



# Dagvattenutredning detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket, Tonfiskeriet m.fl. Huddinge

**Vincero**

2024-04-10

TITEL	Dagvattenutredning detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket, Tonfisken m.fl. Huddinge
RAPPORTNUMMER	2023-1693-A
BESTÄLLARE	Vincero
UPPDRAGSANSVARIG	Jonas Andersson, WRS
FÖRFATTARE	Lukas Rehn, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2024-04-10
OMSLAGSBILD	ÅWL Arkitekter, Vincero (2023-03-30)

## Sammanfattning

Huddinge kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket, Tonfiskeriet med flera i industriområdet Storängen, i den här utredningen kallad Storängen etapp 4 eftersom exploateringen är den fjärde etappen i kommunens exploateringsarbete för Storängen. Efter exploatering planeras industrierna ersättas med åtta kvarter med flerfamiljshus, förskolor och en park.

WRS har genomfört en dagvattenutredning för att klarlägga hur dagvattensituationen kommer att förändras i och med exploateringen, med förslag på hur dagvatten kan hanteras i området efter exploatering. Målet har varit att följa Huddinge kommuns krav på rening och fördröjning av dagvatten för att minska belastningen till recipienten, samt att tillgodose beställarens önskemål om att även möta Stockholms åtgärdsnivå för rening av dagvatten. Hänsyn har också tagits till Stockholm Vatten och Avfalls (SVOA) krav för området.

I och med den tänkta exploateringen kommer avrinningen att öka marginellt jämfört med nuläget om inga fördröjande åtgärder införs. Eftersom området omvandlas från industri- till bostadsområde så förväntas däremot föroreningsbelastningen minska kraftigt även utan dagvattenåtgärder. Recipienten är sjön Trehörningen som ingår i Tyresån-Balingsholmsåns vattenförekomst och omfattas av ett lokalt åtgärdsprogram för att minska framför allt fosforbelastningen. Nedströms Trehörningen finns sjöar och vattendrag som omfattas av miljökvalitetsnormer för vatten (MKN), med behov av minskad belastning av bland annat fosfor. Föroreningsbelastningen för planområdet beräknas minska efter exploatering och planen uppnår de krav på rening som ställs utifrån Huddinge kommuns dagvattenstrategi och checklista för dagvattenutredningar. Genom att använda effektiva dagvattenanläggningar kan reningen förbättras ytterligare, vilket skapar förutsättningar för att förbättra vattenkvaliteten i Trehörningen och att uppnå MKN i nedströms sjöar och vattendrag.

Dagvattnet som genereras inom kvartersmark föreslås omhändertas genom en kombination av tjocka gröna tak, regnbäddar och i gräsytor med förstärkt infiltration. Åtgärderna utformas på lite olika sätt för de olika kvarteren eftersom förutsättningarna och behoven varierar. Vatten från vissa taktyper kan inte praktiskt ledas till dagvattenanläggningar, utan behöver avledas direkt till dagvattennätet. Övriga anläggningar inom de påverkade kvarteren har överdimensionerats något för att kompensera för detta.

Dagvattnet som genereras på den allmänna platsmarken föreslås omhändertas i gröna partier med regnbäddar, eventuellt kompletterade eller delvis ersatta av skelettjordar (träd i hårdgjord yta). Även här blir detaljutformningen olika för olika delar av området. Dagvatten i och runt parken hanteras genom infiltration i parkens grönytor. Det dagvatten som inte infiltrerar eller tas upp av växtligheten avleds till dagvattennätet för att transporteras till Trehörningen.

Eftersom grundvattnet ligger ytligt i området så behöver hänsyn tas till grundvattnet vid placering och utformning av dagvattenåtgärderna. Om grundvatten inte kan tillåtas läcka in i anläggningarna tidvis så kan vissa av dagvattenanläggningarna behöva anläggas med tätskikt mot omgivande mark.

Genom åtgärdsförslagen fördröjs tillräckligt med vatten för att möta både Huddinge kommuns dagvattenstrategi och Stockholms åtgärdsnivå, samtidigt som kraven från SVOA tillgodoses. Reningseffekten och den ändrade markanvändningen innebär en kraftig reduktion i föroreningsbelastningen från området till recipienten.

# Innehåll

Sammanfattning .....	3
1 Inledning .....	5
1.1 Uppdrag och syfte .....	5
1.2 Avgränsningar och förtydliganden.....	5
2 Förutsättningar .....	6
2.1 Nuvarande och historisk markanvändning.....	6
2.2 Geologi och topografi .....	9
2.2.1 Markföroreningar.....	10
2.3 Hydrologi och grundvattenförekomst.....	12
2.4 Avrinning och nuvarande dagvattenhantering.....	14
2.4.1 Markavvattningsföretag.....	15
2.5 Ytvattenrecipient .....	16
2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering .....	17
2.7 Planerad exploatering .....	19
2.7.1 Planerat ledningsnät i utredningsområdet.....	20
2.7.2 Vattenverksamhet inom Storängen.....	21
3 Flödes- och föroreningsberäkningar.....	22
3.1 Markanvändning.....	22
3.2 Flöden nuläge och framtid .....	25
3.3 Magasinsbehov.....	26
3.4 Skyfall och översvämningsrisk.....	27
3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar.....	29
4 Förslag på dagvattenhantering.....	31
4.1 Dagvatten inom kvartersmark.....	34
4.1.1 Tjocka gröna tak .....	36
4.1.2 Regnbäddar på kvartersmark.....	37
4.1.3 Infiltration i nedsänkta gräsytor .....	38
4.1.4 Takytor utan åtgärd.....	40
4.2 Dagvatten inom allmän platsmark .....	41
4.2.1 Regnbäddar och skelettjordar på allmän platsmark.....	42
4.2.2 Infiltration i parkmarken.....	43
4.3 Ledningskonflikter och placering av dagvattenledningar .....	44
5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	44
5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning .....	45
5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning .....	46
6 Behov av ytterligare utredningar .....	47
7 Slutsatser .....	48
Referenser .....	49

# 1 Inledning

Huddinge kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket och Tonfisken i industriområdet Storängen i Huddinge, med Vincero som exploatör. Planen har namnet *Detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket, Tonfisken m.fl.* och är etapp 4 i kommunens exploateringsarbete i Storängen. I denna rapport kallas detaljplanen härnäst *Storängen etapp 4*. Storängen etapp 4 ligger utmed Storängsleden, cirka 500 meter sydost om Huddinge centrum och knappt 1 km väster om sjön Trehörningen (Figur 1). I området planeras bland annat cirka 1800 bostäder uppdelade på åtta kvarter, en park och förskolor.



Figur 1. Utredningsområdets placering i Huddinge. Området ligger mellan Huddinge centrum och sjön Trehörningen. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.

## 1.1 Uppdrag och syfte

WRS gjorde under 2021 en dagvattenutredning inför detaljplanen för Storängen etapp 4 på uppdrag av Vincero och fick våren 2023 i uppdrag att uppdatera dagvattenutredningen för att ta hänsyn till aktuella förändringar i planen. Syftet är att utreda förutsättningarna för dagvatten, ta fram förslag på hur dagvatten kan hanteras och räkna på konsekvenserna av åtgärderna. Förslagen ska hålla nivån motsvarande Stockholms åtgärdsnivå, samt säkerställa att förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer i mottagande recipient inte försämras.

## 1.2 Avgränsningar och förtydliganden

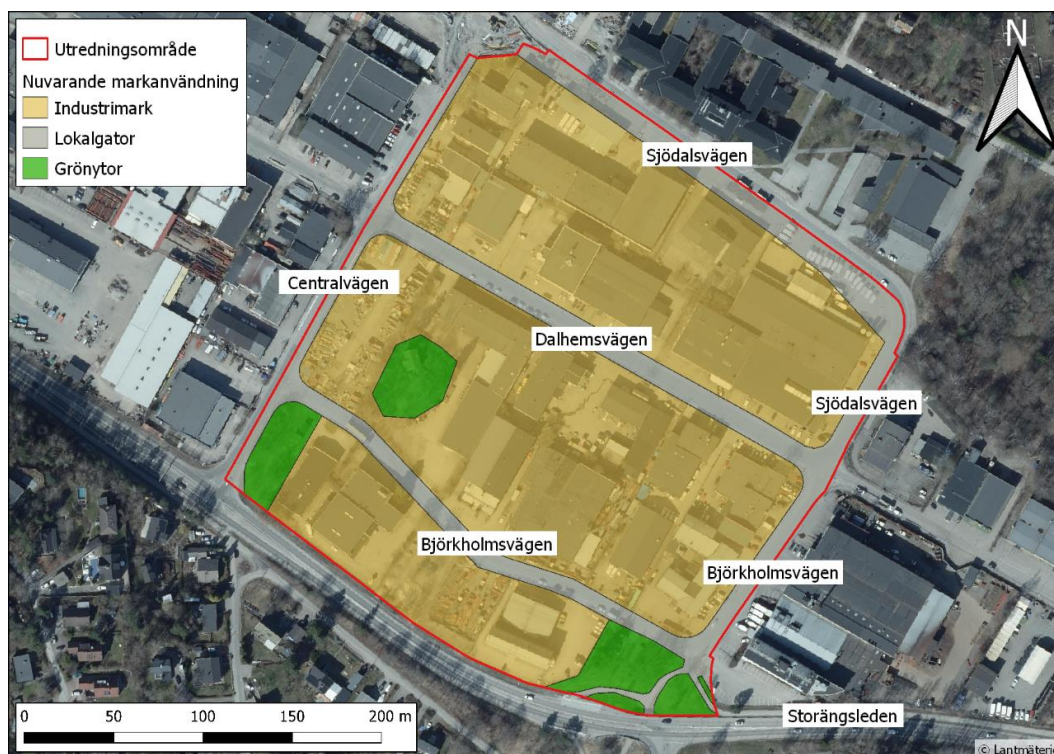
- Dagvattenutredningen utgår ifrån den utformning av planområdet som var aktuell 2023-03-30 (underlag från ÅWL Arkitekter) samt de senaste tillgängliga underlagen från exempelvis geoteknisk utredning och skyfallsutredning för området.
- Det område som beskrivs som utredningsområde i den här utredningen är detsamma som planområdet.

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

I dagsläget utgörs utredningsområdet av olika industriverksamheter uppdelade på de tre kvartererna Verkstaden, Hantverket och Tonfiskan (Figur 2). Söder om området löper Storängsleden. I väster kantas området av Centralvägen och i norr av Sjödalsvägen. Öster om området sammanstrålar Sjödalsvägen och de två vägarna Dalhemsvägen och Björkholmsvägen som löper genom området. Större delen av området utgörs av lokalgator, industribyggnader och asfalterade eller grusbelagda kör- och uppställningsytor. Det finns också mindre grönytor med blandad växtlighet utspridd på industrifastigheterna. I södra delen av området förekommer mindre grönområden med en del träd och gräs. I Figur 3 till Figur 6 visas exempel på hur området ser ut i dagsläget.

Storängsleden som passerar sydväst om utredningsområdet är en högrafikerad väg med en årsdygnstrafik (ÅDT) på 12 000–16 000 fordon per dygn, inklusive båda köriktningar, varav över 1 600 fordon klassas som tung trafik (Trafikverket, 2021). Storängsleden är dessutom en primär transportväg för farligt gods (Huddinge kommun, 2009; Brandskyddslaget, 2018). Enligt den preliminära trafikutredningen för Storängen etapp 4 har Centralvägen en ÅDT på 2200 fordon per dygn, inklusive båda köriktningar (Trivector, 2021). Övriga vägar inom området antas ha liknande ÅDT. I och med industriverksamheterna förekommer en del tung trafik inom området i dagsläget.



Figur 2. Nuvarande markanvändning i utredningsområdet. Området utgörs främst av industrimark och lokalgator, med mindre gräsklädda naturområden med en del träd. Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.



Figur 3. Industrifastighet på Dalhemsvägen. Foto: WRS, 2021.



Figur 4. Grusplan med containrar söder om Dalhemsvägen. Foto: WRS, 2021.



*Figur 5. Grusplan med industriverksamhet på Björkholmsvägen. Foto: WRS, 2021.*

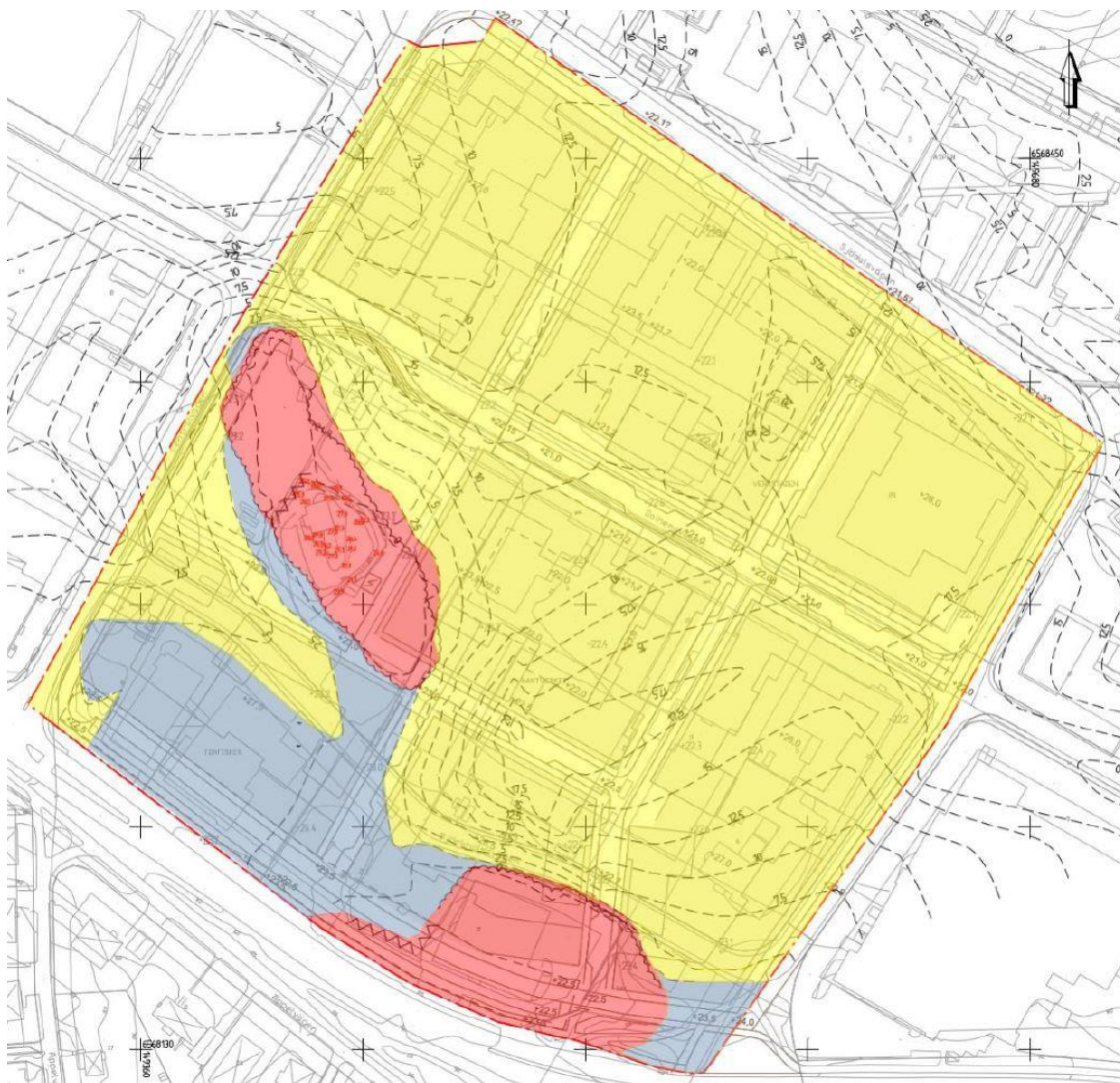


*Figur 6. En liten bevuxen kulle med ett hus i områdets västra del, mellan Dalhemsvägen och Björkholmsvägen. Foto: WRS, 2021.*



## 2.2 Geologi och topografi

Utredningsområdet ligger inom ett område där det övre jordlagret utgörs av fyllnadsmassor, med en mindre berghäll i västra delen av området och en del postglacial lera i områdets södra hörn (SGU, 2021b). I en geoteknisk undersökning av utredningsområdet konstaterades att jordlagerföljden (från markyta till berg) i området generellt är fyllnadsmaterial av främst sand och grus, organiska jordar, lera och friktionsjord på berg (Geoteknologi Sverige AB, 2021) (Figur 7). Söder om Björkholmsvägen förekommer istället morän och ytnära berg under fyllnaderna.



Figur 7. Tolkade jordlagerförhållanden i geoteknisk utredning (Geoteknologi Sverige AB, 2021), med organisk jord på mäktiga lösa lerlager (gult), fastmark med morän och/eller lera med mindre än 2,5 meter tjocklek (blått), samt berg i dagen eller ytnära berg (rött).

Topografiskt är området väldigt utplanat där fyllnadsmassorna förekommer, med en jämn höjdnivå på omkring +23 meter (höjdsystem RH 2000) (Figur 8). I områdets västra del finns en liten höjd på som mest +27 meter (markerad som berg i Figur 7). Det finns också en cykeltunnel under Storängsleden i utredningsområdets södra hörn där marknivån sjunker till cirka +22 meter, omgiven av något upphöjda bevuxna slänter.



Figur 8. Topografi inom och omkring utredningsområdet. Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.

