



PM Dagvatten

Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden

Datum: 2024-03-28

Beställare: Locum

Konsult: AFRY

Uppdragsledare: **Maria Håkansson**

Cim Lennestedt, teknikansvarig VA

Mehmet Murat Kali, handläggare

Rikard Linde, handläggare

Version: Samrådshandling 1.0

Frösundaleden 2A

SE-169 99 Stockholm

1 Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	7
1.2.1 Norra Hagastaden Etappindelning och detaljplan	7
2 Metod och material	9
2.1 Underlag	9
2.2 Dagvattenstrategi	10
2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder	11
2.3.1 Flöden	11
2.3.2 Magasinsvolym	11
3 Området	12
3.1 Platsbeskrivning	12
3.2 Geotekniska förhållanden	13
3.2.1 Markförhållanden	13
3.2.2 Genomsläpplighet	14
3.2.3 Jorddjup	15
3.2.4 Grundvattennivåer	16
3.3 Topografi	17
3.4 Avrinning	18
3.5 Föreslagna dagvattenledningar	20
3.6 Vattenskyddsområde	21
3.7 Recipienter och MKN för vatten	21
3.7.1 Recipient Brunnsviken	22
3.7.2 Solna stads åtgärdsprogram	22
4 Beräkningar	23
4.1 Befintlig situation	23
4.1.1 Markanvändning	24
4.1.2 Delområde 1	24
4.1.3 Delområde 2	25
4.1.4 Delområde 3	26
4.1.5 Delområde 4	26
4.1.6 Befintliga flöden	26
4.2 Planerad utformning	28
4.2.1 Markanvändning	28
4.2.2 Delområde 1	29
4.2.3 Delområde 2	29
4.2.4 Delområde 3	30
4.2.5 Delområde 4	30
4.3 Framtida flöden	30
4.4 Magasinsvolym	32
5 Föreningensberäkningar	34

6	Dagvattenhantering	35
	6.1 Allmänna rekommendationer.....	35
	6.1.1 Höjdsättning.....	35
	6.1.2 Miljöanpassade materialval	35
	6.2 Dagvattenlösningar	35
	6.2.1 Träd i skelettjord	36
	6.2.2 Dagvattenyta	37
	6.3 Föreslagen dagvattenhantering	40
	6.3.1 Kvartersmark	40
	6.3.2 Allmän platsmark.....	41
	6.3.3 Delområde 1	41
	6.3.4 Delområde 2	41
	6.3.5 Delområde 3	41
	6.3.6 Delområde 4	41
	6.4 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning	42
7	Översvämningsanalys och skyfallshantering	44
8	Slutsats och rekommendationer.....	44
9	Referenser	45

Sammanfattning

AFRY har fått i uppdrag av Region Stockholm att utföra en dagvattenutredning för den planerade Norra Hagastaden detaljplan 1 (DP1) i Solna kommun. Dagvattenutredningen avser ett planområde för planerad bebyggelse av flerfamiljshus och kontor och omfattar en yta på cirka 12 hektar. Utredningen ska beskriva förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet och redogöra hur dagvattensituationen påverkas till följd av planens genomförande, samt redovisa föreslagna dagvattenhantering.

Dagvattenutredningen är upprättad i enlighet med Solna stads dagvattenstrategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad.

I utredningen delas planområdet upp i fyra delområden baserat på områdets topografi. Genomförda flödesberäkningar visar att flödet efter exploatering utan fördröjningsåtgärder vid 10-årsregn ökar för delområde 1, 2, 3 och 4 jämfört med befintlig situation. För att fördröja 20 mm regn i enlighet med Solna stads åtgärdsnivå, behövs en total fördröjningsvolym på ca 856 m³ inom kvartersmark och 545 m³ inom allmän platsmark. Fördröjningsvolymen för respektive delområde 1-4 inom allmän platsmark beräknas vara ca 207 m³, 196 m³, 95 m³ och 47 m³.

På allmän platsmark föreslås främst skelettjordar för att både fördröja och rena dagvatten som rinner av gator. Reningsanläggningarna bör placeras längs samtliga gator och i torg för omhändertagandet av vägdagvatten innan det sedan avtappas till ledningsnätet. Inom kvartersmark rekommenderas växtbäddar eller skelettjordar för fördröjning och rening av dagvatten. Dimensionering och placering av växtbäddar sker vid senare skede då utformning av innergårdsytan är fastställd. Det är dock viktigt att redan nu reservera plats för dagvattenanläggningar i planen. Renat dagvatten från parkmark och andra friytor återförs där det är möjligt till grundvattenmagasinen via infiltration.

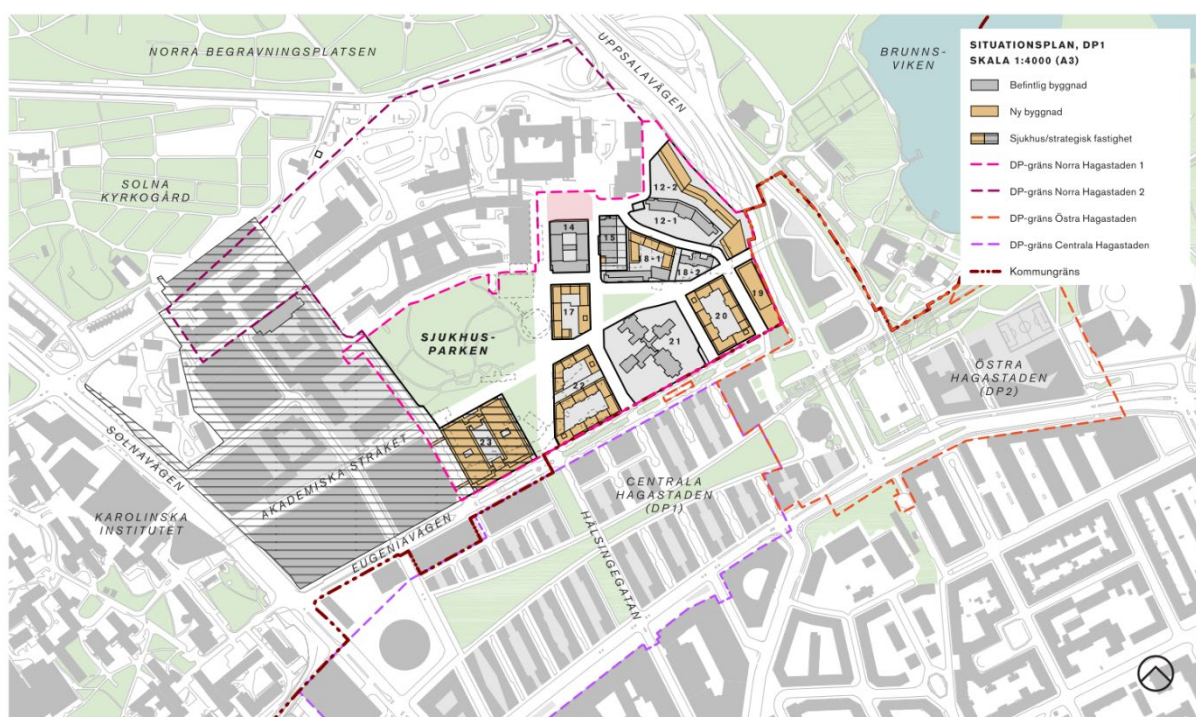
Föroreningsberäkningar i StormTac visar att samtliga undersökta föroreningskoncentrationer och mängder reduceras med föreslagna dagvattenlösningar. Med föreslagna dagvattenhantering kommer en ökad mängd dagvatten med lägre föroreningshalter nå Brunnsviken än idag. Den förbättring som föreslagna dagvattenlösningar skapar för föroreningsbelastningen från området gör att planområdet inte bedöms bidra med någon försämring av miljö kvalitetsnormer i recipienten.

1 Inledning

Målsättningen med stadsutvecklingen i Norra Hagastaden är att länka samman Solna och Stockholm med en ny stadsdel med blandad funktion. Ambitionen är att andelen bostäder skall maximeras med beaktande av stadsmässiga kvaliteter och miljömässiga begränsningar. Bebyggelsen skall utformas med höga krav avseende hållbarhet, arkitektonisk utformning och stadskvaliteter såsom levande bottenvåningar mot omgivande gator. Omvandlingen av området innebär en rad förändringar som i sig kommer att främja en mer hållbar livsstil och stadsmiljö.

1.1 Bakgrund

Vision 2025 för Karolinska/Norra station formulerades år 2007 av de olika intressenterna i området. Visionen innebär att nuvarande verksamheter inom planområdet successivt ska omvandlas till en integrerad stadsdel med bostäder, arbetsplatser och närservice. Det ska också ges goda möjligheter för verksamheter inom Life Science att etablera sig i det omvandlade området, se **Figur 1**.



Figur 1. Preliminär planområdesgräns för Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, visas med streckad linje i cerise färg.

Utvecklingen av Norra Hagastaden knöts 2015 till utbyggnaden av den nya tunnelbanan genom ett avtal mellan Solna stad och regionen, ett avtal som i sin tur är kopplat till Sverige- och Stockholmsförhandlingen. Överenskommelsen anger att cirka 3 000 bostäder samt verksamhetsyta ska tillskapas inom området vid tunnelbanans station Hagastaden, längs tunnelbanans Gröna linje mot Arenastaden.

Vision 2025 för Karolinska/Norra station (numera Hagastaden) utvecklades och under år 2015 och 2016 togs ett planprogram för Norra Hagastaden fram. Det godkändes av byggnadsnämnden i Solna i oktober 2016. Planprogrammet beskriver och anger riktlinjer för hur det gamla sjukhusområdet vid Karolinska i Solna (norra delen av Hagastaden) ska utvecklas. För att uppnå den stadsdel som beskrivs i planprogrammet finns många olika funktioner som behöver tillkomma.

Under 2021 kom Region Stockholm, som är huvudsaklig fastighetsägare, genom en principöverenskommelse överens med Solna stad om att påbörja detaljplanearbete för den första etappen av Norra Hagastaden. Regionen och Solna stad kom också överens om att kommande etapper inom planprogramområdet som blir föremål för liknande överenskommelser och detaljplanearbete, ska ta avstamp i principöverenskommelsen. Detta innebär att frågor som avser t.ex. parkering och infrastruktur ska samordnas för kommande etapper och programområdet som helhet. I principöverenskommelsen framgår att den första detaljplanen ska möjliggöra för minst 99

000 kvm ljus BTA bostäder, 25 000 kvm ljus BTA kommersiella lokaler, och 67 000–87 000 kvm ljus BTA verksamhet för vård, utbildning, forskning och laboratorieverksamhet.

1.2 Syfte

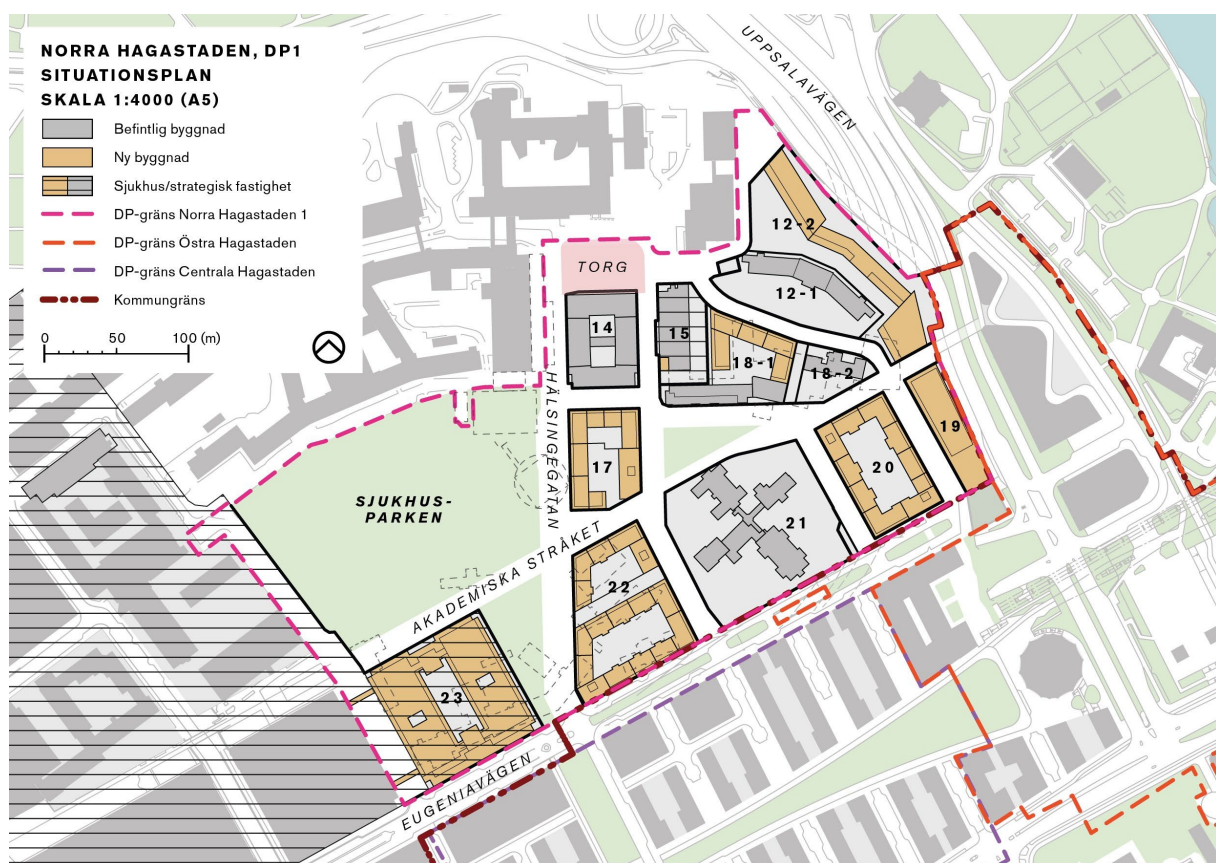
Syftet med utredningen är att på en övergripande nivå ge förslag på hur dagvattenhanteringen inom planområdet kan lösas, ge förslag på dagvattenlösningar för området samt bedöma konsekvenser av planförslaget på recipienten Brunnsviken.

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa:

- Beskrivning av recipientens status utifrån befintliga miljö kvalitetsnormer (MKN).
- Beräkna dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Bedömning av översvämningsrisker.
- Ge förslag på dagvattenlösning.

