



# Dagvattenutredning inför detaljplan för del av Huvudsta 4:28 m.fl., Solna

**Ekelund Pampas Exploatering AB**

TITEL	Dagvattenutredning inför detaljplan för del av Huvudsta 4:28 m.fl., Solna
RAPPORTNUMMER	2021-1293-F
BESTÄLLARE	Ekelund Pampas Exploatering AB
UPPDRAGSANSVARIG	Maja Granath, WRS
FÖRFATTARE	Victoria Eriksson Russo & Tove Gannholm, WRS
GRANSKNING	Maja Granath, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2022-05-31
OMSLAGSBILD	Illustrationsplan, Urbio

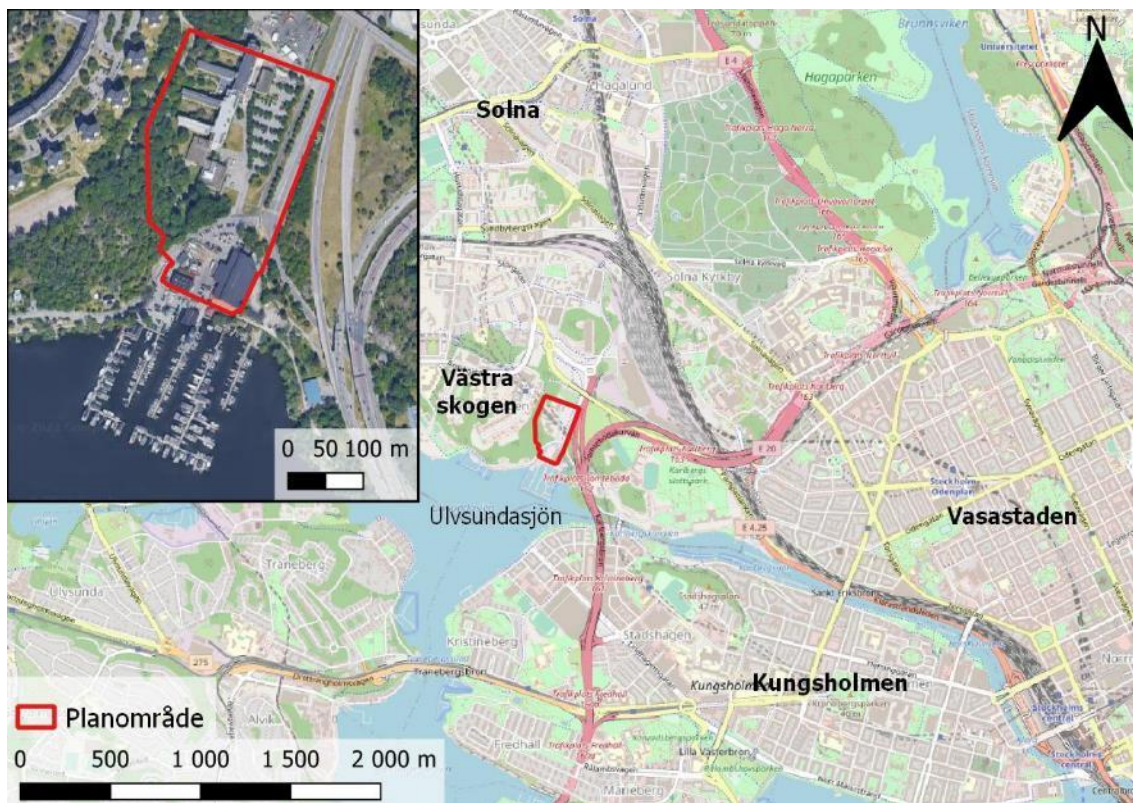
## Innehåll

1	Inledning .....	4
1.1	Uppdrag och syfte .....	4
2	Förutsättningar .....	5
2.1	Nuvarande markanvändning .....	5
2.1.1	Tunnelbana.....	5
2.2	Geologi och topografi .....	6
2.2.1	Markföroreningar.....	8
2.3	Hydrologi och grundvattenrecipient.....	9
2.4	Nuvarande dagvattenhantering .....	10
2.5	Skyfall och översvämningsrisk.....	10
2.6	Ytvattenrecipient .....	12
2.7	Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad .....	14
2.8	Planerad exploatering .....	14
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	16
3.1	Markanvändning.....	16
3.2	Flöden nuläge och framtid .....	17
3.3	Magasinsbehov.....	18
3.4	Närsalts- och föroreningsberäkningar.....	19
4	Förslag på dagvattenhantering.....	20
4.1	Dagvatten inom kvartersmark.....	20
4.2	Dagvatten inom allmän platsmark .....	20
4.3	Skyfall och åtgärder mot översvämning.....	20
4.4	Översiktlig beskrivning av föreslagna dagvattenanläggningar .....	22
4.4.1	Växtbäddar.....	23
4.4.2	Träd i skelettjord .....	25
4.4.3	Gröna tak.....	26
4.4.4	Permeabel beläggning .....	27
4.4.5	Överdämningsytor/torra dagvattendammar .....	28
4.4.6	Avsättningsmagasin.....	30
5	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	31
5.1	Ytbehov, magasinering och avrinning .....	31
5.1.1	Exempel på behov av LOD-anläggningar för ett kvarter.....	31
5.2	Närsalts- och föroreningsbelastning .....	32
6	Slutsatser .....	33
	Referenser .....	35



# 1 Inledning

En ny detaljplan håller på att tas fram för planerad bostadsbebyggelse vid Ekelundsområdet i Solna (Figur 1). Området planeras bland annat inrymma cirka 850–900 nya bostäder, lokaler i bottenvåningarna, två förskolor, ett kontorshus, en ny uppgång till Västra skogens tunnelbanestation samt en ny park.



Figur 1. Detaljplaneområdet ligger vid Pampas marina i Solna. Bakgrundskartor: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.) och Google Satellite (u.å.)

## 1.1 Uppdrag och syfte

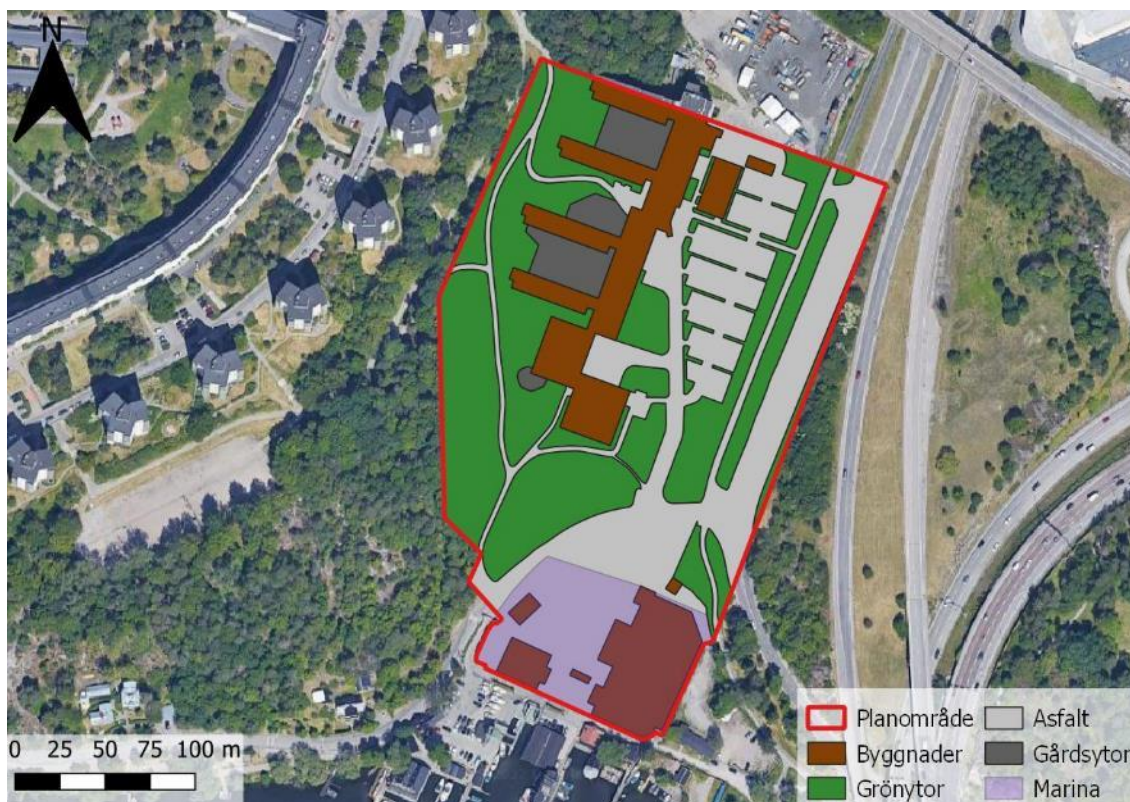
WRS fick 2021 i uppdrag av Ekelund Pampas Exploatering AB via Iterio AB att göra en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhanteringen inom detaljplaneområdet (Figur 1) och ge förslag till dagvattenhantering efter nyexploatering. Förslagen ska vara i överensstämmelse med Solna stads dagvattenriktlinjer och bidra till att uppnå miljö kvalitetsnormerna i recipienten Ulvsundasjön. I dagvattenutredningen behandlas:

- Områdets naturliga förutsättningar för dagvattenhantering
- Recipienten Ulvsundasjöns status och gällande miljö kvalitetsnormer
- Potentiella problemområden ur översvämningssynpunkt
- Förändrad årsavrinning och dimensionerande flöde p.g.a. planerad nyexploatering
- Potentiell ökning av föroreningsmängder i dagvattnet till följd av planerad nyexploatering
- Principer för lokal dagvattenhantering för fördröjning och rening på eller i direkt anslutning till kvartersmark
- Principiellt förslag på dagvattenhantering inom detaljplan, samt hur detta kan möta kraven i Solna stads riktlinjer

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Nuvarande markanvändning

Föreslaget planområde rymmer idag en markanvändning bestående av framför allt kontorslokaler och hamnverksamhet för småbåtar invid Pampas marina samt naturmark och vägar. Området är ungefär 6 hektar stort och når fram till ca 15–20 meter från strandkanten. Delar av Ekelundsvägen, Karlbergs strand och Hamntorget ligger inom planområdet. Tunnelbanan passerar under mark genom planområdet (se avsnitt 2.1.1). Planområdet utgörs av fastigheterna Huvudsta 4:24 och 4:28 samt delar av fastigheterna Huvudsta 4:17, 4:18 och 4:21 och Ekelund 1 (Figur 2).

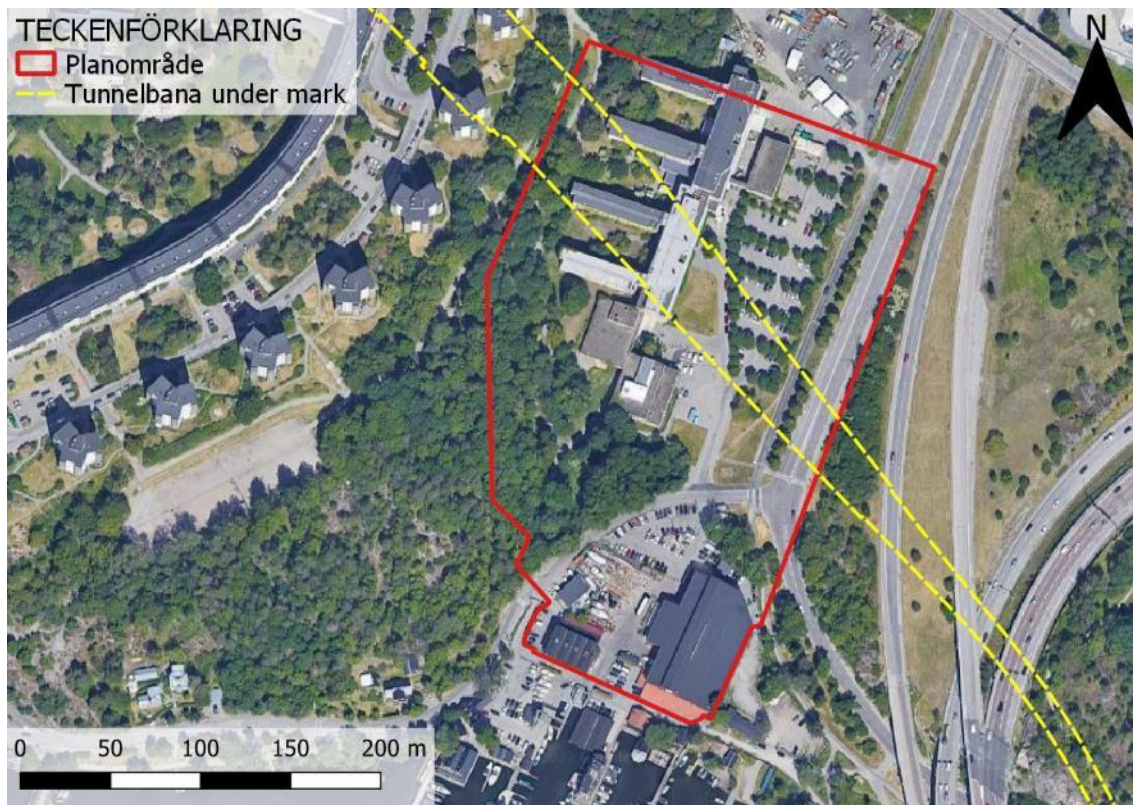


Figur 2. Föreslaget planområde utgörs av (delar av) 5 fastigheter (Lantmäteriet, 2021) och inhyser bland annat kontorslokaler och delar av småbåtshamnen Pampas marina. Bakgrundskartor: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.) och Google Satellite (u.å.)