## 2.2.1 Markföroreningar

Inom området ligger ett antal potentiellt förorenade områden (Länsstyrelserna, 2024) (Figur 9). De flesta områdena är inte riskklassade, men ett omfattar en bilverkstad som har klassats som måttlig risk. I det intilliggande industriområdet som utgör en tidigare etapp i exploateringsarbetet förekommer flera riskklassade verksamheter med riskklass liten till måttlig risk samt oklassade.

WSP har under 2021 till 2023 utfört miljötekniska markundersökningar av utredningsområdet (WSP, 2023). Undersökningarna visar på en mycket varierad föroreningsbild i utredningsområdet. Flertalet platser uppvisade förhöjda halter av vissa metaller (exempelvis zink, bly och arsenik), organiska ämnen (exempelvis PAH:er) och PCB, jämfört med Naturvårdsverkets riktlinjer för känslig markanvändning<sup>1</sup>. Föroreningshalterna bedöms kunna medföra negativa långtidseffekter för människors hälsa, men i och med att nästan hela utredningsområdet ska hårdgöras så är risken liten att människor kommer i kontakt med föroreningarna. Risken att markföroreningarna påverkar grundvattnet beskrivs vidare under avsnitt 2.3. WSP bedömer att platsspecifika riktvärden för föroreningar bör tas fram i ett senare skede för att fastställa behovet av sanering.

Föroreningshalterna är generellt högst i jordskiktet närmast markytan och avtar nedåt i jordprofilen. I Figur 10 visas ungefärliga placeringar av de provtagningspunkter där någon förorening i mark har påträffats.

<sup>1</sup> Känslig markanvändning innebär exempelvis bostadsbebyggelse.



Figur 9. Potentiellt förorenade områden i och i närheten av utredningsområdet (Länsstyrelserna, 2024). Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.



Figur 10. Ungefärlig placering av provtagningspunkter för mark där en eller flera föroreningar överskrider riktvärdena för känslig markanvändning (KM) enligt miljöteknisk markundersökning (WSP, 2023). Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.

## 2.3 Hydrologi och grundvattenförekomst

Enligt den geotekniska undersökningen för Storängen etapp 4 förekommer två grundvattenmagasin i området – ett större magasin i de djupare jordlagerna och ett mindre i de ytligare fyllnadsmassorna (Geoteknologi Sverige AB, 2021). Dessa är separerade av en lerlins som begränsar flödet mellan dem, men uppmätta trycknivåer i magasinerna vid grundvattenmätningar gjorda av WSP under 2021 och 2022 tyder på att magasinerna åtminstone delvis kommunicerar, sannolikt främst genom att grundvatten tränger upp från det djupare till det grundare magasinet (WSP, 2023). Grundvattenströmningen i området sker främst i de djupare jordlagerna, med en medelgrundvattentrycknivå som i den geotekniska undersökningen uppskattas till omkring 0,5 till 2 meters djup under markytan (Geoteknologi Sverige AB, 2021). Utredningen lyfter att det djupare grundvattenmagasinet sannolikt står i förbindelse med sjön Trehörningen, områdets ytvattenrecipient (se avsnitt 2.4). Att ytvattnet ligger så grunt begränsar möjligheten att anlägga dränerande markkonstruktioner eftersom risken är att dessa påverkar grundvattennivåerna och orsakar sättningsproblem. Den geotekniska undersökningen rekommenderar därför att dränerande marköverbyggnader inte placeras på nivåer lägre än +21,3 meter ( $\pm 0,2$  meter) i större delen av området, och på nivåer lägre än +22,6 meter ( $\pm 0,2$  meter) för tomterna närmast Storängsleden (Figur 11).

Dagvattenåtgärder i utredningsområdet bör ta hänsyn till de förväntade grundvattennivåerna så att dräneringsledningarna läggs ytligare. I undantagsfall kan högre grundvattennivåer förväntas förekomma under kortare perioder i vilket fall dagvattennätet kommer att dränera bort grundvatten, men detta bedöms inte utgöra något problem för dagvattenhanteringen.

Idag är grundvattenbildningen i utredningsområdet mycket begränsad eftersom majoriteten av markytorna är asfalterade eller bebyggda, med undantag för en större yta nära Centralvägen som idag är delvis grusbeklädd, delvis vegetationsklädd, samt diverse grönytor längs utredningsområdets södra sida. Med den planerade exploateringen (se avsnitt 2.7) placeras en park på samma plats som grusplanen vid Centralvägen och liknande ytor förblir gröna längs den södra sidan. Planen förväntas inte medföra någon påtaglig förändring av grundvattenbildningen. Dagvattenanläggningar som anläggs utan tät botten möjliggör för en liten grundvattenbildning, men i första hand kommer dagvattnet att dräneras bort till ledningsnätet på samma sätt som det gör idag.

I WSP:s miljötekniska markundersökning noterades olika föroreningshalter i de två grundvattenmagasinen (WSP, 2023). Föroreningshalterna var generellt låga i både det övre och det undre magasinet. Förhöjda föroreningshalter förekom dock i varierande utsträckning i enstaka provpunkter från båda magasinerna, bland annat för metaller (exempelvis zink och nickel), tyngre alifater ( $>C16-C35$ ) och en del PAH:er (exempelvis benso(a)pyren) (Figur 12). Även PFAS-ämnen påträffades i båda magasinerna. I det djupare magasinet påträffades också klorerade kolväten i samtliga punkter, troligtvis på grund av påverkan uppströms.



Figur 11. Lägsta rekommenderade anläggningsdjup för dränerande marköverbyggnader i utredningsområdet baserat på geoteknisk utredning för Storängen etapp 4 (Geoteknologi Sverige AB, 2021).



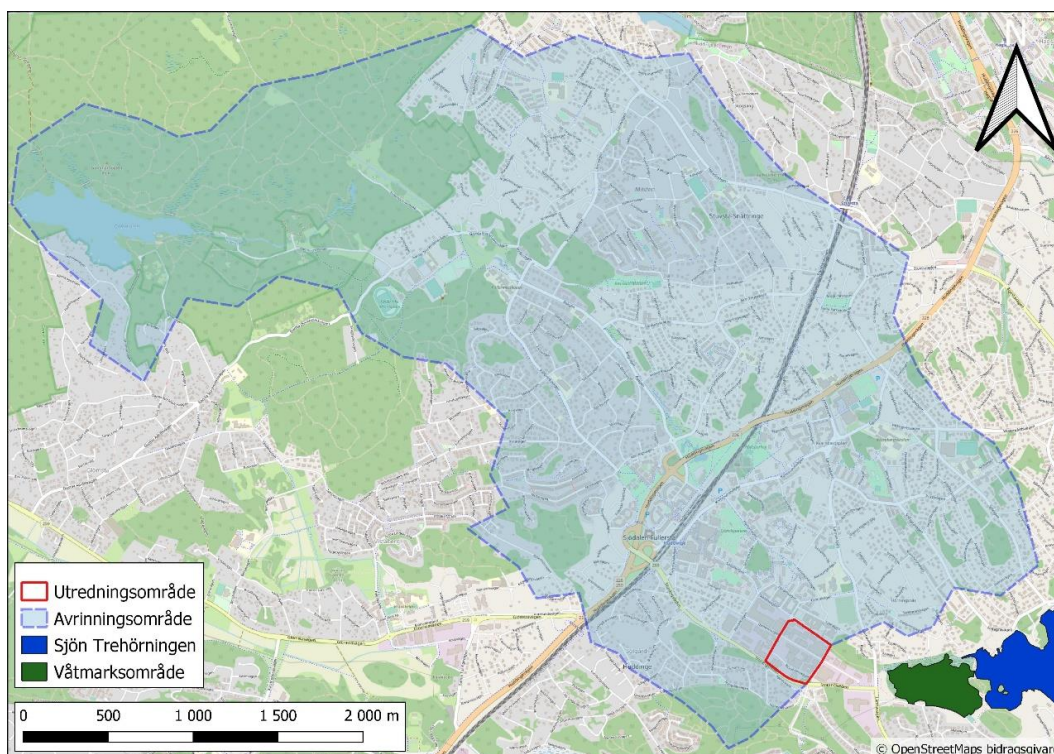
Figur 12. Ungefärlig placering av provtagningspunkter för grundvatten där en eller flera föroreningar överskrider rekommenderade jämförvärden för respektive förorening enligt miljöteknisk markundersökning (WSP, 2021). Punkterna är från en tidigare version av undersökningen eftersom motsvarande kartbild saknades i slutversionen. Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.

Det finns enligt SGU:s kartvisare inga registrerade brunnar i utredningsområdet och troligtvis inte heller nedströms i avrinningsområdet (SGU, 2020a).

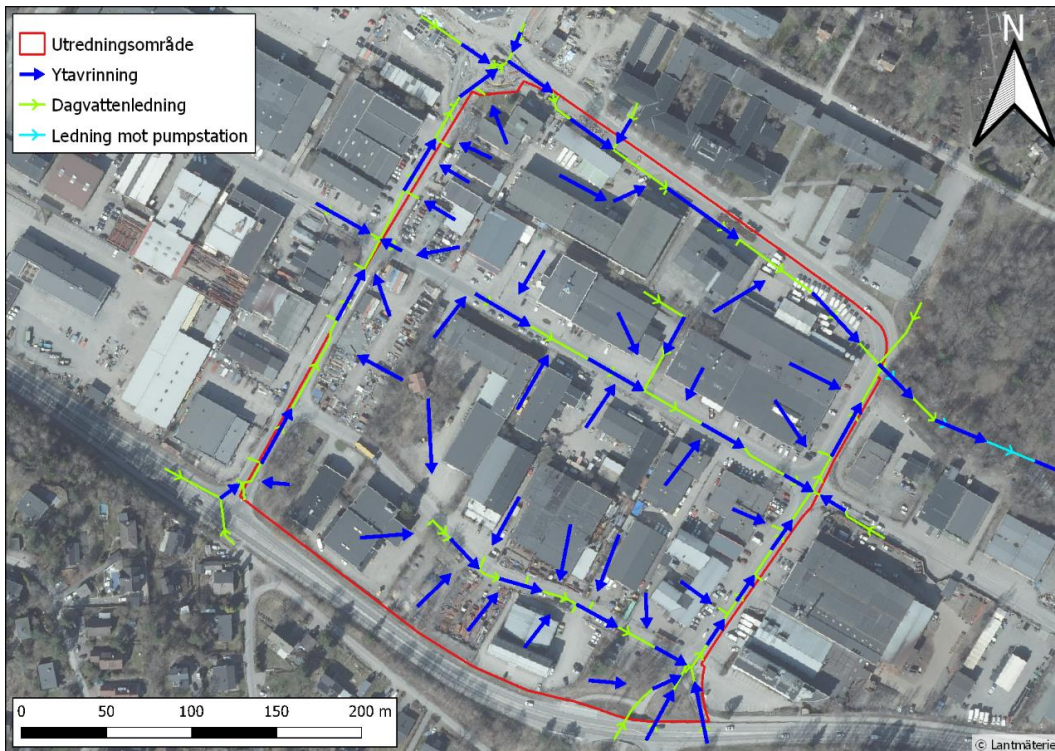
## 2.4 Avrinning och nuvarande dagvattenhantering

Utredningsområdet ligger i den nedre delen av ett jämförelsevis mycket stort avrinningsområde, Fullerstaåns avrinningsområde (Figur 13). Vatten från områdena uppströms leds i nuläget in i en större dagvattenledning som löper längs utredningsområdets nordöstra sida. Dagvattnet från utredningsområdet leds ned i dagvattenbrunnar i hela området och vidare genom ledningar mot utredningsområdets nordöstra hörn (Figur 14). Därifrån leds allt vatten vidare till Stockholm Vattens pumpstation strax öster om Lännavägen. Där lyfts Fullerstaåns vatten till en bassäng utanför pumpstationen, varifrån vattnet rinner i en kulvert som mynnar i viken innanför skärbassängen i Trehörningen (Figur 15). Det finns inga vattendelare i området. Allt vatten rinner till samma punkt, men via olika dagvattenledningar.

Det finns inga sankade områden i utredningsområdet. Däremot finns ett stort utfyllt våtmarksområde mellan Lännavägen och Trehörningen (Figur 13), vilket tidigare var en strandäng.



Figur 13. Fullerstaåns avrinningsområde baserat på topografi. Utredningsområdet ligger i den nedre delen av området, relativt nära sjön Trehörningen. Väster om Trehörningen finns ett utfyllt tidigare våtmarksområde. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.



Figur 14. Principiella avrinningsvägar inom utredningsområdet. Ytavrinning i området leds ned i befintligt dagvattennät och vidare till en anslutningspunkt i områdets nordöstra hörn, där vattnet rinner vidare i ledning till Stockholm Vatten och Avfalls pumpstation strax öster om Lännavägen och därifrån vidare till sjön Trehörningen. Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.



Figur 15. Skärbassäng vid utloppet till Trehörningen. Foto: WRS.

#### 2.4.1 Markavvattningsföretag

Tidigare omfattades en del av Storängen och utredningsområdet av markavvattningsföretaget Fullersta, Stufsta, Balingsta, Orlångsjö o Ågesta, men företaget upphävdes genom dom M598-10 och är inte längre relevant.

## 2.5 Ytvattenrecipient

Ytvattenrecipienten är sjön Trehörningen som är en del av den naturliga vattenförekomsten Tyresån-Balingsholmsån (VISS, 2021). Trehörningen har inte statusklassats, men bedöms ha problem med näringshalter och övergödning (VISS, 2023). Problematiken beror till stor del på att Trehörningen tog emot vatten från kommunens avloppsreningsverk 1951 till 1972. I dagsläget är näringshalterna fortfarande höga och inkommande dagvatten renas delvis genom en skärmbassäng i sjöns inlopp. Med tanke på Trehörningens problematik är det viktigt att närings- och föroreningsbelastningen minskas, bland annat från Storängens dagvatten.

Både Trehörningen och Tyresån omfattades av lokala åtgärdsprogram fram till 2021 (Huddinge kommun, 2015; Tyresåns Vattenvårdsförbund, 2016). Åtgärdsprogrammet har förlängts fram till 2027<sup>2</sup>. Enligt åtgärdsprogrammet för Trehörningen behövs en reduktion på upp till 650 kg fosfor/år för att uppnå en tillräckligt låg fosforhalt i sjön. Enligt åtgärdsprogrammet bedöms omvandlingen av Storängens industriområde kunna bidra med en total fosforreduktion på 20 kg/år. Fosforreducerande åtgärder i Storängen etapp 4 är därmed en viktig del i arbetet med att förbättra Trehörningens status. Trehörningen aluminiumfällades sommaren 2020 för att minska internbelastningen av fosfor i sedimenten (Huddinge kommun, 2023) och en provtagning för att följa upp fällningens resultat pågår under 2023<sup>3</sup>.

Tyresån-Balingsholmsån är en vattenförekomst med måttlig ekologisk status med hänvisning till framför allt övergödning, men statusklassningen är osäker. God kemisk status uppnås ej enligt VISS på grund av förhöjda halter av kvicksilver och bromerad difenyleter (PBDE), två så kallade ”överallt överskridande prioriterade ämnen” som bedöms förekomma i samtliga svenska vatten. Förekomsten av dessa prioriterade ämnen beror på atmosfärisk deposition och har inga sannolika påverkanskällor i området, varken i nuläget eller med framtida markanvändning. Planen riskerar därför inte att medföra ökade halter av kvicksilver eller PBDE till Trehörningen. Borträknat de överallt överskridande prioriterade ämnena bedöms den kemiska statusen vara god enligt VISS. Enligt en miljöuppföljning av Tyresån utförd 2022 så överskrider även halterna av PFOS (högfluorerade ämnen) gränsvärdena för god status i Tyresån (Tyresåns vattenvårdsförbund, 2023). Det framgår inte i uppföljningen om detta omfattar Trehörningen och det är inte fastställt vilka de huvudsakliga påverkanskällorna är.

Miljö kvalitetsnormen (MKN) för ekologisk status i Tyresån-Balingsholmsån är att god status ska uppnås till 2027, vilket bland annat kräver att påverkan från näringsämnen behöver utredas och troligtvis begränsas. Enligt klassificeringen i VISS är god kemisk status redan uppnådd, borträknat de överallt överskridande prioriterade ämnena, men sannolikt är även PFOS-halten för hög i recipienten.

---

<sup>2</sup> Mail från Kajsa Öberg, miljöstrateg på Huddinge kommun, via Lotta Berntzon, miljöplanerare på Huddinge kommun (2023-06-19).

<sup>3</sup> Mail från Kajsa Öberg, miljöstrateg på Huddinge kommun, via Lotta Berntzon, miljöplanerare på Huddinge kommun (2023-06-19).





Figur 16. Ytvattenrecipienten Trehörningen öster om utredningsområdet, samt ungefärlig placering av dagvattenledningen och pumpstationen som avleder vatten från området till recipienten. Trehörningen är en del av Tyresån-Balingsholmsåns vattenförekomst. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.

## 2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Huddinge kommun har en dagvattenstrategi vars mål är att åstadkomma en hållbar dagvattenhantering. I Huddinge är Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) VA-huvudman och kommunen har tillsammans med SVOA tagit fram en checklista för hur en dagvattenutredning ska gå till och vad den ska ta hänsyn till. Nedan listas ambitionerna och riktlinjerna som bör efterföljas vid en dagvattenutredning i Huddinge kommun.

Kommunala ambitioner:

- Uppkomsten av dagvatten ska minimeras.
- Belastningen på nedströms liggande vattenområden ska vid exploatering, så långt som möjligt, inte öka.
- Hänsyn ska tas till risker av förväntade klimatförändringar och höga flöden.
- Förorening av dagvatten ska undvikas.
- Förorenat dagvatten ska hållas åtskilt från mindre förorenat dagvatten tills rening genomförs.
- Dagvatten ska, där så är möjligt, i första hand infiltreras och i andra hand fördröjas innan det leds till recipient.
- Dagvatten ska, där så är möjligt, användas som en pedagogisk, rekreativ och estetisk resurs samt gynna den biologiska mångfalden.