1.2.1 Norra Hagastaden Etappindelning och detaljplan

Utbyggnaden av stadsdelen Norra Hagastaden kommer att ske etappvis och i olika detaljplaner. Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, som påbörjas först är markerad med streckad cerise linje i **Figur 2** nedan.



Figur 2. Preliminär planområdesgräns för Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, visas med streckad linje i cerise färg. Siffrorna anger arbetsnummer för respektive kvarter.

Detaljplanerna kommer innehålla bostäder, kontorsverksamheter, mindre serviceverksamheter, vårdverksamheter, forskningsfaciliteter och skola. Vissa byggnader kommer helt att rivas och nya

byggnader kommer att uppföras, vissa byggas om och andra kommer bevaras på grund av höga kulturvärden. Ett fåtal kvarter kvarstår med sin befintliga verksamhet i nuvarande byggnader.

2 Metod och material

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag

Norra Haga - FS Dagvattenhantering 180227 - Arbetskopia delgiven Sthlm stad (PDF)

Norra Hagastaden-Dagvattenhantering_20190910 (PDF)

Dagvattenutredning_9313164_2_6 (PDF)

PM VA Eugeniavägen (PDF)

220616_NHS_2022_A3-1-2500 (PDF)

220616-ARBETSFIL_NHS_A-Underlag-DP (DWG)

NHS-A-ByggnadshöjderDP1_Sweref99-1800 (DWG)

Arbetsfil (DWG)

A-Underlag-DP1 (DWG)

DP1 (DWG)

L-30-P-01 (DWG)

Solna stads dagvattenstrategi (PDF)

Solna stads checklista för dagvatten (PDF)

Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken (PDF)

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
Jorrdjupskarta	SGU	
Skyfallsanalys	SCALGO Live	
Flödes- och föroreningsberäkning	StormTac v.22.3.2	

2.2 Dagvattenstrategi

Dagvattenstrategin syftar till att skapa förutsättningar för en hållbar dagvattenhantering i staden. Fokus ligger på att möta de utmaningar som finns för en hållbar dagvattenhantering i en växande och alltmer förtätad stad påverkad av ett förändrat klimat. Särskilt fokus ligger på att minimera föroreningar i dagvattnet, motverka att skadliga översvämningar uppstår och ta tillvara möjligheten att använda dagvattnet i stadsplaneringen. Detta förutsätter en långsiktig och hållbar dagvattenhantering.

Arbetet med att uppnå en långsiktigt hållbar dagvattenhantering i staden ska ske genom följande strategier:

- Minimera föroreningar i dagvatten och säkerställa god vattenkvalitet.
- Dagvatten ska omhändertas och renas 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.
- Dagvatten ska inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer för vattenkvaliteten i stadens sjöar, havsvikar och vattendrag inte kan följas.
- Minimera översvämningsrisker och ta hänsyn till förutsättningar av ett förändrat klimat.
- Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas så att dagvatten inte riskerar att orsaka skadliga översvämningar, varken inom eller utom planområdet.
- Möjliggöra att dagvattenhanteringen bidrar till mervärden i stadsmiljön.
- Dagvatten ska användas som en resurs vid stadens utbyggnad för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- Säkerställa att den långsiktiga dagvattenhanteringen sker på ett effektivt sätt.
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs, såsom ombyggnad av stadens vägar, gator och torg.

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för ett 10-årsregn i enlighet med Solna stads dagvattenstrategi. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. Solna stad rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 bör användas för framtida nederbörd. En klimatfaktor med 1,25 innebär att beräkningarna tar höjd för att nederbördsmängderna, på grund av klimatförändringar, kommer att öka med 25 % de kommande 100 åren.

2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]
 T_R = regnvaraktighet [minuter]
 \bar{A} = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]
 A = avrinningsområdets area [ha]
 φ = avrinningskoefficient [-]
 $i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]
 k = klimatfaktor

2.3.2 Magasinsvolym

Enligt riktlinjer från Solna stad ska den erforderliga utjämningsvolymen för dagvattenlösningar ha en kapacitet motsvarande minst 20 mm nederbörd per kvadratmeter hårdgjord yta. Hårdgjord yta avser det område som bidrar med avrinning även kallad reducerad area. Volymen tas fram genom att den anslutna reducerade arean multipliceras med önskat regndjup enligt formeln nedan:

$$U_i = d_r * A_i * \varphi_i = d_r * (A_{red} * 10000)$$

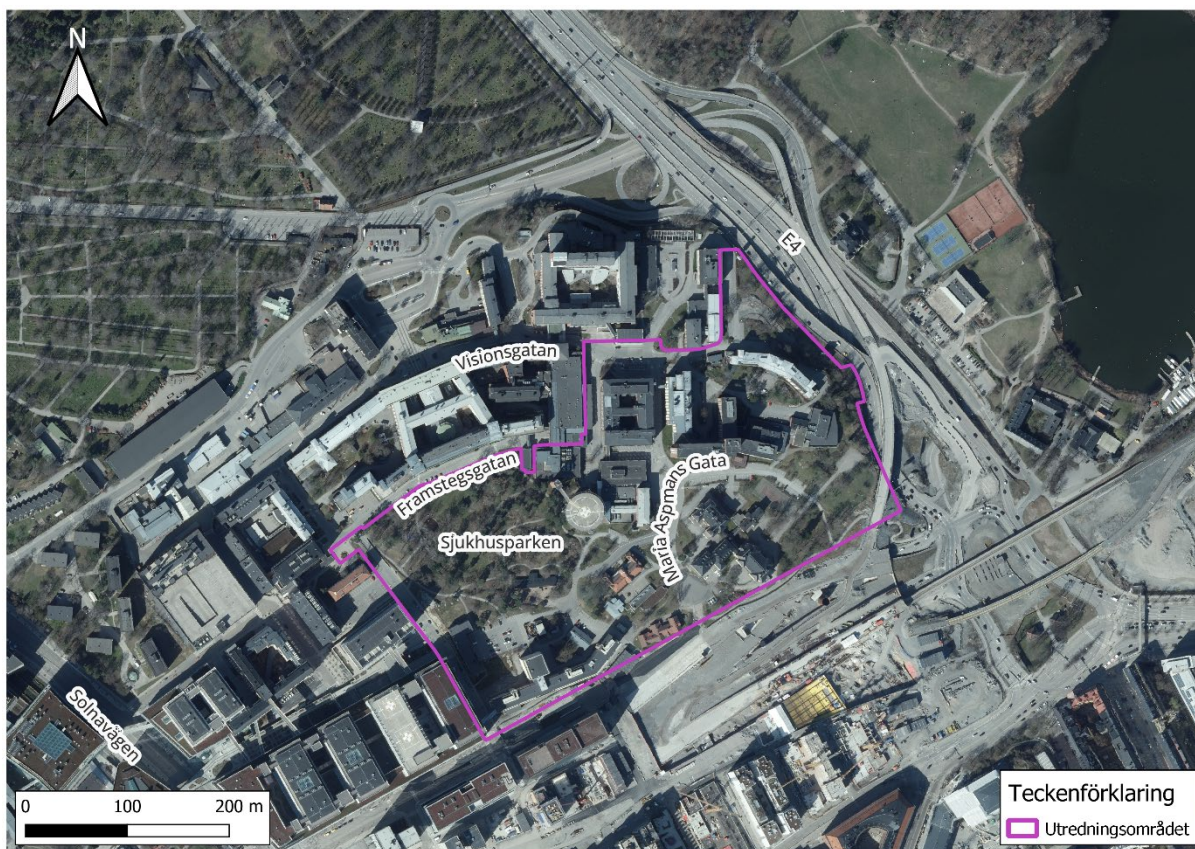
Där:

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m³]
 d_r = regndjup [m]
 A_i = områdesarea [m²]
 φ = avrinningskoefficient [-]
 A_{red} = avrinningsområdets reducerade area [ha]

3 Området

3.1 Platsbeskrivning

Området omfattas av Sjukhusparken som utgör områdets stadsdelspark och ett viktigt offentligt rum för boende, verksamma och besökare. Sjukhusparken har stor betydelse för stadsdelens tillgång på grönytor. Inom planområdet finns det många olika typer av befintliga byggnader och kontor. Stora delar av planområdet omfattas av hårdgjorda ytor såsom asfalterad bilväg, parkering samt gång- och cykelväg. Området ansluter till Solnavägen i sydväst samt angränsar till E4 i den södra och östra delen av området. En blandning av nuvarande vägar (bland annat Karolinska vägen och visionsgatan) och framtida vägar kommer att utgöra den norra gränsen av området, se **Figur 3**. Enligt Länsstyrelsens webbkarta finns det inget markavvattningsföretag inom planområdet eller i närheten av planområdet.

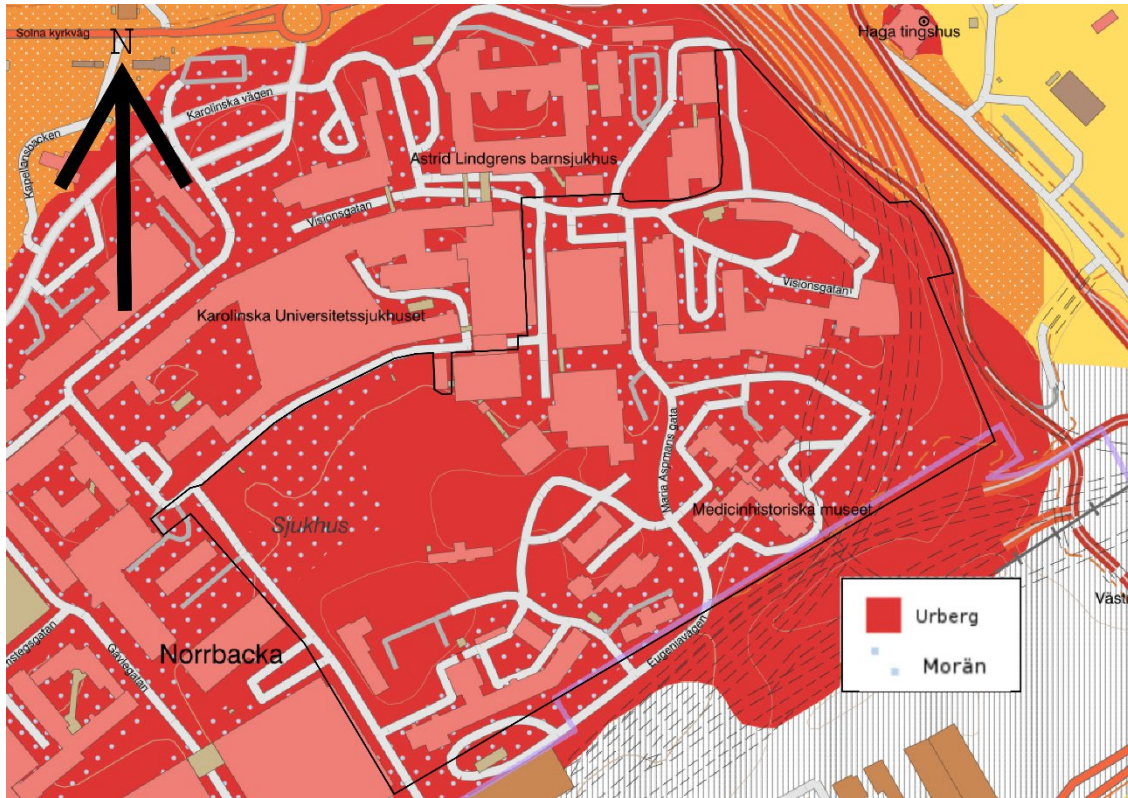


Figur 3. Befintlig översiktskarta över Norra Hagastaden DP1.

3.2 Geotekniska förhållanden

3.2.1 Markförhållanden

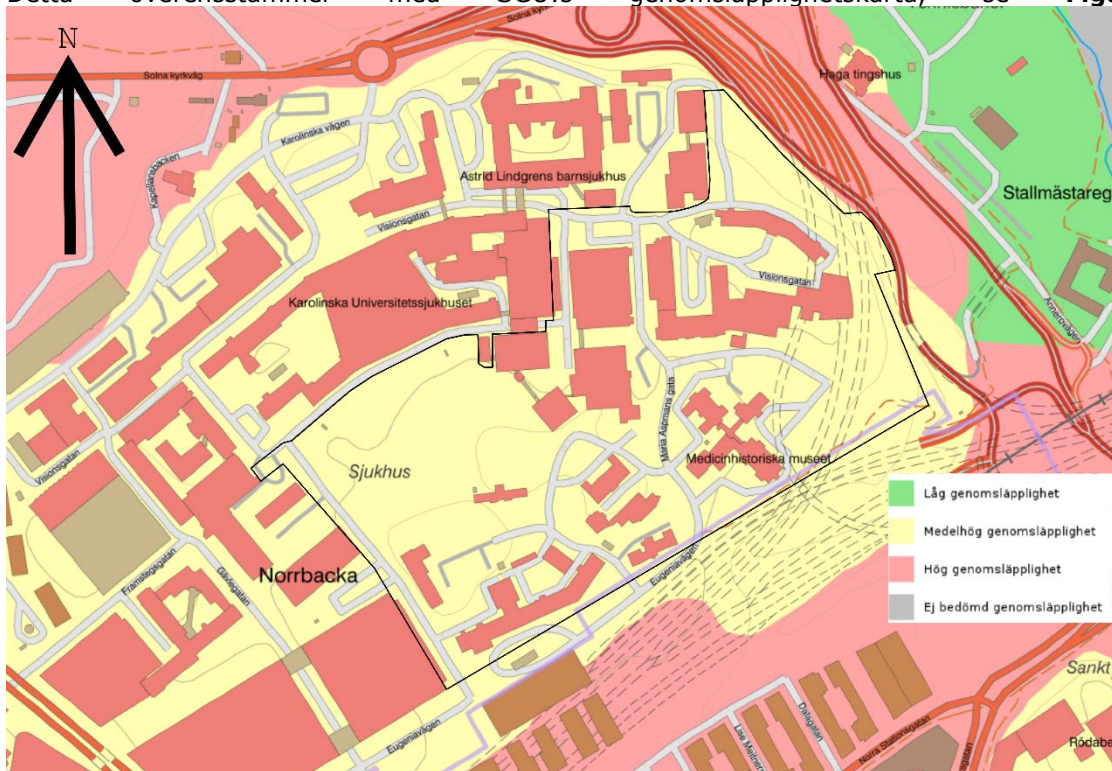
Enligt SGU:s jordartskarta (skala 1:25 000 – 1:100 000) består större delen av jordlagret inom planområdet av morän som ligger ovanpå urberg. I västra delen av planområdet finns det påslag av enbart urberg, se **Figur 4**.