#### 2.1.1 Tunnelbana

Tunnelbanans blå linje går idag under planområdet (Figur 3) och en ny tunnelbaneuppgång från station Västra skogen planeras inom området. Tunnelbanan består av en betongtunnel under mark och bergtunnel i de västra delarna. Tunneln behöver beaktas vid dagvattenhantering med avseende på val av anläggningar, infiltrationsmöjligheter och höjdsättning.



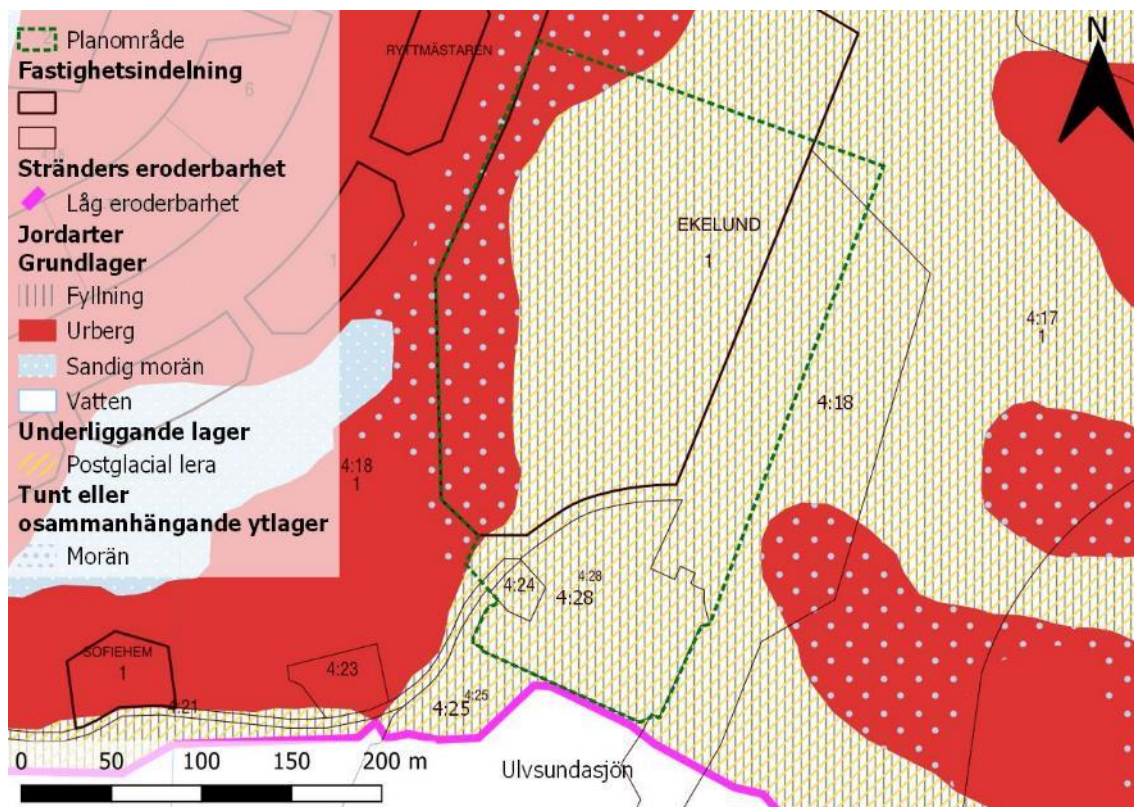


Figur 3. Tunnelbanans blå linje går under mark genom planområdet, se gula streckade linjer. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.)

## 2.2 Geologi och topografi

Enligt SGU:s översiktliga jordartskarta består marken i området främst av fyllnadsmaterial ovanpå ett lager av postglacial lera och i detaljplaneområdets västra delar finns urberg med ett tunt osammanhängande ytlager av morän (Figur 4). Stranden har låg eroderbarhet (Figur 4).

Enligt markmiljöundersökningen för detaljplaneområdet (Iterio AB, 2022) är fyllnadslagret i allmänhet 0,5 – 1 meter djupt i den norra delen av Ekelund 1 medan det i den södra delen av Ekelund 1 förekommer fyllnadslager med upp till 3 meters mäktighet. Under leran finns friktionsjord ovan berg.



Figur 4. Jordarter (© Sveriges geologiska undersökning, u.å.) och stränders eroderbarhet (© Sveriges geologiska undersökning, u.å.) inom och omkring detaljplaneområdet samt fastighetsindelning (Lantmäteriet, 2021)

Naturmarken i väster lutar markant åt öster (ungefär från +19 till +2) medan resterande planområde är relativt flackt med en svag lutning åt söder och sydväst mot Ulvsundasjön (ungefär från +8 till +2) (Figur 5). Områdets lågpunkter behandlas i avsnitt 2.5.





Figur 5. Höjdkurvor inom planområdet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.)

## 2.2.1 Markföreningar

En markmiljöundersökning har genomförts av Iterio (2022) för att kontrollera förekomsten av föroreningar i jord och grundvatten inom detaljplaneområdet. Prover på mark och grundvatten togs inom fastigheterna Ekelund 1 och Huvudsta 4:28, alltså vid befintliga kontorsbyggnader samt småbåtshamnen (se Figur 2). För fastigheten Ekelund 1 konstaterar Iterio att de ytliga jordlagren inte är påverkade av föroreningar i någon nämnvärd omfattning. Detsamma gäller för metaller och olja i grundvattnet som underskider riktvärdena. De bedömer preliminärt: ”sedvanliga saneringsmetoder såsom jordschakt vara tillräckliga för att marken inom hela området ska vara lämplig för avsedda ändamål. Preliminära grundläggningsnivåer för bostäder och parkeringsgarage medför dessutom ett behov av tekniska jordschakter till varierande djup vilket innebär att de ytliga jordlagren kommer att tas bort.”

Utifrån informationen från markmiljöundersökningen anser WRS att infiltration av dagvatten bör vara möjligt inom Ekelund 1. Därmed behöver inte dagvattenanläggningar inom Ekelund 1 ha tät botten ur förorenings synpunkt. Dock kan tät botten eventuellt behövas med hänsyn till tunnelbanan (Figur 3), vilket behöver utredas vidare (se avsnitt 2.3).

För fastigheten Huvudsta 4:28 (hamnområdet) konstaterade Iterio (2022) att det förekommer halter av en eller flera föroreningsämnen som överskrider KM [känslig markanvändning] och MKM [mindre känslig markanvändning] i som minimum den översta metern av jordlagerföljden. Spridningsbenägenheten i jord för de påträffade föroreningsämnena är dock låg och den absoluta merparten av föroreningar bedöms förekomma i den översta metern och ställvis ned till cirka två meters djup. De konstaterar att det föreligger ett åtgärdsbehov i jord inom fastigheten för att marken ska vara lämplig för den planerade markanvändningen. De rekommenderar ”att platsspecifika riktvärden (PRV) beräknas för mätbara åtgärdsämnen...med



syftet att möjliggöra kvarlämnande av måttliga föroreningshalter på större djup under garage och därmed reducera kostnader för verksamhetsutövare och den miljöpåverkan som schakt och transport av jord medför.”

Utifrån informationen från markmiljöundersökningen anser WRS att infiltration av dagvatten inte är lämpligt inom Huvudsta 4:28 innan undersökningar av grundvatten kompletterats, platsspecifika riktvärden tagits fram och saneringsarbete utförts. Om massor med måttliga föroreningshalter lämnas på större djup kan det bli så att infiltration av dagvatten inte lämpar sig inom Huvudsta 4:28. I sådana fall bör dagvattenanläggningar inom fastigheten anläggas med tät botten.

### 2.3 Hydrologi och grundvattenrecipient

Det finns inga grundvattenförekomster eller markavvattningsföretag inom det planerade detaljplaneområdet. Närmaste grundvattenförekomst är Stockholmsåsen-Haga (SE658456-162644), ungefär 2 kilometer nordost om området (Länsstyrelserna, 2021). Området ingår inte i något vattenskyddsområde (Naturvårdsverket, 2021).

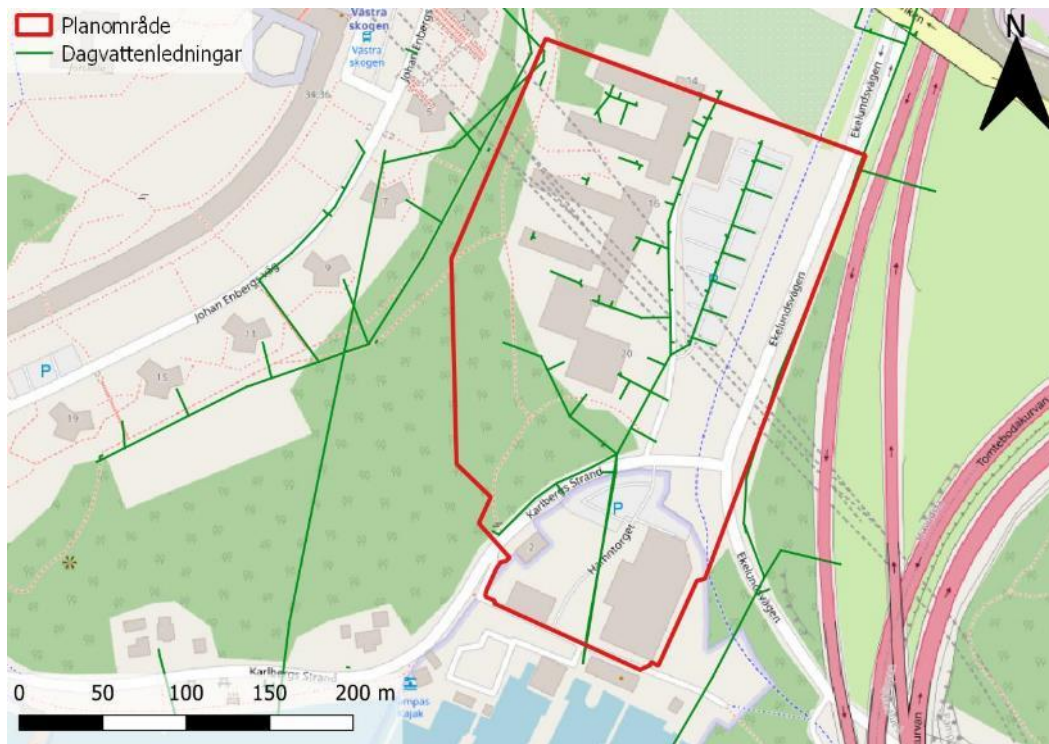
Det är hög genomsläpplighet i marken i merparten av området (Figur 6), vilket innebär att möjligheten till infiltration av dagvatten antagligen är god. Samtidigt är grundvattnets sårbarhet måttlig till hög i majoriteten av området (Figur 6). Då planområdet ligger långt från närmaste grundvattenförekomst och då grundvattnet lär röra sig ut mot Ulvsundasjön bör infiltration av renat dagvatten inte utgöra någon risk för förorening av grundvattentäcker. Möjligheterna att infiltrera dagvatten med avseende på tunnelbanans betongkonstruktion bör utredas i utredningen för tunnelbanan. Om tunneln utgör en avdelare för grundvatten bör också utredas.



Figur 6. Genomsläpplighet samt grundvattnets sårbarhet. Källa: (© Sveriges geologiska undersökning, u.å., u.å.)

## 2.4 Nuvarande dagvattenhantering

På de hårdgjorda och bebyggda ytorna inom planområdet finns flertalet dagvattenbrunnar och stuprör där dagvattnet leds ner i ledningar under marken. Dagvattenledningsnätet leder dagvattnet vidare söder ut innan det mynnar i Ulvsundasjön vid Pampas marina (Figur 7). Befintligt dagvattenledningsnät kommer att rivras och ersättas i samband med nyexploatering.



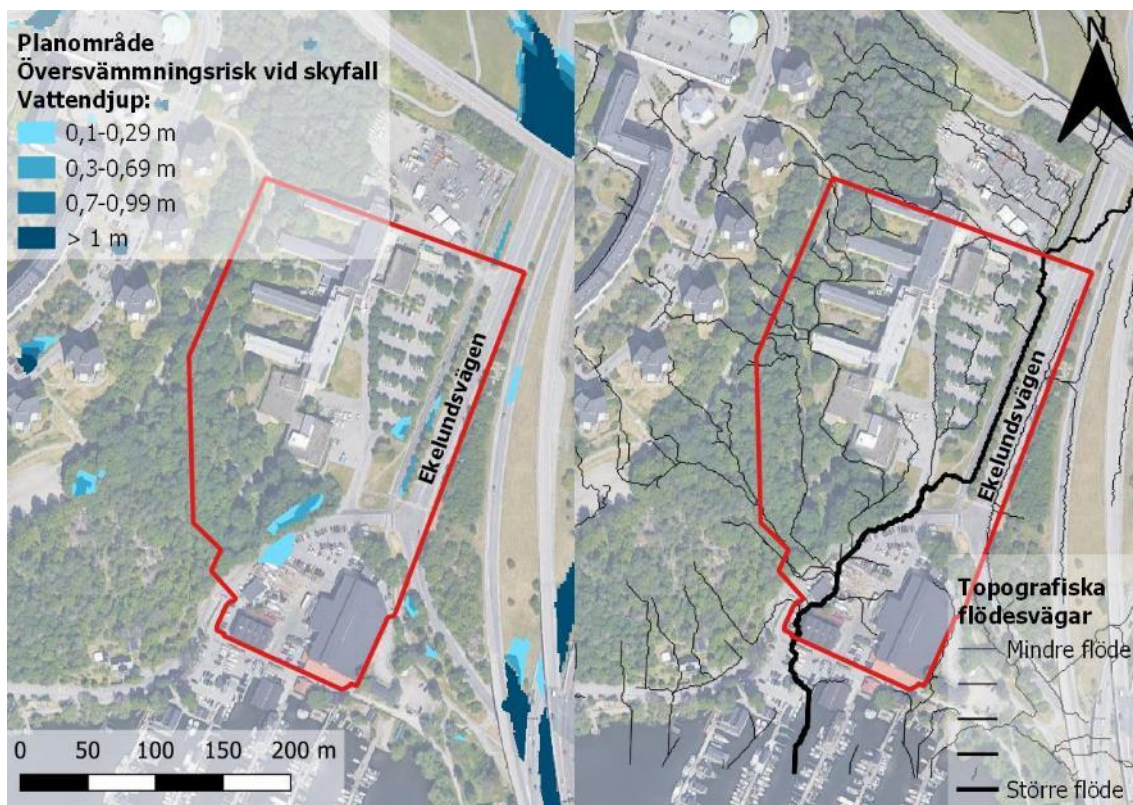
Figur 7. Befintligt dagvattenledningsnät inom planområdet med utsläppspunkt i Ulvsundasjön vid Pampas marina. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.)