- Öppna dagvattenlösningar ska, så långt det är möjligt, väljas före slutna system.
- Befintliga öppna dagvattenlösningar ska, så långt det är möjligt, bevaras.
- Befintliga slutna dagvattensystem ska, där det är möjligt, öppnas upp.
- Dagvattnet ska hanteras så att skador på byggnader och anläggningar och försämrade livsmiljöer för växter och djur undviks samt att risker för människor undviks.

Riktlinjer för bostadsområden, arbetsplatsområden (kontor) inklusive lokalgator, gång- och cykelvägar (låga-måttliga föroreningshalter):

- Uppkomsten av dagvatten bör minimeras genom att undvika att hårdgöra ytor.
- Dagvattnet bör tas om hand lokalt, inom fastigheten. Om förutsättningar saknas för infiltration bör fördröjning vid källan användas som alternativ.
- Vid byggande bör höjdsättningen beaktas så att omkringliggande ytor lutas ut från byggnaderna.
- Dagvattnet från lokalgator bör fördröjas och rinna av över eller avvattnas till grönyta.
- Vid avledning av överskottsvatten bör trög avledning väljas.
- Om behov finns att ta hand om överskottsvatten från tomtmark bör ett dagvattensystem byggas ut.
- Gång- och cykelstråk bör avvattnas till intilliggande grönytor.

Riktlinjer och råd gällande översvämningsrisker:

- Lokala klimat- och sårbarhetsanalyser bör tas fram om området ligger i ett riskområde enligt klimat- och sårbarhetsanalysen.
- Byggande i låglänta och vattennära markområden bör undvikas.
- Plats bör avsättas för exempelvis översvämningsytor, utjämningsmagasin eller dammar i punkter som kan vara kritiska vid större regn.
- Lägsta grundläggningsnivå för bebyggelse bör regleras.
- Tekniska skydd mot översvämmning, skred, ras och erosion bör övervägas.
- Buffertzoner längs vattenområden bör införas.

Utifrån Huddinge kommuns dagvattenchecklista ska VA-huvudmannens allmänna system dimensioneras enligt branschpraxis, vilket för tät bostadsbebyggelse innebär att systemen dimensioneras för 5 års återkomsttid vid fylld ledning och 20 års återkomsttid för trycklinje i marknivå (Svenskt Vatten, 2019). SVOA har dock beslutat att dagvattennät i Storängen ska dimensioneras för 10- och 30-årsregn istället för 5- och 20-årsregn då det är ett instängt område.

Enligt kommunens checklista ska dagvattenåtgärder i utredningsområdet dimensioneras så att flödet vid 10-årsregn efter exploatering inte ska öka jämfört med flödet vid ett 10-årsregn före exploatering (Huddinge kommun, 2023). Beställaren har samtidigt ställt krav på att hanteringen ska hålla samma mått som Stockholms åtgärdsnivå. Det innebär att avrinningen från 20 mm regn ska fördröjas och renas lokalt i området vid varje regntillfälle (Stockholm Vatten och Avfall, 2022). Fördröjningsåtgärder för dagvatten ska alltså klara att fördröja ett framtida 10-årsregn ned till flödet vid ett 10-årsregn idag och samtidigt klara av att magasinera 20 mm.

Utöver kraven gäller även att dagvattenhanteringen ska verka för att möta gällande miljökvalitetsnormer och bidra till att så långt som det är rimligt begränsa föroreningsbelastningen på recipienten (Huddinge kommun, 2023).

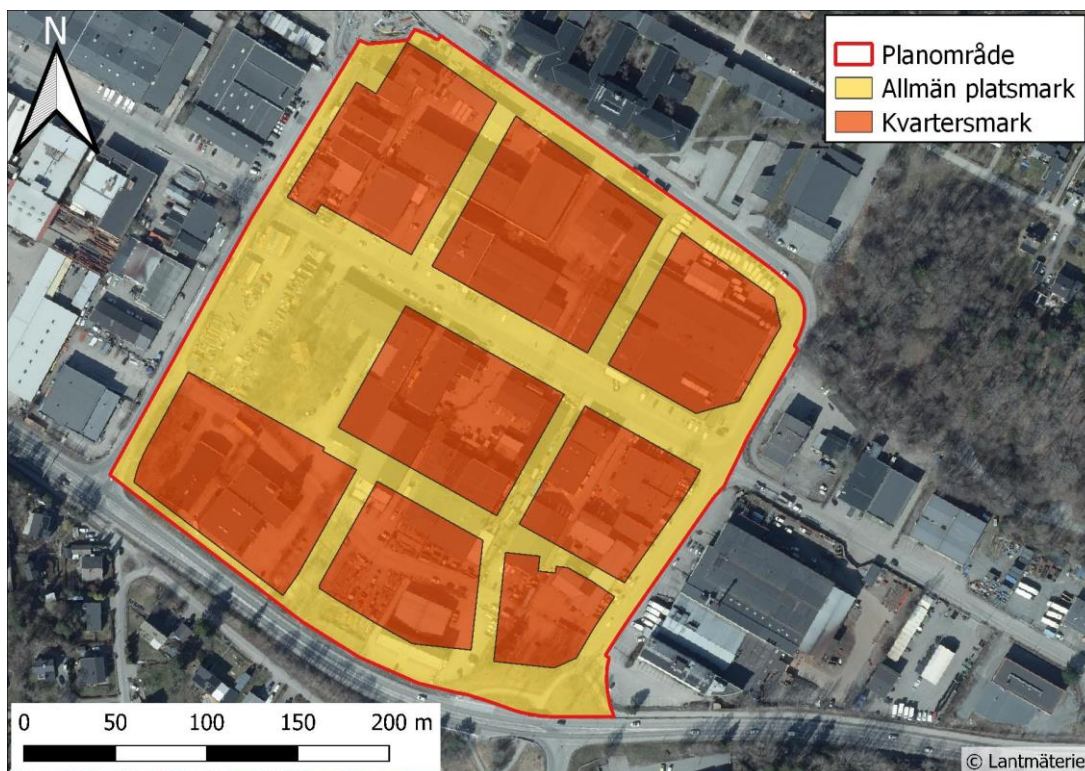
## 2.7 Planerad exploatering

Storängen etapp 4 planeras som bostadsområde med bland annat åtta kvarter med flerfamiljshus och innergårdar på bjälklag, en park och två förskolor (Figur 17). Dalhemsvägen som löper österut från parken mellan kvarter 2, 3, 4 och 5 planeras som en blå-grön gata, med stora nedsänkta växtstråk i gatan. Dalhemsvägen ska fungera som både fördröjningsyta för dagvatten och som viktig avrinningsväg för skyfallsflöden. De mindre lokalgatorna mellan kvartererna kallas ”hemmagator” och planeras ha någon form av mindre gröna stråk med träd. Den exakta utformningen på kvarter och gator är inte bestämd ännu, så vissa detaljer kan komma att justeras. Beräkningar i denna dagvattenutredning utgår ifrån den utformning som visas i Figur 17. Sjödalsvägen omfattas av en tidigare dagvattenutredning och dagvatten från gatan föreslås där ledas till träd i skelettjord längs gatan (COWI, 2021). I Sjödalsvägen planeras även en dagvattenränna som ska transportera vatten från uppströms liggande områden förbi utredningsområdet. Fördelningen mellan allmän platsmark och kvartersmark i utredningsområdet syns i Figur 18.

Tidigare etapper i Storängen ligger väster och norr om etapp 4 och omfattas av andra dagvattenutredningar. Utbyggnad av bostäder i Storängen planeras även inom en femte etapp, som ligger sydöst om etapp 4, precis väster om Lännavägen. Arbetet med etapp 5 har ännu inte startat och det är ännu inte bestämt när det kan påbörjas.



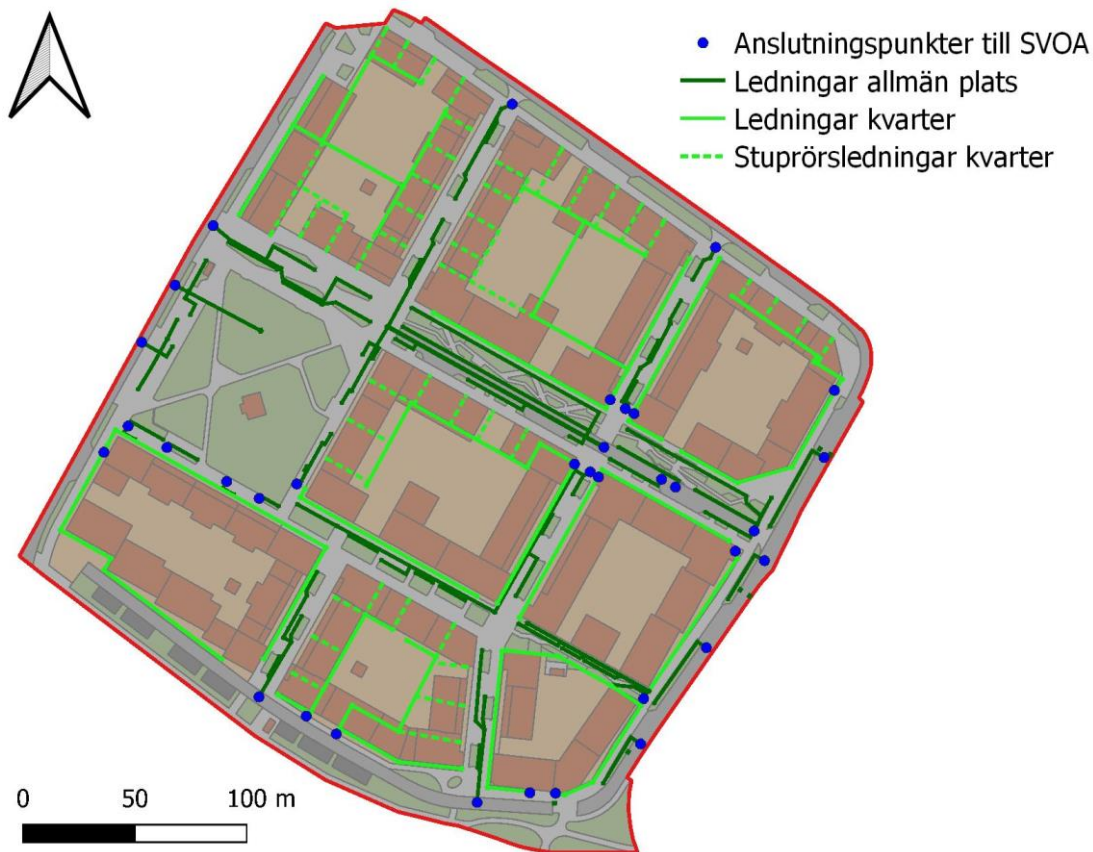
Figur 17. Planerad markanvändning efter exploatering med bland annat en park, lokalgator och åtta kvarter, varav två kommer att ha förskolor. Ortofoto © Lantmäteriet, u.å.



Figur 18. Fördelning mellan kvartersmark och allmän platsmark i utredningsområdet. Ortofoto © Lantmäteriet, u.å.

### 2.7.1 Planerat ledningsnät i utredningsområdet

Utredningsområdets höjdnivåer i relation till den omkringliggande marken och sjön Trehörningen innebär en del utmaningar. För att exploateringen inte ska riskera att medföra risk för skyfallsrelaterade översvämningar uppströms så behöver den allmänna platsmarken ha en låg marknivå (skyfallsrisker beskrivs vidare i avsnitt 3.4), men detta innebär svårighet för placeringen av ett kommunalt dagvattenledningsnät som ska kunna ansluta till SVOA:s anslutningspunkter för dagvatten i området. Arbetet med att ta fram ett ledningsnät i utredningsområdet görs av AFRY och pågår parallellt med denna utredning. Utformningen på ledningsnätet som det såg ut i arbetsmaterial från 2023-07-31 syns i Figur 19. För kvarter 1, 2, 3, 4 och 7 når dagvattennätet inte alla fasader, så ledningar behöver på dessa platser dras från fasadernas stuprör genom byggnaderna till dagvattennätet. Med dessa lösningar kan dagvatten från hela utredningsområdet ledas till det kommunala ledningsnätet och vidare till SVOA:s anslutningspunkter.

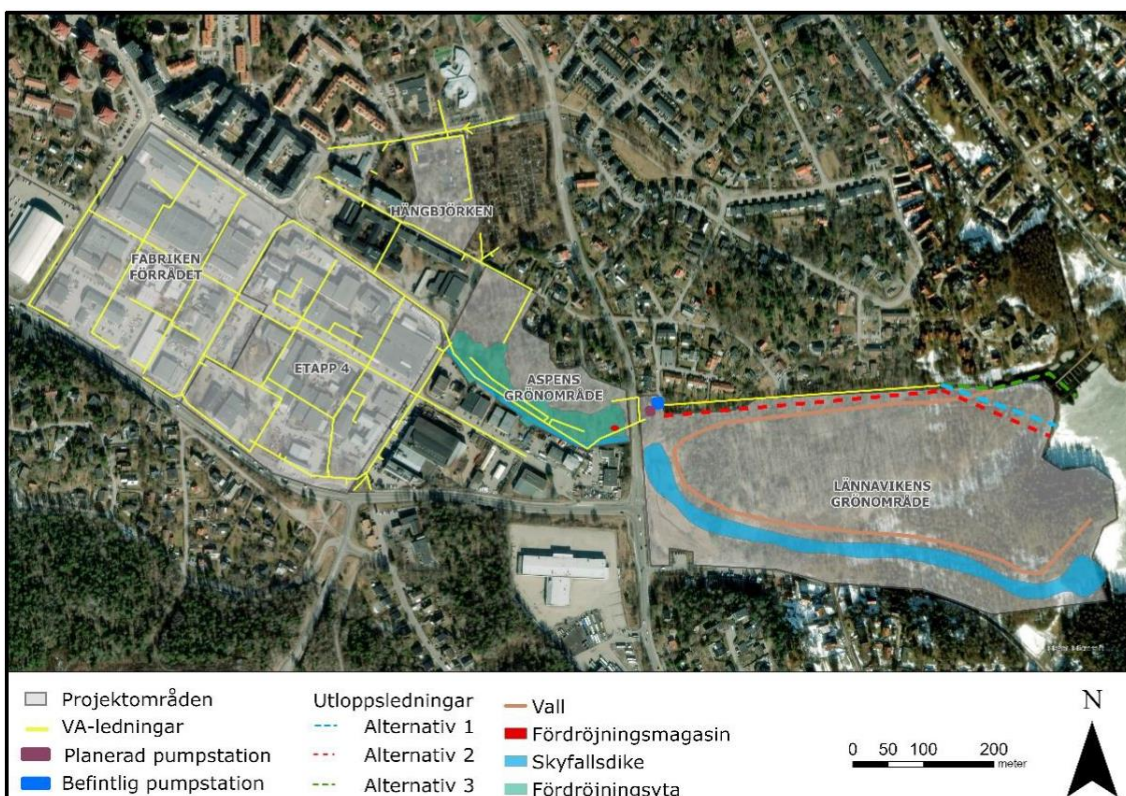


Figur 19. Planerat kommunalt ledningsnät för dagvatten i utredningsområdet, samt anslutningspunkter till Stockholm Vatten och Avfalls dagvattennät enligt projekteringsunderlag (arbetshandling) hämtat 2023-07-31. Vissa ledningar från stuprör till dagvattennätet går igenom byggnaderna.

## 2.7.2 Vattenverksamhet inom Storängen

I samband med omvandlingen av Storängens industriområde behöver kapaciteten i dagvattensystemet utökas och åtgärder för att säkerställa skyfallshanteringen måste utföras. Åtgärderna innefattar omläggning av VA-ledningar (alla detaljplaner inom Storängen), ny pumpstation, fördröjningsyta (detaljplan Aspen), underjordiskt dagvattenmagasin (detaljplan Aspen), skyfallsdike och våtmark för rening av dagvatten inom Lännavikens våtmarksområde (Figur 20).

Åtgärderna utgör vattenverksamhet på grund av bortledande av grundvatten, grävning i vattenområde och anläggande av våtmark. Huddinge kommun och Stockholm Vatten AB avser därför att genomföra en samlad tillståndsprövning för vattenverksamhet för samtliga åtgärder. Samråd för vattenverksamheten planeras att genomföras under hösten 2023 (AFRY, 2023).



Figur 20. Förslag på placering av nya ledningar samt de fem olika delområdena inom vilka åtgärder planeras; Fabriken/Förrådet, Etapp 4, Hängbjörken, Lännavikens grönområde och Aspens grönområde. I översiktskartan finns även planerade VA-ledningar, skyfallsdike, pumpstationen och fördröjningsmagasinet markerade. Källa karta: AFRY (2023).