Figur 4. SGU:s jordartskarta (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-03-26).

3.2.2 Genomsläpplighet

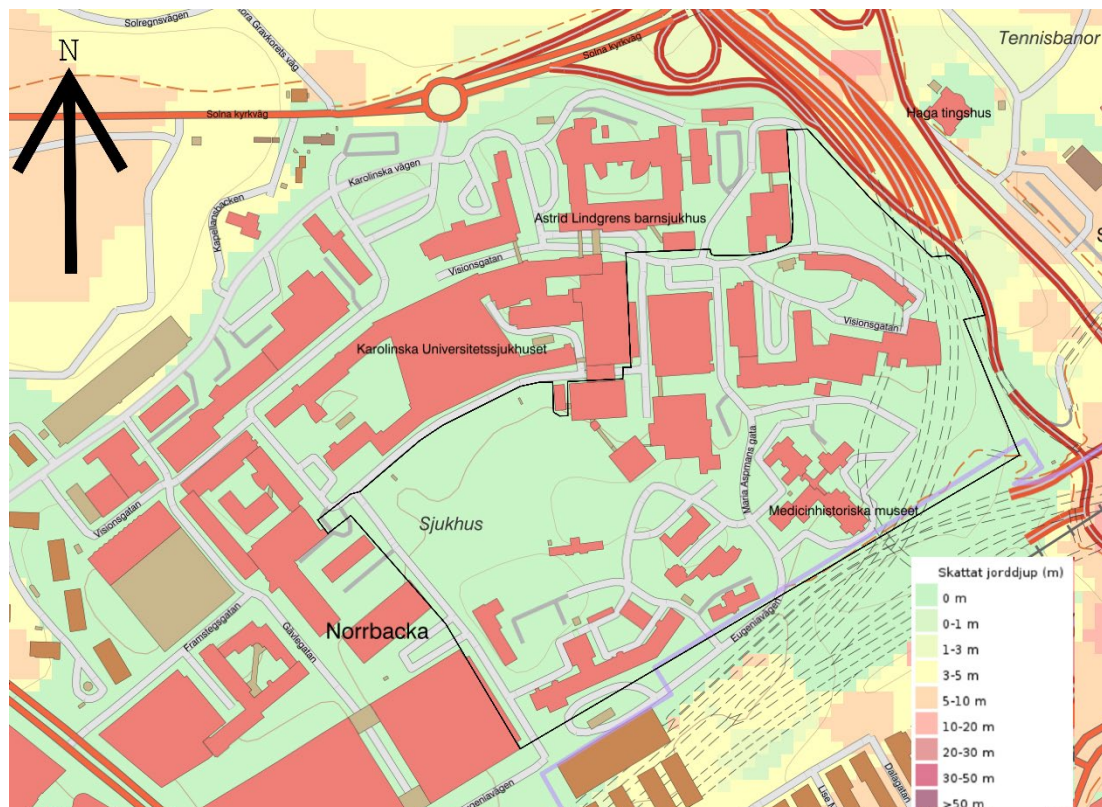
De geologiska förutsättningarna innebär att infiltrationsmöjligheten är medelhög inom planområdet. Detta överensstämmer med SGU:s genomsläpplighetskarta, se **Figur 5**.



Figur 5. SGU:s genomsläpplighetskarta (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-03-26).

3.2.3 Jorddjup

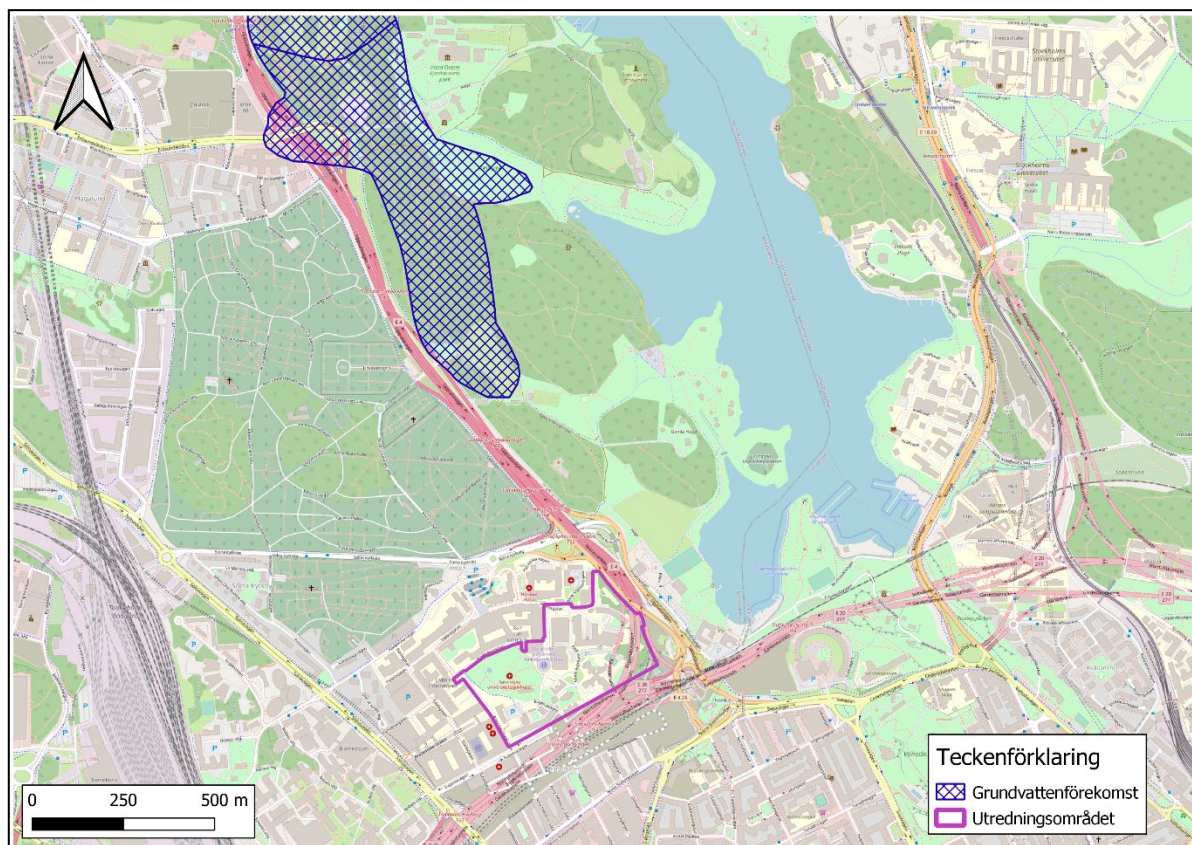
Jordlagret inom planområdet utgörs av ett tunt lager (**Figur 6**). Områden där marken består av urberg uppskattas jorddjupet vara 0 m enligt SGU. Det kan alltså förekomma berg i dagen inom planområdet.



Figur 6. SGU:s jorddjupskarta (Bildkälla: SGU, hämtad 2024-03-26).

3.2.4 Grundvattennivåer

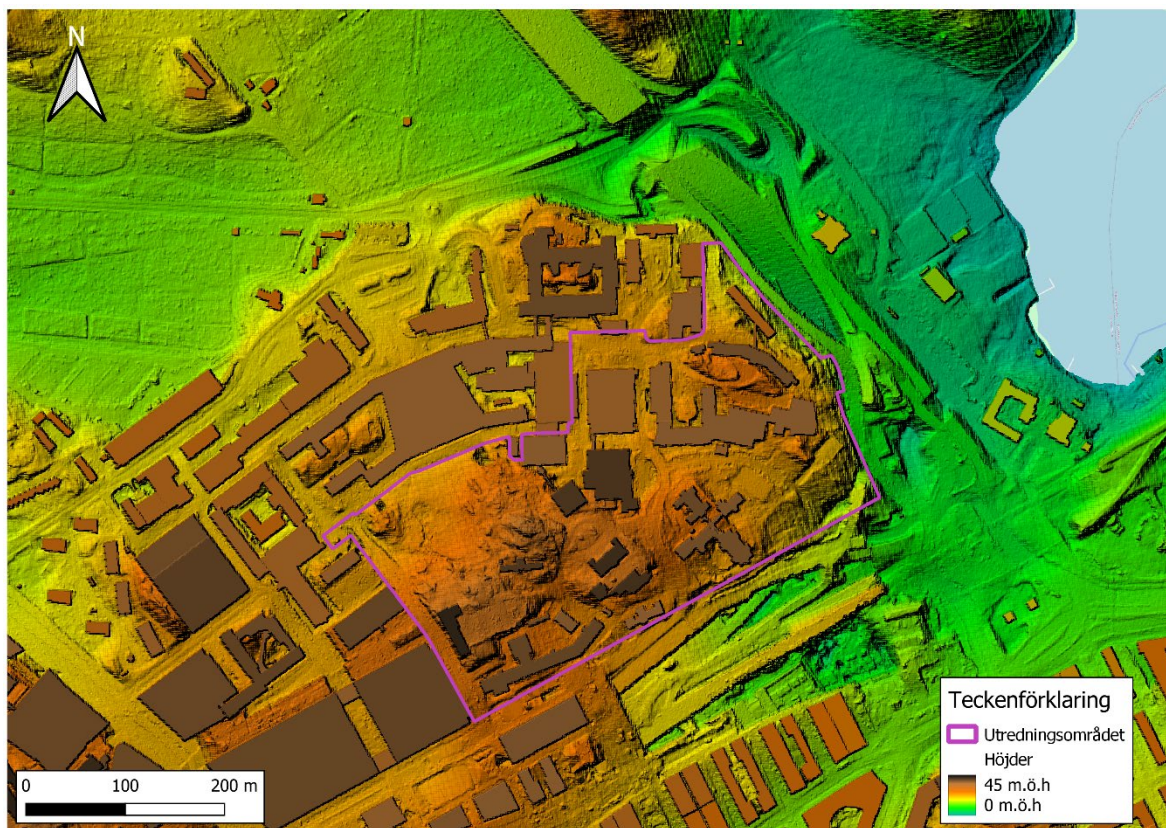
Ingen information beträffande områdets grundvattennivå har erhållits. Närmaste grundvattenrör är beläget intill Sjukhusparken. Grundvattennivån uppmättes att ligga på 2 m under markytan. En grundvattenförekomst, Stockholmsåsen-Haga (SE658456-162644), finns 400 m norr om planområdet (**Figur 7**). Grundvattenförekomsten har inte sitt direkta tillrinningsområde inom planområdet. Merparten av planområdet är dock tillrinningsområde till grundvattenförekomsten via vattendrag. Grundvattenförekomsten har God kemisk- och kvantitativ status och med MKN God kemisk grundvattenstatus samt God kvantitativ grundvattenstatus.



Figur 7. Grundvattenförekomsten Stockholmsåsen-Haga. Planområdet markerat med lila streck.

3.3 Topografi

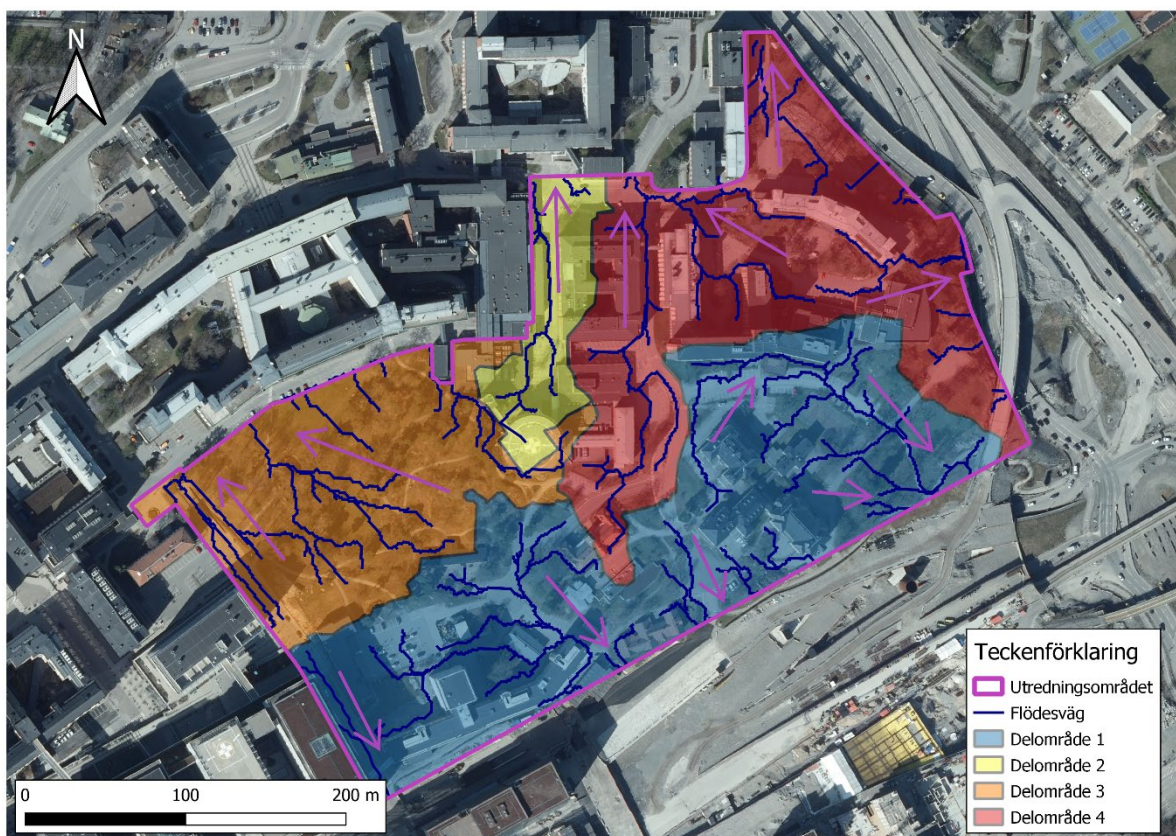
Planområdet befinner sig på en kulle på nivåer mellan +20 och +32,5 m ö.h. med lutning åt samtliga väderstreck. Lägsta punkten är lokaliserad nordöst och högsta punkten är lokaliserad i den sydvästra delen av området (inom Sjukhusparken). Se **Figur 8**.



