrisken. För utförligare redovisning av det tekniska arbetet hänvisas till det tekniska PM:et *Skyfallskartering Hagastaden*, framtaget av Sweco 2020. För situationen före stadsutveckling visas Stockholm vattens skyfallsmodellering från 2015 (data hämtad från Stockholms stad – Miljöförvaltningen, 2018) i Figur 15 och Figur 16. Figurerna visar maximalt vattendjup respektive maximalt flöde vid ett 100-årsregn. Observera att värdena bara finns för Stockholms sida av kommungränsen.

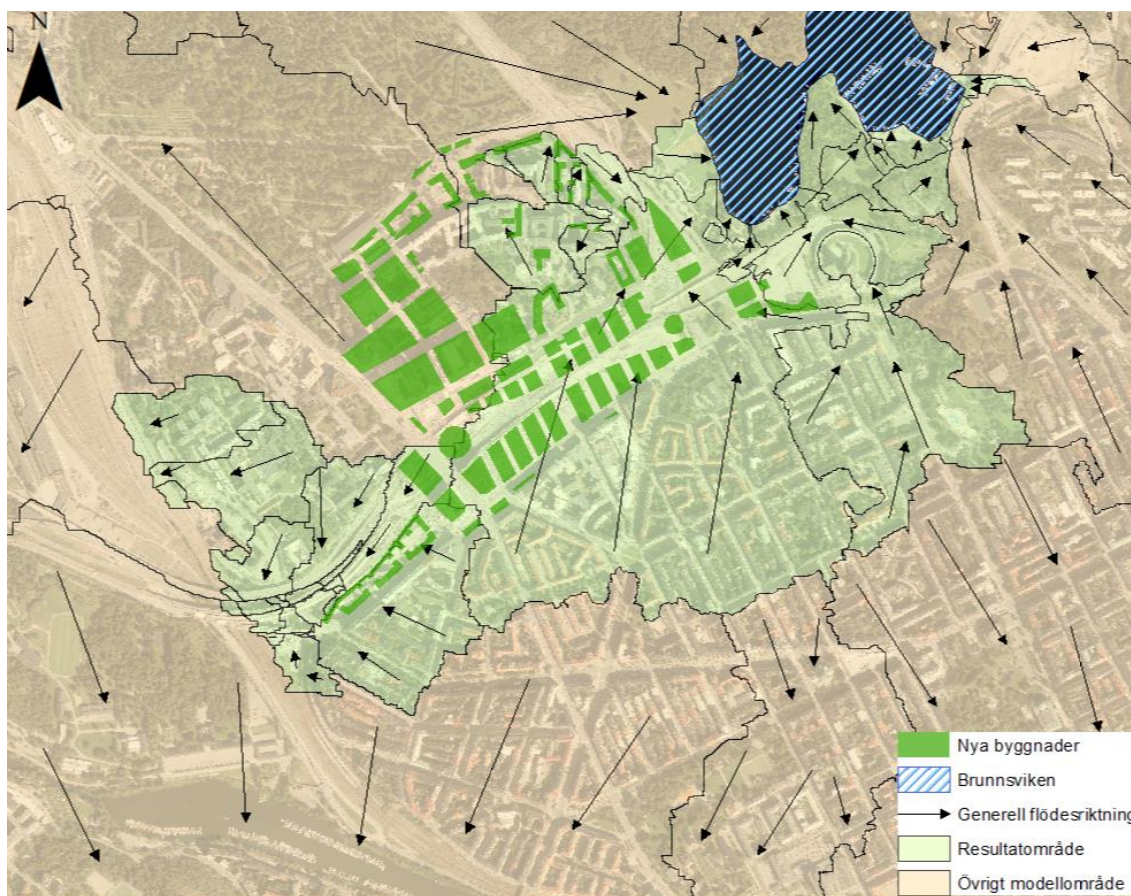


Figur 15. Maximalt vattendjup för marköversvämning vid 100-årsregn enligt SVOA:s skyfallsmodellering 2015. Data hämtad från Stockholms stad – Miljöförvaltningen (2018).



Figur 16. Maximalt vattenflöde för marköversvämning vid 100-årsregn enligt SVOA:s skyfallsmodellering 2015. Data hämtad från Stockholms stad – Miljöförvaltningen (2018).

De resultat som visas i följande avsnitt representerar ett fullt utbyggt Hagastaden där Västra Kvarteren, DP1 och Östra Hagastaden finns med. Det skall noteras att en betydande del av förändringarna i ytledes flödesförhållanden jämfört med innan exploatering av Hagastaden som helhet har tagits fram inom arbete i tidigare etapper. Möjligheten att åtgärda eventuell problematik kopplad till skyfall i Östra Kvarteren är således begränsad; höjdsättningen, speciellt i DP1, har till stor del satt förutsättningarna för hela områdets ytavledning. Det område som ytligt avleds via, alternativt angränsar till, Hagastaden visas i figur 17 nedan. Det är för detta område som modellresultaten är aktuella. Pilarna i figuren visar den generella flödesriktningen för respektive avrinningsområde.



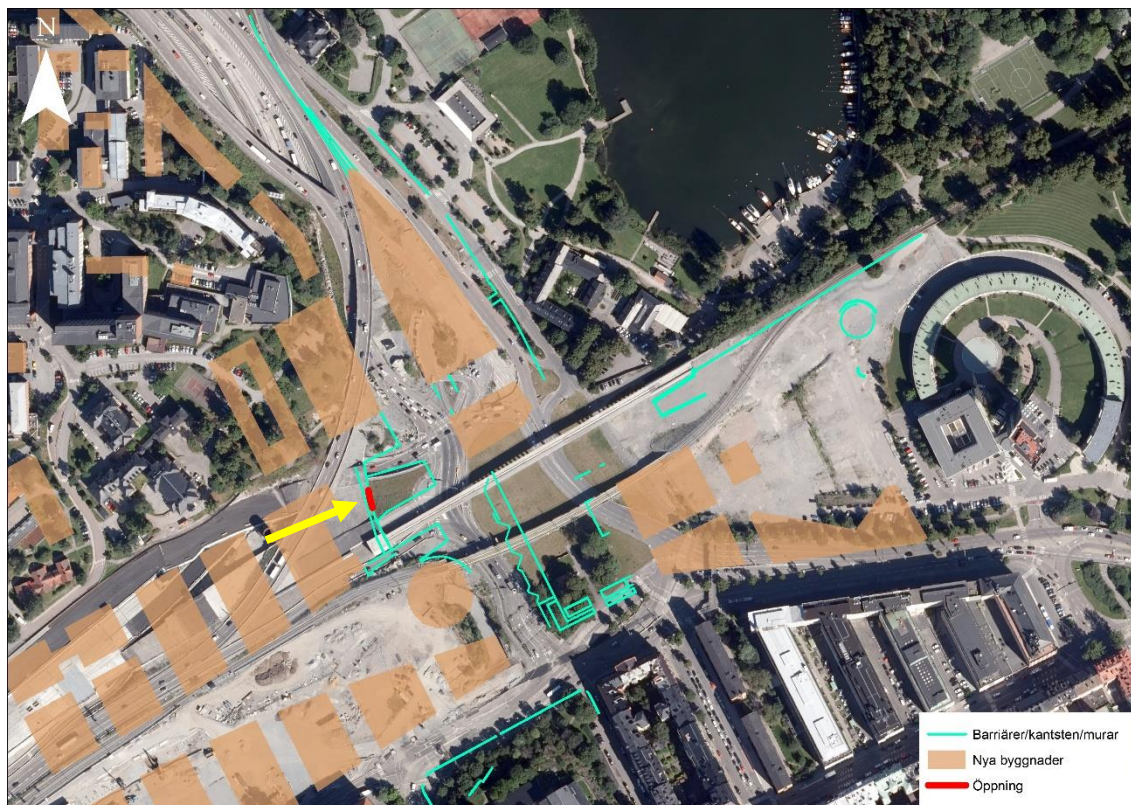
Figur 17. Avrinningsområden/resultatområden som utgör eller angränsar till Hagastaden. Pilarna indikerar åt vilket håll avrinningsområdena avvattnas.