### 3 Flödes- och föroreningsberäkningar

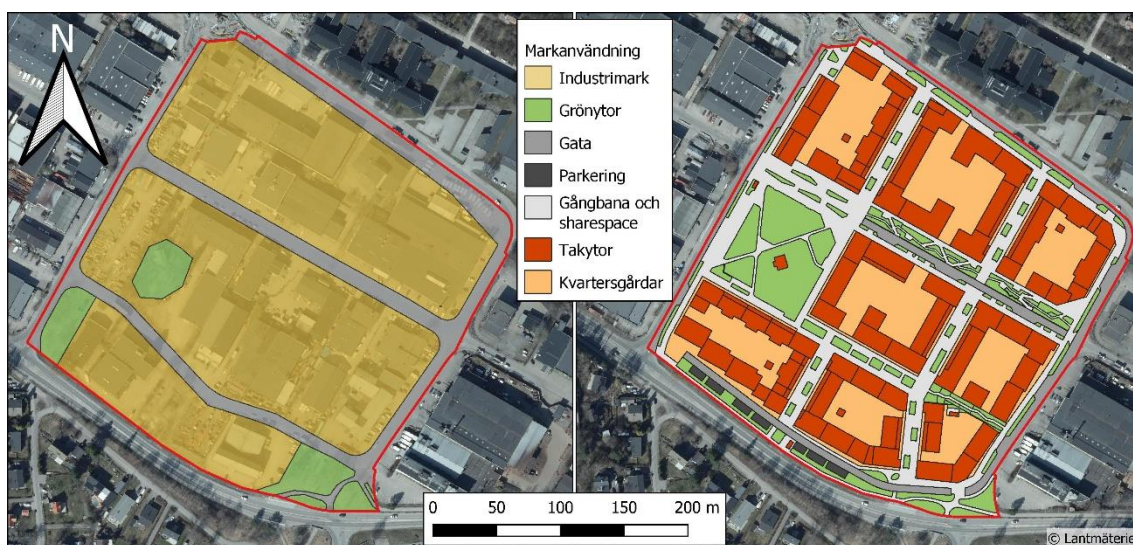
Avrinningen från utredningsområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019) för dimensionerande 10- och 30-årsregn enligt SVOA:s beslut. Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (Stormtac, 2021a). Beräkning av magasinbehov för att klara av att fördröja och rena tillräckligt mycket vatten har gjorts utifrån kravet att flödet vid ett 30-årsregn inte ska öka efter exploatering, samt kravet att 20 mm regn ska fördröjas och renas.

#### 3.1 Markanvändning

I nuläget består området av industrimark (takytor, grusplaner, asfaltytor med mera), gator och mindre grönytor. Enligt planerad exploatering kommer framtida markanvändning att bestå av bostadskvarter, gångbanor, torg och så kallade ”shared space-tytor”, asfalterade gator och parkeringar, samt en park och övriga grönytor (Figur 21 och Tabell 1). Bostadskvarteren består av takytor, stensatt förgårdsmark<sup>4</sup> och innergårdar som har antagits utgöras av en kombination av lika delar stensatta ytor, grusytor och gräsytor. Gångbanor, torgytor och share space har antagits vara stensatta ytor.

<sup>4</sup> Förgårdsmarken kommer även att bestå av planteringsytor, men utsträckningen av dessa är inte känd i nuläget så hela förgårdsmarken antags vara stensatt för att inte underskatta avrinningen.

Trots att markanvändningen ändras drastiskt efter exploatering så förväntas utredningsområdets hårdgöringsgrad förbli i princip densamma som i nuläget med en avrinningskoefficient ( $\phi$ ) på 0,6. Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner och är indirekt ett mått på hur hårdgjort ett område är. En högre avrinningskoefficient innebär mer hårdgjorda ytor och därmed en större andel avrinnande nederbörd. Exempelvis har tak avrinningskoefficienten vanligen 0,9 och grönytor 0,1. Den reducerade arean är ett mått på den faktiska hårdgjorda ytan och fås genom att multiplicera area med avrinningskoefficienten. Avrinningskoefficienterna är hämtade från tabell 4.8 och 4.9 i P110 (Svenskt Vatten, 2019). För industrimarken har antagits en koefficient på 0,6 vilket är högre än motsvarande koefficient i P110, eftersom andelen hårdgjorda ytor bedöms vara relativt hög. För kvarterens innergårdar har en uppskattad avrinningskoefficient på 0,3 antagits som en sammanvägning av koefficienterna för stensatta ytor, grusytor och gräsytor.



Figur 21. Befintlig markanvändning (till vänster) och planerad markanvändning efter exploatering (till höger). Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area i nuläget samt efter exploatering för hela utredningsområdet, uppdelat per kvarter och allmän platsmark, samt uppdelat per markanvändning.

Markanvändning	Area [m <sup>2</sup> ]	Φ [-]	Reducerad area [m <sup>2</sup> ]
<b>SUMMA NULÄGE</b>	<b>87 000</b>	<b>0,6</b>	<b>52 000</b>
Industrimark	67 000	0,6	4 000
Gator	14 000	0,8	1 100
Grönytor	5 200	0,1	520
<b>SUMMA EFTER EXPLOATERING</b>	<b>87 000</b>	<b>0,6</b>	<b>52 000</b>
<b>Kvarter 1</b>	<b>6 900</b>	<b>0,63</b>	<b>4 400</b>
Takytor	3 600	0,9	3 300
Innergård	3 000	0,3*	900
Förgårdsmark	320	0,7**	220
<b>Kvarter 2</b>	<b>8 700</b>	<b>0,64</b>	<b>5 500</b>
Takytor	4 800	0,9	4 300
Innergård	3 700	0,3*	1 100
Förgårdsmark	290	0,7**	200
<b>Kvarter 3</b>	<b>5 500</b>	<b>0,67</b>	<b>3 700</b>
Takytor	3 200	0,9	2 900
Innergård	2 100	0,3*	620
Förgårdsmark	190	0,7**	130
<b>Kvarter 4</b>	<b>7 600</b>	<b>0,64</b>	<b>4 800</b>
Takytor	4 000	0,9	3 600
Innergård	3 100	0,3*	940
Förgårdsmark	450	0,7**	320
<b>Kvarter 5</b>	<b>5 200</b>	<b>0,68</b>	<b>3 500</b>
Takytor	3 000	0,9	2 700
Innergård	1 800	0,3*	530
Förgårdsmark	370	0,7**	260
<b>Kvarter 6</b>	<b>7 900</b>	<b>0,69</b>	<b>5 400</b>
Takytor	3 700	0,9	3 300
Innergård	2 000	0,3*	610
Förgårdsmark	1 100	0,7**	750
Gator och parkeringar	890	0,8	710
Grönytor	220	0,1	220
<b>Kvarter 7</b>	<b>5 300</b>	<b>0,70</b>	<b>3 700</b>
Takytor	3 200	0,9	2 900
Innergård	1 700	0,3*	500
Förgårdsmark	410	0,7**	280
<b>Kvarter 8</b>	<b>2 800</b>	<b>0,67</b>	<b>1 900</b>
Takytor	1 600	0,9	1 500
Innergård	1 000	0,3*	310
Förgårdsmark	160	0,7**	110
<b>Allmän platsmark</b>	<b>37 000</b>	<b>0,52</b>	<b>19 000</b>
Takytor	150	0,9	130
Gångbanor, torg och share-spaces	19 000	0,7**	13 000
Gator och parkeringar	6 100	0,8	4 900
Grönytor	12 000	0,1	1 200

\*För innergårdarna har antagits en kombination av gräsytor, grus och stensatta ytor.

\*\*För förgårdsmarken samt gångbanor, torg och share-spaces har antagits stensatta ytor.



## 3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande flöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Rationella metoden är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området.

### Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde

$Q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid ( $T$ ) och dimensionerande varaktighet ( $t_r$ )

$k_f$  = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Areor ( $A$ ) och avrinningskoefficienter ( $\varphi$ ) har använts enligt Tabell 1. Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som i sin tur beror på den längsta rinnsträckan och vattenhastigheten. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet. För mindre områden sätts den dimensionerande varaktigheten till minst 10 minuter, enligt P110 (Svenskt Vatten, 2019).

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden ( $T$ ), som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 10 och 30 års återkomsttid enligt riktlinjer från Huddinge kommun och SVOA (se avsnitt 2.6).

Slutligen används en klimatfaktor ( $k_f$ ) i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I P110 rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme (Svenskt Vatten, 2019). Parametrarna som använts för att beräkna dimensionerande flöden visas i Tabell 2.

Tabell 2. Indata för beräkning av dimensionerande flöden i utredningsområdet.

Parameter	Nuläge	Efter exploatering
Återkomsttid för regn vid fylld ledning [år]	10	10
Återkomsttid för trycklinje i marknivå [år]	30	30
Rinntid och dimensionerande varaktighet [min]*	10	10
Klimatfaktor [-]	1 och 1,25	1 och 1,25
Dim. regnintensitet vid 10-årsregn [l/s, ha]	230	330
Dim. regnintensitet vid 30-årsregn [l/s, ha]	290	410

\* Varaktigheten sätts till minst 10 minuter enligt rekommendation i P110.

I Tabell 3 redovisas resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning, för 10- och 30-årsregn med och utan klimatfaktor. Det dimensionerande dagvattenflödet för hela utredningsområdet vid ett 10-årsregn förväntas öka från 1 200 l/s till 1 500 l/s. För ett dimensionerande 30-årsregn förväntas flödet öka från 1700 l/s till 2100 l/s. Eftersom hårdgörningsgraden förblir i stort sett oförändrad efter exploatering så beror det ökade flödet nästan uteslutande på klimatfaktorn.

Tabell 3. Dimensionerande 10- och 30-årsflöden med klimatfaktor 1 och 1,25 för utredningsområdet som helhet, samt uppdelat per kvarter och allmän platsmark efter exploatering, utan dagvattenåtgärder.

Område	Dim. 10-årsflöde kf = 1 [l/s]	Dim. 10-årsflöde kf = 1,25 [l/s]	Dim. 30-årsflöde kf = 1 [l/s]	Dim. 30-årsflöde kf = 1,25 [l/s]
<b>SUMMA NULÄGE</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>	<b>1700</b>	<b>2100</b>
<b>SUMMA EFTER EXPLOATERING, UTAN ÅTGÄRDER</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>	<b>1700</b>	<b>2100</b>
Kvarter 1	100	120	140	180
Kvarter 2	130	160	180	230
Kvarter 3	84	100	120	150
Kvarter 4	110	140	160	200
Kvarter 5	80	100	115	140
Kvarter 6	120	150	180	220
Kvarter 7	84	100	120	150
Kvarter 8	43	54	62	78
Allmän platsmark	440	550	630	790

### 3.3 Magasinsbehov

Två olika krav har ställts på magasinering av dagvatten. Dels ska flödet inte öka jämfört med nuläget vid ett framtida dimensionerande 10-årsregn, dels ska 20 mm regn fördröjas och renas vid varje regntillfälle. För att tillgodose dessa två krav har magasinsbehov beräknats med båda metoderna och sedan jämförts, varpå den största erforderade magasinsvolymen har använts vid dimensionering av dagvattenåtgärder för utredningsområdet.

Att fördröja 20 mm regn i lokala dagvattenanläggningar bedöms möjliggöra fördröjning och rening av cirka 90 % av årsnederbörden i Stockholm (Stockholms Stad, 2016). Behovet av fördröjningsvolym har beräknats enligt Ekvation 2.

**Ekvation 2. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym med millimeterkrav**

$V = \text{erforderlig fördröjningsvolym [m}^3\text{]}$

$d_r = \text{regnvolymsom ska hanteras inom kvarteret [m]}$

$A = \text{avrinningsområdets area [m}^2\text{]}$

$\varphi = \text{markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]}$

$$V = d_r \cdot \varphi \cdot A$$

För att flödet inte ska öka vid ett dimensionerande 10-årsregn krävs att ett flöde på 1 500 l/s fördröjs ned till 1 200 l/s, sett till hela utredningsområdet. Magasinsbehovet utifrån detta krav beräknas utifrån Ekvation 3, som baseras på ekvation 9.1 i P110 (Svenskt Vatten, 2019).

**Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym med krav att flöde ej får öka** $V = \text{specifik magasinvolym (m}^3/\text{ha}_{\text{red}})$  $i_{\text{regn}} = \text{regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)}$  $t_{\text{regn}} = \text{regnvaraktighet (min)}$  $t_{\text{rinn}} = \text{rinntid (min)}$  $K = \text{specifik avtappning (l/s, ha}_{\text{red}})$  $C = \text{koefficient för ej konstant tappflöde (0,67)}$ 

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

I båda beräkningsfallen användes indata från Tabell 1 till Tabell 3 och magasinbehovet beräknades för varje kvarter och för allmän platsmark separat. I Ekvation 3 används specifik avtappning, vilket är det maximala tillåtna flödet ut från området, det vill säga 10-årsflödet för nuläget. Koefficienten C tar hänsyn till att avtappning inte sker konstant under regnförloppet.

För att fördröja 20 mm regn krävs totalt cirka 1000 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym uppdelad på kvartersmark och allmän platsmark, medan kravet att flödet inte får öka vid ett dimensionerande 10-årsregn resulterar i en total magasinvolym på cirka 200 m<sup>3</sup> (Tabell 4). Kravet att magasinera 20 mm regn kräver alltså mer än fem gånger så stor volym som att fördröja ett 10-årsregn. Detta innebär att båda kraven tillgodoses om 20 mm regn kan magasineras i lokala dagvattenåtgärder och ingen vidare fördröjning behövs i så fall.

Om tillräcklig magasinering av kvartersdagvatten inte kan säkras inom kvarteren behöver fördröjningen på allmän platsmark även täcka upp fördröjningsbehovet från kvartersmarken.

Tabell 4. Erforderlig magasinvolym för respektive kvarter, allmän platsmark samt för hela utredningsområdet, för att fördröja 20 mm regn och för att flödet inte ska öka vid ett dimensionerande 10-årsregn.

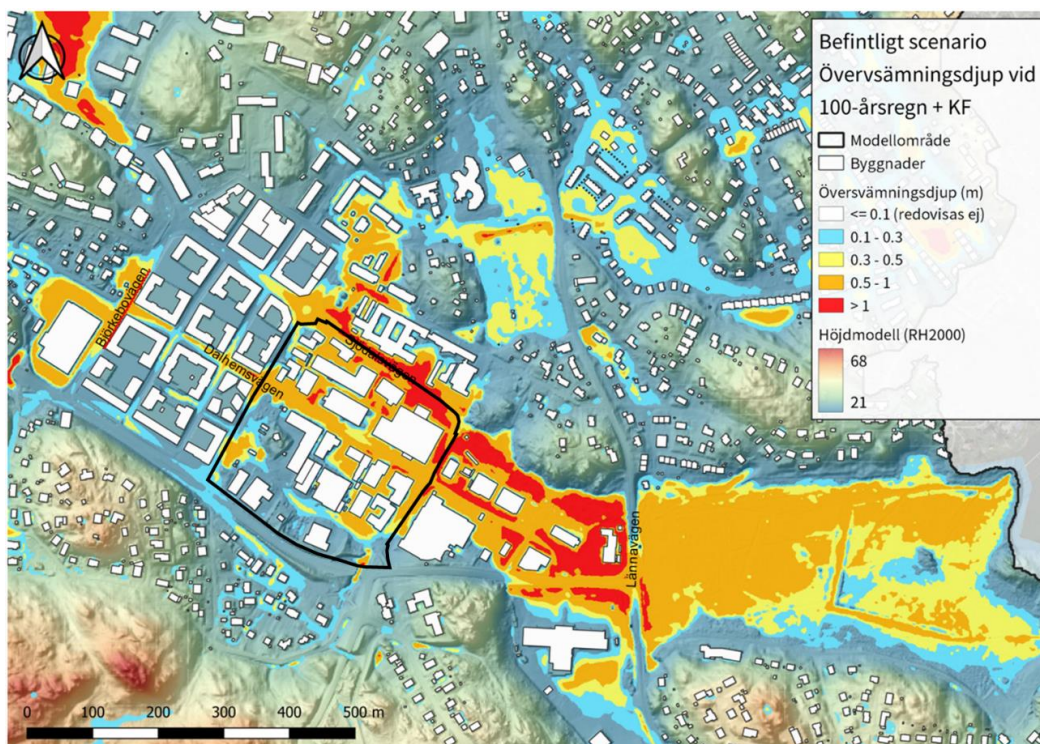
Område	Magasinsvolym 20 mm regn [m <sup>3</sup> ]	Magasinsvolym fördröjning av 10-årsflöde [m <sup>3</sup> ]
<b>TOTALT</b>	<b>1050</b>	<b>200</b>
Kvarter 1	87	17
Kvarter 2	110	21
Kvarter 3	73	14
Kvarter 4	97	18
Kvarter 5	70	13
Kvarter 6	110	21
Kvarter 7	73	14
Kvarter 8	38	7
Allmän platsmark	390	73

### 3.4 Skyfall och översvämningsrisk

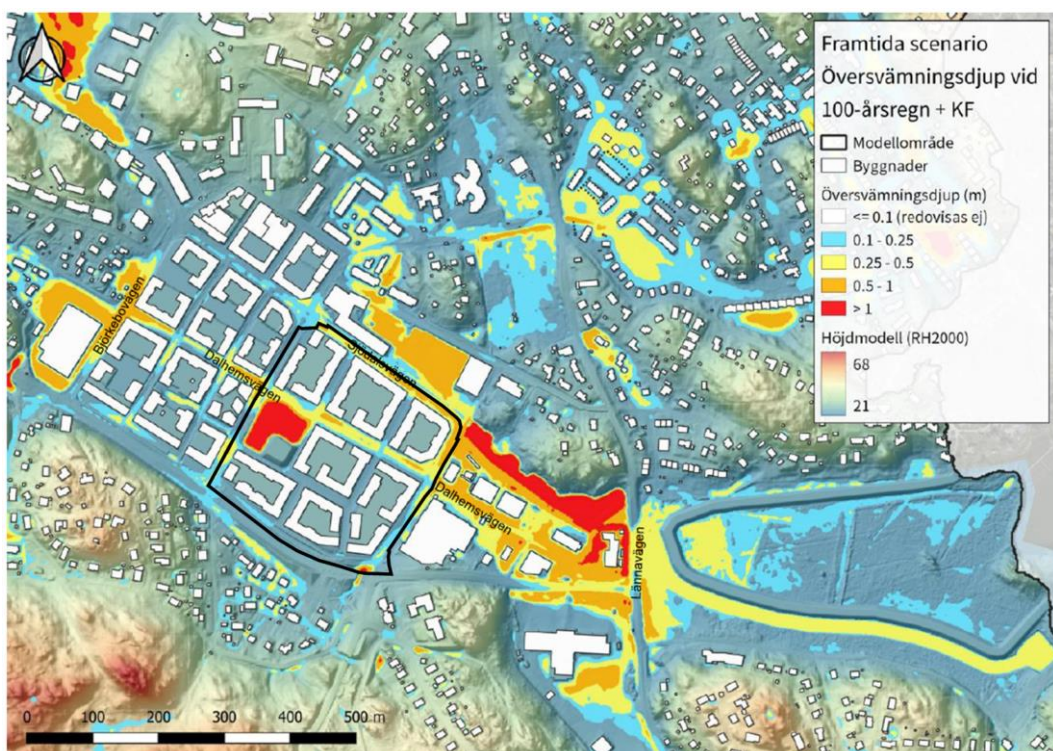
Ramboll och Sweco har i en skyfallsutredning undersökt risken för översvämnning till följd av skyfall (Ramboll och Sweco, 2024). Skyfallsutredningen bygger på en kopplad markavrinnings- och ledningsnätsmodell framtagen i programmet MikeFlood och modellerar konsekvenserna av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 vid befintlig och framtida exploatering.