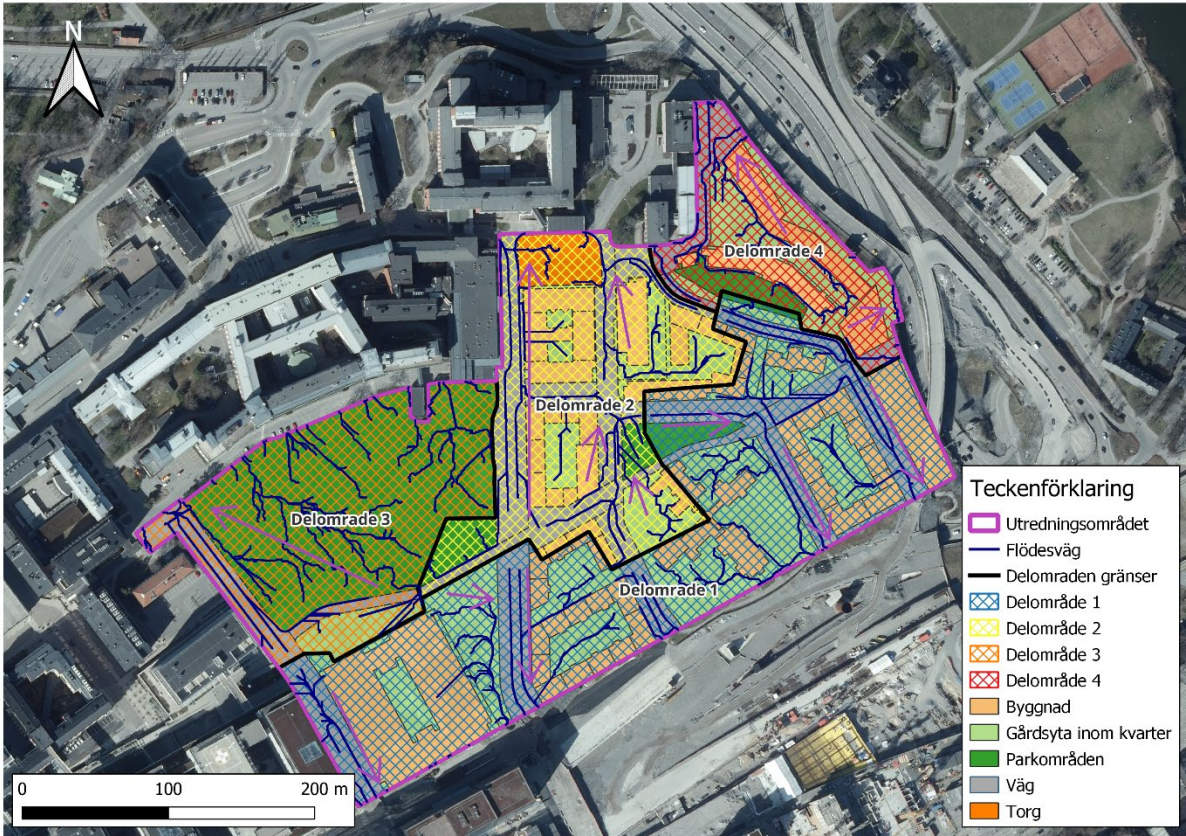
Figur 8. Karta som visar höjdmodellen runt projektområdet (Lantmäteriet, 2023).

3.4 Avrinning

Baserat på preliminär höjdsättning och ytavrinning har planområdet indelats i fyra delavrinningsområden, se **Figur 9**. Delområdena är någorlunda lika de befintliga delområden som förekommer inom planområdet, se **Figur 10**. Samtliga delområden avvattnar till recipienten Brunnsviken. Dagvattnet avvattnar antingen diffust ovanpå mark eller via ytliga avrinningsstråk till dagvattenledningar. Dagvatten som rinner av gatorna inom planområdet bör fördröjas och renas lokalt innan det avleds till ledningssystemet och i slutändan når recipienten. Flödesdimensionering samt beräkning av flödesutjämning har utförts inom respektive delavrinningsområde.



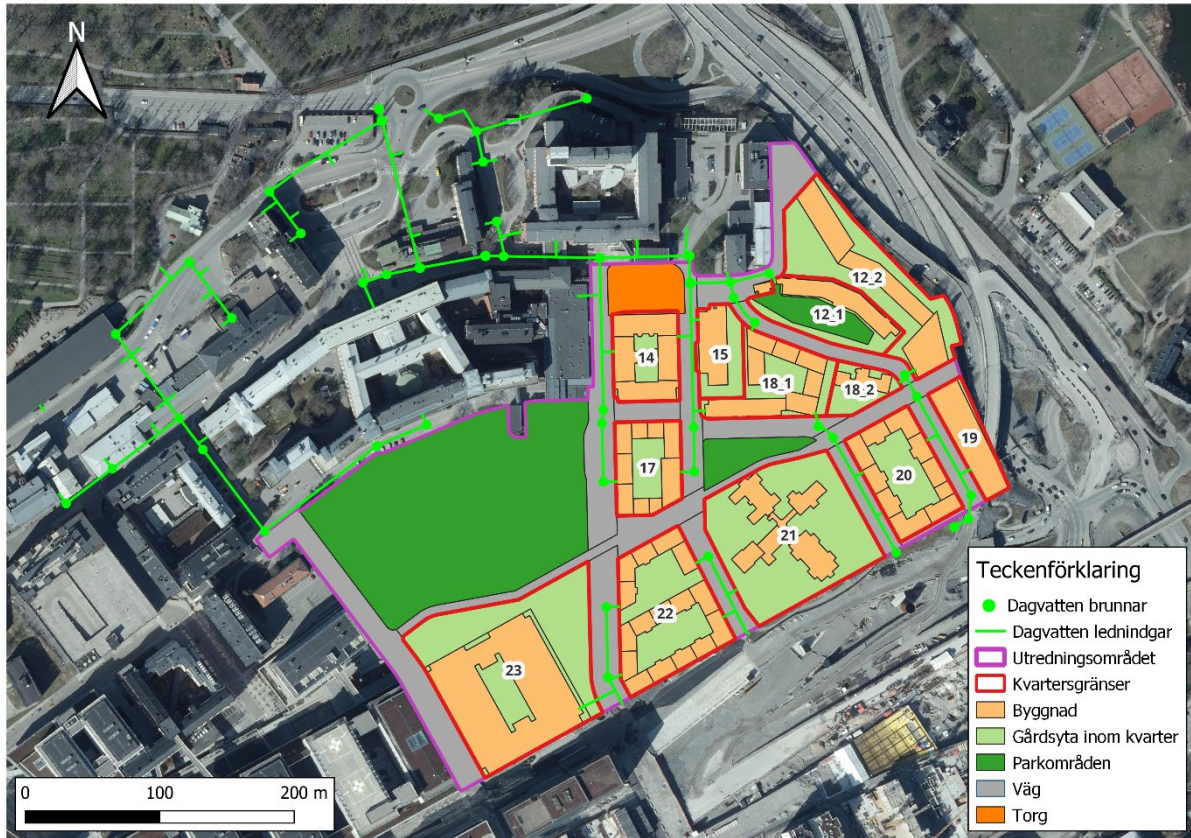
Figur 9. Befintliga delområden inom planområdet baserad på befintliga höjder. Avrinningsriktningar redovisas med lila pilar (SCALGO Live, 2023).



Figur 10. Delområden med rinnriktning baserat på framtida höjdsättning av gatorna. Avrinningsriktningar redovisas med lila pilar.

3.5 Föreslagna dagvattenledningar

Planerade ledningsstråk för dagvatten i området redovisas i **Figur 11**. Dagvattenledningar i gator belägna söder om Akademiska stråket avleder dagvatten till huvudledningen i Eugeniavägen, utanför planområdets södra gräns. Dagvattenledningar i gator norr om Akademiska stråket avleder dagvatten norr mot ledning belägen i Visionsgatan. Enligt tidigare dagvattenutredning från SWECO (2015-08-28) föreligger inget kapacitetsproblem i ledningarna inom eller nedströms området.



Figur 11. Grov skiss av föreslagna dagvattenledningar.

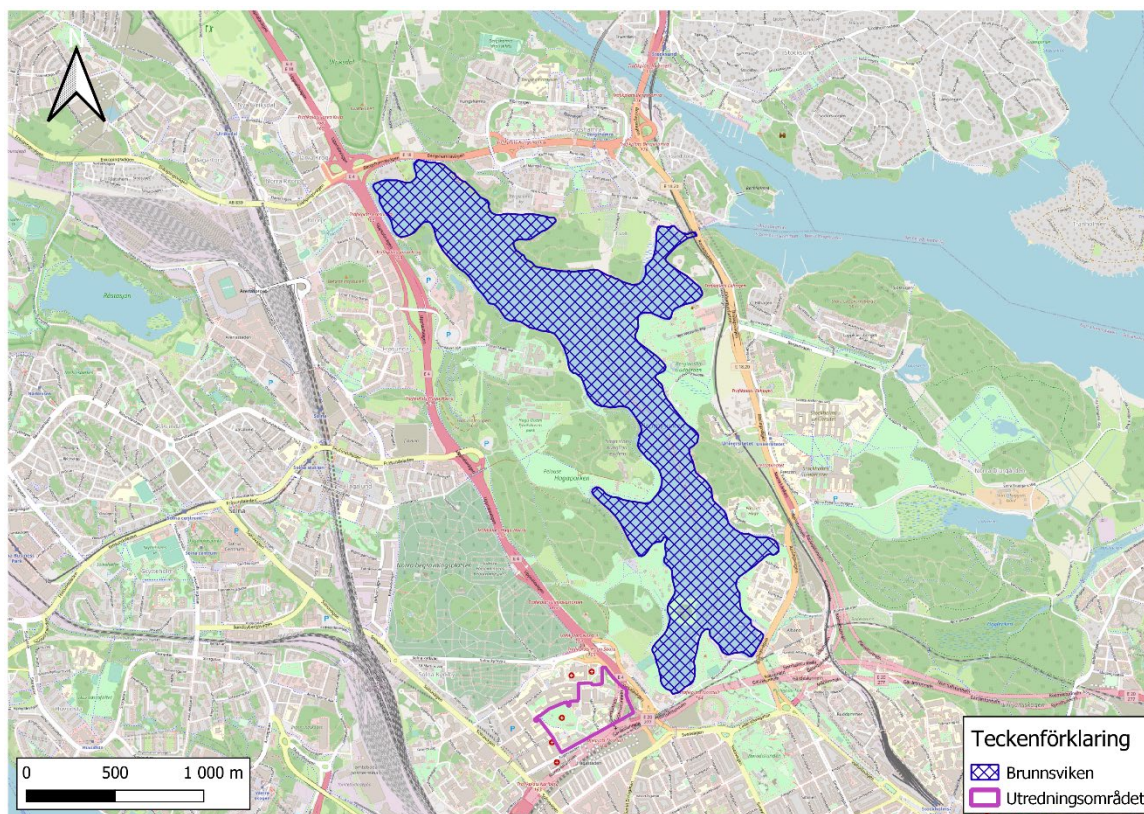
3.6 Vattenskyddsområde

Planområdet omfattas ej av något vattenskyddsområde.

3.7 Recipienter och MKN för vatten

Recipienten för dagvatten från planområdet är kustvattenförekomsten Brunnsviken som är ansluten till Lilla Värtan genom Ålkistekanalerna. Lilla Värtan mynnar ut till Östersjön. Recipienten ingår i huvudavrinningsområdet Norrström och omfattar en area på cirka 2 km². Bedömning om kustvattenförekomstens status utgår från informationen i Vatteninformationssystem Sverige (VISS) databas.

Den aktuella recipienten för planområdet i **Figur 12**.



Figur 12. Recipienten Brunnsviken motsvarar det blåa rutnätet i kartan.

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. År 2021 beslutade de fem vattendelegationerna i Sverige att anta förvaltningsplan, åtgärdsprogram och miljökvalitetsnormer för perioden 2021–2027. Senast den 22 december 2021 började nya föreskrifter om kvalitetskrav för **vattenförekomster** dvs miljökvalitetsnormer i Sveriges vattendistrikt att gälla. Eftersom regeringen vill pröva förslagen till åtgärdsprogram gäller varken åtgärdsprogrammen eller förvaltningsplanerna. Däremot omfattas inte miljökvalitetsnormerna av överprövningen utan de trädde i kraft samma dag.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomsts status klassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas god status. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status (Vattenmyndigheterna, 2021).

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status

ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

3.7.1 Recipient Brunnsviken

Recipient Brunnsviken är enligt vattendirektivet en kustvattenförekomst och klassas i VISS enligt **Tabell 1**. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2021 och 2019 i samband med skiftet av den andra och tredje förvaltningscykeln.

Tabell 1. Statusklassificering i VISS av Brunnsviken 2021-12-20.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Brunnsviken SE658507- 162696	Otillfredställande ekologisk status	God ekologisk status 2039	Ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus 2027

Recipienten Brunnsvikens ekologiska status är klassad som otillfredsställande med hög tillförlitlighet. Klassningen baseras på miljökonsekvenstypen övergödning och miljögifter, där övergödning styr. Detta stöds av kvalitetsfaktorn näringsämnen (totalhalter av kväve och fosfor) som har otillfredsställande status. Recipienten har en förlängd tid till år 2039 för att uppnå en god ekologisk status.

Den kemiska statusen klassas som ej god. Detta orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena Perfluoroktansulfon (PFOS), Tributyltenn (TBT), Kvikksilver (Hg), bly (Pb) och liknande prioriterade ämnen överskrider i vattenförekomsten. Tidsfrist har satts till år 2027 för att uppnå god kemisk status för TBT och PFOS. För Hg och PBDE får recipienten undantag i form av mindre stränga krav. Då gränsvärden för Hg och PBDE överskrider i Sveriges alla vattenförekomster. Det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa ämnen till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Medräknas inte Hg och PBDE i statusbedömningen så är det resterande ovannämnda ämnen som gör att god kemisk status inte uppnås i recipienten (VISS, 2022).