Den största flödesvägen som bildas i området rinner via Norra Stationsgatan och Uppsalavägen för att sedan fortsätta österut i Tullhusparkens norra kant vidare förbi Stallmästaregården och ut i Brunnsviken. För att undvika att flödet i området leds till oönskade områden, såsom till byggnader, tunnelnedfarter med mera har, utöver anpassad höjdsättning av väg och övriga ytor, även följande tekniska lösningar planerats:

- Murar och kantstenar som hindrar flödet. Vid Bellmanterrassen har murar planerats för att undvika att skyfallsflöde leds till tunnelmynningarna i Norra Länken. Vid Tullhusparken har murar och kantsten planerats för att minimera flödet som leds till tullhusen.
- En öppning i muren på Bellmanterrassen för att avleda skyfallsflöde mellan de två tunnelmynningarna på Norra Länken.

I skyfallsmodellen har murar och kantstenar lagts in som barriärer med projekterade höjder. Öppningen i muren på Bellmanterrassen har lagts in som ledningar med samma tvärsnittsarea

som öppningen i projekterat underlag (totalt 8 m² i tvärsnittsarea). Figur 18 visar murarnas och öppningens placering.



Figur 18. De turkosa linjerna visar var murar och barriärer lagts in i modellen. Röd linje (även markerad med gul pil) visar var öppningen vid Bellmanterrassen är belägen.

Figur 19 nedan visar det maximala flödet och flödesvägarna som uppstår i området. Modellresultaten indikerar att murarna vid Bellmanterrassen stoppar flödet och att det istället leds via öppningen i muren, vidare ut på ytan mellan tunnelmynningarna för att sedan rinna vidare till Brunnsviken. I Tullhusparken leds en stor del av flödet på parkens västra sida då det stoppas av planerade bullerskärmar, samt mellan Tullhusen och vidare till Brunnsviken tack vare kantsten längs parkens sidor. Öppningen i muren vid Bellmanterrassen är utmarkerad.



Figur 19. Maximalt flöde vid 100-årsregnet med klimatfaktor 1,2. Svarta pilar markerar flödesriktningen i de större flödesstråken. Den gula pilen visar öppningen i muren vid Bellmanterrassen.

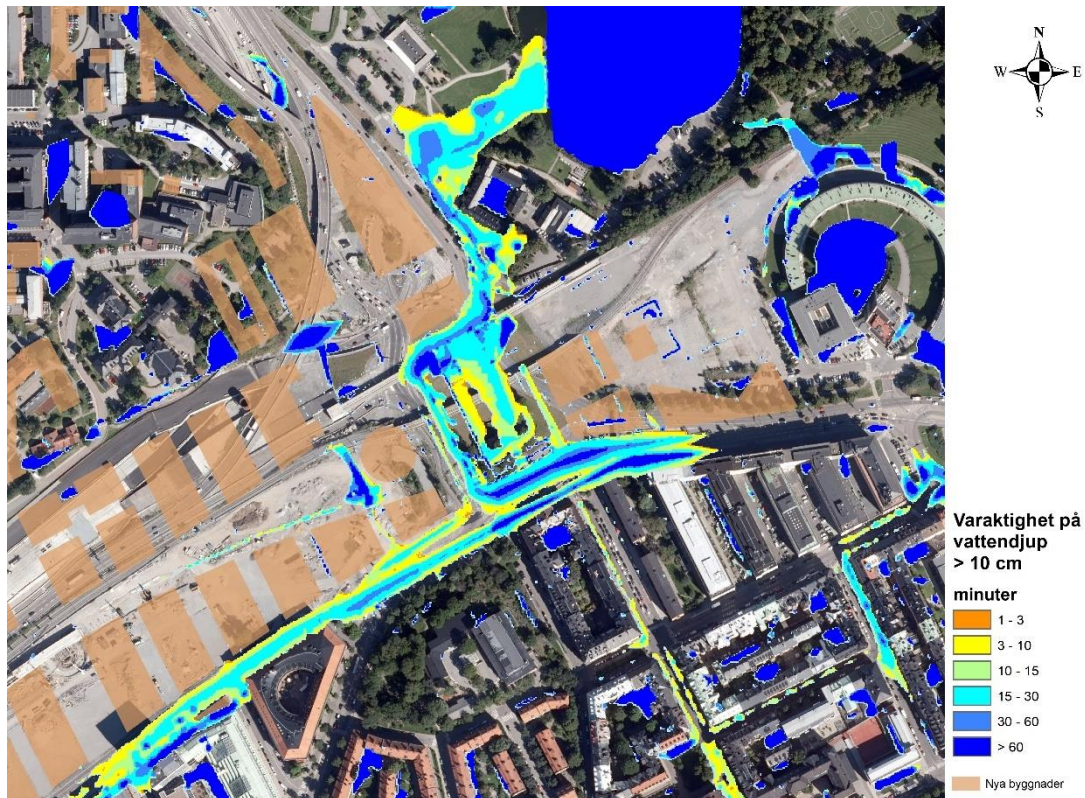
Figur 20 visar resultaten för maximalt vattendjup ifrån simuleringen. De områden där vatten främst blir stående är på vägar och norra delen av Tullhusparken. I tunnelmynningarna till Norra länken blir en mindre mängd vatten stående, som endast härrör från det regn som fallit på den yta som lutar ned mot infarterna. Med andra ord leds inga övriga ytor ner i Norra Länken. Det skall också tilläggas att tunneln under mark inte är inlagd i modellen, utan det vatten som står i tunnelmynningarna kommer i verkligheten att rinna ner i tunneln varför de resulterade maxdjupen vid mynningarna är missvisande.



Figur 20. Maxdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 i ett exploaterat Hagastaden.