Med befintlig markanvändning riskeras påtaglig översvämnning i norra och östra delen av Storängen etapp 4, samt norr och öster om området (Figur 22). Med den planerade

exploateringen förändras översvämningssituationen och Ramboll och Sweco har tagit fram flera åtgärdsförslag för att motverka risken för olägenheter till följd av översvämningar. För Storängen etapp 4 omfattar åtgärderna en översvämningssyta i Hantverksparken och en skyfallsled i Dalhemsvägen med syfte att kanalisera och avleda skyfallsflöden genom området på ett koncentrerat och säkert sätt. Med planerad exploatering och de föreslagna åtgärderna riskeras påtaglig översvämning av parken och stråket i Dalhemsvägen, men i övrigt undviks stora mängder stående vatten i utredningsområdet (Figur 23). Risken för påverkad framkomlighet, skador på byggnader och infrastruktur samt människors säkerhet bedöms vara väldigt liten.



Figur 22. Beräknat maximalt vattendjup inom Storängen med befintlig markanvändning, vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Figur från Ramboll och Swecos skyfallsutredning (Ramboll och Sweco, 2024) med utredningsområdets gräns tillagt i svart.



Figur 23. Beräknat maximalt vattendjup inom Storängen med planerad exploatering, vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Figur från Ramboll och Swecos skyfallsutredning (Ramboll och Sweco, 2024) med utredningsområdets gräns tillagt i svart.

### 3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (Stormtac, 2023). Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar. Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 674 mm använts (SMHI, 2003, 2023). För kategorisering av markanvändningsslag har nuvarande markanvändning bedömts motsvara kategorierna *industriområde - mer förorenat*, *väg* och *blandat grönområde*. *Industriområde - mer förorenat* valdes istället för kategorin *industriområde* eftersom det utifrån Stormtac-guidens beskrivningar (Stormtac, 2021b) stämmer bättre överens med hårdgörningsgraden i området. För markanvändning efter exploatering valdes kategorierna *takyta* och *gårdsyta inom kvarter* för bostadskvarteren, *väg* för lokalgatorna, *parkmark* för parken och de övriga grönytor, *parkeringsytorna* för parkeringsytorna, samt *torg* för övriga ytor inom allmän platsmark (torgytorna och ”shared space”-ytorna). I dagsläget har Centralvägen en årsdygnstrafik (ÅDT) på 2200 fordon per dygn (Trivektor, 2021). Enligt Trivektors preliminära trafikutredning för Storängen etapp 4 förväntas en ÅDT på ca 1800 fordon per dygn inom hela utredningsområdet. För föroreningsberäkningarna har antagits en ÅDT på 1800 fordon per dygn för samtliga lokalgator i området, både före och efter exploatering.

Föroreningshalter och föroreningsbelastning från området beräknades för kväve och fosfor, sex vanligt förekommande tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material och redovisas i Tabell 5 respektive

Tabell 6. Resultaten visas som intervall med högsta och lägsta värde för respektive förorening, beräknat utifrån medelhalt eller medelbelastning  $\pm$  osäkerheten. Osäkerheten beräknas av Stormtac och väger samman osäkerheter i indata och modellberäkningar, baserat på tidigare litteraturstudier och studier av Stormtacs databas (Stormtac, 2021b).

Tabell 5. Föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering (utan åtgärder). Värdena presenteras som ett intervall mellan lägsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar. Grönmarkerade rader är ämnen som beräknas minska efter exploatering utan åtgärder medan ökning eller minskning inte kan fastställas för gulmarkerade rader.

Ämne	Innan exploatering		Efter exploatering utan åtgärder		Förändring (%)		
	Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P	[ $\mu\text{g/l}$ ]	200	440	81	180	-82 till -11
Kväve	N	[ $\mu\text{g/l}$ ]	1400	2800	970	2000	-66 till 47
Bly	Pb	[ $\mu\text{g/l}$ ]	22	48	1,8	4	-96 till -82
Koppar	Cu	[ $\mu\text{g/l}$ ]	37	81	7,7	16	-90 till -56
Zink	Zn	[ $\mu\text{g/l}$ ]	190	390	17	37	-96 till -81
Kadmium	Cd	[ $\mu\text{g/l}$ ]	0,95	2,1	0,27	0,59	-87 till -38
Krom	Cr	[ $\mu\text{g/l}$ ]	8,3	18	2,3	5,1	-87 till -39
Nickel	Ni	[ $\mu\text{g/l}$ ]	11	23	2,1	4,7	-91 till -57
Suspenderat material	SS	[ $\mu\text{g/l}$ ]	110 000	230 000	16 000	34 000	-93 till -68

Tabell 6. Föroreningsbelastning ( $\text{g/år}$  och  $\text{kg/år}$ ) för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering (utan åtgärder). Värdena presenteras som ett intervall mellan lägsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar. Grönmarkerade rader är ämnen som beräknas minska efter exploatering utan åtgärder medan ökning eller minskning inte kan fastställas för gulmarkerade rader.

Ämne	Innan exploatering		Efter exploatering utan åtgärder		Förändring (%)		
	Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P	[ $\text{kg/år}$ ]	9	17	3,7	6,9	-78 till -23
Kväve	N	[ $\text{kg/år}$ ]	61	110	43	77	-61 till 26
Bly	Pb	[ $\text{g/år}$ ]	960	1 800	85	160	-95 till -84
Koppar	Cu	[ $\text{g/år}$ ]	1 700	3 100	340	620	-89 till -63
Zink	Zn	[ $\text{g/år}$ ]	8 500	16 000	770	1 400	-95 till -83
Kadmium	Cd	[ $\text{g/år}$ ]	41	79	12	22	-85 till -45
Krom	Cr	[ $\text{g/år}$ ]	360	680	100	200	-85 till -46
Nickel	Ni	[ $\text{g/år}$ ]	490	890	99	180	-89 till -63
Suspenderat material	SS	[ $\text{kg/år}$ ]	4 800	9 000	690	1 300	-92 till -73

Stormtac visar att belastningen från utredningsområdet minskar för samtliga föroreningsämnen utom kväve. För kväve tyder beräkningarna också på en minskning, men osäkerheten är för stor för att en minskning ska kunna fastställas. Att föroreningsbelastningen beräknas minska beror på att markanvändningen ändras från framför allt industrimark med hög föroreningsgrad till bostadsbebyggelse med betydligt lägre föroreningsgrad. Samtidigt bör det noteras att möjligheten finns att förbättra föroreningsgraden ytterligare genom effektiva lokala dagvattenåtgärder, vilket är viktigt med tanke på recipienten Trehörningens känsliga status. De dagvattenåtgärder som presenteras i avsnitt 4 syftar delvis till att förbättra föroreningsgraden.

Med tanke på den tänkta markanvändningen efter exploatering i utredningsområdet så är risken liten för att större föroreningsolyckor skulle kunna förekomma. Storängsleden som löper längs med området är en prioriterad framfartsled för farligt gods, vilket innebär att en föroreningsolycka skulle kunna hända på vägen. Dagvatten från Storängsleden rinner inte in i själva utredningsområdet, men en del av sträckan leds troligtvis till samma dagvattennät som utredningsområdet i dagsläget.

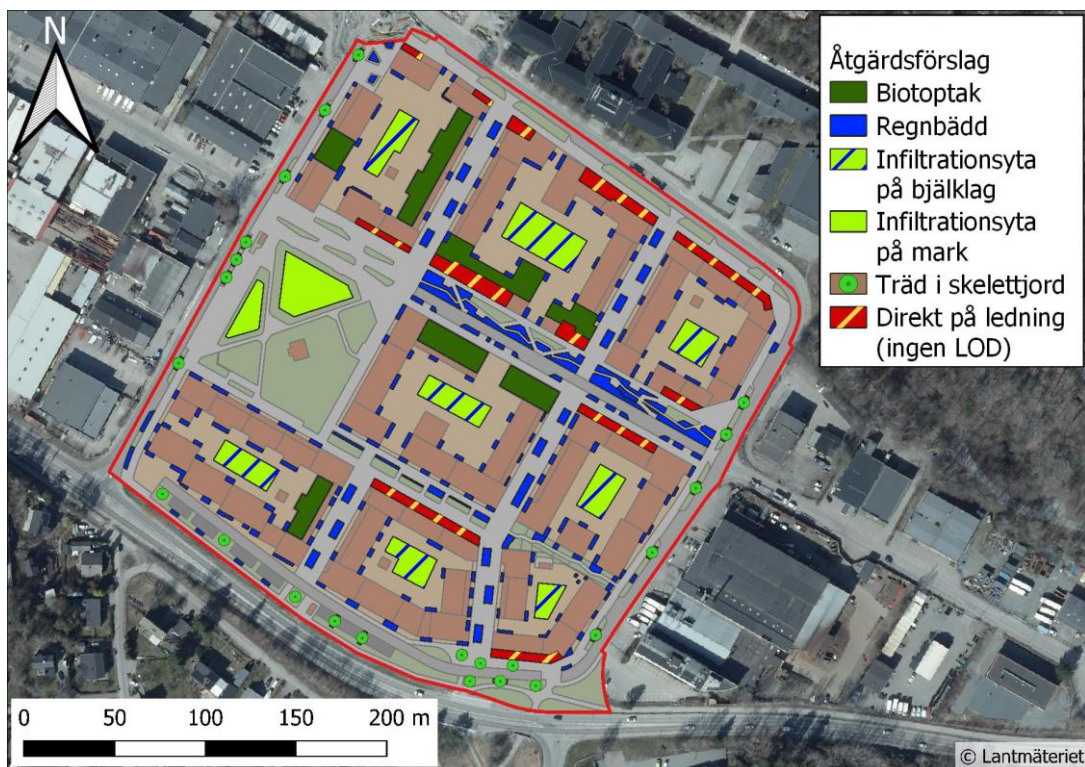
## 4 Förslag på dagvattenhantering

För att möta kraven på fördröjning och rening föreslås att dagvatten hanteras med lokala fördröjningsåtgärder på kvartersmark respektive allmän platsmark (Figur 24). Varje kvarters dagvatten föreslås fördröjas lokalt inom kvarteret i en kombination av tjocka gröna tak (även kallade biotoptak eller intensiva gröna tak), regnbäddar och nedsänkta gräsytor på jord med hög infiltrationskapacitet. Utformningen varierar lite från kvarter till kvarter eftersom behoven och begränsningarna är olika för olika kvarter. Dagvattnet från utredningsområdet rinner ner i de lokala dagvattenanläggningarna och leds sedan vidare till SVOA:s anslutningspunkter (Figur 25). Vissa delar inom kvarter 1, 2, 3, 5, 7 och 8 saknar förgårdsmark och de takytor som där lutar ut mot gata behöver ledas direkt till ledning, varför dessa ytor inte kan hanteras med LOD-åtgärder. För dessa kvarter har de föreslagna åtgärderna på innergård dimensionerats upp för att kompensera för avsaknaden av fördröjning på tak.

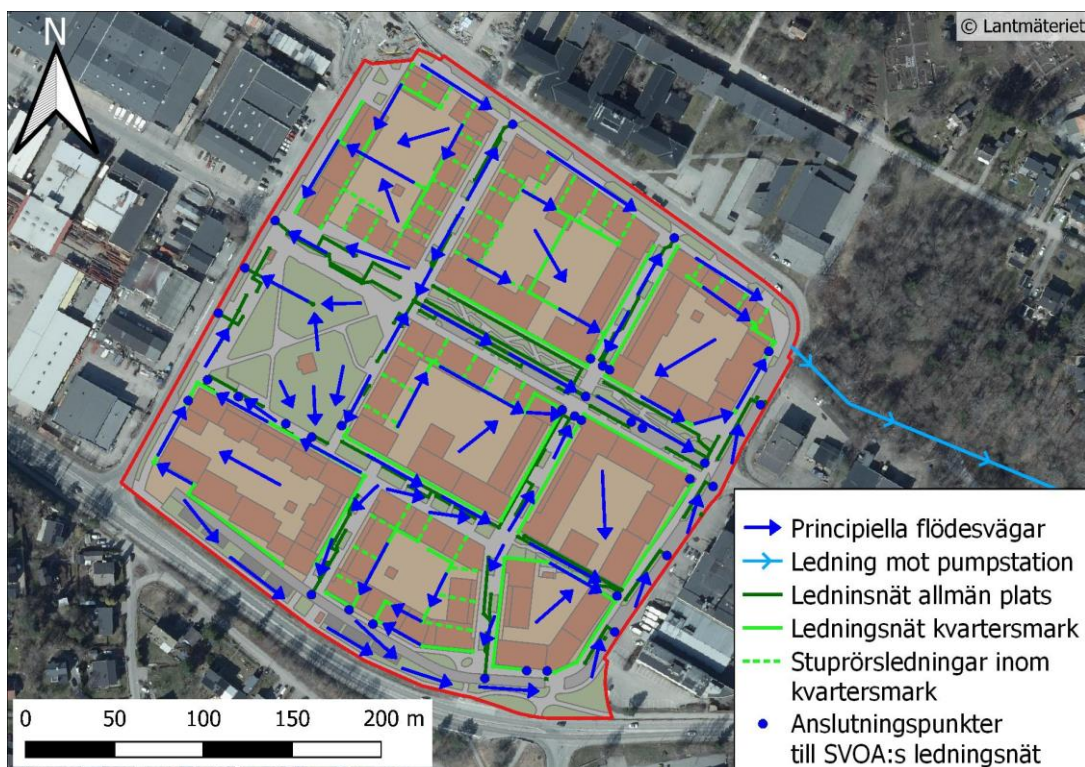
Dagvatten på den allmänna platsmarken föreslås hanteras i parken, i grönstråk med regnbäddar och eventuellt även i skelettjordar (träd i hårdgjorda ytor), och i gräsytor med förstärkt infiltration. Sjödalsvägens dagvattenhantering har fastställts i en tidigare utredning (COWI, 2021), så åtgärdsförslagen här exkluderar Sjödalsvägens ytor. Åtgärdsförslagen för kvartersmark respektive allmän plats beskrivs mer ingående under avsnitt 4.1 och 4.2.

Det finns god potential att utforma anläggningarna som estetiska, pedagogiska och interaktiva miljöer. I synnerhet de tjocka gröna taken har dessutom god potential att bidra positivt till ekologiska värden och biologisk mångfald i området. Bortsett från de gröna taken placeras anläggningarna på kvarterens innergårdar och förgårdsmark och i grönytor på den allmänna platsmarken.

De olika åtgärdsförslagen kan ses som olika verktyg för att hantera dagvattnet. Ytor och magasin kapaciteten för den föreslagna utformningen presenteras i Tabell 7, där även fördröjningskapacitet per anläggningsyta visas. Om någon del av förslagen ska minskas eller tas bort så behöver övriga åtgärder skalas upp så att magasin kapaciteten förblir densamma.



Figur 24. Illustration över hur stora ytor som krävs för de föreslagna dagvattenåtgärderna, fördelat över planområdet. En del takytor saknar åtgärd och leds direkt till dagvattenledning. Sjödalsvägens åtgärder behandlas i en annan utredning och är inte utritade här. Ytornas placering och utformning är endast exempel. Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.



Figur 25. Principiella flödesvägar inom utredningsområdet efter exploatering, samt det planerade kommunala ledningsnätet på allmän plats och inom kvarter (se avsnitt 2.7.1). Ortofoto: © Lantmäteriet, u.å.



Tabell 7. Erfordrad och tillgänglig magasinvolym för kvarteren och den allmänna platsmarken, samt magasinvolym, anläggningsarea och specifikationer för varje åtgärd.