3.7.2 Solna stads åtgärdsprogram

Brunnsvikens tillrinningsområde är beläget i kommunerna Solna, Sundbyberg och Stockholm. Åtgärdsprogrammen tas ofta fram i samarbete mellan kommuner som ligger inom samma tillrinningsområde. "Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken" redovisar de åtgärder i Solna som Solna stad avser att vidta för förbättrad vattenkvalitet i Brunnsviken.

För vattenförekomsten Brunnsviken tas ett gemensamt åtgärdsprogram fram för att förbättra den ekologiska och kemiska statusen. Ett underlag till detta lokala åtgärdsprogram togs fram av WRS (2016) där den nuvarande statusen och föroreningsbelastningen till Brunnsviken utreddes och ett åtgärdsbehov för de relevanta föroreningarna beräknades.

Åtgärdsbehovet (även kallad beting) anger hur stor del av belastningen i Brunnsviken som behöver åtgärdas för att nå miljökvalitetsnormerna. Då Brunnsvikens tillrinningsområde täcks av Solna, Sundbyberg och Stockholm är åtgärdsbehovet och förbättringsbehovet fördelat mellan dessa kommuner. Ansvarsfördelningen är baserad på hur stor andel av tillrinningsområdet som ligger inom respektive kommun.

Brunnsvikens tillrinningsområde är 14,5 km² stort. Solna stad bidrar med cirka 65% av den totala föroreningsbelastningen via dagvatten. Det totala åtgärdsbehovet är framräknat för en situation utan pumpning av bottenvatten till Lilla Värtan. Förbättringsbehovet för Solna stad kan därmed anses motsvara 65% av det totala åtgärdsbehovet för Brunnsviken.

Tabell 2 visar den totala belastningen till Brunnsviken, det totala åtgärdsbehovet för respektive förorening, samt Solna stads förbättringsbehov vilket uppgår till 65% av totala åtgärdsbehovet.

Tabell 2. Solna stads andel av reduktionsbehovet för att Brunnsviken ska uppnå god status.

Förorening	[kg/år]		
	Total belastning	Åtgärdsbehov	Förbättringsbehov
Fosfor	320	160	104
Kväve	7 700	2 695	1 751
Koppar	110	53	34
Zink	440	373	243
Bly	57	23	15
Kadmium	1,9	1,3	0,8
Kvicksilver	0,18	0,1	0,07

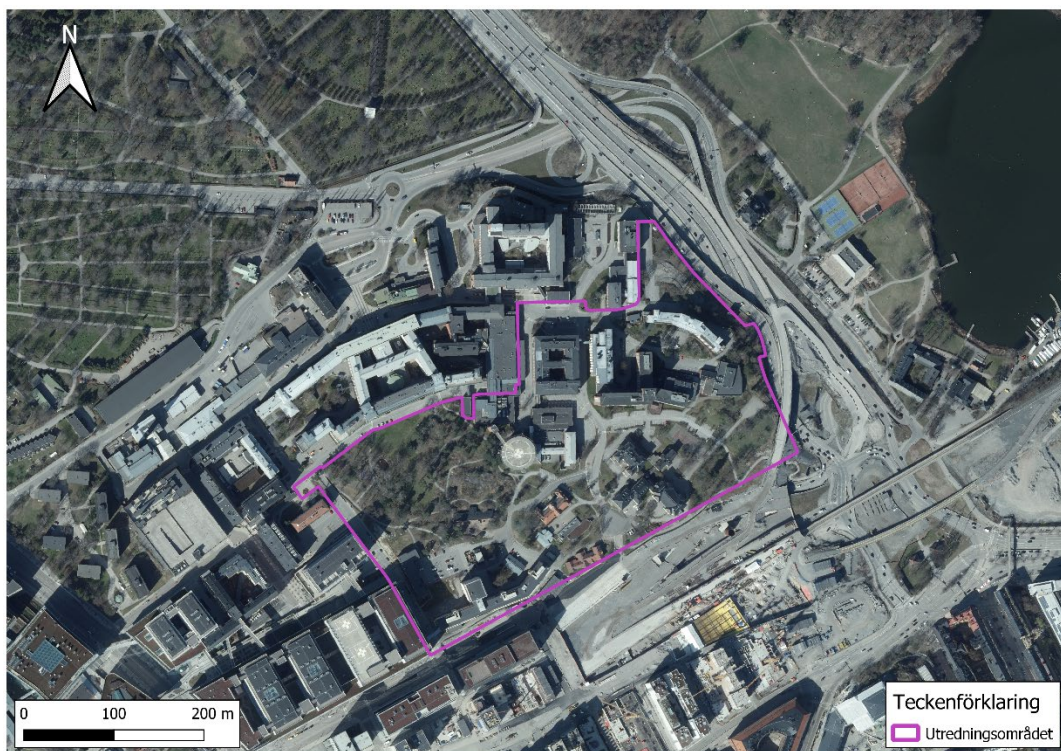
I det lokala åtgärdsprogrammet föreslås ett antal åtgärder. De övergripande åtgärderna är anläggandet av lokalt omhändertagande åtgärder (LOD). LOD är nödvändiga för att nå god ekologisk och kemisk status i Brunnsviken. Belastning i samband med ny- eller ombyggnation behöver i första hand omhändertas genom en hållbar dagvattenhantering inom planområdet för att därmed kunna följa miljö kvalitetsnormerna för vatten. LOD-åtgärder för dagvatten kan behöva kompletteras med nedströmslösningar, till exempel reningsanläggningar, som tar hand om dagvatten från ett större tillrinningsområde.

4 Beräkningar

4.1 Befintlig situation

Planområdet omfattar en area på ca 12 ha och består idag av kontor och parker. Stora delar av planområdet omfattas av hårdgjord mark i form av tak och asfalterad väg samt inslag av grönstråk och parker. Området omringas även av stora vägar, bland annat E4 och Solnavägen.

Inom planområdet finns många olika typer av befintliga byggnader, flera med stort kulturhistoriskt värde, bland annat Eugeniahemmet, Blindhemmet och Radiumhemmet. Planområdet omfattar Sjukhusparken som utgör områdets stadsdelspark och ett viktigt offentligt rum för boende, verksamma och besökare, se **Tabell 3**.



Figur 13. Befintlig ortofotokarta (SCALGO Live, 2023).

4.1.1 Markanvändning

Tabell 3, Tabell 4, Tabell 5 och **Tabell 6** beskriver den befintliga markanvändningen för delområde 1, 2,3 och 4 (**Figur 8**) genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta. Klassificering av markanvändningen inom planområdet är utförd med SCALGO Live som tillämpar nationella marktäckedata (NMD) som är framställd av Naturvårdsverket. NMD är en heltäckande kartläggning av Sveriges marktäcke som tas fram med hjälp av satellitbilder och laserdata.

Hårdgjorda ytor såsom tak och asfalterade ytor har en avrinningskoefficient på 0,90 och 0,80. Parker och andra grönytor tilldelas en avrinningskoefficient på 0,10 på grund av deras höga infiltrationsmöjlighet. Grusområden har tilldelats en avrinningskoefficient på 0,40. För skyfallsflöden har en högre avrinningskoefficient valts för att ta höjd för minskad infiltration. Avrinningskoefficienten för stora regn, till exempel 100-årsregn, antas öka för både hårdgjorda och icke-hårdgjorda ytor. För icke-hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten öka till ett värden inom 0,2–0,8 beroende på topografi och för hårdgjorda ytor antas hela ytan bidra till avrinningen (Blomquist m.fl., 2016).

4.1.2 Delområde 1

Befintliga markanvändningen inom delområde 1, se **Tabell 3**.

Tabell 3. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom delområde 1.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Gång- och cykelväg	5 854	0,80	4 684	1,0	5 854
Tak	7 479	0,90	6 731	1,0	7 479
Väg	10 372	0,80	8 298	1,0	10 372
Grönytor	21 351	0,10	2 135	0,3	6 405
Grus	4 462	0,40	1 785	0,6	2 677
Parkering	2 595	0,80	2 076	1,0	2 595

Totalt	52 114	25 709	35 384
---------------	---------------	---------------	---------------

4.1.3 Delområde 2

Befintliga markanvändningen inom delområde 2, se **Tabell 4**.

Tabell 4. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom delområde 2.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Gång- och cykelväg	2 463	0,80	1 971	1,0	2 463
Tak	10 717	0,90	9 646	1,0	10 717
Väg	5 603	0,80	4 483	1,0	5 603
Grönytor	2 483	0,1	248	0,3	745
Grus	751	0,40	300	0,6	450
Parkering	1 026	0,80	821	1,0	1 026
Totalt	23 044		17 468		21 005

4.1.4 Delområde 3

Befintliga markanvändningen inom delområde 3, se **Tabell 5**.

Tabell 5. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom delområde 3.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Gång- och cykelväg	1 227	0,80	982	1,0	1 227
Tak	4 298	0,90	3 868	1,0	4 298
Väg	1 924	0,80	1 539	1,0	1 924
Grönytor	20 566	0,10	2 057	0,3	6 170
Grus	1 176	0,40	470	0,6	705
Parkering	200	0,80	160	1,0	200
Totalt	29 390		9 076		14 524

4.1.5 Delområde 4

Befintliga markanvändningen inom delområde 4, se **Tabell 6**.

Tabell 6. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom delområde 3.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Gång- och cykelväg	574	0,80	460	1,0	574
Tak	2 166	0,90	1 949	1,0	2 166
Väg	971	0,80	776	1,0	971
Grönytor	7 014	0,10	701	0,3	2 104
Grus	1 231	0,40	492	0,6	739
Parkering	2 952	0,80	2 361	1,0	2 952
Totalt	14 908		6 741		9 506

4.1.6 Befintliga flöden

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt **Tabell 3**, **Tabell 4**, **Tabell 5** och **Tabell 6**. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-årsregn med en regnvaraktighet på 23 minuter för delområde 1, 31 minuter för delområde 2, 48 minuter för delområde 3 och 16 minuter för delområde 4.

Delområde 1

- $i_{10\text{-årsregn},23\text{min}} = 138 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},23\text{min}} = 295 \text{ l/s, ha}$

Delområde 2

- $i_{10\text{-årsregn},31\text{min}} = 113 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},31\text{min}} = 242 \text{ l/s, ha}$

Delområde 3

- $i_{10\text{-årsregn},48\text{min}} = 84 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},48\text{min}} = 178 \text{ l/s, ha}$

Delområde 4

- $i_{10\text{-årsregn},16\text{min}} = 174 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},16\text{min}} = 372 \text{ l/s, ha}$

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. Resultaten för delområde 1 redovisas i **Tabell 7**.

Tabell 7. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

Delområde 1	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Gång- och cykelväg	65	173
Tak	93	221
Väg	115	306
Grönytor	29	189
Grus	25	79
Parkering	29	77
Totalt	355	1 044

Resultaten för delområde 2 redovisas i **Tabell 8**.

Tabell 8. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

Delområde 2	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Gång- och cykelväg	22	60
Tak	109	259
Väg	51	135
Grönytor	3	18
Grus	3	11
Parkering	9	25
Totalt	198	507

Resultaten för delområde 3 redovisas i **Tabell 9**.

Tabell 9. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

Delområde 3	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Gång- och cykelväg	8	22
Tak	32	76
Väg	13	34
Grönytor	17	110
Grus	4	13
Parkering	1	4
Totalt	76	258

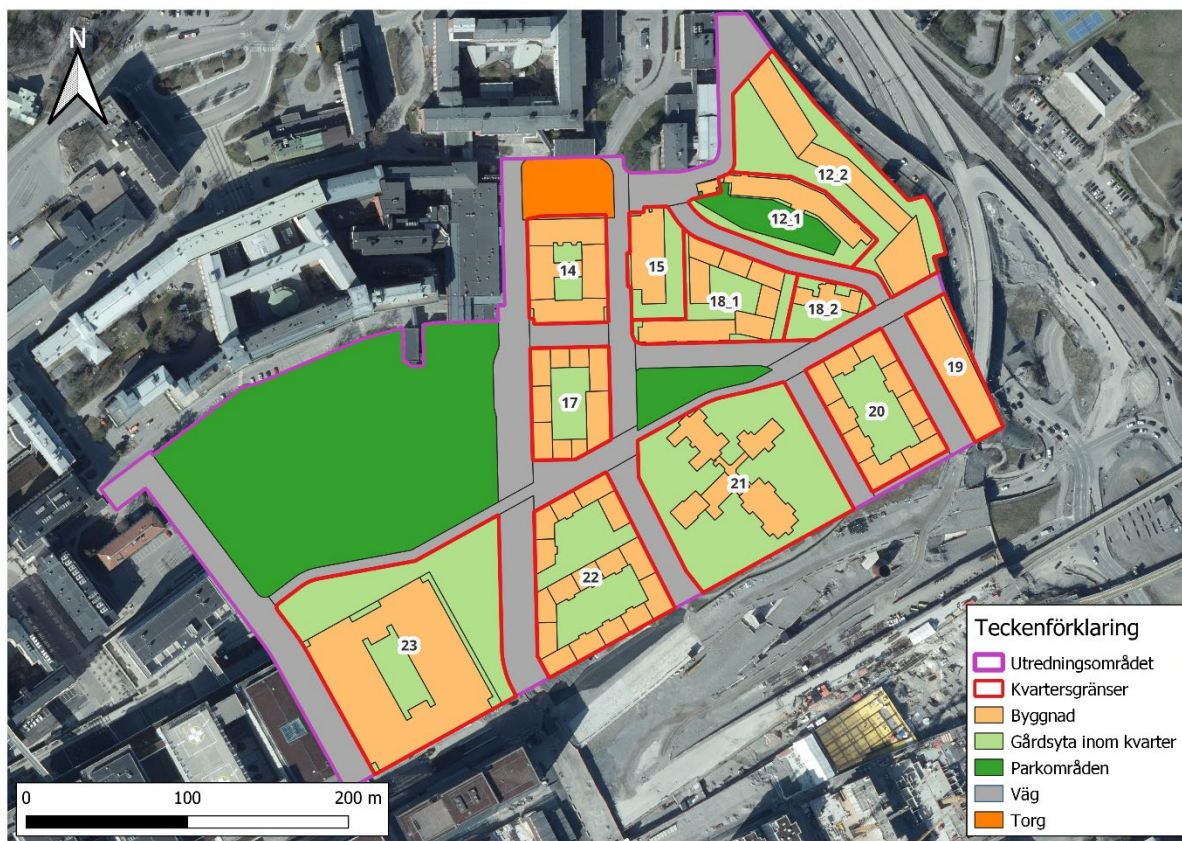
Resultaten för delområde 4 redovisas i **Tabell 10**.