Inga större lågpunkter bildas i området utan det vattendjup som uppstår bildas till stor del på vägar och rinner undan efter att skyfallets regntopp avtagit. Figur 21 nedan visar varaktigheten på vattendjup över 10 cm i utredningsområdet. Flera ytor har varaktighet på över 60 minuter, och dessa förväntas tömmas successivt efter att 100-årsregnet avleds via dagvattenssystemet.

Det bör noteras att endast nedstigningsbrunnar och inte rännstensbrunnar är med i modellen vilket innebär att dess funktion inte illustreras korrekt i resultaten.



Figur 21. Varaktighet på vattendjup över 10 cm i minuter vid 100-årsregn med klimatafaktor 1,2.

Riskområden

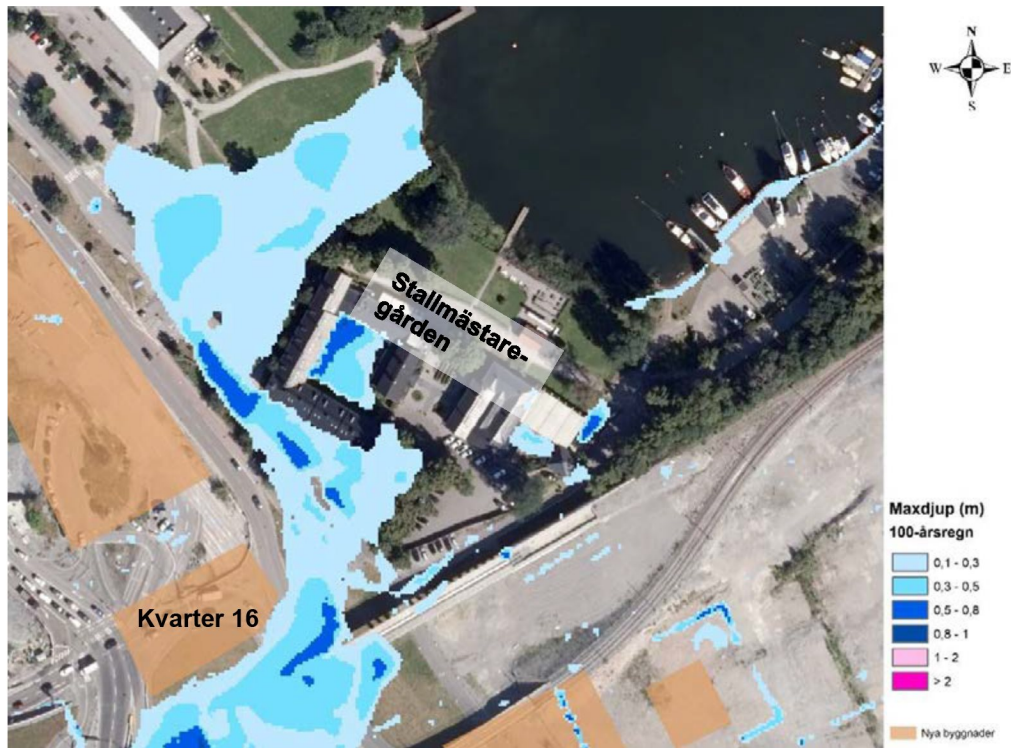
Även om byggnader och andra känsliga objekt i Östra Hagastaden samt intilliggande områden generellt kan bedömas vara inom låg risk för skador vid skyfall finns ett par områden där viss risk bedöms kunna förekomma.

Stallmästaregården

Såväl i nuläget som efter exploatering rinner en stor flödesväg förbi Stallmästaregården. Detta resulterar i stora flöden och större vattendjup som potentiellt skulle kunna innebära skador på byggnaden. Vid flödestoppen rinner som mest drygt 13 m³/s förbi, och totalt under simuleringsförloppet flödar 13 000 m³ vatten väster om Stallmästaregården och vidare till Brunnsviken. Ett visst flöde rinner också in till Stallmästaregården och blir stående mellan byggnaderna. Dessa problem finns dock redan idag och att styra om hela flödesvägen inom ramen för exploateringen av Östra Hagastaden har inte bedömts som möjligt. Lokala åtgärder vid Stallmästaregården bör istället vidtas för att säkra byggnaden vid skyfall.

Kvarter 16

Den stora flödesvägen som avleder större delen av Hagastaden och tillrinnande område passerar mellan Tullhusparkens norra del och Kvarter 16. Simuleringsresultaten visar att ett par decimeter vattendjup kan uppkomma mot kvarterets sydöstra hörn. Det är därför av största vikt att marken lutar utifrån kvarteret så att vatten inte blir stående mot fasad.



Figur 22. Detaljbild över maximalt översvämningsdjup vid Stallmästaregården och kvarter 16, 100-årsregn med klimatafaktor 1,2.

8. Diskussion och slutsatser

- Årsavrinningen från planområdet till Brunnsviken ökar till följd av planens genomförande vilket är positivt för Brunnsvikens omsättning. Föroreningshalterna blir lägre jämfört med nuläget förutsatt att föreslagna reningsåtgärder implementeras. Regnvatten som faller över planområdets parker kommer att infiltreras lokalt och bidra till att grundvattennivån upprätthålls.
- Dagvattenrening i flera steg planeras inom Östra Hagastaden. Utgående föroreningshalter får klassas som låga och kraftigt reducerade i och med rening i väl tilltagna LOD-anläggningar och två stycken sedimenteringsmagasin. Fosforbelastningen från planområdet ökar dock jämfört med nuläget på grund av att stora ytor hårdgörs, att flera vägytor förekommer inom planområdet och att ytor som tidigare avletts till kombinerat system framledes kommer ledas till Brunnsviken. Däremot minskar fosforbelastningen från bräddning från kombinerat avloppssystem vid skyfall, något som ej tas hänsyn till i beräkningarna. Det blir viktigt att LOD anläggs enligt åtgärdsnivån och att både Eugeniagemagasinet och det nybyggda avsättningsmagasinet utnyttjas för rening utav dagvatten. Hårdgöringen av planområdet ökar med ca 45% till följd av stadsbyggnaden. Effekten av hårdgöringen på årsavrinningen blir dock, tack vare att LOD implementeras, bara en ökning med ca 20%.
- Fokus bör förutom rening av dagvatten också ligga på att återföra vatten till grundvattenmagasinen genom infiltration. Aktivitetsparken är belägen på Brunkebergsåsen och dagvatten kommer där, och över andra permeabla ytor i planområdet, att renas för att sedan perkolera ner till åsen. Däremot ligger tunnlar under parken och vissa ler- eller siltlager kan förekomma i fyllnadsmassor ovan åsen. Lämplig plats för infiltration behöver därför utredas närmare.
- Det faktum att ytor inom planområdet kopplas ifrån kombinerat ledningssystem till dagvattenledningar med utlopp i Brunnsviken medför att det, trots väl tilltagna reningsåtgärder, inte är möjligt att komma ner till samma fosforbelastning från planområdet som i nuläget. Det är däremot inte en långsiktigt hållbar lösning att dagvatten ska fortsätta avledas via kombinerade ledningssystem. För att bedöma påverkan på recipientens miljö kvalitetsnormer bör man titta på total påverkan i ett större perspektiv och inkludera minskade bräddningar till följd av duplicering vid sida av ökade dagvattenflöden till recipienten. Ett lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken är under framtagande, som syftar till att identifiera påverkanskällor och strategiska platser för åtgärder ur ett avrinningsområdesperspektiv.