## 2.5 Skyfall och översvämningsrisk

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms lågpunktskartering finns det fem lågpunkter inom planområdet idag som riskerar att översvämmas vid skyfall (Figur 8).

Vid höga flöden rinner dagvatten på marken när dagvattenledningsnätet är fullt. Då avrinner dagvatten från området norr om planområdet genom planområdet i befintligt dike bredvid Ekelundsvägen och vidare genom Pampas marina och därefter ner i Ulvsundasjön (Figur 8). Eftersom marken inom detaljplaneområdet kommer att höjas finns en risk att planområdets norra gräns kommer att utgöra en barriär för vatten norrifrån. Det måste säkerställas att vattnet fortfarande kan ta sig igenom eller förbi planområdet yttleds utan att skada bebyggelse. Förslagsvis tillåts vattnet avledas på Ekelundsvägen vid skyfall. Vägen måste alltså höjdsättas för att tillåta detta.

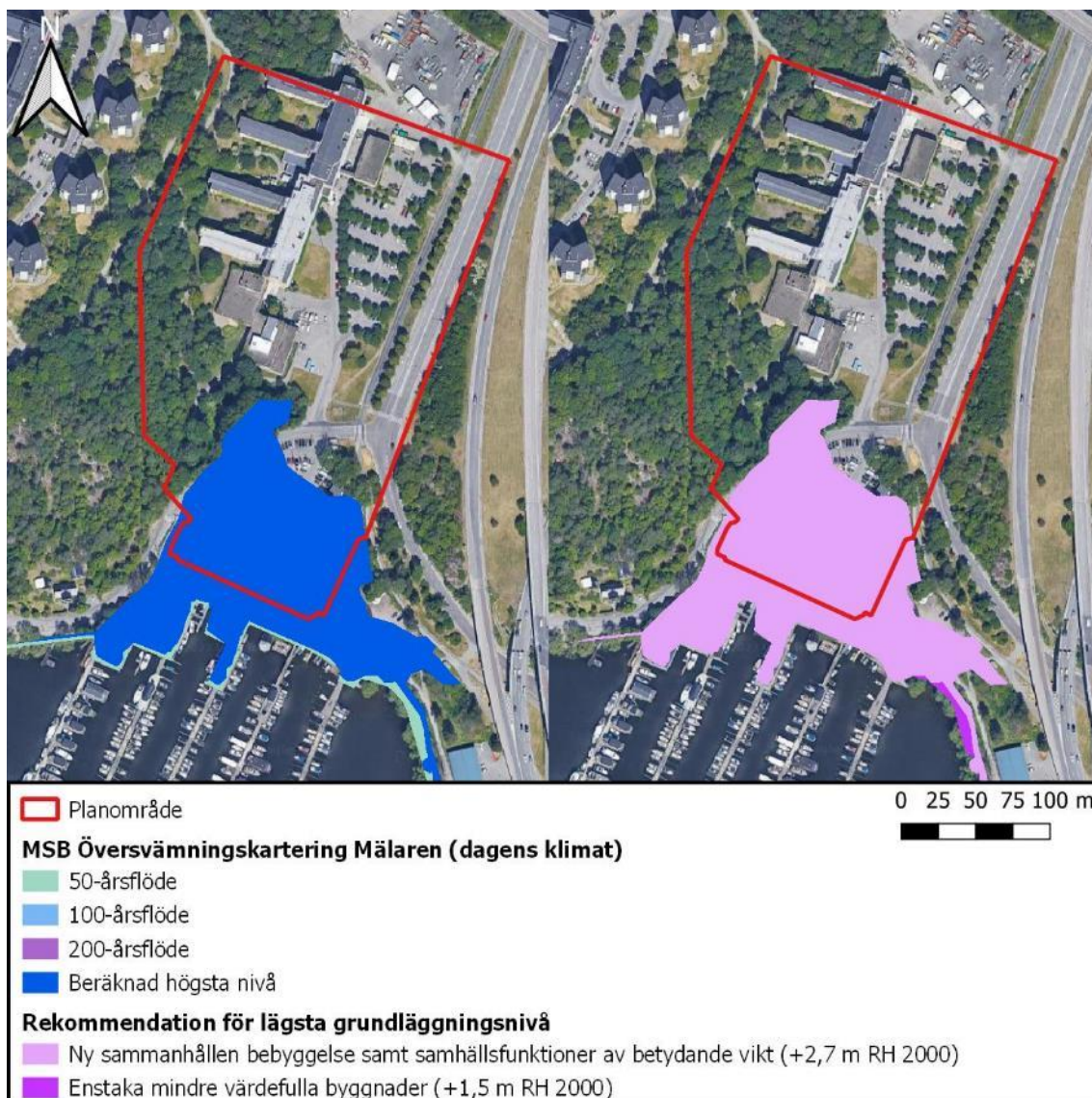




Figur 8. Lågpunktskartering, risk för stående vatten vid skyfall (ytor över 16 m<sup>2</sup>). Källa översvämningsrisk: Länsstyrelsen Stockholm (2021b). Källa topografiska flödesvägar: Scalgo (2021). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.)

Det planerade planområdet ligger intill Ulvsundasjön som är en vik i Mälaren. För att placera ny bebyggelse lämpligt med avseende på översvämningsrisk rekommenderar Länsstyrelserna kring Mälaren (Länsstyrelsen Stockholm m.fl., 2015) att ny sammanhållen bebyggelse placeras ovanför nivån +2,7 meter (RH2000). Hamnområdet inom detaljplanen ligger i dagsläget under denna nivå (Figur 9).

Som området ser ut i dagsläget riskeras inga översvämningsrisker vid ett 50-, 100- eller 200-årsflöde i Mälaren, men vid beräknad högstanivå väntas översvämningsrisker (Figur 9).



Figur 9. Områden inom planområdet som riskerar översvämning vid 50-, 100- och 200-årsflöde (liknande utbredning) och beräknad högsta nivå samt områden som ligger under lägsta rekommenderade grundläggningsnivå. Källa WMS-lager: Länsstyrelsen Stockholm (2021b). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.)

## 2.6 Ytvattenrecipient

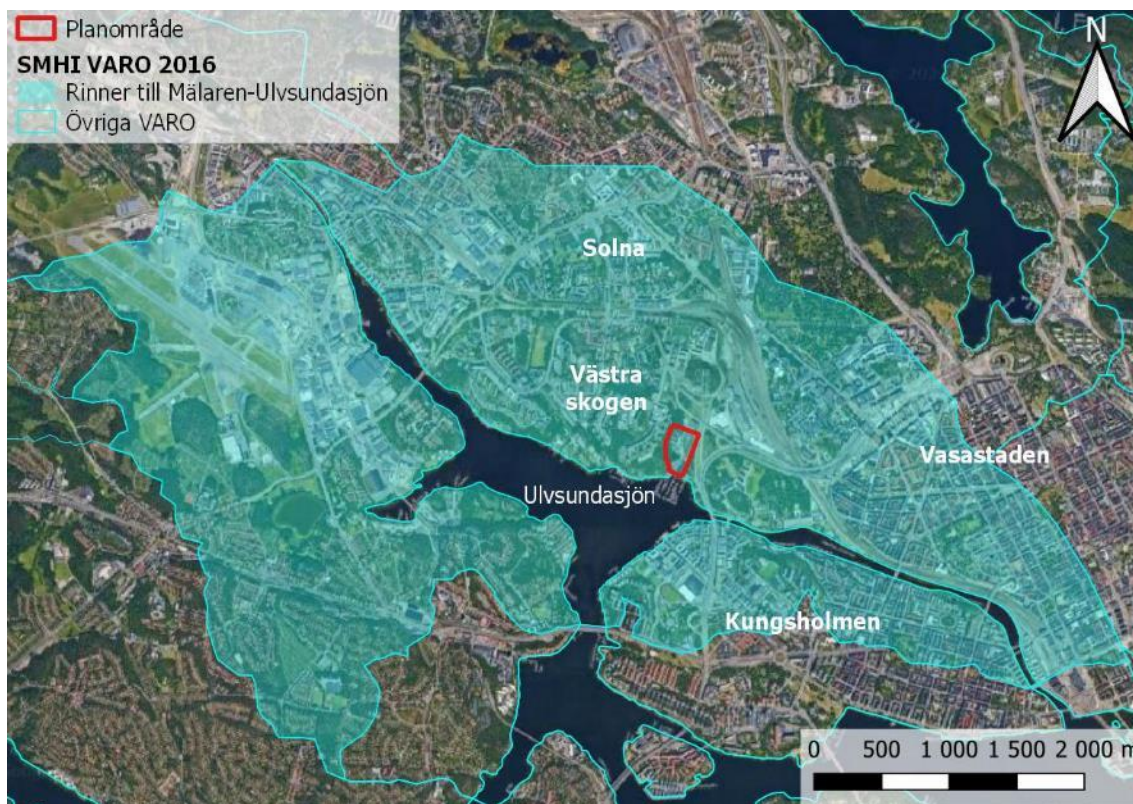
Recipient för dagvattnet i området är Ulvsundasjön (Figur 10). Mälaren-Ulvsundasjön (VISS EU\_CD: SE658229-162450) klassas som en ytvattenförekomst enligt EU:s vattendirektiv (EU Direktiv 2000/60/EG, 2000). I Vattenmyndighetens förvaltningscykel 3 (VISS, 2022) har vattenförekomstens ekologiska status klassats som *otillfredsställande* till följd av:

1. fysisk påverkan (på hydromorfologi)
2. övergödning
3. koppar
4. icke-dioxinlika PCB:er.

Enligt beslutade miljö kvalitetsnormer ska Ulvsundasjön uppnå *måttlig ekologisk status* till år 2027, men det mindre stränga kravet är enbart kopplat till fysisk (hydromorfologisk) påverkan



av tätortsbebyggelse i direkt närhet till strandlinjen. Trots det mindre stränga kravet ska all fysisk påverkan ”åtgärdas så långt det är möjligt och rimligt” och ”det får inte heller ske några försämringar i förhållande till den status som gällde vid tidpunkten för normsättningen”. För övriga parametrar gäller kvalitetskravet *god ekologisk status* med tidsfrist till 2027.



Figur 10. Vattenförekomstavrinningsområde (VARO) (VISS, 2016) som avrinner till vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.)

Ulvsundasjön uppnår ej god kemisk status (VISS, 2022) varken med eller utan hänsyn till överallt överskridande ämnen (bromerad difenyleter och kvicksilver). Detta på grund av förhöjda halter av tributyltenn, bly, antracen, kadmium och perfluoroktansulfonat (PFOS). Enligt beslutade miljö kvalitetsnormer ska Ulvsundasjön uppnå god kemisk ytvattenstatus 2027 med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver. De nuvarande halterna (december 2015) av bromerad difenyleter och kvicksilver får inte öka.

Tillförseln av näringsämnen och miljöföroreningar via dagvattnet från vägar och andra urbana ytor anses ha betydande påverkan på Ulvsundasjön (VISS, 2022). För att lyckas uppfylla miljö kvalitetsnormerna behöver tillförseln av näringsämnen och miljöföroreningar (bland annat de dagvattenburna föroreningarna) framförallt inte öka jämfört med i dagsläget och för vissa ämnen krävs även en minskad tillförsel jämfört med nuläget.

## 2.7 Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad

I Solna stads strategi för hållbar dagvattenhantering (Solna Stad, 2017) specificeras att det övergripande målet för dagvattenhanteringen i Solna stad är en långsiktigt hållbar dagvattenhantering där miljömässiga, ekonomiska och sociala värden säkerställs. Solna stad har i strategin tagit fram fyra strategier för att uppnå en långsiktigt hållbar dagvattenhantering:

- 1) Strategi för att minimera föroreningar i dagvatten och säkerställa god vattenkvalitet.
- 2) Strategi för att minimera översvänningsrisker och ta hänsyn till förutsättningar av ett förändrat klimat.
- 3) Strategi för att möjliggöra att dagvattenhanteringen bidrar till mervärden i stadsmiljön.
- 4) Strategi för att säkerställa att den långsiktiga dagvattenhanteringen sker på ett effektivt sätt.