Tabell 10. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10- och 100-årsregn.

Delområde 4	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Gång- och cykelväg	8	21
Tak	34	81
Väg	13	36
Grönytor	12	78
Grus	9	27
Parkering	41	110
Totalt	117	353

4.2 Planerad utformning

Stora delar av planområdet är sedan tidigare ej planlagda. Målsättningen för Norra Hagastaden är att skapa en sammanlänkande stadsdel mellan Solna och Stockholm med en blandning av bostäder, vård och verksamheter. Befintlig park vid sjukhusområdet kommer att finnas kvar. **Figur 14** visar planerad markanvändning inom planområdet.



Figur 14. Planerad markanvändning inom planområdet.

4.2.1 Markanvändning

Tabell 11, Tabell 12, Tabell 13 och **Tabell 14** beskriver den planerade markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta för respektive delområde. De tomma ytorna inom samtliga kvarter är fortfarande under planering och saknar konkret utformning i detta skede. En avrinningskoefficient är satt till 0,45 för gårdsyta inom kvarter som en kombination av hårdgjorda ytor och grönytor. Hårdgjorda ytor såsom tak har satts till 0,90 och asfalterad bilväg och gång- och cykelväg har tilldelats en avrinningskoefficient på 0,80. Grönområden har goda infiltrationsmöjligheter och således har den en avrinningskoefficient på 0,10. Inom kvarter 21 planeras upprättning av en förskola inom kvartersytan. Då ingen detaljerad markanvändning inom förskoleområdet fastställts används markanvändningstypen *Skolområde* med avrinningskoefficient 0,50 enligt StormTac. Delområdena skiljer sig mellan varandra i storlek från befintlig till planerad utformning, då den planerade utformningen byter riktning dit vattnet rör sig på somliga områden och därmed delas också delområdena in i lämpliga delområden utefter den planerade utformningen. Diskrepanser mellan den totala ytan och den befintliga ligger i hur beräkningarna har hanterats i olika omgångar.

4.2.2 Delområde 1

Framtida markanvändningen inom delområde 1, se **Tabell 11**.

Tabell 11. Areaberäkning för framtida markanvändning inom delområde 1.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Kvartersmark					
Tak	18 926	0,9	17 033	1,0	18 926
Grönytor	0	0,1	0	0,3	0
Gårdsyta inom kvarter	11 357	0,45	5 111	0,65	7 382
Förskoleområde	6 530	0,5	3 265	0,8	5 224
Allmän platsmark					
Väg	7 659	0,8	6 127	1,0	7 658
GC-väg	5 106	0,8	4 085	1,0	5 106
Grönytor	1 201	0,1	120	0,3	360
	50 778		35 740		44 656

4.2.3 Delområde 2

Framtida markanvändningen inom delområde 2, se **Tabell 12**.

Tabell 12. Areaberäkning för planerad markanvändning inom delområde 2.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Kvartersmark					
Tak	8 525	0,9	7 673	1,0	8 525
Gårdsyta inom kvarter	3 955	0,45	1 780	0,65	2 571
Grönytor	0	0,1	0	0,3	0
Förskoleområde	1 651	0,5	826	0,8	1 320
Allmän platsmark					
Väg	6 455	0,8	5 164	1,0	6 455
GC-väg	4 303	0,8	3 443	1,0	4 303
Centrala torget	2 027	0,5	1 014	0,8	1 621
Grönytor	1 992	0,1	199	0,3	597
	28 908		20 099		25 392

4.2.4 Delområde 3

Framtida markanvändningen inom delområde 3, se **Tabell 13**.

Tabell 13. Areaberäkning för planerad markanvändning inom delområde 3.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Allmän platsmark					
Väg	1 951	0,8	1 561	1,0	1 951
GC-väg	1 300	0,8	1 041	1,0	1 300
Grönytor	22 199	0,1	2 220	0,3	6 659
Kvartersmark					
Gårdsyta inom kvarter	1 765	0,45	794	0,3	1 147
27 215			5 616		11 059

4.2.5 Delområde 4

Framtida markanvändningen inom delområde 4, se **Tabell 14**.

Tabell 14. Areaberäkning för planerad markanvändning inom delområde 4.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (10-årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Kvartersmark					
Tak	4 223	0,9	3 801	1,0	4 223
Grönytor	1 300	0,1	130	0,3	390
Gårdsyta inom kvarter	5 162	0,45	2 323	0,65	3 355
Allmän platsmark					
Väg	1 692	0,8	1 354	1,0	1 692
Tak	101	0,9	91	1,0	101
GC-väg	1 128	0,8	902	1,0	1 128
Grönytor	24	0,1	2	0,3	7
13 630			8 603		10 896

4.3 Framtida flöden

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt **Tabell 11**, **Tabell 12**, **Tabell 13** och **Tabell 14** samt med en klimatfaktor på 1,25. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-årsregn och ett 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10 minuter för samtliga delområden.

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{min}*1,25} = 285 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{min}*1,25} = 611 \text{ l/s, ha}$

Dagvattenflödet har beräknats med klimatfaktor för planerad markanvändning. Resultaten för delområde 1 redovisas i **Tabell 15**.

Tabell 15. Beräknade dagvattenflöden för framtida situation vid ett 10- och 100-årsregn. Värden i parentes är de befintliga dagvattenflödena för att enkelt kunna jämföra med de beräknade dagvattenflödena.

Delområde 1	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Kvartersmark		
Tak	485	1 156
Gårdsyta inom kvarter	146	451
Förskoleområde	93	319
Allmän platsmark		
Väg	175	468
GC-väg	116	312
Grönytor	3	22
Totalt	1 018(355)	2 728(1044)

Resultaten för delområde 2 redovisas i **Tabell 16**.

Tabell 16. Beräknade dagvattenflöden för framtida situation vid ett 10- och 100-årsregn. Värden i parentes är de befintliga dagvattenflödena för att enkelt kunna jämföra med de beräknade dagvattenflödena.

Delområde 2	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Kvartersmark		
Tak	219	521
Gårdsyta inom kvarter	51	157
Allmän platsmark		
Väg	147	394
GC-väg	98	263
Grönytor	6	37
Förskoleområde	24	81
Centrala torget	29	99
Totalt	574(198)	1 522(507)

Resultaten för delområde 3 redovisas i **Tabell 17**.

Tabell 17. Beräknade dagvattenflöden för framtida situation vid ett 10- och 100-årsregn. Värden i parentes är de befintliga dagvattenflödena för att enkelt kunna jämföra med de beräknade dagvattenflödena.

Delområde 3	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Allmän platsmark		
Väg	44	119
GC-väg	30	79
Grönytor	63	407
Gårdsyta inom kvarter	23	70
Totalt	160 (76)	675 (258)

Resultaten för delområde 4 redovisas i **Tabell 18**.

Tabell 18. Beräknade dagvattenflöden för framtida situation vid ett 10- och 100-årsregn. Värden i parentes är de befintliga dagvattenflödena för att enkelt kunna jämföra med de beräknade dagvattenflödena.

Delområde 4	Flöden [l/s]	
	10-årsregn	100-årsregn
Kvartersmark		
Tak	111	264
Gårdsyta inom kvarter	66	205
Grönytor	0	0
Allmän platsmark		
Väg	39	103
GC-väg	26	69
Grönytor	4	24

Totalt	246 (117)	665 (353)
---------------	------------------	------------------

Årsmedelflödet inom planområdet har beräknats. I genomsnitt regnar det ungefär 550 mm/år i Solna. Resultatet visas i **Tabell 19**.

Tabell 19. Beräknad årsmedelflöde före och efter exploatering.

Scenario	Reducerad yta [m ²]	Nederbörd (m)	Årsmedelflöde (m ³ /år)
Före exploatering	58 994	0,550	32 447
Efter exploatering	70 058	0,550	38 532

4.4 Magasinsvolym

Den nödvändiga utjämningsvolymen har beräknats i enlighet med Solna stads dagvattenstrategi. **Tabell 20** och **Tabell 21** visar hur stora vattenvolymer som är nödvändigt att utjämnas och renas inom kvartersmark respektive allmän platsmark såsom parkområden, lokalgator och torg. Magasinsvolymen representerar den volym vatten som kan fördröjas i magasinet. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 2.3.2.

Tabell 20. Beräknad magasinsvolym inom kvarter för planerat planområde.

Kvarter	Reducerad yta [m ²]	Magasinsvolym 20 mm [m ³]
12	6 439	129
14	2 642	53
15	1 549	31
17	2 499	50
18	3 825	77
19	1 511	37
20	3 428	69
21	6 356	127
22	4 958	99
23	9 203	184
Totalt	42 410	856

Totalt ska en vattenvolym på 856 m³ fördröjas inom kvartersmark innan det avleds vidare till ledningar i lokalgator. De beräknade utjämningsvolymerna för respektive kvarter bör hanteras lokalt för att fördröja dagvattenflöden och minimera belastning som kan förekomma i ledningsnätet. Dock råder det inom planområdet brist på utrymme som kan reserveras för dagvattenhantering på grund av befintliga byggnader som kommer finnas kvar, täta byggnader och underbyggnader. Den magasinsvolym som inte går att utjämnas inom kvartersmark kan behöva hanteras i större anläggningar på allmän platsmark inom planområdet, detta gäller till exempel för delar av kvarter 12 samt kvarter 14, 15 och 18-1.

Tabell 21. Beräknad magasinsvolym inom allmän plats för planerat planområde.

Allmän platsmark	Reducerad yta [m ²]	Magasinsvolym 20 mm [m ³]
Delområde 1		
Väg	4 339	86
GC-väg	4 085	82
Grönytor	120	3
Anna Steckséns gata*	1 788	36
Summa	10 332	207
Delområde 2		
Väg	5 164	103
GC-väg	3 443	69
Grönytor	199	4
Torg	1014	20
Summa	9 820	196
Delområde 3		
Väg	318	6
GC-väg	212	4
Grönytor	2 220	44
Anna Streckséns gata*	2 071	41
Summa	4 821	95
Delområde 4		
Väg	1 354	27
GC-väg	902	18
Grönytor	2	0
Tak	91	2
Summa	2 349	47
Totalt	27 322	545

*Omhändertar sitt eget dagvatten

Ytterligare bör 50 m³ fördröjas i delområde 1 för att omhänderta dagvatten från del av Eugeniavägen, belägen nedströms delområdet, som inte kunnat hanteras inom delområde 1. Anna Steckséns gata tar hand om sitt eget dagvatten då i dagsläget ett underjordiskt fördröjningsmagasin med tillräckligt stor magasinsvolym är beläget under gatan för att fördröja dess erforderliga fördröjningsvolym. Det innebär att totalt ca 518 m³ ska fördröjas inom allmän platsmark som lokalgator och torg innan det avleds vidare till ledningar i lokalgator.

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och -mängder i scenario före och efter exploatering. Koncentrationerna och mängderna har summerats för de tre delområdena och redovisas i **Tabell 22** och **Tabell 23** som planområdets totala föroreningsbidrag till recipienten. Typ av markanvändning som använts i beräkningarna återfinns i **Tabell 3**, **Tabell 4**, **Tabell 5** och **Tabell 9**, **Tabell 10** och **Tabell 11**.

De ämnen som analyserats är 10 standardämnen enligt StormTac. Även oljeindex samt tributyltenn (TBT) är inkluderade och de uppnår ej god status i Brunnsviken. Halterna polybromerade difenyletrar (PBDE), Hg och perfluoroktansulfon (PFOS) överskrider också i recipienten. PBDE och Hg inkluderas inte i beräkningarna då de överskrider i Sveriges alla vattenförekomster. Föroreningsämnet PFOS inkluderas heller inte i beräkningarna då det inte finns med i StormTac.

I **Tabell 22** redovisas även föroreningshalternas riktvärden för direktutsläpp till sjöar, vattendrag och havsvikar (1M) (Riktvärdesgruppen, 2009). Riktvärden för TBT i sjöar och kustvattenförekomster är inte tillgängliga. Om framtida TBT-halter underskrider befintliga kan det bedömas att de inte hindrar recipienten att uppfylla MKN.

Tabell 22. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för hela planområdet före och efter exploatering. Framtida koncentrationer som överskrider befintliga är rödmarkerade. Fetstil motsvarar halter som överskrider deras riktvärden.

Förorening	Enhet	Riktvärde 1M	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	160	87	100
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	2 000	1 600	1 600
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	8,0	6,2	5,4
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	18	18	18
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	75	53	50
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,40	0,42	0,44
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	10	9,8	9,3
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	15	4,6	4,6
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	40 000	39 000	31 000
Oljaindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	400	420	370
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,03	0,025	0,020
Tributyltenn (TBT)	$\mu\text{g/l}$		0,0018	0,0018

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

Tabell 23. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) för hela planområdet före och efter exploatering. Framtida mängder som överskrider de befintliga är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\text{kg}/\text{år}$	3,2	4,3
Kväve (N)	$\text{kg}/\text{år}$	57	67
Bly (Pb)	$\text{kg}/\text{år}$	0,23	0,22
Koppar (Cu)	$\text{kg}/\text{år}$	0,67	0,73
Zink (Zn)	$\text{kg}/\text{år}$	1,9	2,1
Kadmium (Cd)	$\text{kg}/\text{år}$	0,015	0,018
Krom (Cr)	$\text{kg}/\text{år}$	0,36	0,39
Nickel (Ni)	$\text{kg}/\text{år}$	0,17	0,19
Suspenderad substans (SS)	$\text{kg}/\text{år}$	1 400	1 300
Oljaindex (Olja)	$\text{kg}/\text{år}$	15	15
Benso(a)pyren (BaP)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00091	0,00084
Tributyltenn (TBT)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000065	0,000074

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

Efter exploatering minskar majoriteten av halterna med undantag av fosfor och kadmium. Kadmium överskrider också dess riktvärde för utsläpp till mindre sjöar både före och efter exploatering. Föroreningsmängderna fosfor, kväve, koppar, kadmium, nickel och TBT har ökat jämfört med befintliga mängder. De hårdgjorda ytorna ökar efter exploatering vilket medför ökad avrinning. Resultatet av ökat flöde leder till att högre föroreningsmängder bildas.