Vid tolkning av föroreningsmodelleringen är det också viktigt att vara medveten om de stora osäkerheter som finns avseende framtida markanvändningar och klimat. Framtida klimatförändringar, oavsett stadsutveckling, kommer leda till ökade dagvattenflöden vilket kan medföra ökade bräddningar av avloppsvatten till recipienter. Dessa bräddningar skulle leda till ett fosfortillskott som inte tas hänsyn till då föroreningsbelastningen från dagvattennätet jämförs före och efter ombyggnation. Att

endast titta på förändringen i föroreningsbelastning från dagvatten som grund för recipientpåverkan kan därför bli missvisande, då det visar sig fördelaktigt att behålla ett kombinerat system för att dagvattnet som avleds i det inte belastar recipienten vid normalflöden. Att Brunnsviken är i behov av ökad vattentillförsel (se avsnitt 3.1) är ytterligare en anledning till att försöka återskapa det naturliga avrinningsområdet, istället för att avleda delar till avloppsreningsverk. Vårt att poängtera är att Stockholms stad, Solna stad och Danderyds kommun arbetar aktivt med att hantera hela avrinningsområdet till Brunnsviken genom åtgärder inom det lokala åtgärdsprogrammet.

Den minskade belastningen på rörmagasinet i Sveavägen som dupliceringen av det kombinerade ledningssystemet resulterar i, medför att det i framtiden kommer bräddas mindre från rörmagasinet till Brunnsviken. I ett modellerat nutidsscenario bräddar 2244 m³ årligen från rörmagasinet. Motsvarande siffra efter exploatering är 1623 m³ som en följd av att ytor som idag belastar rörmagasinet istället leds till utloppet i Brunnsviken (Sweco, 2016). Detta innebär en minskad belastning från rörmagasinet på 28%, vilket bör vägas in vid bedömningen av Hagastadens påverkan på Brunnsvikens uppfyllnad av MKN.

- Brunnsvikens statusklassning är baserad på få mätpunkter och innehar därmed en osäkerhet. Vid bedömning av påverkan på MKN bör hänsyn tas till dessa osäkerheter på samma sätt som osäkerheter i föroreningsberäkningar för planområdet beaktas.

9. Vidare arbete

- Dagvattenutredningar för respektive kvarter ska tas fram när kvartersmarken planeras vidare. Det är av stor vikt att byggherrarna prioriterar dagvattenhantering och visar på att man följer de krav som ställs i åtgärdsnivån.
- Möjlighet och lämpligt läge för infiltrationssystem i Aktivitetsparken och Tullhusplatsen behöver utredas med hänsyn till underliggande tunnlår och lokala variationer i fyllnadsmassorna. Kriterier för infiltration till grundvatten behöver sammanställas.
- Vid anläggning av LOD behöver samordning ske med genomförda eller pågående utredningar avseende grundvatten och markföroreningar.
- Risk för förorenande utsläpp i samband med trafikolyckor som kan spridas via dagvatten behöver studeras för att avgöra om eventuella katastrofskydd behöver anläggas.

10. Referenser

- Hallberg, M. (2007). *Treatment conditions for the removal of contaminants from road runoff.*
- Stockholms stad (2015). *Dagvattenstrategi Hagastaden.*
- Stockholms stad & SVOA (2016a). *Åtgärdsnivå för dagvattenhantering.*
- Stockholms stad & SVOA (2016b). *Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse.*
- SVOA f.d. SVAB (2001). *Dagvatten Norra Länkens avsättningsmagasin, rapport 14 2001.*
- Sweco (2015). *Utformning av fördröjnings- och avsättningsmagasin i Hagastaden.*
- Sweco (2016). *Utredning rörmagasinet under Sveavägen.*
- Sweco (2017). *Dimensionering av självfallssystemen i Hagastaden.*
- Sweco (2018). *Dagvattenhantering Hagastaden – en övergripande beskrivning.*
- VISS (2018). *Webbsida vattenförekomst Brunnsviken. Vatteninformationssystem Sverige.*
- WRS (2016). *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken.*
- WSP (2014). *Förutsättningar Geoteknik DP2 Hagastaden.*

BILAGA BERÄKNINGAR

2019-12-20

1. Metod och indata

Flödes- och föroreningsberäkningarna avser dagvattenflöden till Brunnsviken. De ytor vars dagvatten före ombyggnation avleds till kombinerat ledningssystem är således inte medräknade i beräkningarna för situation före ombyggnation.

1.1. Flödesberäkningar

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats översiktligt från planområdet till Brunnsviken för situationen före ombyggnation, situationen efter ombyggnation utan fördröjning i LOD samt efter ombyggnation med fördröjning i LOD i gatunätet och på kvartersmark enligt åtgärdsnivån. Fördröjningsmagasinet uppströms dykarledningarna inom Östra kvarteren har inte beaktats i dessa beräkningar då detaljerade flöden med hänsyn till magasinet och ledningsnätet uppströms behöver modelleras fram. En sådan modell är uppförd separat från denna utredning.

Dimensionerande regnvaraktighet för flöden från planområdet har satts till 10 minuter för scenarierna före ombyggnation och efter ombyggnation utan fördröjning i LOD. För scenariot med fördröjning i LOD-anläggningar har dimensionerande varaktighet förlängts med fyllnadstid för magasin motsvarande 20 mm nederbörd. För 10-årsregn resulterar detta i en dimensionerande varaktighet på 35 minuter (fyllnadstid 25 minuter) och för 20-årsregn en varaktighet på 25 (fyllnadstid 15 minuter). Klimatfaktor på 1,25 har använts (enligt P110).

1.2. Åtgärdsåtgärder

Erfordrad reningsvolym för gatuområdena har i tidigt skede beräknats som underlag till systemhandlingen och är beräknade enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering. Enligt denna behöver reningsanläggningar dimensioneras för en våtvolum på 20 mm. För anläggningar som växtbäddar eller infiltrationsstråk där den huvudsakliga reningen sker genom filtrering i jordlager kan kravet om 20 mm frångås under förutsättning att följande kriterier uppfylls:

- 1) Ytligt magasin behöver finnas
- 2) Den huvudsakliga reningen behöver ske i passagen genom ett filtrerande marklager vars långsiktiga infiltrationshastighet är maximalt **100 mm/h**
- 3) Filterdjupet behöver ha tillräcklig mäktighet för att effektiv rening ska kunna uppnås.