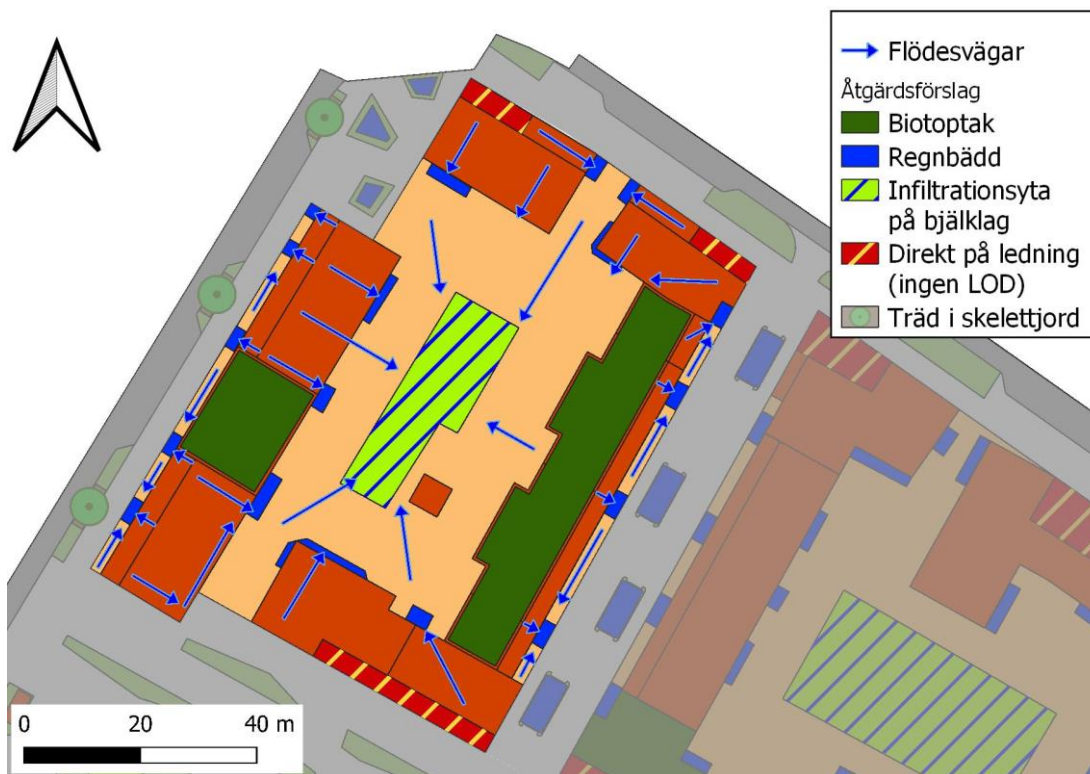
Åtgärd	Erfordrad magasinvolym [m <sup>3</sup> ]	Magasinvolym i åtgärd [m <sup>3</sup> ]	Area för åtgärd [m <sup>2</sup> ]	Specifikationer
<b>Kvarter 1</b>	87	87		
Tjocka gröna tak		20	1000	Substratdjup >15 cm Fördröjning 0,02 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Regnbäddar		19	190	Fördröjningsdjup 10 cm Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		48	400	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		-	200	Ingen åtgärd
<b>Kvarter 2</b>	110	110		
Tjocka gröna tak		19	970	Substratdjup >15 cm Fördröjning 0,02 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Regnbäddar		31	310	Fördröjningsdjup 10 cm Regnbäddar upphöjda på innergård Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		64	800	Fördröjningsdjup 2 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,08 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		17	970	Ingen åtgärd
<b>Kvarter 3</b>	73	75		
Regnbäddar		27	220	Fördröjningsdjup 10 cm på innergård och 15 cm på förgårdsmark Fördröjning 0,1 respektive 0,15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		48	400	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		-	410	Ingen åtgärd
<b>Kvarter 4</b>	97	98		
Tjocka gröna tak		18	890	Substratdjup >15 cm Fördröjning 0,02 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Regnbäddar		41	270	Fördröjningsdjup 15 cm Fördröjning 0,15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		40	500	Fördröjningsdjup 2 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,08 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
<b>Kvarter 5</b>	70	70		
Regnbäddar		22	220	Fördröjningsdjup 10 cm Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		48	400	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		-	230	Ingen åtgärd
<b>Kvarter 6</b>	110	110		
Tjocka gröna tak		7	350	Substratdjup >15 cm Fördröjning 0,02 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Regnbäddar		47	430	Fördröjningsdjup 15 cm på förgårdsmark sydst, i övrigt 10 cm Fördröjning 0,15 respektive 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		54	450	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta

Åtgärd	Erfordrad magasinvolym [m <sup>3</sup> ]	Magasinsvolym i åtgärd [m <sup>3</sup> ]	Area för åtgärd [m <sup>2</sup> ]	Specifikationer
<b>Kvarter 7</b>	73	73		
Regnbäddar		23	230	Fördröjningsdjup 10 cm Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		50	420	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		-	330	Ingen åtgärd
<b>Kvarter 8</b>	38	38		
Regnbäddar		12	120	Fördröjningsdjup 10 cm Fördröjning 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta		26	220	Fördröjningsdjup 6 cm Poröst lager 40 cm med 15 % porositet Fördröjning 0,12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Direkt på ledning		-	180	Ingen åtgärd
<b>Allmän platsmark</b>	385	Mkt högre än 385		
Regnbäddar		210	2000	Fördröjningsdjup 10 till 15 cm Fördröjning 0,1 till 0,15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> åtgärdsyta
Infiltrationsyta i park		1 000+	1 000+	Fördröjningsdjup 1 meter (för skyfall) Större fördröjning än erfordrat
Träd i skelettjord*		115	390	23 träd Area 17 m <sup>2</sup> /träd Fördröjning 5m <sup>3</sup> /träd

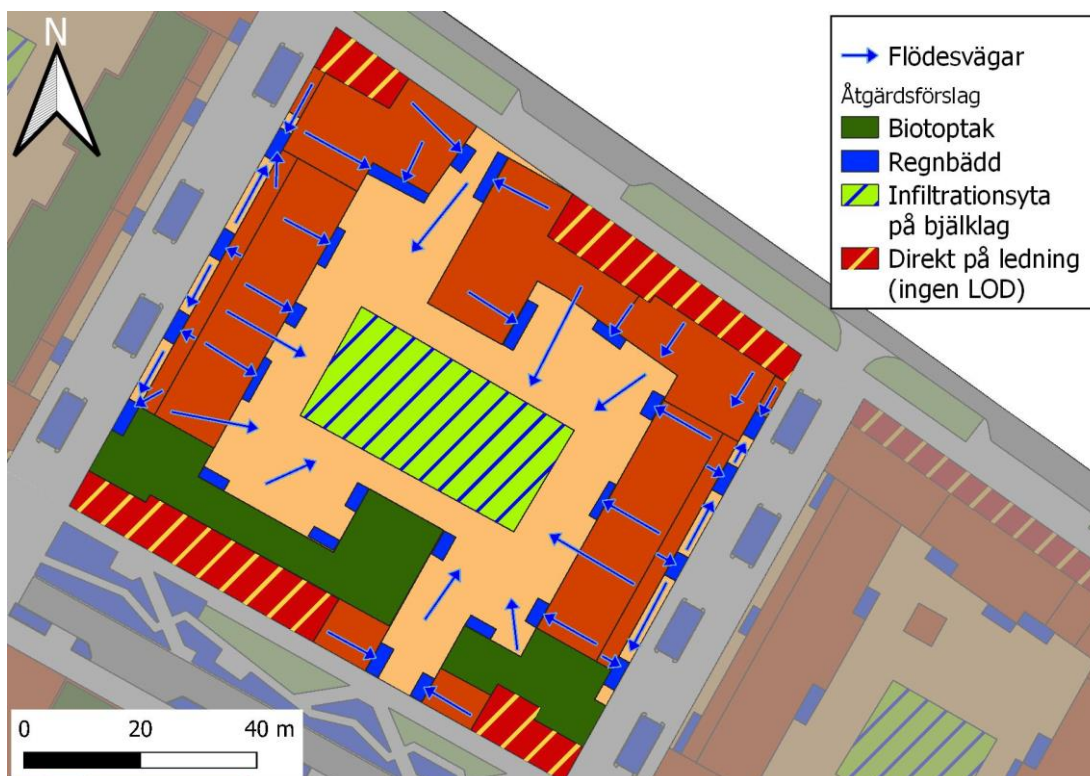
\*Träd i skelettjord föreslås ifall det bedöms finnas tillräckligt anläggningsdjup (mer än cirka 1 meter). Om anläggningsdjupet inte kan säkras föreslås istället att regnbäddar ersätter skelettjordarna.

## 4.1 Dagvatten inom kvartersmark

För kvartersdagvattnet föreslås en kombination av regnbäddar och gräsytor med förstärkt infiltration på innergårdarna, regnbäddar på förgårdsmarken och för kvarter 1, 4 och 6 även tjocka gröna tak på vissa av takytorna enligt det befintliga gestaltungsforlaget. Åtgärderna är snarlika för alla kvarter, men skiljer sig lite åt eftersom tak- och gårdsytor är olika stora och eftersom två av gårdarna, i kvarter 2 och 4, ska vara förskolegårdar. Dessutom saknas förgårdsmark vid vissa av takytorna inom kvarter 1, 2, 3, 5, 7 och 8, där den planerade utformningen gör att dagvatten inte kan ledas till LOD-åtgärder. Övriga åtgärder inom dessa kvarter skalas upp för att kompensera för den uteblivna fördröjningen. Exempel på hur stora ytor LOD-åtgärderna kommer att ta upp på förgårdsmark, innergård och tak samt hur dessa kan placeras visas för kvarter 1 och 2 i Figur 26 respektive Figur 27.



Figur 26. Exempelutformning för åtgärdsförslag i kvarter 1 inklusive tjocka gröna tak, regnbäddar, infiltration i gräsyta på bjälklag, samt taktytor där vatten leds direkt på ledning.

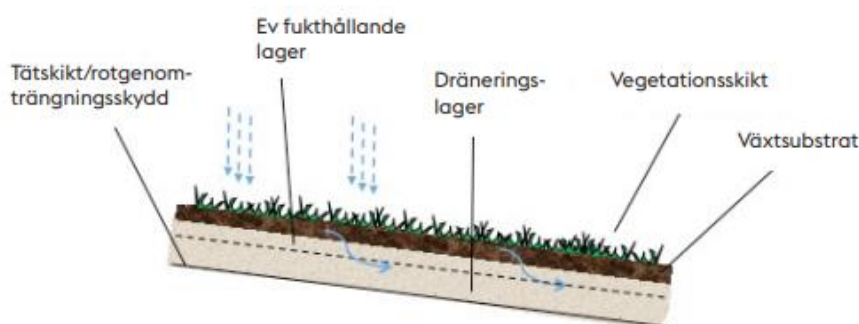


Figur 27. Exempelutformning för åtgärdsförslag i kvarter 2 inklusive tjocka gröna tak, regnbäddar, infiltration i gräsyta på bjälklag, samt taktytor där dagvatten leds direkt på ledning. För att undvika stående vatten på innergården och således göra gården säkrare för forskoleverksamheten föreslås att infiltrationsytan anläggs utan ytligt fördröjningsmagasin och att regnbäddarna på innergården anläggs i upphöjda lådor längs husväggarna.

#### 4.1.1 Tjocka gröna tak

De tjocka gröna taken i kvarter 1, 2, 4 och 6 medför ett effektivt sätt att fördröja och rena dagvatten från takytorna. Tjocka, intensiva tak anläggs med låg lutning, ett dränerande lager på takets tätskikt och ett minst 15 cm djupt jordlager på dräneringslagret (Figur 28). Detta ställer ett större krav på takkonstruktionens bärighet än vanliga tak eller tunna, extensiva sedumtak. Ett tjockt grönt tak med 15 cm jordlager och etablerad vegetation uppskattas kunna fördröja omkring 20 mm regn, vilket innebär att hela det dimensionerande magasinbehovet för de vegetationsklädda takytorna tillgodoses. Biotoptak bedöms därför vara ett bra sätt att minska behovet av dagvattenanläggningar i marknivå.

Intensiva gröna tak öppnar för en mer varierad växtlighet än extensiva sedumtak. Exempelvis kan olika gräs, fleråriga örter och torktåliga sedumväxter användas (Figur 29). Detta gör det möjligt att skapa en varierad miljö som bidrar med positiva mervärden, exempelvis i form av värmereglering och en förbättrad biologisk mångfald. Samtidigt ställer intensiva gröna tak krav på skötsel. Det kan krävas stödbevattning under vissa delar av året, ogrärensning och eventuellt kompletterande sådd eller plantering. Dräneringsfunktionen behöver också ses över och säkras regelbundet. Gödsling bör göras med försiktighet för att minimera risken för läckage av näringsämnen.



Figur 28. Principskiss för gröna tak. Ett dräneringslager vilar direkt på tätskiktet i takkonstruktionen. Nederbörd fångas upp av vegetation och jordlager eller avdunstar. Om taket blir vattenmättat leds överskottsvatten via dräneringslagret till hängrännor och stuprör. Illustration: WRS.



Figur 29. Exempel på utformning av tjockt grönt tak. Foto: WRS.

#### 4.1.2 Regnbäddar på kvartersmark

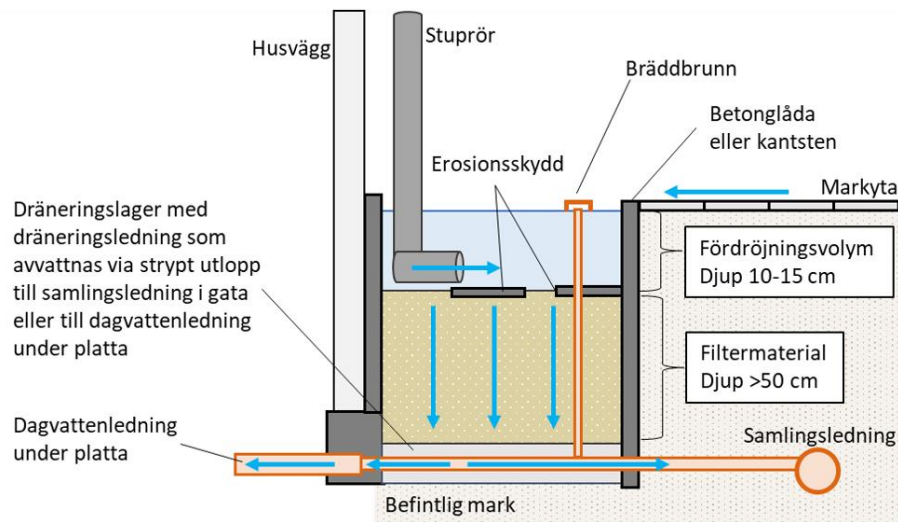
Regnbäddar är planteringsytor med förmåga att rena och fördröja dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och stödjer biologisk mångfald i stadsmiljön (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a) (Figur 30). Anläggningarna kan magasinera vatten från ett relativt stort område och kan utformas på många olika sätt för att passa olika praktiska och estetiska behov. Principiellt består regnbäddarna av en ytlig fördröjningsvolym, ett filtrerande lager och en bräddbrunn (Figur 31 och Figur 32). Om infiltration till grundvattnet inte är möjligt eller inte är lämpligt så krävs även ett dränerande lager med en ledning till dagvattennätet för att avlägsna dagvattnet. De regnbäddar som placeras på kvarterens innergårdar behöver kunna dräneras, men på grund av den begränsade infiltrationskapaciteten i jorden i utredningsområdet behövs dränering troligen för samtliga anläggningar. Regnbäddar kräver ett visst underhåll i form av rensning av inlopp, bevattning, ogräsrensning och eventuellt avlägsnande av sediment som byggs upp på jorden.

Regnbäddarna kan anläggas så att de ligger nedsänkta för att tillåta att vatten rinner till dem från markytorna (Figur 31). Om det inte är önskvärt eller möjligt att placera regnbäddarnas övre kant i marknivå så kan dessa istället utformas som upphöjda planteringslådor längs husväggarna (Figur 32). Det här kan vara bra ifall tillräckliga anläggningsdjup inte kan säkras i bjälklaget eller markprofilen, eller för förskolegårdarna i kvarter 2 och 4 där stående vatten i marknivå ska undvikas av säkerhetsskäl.

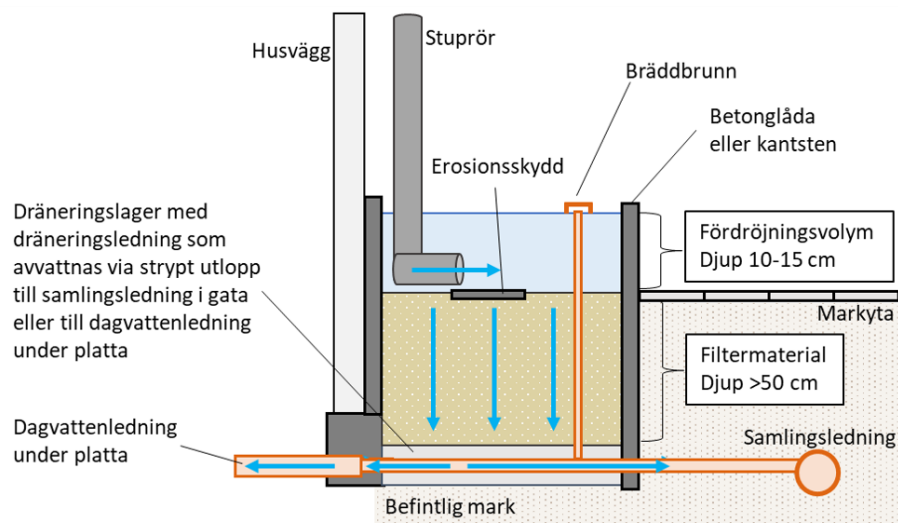
Regnbäddarnas yta bör utgöra cirka 5 till 10 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan för att möjliggöra tillräcklig rening. Fördröjningsvolymen kan varieras beroende på behov, men i exempelberäkningarna utgår vi ifrån att regnbäddarna anläggs med ett ytligt fördröjningsmagasin med ett djup på 10 cm eller i vissa fall 15 cm, vilket bedöms ge en magasinetskapacitet på cirka 0,1 respektive 0,15 m<sup>3</sup> vatten per 1 m<sup>2</sup> regnbädd. I praktiken blir fördröjningskapaciteten något större eftersom en del av filtermaterialets porvolym också kan utnyttjas, men hur mycket beror på infiltrationskapaciteten, hur stor den tillrinnande ytan är, med mera, så detta inkluderas inte i exempelberäkningarna.



Figur 30. Exempel på regnbäddar för takvatten placerade på förgårdsmark i Stockholm.  
Foto: WRS.



Figur 31. Principskiss över en regnbädd som är anlagd med överkant i markytans nivå så att vatten kan avrinna från omkringliggande mark till bädden. Vatten från stuprör/markytor avrinna till bädden och perkolerar genom filtermaterialet ned till en dräneringsledning som antingen leder vattnet ut till en samlingsledning i gata eller in i byggnaden under plattan. Illustration: WRS.



Figur 32. Principskiss över en regnbädd som är anlagd med överkant upphöjd över markytans nivå. Vatten från stuprör avrinna till bädden och perkolerar genom filtermaterialet ned till en dräneringsledning som antingen leder vattnet ut till en samlingsledning i gata eller in i byggnaden under plattan. Illustration: WRS.

#### 4.1.3 Infiltration i nedsänkta gräsytor

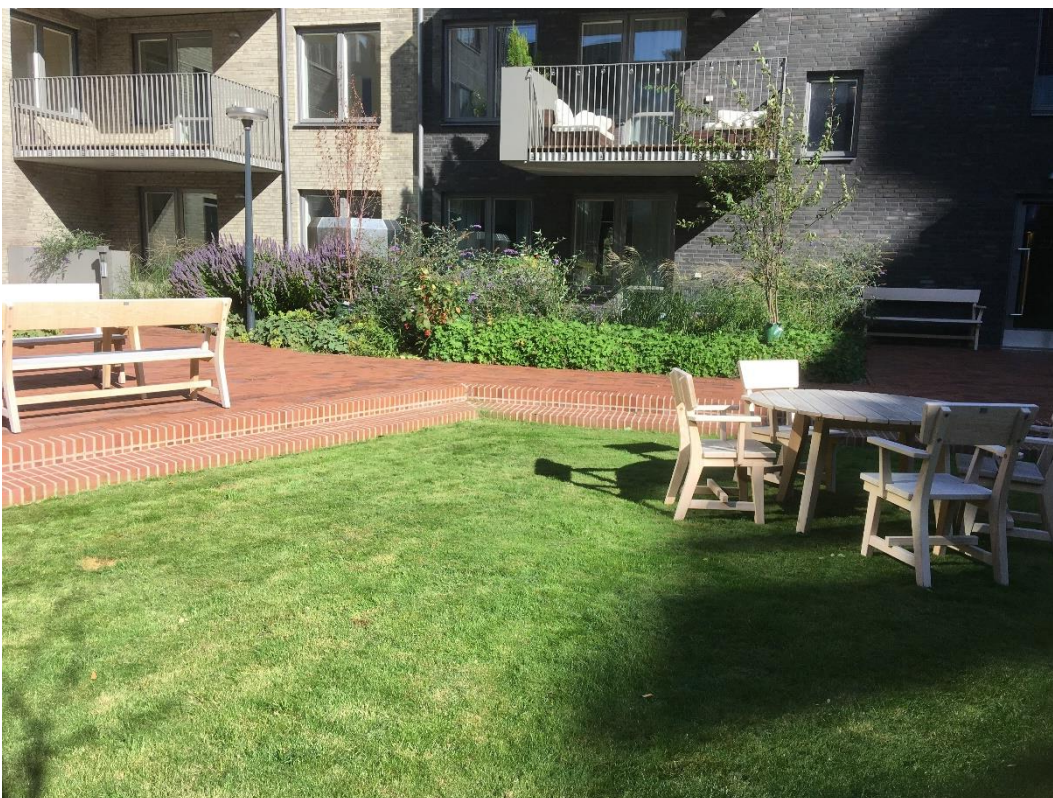
En nedsänkt gräsyta (även kallad nedsänkt grönyta eller infiltrationsyta) är en lätt skålförmad gräsyta med förstärkt infiltration där vatten tillfälligt tillåts översvämma vid intensiva regn (Figur 33). Likt regnbäddar går det att utforma dessa ytor på många olika sätt beroende på behoven. Omkringliggande markytor bör utformas så att vatten kan rinna till gräsytan naturligt, på bred front (detta kan exempelvis åstadkommas med en svagt nedsänkt tvärgående ränna runt ytan, som sprider ut det inkommande vattnet). Alternativt kan vattnet tillföras via brunnar och

stuprör till en porös lättfyllning i botten av jordprofilen så att vattnet fördröjs i jorden och tillgodoser grässets behov underifrån.

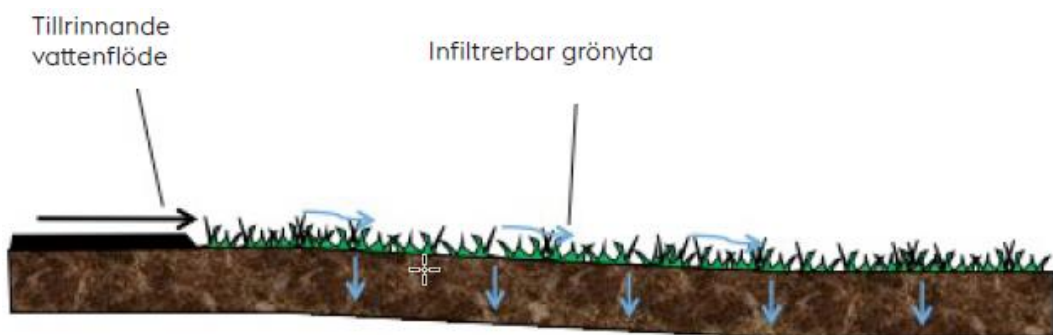
Ytorna utformas likt en regnbädd med ett vegetationslager följt av filtrerande material och slutligen ett dränerande lager för att avlägsna infiltrerat vatten till dagvattennätet (Figur 34). Det behövs även en bräddbrunn kopplad till dräneringsledningen. Infiltrationsytor behöver inte vara nedsänkta, men om det är möjligt att anlägga dem nedsänkta så kan en fördröjningsvolym skapas ovanpå gräsytan vilket drastiskt minskar ytbehovet. Det bör nämnas att ur dagvattensynpunkt så är det bra att gårdsytorna utformas med så stora gröna ytor som möjligt.

Infiltrationskapaciteten i gräsytorna är mycket viktig för att funktionen ska upprätthållas. Den gräsbevuxna överytan kan exempelvis utgöras av en sandig jord med hög infiltration. Kapaciteten kan minska med tiden i och med att ytan sätts igen av partiklar, i vilket fall ytlagret kan behöva luckras upp eller helt ersättas. I övrigt sköts ytan på samma sätt som andra gräsytor med gräsklippning, rensning och bevattning. Den goda dränerande förmågan innebär att stödbevattning kan behövas när det är torrt och varmt för att ytan inte ska torka ut. Om infiltrationsytorna istället förses av brunnar så är det inte lika viktigt att infiltrationskapaciteten i det översta lagret är hög eftersom vattnet ändå kan ta sig ned till det porösa filtermaterialet under gräsytan.

I kvarter 2 och 4 där förskolegårdar planeras för föreslås att infiltrationsytorna anläggs så att vatten kan avrinna till dem från övriga ytor, men att gräsytorna inte anläggs med något vidare ytligt fördröjningsdjup (även utan nedsänkning skapas en liten ytlig fördröjning om uppskattningsvis cirka 2 cm). Ett större slitage än normalt kan förväntas på dessa ytor eftersom barnen kommer att springa runt och leka på dem, vilket kan påverka infiltrationskapaciteten i gräsytan negativt. Det ställer större krav på skötsel av dessa ytor så att vegetationen kan upprätthållas eftersom det förbättrar ytans renings- och fördröjningsförmåga. Här kan underjordisk försörjning på det sätt som beskrivs ovan vara lämpligt. I övriga kvarter föreslås att ytan anläggs nedsänkt med några centimeter för att skapa en större fördröjningsvolym. I exempelberäkningarna har 6 cm fördröjningsdjup antagits, men detta kan med fördel utökas om utrymme finns. Fördröjningsdjupet i bjälklaget har i exempelberäkningarna antagits vara 40 cm, och jorden har antagits ha en porositet på 15 procent.



Figur 33. Exempelbild på en gräsyta på bjälklag som tar emot dagvatten från omkringliggande takytor genom tillförsel underifrån (Tyresö centrum). Foto: WRS.



Figur 34. Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front. Infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast gräsytan. Ytan kan också göras skålformad. Illustration: WRS.

#### 4.1.4 Takytor utan åtgärd

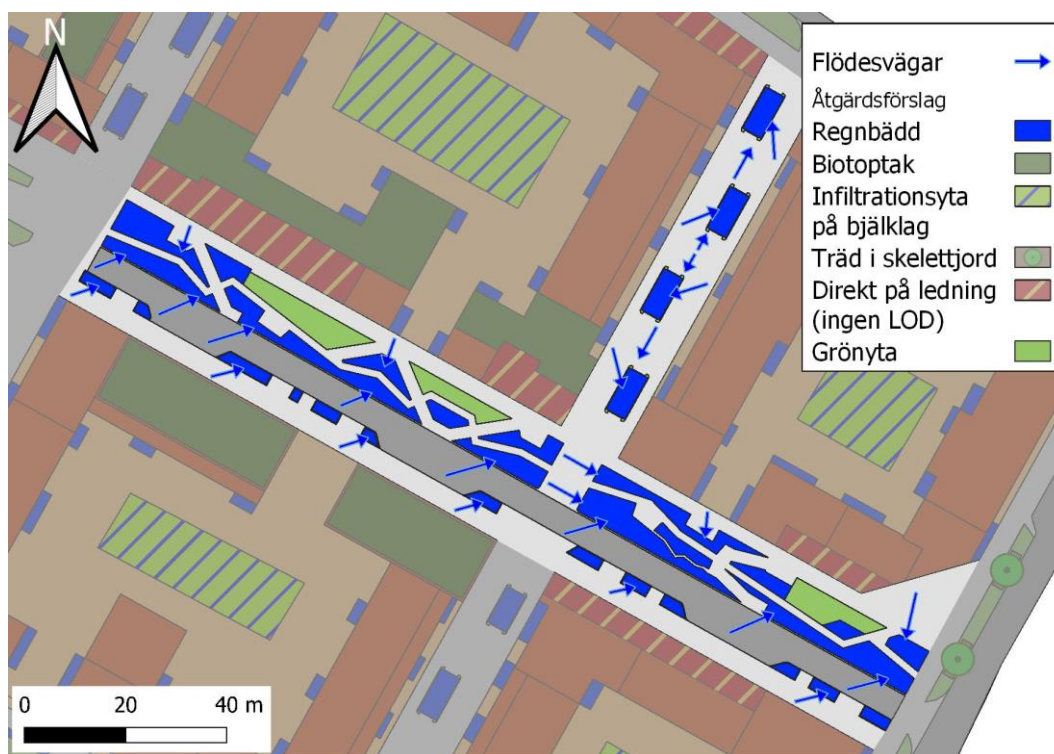
För vissa takytor saknas möjligheten att leda dagvatten till LOD-åtgärder på grund av avsaknaden av förgårdsmark. I dessa fall behöver dagvattnet ledas direkt på ledning vilket innebär utebliven fördröjning och rening. Eftersom takdagvatten är relativt rent så har det här endast en liten påverkan på föroreningsbildningen (se avsnitt 5.2). För att kompensera för den uteblivna magasineringen dimensioneras övriga åtgärdsförslag upp så att den totala fördröjningen per kvarter blir densamma som den erforderade fördröjningen.



## 4.2 Dagvatten inom allmän platsmark

För dagvattnet från allmän platsmark föreslås en kombination av regnbäddar, infiltration i gräsytor samt eventuellt träd i skelettjord (Figur 35). Förslaget bygger på att dagvatten från gatorna, parkeringarna och de flesta ”shared space”-ytorna fördröjs i regnbäddar eller skelettjordar, medan dagvatten från parken och området runt parken fördröjs i själva parken. Eftersom parken planeras som en nedsänkt grönyta för fördröjning av skyfallsflöden så är ytorna där mer än tillräckliga för att hantera det inkommande dagvattnet. För hemmagatusektionerna räcker de utritade grönytorna för att fördröja 20 mm dagvatten. För Dalhemsvägen och gatan som löper mellan kvarter 4 till 8 samt gatan som löper söder om kvarter 6 till 8 är de tillgängliga grönytorna större än vad som behövs för att fördröja dagvattnet från dessa sektioner. Sjödalsvägens dagvattenhantering har fastställts i en tidigare utredning, så åtgärdsförslagen här exkluderar dessa ytor.

Dagvattenåtgärder som ligger direkt på marken och inte på bjälklag behöver ta hänsyn till grundvattennivåerna (se avsnitt 2.3). Detta gäller samtliga åtgärder på allmän platsmark, samt åtgärder på förgårdsmark inom kvarteren. Dräneringen för dessa åtgärdsförslag bör inte placeras på nivåer lägre än +21,3 meter ( $\pm 0,2$  meter) i större delen av området, och på nivåer lägre än +22,6 meter ( $\pm 0,2$  meter) i delarna närmast Storängsleden. Det är möjligt att högre grundvattennivåer kan förekomma tidvis i vilket fall dagvattenanläggningarna kommer att dränera bort grundvatten, men detta är undantagsfall och utgör inget hinder för dagvattenhanteringen.



Figur 35. Exempelutformning för skyfallsstråket i Dalhemsvägen samt hemmagatan mellan kvarter 2 och 3. För dessa sektioner föreslås nedsänkta regnbäddar placerade i grönytorna. En del av dessa kan eventuellt ersättas med träd i skelettjord. Grönstråket består av större ytor än vad som behövs för dagvattenhantering av Dalhemsvägen, så delar av stråket kan användas till andra typer av planteringar vilket illustreras av grönytor utan regnbäddar.

Risken för att dagvattenföroreningar sprids till grundvattnet från dagvattenåtgärderna som ligger direkt på mark bör beaktas vid framtagning av platsspecifika riktvärden för föroreningar i utredningsområdet (WSP, 2021).

#### **4.2.1 Regnbäddar och skelettjordar på allmän platsmark**

Regnbäddar på allmän platsmark fungerar över lag på samma sätt som för kvartersmark (se avsnitt 4.1.2). Dessa anläggningar behöver vara nedsänkta med fördröjningsvolymens övre kant i linje med gatan eller lägre så att vatten kan rinna in i dem från gatan (Figur 36).

Som ett alternativ eller komplement till regnbäddar kan eventuellt träd i så kallad skelettjord användas (Figur 37). Skelettjordar är underjordiska konstruktioner som klarar av att fördröja och rena stora mängder vatten på en liten yta, samtidigt som de bidrar med vatten- och näringstillförsel till träd i stadsmiljö (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). När trädet ska planteras fylls en utschaktad grop med grov makadam (100–150 mm) där biokol (ej näringsberikad) spolats ned i hålrummen. Skelettjordarna behöver anläggas på ett djup av minst någon meter för att få plats med träd, och med en yta som är cirka 5 till 20 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan för att ge tillräcklig rening. En stor del av skelettjorden kan dock placeras under trottoar och väg, vilket gör att anläggningen inte behöver ta så stora ytor i anspråk ovanför marknivå. Ytbehovet per träd är cirka 17 m<sup>2</sup> och varje träd beräknas kunna magasinera omkring 5 m<sup>3</sup> vatten. Således kan skelettjordar omhänderta cirka 0,3 m<sup>3</sup> vatten per m<sup>2</sup> skelettjord.

De ytnära grundvattennivåerna i området riskerar att påverka möjligheten att anlägga skelettjordar eftersom träden behöver ett visst djup att utveckla sina rotsystem på. Samtidigt kan tillgång till grundvatten vara en potentiell fördel för träden också eftersom det minskar bevattningsbehovet.

Större föroreningspartiklar sedimenterar i sandfång i anläggningarnas inloppsbrunnar och i förstärkningslagret medan mindre partiklar och lösta föroreningar delvis binder till biokolen och andra strukturer i förstärkningslagret, delvis bryts ned av mikroorganismer och delvis tas upp av träden. Konstruktionerna medför en mycket effektiv rening, så risken för att dagvattenföroreningar från skelettjordarna kommer att påverka grundvattenkvaliteten bedöms vara liten. Skelettjordarna är relativt underhållsfria, men brunnarna behöver rensas regelbundet så att vatten- och syretillförsel kan upprätthållas.



Figur 36. Exempelbild på ett stråk med nedsänkta regnbädd längs en gata (Strandbodgatan, Uppsala). Foto: WRS.



Figur 37. Två exempel på träd i skelettjordar. Eftersom konstruktionen ligger under markytan kan anläggningen anpassas gestaltningsmässigt för att passa in i området. Foto: WRS.

#### 4.2.2 Infiltration i parkmarken

Eftersom parkmarken planeras att användas som en fördröjningsbassäng för skyfallsvatten så är denna mark utmärkt även för fördröjning av mer vanligt förekommande flöden av dagvatten. De omkringliggande ytorna omfattar torg- och ”shared space”-ytor, vilka sannolikt har en relativt låg föroreningsgrad. Dagvatten från dessa ytor borde kunna fördröjas i parken utan att det påverkar möjligheten att använda parken för rekreation. Dagvatten kan eventuellt ledas till parkmarken via brunnar med sandfång för att begränsa inflödet av partiklar. Infiltrationsytorna i parken kan i övrigt utformas på samma sätt som infiltrationsytorna på kvarteretsmark (se avsnitt 4.1.3), med skillnaden att parken är belägen direkt på marken, inte på bjälklag. I

exempelberäkningarna har antagits en nedsänkt yta på 1000 m<sup>2</sup> i parken, motsvarande cirka 20 procent av den tillrinnande hårdgjorda ytan. Parkens nedsänkning med cirka 1 meter för att hantera skyfall gör att fördröjningsbehovet för dagvatten uppfylls även med en mycket liten yta. För att reningsgraden ska bli tillräcklig behövs dock en yta på cirka 15 till 25 procent av tillrinnande hårdgjord yta och reningseffekten förbättras ytterligare om ytan är större. Det rekommenderas därför att så stor andel som möjligt av parken kan användas för infiltrering av dagvatten från omkringliggande ytor.

### **4.3 Ledningskonflikter och placering av dagvattenledningar**

Eftersom industriområdet behöver byggas om helt för att kunna omvandlas till bostadsområde bedömer vi att det inte finns någon risk för konflikt med andra anläggningar eller ledningar ovan eller under mark i området, förutsatt att ledningsdragningen samordnas mellan ledningsägare.

De begränsade marklutningarna i utredningsområdet gör att anslutningspunkterna för utredningsområdets dagvatten till SVOA:s ledningsnät är få och begränsade (se avsnitt 2.7.1). Detta innebär att dagvattnet från vissa delar av kvarter 1, 2, 3, 4 och 7 inte kan ledas rakt ut, utan behöver avledas genom byggnaderna och genom kvarterens bjälklag på innergården för att nå respektive anslutningspunkt.

## **5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder**

Åtgärderna är dimensionerade för att omhänderta och rena 20 mm regn från respektive kvarter och gatusektion. Med den föreslagna åtgärdsutformningen uppfylls kravet utan att vidare åtgärder krävs. De ytor som krävs för att klara magasinsbehovet ryms inom respektive kvartersgräns och inom de avsatta grönytorna på lokalgatorna. Det finns i flera fall möjlighet att utforma större anläggningar än vad som krävs för att klara 20 mm-kravet inom de tillgängliga ytorna, vilket skulle möjliggöra fördröjning och rening av större regn. Ur en förorenings-synpunkt är området oproblematiskt eftersom industrimarken ersätts med mindre förorenande bostadskvarter. Efter införda åtgärder förväntas en kraftig minskning av belastningen på recipienten från området. Inga ytterligare åtgärder förväntas behövas för att klara kraven på fördröjning eller rening.

Eftersom föroreningsbelastningen förväntas minska kraftigt så kommer exploateringen och åtgärderna inte att innebära en försämring av vattenkvalitet i recipienten. Arbetet för att förbättra vattenkvaliteten i Trehörningen, samt att nå MKN i nedströms belägna vattendrag och sjöar, försvåras inte. Däremot bör nämnas att Trehörningen är en kraftigt påverkad sjö och att samtliga påverkanskällor bör begränsas så långt som möjligt för att förbättra statusen. Det är därför lämpligt att åtgärderna i utredningsområdet är så effektiva och reningen så långtgående som möjligt.

## 5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

Flödena efter exploatering med införda åtgärder utgår ifrån att åtgärderna förlänger den dimensionerande varaktigheten med 5 respektive 3,5 min för ett dimensionerande 10- respektive 30-årsregn<sup>5</sup>. Den förlängda varaktigheten motsvarar den tid det uppskattas ta för dagvattenanläggningarnas ytmagasin att fyllas och brädda vid de olika dimensionerande regnen. Ett större regn är mer intensivt och ger därför en kortare fyllnadstid. När varaktigheten förlängs minskar flödena något, vilket motsvarar att åtgärderna fördröjer avrinningen. Efter exploatering med implementerade åtgärder förväntas 10-årsflödet från området vara i stort sett oförändrat, cirka 1200 l/s, medan 30-årsflödet från området förväntas öka från 1700 l/s till 1800 l/s (Tabell 8).

Tabell 8. Dimensionerande 10- och 30-årsflöden med klimatfaktor 1 och 1,25 för utredningsområdet som helhet i nuläget och efter exploatering, utan respektive med dagvattenåtgärder, samt uppdelat per kvarter och allmän platsmark efter exploatering, utan respektive med dagvattenåtgärder.

Område	Dim. 10-årsflöde kf = 1 [l/s]	Dim. 10-årsflöde kf = 1,25 [l/s]	Dim. 30-årsflöde kf = 1 [l/s]	Dim. 30-årsflöde kf = 1,25 [l/s]
<b>SUMMA NULÄGE</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>	<b>1700</b>	<b>2100</b>
<b>SUMMA EFTER EXPLOATERING, UTAN ÅTGÄRDER</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>	<b>1700</b>	<b>2100</b>
Kvarter 1	100	120	140	180
Kvarter 2	130	160	180	230
Kvarter 3	84	100	120	150
Kvarter 4	110	140	160	200
Kvarter 5	80	100	115	140
Kvarter 6	120	150	180	220
Kvarter 7	84	100	120	150
Kvarter 8	43	54	62	78
Allmän platsmark	440	550	630	790
<b>SUMMA EFTER EXPLOATERING, MED ÅTGÄRDER</b>	<b>940</b>	<b>1200</b>	<b>1400</b>	<b>1800</b>
Kvarter 1	79	100	120	150
Kvarter 2	100	130	150	190
Kvarter 3	66	83	100	130
Kvarter 4	87	110	130	170
Kvarter 5	63	79	97	120
Kvarter 6	98	120	150	190
Kvarter 7	66	83	100	130
Kvarter 8	34	43	53	66
Allmän platsmark	350	430	530	660

<sup>5</sup> Varaktigheten utökas för hela utredningsområdet, för att underlätta beräkningarna. De taktytor vars dagvatten leds direkt på ledning fördröjs inte i LOD-anläggningar och blir i praktiken högre än beräknat här. Eftersom de icke-fördröjda ytorna är relativt små har det här en liten påverkan på flödena.

## 5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

Föroreningsbelastningen förväntas naturligt minska efter exploatering eftersom den mer förorenade industrimarken ersätts med mindre förorenad kvarters- och parkmark. För att undersöka effekten av åtgärdsförslagen modelleras området efter införda åtgärder översiktligt i Stormtac. Eftersom den exakta utformningen av kvarteren, den allmänna platsmarken och åtgärderna inte är helt färdig antogs att hela området motsvarar markkategorin *Flerfamiljshus med växtbäddar med LOD i kvarter* i Stormtac. Kategorin utgår ifrån ett flerfamiljshusområde där dagvatten från lokalgator och parkeringar omhändertas i växtbäddar (regnbäddar)<sup>6</sup> och där dagvatten från takytor och gårdsytor omhändertas lokalt genom infiltration i grönytor.

Kategorin är inte helt rättvisande för området eftersom den inte tar hänsyn till exempelvis parken eller att olika åtgärder kombineras på olika sätt i området. Föroreningsgraden kan därför bli något högre eller lägre i verkligheten. Då utredningen är översiktlig bör föroreningsbelastningen inte ses som ett absolut mått utan som en indikation på belastningens storleksordning. I Tabell 9 och Tabell 10 redovisas föroreningshalter respektive föroreningsbelastning före och efter exploatering med införda åtgärder.

Efter införda åtgärder beräknas föroreningsbelastningen minska avsevärt för samtliga ämnen. Jämfört med föroreningsbelastningen innan exploatering förväntas en minskning med mellan 43 och 99 procent för de olika föroreningarna. Osäkerheterna i de här beräkningarna är mycket stora, men med tanke på den nuvarande markanvändningen, den framtida markanvändningen och att lokala dagvattenåtgärder föreslås så är det mycket sannolikt att föroreningsbilden kommer att förbättras drastiskt.

*Tabell 9. Föroreningshalter (µg/l) för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering med åtgärder. Värdena presenteras som ett intervall mellan lägsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar. Grönmarkerade rader är ämnen som beräknas minska efter exploatering utan åtgärder medan ökning eller minskning inte kan fastställas för gulmarkerade rader.*

Ämne	Innan exploatering		Efter exploatering med åtgärder		Förändring (%)				
	Min	Max	Min	Max					
Fosfor	P	[µg/l]	200	440	55	100	-88	till	-50
Kväve	N	[µg/l]	1 400	2 800	920	1 700	-67	till	22
Bly	Pb	[µg/l]	22	48	1,1	2,1	-98	till	-91
Koppar	Cu	[µg/l]	37	81	4,9	8,9	-94	till	-76
Zink	Zn	[µg/l]	190	390	14	26	-96	till	-86
Kadmium	Cd	[µg/l]	0,95	2,1	0,048	0,092	-98	till	-90
Krom	Cr	[µg/l]	8,3	18	1,5	2,9	-91	till	-66
Nickel	Ni	[µg/l]	11	23	2,4	4,4	-89	till	-60
Suspenderat material	SS	[µg/l]	110 000	230 000	7 000	13 000	-97	till	-88

<sup>6</sup> Kategorin motsvarar inte exakt den uppsättning av dagvattenåtgärder som föreslås här, men bedöms vara tillräckligt lik för att användas.

Tabell 10. Föroreningsbelastning (g/år och kg/år) för näringsämnen, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering med åtgärder. Värdena presenteras som ett intervall mellan lägsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar. Grönmarkerade rader är ämnen som beräknas minska efter exploatering utan åtgärder.

Ämne	Innan exploatering		Efter exploatering med åtgärder		Förändring (%)	
	Min	Max	Min	Max		
Fosfor	P [kg/år]	9	17	1,3	2,1	-92 till -77
Kväve	N [kg/år]	61	110	22	35	-80 till -43
Bly	Pb [g/år]	960	1 800	26	44	-99 till -95
Koppar	Cu [g/år]	1 700	3 100	120	190	-96 till -89
Zink	Zn [g/år]	8 500	16 000	330	530	-98 till -94
Kadmium	Cd [g/år]	41	79	1,1	1,9	-99 till -95
Krom	Cr [g/år]	360	680	35	59	-95 till -84
Nickel	Ni [g/år]	490	890	58	92	-93 till -81
Suspenderat material	SS [kg/år]	4 800	9 000	180	280	-98 till -94

Om dagvattenåtgärderna implementeras så bedöms planen utgöra en betydelsefull del i arbetet med att förbättra vattenkvaliteten i recipienten Trehörningen och nedströms liggande vattenförekomster. Föroreningarna som modellerats i Stormtac (och andra dagvattenrelaterade föroreningar) bedöms minska kraftigt. Kvicksilver och PBDE är föroreningar som har pekats ut som viktiga att minska i recipienten, men dessa förekommer typiskt inte i dagvatten så planen kommer sannolikt inte att påverka förekomsten av dessa föroreningar i recipienten.

## 6 Behov av ytterligare utredningar

Vi ser i dagsläget inget behov av ytterligare utredningar för att komplettera innehållet i dagvattenutredningen.

## 7 Slutsatser

Utredningens slutsatser sammanfattas i punkterna nedan:

- Avrinningen av dagvatten beräknas öka marginellt efter genomförd exploatering, utan införda åtgärder. Ökningen beror på att de dimensionerande flödena förväntas bli större i och med klimatförändringarna.
- Möjligheten att infiltrera dagvattnet till grundvattnet är troligen begränsad, så allt dagvatten behöver kunna avledas till recipienten Trehörningen. Trehörningen omfattas av ett lokalt åtgärdsprogram för att framför allt minska belastningen av fosfor. Det är därför viktigt att vattenkvaliteten i Trehörningen inte försämras.
- Eftersom markanvändningen kommer att ändras från industri- till bostadsmark kommer föroreningsbelastningen från området att minska, även utan dagvattenåtgärder. Genom att utforma åtgärder som renar vattnet effektivt kan föroreningsbelastningen minskas ytterligare, vilket ger bättre möjlighet att förbättra vattenkvaliteten i Trehörningen och att uppnå MKN i sjöar och vattendrag nedströms.
- För att fördröja och rena dagvattnet från kvarteretsmark föreslås att tjocka gröna tak, regnbäddar och gräsytor med hög infiltrationskapacitet används. Olika kvarter har olika utformning och behov, varför dimensioneringen av åtgärderna blir olika för varje kvarter. Dagvatten från vissa taktyper kan inte hanteras i LOD-åtgärder. Övriga åtgärder inom de berörda kvarteren utformas för att kompensera för denna avsaknad av åtgärder.
- För att fördröja och rena dagvattnet från allmän platsmark föreslås att dagvatten från gator och ”shared space”-typer hanteras i gröna partier med regnbäddar, eventuellt kompletterade eller delvis ersatta av träd i skelettjord. I parken föreslås dagvattnet få infiltrera genom gräsytor innan det avleds via dagvattennätet eller infiltrerar, i den mån det är möjligt.
- Det yttnära grundvattnet behöver tas hänsyn till vid placering och utformning av dagvattenåtgärder. Dagvattenåtgärderna kan i vissa fall behöva anpassas så att de tar upp ett mindre djup i jordprofilen, exempelvis genom att anlägga regnbäddar med en upphöjning mot omkringliggande mark. Att grundvattennivån är högre än dräneringen under kortare perioder utgör ingen risk för dagvattenhanteringen i stort, men utgångspunkten bör vara att dräneringen ligger högre än de rekommenderade höjdnivåerna för området.
- Med införda dagvattenåtgärder beräknas de dimensionerande flödena vara kvar på liknande nivåer som idag. Dagvattenåtgärderna kommer att innebära att föroreningsbilden förbättras drastiskt jämfört med dagsläget.



## Referenser

- © LANTMÄTERIET, u.å. Ortofoto Visning Årsvisa - Areal via Scalgo, Licens köpt genom Scalgo.
- AFRY, 2023. Samrådsunderlag - Vattenverksamhet för dagvatten- och skyfallshantering inom Storängen.
- BRANDSKYDDSLAGET, 2018. Fördjupad Riskanalys Storängen - Underlag för detaljplanarbete.
- COWI, 2021. Dagvatten- och skyfallsutredning för fastigheterna Aspen 3 mfl.
- GEOTEKNOLOGI SVERIGE AB, 2021. Verkstaden, Hantverket och Tonfisker, etapp 4 - PM Geoteknik nr 1 (Granskningshandling).
- HUDDINGE KOMMUN, 2009. Fördjupning av översiktsplan för Storängen.
- HUDDINGE KOMMUN, 2015. *Åtgärdsprogram för Trehörningen 2015-2021*.
- HUDDINGE KOMMUN, 2020. Checklista till dagvattenutredningar för planprogram och detaljplan.
- HUDDINGE KOMMUN, 2023. Fällning av fosfor i sediment i sjön Trehörningen [internet]. *Miljöbarometern - Huddinge kommun*. Tillgängligt: <http://miljobarometern.huddinge.se/sjoar/trehorningen-sjodalen/fallning-av-fosfor-i-sediment-i-sjon-trehorningen/> [Hämtad 2023-9-20].
- HUDDINGE KOMMUN, 2023. Checklista till dagvattenutredningar för planprogram och detaljplan - för fullständig utredning.
- LÄNSSTYRELSENA, 2024. Potentiellt förorenade områden (EBH) (WMS).
- OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, 2024. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- RAMBOLL och SWECO, 2024. Översvämningsrisker i Storängen.
- SGU, 2020a. SGUs Kartvisare, Brunnar [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html> [Hämtad 2020-5-6].
- SGU, 2021b. SGUs Kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100000 [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=504753.8297596596,6519964.270038539,907954.6361612725,6736964.704039407> [Hämtad 2021-7-21].
- SMHI, 2003. *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*. SMHI, Nr. 111.
- SMHI, 2023. Ladda ner meteorologiska observationer [internet]. Tillgängligt: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=precipitation24HourSum,stations=all> [Hämtad 2023-1-31].
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017a. Nedsänkt växtbädd.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017b. Skelettjord.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2022. Planera, placera, dimensionera [internet]. Tillgängligt: <https://www.stockholmvasstattenochavfall.se/dagvatten/vagledning/rad-och-anvisningar/planera/> [Hämtad 2022-7-1].
- STOCKHOLMS STAD, 2016. Dagvattenhantering - Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation.
- STORMTAC, 2021a. StormTac Web v.21.3.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STORMTAC, 2021b. *Guide - Stormtac Web*. Stockholm.
- STORMTAC, 2023. StormTac Web v.23.1.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. 2:a uppl. Stockholm: Svenskt Vatten.
- TRAFIKVERKET, 2021. Vägtrafikflödeskartan [internet]. v.1.5.0.3. Tillgängligt: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> [Hämtad 2021-8-27].
- TRIVECTOR, 2021. *Storängen etapp 4 - Trafikutredning*. Granskningshandling.
- TYRESÅNS VATTENVÅRDSFÖRBUND, 2016. *Åtgärdsprogram för Tyresån och Kalvfjärden 2016-2021*.
- TYRESÅNS VATTENVÅRDSFÖRBUND, 2023. *Miljöuppföljning 2022*.
- VISS, 2021. Tyresån-Balingsholmsån VISS EU\_CD: SE656920-673592 [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2021-9-22].
- VISS, 2023. Trehörningen VISS EU\_CD: NW656960-162648 [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2023-9-20].
- WSP, 2021. Miljöteknisk markundersökning - Storängen, etapp 4, Huddinge kommun.
- WSP, 2023. Miljöteknisk markundersökning - Sammanfattning över utförda undersökningar avseende markmiljö inom detaljplan för Kv. Verkstaden, Hantverket och Tonfisker m.fl. i Storängen, Huddinge kommun.