6 Dagvattenhantering

6.1 Allmänna rekommendationer

Allmänna övergripande rekommendationer som bör eftersträvas inom området beskrivs i avsnitt 2.2 i Solna stads dagvattenstrategi. Den beskriver bland annat den hydrologiska balansen i området och hur lokalt omhändertagande av vatten (LOD) spelar stor roll i det. Den beskriver även vikten av att dagvattenhanteringen följer de riktlinjer som finns i dagvattenstrategin.

6.1.1 Höjdsättning

Det är viktigt att planera för hantering och avledning av extrema regn. För att skapa en kontrollerad översvämning bör avrinningsvägar skapas så att vattnet samlas i en lågpunkt där det inte orsakar skador på byggnader och annan infrastruktur. Enligt Svenskt Vattens rekommendationer krävs en väl anpassad höjdsättning för att undvika översvämningar och för att säkra bebyggelse. Byggnader är rekommenderade att ha en golvnivå på minst 0,5 m över marknivå samt en lutning om 1:20 från huslivet så att vatten kan avrinna ytledes och bort från byggnaderna för att förebygga fuktskador (Svenskt Vatten AB, 2011). I föreliggande situation är detta förslag inte möjligt på grund av till exempel tillgänglighetsskäl och utformningen av befintliga byggnader som kommer att bevaras.

Vid kraftigare regn än det dimensionerande 10-årsregnet kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattensystemet. För att klara av extrema regn är det viktigt att höjdsättningen görs så att avrinningen sker i riktning mot närliggande gator. Dessa avrinningsvägar ska dock ses som sekundära då dagvattnet i första hand ska omhändertas på den egna kvartersmarken. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016).

6.1.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen, som exempelvis koppar- och zinktack. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de material som ska användas för byggnation.

6.2 Dagvattenlösningar

Dagvattenåtgärd som föreslås inom planområdet är skelettjordar i allmän mark. I följande avsnitt presenteras principen för dagvattenlösningen. En lokal åtgärd föreslås i det sydöstra hörnet av kvarter 21 för hanteringen av dagvatten. En mer detaljerad beskrivning av föreslagen dagvattenhantering och lämpliga platser för anläggningen presenteras i efterföljande del.

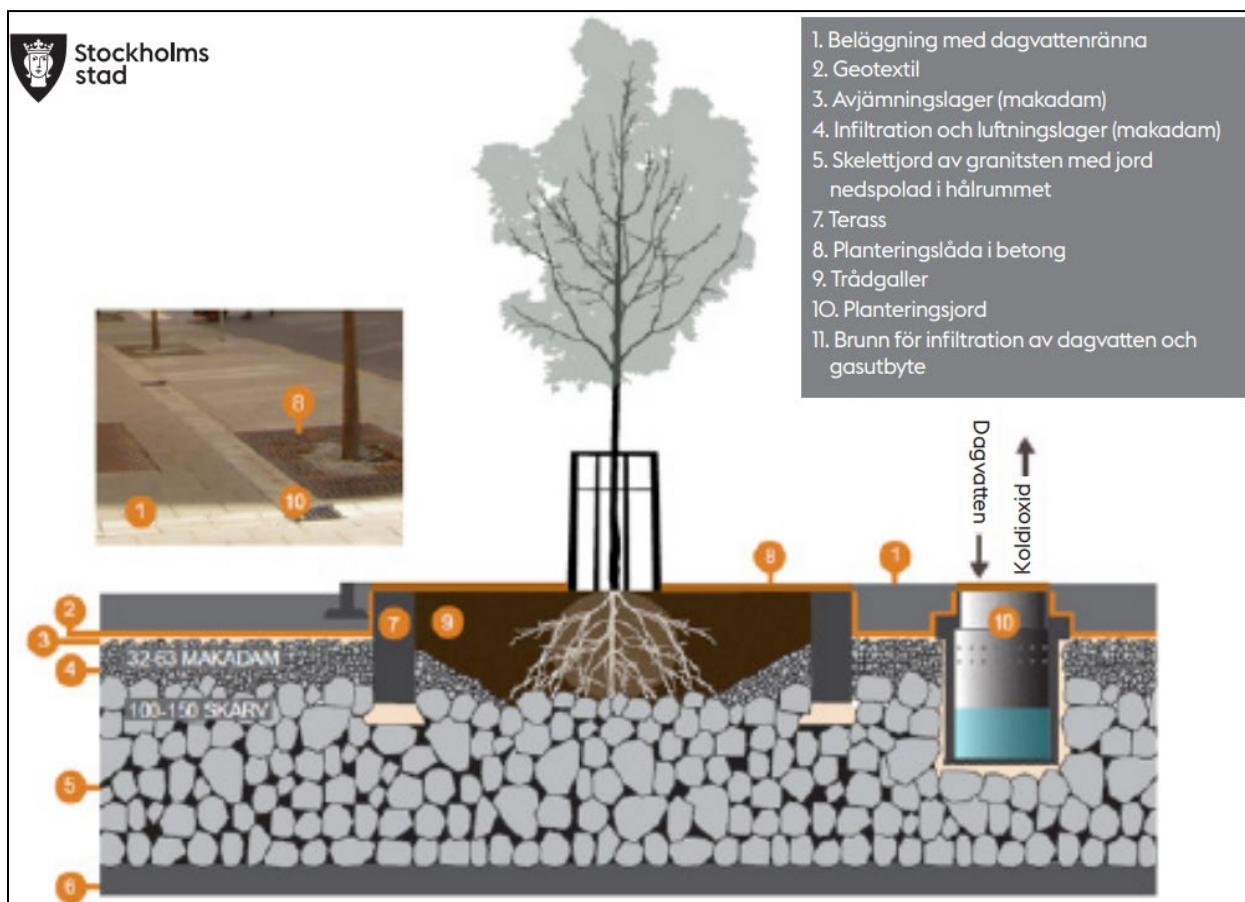
6.2.1 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grop fylls med grov makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet, medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b). I planerna för att skapa en hållbar dagvattenhantering har det beslutats att anlägga en tredje variant av skelettjordar med kolmakadam inom allmän mark. Kolmakadam är en jord som består av makadam, biokol, näringsberikad biokol och kompost.

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 procent och i luftig skelettjord cirka 30 procent av den totala volymen. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

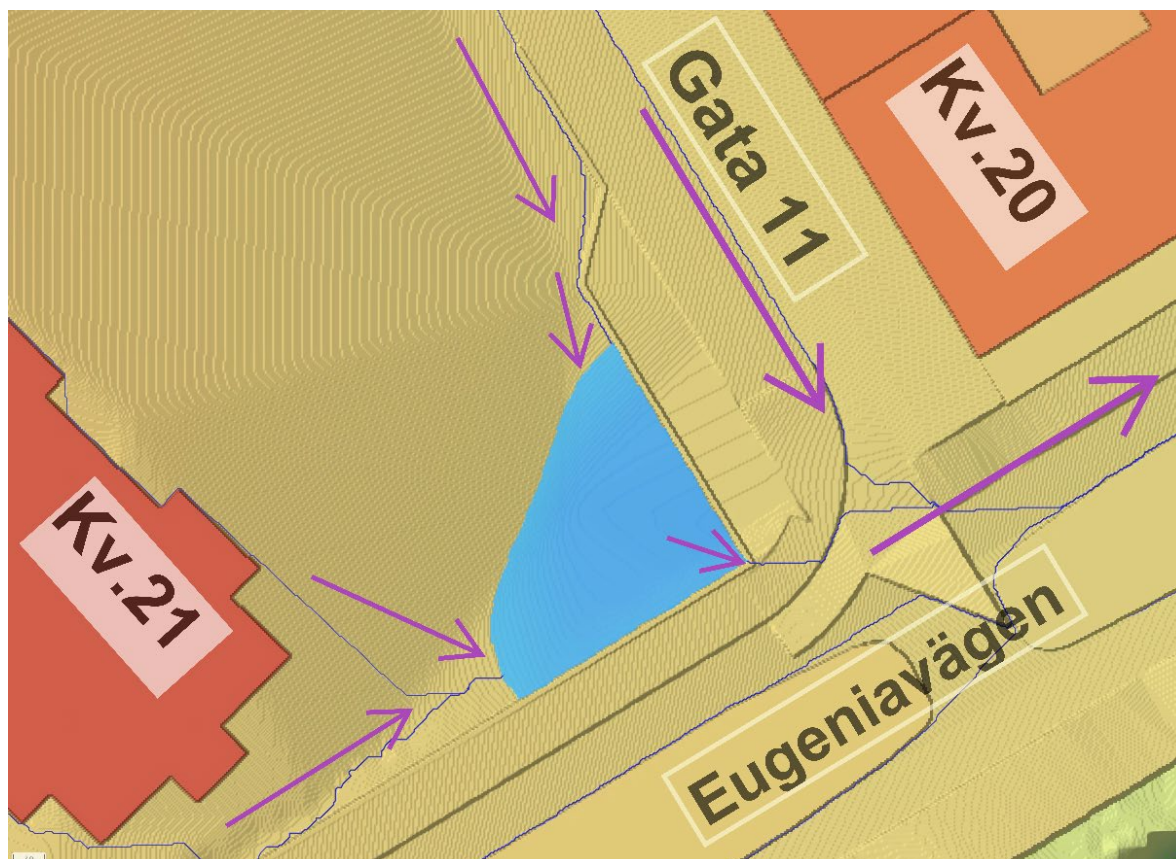
Figur 15 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).



Figur 15. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2019).

6.2.2 Dagvattenyta

Inom kvarter 21 skapas en ny instängd volym mot kommungränsen och Eugeniavägen då den planeras på en högre nivå än nuvarande mark. White Arkitekter har utformat en yta på den sydöstra delen av Kvarter 21. Ytan har en volym på ca 25 m³. I händelse av att ytan når sin fulla kapacitet fortsätter vattnet att rinna ut genom Eugeniavägen (se lila pilar i **Figur 16**). Det maximala vattendjupet är ca 20 cm i detta område.

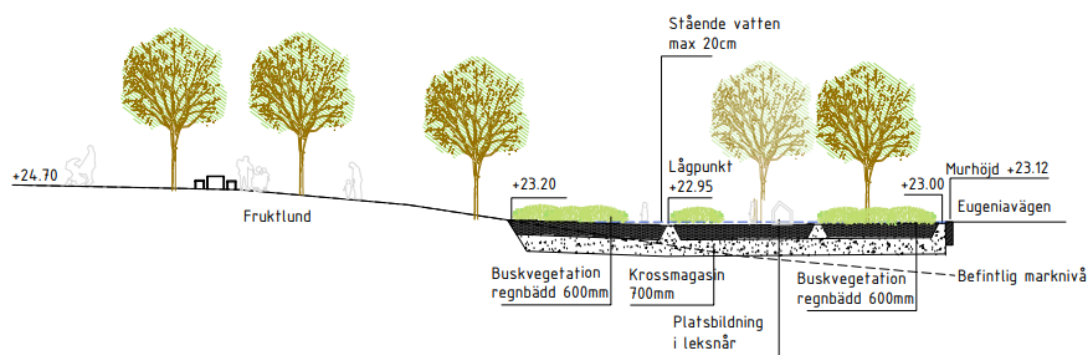


Figur 16. Utpekad yta på sydöstra hörnet av Kvarter 21. Lila pilar visar hur vattnet rinner runt detta område (SCALGO Live, 2023).



Figur 17. Ett utformningsförslag från White för den befintliga lågpunkten inom kvarter 21.

En pumpstation för dagvattnet planeras inom det sydöstra hörnet för kvarter 21 i samband med den planerade ytan för uppsamling av dagvatten, då de befintliga höjderna inom kvarter 21 håller vattnet inom kvarteret upp till en höjd på 20cm från lågpunkten.



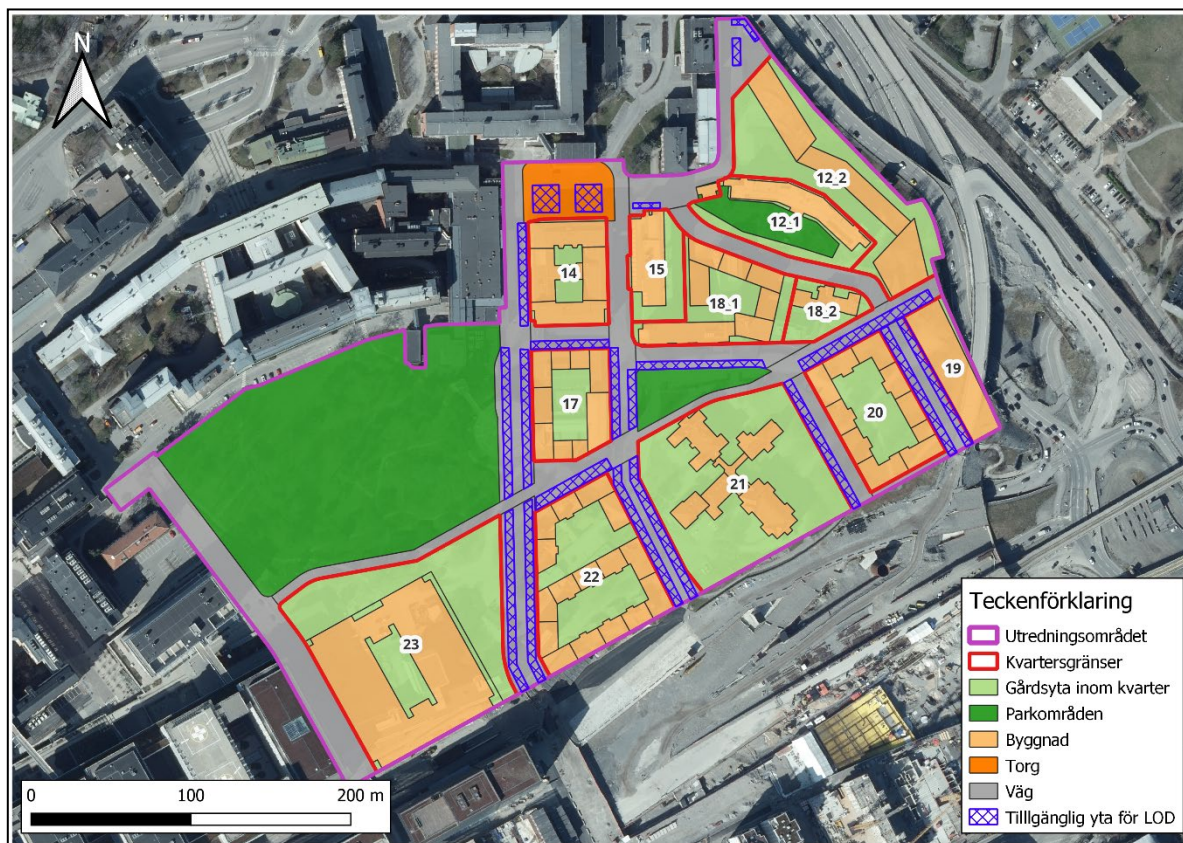
Figur 18. Sektionen från det markerade tvärsnittet i Figur 17.