För magasin enbart ovan mark behöver våtvolymer på 20 mm kontrolleras. För magasin som är delvis eller enbart under mark, exempelvis skelettjordar, behöver volymen 20 mm inrymmas i den dränerbara porvolymen tillsammans med eventuellt ytligt magasin och dessutom behöver en kontroll göras över anläggningens sammanvägda infiltrationskapacitet. Den sammanvägda

infiltrationskapaciteten är anläggningens infiltrationskapacitet fördelad på hela reducerade ytan av avrinningsområdet och ska vara minst **8 mm/h**.

Exempel: För att uppnå kravet om en sammanvägd infiltrationskapacitet (f_s) på 8 mm/h klarar en biokolsbädd med infiltrationskapacitet (f) 300 mm/h att avvattna en reducerad area (A_{red}) på 37,5 m² kvadratmeter biokolsbädd (A). Detta motsvaras av en gatuyta på 44 m².

$$f_s = f \cdot \frac{A}{A_{red}}, \quad A_{red} = f \cdot \frac{A}{f_s} = 300 \cdot \frac{1}{8} = 37,5 \text{ m}^2$$

Samma anläggning behöver per kvadratmeter, eftersom infiltrationshastigheten överskrider 100 mm/h, inrymma en våtvolum på 20 mm x 37,5 m² vilket blir 0,75 m³. Om den dränerbara porvolymen är 1/3 behöver anläggningens djup vara 2,25 m. För att halvera erforderlig anläggningsdjup behöver avrinningsområdet halveras till 22 m² gatuyta per kvadratmeter biokolsbädd.

1.3. Föroreningsberäkningar

Föroreningshalter och föroreningsbelastning har beräknats för befintlig situation och för framtida situation. För situation före ombyggnation har två scenarier beräknats:

- Utan rening
- Med rening i Eugeniama gasinet

För framtida situation har fyra scenarier beräknats:

- Utan rening
- Med rening i avsättningsmagasin
- Med rening i LOD på gatuområden och kvarter
- Med rening i LOD på gatuområden och kvarter och avsättningsmagasin för högratifierade vägar

Då LOD implementeras sänks volymavrinningskoefficienten för ytor kopplade till LOD eftersom årsavrinningen från dessa ytor minskar tack vare förluster till vegetation och evaporation. För gatuområden sänks volymavrinningskoefficienten från 0,8 till 0,7 vid implementering av LOD enligt åtgärdsnivån, och på kvartersmark från 0,7 till 0,45. Då LOD ej anläggs används samma volymavrinningskoefficient som dimensionerande (vanliga) avrinningskoefficient det vill säga 0,8 för vägar och 0,7 för kvarter.

Framtagning av systemhandling pågår i skrivande stund. LOD-lösningarna som anläggs i gaturummen blir delvis växtbäddar och delvis skelettjordar. Storlek och anläggningstyp för respektive gatuområde är inhämtade från systemhandling vilken utgjort indata till simulerade ytor av nämnda anläggningar i StormTac (Ramböll, 2019). Underlaget för simulering av LOD återfinns i slutet av detta dokument. För kvartersmarken har olika markanvändningar angetts för scenarierna utan respektive med LOD, schablonhalter har använts för *kvarter* respektive *kvarter med LOD*. För parkytor kring Tullhusplatsen och Aktivitetsparken bygger omhändertagandet till stor del på infiltration via permeabla ytor, vilket återspeglas av en låg avrinningskoefficient för grön- och grusytor.

Reningseffekter i avsättningsmagasinen är schablonvärden beräknade i StormTac. Dessa baseras på uppmätta reningseffekter i likartade anläggningar. Indata är avrinningsområdets storlek i förhållande till magasinets storlek samt föroreningshalter i det inkommande vattnet.

1.4. Indata

Tabell 1. Markanvändning, ytor och avrinningskoefficienter för situation före ombyggnation.

Delavrinningsområde	Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)
Henriksdal via kombinerat ledningsnät	Sveavägen (ÅDT 35000)	0.82	0.80	0.65
	Norra stationsgatan (ÅDT 20000)	0.28	0.80	0.22
	Grönyta	0.15	0.05	0.01
	Grusyta på ås	0.44	0.10	0.04
	Lokalgata	0.32	0.80	0.25
	GC-vägar	0.07	0.80	0.06
	2.08			1.24
Brunnsviken via ledning	Sveavägen (ÅDT 35000)	0.53	0.80	0.42
	Norra stationsgatan ÅDT 20000)	0.09	0.80	0.07
	GC-vägar	0.12	0.80	0.09
	Grönyta	0.87	0.05	0.04
	Parkmark	0.24	0.40	0.09
	E4:an södergående (ÅDT 16000)	0.70	0.80	0.56
	Lokalgata	0.15	0.80	0.12
	Grusyta	3.04	0.30	0.91
	Spårområde	0.38	0.50	0.19
	6.11			2.51
Brunnsviken via diffus avrinning	Grusyta på ås	1.30	0.10	0.13
	Spårområde	0.12	0.50	0.06
	Kontor	0.03	0.90	0.03
	Grönyta	0.06	0.05	0.00
1.51			0.22	
Brunnsviken via Eugeniماغasinet	E4:an södergående (ÅDT 16000)	0.28	0.80	0.22
	E4:an norrgående (ÅDT 20000)	0.55	0.80	0.44
	Grönyta	0.17	0.80	0.13
	1.00			0.8
Totalt		10.70	0.45	4.77

Av planområdets 10,7 ha avleds 8,6 ha till Brunnsviken i situationen före ombyggnation. Resterande 2,1 ha leds till Henriksdal via kombinerat ledningsnät och belastar därför inte Brunnsviken. Dagvatten som avleds via det kombinerade nätet är inte medräknat i flödes- och föroreningsberäkningarna för situationen före ombyggnation då det är flöden till Brunnsviken som avses.

Tabell 2. Markanvändning, ytor och avrinningskoefficienter för situation efter ombyggnation.

Delavrinnings- område	Markanvändning	Area (ha)	Avrinnings- koefficient*	Volymavrinnings- koefficient**	Reducerad area (ha)
Nybyggt avsättningsmagasin	Väg ÅDT 22000	0.30	0.80	0.70	0.24
	Väg ÅDT 44000	1.25	0.80	0.70	1.00
		1.54			1.23
Eugeniamagasinet	Väg ÅDT 50000	1.22	0.80	0.70	0.98
Allmän plats ej till avsättning	Gata ÅDT 9900	0.05	0.80	0.70	0.04
	Gata ÅDT 1400	0.07	0.80	0.70	0.05
	Gata ÅDT 1100	0.13	0.80	0.70	0.11
	Gata ÅDT 1000	0.19	0.80	0.70	0.15
	Gata ÅDT 600	0.15	0.80	0.70	0.12
	Gata ÅDT 300	0.44	0.80	0.70	0.35
	Lokalgator	0.84	0.80	0.70	0.67
	Värtabanan	0.17	0.50	0.50	0.09
	Idrottsplats	0.35	0.30	0.30	0.10
	Grönyta	1.01	0.10	0.10	0.10
	Grusyta	0.62	0.30	0.30	0.19
	Torg	0.74	0.80	0.70	0.59
		4.76			2.57
Kvartersmark	Bostäder och kontor	1.89	0.70	0.45	1.32
	Skola	1.29	0.70	0.45	0.90
		3.18			2.23
Totalt		10.63	0.65		7.00

*Används vid beräkning av dimensionerande flöden och årsavrinning då dagvatten från ytan ej passerar grönyta innan anslutning till dagvattenledningsnätet.

**Används vid beräkning av årsavrinning om dagvatten från ytan passerar grönyta (LOD) innan anslutning till dagvattenledningsnätet.

2. Resultat

2.1. Flödesberäkningar

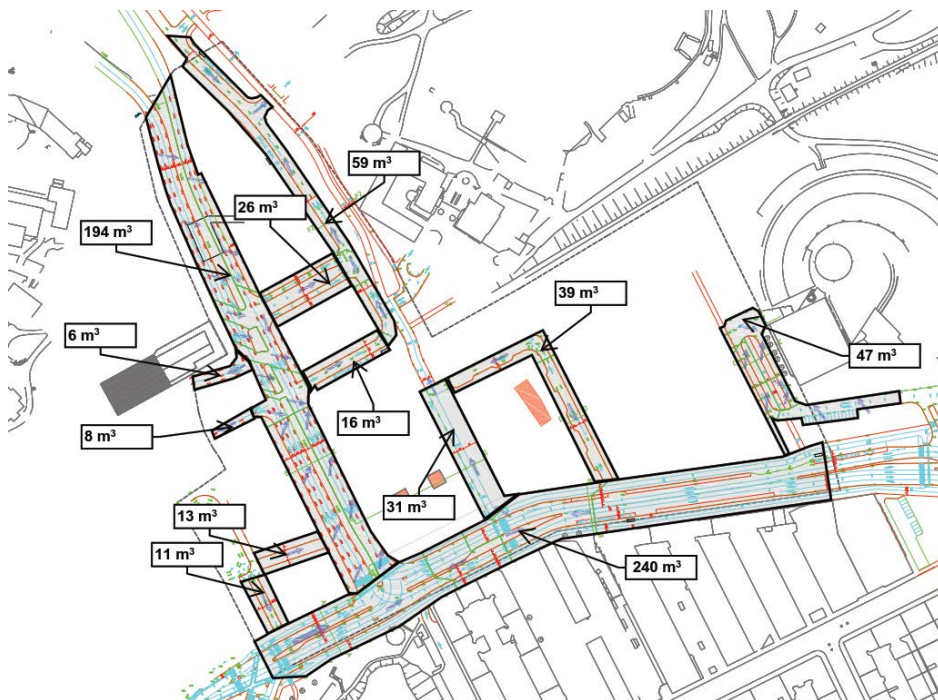
Tabell 3. Dagvattenflöden till Brunnsviken från planområdet för Östra kvarteren (både allmän plats och kvartersmark). Observera att dessa flödesberäkningar ej tar hänsyn till fördröjningsmagasinet uppströms dykarledningarna och är osäkra. Se dynamisk flödesmodellering för säkrare resultat.

	Före ombyggnation	Efter ombyggnation utan fördröjning i LOD	Efter ombyggnation med fördröjning enligt åtgärdsnivån i gatunät och kvartersmark
Flöde vid 10-årsregn (l/s)	1000	1900	1400
Flöde vid 20-årsregn (l/s)	1200	2400	1700
Årsmedelavrinning (m ³ /år)	28000	50000	46000

2.2. Åtgärdsnivå

Gatunät

Delavrinningsområden för gatuområdena redovisas inom svarta markeringar i Figur 1, där erfordrad volym per delavrinningsområde också syns. För gatuområdena erfordras en volym på totalt **690 m³** för uppfyllnad av åtgärdsnivån.



Figur 1. Beräknade volymer för uppfyllnad av åtgärdsnivån inom gatunätet i Östra kvarteren, totalt 690 m³.

Kvartersmark

En schablonmässig volym har tagits fram för kvartersmarken genom att multiplicera totala kvartersarean med avrinningskoefficient 0,7 och nederbördsdjup 20 mm. Detta ger en erfordrad volym på **390 m³** för kvartersmarken. Erfordrad volym per kvarter behöver dock tas fram i mer detaljerade utredningar för respektive kvarter, då volymen beror av kvarterens utformning. Vid bedömning av erfordrad åtgärdsvolym och dimensionering av åtgärder hänvisas till *Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse* (Stockholms stad & SVOA 2016b).

Parkområden

För parkområdena behöver erfordrad volym tas fram i samband med parkernas utformning, eftersom både hårdgjorda ytor och permeabla ytor planeras. Hårdgjorda ytor ska avvattnas till dagvattenanläggningar dimensionerade för en våtvolum motsvarande ett nederbördsdjup på 20 mm i enlighet med åtgärdsnivån.

2.3. Föroreningsberäkningar

För planens uppfyllnad av MKN utvärderas beräknad föroreningsbelastning före ombyggnation mot beräknad föroreningsbelastning efter ombyggnation. I tabell 4 och 5 redovisas två scenarier före och fyra scenarier efter ombyggnation. De färgade kolumnerna inkluderar reningsanläggningar enligt förslag och är de som bör jämföras. Vid anläggning av LOD och anslutning till Eugeniagemagasinet och det nybyggda avsättningsmagasinet minskar eller ligger föroreningsbelastningen kvar på samma nivå för alla ämnen undersökta ämnen utom för fosfor och BaP (benso(a)pyrén). För BaP bedöms ökningen ligga inom felmarginalen för beräkningarna i StormTac.

Då halterna för samma scenarier jämförs sjunker dessa för samtliga undersökta föroreningsämnen. Detta visar på att det är den ökade årsavrinningen som resulterar i ökad föroreningsbelastning avseende fosfor.

Halten för totalfosfor i Brunnsviken är 45-75 ug/l. Beräknad koncentration totalfosfor i tillrinnande dagvatten uppgår efter exploatering till ca 80 ug/l. Koncentrationen har beräknats genom en modellering där dagvatten passerat både LOD och avsättningsmagasin. Bruttotillförsel av fosfor från Brunnsvikens avrinningsområde utan hänsyn till rening har i åtgärdsprogrammet för Brunnsviken beräknats till ca 0,5 kg/ha (WRS, 2016). Utredningsområdets belastning på Brunnsviken har beräknats till 1 kg/ha efter exploatering. Ofta överskattas fosforbelastningen i schablonberäkningar varför den verkliga fosforbelastningen kan antas vara något lägre.

Observera att i dessa beräkningar redovisas inte att bräddningsmöjligheterna för spillvatten utgår, vilket bör beaktas för en helhetsbedömning då ytor kopplas bort från kombinerat nät.

Tabell 4. Föroreningsbelastning (kg/år) via dagvatten från planområdet för Östra kvarteren.

Ämne	Före utan Eugenia	Före med Eugenia	Efter utan rening	Efter med rening i avsättningsmagasin	Efter med rening i LOD	Efter med rening i LOD och avsättningsmagasin
P	3.4	2.6	9.3	6.3	4.3	3.6
N	53	47	96	74	41	38
Pb	0.3	0.2	0.8	0.4	0.2	0.2
Cu	0.9	0.7	1.6	0.9	0.5	0.4
Zn	4.1	3.1	7.1	3.3	1.5	1.3
Cd	0.006	0.005	0.02	0.02	0.008	0.007
Cr	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.1
Ni	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1
Hg	0.001	0.0009	0.003	0.002	0.001	0.0009
SS	1500	1040	3800	1850	920	870
Oil	12	9.4	38	21	8.7	7.8
PAH16	0.02	0.02	0.06	0.03	0.02	0.01
BaP	0.0005	0.0004	0.002	0.001	0.0006	0.0005

Tabell 5. Föroreningshalter (ug/l) i dagvatten från planområdet för Östra kvarteren.

Ämne	Före utan Eugenia	Före med Eugenia	Efter utan rening	Efter med rening i avsättningsmagasin	Efter med rening i LOD	Efter med rening i LOD och avsättningsmagasin
P	120	95	180	120	93	78
N	1900	1700	1900	1500	900	840
Pb	10	7.8	16	7.3	4	3.4
Cu	30	24	32	18	9.9	8.9
Zn	150	110	140	65	34	28
Cd	0.23	0.19	0.42	0.32	0.17	0.15
Cr	7.5	5.8	9.5	5.9	3.5	3
Ni	6	4.8	7.2	4.7	2.6	2.5
Hg	0.042	0.034	0.061	0.037	0.026	0.019
SS	56000	37000	75000	37000	20000	19000
Oil	430	340	750	410	190	170
PAH16	0.82	0.72	1.2	0.56	0.32	0.23
BaP	0.019	0.015	0.038	0.023	0.013	0.011

Beräknade reningseffekter för avsättningsmagasinen redovisade i Tabell 6 är beräknade för scenariet utan LOD. Då LOD anläggs sjunker reningseffekten i avsättningsmagasinet något eftersom reningseffekten ökar med ökande inloppshalt. Däremot blir reningen i serien LOD-avsättning bättre då LOD också anläggs än om bara avsättningsmagasinen används.

Tabell 6. Beräknade reningseffekter (%) i avsättningsmagasin.

Ämne	Beräknad reningseffekt i Eugeniagemagasinet (utan LOD)	Beräknad reningseffekt i nybyggt avsättningsmagasin (utan LOD)
P	82	82
N	54	54
Pb	87	87
Cu	78	78
Zn	76	76
Cd	65	65
Cr	71	71
Ni	67	67
Hg	65	65
SS	91	91
Oil	73	73
PAH16	74	74
BaP	75	70

3. Beräkningsunderlag LOD

Underlag för LOD-ytor har erhållits från pågående arbete med systemhandling, Ramböll 2019.
Det arbetsmaterial som använts biläggs nedan i detta dokument.

Östra Hagastaden

LOD-ytor gaturum och parker

Beräknad erforderlig volym						Uppskattad volym i LOD-ytor						
Yta	Area [m2]	Avr.koeff	Red. Area [m2]	Åtgärdsnivå [m]	Erf. volym [m3]	Typ	Area [m2]	Djup poröst lager[m]	Porositet	Nedsänkning [m]	Erhållen volym [m3]	
1						B	970		0,8	0,3	0,1	329,8
Total yta	5500											
Vägyta	4530	0,85	3850,5	0,02	77,0							
LOD-anläggning	970	1	970	0,02	19,4							
Totalt					96,4							
2						B	1390		0,8	0,3	0,1	472,6
Total yta	5100											
Vägyta	3710	0,85	3153,5	0,02	63,1							
LOD-anläggning	1390	1	1390	0,02	27,8							
Totalt					90,9							
3						C	170		0,8	0,3	0	40,8
Total yta	1500											
Vägyta	1330	0,85	1130,5	0,02	22,6							
LOD-anläggning	170	1	170	0,02	3,4							
Totalt					26,0							
4						E						
Total yta	4900											
Vägyta	3630	0,85	3085,5	0,02	61,7							
LOD-anläggning	1270	1	1270	0,02	25,4							
Totalt					87,1							
5						B	210		0,8	0,3	0,1	71,4
Total yta	900											
Vägyta	690	0,85	586,5	0,02	11,7							
LOD-anläggning	210	1	210	0,02	4,2							
Totalt					15,9							
6						B						
Total yta	200											
Vägyta	200	0,85	170	0,02	3,4							
Totalt					3,4							
7 (Aktivitetsparken)						D/B						
Total yta	17000											
8						C/Cb	920		0,8	0,3	0	220,8
Total yta	9200											
Vägyta	8280	0,85	7038	0,02	140,8							
LOD-anläggning	920	1	920	0,02	18,4							
Totalt					159,2							

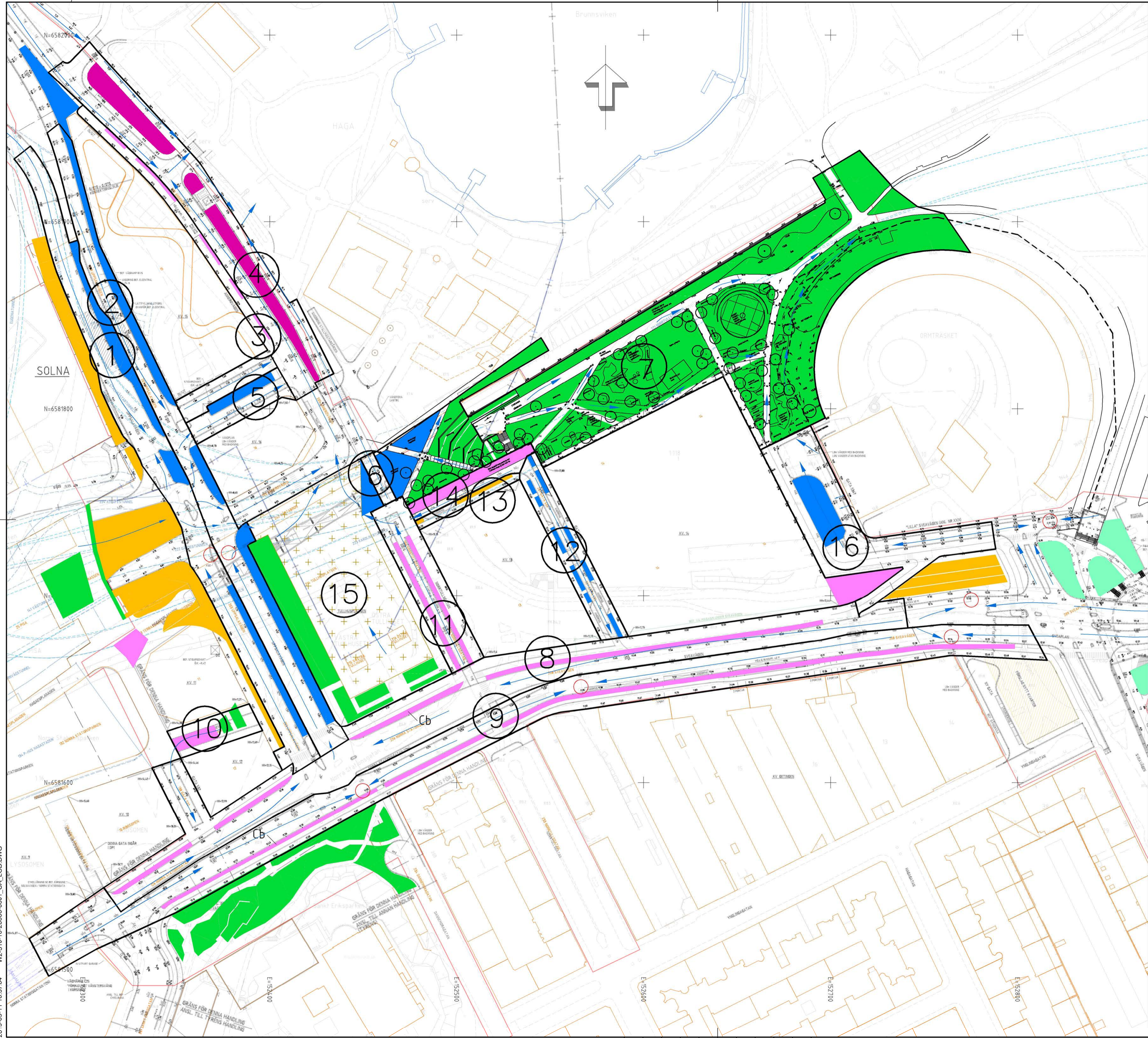
Beräknad erforderlig volym

Uppskattad volym i LOD-yltor

Yta	Area [m2]	Avr.koeff	Red. Area [m2]	Åtgärdsnivå [m]	Erf. volym [m3]	Typ	Area [m2]	Djup poröst lager[m]	Porositet	Nedsänkning [m]	Erhållen volym [m3]	
9						C/Cb	1105		0,8	0,3	0	265,2
Total yta	10600											
Vägyta	9495	0,85	8070,75	0,02	161,4							
LOD-anläggning	1105	1	1105	0,02	22,1							
Totalt					183,5							
10						C	170		0,8	0,3	0	40,8
Total yta	700											
Vägyta	530	0,85	450,5	0,02	9,0							
LOD-anläggning	170	1	170	0,02	3,4							
Totalt					12,4							
11						C	380		0,8	0,3	0	91,2
Total yta	1800											
Vägyta	1420	0,85	1207	0,02	24,1							
LOD-anläggning	380	1	380	0,02	7,6							
Totalt					31,7							
12						B	243		0,8	0,3	0,1	82,6
Total yta	1500											
Vägyta	1257	0,85	1068,45	0,02	21,4							
LOD-anläggning	243	1	243	0,02	4,9							
Totalt					26,2							
13						A	90		0,8	0,3	0	21,6
Total yta	300											
Vägyta	210	0,85	178,5	0,02	3,6							
LOD-anläggning	90	1	90	0,02	1,8							
Totalt					5,4							
14						C	430		0,8	0,3	0	103,2
Total yta	700											
Vägyta	700	0,85	595	0,02	11,9							
LOD-anläggning	430											
Totalt					11,9							
15 (Tullhusplatsen inkl. Tullhusbron)												
Total yta	8400											
16						B	510		0,8	0,3	0,1	173,4
Total yta	3700											
Vägyta	3190	0,85	2711,5	0,02	54,2							
LOD-anläggning	510	1	510	0,02	10,2							
Totalt					64,4							










Dagvatten inom Tullhusplatsen omhändertas lokalt i stor skelettjordsyta

Dagvatten från Tullhusbron omhändertas i grönytor under bron



FÖRKLARINGAR

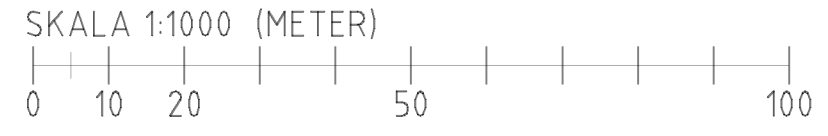
Höjdsystem: RH 2000
Koordinatsystem: Sweref 99 18 00

-  Översiktliga ytliga avrinningsriktningar
-  Lågpunkt
- ANLÄGGNINGAR FÖR LOKALT OMHÄNDE AV DAGVATTEN**
-  Typ A: Växtbädd i trafikmiljö - tar vatten endast uppifrån, inom den egna ytan, samt visst fasadvatten
-  Typ B: Växtbädd som tar trafikvatten - nedsänkt (magasin ovan jord) biofilter.
-  Typ C: Skelettjord med träd i markgaller (bi-skelettjord utan träd) - tar trafikvatten
-  Typ D: Grönyta i park, ej trafik
-  Typ E: Växtbädd i slänt med träd - tar trafikvatten
-  Typ F: Växtbädd som tar vatten inom ytan och från GC-vägg
-  Typ G (Tullhusplatsen): Yta underbyggd med skelettjord (antagande om ca. 50/50 grus/natursten med genomsläppliga fogar) - tar vatten inom egna ytan och från trappor runt om.

**FÖRESKRIFTER
HÄNVISNINGAR**

ARBETSMATERIAL 2019-09-11

BET		ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKN
—SYSTEMHANDLING—				
		EXPLOATERINGSKONTORET www.stockholm.se/exploateringskontoret		
KONSULT RAMBÖLL SVERIGE AB		TEL 010-615 60 00		
UPPDRAGSNUMMER 1320029064	PROJEKTKONSTRUERAD AV CA	HANDLÄGGARE CAMILLA ANDERSSON		
UPPRÄTTAD DATUM 2019-09-11	UPPDRAGSANSVARIG ANDREAS SAMUELSSON			
HAGASTADEN 200 GEMENSAMT DP2 DAGVATTEN				
PRINCIP DAGVATTENHANTERING LOD LOD-YTOR				
10 PLANRITNING				SKALA/FORMAT 1:1000 A1
PROJEKT NR.	BRO/JOURNAL NR.	K. NR.		
ARBETET UTFÖRT ENLIGT RITN. UTANMED ÄNDRINGAR		DATUM		
ARKIVNUMMER	REG.			
RITNINGSNUMMER D2-310-10-20000-0002				BET



2019-09-11 10:37:04 W2-310-10-20000-0001_CA_LOD.DWG

Inom till Stockholms stadsbyggnadskontoret - 2020-03-10, Dnr 2016-17865