De riktlinjer som arbetats fram för att ovanstående fyra strategier ska kunna uppnås är följande:

- Dagvatten ska renas och fördröjas lokalt så nära källan som möjligt och med bästa möjliga teknik. Dagvattenhanteringen ska utformas på sådant sätt att en nederbördsmängd på minst 20 millimeter vid varje givet nederbördstillfälle fördröjs och renas. Dagvattensystemet bör ha mer långtgående rening än sedimentering.
- Dagvatten ska inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer för vattenkvaliteten i stadens sjöar, havsvikar och vattendrag inte kan följas.
- Dagvatten ska inte medföra att vattenkvaliteten i stadens grundvatten försämras eller att grundvattennivåer ändras.
- Från vägar ska staden i takt med stadens ut- och ombyggnad se till att rening av dagvatten sker före utsläpp till ytvattenrecipient eller grundvatten.
- Byggnads- och anläggningsmaterial innehållande miljöstörande ämnen, som koppar och zink, ska undvikas.
- Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas så att dagvatten inte riskerar att orsaka skadliga översvämningar, varken inom eller utom planområdet, varken nu eller i ett framtida förändrat klimat.
- Dagvatten ska användas om en resurs vid stadens utbyggnad för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- Dagvatten ska beaktas i varje skede av stadsbyggnadsprocessen.
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs, såsom ombyggnad av stadens vägar, gator och torg.

I bilaga 3 till dagvattenstrategin (Solna Stad, 2017) presenteras ett antal exempel på åtgärder för att få till en hållbar dagvattenhantering i Solna. De förslag på åtgärder som presenteras i den här rapporten är sådana exempel som finns med i bilagorna. I bilaga 4 presenteras Solna stads checklista för dagvattenutredningar, som även den har följts i den här rapporten.

## 2.8 Planerad exploatering

Exploateringsbolaget Ekelund Pampas har med Solna stad arbetat fram ett förslag till utveckling av Ekelundsområdet. Det planerade detaljplaneområdet ligger i sydöstra delen av Huvudsta. Området planeras inrymma cirka 850–900 nya bostäder, lokaler i bottenvåningarna, två förskolor, ett om- och tillbyggt kontorshus, en ny uppgång till Västra skogens



tunnelbanestation, två tekniska anläggningar (en nätstation och en pumpstation) samt en ny park (Figur 11).

Inför beräkningar av dagvattenflöden och magasinsbehov har markanvändningen kategoriserats. För att kunna nyttja effekten av de planerade planteringarna för dagvattenhantering har vi antagit en markanvändning i framtiden utan planteringar på allmän platsmark enligt bilden i Figur 12. Det är dock viktigt att poängtera att det är mycket grönska och planteringar planerade i området. Markanvändningen har kategoriserats som byggnader, grönytor, asfalt, gårdsytor, park och övriga hårdgjorda ytor (Figur 12). Inom kvartersmark har ytor som inte är byggnader benämnts som "gårdsytor". Ytor utanför fastighetsgräns (asfalt och grönytor) antas bli allmän platsmark. Till den allmänna platsmarken räknas även fastigheten "Park" som vars markanvändningar benämnts som park och övriga hårdgjorda ytor.



Figur 11. Planerad utformning av planområdet i framtiden (Kjellander Sjöberg, 2022).



Figur 12. Utformning utan LOD tolkad utifrån underlag från landskapsritning L10-P-01 (Urbio, 2022a). Sju kvarter planeras, Norra släntkvarteret, Norra parkkvarteret, Parken och parkhuset, Södra parkkvarteret, Hamnkvarteret, Södra släntkvarteret och Kontorskvarteret. "T" markerar stationséntre till tunnelbanan. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

### 3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter nyexploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (2021) v20.2.2. Solna Stad (2017) har ställt krav på att 20 mm regn ska kunna fördröjas och renas vid varje givet nederbördstillfälle.

#### 3.1 Markanvändning

Området består i dag av byggnader, asfalt, grönytor och innergårdar (Figur 2 och Tabell 1). Enligt planerad exploatering kommer framtida markanvändning bestå av samma kategorier mark samt park (Figur 12 och Tabell 1).



Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter ( $\varphi$ ) och reducerad area ( $A_{red} = \text{area} \times \varphi$ ) för markanvändning i nuläget samt i framtiden (utan LOD). Källa  $\varphi$ : Svenskt Vatten (2016)

Markanvändning	Area [ha]	$\varphi$ [-]	$A_{red}$ [ha]
<b>NULÄGE</b>			
Takyta	1,1	0,9	0,99
Asfalt	2,3	0,8	1,8
Grönyta (kuperad bergig skogsmark)	2,3	0,1	0,23
Gårdsytor	0,27	0,7*	0,19
<b>Summa nuläge</b>	<b>6,0</b>	<b>0,54**</b>	<b>3,3</b>
<b>FRAMTID</b>			
Takyta	1,5	0,9	1,3
Asfalt	2,0	0,8	1,6
Grönyta (kuperad bergig skogsmark)	0,82	0,1	0,082
Gårdsytor	1,2	0,7*	0,85
Övriga hårdgjorda ytor	0,23	0,7*	0,16
Park	0,31	0,1	0,031
<b>Summa i framtiden</b>	<b>6,0</b>	<b>0,67**</b>	<b>4,0</b>

\* $\varphi$  för gårdsytor och övriga hårdgjorda ytor har uppskattats till samma som för ”stensatt yta med grusfogar”

\*\* Genomsnittlig avrinningskoefficient.

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i området att öka från en avrinningskoefficient på 0,54 till 0,67 (Tabell 1). Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner som dagvatten 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 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.

### 3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande flöden har den så kallade *rationella metoden* använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016). 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 och avrinningskoefficienter har använts enligt Tabell 1.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som understiger 10 minuter både före och efter omexploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att

beräkna den dimensionerande varaktigheten för regnet. I P110 rekommenderas att minsta rinntid sätts till 10 minuter och följaktligen också minsta dimensionerande varaktighet 10 minuter.

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden (T), som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 10 års återkomsttid enligt riktlinjer för centrum- och affärsområden i P110 (Svenskt Vatten, 2019). Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10.

Slutligen används en klimatfaktor (kf) i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 (2016) rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

Resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning (utan planteringar) vid ett 10-årsregn visar att det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka med 24 % (Tabell 2) eftersom hårdgörningsgraden (avrinningskoefficienten) ökar med motsvarande.

Tabell 2. Dimensionerande dagvattenflöde vid ett 10-årsregn ( $Q_{10}$ ) med och utan klimatfaktor ( $k_f = 1,25$ ) i nuläget och efter planerad exploatering utan LOD-åtgärder inklusive parametrar för beräkning av flödet med Rationella metoden (Svenskt Vatten, 2016)

	Varaktighet [min]	Regnintensitet [l/s, ha]	Area [ha]	$\varphi$ [-]	$Q_{10}$ [l/s]	$Q_{10\ k_f=1,25}$ [l/s]
Nuläge	10	228	6,0	0,54	755	943
Framtid	10	228	6,0	0,67	876	1 095
Absolut förändring	0	0	0	0,13	175	219
Relativ förändring	0 %	0 %	0 %	24 %	24 %	24 %

### 3.3 Magasinsbehov

Enligt dagvattenriktlinjerna för Solna Stad (2017) ska 20 mm regn vid varje givet nederbördstillfälle fördröjas och renas. Det bedöms möjliggöra fördröjning och rening av ca 90 procent av årsnederbörden. Behovet av fördröjningsvolym har beräknats enligt Ekvation 3.

Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym per yta (i)

$U_i$  = erforderlig fördröjningsvolym [ $m^3$ ]

$d_r$  = regnvolum som ska hanteras (20 mm) [m]

$A_i$  = area [ $m^2$ ]

$\varphi_i$  = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

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

Beräkningar ger en erforderlig magasinsvolym av ungefär 789  $m^3$  för hela detaljplaneområdet fördelat på 352  $m^3$  för allmän platsmark (Tabell 3) och 437  $m^3$  för kvartersmark (Tabell 4). Således utgör kvartersmark 55 % av magasinsbehovet och allmän platsmark 45 %.

Inom allmän platsmark (se avsnitt 2.8) står asfalterade ytor för 313  $m^3$  av magasinsbehovet på 352  $m^3$  (Tabell 3).

Tabell 3. Erforderlig fördröjningsvolym för allmän platsmark utifrån planerad markanvändning och 20 mm fördröjning. Källa avrinningskoefficienter ( $\phi$ ): Svenskt Vatten (2016)

Allmän platsmark	Area [m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [-]	Erforderlig magasinsvolym [m <sup>3</sup> ]
Asfalt	19 600	0,8	313
Grönyta (kuperad bergig skogsmark)	8200	0,1	0 <sup>a</sup>
Övrig hårdgjord yta	2300	0,7 <sup>c</sup>	33
Park	3 100	0,1	6
<b>Summa</b>	<b>33 000</b>	<b>0,55<sup>b</sup></b>	<b>352</b>

a) Ingen magasinering krävs då befintlig naturmark bevaras. Magasinering krävs vid ny- och ombyggnation enligt dagvattenstrategin i Solna Stad (2017)

b) Sammanvägd avrinningskoefficient = summan av reducerad area/summa area

För kvartersmarken (se Figur 12) är den erforderliga magasinsvolymen 437 m<sup>3</sup>, varav 61 % uppkommer från takytorna och 39 % från gårdsytorna (Tabell 4).

Tabell 4. Magasinsbehov för kvartersmark (tak och innergårdar inom kvarter A-G) utifrån area, avrinningskoefficient ( $\phi$ ) och 20 mm fördröjning. Källa ( $\phi$ ): Svenskt Vatten (2016)

Kvarter	Area tak <sup>a</sup> [m <sup>2</sup> ]	Magasinsvolym tak [m <sup>3</sup> ]	Area gårdsyta <sup>b</sup> [m <sup>2</sup> ]	Magasinsvolym gårdsyta [m <sup>3</sup> ]	Summa area [m <sup>2</sup> ]	Summa magasinsvolym [m <sup>3</sup> ]	$\phi$ <sup>c</sup> [-]
Hamnkvarteret	2 750	50	2 280	32	5 030	81	0,81
Södra släntkvarteret	1 710	31	1 110	16	2 820	46	0,82
Södra parkkvarteret	2 680	48	1 800	25	4 480	73	0,82
Kontorskvarteret	3 400	61	3 450	48	6 840	109	0,80
Parkhuset	420	7,6	60	0,8	480	8,4	0,88
Norra släntkvarteret	1 120	20	1 510	21	2 620	41	0,79
Norra parkkvarteret	2 740	49	1 860	26	3 770	75	0,82
Pumphus	16	0,3	42	0,6	58	0,9	0,76
Transformatorstation	-	-	28 <sup>d</sup>	0,4	28	0,4	0,80
<b>Summa</b>	<b>14 900</b>	<b>267</b>	<b>12 100</b>	<b>170</b>	<b>27 00</b>	<b>437</b>	<b>0,81</b>

a) Avrinningskoefficient för tak är 0,9 enligt P110 Svenskt Vatten (2016)

b) Avrinningskoefficient för gårdsytor har uppskattats till 0,7, samma som för ”stensatt yta med grusfogar” i P110 Svenskt Vatten (2016)

c) Sammanvägd avrinningskoefficient = summan av reducerad area/summa area

d) Avrinningskoefficient för transformatorstation har uppskattats till 0,8, samma som för ”asfalt” i P110 Svenskt Vatten (2016)

### 3.4 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (2021) v20.2.2. 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 695 mm använts för delavrinningsområdet (SMHI, 2020). I Stormtac har nuvarande markanvändningsslag kategoriserats som 5,2 hektar flerfamiljshusområde och 0,8 hektar småbåtshamn (enligt utbredning i Figur 2). Framtida markanvändning har bedömts motsvara kategorin flerfamiljshusområde i Stormtac. Volymavrinningskoefficienten för flerfamiljshusområde sattes till de framräknade avrinningskoefficienterna: 0,55 för nuläget och 0,63 för framtiden (Tabell 1).

Efter nyexploatering (utan Lokalt Omhändertagande av Dagvatten, LOD) beräknas föroreningsbelastningen öka med 19–36 % (Tabell 5). Osäkerheten i beräkningarna är enligt Stormtac (2021) ungefär plus/minus 30 % för föroreningarna.

Tabell 5. Föroreningsbelastning före exploatering respektive efter exploatering utan LOD inklusive absolut och relativ förändring, beräknat med Stormtac (2021) v20.2.2

Exploatering	P [kg/år]	N [kg/år]	Pb [kg/år]	Cu [kg/år]	Zn [kg/år]	Cd [kg/år]	Cr [kg/år]	Ni [kg/år]	SS [kg/år]
Före	5,2	40	0,31	0,69	2,2	0,014	0,25	0,21	1600
Efter, utan LOD	6,4	48	0,4	0,82	2,8	0,019	0,32	0,26	1900
Absolut förändring	+1,2	+8	+0,09	+0,13	+0,6	+0,005	+0,07	+0,05	+300
Relativ förändring	+23%	+20%	+29%	+19%	+27%	+36%	+28%	+24%	+19%

## 4 Förslag på dagvattenhantering

### 4.1 Dagvatten inom kvartersmark

Inom kvartersmark föreslås lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) främst i växtbäddar och gröna tak för dagvattenrening och -fördröjning. Även permeabel beläggning kan användas. Uppskattad utbredning av kvartersmark ses i avsnitt 2.8. LOD-anläggningarna beskrivs i avsnitt 4.4.1 till 4.4.6.

### 4.2 Dagvatten inom allmän platsmark

Inom allmän platsmark föreslås främst träd i skelettjord för dagvattenrening och -fördröjning. Även växtbäddar, permeabel beläggning och torra dammar kan användas. Uppskattad utbredning av allmän platsmark ses i avsnitt 2.8. och LOD-anläggningarna beskrivs i avsnitt 4.4.1 till 4.4.6.

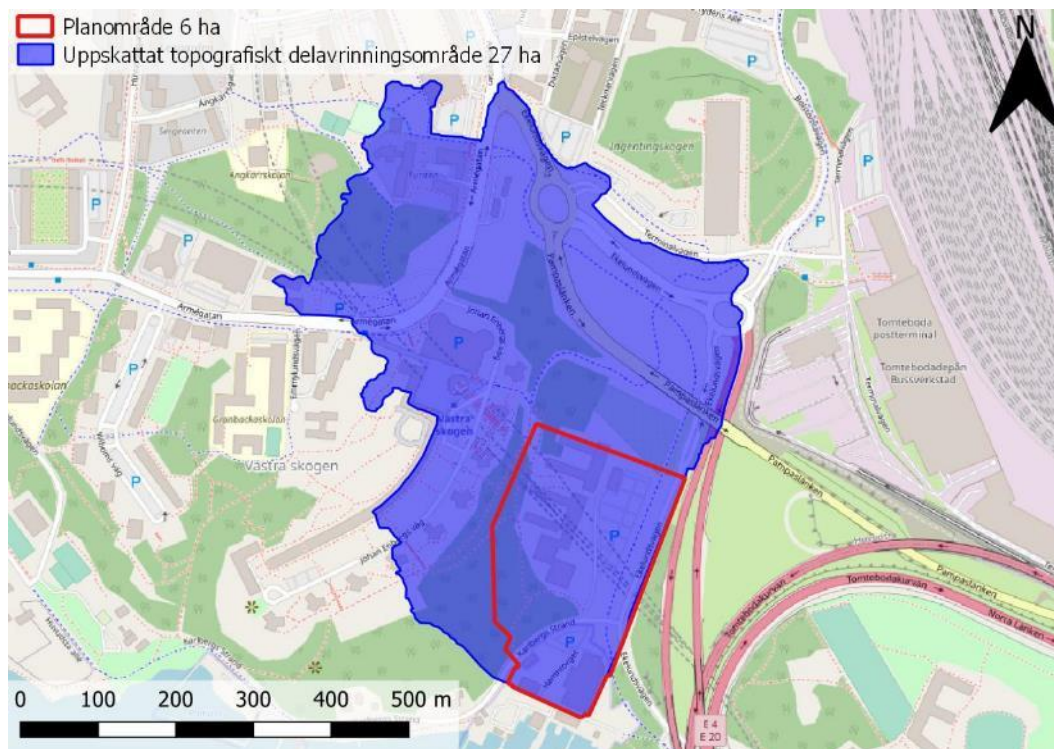
### 4.3 Skyfall och åtgärder mot översvämning

LOD-anläggningar som dimensioneras för omhändertagande av 20 mm nederbörd kommer att fyllas olika snabbt beroende på vilken intensitet (återkomsttid) som regnet har. Fyllnadstiden är snabbare vid regn med en högre intensitet (motsvarar regn med en längre återkomsttid) (Svenskt Vatten, 2011).

Vid stora skyfall då ledningsnätets kapacitet inte räcker till och ytavrinning uppstår kommer ett område uppströms att avrinna mot detaljplaneområdet (Figur 13). Det är därför viktigt att lokalgatorna fungerar som sekundära avrinningsvägar så att riskerna för skador på byggnader till följd av flöden från ovanliggande kvarter minimeras, vilket projektets landskapsarkitekt beaktar. Det är även viktigt att det inom detaljplaneområdet finns plats för nödvändiga

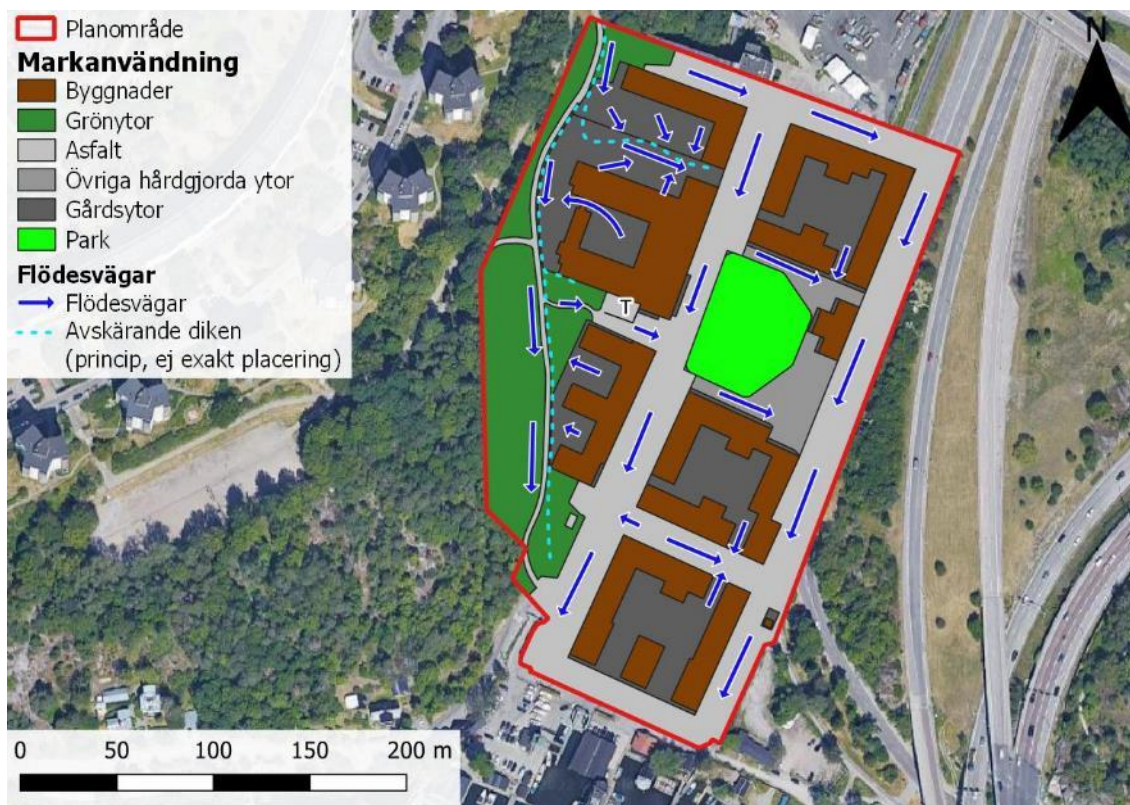
dagvattenledningar för planerade utbyggnader av området uppströms samt att det vid behov reserveras U-områden i planen. Detta behöver samordnas mellan planarbetena tillsammans med VA-huvudmannen och planarkitekterna.

Det är viktigt att följa Länsstyrelsens rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå (Figur 9) för att undvika att översvämningar skadar planerade byggnader.



Figur 13. Det uppskattade topografiska delavrinningsområdet inom och till planområdet är 27 hektar. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.)

Höjdsättningen inom området bör säkerställa att extrema avrinningsflöden kan avledas på markytan bort från byggnader, mot intilliggande allmän platsmark och mot Ulvsundasjön för att motverka skador och negativa effekter på byggnader. Dessutom behöver höjdsättningen säkerställa att dagvatten ej kan rinna ner i tunnelbanan. Den senaste höjdsättningen (Urbio, 2022a) säkerställer flödesvägar enligt denna princip (Figur 14).



Figur 14. Framtida flödesvägar för dagvatten ovan mark. "T" markerar stationsentrén till tunnelbanan. Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

För kvarter med inngård planeras höjdsättning för att säkra ytlig avrinning (via portiker). För att undvika instängt vatten inom släntkvarteren (Södra och Norra släntkvarteret samt kontorskvarteret i Figur 12) behöver inngårdarna höjdsättas så att vatten avrinner ut mot slänten och vidare söderut. Dagvatten från omgivande mark hanteras med avskärande diken i slänten (Figur 14).

Framtida höjdsättning inom området bör säkerställa att befintliga lågpunkter (Figur 8) byggs bort och att nya inte bildas, eller att bebyggelsen anpassas efter dem. Lågpunkten i naturområdet mellan kontorsbyggnaderna och gatan Karlberg strand planeras att bevaras som en yta för dagvattenhantering även efter nybyggnation (Figur 8 och Figur 20). Inom parken planeras det också för en lågpunkt för dagvattenhantering (Figur 20), likt en torrdamm, som med fördel kan utjämna dagvatten vid skyfall. Föreslaget läge för torrdamm ligger utanför gräns för tunnelbana.

#### 4.4 Översiktlig beskrivning av föreslagna dagvattenanläggningar

I avsnitt 4.4.1 till 4.4.6 beskrivs de LOD-anläggningar som föreslås användas inom detaljplaneområdet för att rena och fördröja dagvatten. Ytbehov av LOD-anläggningar för att uppnå magasinvolymerna redovisas per 100 m<sup>2</sup> tillrinnande yta. Detta för att visa att LOD-anläggningarnas storlek är rimliga i förhållande till övriga ytor och att magasinbehovet går att uppnå men samtidigt ge byggbolag möjlighet att kombinera LOD-anläggningarna på olika sätt beroende på utformningen och hårdgörningsgraden i respektive kvarter.

Vid kommande planering och projektering av träd och växtbäddar kommer underliggande tunnelbana (Figur 15) att beaktas med hänsyn till bl.a. ökad belastning av mark och vattentryck.

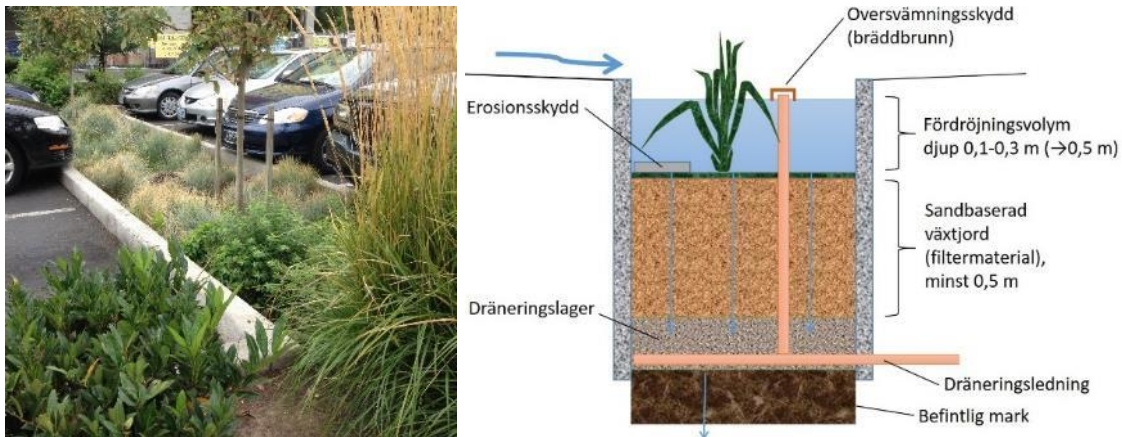




Figur 15. Tunnelbanans utbredning (röda streck) under planområdet. Källa:Urbio (2022b) och Sweco.

#### 4.4.1 Växtbäddar

Nedsänkta växtbäddar dit dagvatten från kvartersmarken leds kan anläggas på innergårdarna och kan även fundera som ett komplement till gröna tak. Avledningen kan antingen ske genom ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. Nedsänkningen gör att det finns en magasinvolym för vatten ovanpå bädden (Figur 16). Reningen uppstår när dagvatten infiltreras genom markbäddens jord- och sandlager. I botten av bädden ska det finnas ett dränerande lager av makadam. Därifrån kan vattnet dräneras till underliggande mark (perkolation) eller via en dräneringsledning till dagvattennätet. Den nedsänkta växtbädden kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under angränsande markyta, eller vara mer påtagligt nedsänkt. För växtbäddar som ska omhänderta vatten via ytavrinning är det viktigt att det inte finns någon upphöjning runt växtbäddarna, då detta hindrar vatten att rinna ner i växtbäddarna



Figur 16. Nedsänkt växtbädd i anslutning till parkering (till vänster) och utformning av nedsänkt växtbädd (till höger). Källa illustration: WRS efter förlaga av Gilbert Svensson.

En fördröjningsvolym uppstår både i växtjorden och i nedsänkningen upptill. Fördröjningsvolymen i växtjorden beror dock på hur snabbt vattnet kan infiltrera. Eftersom det är viktigt att vatten kan renas inom området, då det annars rinner vidare ut i Ulvsundasjön orenat, har enbart fördröjningsvolymen upptill tagits hänsyn till vid beräkningar för dimensionering av växtbäddarna. Ytbehovet blir dock mindre om man även tar hänsyn till fördröjningen i växtjorden, men i detta skede föreslås att 20 mm omhändertas i ytliga magasin.

Om växtbäddarna anläggs med ett fördröjningsvolymdjup på 0,2 m (se Figur 16) kan 0,18 m<sup>3</sup> från tillrinnande ytor magasineras i ytmagasinet per m<sup>2</sup> växtbädd (20 mm som regnar direkt på växtbäddarna måste också omhändertas). Beroende på hur hårdgjord avrinningsytan till växtbädden är så varierar ytbehovet mellan 1,1-10 m<sup>2</sup> växtbädd per 100 m<sup>2</sup> tillrinnande yta se Tabell 6. Exempelvis kan magasinsbehovet för alla takytor inom planområdet uppnås i 1 500 m<sup>2</sup> växtbäddar (Tabell 6).

Tabell 6. Ytbehovet av växtbäddar per 100 m<sup>2</sup> tillrinnande yta (som beror på avrinningskoefficient ( $\phi$ )) samt ytbehovet av växtbäddar för att uppnå magasinsbehovet. Källa ( $\phi$ ): Svenskt Vatten (2016)

Yta	$\phi$ [-]	Ytbehov [m <sup>2</sup> växtbädd*/100 m <sup>2</sup> yta]	Area [100 m <sup>2</sup> ]	Magasinsbehov [m <sup>3</sup> ]	Ytbehov [m <sup>2</sup> växtbädd <sup>a</sup> ]
Takyta	0,9	10	148	267	1 500
Asfalt	0,8	8,9	196	313	1 700
Grönyta	0,1	1,1	82	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
Gårdsytor	0,7 <sup>c</sup>	7,8	121	170	940
Park	0,1	1,1	31	6	34
Övriga hårdgjorda ytor	0,7 <sup>c</sup>	7,8	23	33	180
<b>Summa</b>	<b>0,67</b>		<b>603</b>	<b>789</b>	<b>4 400</b>

a) Växtbäddar med 0,2 m fördröjningsvolymdjup

b) Ingen magasinering krävs då befintlig naturmark bevaras. Magasinering krävs vid ny- och ombyggnation enligt dagvattenstrategin i Solna Stad (2017)

c)  $\phi$  för gårdsytor och övriga hårdgjorda ytor har uppskattats till samma som för ”stensatt yta med grusfogar” i P110 (Svenskt Vatten, 2019)

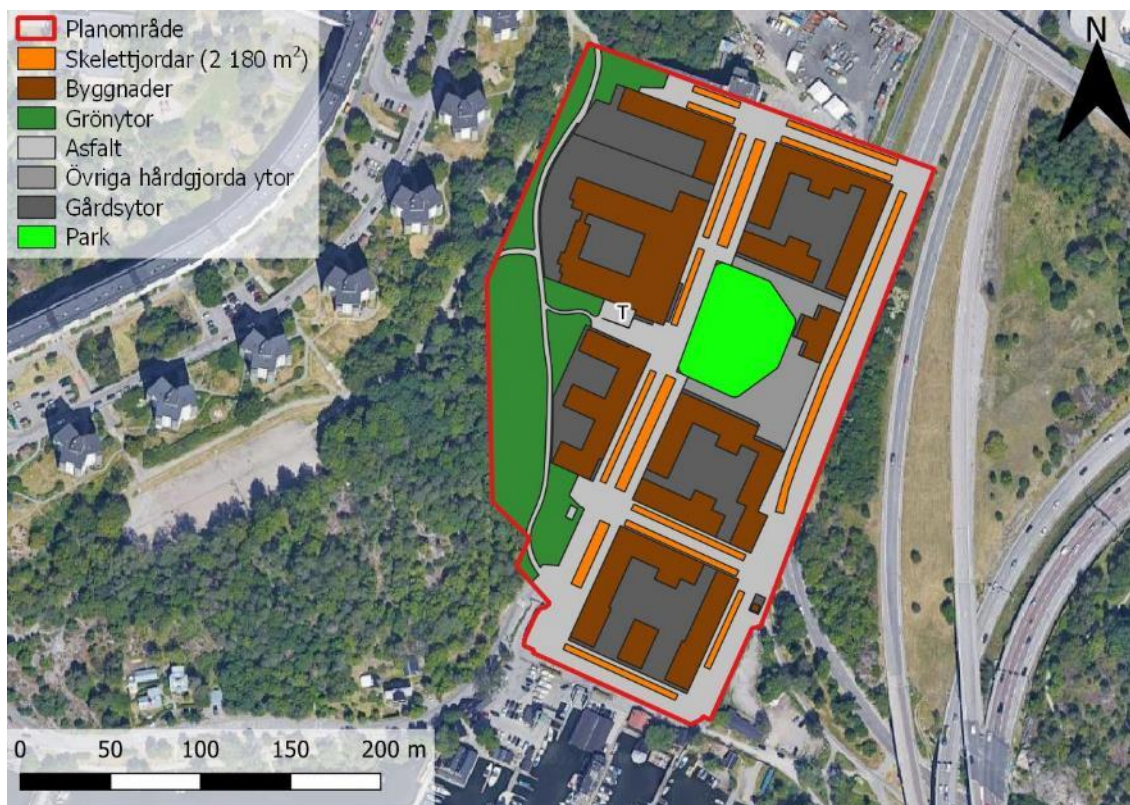
Om det vid detaljprojektering visar sig vara platsbrist för växtbäddar finns möjligheten att tillgodoräkna sig infiltrationen som sker under ett 2-årsregn i växtjorden och den ytliga magasinvolymen kan då minskas något.



#### 4.4.2 Träd i skelettjord

Om träd inom området anläggs med så kallad skelettjord (blandning av jord, grövre fraktioner av krossad sten och ofta biokol) skapas en porvolym i marken som med fördel kan användas för att magasinera, rena och fördröja dagvatten. Att plantera träd i stadsmiljö i skelettjord ger flera fördelar. Under växtsäsongen bidrar träden i skelettjorden med rening. Dessutom minskar avrinningen av vatten vilket i sin tur minskar föroreningsbelastningen till dagvattenrecipienter. Om det finns en sedimentationsbassäng i botten ökar reningsgraden. Om vattnet kan filtrera vidare i marken under skelettjorden uppnås ännu mer rening. Biologiska och kemiska processer bidrar då till att även lösta föroreningar avskiljs. Jorddjup, markkemi och jordens infiltrationskapacitet påverkar reningseffekten (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Inom detaljplaneområdet planeras 2 180 m<sup>2</sup> skelettjord (Figur 17). Om skelettjordarna anläggs med porositet 0,3 och en meters djup så kan 0,28 m<sup>3</sup> magasineras per m<sup>2</sup> skelettjord (blir 0,3 m<sup>3</sup> volym med de 20 mm som faller direkt på skelettjordarna), vilket motsvarar 610 m<sup>3</sup> totalt för de planerade skelettjordsytorna.



Figur 17. Planerad placering och utbredning av skelettjordar inom detaljplaneområdet. "T" markerar stationsentrén till tunnelbanan. Utbredning skelettjordar och övriga ytor: Urbio (2022). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

En magasinvolym på 610 m<sup>3</sup> är cirka 70% större än magasinsbehovet för allmän platsmark (på 352 m<sup>3</sup>, se Tabell 3). Överkapaciteten medger att utformningen av skelettjordarna kan minskas vid behov. Till exempel så kan ytan skelettjord minskas (några av ytorna kan anläggas med träd utan skelettjord). Dessutom kan uppbyggnaden (djupet eller porositeten) av skelettjordarna modifieras. Att hela magasinsbehovet uppnås för allmän platsmark förutsätter dock att höjdsättningen kan anpassas så att allt dagvatten från allmän platsmark rinner till dessa.



Ett träd rekommenderas att planteras med 15 m<sup>3</sup> skelettjord och kan magasinera 4,5 m<sup>3</sup> vatten om den anläggs med porvolym 0,3. Denna utformning innebär att ungefär 145 träd planteras inom planområdet om de planerade skelettjordsytorna (Figur 17) anläggs med en meters djup.

#### 4.4.3 Gröna tak

Gröna tak kan användas för att fördröja dagvatten. Eftersom vatten som magasineras på gröna tak är regnvatten behöver inte vattnet renas nämnvärt. Däremot kan fördröjning i takhöjd förebygga bräddning från dagvattenanläggningar i marknivå som tar hand om mer förorenat dagvatten (exempelvis vid parkeringsplatser).

Magasinsvolymen som kan uppnås i gröna tak är bland annat beroende av hur stor del av den totala takytan som anläggs med gröna tak och av om taken utformas som extensiva (tunna, t.ex. sedum) eller intensiva/semi-intensiva tak (tjockare substrat).

Det finns många biologiska och estetiska fördelar med tjocka gröna tak (minst 10 cm substratdjup), vilka beskrivs i grönatakhandboken (Pettersson Skog m.fl., 2021). Tjocka gröna tak tillåter ett vegetationssystem med ängskaraktär. Med ett tjockare tak kan även substratdjupet- och valet varieras, vilket skapar olika mikroklimat med skillnader i vindexponering och fuktighetsgrad. Detta gynnar tillväxt av olika växter och ger ett mervärde i form av fler fåglar och bin, vilket gynnar den biologiska mångfalden i området. Tjockare gröna tak anses normalt även skapa ett större estetiskt värde. För att vidare gynna den biologiska mångfalden föreslås att gröna tak inte gödslas, vilket också bidrar till att inte öka belastningen av näringsämnen i dagvattnet. Tunna gröna tak kräver ofta gödsel för att inte bli bruna, vilket i sin tur kan leda till ökade halter av fosfor och kväve i dagvattnet. Av dessa anledningar anses tjocka gröna tak bättre uppfylla dagvattenriktlinjerna i Solna stad. Därför rekommenderas att gröna tak som anläggs på taken i Ekelundsområdet helst är tjocka.

Möjlig magasinvolym som går att uppnå på gröna tak har beräknats enligt Formel 1. Beräkningarna har gjorts för gröna tak som kan omhänderta 20 mm nederbörd, vilket går att åstadkomma både i tunnare eller tjockare gröna tak.

##### **Formel 1: Beräkningsmetod för magasinvolym i gröna tak**

$$\text{Magasinsvolym [m}^3\text{]} = \frac{\text{area gröna tak [m}^2\text{]} \cdot \text{nederbörd som omhändertas [mm]}}{1\,000 \text{ [mm/m]}}$$

Inom planområdet planeras ungefär 15 000 m<sup>2</sup> takyta (Figur 12 och Tabell 7). Detta skulle innebära att en magasinvolym av 300 m<sup>3</sup> kan uppnås i taknivå om alla takytor anläggs som gröna tak dimensionerade att fördröja 20 mm dagvatten (Tabell 7). Att detta är cirka 30 m<sup>3</sup> mer än magasinbehovet för taken (Tabell 3 och Tabell 4) beror på att avrinningskoefficienten sätts till 1 för fördröjningsanläggningar (d.v.s. att all nederbörd som landar på taken ska fördröjas på taken).

Tabell 7. Magasinsvolym som uppnås i gröna tak (med 20 mm fördröjningskapacitet)

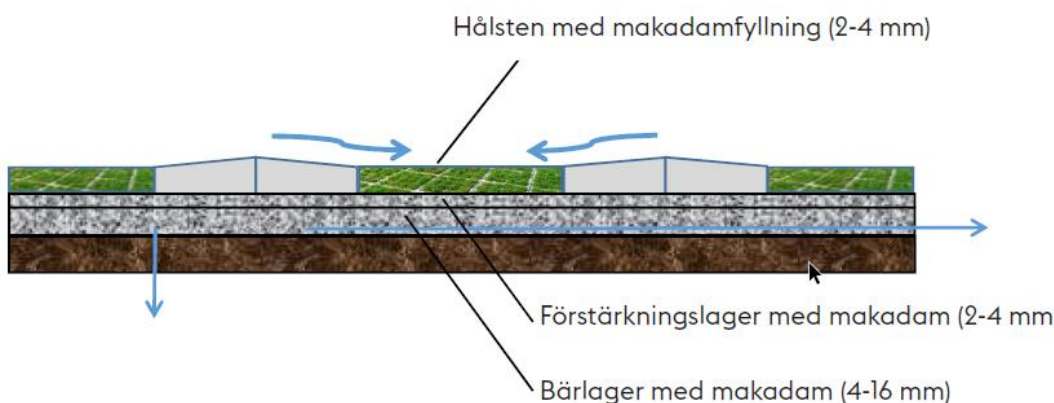
Tak	Takyta per kvarter [m <sup>2</sup> ]	Magasinsvolym i grönt tak [m <sup>3</sup> ]
Hamnkvarteret	2 750	55
Södra släntkvarteret	1 710	34
Södra parkkvarteret	2 680	54
Kontorskvarteret	3 400	68
Parkhuset	420	8,4
Norrasläntkvarteret	1 120	22
Norra parkkvarteret	2 740	55
Pumphus	16	0,32
<b>Summa</b>	<b>13 800</b>	<b>297</b>

Om inte alla tak anläggs som gröna tak, eller om magasin kapaciteten i de gröna taken understiger 20 mm behöver större fördröjningsvolym utjämnas i marknivå. Om det saknas fördröjningsmöjligheter för takvatten i markplan kan fördröjningskapaciteten i de gröna taken ökas.

#### 4.4.4 Permeabel beläggning

De hårdgjorda ytorna inom området föreslås begränsas. Ett sätt att göra detta på är genom att anlägga permeabla beläggningar på exempelvis kör-, gång- och cykelbanor samt parkeringsytor. Exempel på permeabla beläggningar är genomsläpplig asfalt, grus och betonghålsten. För att minska avrinningen från hårdgjorda ytor kan även till exempel plattsättning göras med glesa fogar med sättsand utan nollfraktion där vattnet kan infiltrera.

I permeabla beläggningar kan till exempel oljespill fångas upp från parkerade bilar och brytas ner. Permeabel beläggning som anläggs på ett luftigt bärlager (Figur 18) ger både fördröjning och rening. Magasinerings möjliggörs om underliggande bärlager har god porositet, exempelvis om det anläggs med makadam utan nollfraktion.



Figur 18. Principskiss för genomsläpplig beläggning. Ytan byggs upp med ett bärlager av grov makadam i botten, eventuellt överlagrat av ett förstärkningslager och slutligen vald beläggning, i detta fall gräsarmerande betonghålsten.

Om en permeabel beläggning anläggs på ett bärlager med makadam (Figur 18) med djup 0,2 m och porositet 0,3 kan 0,04 m<sup>3</sup> dagvatten magasineras per kvadratmeter permeabel beläggning (med avrinningskoefficient 1 för den permeabla beläggningen). Cirka 40 m<sup>2</sup> permeabel beläggning (med ett 0,2 m tjockt bärlager med porositet 0,3) behövs per 100 m<sup>2</sup> hårdgjord yta



(inklusive magasinering av de 20 mm regn som faller direkt på beläggningen). Som exempel behövs 4 200 m<sup>2</sup> permeabel beläggning för att uppnå magasinsbehovet för gårdssytorna inom planområdet (Tabell 8).

Tabell 8. Ytbehovet av permeabel beläggning (PB) per 100 m<sup>2</sup> tillrinnande yta (som beror på avrinningskoefficient ( $\varphi$ )) samt ytbehovet av permeabel beläggning för att uppnå magasinsbehovet. Källa ( $\varphi$ ): Svenskt Vatten (2016)

Yta	Tot area [100 m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [-]	Ytbehov [m <sup>2</sup> PB*/100 m <sup>2</sup> area]	Magasinsbehov [m <sup>3</sup> ]	Ytbehov [m <sup>2</sup> PB <sup>a</sup> ]
Takyta	148	0,9	45	267	6 600
Asfalt	196	0,8	40	313	7 800
Grönyta	82	0,1	5	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
Gårdssytor	121	0,7 <sup>c</sup>	35	170	4 200
Park	31	0,1	5	6	160
Övriga hårdgjorda ytor	23	0,7 <sup>c</sup>	35	33	810
<b>Summa</b>	<b>603</b>		<b>31</b>	<b>789</b>	<b>19 600</b>

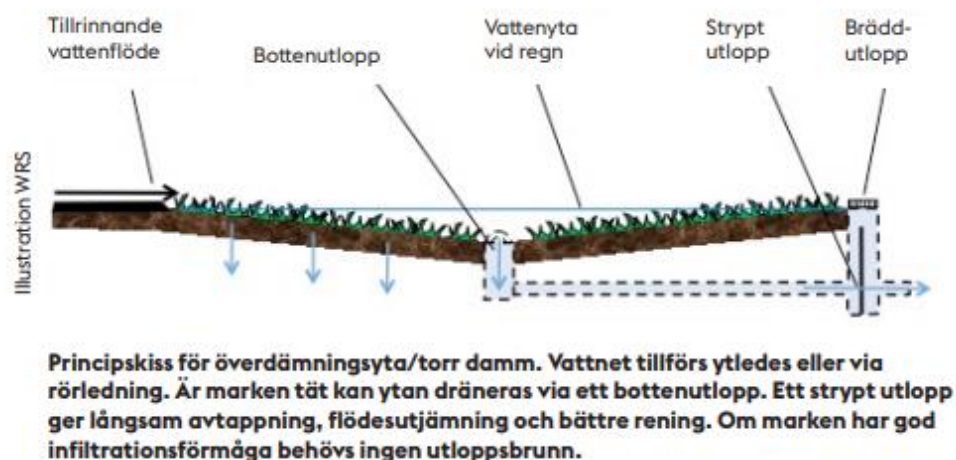
a) Permeabel beläggning med ett bärlager med djup 0,2 m och porositet 0,3

b) Ingen magasinering krävs då befintlig naturmark bevaras. Magasinering krävs vid ny- och ombyggnation enligt dagvattenstrategin i Solna Stad (2017)

c)  $\varphi$  för gårdssytor och övriga hårdgjorda ytor har uppskattats till samma som för ”stensatt yta med grusfogar” i P110 (Svenskt Vatten, 2019)

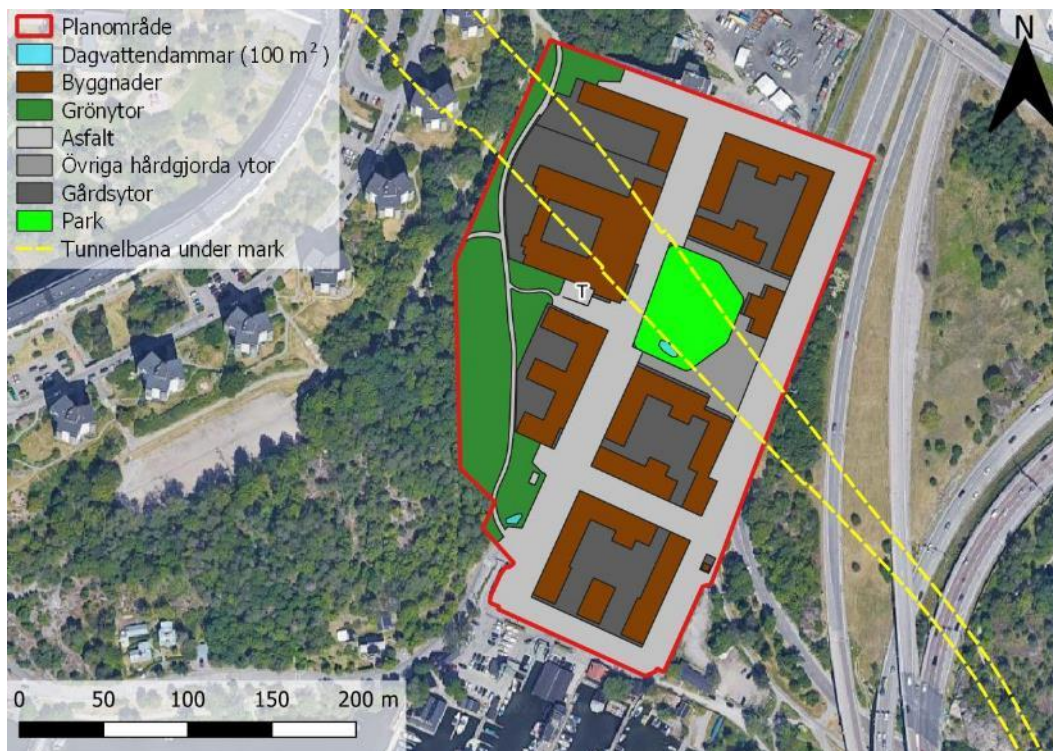
#### 4.4.5 Överdämningsytor/torra dagvattendammar

Överdämningsytor/torra dammar är nedsänkta grönytor som kan användas för att fördröja och i viss mån rena höga dagvattenflöden (Figur 19). Det är en fördel om vattnet kan spridas på hela ytan. Det sänker flödes hastigheten och gynnar sedimentation av partikelbundna föroreningar. Vid höga flöden bildas en tillfällig vattenspegel. Vattnet försvinner successivt då tillrinningen avtar och vattnet infiltrerar ner genom markytan, alternativt leds bort via ett dike eller annat strypt utlopp. Överdämningsytor är alltid nedsänkta och har som regel kapacitet för att hantera större volymer vatten än vid infiltration i skålförmade grönytor. En viktig skillnad är att överdämningsytor brukar förses med ett utlopp om underliggande mark har begränsad infiltrationskapacitet.



Figur 19. Principskiss för överdämningsyta/torr damm. Källa: WRS AB

Inom planområdet planeras det för två lågpunkter för dagvattenhantering, den ena i parken och den andra i en befintlig lågpunkt i grönområdet (Figur 20). Dessa föreslås anläggas som torra dagvattendammar.



Figur 20. Befintliga och framtida lågpunkter inom planområdet för dagvattenhantering, som kan utnyttjas som t.ex. torrdammar. "T" markerar stationsentrén till tunnelbanan. Utbredning lågpunkter och övriga ytor: Urbio (2022). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

Observera att det vid den befintliga lågpunkten (den södra lågpunkten i Figur 20) finns en skyddsvärd ek som behöver beaktas vid planering och anläggande av framtida LOD-anläggningar på platsen. Observera även att den norra torrdammen har placerats utanför tunnelbanans dragning. Dock behöver det undersökas om infiltration kan tillåtas från denna damm utan att påverka tunnelkonstruktionen.

Utformningen och utbredningen av torrdammarna beror på tillgängliga ytor samt tillrinnande områden. I erhållna landskapsritningar (Urbio, 2022a) är dammarna (Figur 20) 40 respektive 60 m<sup>2</sup> stora. Om de får ett medeldjup på 0,2 m kan 0,18 m<sup>3</sup> magasineras per m<sup>2</sup> torrdamm (då 20 mm regn som faller direkt på dammens vattenyta också måste omhändertas i dammen). Då kan 7,2 respektive 10,8 m<sup>3</sup> magasineras i dessa. Magasineringskapaciteten förutsätter att dagvatten kan rinna ytligt till dessa. För att öka magasineringen kan antingen medeldjupet eller torrdammarnas utbredning öka. Om dagvattnet leds till platserna via ledning behöver djupet i dammarna anpassas till ledningarnas djup.

Även innergårdar och andra grönytor kan utformas med överdämningsytor. Om medeldjupet är 0,2 m blir magasineringskapaciteten samma som i räkneexemplet ovan, d.v.s. 0,18 m<sup>3</sup> kan magasineras per m<sup>2</sup> torrdamm. Beroende på hårdgörningsgraden på den tillrinnande ytan behövs 1-10 m<sup>2</sup> torrdamm per 100 m<sup>2</sup> tillrinnande yta (samma som i räkneexemplet för växtbäddar, se Tabell 6).



#### 4.4.6 Avsättningsmagasin

Det planeras för några avsättningsmagasin i anslutning till kvarteren, se Figur 21. Ett avsättningsmagasin är ett underjordiskt magasin som antingen är ihåligt eller fyllt med ett poröst material, t.ex. makadam. Om ett dagvattenmagasin anläggs utan tät botten, möjliggörs infiltration och då kallas det 'perkolationsmagasin'. Ett dagvattenmagasin med tät botten kallas 'avsättningsmagasin'. Avsättningsmagasin av typ rörmagasin planeras under trottoarerna framför vissa hus (Figur 21). Dessutom planeras dagvattenmagasin i trapporna i vissa portiker (Figur 21). Dessa rekommenderas också anläggas som täta avsättningsmagasin av valfri typ.



Figur 21. Planerad placering och utbredning av dagvattenmagasin (av typ avsättningsmagasin) inom detaljplaneområdet. "T" markerar stationsentrén till tunnelbanan. Utbredning magasin och övriga ytor: Urbio (2022-04-25). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

Den främsta reningsprocessen i avsättningsmagasin är sedimentation. Enligt Solna stads strategi för hållbar dagvattenhantering (Solna Stad, 2017) bör dagvattensystemet "ha en mer långtgående rening än sedimentering". Därför rekommenderas avsättningsmagasin endast användas i undantagsfall om platsbrist inte möjliggör LOD-anläggningar med mer långtgående rening. Då är det även lämpligast att leda relativt rent dagvatten till avsättningsmagasinen, t.ex. dagvatten från tak.

Avsättningsmagasinen behöver dimensioneras utifrån hur stora de tillrinnande ytorna är. Eftersom WRS ej vet hur stora ytor som är tänkta att rinna till avsättningsmagasin samt att anläggningen inte uppfyller Solna stads strategi för hållbar dagvattenhantering (Solna Stad, 2017) så har inga exempelberäkningar gjorts. Exempelberäkningar kan göras i ett senare skede om magasinen behövs för att uppnå magasinets behovet. Eftersom de planerade skelettjordsytorna kan magasinera mer än hela magasinets behovet för allmän platsmark (se avsnitt 4.4.2) så anses



det ur renings synpunkt lämpligare att t.ex. takdaggvatten som avleds ut från kvarteren leds till skelettjordarna.

## 5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

### 5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

För att uppnå magasineringsbehovet för allmän platsmark på 352 m<sup>3</sup> (avsnitt 3.3) kan LOD-åtgärderna som föreslås i avsnitt 4.4.1 till 4.4.6 kombineras på olika sätt. Enligt de senaste ritningarna (Urbio, 2022a) planeras följande LOD-anläggningar: träd i skelettjordar och torra dammar. Magasinsvolymerna som kan uppnås i dessa LOD-anläggningar beskrivs detaljerat i avsnitt 4.4.2 och 4.4.5. De planerade anläggningarna omfattar 628 m<sup>3</sup>, exklusive anläggningarnas egna utjämningsbehov. Ytbehovet för dessa anläggningar på allmän platsmark är totalt 2300 m<sup>2</sup>.

Enligt de senaste ritningarna planeras även avsättningsmagasin på kvartersmark. Dessa beskrivs mer detaljerat i avsnitt 4.4.6. Magasinsbehovet för kvartersmark är 437 m<sup>3</sup> och kan delvis uppfyllas av avsättningsmagasinen, beroende på utformning, samt med en kombination av andra typer av LOD-anläggningar. LOD-anläggningar behövs också för att uppnå reningskraven. Se exempel på LOD-anläggningar i ett kvarter i avsnitt 5.1.1.

#### 5.1.1 Exempel på behov av LOD-anläggningar för ett kvarter

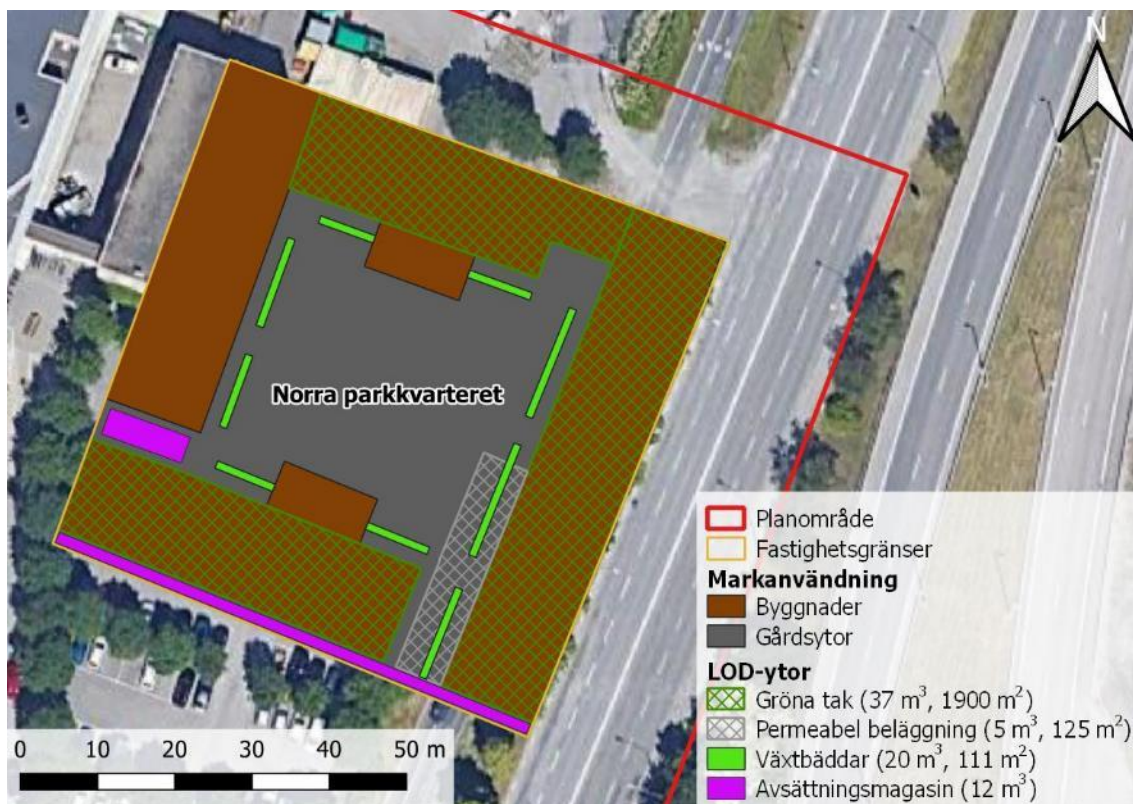
Magasinsbehovet för Norra parkkvarteret (Figur 12 och Tabell 4) uppgår till 75 m<sup>3</sup>. Exempelvis kan hela magasinsbehovet för kvarteret uppnås i 410 m<sup>2</sup> växtbäddar eller 15 träd i skelettjord (Tabell 9).

*Tabell 9. Exempel på utformningsbehov av LOD-anläggningar för att uppnå hela magasinsbehovet för marken inom Norra parkkvarteret. Observera att utformningen per anläggning anges för att uppnå hela magasinsbehovet (75 m<sup>3</sup>), alltså ett max-scenario om enbart en anläggningstyp används. Således kan utformningsbehoven minska om en kombination av åtgärder används.*

<b>Norra parkkvarteret</b>	<b>Takyta</b>	<b>Gårdsyta</b>	<b>Summa</b>
Yta [m <sup>2</sup> ]	2 740	1 860	4 600
Φ [-]	0.9	0.7	0.82
Magasinsbehov [m <sup>3</sup> ]	49	26	75
<b>Utformningsbehov per LOD-anläggning för att uppnå magasinsbehovet [m<sup>3</sup>] per tillrinnande yta</b>	<b>Takyta</b>	<b>Gårdsyta</b>	<b>Summa</b>
Växtbäddar (fördröjningsvolymdjup 0,2 m) [m <sup>2</sup> ]	270	150	420
Träd i skelettjord (15 m <sup>3</sup> skelettjord/träd, porositet 0,3) [st]	11	6	17
Träd i skelettjord (porositet 0,3, djup 1 m) [m <sup>2</sup> ]	150	78	230
Gröna tak (20 mm magasinering) [m <sup>2</sup> ]	2 740	-	2 740
Permeabel beläggning (porositet 0,3, djup 0,2) [m <sup>2</sup> ]	1 230	650	1 880
Torrddamm (medeldjup 0,2 m, varav 0,18 m fördröjning) [m <sup>2</sup> ]	270	150	420
Avsättningsmagasin (behov av magasinvolym, ej dimension) [m <sup>3</sup> ]	49	26	75

Observera att LOD-anläggningarna (Tabell 9) kan kombineras på flera olika sätt för att uppnå magasinsbehovet för Norra parkkvarteret (samt övriga ytor inom detaljplaneområdet). En exempelillustration över behovet av LOD-anläggningar för Norra parkkvarteret ses i Figur 22. I exempelillustrationen uppnås magasinsbehovet på 75 m<sup>3</sup> enligt följande:

- Magasinsbehov för takytor: 75 % (37 m<sup>3</sup>) i gröna tak och 25 % (12 m<sup>3</sup>) i avsättningsmagasin
- Magasinsbehov för gårdsytor: 75 % (20 m<sup>3</sup>) i växtbäddar och 25 % (5 m<sup>3</sup>) i permeabel beläggning



Figur 22. Exempelillustration över hur magasinsbehovet för Norra parkkvarteret (på 75 m<sup>3</sup>) kan uppnås genom en kombination av olika LOD-anläggningar. (Uppnått magasinsbehov anges i m<sup>3</sup> och ytbehov i m<sup>2</sup>). Bakgrundskarta: Google Satellite (u.å.).

Observera att det utanför kvartersmarken finns planerade skelettjordar och torra dagvattendammar. Vi rekommenderar att dagvattensystemen på kvartersmark tillåts brädda och avleds via skelettjordarna på den allmänna platsmarken för ev. ytterligare utjämning och rening men också för att träd i stadsmiljöer ofta behöver extra vatten.

## 5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

För att minska föroreningsbelastningen jämfört med nuläget behöver reningsgraden överstiga 16–26 % beroende på närsalt/förorening (Tabell 10). Enligt Stormtac uppnås en rening på minst 35 % för de vanligaste dagvattenföroreningarna i alla föreslagna reningsanläggningar, förutom för gröna tak och avsättningsmagasin (Tabell 10).

Tabell 10. Reningskrav samt reningsgrad för LOD-åtgärder i Stormtac database v.2021-09-27 (Stormtac, 2021b). Reningsgrader lägre än eller lika med reningskravet är rödmarkerade

<b>Rening</b>	<b>P</b> [%]	<b>N</b> [%]	<b>Pb</b> [%]	<b>Cu</b> [%]	<b>Zn</b> [%]	<b>Cd</b> [%]	<b>Cr</b> [%]	<b>Ni</b> [%]	<b>SS</b> [%]
Reningskrav <sup>a</sup>	19	17	23	16	21	26	22	19	16
Växtbäddar <sup>b</sup>	65	40	80	65	85	85	55	75	80
Skelettkonstruktion	55	55	75	75	80	65	70	65	90
Gröna tak	-220	-120	65	-100	20	20	25	35	90
Permeabel beläggning	65	75	70	75	95	70	70	65	90
Avsättningsmagasin <sup>c</sup>	35	15	75	60	70	60	50	55	75

a) Reningsgrad som behöver överstigas för att minska föroreningsbelastningen jämfört med i nuläget

b) "Biofilters" i Stormtac database v.2021-09-27

c) Minsta reningseffekt för 'Perkolationsmagasin med makadam' och 'Underjordiskt sedimentationsmagasin' i Stormtac database v.2021-09-27

Reningskravet om att minska föroreningsbelastningen jämfört med nuläget uppnås för alla föroreningar i alla anläggningar med undantag för gröna tak och rörmagasin. Huvudsakligen kommer nedsänkta växtbäddar och träd i skelettjord att användas på allmän platsmark. På kvartersmark bör det strävas efter öppna dagvattenlösningar med växtbäddar samt genomsläpplig beläggning. Att gröna tak läcker näringsämnen beror ofta på gödning. Att reningsgraden är låg för övriga föroreningar beror sannolikt på att regnvattnet som faller på taken innehåller låga koncentrationer föroreningar (och reningsgraden ökar med föroreningshalten). Ökningen av näringsämnen kan minimeras genom rätt skötsel av taken, till exempel genom att använda långtidsverkande inkapslad gödning (vilket numera är branschstandard). Dessutom bör ett näringsfattigt växtsubstrat och tåliga växter användas. Genom att ej koppla stuprör från gröna tak direkt på dagvattenledningsnätet utan använda utkastare till planteringsytor i markplan kan eventuellt näringsläckage tillgodogöras som växtnäring.

Genom att kombinera olika LOD-anläggningar bedöms de föreslagna LOD-anläggningarna tillsammans klara reningskravet om att föroreningsbelastningen ska minska. Efter att vald kombination av LOD-åtgärder preciserats kan nya beräkningar på föroreningsbelastning utföras i Stormtac. Det är dock viktigt att komma ihåg att Stormtac bara är en modell. Därför bör man inte tolka siffrorna som exakta utan som uppskattningar. Genom att t.ex. inte använda gödsel i onödan på grönytor samt att undvika miljöfarliga ämnen i byggmaterialen kan föroreningsbelastningen bli mindre än vad schablonerna anger.

## 6 Slutsatser

- Det är möjligt att uppnå kravet från Solna stads dagvattenstrategi på 20 mm renande fördröjning inom detaljplaneområdet. Behovet av fördröjningsvolym (789 m<sup>3</sup>) kan uppnås med olika LOD-åtgärder, förslagsvis en kombination av gröna tak, växtbäddar, träd i skelettjordar, permeabel beläggning och (i nödfall vid platsbrist) dagvattenmagasin. Skelettjordsytorna som planeras är tillräckligt stora för att uppnå magasin- och reningsbehovet för både allmän platsmark och kvartersmark (förutsatt att skelettjordarna dimensioneras korrekt).
- Inom fastigheten Ekelund 1 kan infiltration av dagvatten tillåtas ur föroreningsaspekt och dagvattenanläggningar behöver därför inte anläggas med tät botten. För fastigheten Huvudsta 4:28 behöver dock kompletterande undersökningar av grundvatten, platsspecifika riktvärden och eventuellt saneringsarbete utföras innan det går att bedöma om dagvatten kan tillåtas infiltrera inom fastigheten.



- Enligt Solna stads dagvattenstrategi ska föroreningstransporten från planområdet minska jämfört med nuläget. För att uppnå detta krävs en reningskapacitet på mer än 16–26 % för de vanligaste dagvattenföroreningarna. Utifrån föroreningsberäkningar i modellen Stormtac och reningskapaciteten hos de föreslagna LOD-anläggningarna är slutsatsen att de föreslagna LOD-åtgärderna kan kombineras på olika sätt för att uppnå kravet i Solna stads dagvattenstrategi.
- Delar av området ligger i dagsläget under nivån +2,7 meter (RH 2000), vilket är Länsstyrelsernas rekommendation för lägsta grundläggningsnivå för ny sammanhållen bebyggelse vid Mälaren. Detta behöver tas i hänsyn vid höjdsättningen av området.
- Det är viktigt att höjdsättningen planeras så att avrinning vid nederbördssituationer som överstiger dimensionerad ledningskapacitet kan ske ytledes till Ulvsundasjön utan att vatten riskerar att skada byggnader.

## Referenser

- © OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, u.å. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- © SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, u.å. Jordarter 1:25 000-1:100 000 WMS.
- © SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, u.å. Stränders jordart och eroderbarhet WMS.
- © SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, u.å. Genomsläpplighet WMS.
- © SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, u.å. Grundvattnets sårbarhet WMS.
- EU DIREKTIV 2000/60/EG, 2000. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.*
- GOOGLE SATELLITE, u.å. Google Satellite (WMS).
- ITERIO AB, 2022. *Rapport avseende miljöteknisk undersökning - Detaljplan för del av Huvudsta 4:28 m.fl., Solna stad.*
- KJELLANDER SJÖBERG, 2022. Ekelund Pampas\_Strukturplan (220331).
- LANTMÄTERIET, 2021. Fastighetsindelning Visning (WMS).
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2021. LstAB Geodata 3 (WMS).
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, LÄNSSTYRELSEN SÖDERMANLAND, LÄNSSTYRELSEN UPPSALA, och LÄNSSTYRELSEN VÄSTMANLAND, 2015. *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning.*
- LÄNSSTYRELSENA, 2021. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/> [Hämtad 2020-9-29].
- NATURVÅRDSVERKET, 2021. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- PETTERSSON SKOG, A., MALMBERG, J., EMILSSON, T., JÄGERHÖK, T., och CAPENER, C.-M., 2021. *Grönatakhandboken - Växtbädd och Vegetation - Betong, Isolering och Tätskikt.*
- SCALGO, 2021. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2021-3-9].
- SMHI, 2020. Vattenwebb - Modelldata per område [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelldata/> [Hämtad 2020-2-19].
- SOLNA STAD, 2017. *Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad.* Solna: Stadsledningsförvaltningen, Antagen av kommunstyrelsen december 2017.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017. *Dimensioneringstabell: Magasinsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym.* Nr. Version 170629.
- STORMTAC, 2021a. StormTac Web v.20.2.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STORMTAC, 2021b. *StormTac Database v.2021-09-27.*
- SVENSKT VATTEN, 2011. *Publikation P104 - Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.*
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Svenskt Vatten.
- URBIO, 2022a. L10-P-01.dwg (2022-04-08).
- URBIO, 2022b. Illustrationsplan (2022-04-08).
- VISS, 2016. SMHI delavrinningsområden.
- VISS, 2022. Mälaren-Ulvsundasjön [internet]. *VISS Vatteninformationssystem Sverige.* Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-3-25].