Genom att samla flera lösningar på en och samma yta, i form av ett krossmagasin med regnbäddar och diverse vegetation, vill man därmed uppnå en tillräcklig volym att fördröja och rena fram till Eugeniavägen.

Värt att notera är att skyfall ej är hanterbart endast med de redovisade lösningarna. Hantering av skyfall för denna yta redovisas i PM Skyfall.

6.3 Föreslagen dagvattenhantering

Den planerade exploateringen kommer ha en liten påverkan på de hydrologiska förutsättningar som finns inom planområdet med avseende av infiltrationsmöjligheten då området redan är exploaterat med hårdgjorda ytor. Dagvattenlösningar som föreslås är skelettjordar utformade med ett 1 meter djupt makadamlager, en porositet på 30 % samt ett ytlager på 0,1 meter. I **Figur 19** visas en bild av tillgängliga ytor för anläggning av skelettjordar inom planområdet. Det föreslås även att anlägga rännor på nödvändiga platser för att kunna avleda dagvattnet ytligt till närliggande dagvattenanläggning.



Figur 19. Möjlig placering av skelettjordar i allmän platsmark, schematiskt inritat med blå färg. I centrala torget planeras ett fördröjningsmagasin.

Även skillnaden i gatubredd påverkar möjlighet för plantering längs lokalgatorna. Dessa förutsättningar avgör var gemensamma dagvattenanläggningar är möjliga både flöde- och reningsmässigt. Därför är val av placering viktigt så att rätt flöden kan passera anläggningarna.

6.3.1 Kvartersmark

Inom kvartersmark rekommenderas växtbäddar, magasin eller skelettjord för utjämning och rening av dagvatten. Innegårdsytor kan utnyttjas för dessa anläggningar. Dock finns det begränsning där kvarteren är avsedda med underjordiska garage eller brist på gårdsyta. Sedumtak rekommenderas för dagvattenhantering inom dessa kvarter men då takyta behöver nyttjas för andra ändamål kan kravet på 20 mm fördröjning sannolikt inte uppnås. Kvarter vars byggnader ska bevaras innebär också svårigheter att uppnå kravet på hantering av 20 mm nederbörd. Vid rivning i kvarter 23, kommer den östra flygeln av byggnaden kallad Norrbacka, att rivas. Där kommer en lågpunkt att uppstå inom området och vid produktionsfasen kommer därmed möjlighet till pumpning av dagvatten behövas.

Dimensionering och placering av dagvattenlösningar sker vid senare skede då utformning av innergårdsytan är fastställd.

6.3.2 Allmän platsmark

Allmän platsmark i planprogrammet innefattar gata, park och torg, där gata och torg anses som hårdgjorda ytor som bidrar till avrinning av dagvatten. Väg dagvatten som bildas vid lokal gator är mest förorenad på grund av trafiklast. Därför är gröna och öppna lösningar såsom skelettjordar och nedsänkta växtbäddar önskvärda för att både fördröja och rena dagvatten som rinner av gator. Reningsanläggningarna bör placeras så gott som möjligt längs samtliga gator för lokalt omhändertagandet för väg dagvatten. Tillgängliga ytor för dagvattenhantering ska reserveras och nyttjas för eventuell dagvattenlösning för hela planområdet. Höjdsättningen bör anpassas så att dagvatten passerar föreslagna anläggningar. Nedan beskrivs ungefärliga volym- och ytbehov för skelettjordar inom respektive delområde. Delar av fördröjningen kan också komma att lösas med så kallade "rain gardens", nedsänkta växtbäddar.

6.3.3 Delområde 1

Dagvattenflöden i delområde 1 avrinner mot sydöst längs Eugeniavägen. En total nödvändig utjämningsvolym har beräknats till ca 208 m³ för allmän platsmark inom delområde 1. Om skelettjordar anläggs med föreslagna utformning erfordras en anläggningsyta på 568 m². Möjlig utbredning för skelettjordar i lokala gatorna är ca 5 550 m² inom delområde 1. All yta kommer dock inte kunna nyttjas för skelettjordar då även andra funktioner behöver hanteras i gatumiljön. Således kan den erforderliga anläggningsytan kan utan hinder rymmas inom delavrinningsområdet.

6.3.4 Delområde 2

Vid Centrala torget samt lokala gator finns det möjligheter för LOD. En nödvändig utjämningsvolym har beräknats till ca 196 m³ för allmän mark inom delområde 2. Om skelettjordar anläggs med föreslagna utformning erfordras en anläggningsyta på 540 m². Möjlig yta för skelettjordar i de lokala gatorna är ca 1 095 m² inom delområde 2. Erforderliga anläggningsytan kan utan hinder rymmas inom delavrinningsområdet.

6.3.5 Delområde 3

Denna yta kommer omfattas av Sjukhusparken och lokala gator. En nödvändig utjämningsvolym har beräknats till ca 55 m³ för allmän mark inom delområde 3. Om skelettjordar anläggs med föreslagna utformning erfordras en anläggningsyta på 265 m². Möjlig yta för skelettjordar i lokala gatorna är ca 1 200 m² inom delområde 3, även om andra funktioner också behöver hanteras i gatan. Erforderliga anläggningsytan kan utan hinder rymmas inom delavrinningsområdet.

6.3.6 Delområde 4

Detta område omfattas av kvarter 12, gata 6 och Gata 7. Nödvändig utjämningsvolym har beräknats till ca 47 m³ för allmän mark inom delområde 4. En anläggningsyta på 129 m² bör reserveras i Gata 6 för att rymma den beräknade utjämningsvolymen.

6.4 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

Tabell 24 och **Tabell 25** redovisar de totala föroreningskoncentrationerna och föroreningsmängderna efter föreslagna åtgärder för dagvattenhanteringen inom planområdet. Åtgärderna innefattar anläggningar i form av skelettjordar dimensionerade för att fördröja 20 mm från allmän platsmark. Beräkningarna har utförts i StormTac.

I tabellen redovisas även den procentuella reduktionen av föroreningar efter rening jämfört med befintlig situation.

Tabell 24. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar.

Förorening	Enhet	Riktvärde 1M	Befintlig situation*	Efter föreslagen dagvattenlösning*	Reduktion (%)**
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	160	87	76	13
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	2 000	1 600	1 100	31
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	8,0	6,2	2,8	55
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	18	18	7,3	59
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	75	53	17	68
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,40	0,42	0,17	60
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	10	9,8	2,6	73
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	15	4,6	1,9	59
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	40 000	39 000	18 000	54
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	400	420	110	74
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,03	0,025	0,012	52
Tributyltenn (TBT)	$\mu\text{g/l}$		0,0018	0,0013	28

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

** från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering

Tabell 25. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar.

Förorening	Enhet	Befintlig situation*	Efter föreslagen dagvattenlösning*	Reduktion (%)**
Fosfor (P)	$\text{kg}/\text{år}$	3,2	3,1	3
Kväve (N)	$\text{kg}/\text{år}$	57	47	18
Bly (Pb)	$\text{kg}/\text{år}$	0,23	0,11	52
Koppar (Cu)	$\text{kg}/\text{år}$	0,67	0,30	55
Zink (Zn)	$\text{kg}/\text{år}$	1,9	0,72	62
Kadmium (Cd)	$\text{kg}/\text{år}$	0,015	0,007	53
Krom (Cr)	$\text{kg}/\text{år}$	0,36	0,11	69
Nickel (Ni)	$\text{kg}/\text{år}$	0,17	0,078	54
Suspenderad substans (SS)	$\text{kg}/\text{år}$	1 400	760	46
Oljeindex (Olja)	$\text{kg}/\text{år}$	15	4,6	69
Benso(a)pyren (BaP)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00091	0,0005	45
Tributyltenn (TBT)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000065	0,000055	15

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 550 mm.

** från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering

Tabell 26 redovisar den procentuella reningseffekten av föroreningsmängder efter det att dagvattnet passerat reningsanläggningarna.

Tabell 26. Reningseffekten av planerad situation med föreslagna dagvattenlösningar.

Område	Reningseffekt [%]											
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja	BaP	TBT
D1	26	30	49	59	66	62	73	60	41	69	39	25
D2	21	22	43	56	63	59	70	55	33	65	33	21
D3	44	57	65	65	72	70	76	58	62	82	62	43
D4	24	26	45	57	64	60	71	57	37	67	36	23

Efter föreslagna dagvattenlösningar för respektive delområde underskrider samtliga framtida föroreningshalter- och mängder befintliga föroreningar vilket minimerar den negativa påverkan på recipienten. Föreslagna lösningar behöver därmed inte justeras för att nå miljö kvalitetsnormen.

7 Översvämningsanalys och skyfallshantering

En översvämningsanalys görs för att få en uppfattning av hur planområdet påverkas av extrem nederbörd och vilka områden som löper risk att drabbas av stående vatten. Enligt Svenskt Vattens rekommendationer ska inga skador på nybyggda fastigheter ske vid ett 100-årsregn. Det är därför viktigt att undersöka översvämningsituationen vid ett extremt regn så som 100-årsregn.

En utförlig redovisning av översvämningsanalys och skyfallshantering redovisas i PM Skyfall.

8 Slutsats och rekommendationer

Genomförda flödesberäkningar visar att flödet för planerad situation utan fördröjningsåtgärd vid 10-årsregn ökar efter planerad exploatering i delområde 1, 2, 3 och 4 jämfört med befintlig situation. Flödesskillnaden mellan befintlig och framtida situation beror på att marken inom planområdet har hårdgjorts i större utsträckning. Detta medför att större mängd dagvatten rinner ovanpå markytan i stället för att infiltrera.

För att uppfylla Solna stads krav att ett regndjup på 20 mm som faller på ytor som bidrar med avrinning inom planområdet ska kunna fördröjas erfordras en vattenvolym på 856 m³ inom kvartersmark innan det avleds vidare till ledningar i lokalgator. På allmän mark behövs en total magasinvolym på ca 545m³ där 207 m³ erfordras för delområde 1, 196 m³ för delområde 2, 95 m³ för delområde 3 och 47 m³ för delområde 4.

För att fördröja och rena dagvattnet från planområdet föreslås skelettjordar. Dagvattenlösningarna bör placeras så gott som möjligt längs samtliga lokalgator på allmän mark för både estetiska skäl och en funktion av lokalt omhändertagandet för vägdagvatten. Dagvattenrännor kan anläggas på nödvändiga platser för att kunna avleda dagvattnet yttligt till närliggande dagvattenanläggning. Dagvattenlösningarnas utjämningsvolym kan motsvara den erforderliga magasinvolymen för allmän platsmark för att uppnå tillräcklig bra rening för hela planområdet.

Inom kvartersmark rekommenderas växtbäddar eller skelettjordar för utjämning och rening av dagvatten. Lösningarnas dimensioneras efter respektive kvartersområdes erforderliga magasinvolym. Innegårdsytor kan utnyttjas för dessa anläggningar. Dimensionering och placering sker vid senare skede då utformning av innegårdsytan är fastställd.

Föroreningsberäkningar i StormTac visar att samtliga undersökta föroreningshalter- och koncentrationer reduceras med föreslagna dagvattenlösning. Den förbättring som föreslagna dagvattenlösningar skapar för föroreningsbelastningen från området gör att planområdet inte behöver justeras ytterligare för att nå miljökvalitetsnormen.

I dagvattenutredningen presenteras förslag på dagvattenlösningar utifrån de förutsättningar som finns idag. I senare skede kan dagvattenlösningarnas utformning och placering behöva justeras efter nya förutsättningar. Det är då viktigt att säkerställa att fördröjningsvolymen fortfarande uppfylls även om dagvattenlösningarnas utformning förändras. Det är även viktigt att säkerställa höjdsättningen i planområdet så att instängda ytor och översvämningsrisker minimeras.

9 Referenser

- AFRY. 2018. Projekt Norra delen av Hagastaden. Förstudie för systemområd: Dagvattenhantering.
- Blomquist, D., Hammarlund, H., Härle, P. & Karlsson, S. 2016. Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling (Rapportnummer: 2016-15).
- Länsstyrelsen, 2015. Markavvattningsföretag. Vägledning för tillsyn, omprövning och avveckling. Solna Stad, dagvattenstrategi
<https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf>
(2022-11-14)
- Riktvärdesgruppen. 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionplane- och trafikkontoret.
Stockholm Vatten och Avfall, Nedsänkt växtbädd
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>
(2022-11-25)
- Stockholm Vatten och Avfall, Skelettjord
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf (2022-11-25)
- Svenskt Vatten. 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande. P105
- Svenskt Vatten P110, 2016. P110 del 1 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.
<https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/p110-del-1-avledning-av-dag-dranoch-spillvatten/> (2022-11-14)
- Svenskt Vatten Utveckling. 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.
- Vinnova. T. Lindfors, H. Bodin-Sköld, T. Larm Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer, 2014.
- Vattenmyndigheterna, 2021. Nya miljö kvalitetsnormer börjar gälla.
<https://www.vattenmyndigheterna.se/om-vattenmyndigheterna/nyheter-och-press/nyheter/2021-12-22-nya-miljokvalitetsnormer-borjar-galla.html> (2022-11-25)
- VISS. 2022. Länsstyrelsen. Vatteninformationssystem Sverige, Brunnsviken.
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA68040883> (2022-11-25)
- Vägverket, 2008. VVMB 310 - Hydraulisk dimensionering (Nr. 61). Vägverket, Borlänge.
- Waterbydesign. Bioretention Technical Design Guidelines, Version 1.1 Oktober 2014
- WRS, 2016. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken.