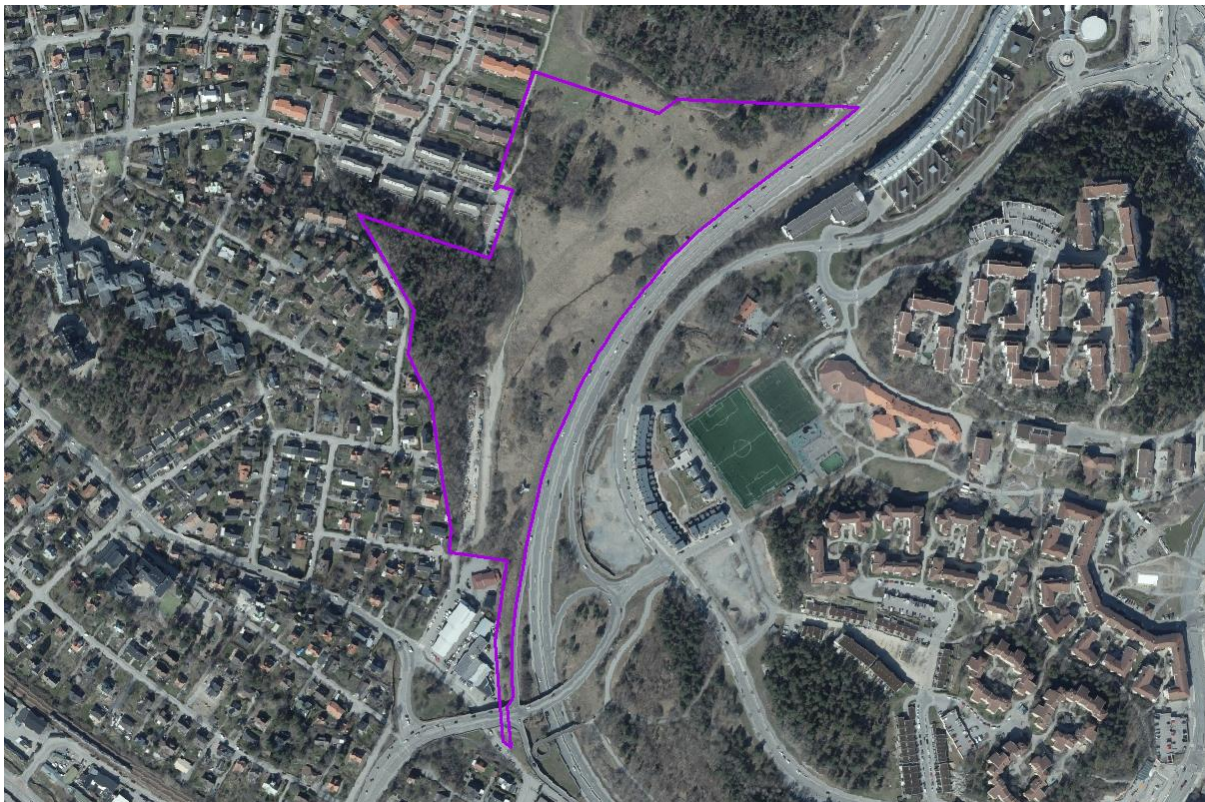


STOCKHOLMS STAD - EXPLOATERINGSKONTORET

BROMSTENSGLUGGEN

DAGVATTENUTREDNING, SKYFALLSKARTERING OCH KLIMATSCENARIER

2022-09-02



wsp

BROMSTENSGLUGGEN

Dagvattenutredning, skyfallskartering och klimatscenarier

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Joakim Scharp, joakim.scharp@wsp.com
Anna Albrechtsson, anna.albrechtsson@stockholm.se

PROJEKT

UPPDRAGSNAMN
Bromstensgluggen,
Dagvattenutredning, skyfallskartering
och klimatscenarier

UPPDRAGSNUMMER
10323180

FÖRFATTARE
Malin Eriksson

DATUM
2021-11-05

ÄNDRINGSDATUM
2022-09-02

GRANSKAD AV
Ida Sandström

GODKÄND AV
Sabah Al-Shididi

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 INLEDNING	7
2 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR	8
3 RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING	8
STEG 1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING	9
4 OMRÅDESBESKRIVNING	9
4.1 RECIPIENTER	9
4.1.1 Recipient och statusklassning	9
4.1.2 Vattenskyddsområde	11
4.1.3 Markavvattningsföretag och vattendomar	11
4.1.4 Lokala Åtgärdsprogram (LÅP)	11
4.2 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR	12
4.2.1 Geologiska/hydrogeologiska förutsättningar	12
4.2.2 Mark- och grundvattenföroreningar	14
5 AVRINNINGSOMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR	15
5.1 YTLIGA AVRINNINGSOMRÅDEN	15
5.2 TEKNISKA AVRINNINGSOMRÅDEN	17
5.3 UTBYGGNADSPLANER UPPSTRÖMS ELLER NEDSTRÖMS PLANOMRÅDET	19
6 DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSBEHÖV	19
6.1 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING	19
6.2 FLÖDEN	22
6.3 FÖRDRÖJNING ENLIGT ÅTGÄRDSNIVÅN	24
6.4 ÖVRIGT FÖRDRÖJNINGSBEHÖV	24
7 FÖRORENINGAR	25
8 ÖVERSVÄMNINGSRISKER	27
8.1 LEDNINGSNÄT	27
8.2 NÄRLIGGANDE YTVATTEN	27
8.3 INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL	27
9 ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR	31
STEG 2 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING	32
10 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	32
10.1 GATOR & GC-BANOR	32
10.1.1 Gator & GC (utom Dikesvägens östra del)	33
10.1.2 Dikesvägens östra del	35

10.1.3 GC Norr	37	
10.2 PARKER	38	
10.3 IDROTTSYTAN	39	
11 HANTERING AV SKYFALL	40	
11.1 NORRA YTLIGA DAMMAR	42	
11.2 NATURPARKEN	42	
11.3 KASKADDIKET, KANTSTEN VID KVARTER E & VÄNDPLAN VID DIKESVÄGEN		42
11.4 VATTENPARKEN	43	
11.5 IDROTTSYTAN	44	
11.6 DIKE 1 & DIKE 2	44	
12 HELHETSBILD AV DAGVATTENHANTERINGEN	46	
13 SAMMANFATTNING AV DAGVATTENHANTERINGEN	48	
STEG 3 SLUTSATSER OCH SUMMERING AV FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING	49	
14 DAGVATTENHANTERING	50	
15 SKYFALLSHANTERING	53	
16 KONSEKVENSER AV FÖRÄNDRINGAR I PLANOMRÅDET		53
16.1 PÅVERKAN PÅ FLÖDE	53	
16.2 PÅVERKAN PÅ FÖRORENINGSBELASTNING	54	
16.3 KONSEKVENSER VID SKYFALL	55	
17 BEHOV AV FORTSATT UTREDNING	56	
18 REFERENSER	58	
19 BILAGA A	59	
19.1 VALDA ÅTGÄRDER KVARTERSMARK	60	
19.2 KVARTER A	61	
19.3 KVARTER B	62	
19.4 KVARTER C	63	
19.5 KVARTER D	64	
19.6 KVARTER E	65	
19.7 KVARTER F	66	
19.8 KVARTER G	67	
19.9 KVARTER H	68	
19.10 KVARTER I	69	
19.11 FÖRSKOLA	70	

SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholms stad att utföra en fullständig dagvattenutredning i detaljplaneskede för området Bromstensgluggen. Detaljplanen ska medge exploatering av befintlig naturmark med flera bostadskvarter, idrottsplats, gator och parker. Utredningen omfattar områdets befintliga förutsättningar (så som avrinningsförhållanden, infiltrationsmöjligheter och skyfallsproblematik), förslag till dagvatten- och skyfallshantering på allmän platsmark samt sammanställning av flöden och föroreningsbelastning från hela planområdet utifrån separata dagvattenutredningar för kvartersmark. Rapporten innefattar även en helhetsbild av dagvatten- och skyfallshanteringen i planområdet och vilka konsekvenser föreslagna förändringar får för flöden och recipient.

Den förändrade markanvändning som exploateringen innebär medför ett ökat dagvattenflöde. Genom fördröjning i föreslagna dagvattenlösningar reduceras det dimensionerande flödet något, och flödet efter fördröjning är 597 l/s vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor (vilket är 85 l/s lägre än vid befintlig situation), och 1358 l/s vid ett 20-årsregn med klimatfaktor (vilket är 286 l/s högre än vid befintlig situation).

Utredningsområdet ligger inom Brunnsvikens avrinningsområde, både sett till teknisk och naturlig avrinning. Brunnsviken har dålig ekologisk status, och *Uppnår ej god* kemisk status på grund av övergödning och förhöjda halter av ett antal förorenande (prioriterade) ämnen. Ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP) finns antaget för Brunnsviken som lyfter ett omfattande förbättringsbehov för fosfor och där hållbar dagvattenhantering tas upp som en av nödvändiga åtgärder för att förbättra tillståndet i recipienten.

Föroreningsberäkningarna ger ett osäkert resultat som visar att med föreslagna reningsanläggningar ökar belastningen av vissa ämnen, medan belastningen av andra ämnen minskar. Fosforbelastningen ökar något, men ökningen är så liten att den kan anses ligga inom beräkningarnas felmarginal. För kvicksilverbelastningen ses en betydande ökning, men det är svårt att säga exakt vad som skapar den ökade belastningen och vilken åtgärd som kan sättas in för att minska halterna i dagvattnet.

Problematiken med kvicksilverförorening bör enligt det lokala åtgärdsprogrammet utredas närmre. Ytterligare ämnen vars belastning enligt beräkningarna ökar är krom (30%), nickel (14%), olja (3%) och BaP (4%). Utsläpp av krom och nickel bör till viss del kunna begränsas genom smarta materialval. Ökningarna är små och i och med beräkningarnas osäkerhet knappast signifikanta för olja och BaP.

För att uppnå Stockholms stads åtgärdsnivå föreslås dagvattenhantering enligt följande principer:

- Gator & GC-banor avleds till skelettjordar
- Dikesvägens östra del avleds på bred front till grön slänt och dike
- GC-banan norr om kvarter E avleds på bred front mot genomsläppliga naturmarksytor
- Hårdgjorda ytor i parker avleds på bred front till genomsläppliga parkytor
- Tak och andra hårdgjorda ytor på kvartersmark avleds framför allt till växtbäddar, men inom vissa kvarter även till krossdike, nedsänkt grönyta/torrdamm, vegetationsytor med porös uppbyggnad och gröna tak

Åtgärdskravet på fördröjning i renande anläggning av de första 20 mm nederbörd från samtliga hårdgjorda ytor kan med ovanstående förslag uppfyllas, men i vidare projektering bör det bevakas att fördröjningsvolym i skelettjordar blir tillräcklig.

Planområdet är i stort en lågpunkt, med flera höjder omkring sig. Avrinningsområdet sträcker sig utanför planområdet åt väster och innefattar även delar av Sundbyberg på östra sidan av Ulvsundavägen. Området tillförs dagvatten från Sundbyberg via ledning och vid skyfall kan vatten komma att rinna ytligt över Ulvsundavägen till planområdet. Området avvattnas vid vanliga regn via en kulvert, men då kapaciteten i denna kulvert inte räcker till ställs stora delar av planområdet under vatten. Eftersom området är utsatt för översvämningsrisk har en separat skyfallsutredning utförts (Bromstensgluggen Skyfallsanalys, 2022-08-26). För att möjliggöra bebyggelse trots skyfallsproblematiken föreslås stora fördröjningsvolymmer skapas i planområdets parker, på idrottsplatsen och i diken utmed Ulvsundavägen. Med föreslagna åtgärder begränsas översvämningsens utbredning till de tilltänkta åtgärdsytorna och planområdets bebyggelse utsätts inte för översvämningsrisk. Befintlig skyfallsproblematik på Ulvsundavägen kvarstår, huvudsakligen till följd av avrinning från östra sidan av Ulvsundavägen från Sundbyberg.

Planen med de åtgärder för dagvattenhantering som föreslås i denna utredning följer både Stockholms stads riktlinjer och åtgärdsnivå samt det lokala åtgärdsprogrammets intentioner för förbättrad kvalitet i Brunnsviken. Om samtliga ny- och ombyggnationer tillämpar åtgärdsnivån kommer belastningen från vissa nybyggnationer att öka, medan belastningen från andra ny- och ombyggnationer minskar, vilket i kombination med samlade åtgärder i det lokala åtgärdsprogrammet ger en minskad belastning på recipienten. Därmed bör de föreslagna förändringarna inte försämra möjligheterna till att på sikt uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN) för recipienten.

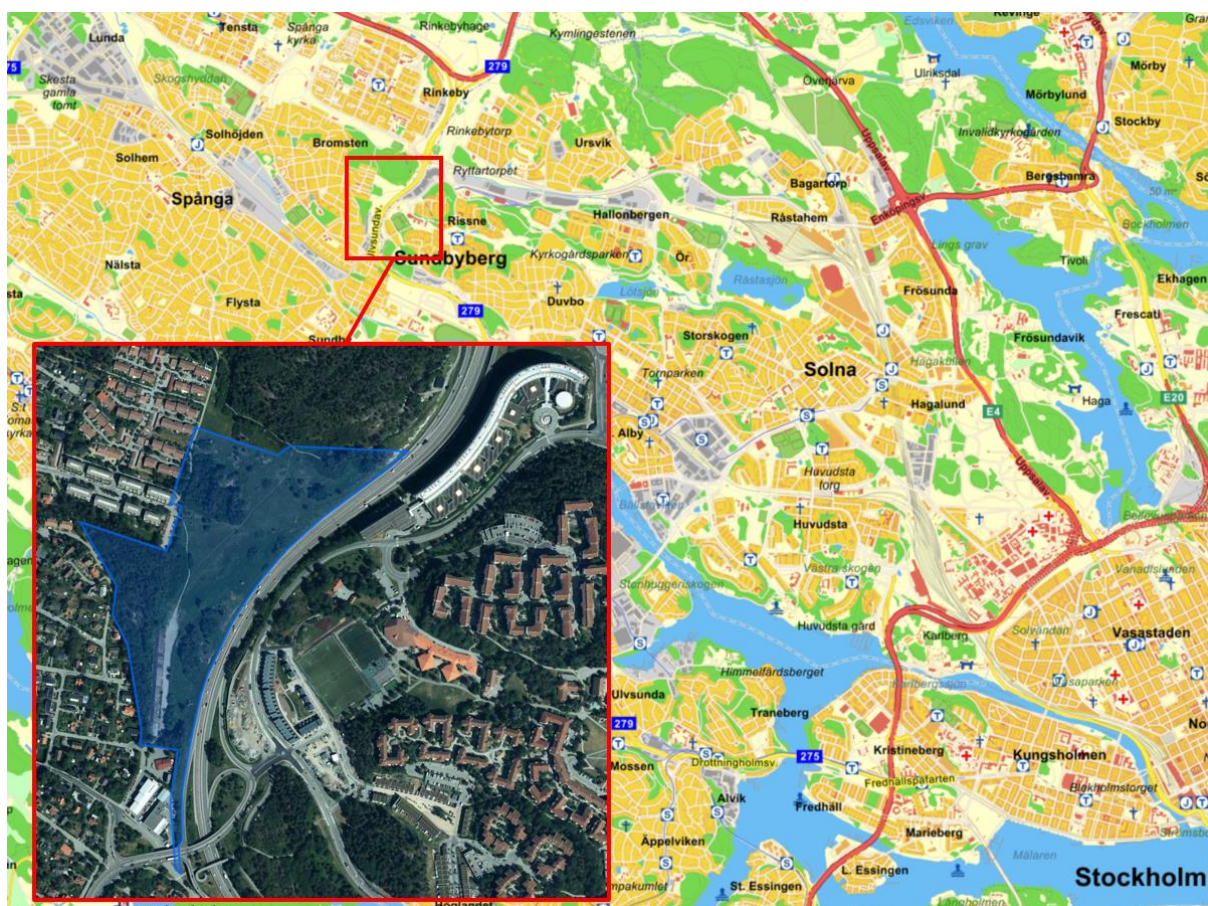
1 INLEDNING

WSP har, på uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholms stad, utfört en dagvattenutredning för allmän platsmark i projektet Bromstensgluggen i samband med upprättandet av detaljplan.

Från WSP har arbetet genomförts av Sabah Al-Shididi som uppdrags- och teknikansvarig, Malin Eriksson som handläggare för dagvatten samt författare, Michal Pancewicz som handläggare för Scalgoanalys och skyfall, Adam Ostafin som bitr. handläggare för Scalgoanalys och skyfall, Neeraj Verma som bitr. handläggare för GIS-analys och Frida Kvarnerot som granskare.

Detaljplanen Bromstensgluggen är en del av det påbörjade arbetet med planprogrammet Spångadalen, som avslutades i december 2020 för att i stället fokusera på separata detaljplaner inom området. Detaljplanen för Bromstensgluggen ska ge möjlighet till uppförande av nya bostäder, idrottsplats, förskola samt parker och torg.

Planområdet som ligger i nordvästra Stockholm mellan Spånga och Sundbyberg är cirka nio hektar och består i dagsläget av naturmark (Figur 1). I öster gränsar området till Ulvsundavägen, i norr gränsar det till kuperad naturmark i Rissne skog och i väster och söder möter området den befintliga bebyggelsen i Bromsten.



Figur 1. Översiktsbild över planområdet med planområdet markerat i blått. Bildkälla: Eniro.se

2 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

I samband med framtagande av planprogrammet för Spångadalen utfördes en dagvattenutredning av Structor 2016, som uppdaterades 2017. Inom planprogramsarbetet togs även trafikutredning, kulturmiljöanalys, landskapsanalys, naturvärdesinventering, översiktlig geoteknisk utredning, GIS-analys över friytor och barnkonsekvensanalys fram. Utifrån dessa analyser utfördes konsekvensbedömningar.

Följande underlag har använts:

- Dagvattenutredning för Spångadalen, Structor. 2016-10-28, reviderad 2017-01-10.
- Översiktlig geoteknisk beskrivning, Geosigma. 2016-12-13.
- Gatuskiss - T-30-P-002. Norconsult, 2021-09-15.
- LA-skiss - L-16-P-001_LA linjer. Nyréns arkitektkontor AB, 2021-10-15.
- Utkast till strukturplan - Strukturplan utkast 211015. Nyréns arkitektkontor AB, 2021-10-15

3 RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Stockholms stad har antagit en dagvattenstrategi som har fyra mål för hållbar dagvattenhantering (Stockholms stad, 2015). Dessa mål sammanfattas *Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten, Robust och klimatanpassad dagvattenhantering, Resurs och värdeskapande för staden samt Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande*.

Som en del av detta har ett flertal av Stockholms nämnder tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall tagit fram en åtgärdsnivå (2016a) som gäller för dagvattenhantering vid ny- och ombyggnation. Denna bygger på bedömningen att föroreningsbelastningen från dagvatten på recipienterna måste minska. Åtgärdsnivån föreskriver att de första 20 mm nederbörd som faller på alla hårdgjorda ytor inom kvartersmark/allmän platsmark ska renas och fördröjas inom kvartersmark respektive allmän platsmark innan vattnet når ledningssystemet.

STEG 1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

4 OMRÅDESBESKRIVNING

4.1 RECIPIENTER

4.1.1 Recipient och statusklassning

Bromstensgluggen ligger inom Brunnsvikens avrinningsområde, både sett till teknisk och naturlig avrinning. Vattnet rinner via Norra Råstabäcken och Råstasjön, innan det mynnar i Brunnsviken (

Figur 2). Varken Norra Råstabäcken eller Råstasjön är klassade som vattenförekomster och närmsta ytvatten med beslutade miljökvalitetsnormer är därmed Brunnsviken.



Figur 2. Brunnsvikens avrinningsområde (blått område) och planområdets gräns (röd linje). Källa bakgrundsbild: Esri (Basemap). Källa avrinningsområde: Länsstyrelserna.

Nedan (Tabell 1) beskrivs vattenkvalitet och miljökvalitetsnormer i Brunnsviken, enligt information från VISS (2022a) och Stockholms stads Miljöbarometern (2021). För Råstasjön har vissa miljökvalitetsfaktorer undersökts och klassats i VISS (2022b) och dessa presenteras i Tabell 2. De miljökvalitetsnormer som presenteras är beslutade normer för förvaltningscykel 2017-2021.

Tabell 1. Statusklassning, miljö kvalitetsnormer samt miljö kvalitetsfaktorer med dålig status eller undantag för vattenförekomsten Brunnsviken (VISS, 2022a)

Kvalitetsfaktor	Status	Miljö kvalitetsnorm
Ekologisk status	Dålig*	God ekologisk status 2039
Näringsämnen	Otillfredsställande	Tidsfrist 2039 – Diffusa källor (jordbruk)
		Tidsfrist 2027 – Diffusa källor (skogsbruk, enskilda avlopp, urban markanvändning)
Zink	Måttlig	Tidsfrist 2027
Koppar	Måttlig	Tidsfrist 2027
Icke-dioxinlika PCB 'er	Måttlig	Tidsfrist 2027
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus
Antracen	Uppnår ej god	Tidsfrist 2027 – Punktkällor (förorenade områden)
Bly & blyföreningar	Uppnår ej god	Tidsfrist 2027 – Punktkällor (förorenade områden)
Kadmium & kadmiumföreningar	Uppnår ej god	Tidsfrist 2027 – Punktkällor (förorenade områden)
PFOS	Uppnår ej god	Tidsfrist 2027 – Punktkällor (förorenade områden)
Tributyltenn föreningar	Uppnår ej god	Tidsfrist 2027 – Punktkällor (förorenade områden)
		Tidsfrist 2027 – Diffusa källor (transport och infrastruktur)
Kvicksilverföreningar	Uppnår ej god – nationell bedömning & uppmätta halter	Tidsfrist 2027 - Punktkällor (förorenade områden)
		Mindre strängt krav – Diffusa källor (atmosfärisk deposition)
Bromerad difenyleter	Uppnår ej god – nationell bedömning	Mindre strängt krav

*Utifrån den miljöövervakning som kommunerna driver (Miljöbarometern, 2021). Ekologisk status i VISS är i stället Otillfredsställande, vilket är steget under Dålig.

Brunnsviken har dålig ekologisk status då den är kraftigt övergödd med förhöjda halter av fosfor, kväve och klorofyll. Djupvattnet är mycket syrefattigt, vilket medför att bottenfaunan i vikens djupa delar är nästintill utslagen. En stor del av tillförseln av näringsämnen sker från utsjön. Den ekologiska statusen påverkas också negativt av att gränsvärdena för koppar, zink och icke-dioxinlika PCB 'er överskrids. Det anses tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status till 2021 även om åtgärder sätts in omgående eftersom återhämtningen tar lång tid. Recipienten har därför fått tidsfrist till 2039 för god ekologisk status.

Vattenförekomstens kemiska status är *Uppnår ej god*, på grund av förhöjda halter av antracen, bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar, PFOS och tributyltenn föreningar. För alla dessa miljö kvalitetsfaktorer har undantag med tidsfrist till 2027 medgetts.

Även kvicksilverföreningar och bromerad difenyleter anses överstiga gränsvärdet, vilket gäller landets samtliga vattenförekomster och beror på storskalig atmosfärisk deposition. För dessa ämnen finns ett nationellt undantag i form av mindre strängt krav. Detta undantag innefattar dock inte lokala punktkällor för kvicksilver, som i stället ska minska utsläppen av kvicksilver så långt det är tekniskt möjligt, till år 2027. De nuvarande halterna får dock inte öka och åtgärder som kan minska halterna ska vidtas oavsett det mindre stränga kravet. Uppmätt halt av kvicksilver i fisk från Brunnsviken är så hög att denna indikerar att belastningen inte enbart utgörs av diffus atmosfärisk deposition och att en eller flera lokala påverkanskällor därför behöver åtgärdas.

Tabell 2. Statusklassning för de kvalitetsfaktorer som undersökts för Råstasjön (VISS 2022b)

Kvalitetsfaktor	Status
Växtplankton	Måttlig
Näringsämnen	Måttlig
Ljushållanden	God
Försurning	Hög
Särskild förorenande/prioriterade ämnen:	
Ammoniak	Måttlig
Övriga*	God
Konnektivitet i sjöar	Hög

*Undersökta ämnen: Arsenik, koppar, krom, zink, bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar, nickel och nickelföreningar.

Råstasjön har måttlig status för växtplankton och näringsämnen vilket tyder på viss övergödning som troligen beror på nuvarande och historiskt tillflöde av fosfor från dagvatten. Trots detta är ljushållandena goda. Sjön är inte försurd. För alla undersökta prioriterade eller särskilt förorenande ämnen uppnår sjön god status, förutom ammoniak där statusen bedömts till måttlig.

4.1.2 Vattenskyddsområde

Planområdet omfattas inte av något vattenskyddsområde.

4.1.3 Markavvattningsföretag och vattendomar

Planområdet omfattas inte av något markavvattningsföretag och det finns inte heller några markavvattningsföretag uppströms eller nedströms planområdet som kan komma att påverka dagvattenhanteringen. Ingen kännedom om vattendomar som påverkar utredningsområdet finns. Genom planområdet går ett dike som mynnar i en dagvattenkylvert (se avsnitt 5.2) och påverkan av och på dessa anläggningar måste beaktas.

4.1.4 Lokala Åtgärdsprogram (LÅP)

I Stockholms stad pågår arbete med att ta fram Lokala åtgärdsprogram (LÅP) för stadens samtliga vattenförekomster. De lokala åtgärdsprogrammen syftar till att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsten med hjälp av olika åtgärder. En typ av åtgärd är att rena dagvatten som avrinner från befintlig bebyggelse.

Ett lokalt åtgärdsprogram finns antaget för Brunnsviken (Stockholm stad, 2022). För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas beskrivs det i åtgärdsprogrammet att ett antal övergripande åtgärder behöver prioriteras, till exempel en hållbar dagvattenhantering i översikts- och detaljplanering. Dagvattenhantering vid nya exploateringsprojekt tas upp som en av nödvändiga åtgärder för att förbättra tillståndet i recipienten.

I alla större nya exploateringsprojekt ska dagvattnet fördröjas och renas nära källan innan det släpps ut i ledningsnät eller direkt i Brunnsviken. Ett viktigt verktyg är därför att tillämpa kommunernas gällande dagvattenstrategier med riktlinjer, så som t.ex. Stockholms stads åtgärdsnivå.

För att Brunnsviken ska nå god ekologisk status till år 2027 finns ett omfattande förbättringsbehov för fosfor. I de kommunspecifika genomförandeplanerna presenteras förslag på ett antal platsspecifika åtgärder inom Brunnsvikens avrinningsområde (dock inga inom utredningsområdet). Därutöver presenteras ett flertal övergripande åtgärder. Nedan redovisas de mest angelägna åtgärderna för Brunnsviken:

- Fastlägga fosforläckaget från bottnarna i Brunnsviken genom fosforfällning.
- Uppföra anläggningar för dagvattenrening, med särskilt fokus på högtrafikerade områden.
- Uppföra anläggningar för hantering av dagvatten från övrig befintlig bebyggelse, såsom bostads- och verksamhetsområden och lokala vägar.

Ett antal åtgärder är redan utförda, till exempel har fosforfällning utförts vilket minskar internbelastningen, och utpumpningen av bottenvatten från Brunnsviken till Lilla Värtan har förbättrats så att den gör större nytta. Bland planerade och föreslagna åtgärder finns dagvattendammar och ombyggnation av vägar och gator för bättre lokalt omhändertagande.

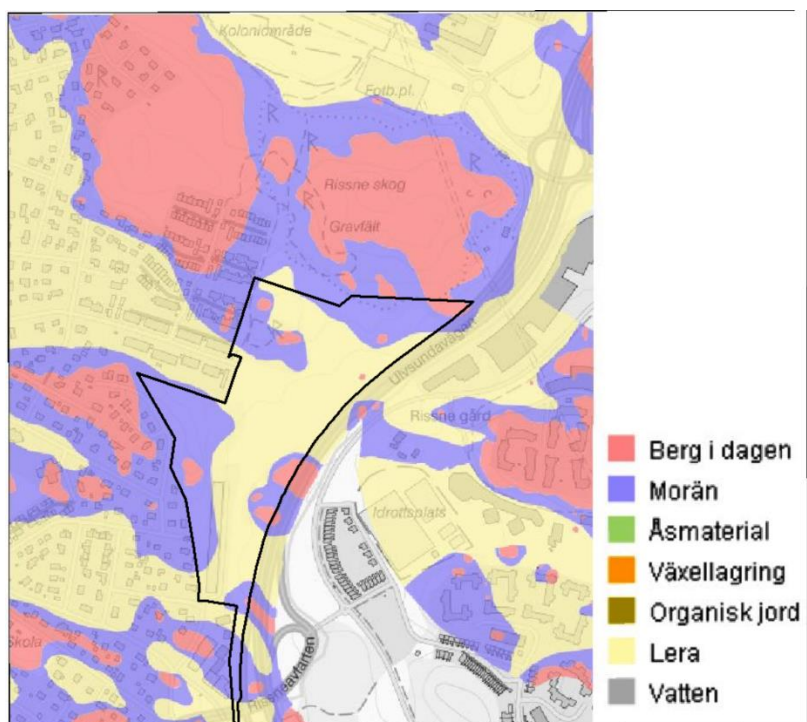
4.2 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR

4.2.1 Geologiska/hydrogeologiska förutsättningar

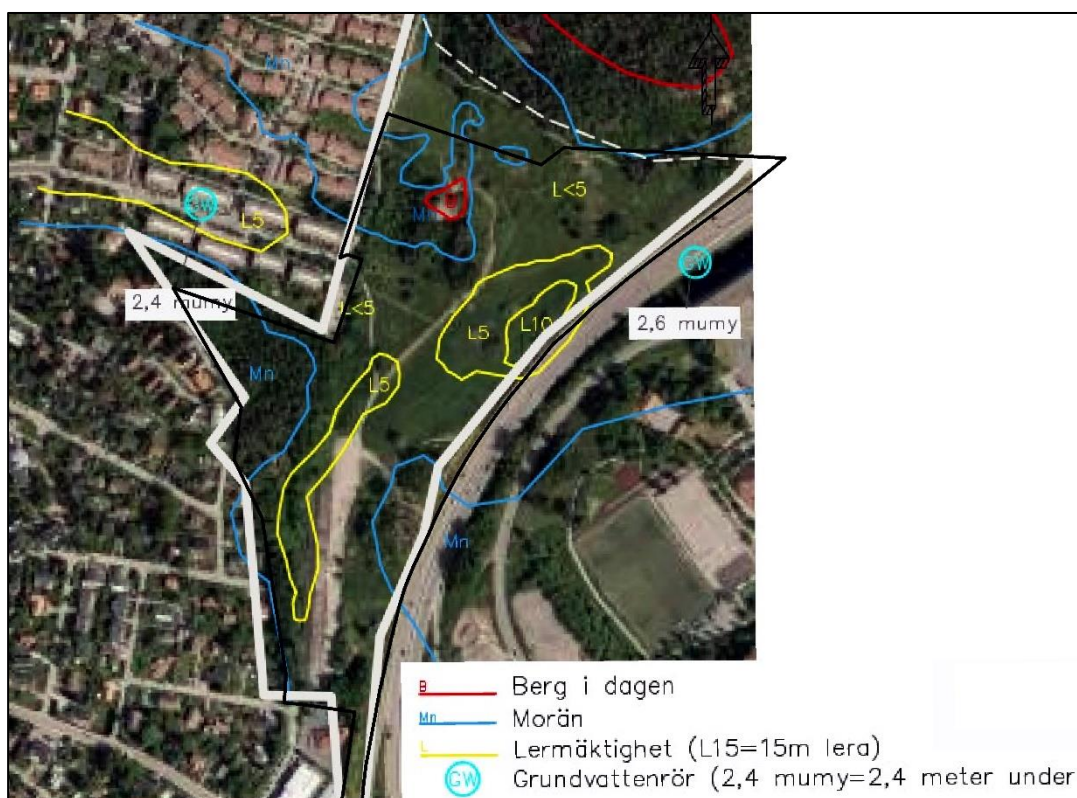
Enligt Stockholms stads byggnadsgeologiska karta (Stockholms stad, 1978) består marken i planområdet till största del av lera (Figur 3), med inslag av morän och berg i dagen. En översiktlig geoteknisk utredning har tagits fram av Geosigma till programmet för Spångadalen (2016), där information från tidigare genomförda geotekniska undersökningar har sammanställts. Utredningen anger att lermäktigheten i området är cirka 5 meter och i vissa delar över 10 meter (Figur 4). För planområdet har en miljöteknisk markundersökning tagits fram (Geosigma, 2021), vars fältobservationer anger att marken i området huvudsakligen består av naturlig jord med mull överst, följt av torrskorpelera (med förekommande inslag av sand och lera) som sedan övergår i lera. På flera platser förekommer berg i dagen. Marken i sydvästra delen av området (vid befintlig grusväg) består av fyllningsmaterial följt av torrskorpelera som övergår i lera. Lokalt påträffades torv eller torvliknande material. Vid slänter längs Ulvsundavägen observerades fyllningsmaterial som troligen delvis består av sprängsten.

Grundvattennivåer har mätts in månadsvis på 7 platser inom planområdet (Geosigma 2021-pågående) från och med oktober 2021 och mätningarna pågår fortfarande. Mätningar visar att grundvattnet som högst legat på mellan 0,2 och 1,8 meters djup under markytan i de olika provpunkterna, förutom vid provpunkt i södra spetsen av området där grundvattnet uppmätts på mellan 4 och 4,5 meters djup (under markytan).

Sammantaget medför mark- och grundvattenförhållandena att genomsläppligheten i området generellt sett är låg och att möjligheterna till infiltration av dagvatten till djupare marklager är små, vilket även framgår av SGUs genomsläpplighetskarta (Figur 5, SGU 2021).



Figur 3. Utdrag ur Byggnadsgeologisk karta (Stockholms stad, 1978). Planområdet markerat i svart.



Figur 4. Jordarter och grundvattennivåer i Bromstensgluggen (Geosigma, 2016). Planområdet markerat i svart.



Figur 5. Markens uppskattade genomsläpplighet för vatten, enligt SGUs karta Genomsläpplighet (SGU, 2021). Planområdet markerat i svart.

4.2.2 Mark- och grundvattenföroreningar

Det har inte utförts några miljötekniska utredningar i samband framtagandet av planprogrammet. Det finns inte några potentiellt förorenade områden inom planområdet. Strax väster om planområdet finns två risk-objekt som tidigare varit plantskolor och där risken klassats som måttlig (Länsstyrelsen Stockholm, 2022. Figur 6). Dessa platser ligger inte inom samma tekniska avrinningsområde som planområdet, men ligger uppströms planområdet sett till yttlig avrinning (se avsnitt 5).

Utredningsområdet i Figur 6 nedan motsvarar den del av planområdets yttliga avrinningsområde som utbreder sig på västra sidan av Ulvsundavägen.

Under hösten 2021 har det utförts en miljöteknisk markundersökning för detaljplaneområdet (Geosigma, 2021). Vid provtagning av jord har ingen av de undersökta parametrarna uppmätts i halter överstigande de storstadsspecifika riktvärdena. Det har dock uppmätts enstaka halter av metaller (bly och zink) och PAH-H i halter som överstiger Naturvårdsverkets generella riktlinjer för förorenad mark, vilket bör beaktas vid schaktning och hantering av överskottsmassor. I grundvattnet har låga halter av trikloreten uppmätts, och även PFAS, petroleumkolväten och PAH har uppmätts, dock i halter som inte överstiger de tillämpbara rikt- eller gränsvärdena. Då övervägande låga halter av metaller uppmätts och resultaten tyder på att det inte finns någon betydande antropogen påverkan av metaller inom området bedöms sannolikheten att grundvattnet är påverkat av metaller vara låg (Geosigma, 2021).

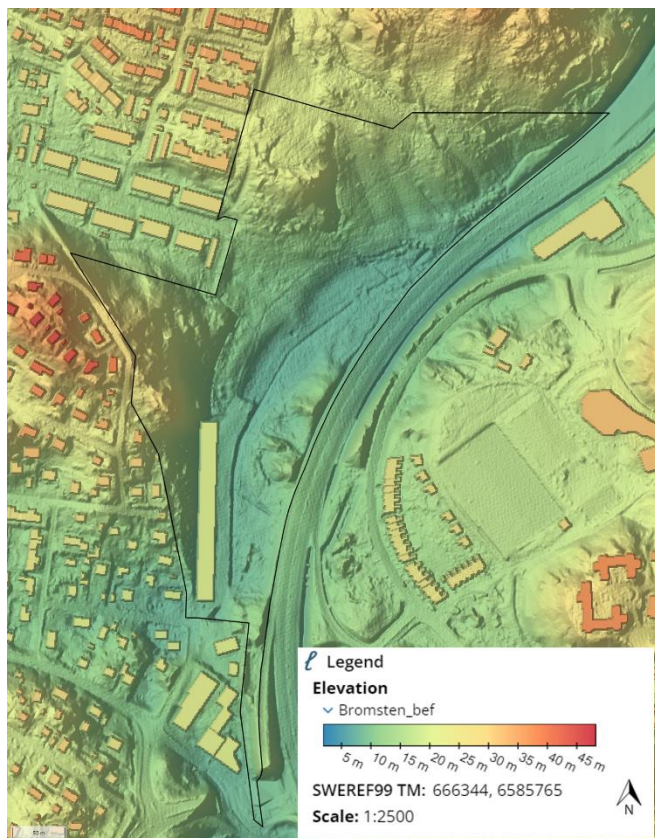


Figur 6. Potentiellt förorenade områden i anslutning till utredningsområdet i grönt (som motsvarar västra delen av områdets avrinningsområde, se avsnitt 5). Planområdet markerat i svart. Bildkälla: ScalgoLive. Informationskälla: Länsstyrelserna

5 AVRINNINGSSOMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR

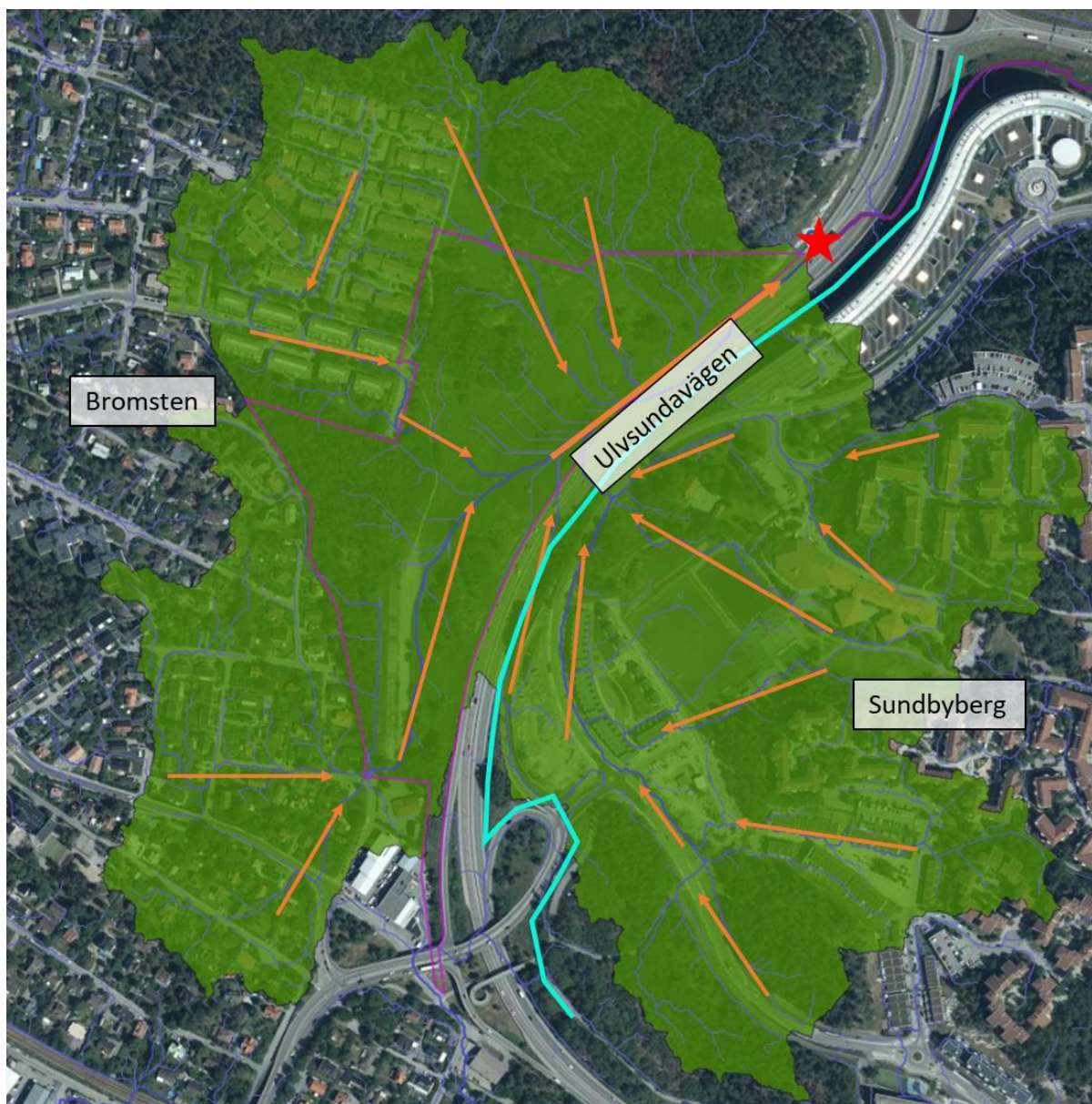
5.1 YTLIGA AVRINNINGSSOMRÅDEN

Utredningsområdet ligger inom det ytliga avrinningsområdet till Brunnsviken. I stort är planområdet en lågpunkt, med flera höjder kring sig (Figur 7). Norra delen av planområdet sluttar upp mot en skogbeklädd kulle och marknivån ligger på cirka + 20 m. Kullens högsta punkt ligger utanför planområdet, med höjden + 37 m. Marknivån är som lägst i den centrala delen av planområdet, där nivån ligger på cirka + 8 meter. I väster sluttar marken kraftigt då marknivån går från cirka +9 m till +27 m vid planområdets västra kant. Den låglänta centrala delen av planområdet sluttar svagt norrut.



Figur 7. Marknivåer i utredningsområdet. Planområdet markerat i svart.

Enligt analys av höjddata i ScalgoLive sker ytligt tillflöde till planområdet både från bebyggelsen i väster, skogsområdet i norr och Sundbyberg i öster (Figur 8). Vattnet flödar sedan norrut och lämnar området i dess nordöstra hörn (vid röd stjärna i Figur 8). Det största flödet sker i ett öppet dike (se avsnitt 5.2 Tekniska avrinningsområden och Figur 9). Ett vägdike utmed östra sidan av Ulvsundavägen fångar troligen upp det mesta av flödet från den östra halvan av avrinningsområdet (från Sundbybergs stad) och leder det vidare till dagvattenledningsnätet. Detta område bidrar alltså bara med ytlig avrinning vid stora regn när vägdiket svämmas över och vattnet flödar över Ulvsundavägen till planområdet. Då stora delar av avrinningsområdet är bebyggt hanteras vattnet vid vanliga regn i det lokala ledningsnätet och når därför inte planområdet som ytlig avrinning. Detta gäller bland annat den avrinning som skapas på östra sidan av Ulvsundavägen i Sundbybergs kommun. Från Rissneskogen i norr kan dock ett tillflöde förväntas även vid vanliga och dimensionerande regn.



Figur 8. Planområdets avrinningsområde (grönt), flödesvägar (blått), flödesriktningar (orange) och punkt för utflöde (röd stjärna). Planområdet markerat i lila, gräns mellan Sundbybergs och Stockholms stad ungefärligt markerat i ljusblått.

5.2 TEKNISKA AVRINNINGSSOMRÅDEN

Genom planområdet går ett dike, som på flera platser omringas av mark som ofta är blöt. Området korsas i norra delen av en dagvattenledning som sträcker sig från bebyggelsen väster om planområdet ut till Ulvsundavägen (Figur 9). I mitten av området, nära Ulvsundavägen, (se röd stjärna i Figur 9) leds diket in i en kulvert som senare leds ut öppet i Norra Råstabäcken som leder vattnet vidare till Brunnsviken (Figur 10). Ledningen går genom området norr om Bankhus 90 där mycket ombyggnation och ledningsflytt har skett till följd av arbetet med tvärbanans Kistagren. Kapaciteten i befintlig ledning är inte undersökt. Längs med Ulvsundavägen finns även ett gräsdike som leder vatten från Ulvsundavägen.



Figur 9. Ortofoto över planområdet (svart) med befintligt dike (lila) och dagvattenledning (grön) samt bilder tagna i planområdet under platsbesök 2021-06-10. Nere till höger visas övergången från dike till kulvert som sker ungefär i den röda stjärnan i vänstra bilden.



Figur 10. Översiktsskild av planområdet (blått område) och vidare avledning av dagvatten från planområdet. Prickad svart linje avser kulverterad eller delvis kulverterad del av vattendrag.

Vatten avrinner mot diket framför allt från nord och väst. Sydväst om planområdet finns en lågpunkt som avvattnas via dagvattenbrunn. Hela lågpunkten har inte fall mot brunnen och vid platsbesöket 2021-06-10 fanns vatten stående i pölar på gatan. Till lågpunkten avrinner ett område på ca 9,7 ha väster om planområdet. När lågpunkten fyllts upp rinner vattnet vidare mot planområdets befintliga dike. Enligt den dagvattenutredning som utfördes i samband med framtagandet av planprogrammet (Dagvattenutredning Spångadalen, Structor 2017) finns det i diket även ett dagvattenutlopp för en ledning från Sundbyberg, öster om Ulvsundavägen. Ledningen antas passera under Ulvsundavägen och mynna i dagvattendiket. Ett stort område öster om Ulvsundavägen (i Sundbyberg) avrinner enligt Scalgoanalys (som inte tar någon hänsyn till ledningsnät) ytligt över Ulvsundavägen vid stora regn (se avsnitt 5.1 och Figur 8 ovan).

5.3 UTBYGGNADSPANER UPPSTRÖMS ELLER NEDSTRÖMS PLANOMRÅDET

Bromstengluggen ligger i princip längst uppströms i sitt avrinningsområde, både sett till teknisk och naturlig avrinning och bör därför inte påverkas nämnbart av övriga utbyggnadsplaner, som finns utspridda i Spånga-Tensta samt Sundbybergs och Solna stad. Strax nedströms planområdet, vid korsningen mellan Ulvsundavägen och Enköpingsvägen, pågår arbete med tvärbans Kistagren, vilket medför förändringar kring de ledningar som avleder vattnet från planområdet. Inga övriga planer nedströms planområdet som kan påverka eller påverkas av planområdet och där hänsyn behöver tas har identifierats i nuläget.

6 DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSBEHOV

6.1 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING

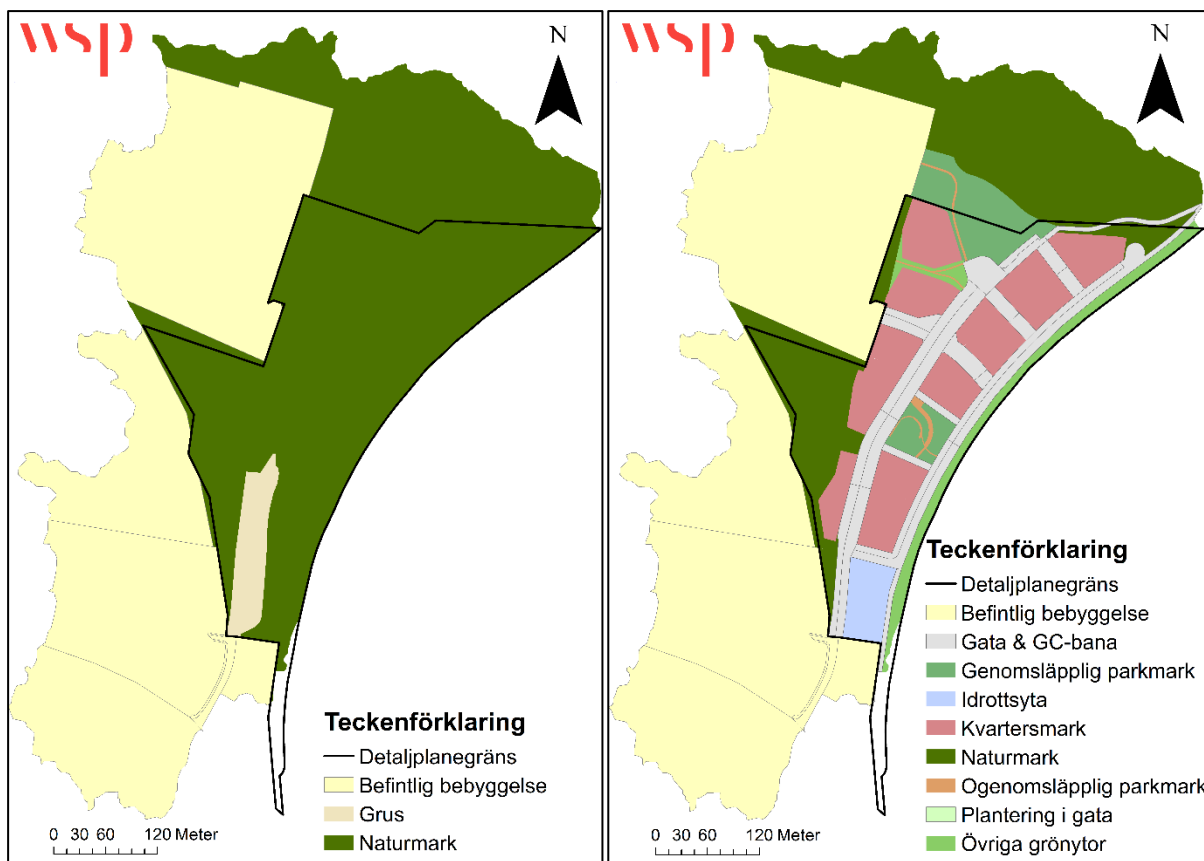
Befintlig och planerad markanvändning har analyserats för ett utredningsområde som utgör den delen av avrinningsområdet (se avsnitt 5) som ligger på västra sidan av Ulvsundavägen, med omfattning enligt Figur 11. Endast delar av utredningsområdet ingår i planområdet och omfattas av föreslagen exploatering (se plangräns i Figur 8 och Figur 11).

De delar av utredningsområdet som ligger utanför planområdet består i dagsläget av befintlig bebyggelse och skogs-/parkmark, och här planeras inga större förändringar (Figur 11).

Naturmarksområdet norr om planområdet kommer dock till viss del att omformas och få mera parkkaraktär och GC-bana. Utredningsområdet utanför planområdet ligger huvudsakligen uppströms planområdet.

Planområdet består i dagsläget av ängsmark och skogsmark. Planerad situation innebär exploatering av naturmarken genom anläggning av en ny gata i nord-sydlig riktning och byggnation av ett antal nya bostadskvarter. I norr planeras en "naturpark" genom att bibehålla stora delar av befintlig naturmark. I områdets centrala del planeras för en kuperad park där delar av ytan täcks av en permanent vattenspegel. I kvarteret längst söderut föreslås en idrottsanläggning, som utförs som en genomsläpplig multifunktionell nedsänktyta som kan tillåtas översvämmas vid skyfall. För bostadskvarteren utförs separata dagvattenutredningar där planerad markanvändning beskrivs mer i detalj. En sammanfattning av resultatet från dessa utredningar finns i steg 3 av denna rapport.

Markanvändningarna illustreras i Figur 11 och i Tabell 3 och Tabell 4 presenteras area, avrinningskoefficient (Φ) och reducerad area för respektive markanvändning. Avrinningskoefficienten beskriver hur stor andel av nederbörden på en yta som blir till ytlig avrinning. Med andra ord anger avrinningskoefficienten hur mycket av en yta som bidrar till avrinning. Denna yta kallas reducerad area och erhålles genom att multiplicera arean med avrinningskoefficienten. Valet av avrinningskoefficienter utgår från de intervall som anges i Svenskt vattens publikation P110 (2016) och beräkningsverktyget StormTac (2021) och har justerats baserat på områdets geologi, som domineras av lera och berg i dagen med låg genomsläpplighet och hög avrinning. För kvartersmarken har ingen avrinningskoefficient och reducerad area angetts, eftersom detta hanteras i separata utredningar.



Figur 11. Befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet, som utgör den västra delen av områdets avrinningsområde (Figur 8 i avsnitt 5).

Tabell 3. Avrinningskoefficient (Φ), area och reducerad area för respektive markanvändning vid befintlig och planerad situation inom planområdet.

INOM DP	Φ	Area [ha]	Reducerad area [ha]
Befintlig			
<u>Allmän platsmark</u>			
Grus	0,4	0,42	0,17
Naturmark	0,3*	5,72	1,72
Totalt		6,15	1,89
<u>Kvartersmark</u>			
Grus	0,4	0,26	0,10
Naturmark	0,3*	3,68	1,10
Totalt		3,94	1,21
Totalt		10,08	3,09
Planerad			
<u>Allmän platsmark</u>			
Gata & GC-bana	0,8	2,89	2,32
Genomsläpplig parkmark	0,2*	0,65	0,13
Naturmark	0,3*	1,75	0,53
Ogenomsläpplig parkmark	0,8	0,10	0,08
Övriga grönytor	0,3*	0,82	0,25
Totalt		6,22	3,30
<u>Kvartersmark</u>			
Idrottsyta	0,4	0,44	0,17
Kvartersmark		3,50	
Totalt		3,94	
Totalt		10,15	**

*avrinningskoefficienten har justerats uppåt baserat på områdets geologiska förhållanden som medför låg infiltrationsförmåga

**total reducerad area för hela planområdet presenteras i steg 3, där information från separat utförda dagvattenutredningar sammanställts.

Tabell 4. Avrinningskoefficient (Φ), area och reducerad area för respektive markanvändning vid befintlig och planerad situation för tillrinnande områden.

UTANFÖR DP	Φ	Area [ha]	Reducerad area [ha]
Befintlig			
<u>Allmän platsmark</u>			
Naturmark	0,3*	5,68	1,70
<u>Kvartersmark</u>			
Befintlig bebyggelse	0,5	15,08	7,54
Totalt		20,76	9,24
Planerad			
<u>Allmän platsmark</u>			
Genomsläpplig parkmark	0,2*	0,61	0,12
Naturmark	0,3*	4,97	1,49
Ogenomsläpplig parkmark	0,8	0,02	0,02
Övriga grönytor	0,3*	0,01	0,00
Totalt		5,61	1,63
<u>Kvartersmark</u>			
Befintlig bebyggelse	0,5	15,08	7,54
Totalt		20,69	9,17

*avrinningskoefficienten har justerats uppåt baserat på områdets geologiska förhållanden som medför låg infiltrationsförmåga

6.2 FLÖDEN

Flödesberäkningar har i detta avsnitt endast utförts för allmän platsmark inom planområdet, samt för de delar av utredningsområdet som ligger utanför planområdet (där befintlig bebyggd kvartersmark inkluderats). Flöden från planområdets kvartersmark har beräknats i separata dagvattenutredningar och resultatet från dessa är sammanställt i steg 3 av denna rapport.

Till grund för föroreningsberäkningarna ligger kartering av befintlig och planerad markanvändning samt avrinningskoefficienter presenterade i avsnitt 6.1 *Befintlig och planerad markanvändning*. Flödesberäkningarna har utförts enligt Stockholms stads riktlinjer (Stockholms stad, 2019) och Svenskt vattens publikation P110 (2016). Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats för regn med 10-års återkomsttid utan klimatfaktor och 20-års återkomsttid med klimatfaktor 1,25 i enlighet med Stockholms stads riktlinjer.

Beräkningarna har utförts med rationella metoden:

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot C$$

Där:

Q_{dim} = dimensionerande flödet (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

t_r = regnets varaktighet (min)

C = klimatfaktor

Varaktigheten för beräkning av dimensionerande flöden inom planområdet har bestämts till 10 minuter, eftersom rinntiden i det område som bebyggs är kortare än 10 minuter och Svenskt vatten då rekommenderar att beräkningar utförs med en varaktighet på 10 minuter. Resultatet presenteras i Tabell 5. Vid beräkning av dimensionerande flöden från tillrinnande områden har en varaktighet på 30 minuter använts eftersom koncentrationstiden¹ blir längre (cirka 30 minuter) då ett större område inkluderas.

Flöden från befintlig bebyggelse presenteras ihop med övriga tillrinnande områden i Tabell 6. Flödet som uppstår i det bebyggda området bör dock kunna hanteras inom området vid dimensionerande nederbörd.

I ett senare skede och när projektutformningen uppdateras, kommer beräkningarna uppdateras med justerad varaktighet som bestäms utifrån den hydrologiska koncentrationstiden och markanvändningens reducerade area för både dimensionerande regnhändelser och för större regn.

¹ Koncentrationstiden är längsta rinntiden från (yttersta) uppströmspunkt inom avrinningsområdet till utloppet från området.

Tabell 5. Dimensionerande flöden från planområdet vid befintlig och planerad situation presenterat per markanvändning (baserat på kartering enligt Figur 11), beräknat med varaktighet på 10 minuter.

INOM DP	Reducerad area [ha]	10-årsflöde exklusive klimatkfaktor [l/s]	20-årsflöde inklusive klimatkfaktor [l/s]
Befintlig			
<u>Allmän platsmark</u>			
Grus	0,17	39	61
Naturmark	1,72	391	615
Totalt	1,89	430	676
Planerad			
<u>Allmän platsmark</u>			
Gata & GC-bana	2,32	528	830
Genomsläpplig parkmark	0,13	30	47
Naturmark	0,53	120	188
Ogenomsläpplig parkmark	0,08	17	27
Övriga grönytor	0,25	56	88
Totalt	3,30	751	1181

Tabell 6. Dimensionerande flöden från tillrinnande områden vid befintlig och planerad situation presenterat per markanvändning (baserat på kartering enligt Figur 11), beräknat med varaktighet på 30 minuter.

UTANFÖR DP	Reducerad area [ha]	10-årsflöde exklusive klimatkfaktor [l/s]	20-årsflöde inklusive klimatkfaktor [l/s]
Befintlig			
<u>Allmän platsmark</u>			
Naturmark	1,70	197	309
<u>Kvartersmark</u>			
Befintlig bebyggelse	7,54	873	1369
Totalt	9,24	1070	1679
Planerad			
<u>Allmän platsmark</u>			
Genomsläpplig parkmark	0,12	14	22
Naturmark	1,49	173	271
Ogenomsläpplig parkmark	0,02	2	3
Övriga grönytor	0,003	0,4	1
Totalt	1,63	189	296
<u>Kvartersmark</u>			
Befintlig bebyggelse	7,54	873	1369
Totalt	9,17	1062	1666

6.3 FÖRDRÖJNING ENLIGT ÅTGÄRDSNIVÅN

Volymen som behöver fördröjas för att uppnå åtgärdsbehovet på fördröjning av 20 mm från varje hektar hårdgjord yta inom planområdet har beräknats utifrån karterad markanvändning och reducerad area beräknad i avsnitt 6.1 *Befintlig och planerad markanvändning*. Beräkningarna inkluderar inte befintlig bebyggelse eller naturmark eftersom dessa inte omfattas av fördröjningskravet då ingen ombyggnation sker. Åtgärdsbehovet för kvartersmark beräknas separat i de separata utredningar som utförs för respektive kvarter och kommer i ett senare skede att sammanställas i steg 3 av denna rapport. Beräknade volymer för allmän platsmark presenteras i Tabell 7. Där presenteras även exempel på ytbehov vid olika lösningar för dagvattenhantering. Ytbehoven är beräknade utifrån schabloner för hur många kvadratmeter som krävs av olika typer av dagvattenanläggningar per 100 kvadratmeter hårdgjord yta som leds till anläggningen, som presenteras i Stockholms stads riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse (Stockholms stad, 2016b). Ytbehoven gäller för dimensionering enligt Tabell 8 och beräknas enligt:

$$Ytbehov [m^2] = reducerad\ area [ha] \cdot 10000 \left[\frac{m^2}{ha} \right] / 100 \left[\frac{m^2}{100\ m^2} \right] \cdot schablonmässigt\ ytbehov \left[\frac{m^2}{100\ m^2} \right]$$

Tabell 7. Fördröjningsbehov för att uppnå åtgärdsnivån på 20 mm, samt exempel på ytbehov vid val av olika typer av dagvattenanläggningar dimensionerade enligt Tabell 8.

	Reducerad area [ha]	Fördröjningsbehov [m³]	Ytbehov [m²]		
			Gräsyta	Nedsänkt växtbädd	Skelettjord (vanlig)
			25 [m²/100 m²]	5 [m²/100 m²]	20 [m²/100 m²]
Gata & GC-bana	2,32	463	5789	1158	4631
Genomsläpplig parkmark	0,13	26	327	65	261
Naturmark	0,53	105	1314	263	1051
Ogenomsläpplig parkmark	0,08	15	191	38	153
Övriga grönytor	0,25	49	617	123	494
Totalt	3,30	659	8238	1648	6590

Tabell 8. Dimensionering av principlösningar som ligger till grund för beräknade ytbehov.

	Antaget ytmagasin [mm]	Antaget djup poröst lager [mm]	Antagen dränerbar porositet [%]
Gräsyta	60	200	15
Nedsänkt växtbädd	150	500	15
Skelettjord (vanliga)	0	1000	10

6.4 ÖVRIGT FÖRDRÖJNINGSBEOHV

Behov av ytterligare fördröjning behöver utredas närmre i samråd med Stockholm Vatten och Avfall och i samband med projektering av dagvattenledningssystemet.

7 FÖRORENINGAR

Dagvattnets föroreningsinnehåll har beräknats för de delar av utredningsområdet som ligger på allmän platsmark inom planområdet med hjälp av dagvatten- och recipientmodellen StormTac (2021). Föroreningsbelastning från kvartersmark har beräknats i separata dagvattenutredningar. En sammanslagning av hela planområdets föroreningsbelastning inklusive kvartersmark (baserat på resultatet i respektive kvartersmarksutredning) presenteras i steg 3 av denna rapport. För att uppskatta mängden och halten föroreningar som kommer från allmän platsmark används schablonhalter för specifika typer av markanvändning, baserade på vetenskapliga studier. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten via exempelvis dränering). En årsnederbörd på 600 mm/år har använts i enlighet med Stockholms stads rutiner.

Föroreningsberäkningar har utförts för allmän platsmark inom planområdet genom simulering av markanvändningar enligt Tabell 9, där varje karterad markanvändning har tilldelats en motsvarande markanvändning i StormTac. Val av markanvändning i StormTac är baserat på en bedömning av områdets egenskaper och den beskrivning som ges av StormTac för respektive markanvändning. Areor för respektive markanvändning har ansatts enligt Tabell 3 och Tabell 4 i avsnitt 6.1.

Tabell 9. Karterad markanvändningars valda motsvarigheter i StormTac samt beskrivning av markanvändningen.

Karterad markanvändning	Markanvändning i StormTac	Beskrivning
<u>Befintlig</u>		
Naturmark	Skogs- och ängsmark	<i>En blandning av skogsmark och ängsmark (se respektives beskrivning).</i>
Grus	Grusyta	<i>Grusyta utan specificerad användning.</i>
<u>Planerad</u>		
Naturmark	Skogsmark	<i>Skogsmark med olika typer av träd, inkluderande mindre vägar och berg.</i>
Gata & GC-bana	Lokalgata med kantsten	<i>Vägytan för lokalgator inom ett bostadsområde, där gatorna har kantsten och allt vägdagvatten leds ner via brunnar in i dagvattenledningar. Lokalgatans halter motsvarar ungefär en väg med trafikintensitet 500 fordon/dygn men markanvändningen kan användas generellt när man inte har kännedom om trafikintensiteten, som normalt kan ligga mellan i storleksordning upp till ca 1 000 eller 2 000 fordon/dygn. Har man kännedom om trafikintensiteten är det bättre att ange den och i stället använda markanvändningen Väg 1-10.</i>
Genomsläpplig parkmark	Blandat grönområde	<i>Ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark.</i>
Ogenomsläpplig parkmark	Gång-och cykelväg	<i>Asfalterad yta avsedd för gång- och cykeltrafik</i>
Övriga grönytor	Egen 1	<i>"Egen" markanvändning, baserad på gräsyta (Enbart gräsyta utan gångvägar m.m.) men med annan avrinningskoefficient. (Avr.koeff 0,3)</i>

Föroreningshalterna som används som indata till beräkningen i StormTac är framtagna genom sammanställning av ett stort antal studier kring dagvattnets föroreningsinnehåll. Schablonhalterna kategoriseras för varje markanvändning och undersökt ämne i tre nivåer av osäkerhet, baserat på kvalitet och kvantitet på indata. För de markanvändningar som använts i detta projekt tillhör halterna för alla markanvändningar förutom skogsmark kategorin *Låg säkerhet*. Halterna för skogsmark bedöms för vissa ämnen vara av *Medel säkerhet* eller *Hög säkerhet*. Schablonhalterna är alltså en statistiskt baserad uppskattning och de initiala osäkerheterna resulterar i relativa osäkerheter i resultatet som i detta projekt ligger på cirka 36 % för föroreningshalter och cirka 30 % för föroreningsmängder. Resultatet bör alltså betraktas som en uppskattning av föroreningssituationen i området snarare än exakta värden.

I Tabell 10 presenteras områdets beräknade föroreningsbelastning i kg/år, vilket ger ett mått på hur mycket föroreningar som transporteras från området till recipienten på ett år. Föroreningsbelastningen kan visa på förändringar av föroreningstransport till följd av både ökade halter och ökad avrinning. I Tabell 11 presenteras halten av olika ämnen i dagvattnet i µg/l. Halten ger en direkt bild av hur markanvändningen i området påverkar innehållet i dagvattnet, men fångar inte upp de skillnader i föroreningstransport som kan uppstå till följd av ökad eller minskad årsavrinning. Jämförelse av resultatet för befintlig situation och planerad situation visar både på en ökad föroreningsmängd och ökad föroreningshalt av samtliga ämnen förutom PAH16, vilket är förväntat då planerade förändringar innebär exploatering av naturmark och ingen hänsyn tagits till reningsåtgärder. Ökningen kan härledas både till förhöjt föroreningsbidrag från framtida markanvändningar och till en ökad årsavrinning som erhålls till följd av ökad hårdhetsgrad.

Tabell 10. Beräknad uppskattning av föroreningsmängder vid befintlig situation och planerad situation utan reningsåtgärder inom planområdets allmänna platsmark.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan åtgärder
Fosfor (P)	kg/år	1	2,5
Kväve (N)	kg/år	13	33
Bly (Pb)	kg/år	0,066	0,084
Koppar (Cu)	kg/år	0,12	0,37
Zink (Zn)	kg/år	0,32	0,33
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0033	0,0052
Krom (Cr)	kg/år	0,039	0,12
Nickel (Ni)	kg/år	0,047	0,1
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00011	0,0012
Suspenderad substans (SS)	kg/år	430	1300
Olja	kg/år	2,1	12
PAH16	kg/år	0,0028	0,0022
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00012	0,00022

Tabell 11. Beräknad uppskattning av föroreningshalter vid befintlig situation och planerad situation utan reningsåtgärder inom planområdets allmänna platsmark.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan åtgärder
Fosfor (P)	µg/år	70	110
Kväve (N)	µg/år	840	1500
Bly (Pb)	µg/år	4,4	3,7
Koppar (Cu)	µg/år	7,9	16
Zink (Zn)	µg/år	21	15
Kadmium (Cd)	µg/år	0,22	0,23
Krom (Cr)	µg/år	2,6	5,3
Nickel (Ni)	µg/år	3,1	4,5
Kvicksilver (Hg)	µg/år	0,0074	0,054
Suspenderad substans (SS)	µg/år	29000	56000
Olja	µg/år	140	530
PAH16	µg/år	0,19	0,095
Benso(a)pyren (BaP)	µg/år	0,0078	0,0094

8 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

8.1 LEDNINGSNÄT

Genom planområdet går i dagsläget ett dike som ansluter till en kulvert som leder vidare vattnet till Norra Råstabäcken (se avsnitt 5.2). Vegetationen kring diket indikerar att vatten svämmar ut kring diket regelbundet (se Figur 9 i avsnitt 5.2). Om detta beror på dikets utformning eller begränsad kapacitet i nedströms kulvert är inte känt.

8.2 NÄRLIGGANDE YTVATTEN

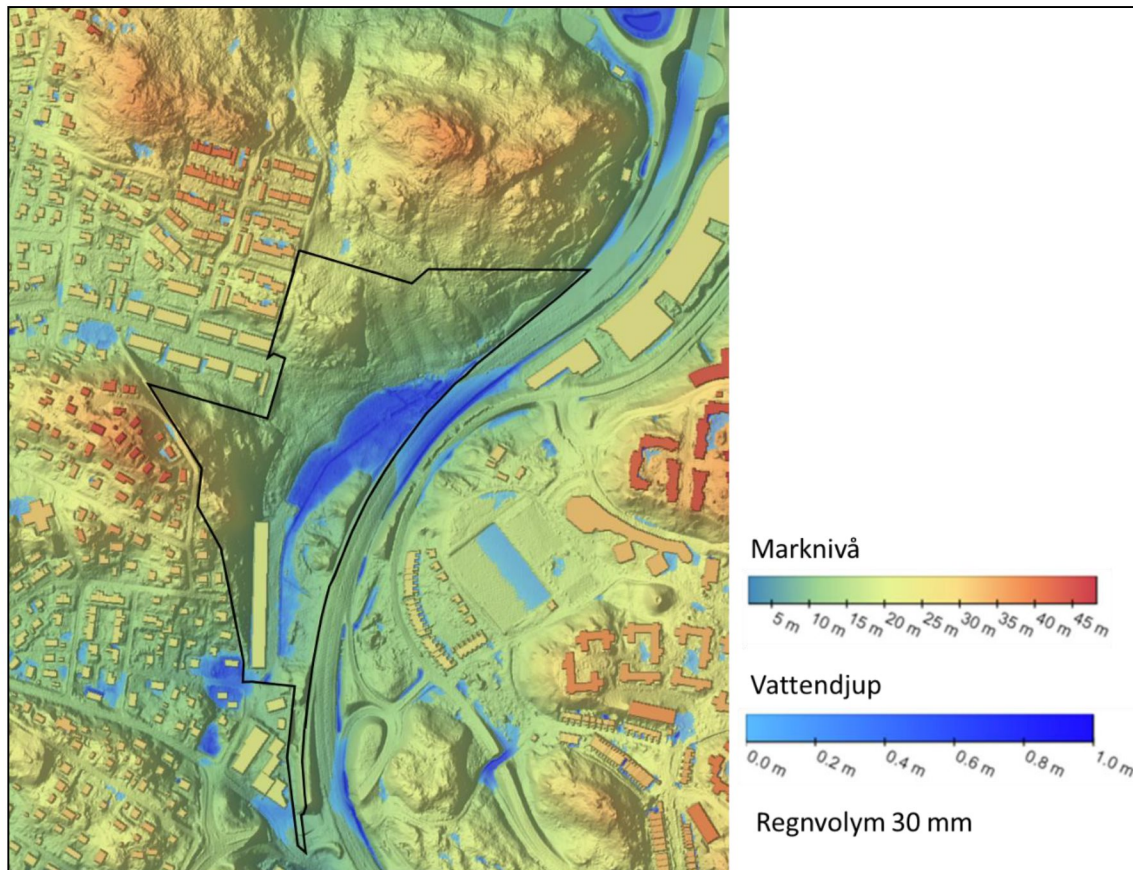
Planområdet är inte utsatt för översvämningsrisk till följd av höga vattennivåer i närliggande ytvatten enligt de beräkningar av högsta nivå som länsstyrelsen i Stockholm utfört för Mälaren och Bällstaån (Stockholms stad, 2021). Översvämning kring Bällstaån påverkar inte planområdet då avståndet är tillräckligt stort och marknivåerna i planområdet tillräckligt höga. Då ingen avrinning sker från planområdet till Bällstaån sker inte heller någon påverkan från planområdet på Bällstaåns vattennivåer.

8.3 INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL

Översämningssituationen har undersökts i ScalgoLive och Stockholms stads skyfallskartering (2018). Detta visar att stora delar av planområdet översvämmas vid skyfall (Figur 12 och Figur 13). De översvämmade områdena enligt kartering stämmer väl överens med platsens utseende vid platsbesök 2021-06-10, där det tydligt framgick att vissa delar av ängen ofta var vattenmättad och därför har en annan vegetation än kringliggande mark. Även på östra sidan av Ulvsundavägen blir vatten stående i vägdiket, eftersom diket har fall både från norr och syd, troligen till brunnar som avvattnar diket men som inte tas hänsyn till i ScalgoLive. Översvämningen sträcker sig ut över Ulvsundavägen så att de två områdena (väster och öster om Ulvsundavägen) binds samman.

Strax utanför planområdet i sydväst, i befintligt villaområde, finns ett instängt område där vatten blir stående ifall den dagvattenbrunn som finns i svackan blir överbelastad. När vattennivån i lågpunkten stiger kopplas detta översvämningsområde samman med planområdets dike.

En skyfallsutredning för planförslaget har utförts och presenteras i en separat rapport *Bromstensgluggen Skyfallsanalys* (WSP, 2022-08-26).

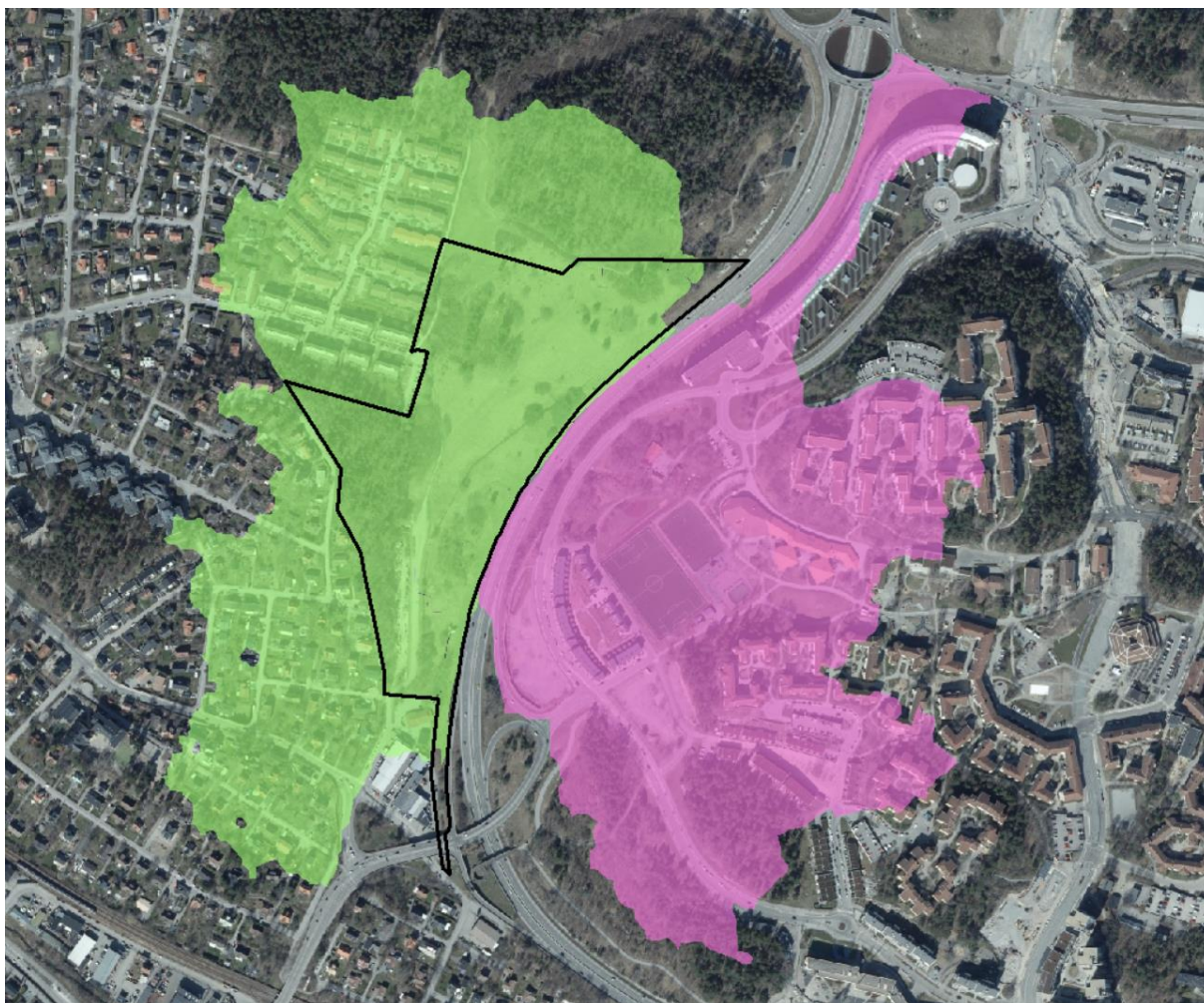


Figur 12. Översvämmade områden vid befintlig situation vid 56 mm nederbörd (vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet) enligt ScalgoLive med hänsyn tagen till infiltration. Planområdet ungefärligt markerat i svart.



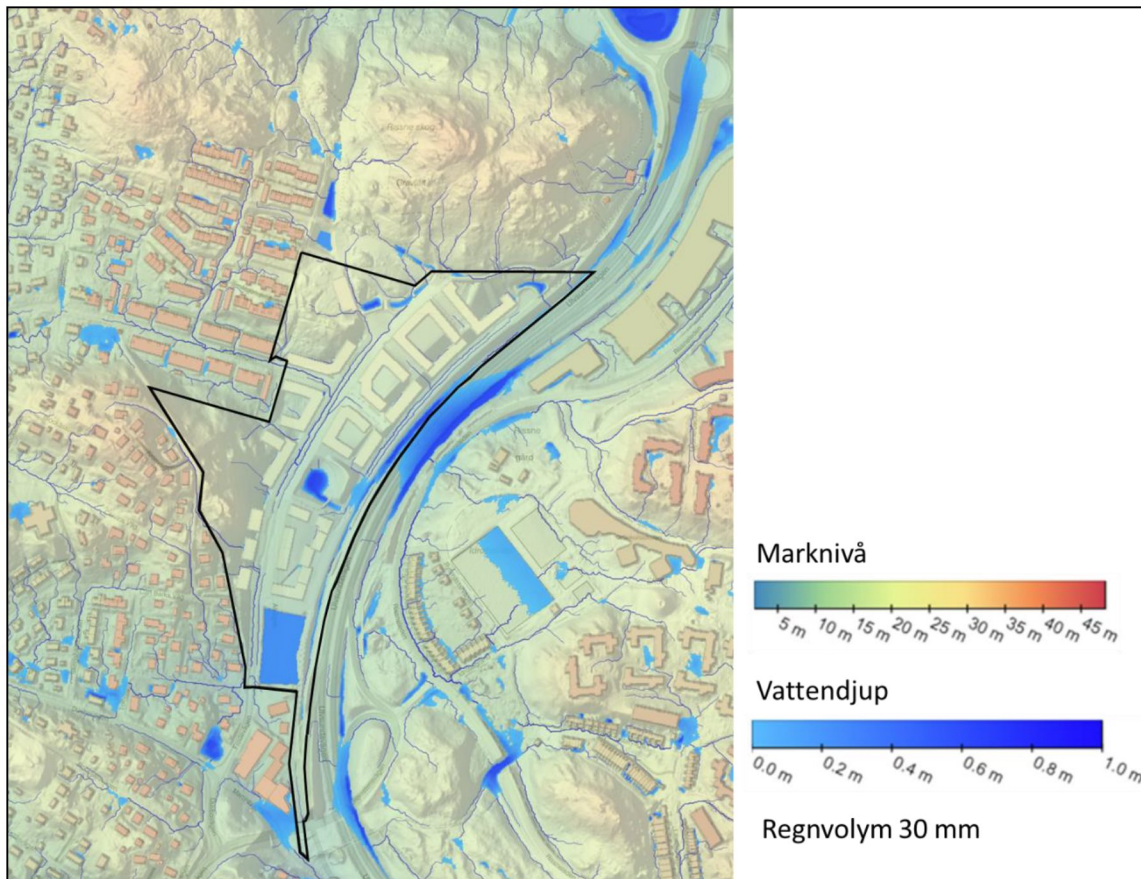
Figur 13. Översvämningssituationen vid befintlig situation vid ett 100-årsregn enligt Stockholms stads skyfallskartering (2018). Bildkälla: miljödataportalen.stockholm.se.

Den fördjupade skyfallsanalysen visar att det avrinningsområdet som presenterats i avsnitt 5.1 kan delas in i två delar, ett som ligger inom Stockholms stad, och ett som ligger inom Sundbybergs stad (Figur 14). Avrinningsvolymen från områdena vid ett 100-årsregn vid 30 minuters varaktighet med avdrag för 10-årsregn, vilket bedöms vara det mest relevanta scenariot för Bromstensgluggen, är 6369 m³ från Stockholms stad och 7507 m³ från Sundbybergs stad, motsvarande 30 mm regn.



Figur 14. Planområdets avrinningsområde uppdelat i två delar; inom Stockholms stad till vänster (grönt) och inom Sundbybergs stad till höger (lila).

Flödesvägar och översvämmade områden vid planerad situation vid ett 100-årsregn, 30 minuters varaktighet (med avdrag) enligt simulering i Scalgo som utförts som en del av skyfallsutredningen presenteras i Figur 15. Huvuddelen av de översvämmade områdena inom planområdet är platser som planerats för fördröjning, och beskrivs i avsnitt 11. En bedömning av planförslagets påverkan på skyfallssituationen i området redovisas kortfattat i avsnitt 16.3 och mer utförligt i separat skyfallsrapport.



Figur 15. Översvämmade områden och flödesvägar vid befintlig situation vid 30 mm nederbörd (vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet med avdrag för 10-årsregn) enligt ScalgoLive med hänsyn tagen till infiltration. Planområdet ungefärligt markerat i svart.

9 ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR

Inga övriga förutsättningar har identifierats i detta skede.

STEG 2 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

10 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

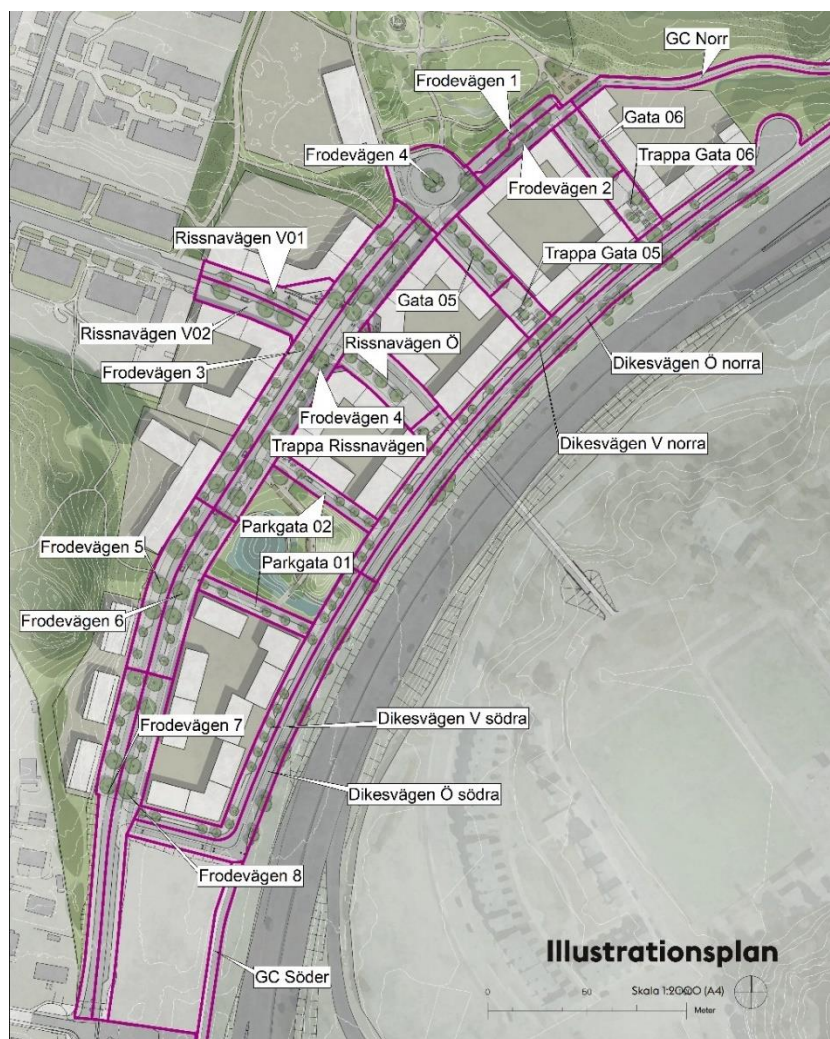
Fördröjning och rening av dagvatten som uppstår på allmän platsmark i Bromstensgluggen föreslås ske enligt följande princip

- Gator & gc-banor avleds till skelettjordar
- Dikesvägens östra del avleds på bred front till grön slänt och dike
- GC-bana i norr (GC Norr) avleds på bred front mot genomsläppliga naturmarksytor
- Hårdgjorda ytor i parker avleds på bred front till genomsläppliga parkytor

Dagvattenhantering på kvartersmark har utretts i separata dagvattenutredningar per byggaktör och presenteras som helhet i steg 3 av denna rapport. Hantering av skyfall beskrivs i avsnitt 11.

10.1 GATOR & GC-BANOR

Planerade gator och GC-banor har delats upp i områden och sektioner enligt Figur 16 nedan.

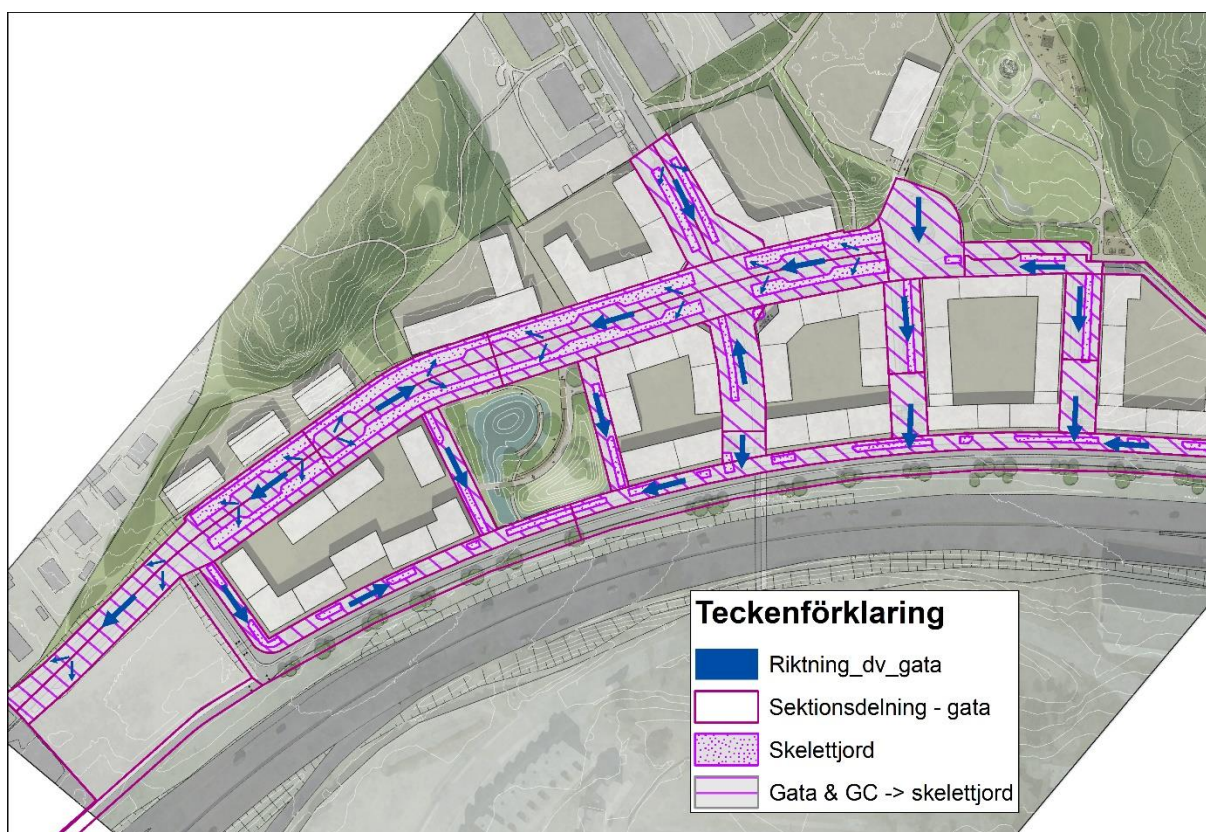


Figur 16. Översikt över namngivning av gatusektioner. Illustrationsplan från *Program Bromstensgluggen_utkast_220404*, Nyréns.

10.1.1 Gator & GC (utom Dikesvägens östra del)

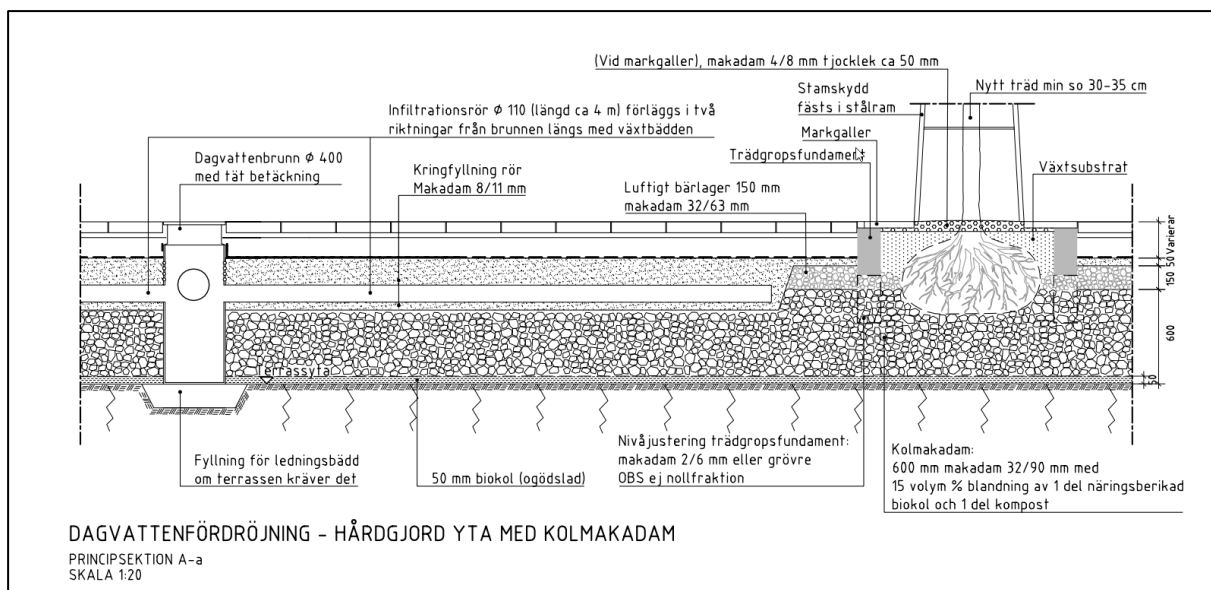
Gator föreslås avvattas via brunnar i anslutning till kantsten direkt in till skelettjord. Även de torgytor som bildas i korsningen Rissnavägen/Frodevägen avleds till dagvattenbrunnar som kopplas till skelettjordarna. Avrinning från GC-banor leds mot skelettjordarnas luftningsbrunnar och via dessa ner i skelettjorden. Delar av avrinningen kan rinna ut över markytan i området närmast träden och där infiltrera ner till skelettjorden. Skelettjorden dräneras till ledningsnät. Eftersom gatan sluttar bör dämmen skapas i botten av skelettjorden med jämna mellanrum. Detta bromsar upp det flöde som annars sker utmed skelettjordens botten och säkerställer att en tillräcklig fördröjningsvolym bildas. Fördröjningen av dagvattnet i skelettjorden bidrar till rening genom filtrering i skelettjordens olika lager, sedimentering på skelettjordens botten och trädens upptag av vatten och näringsämnen (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

Till följd av höjdskillnaden mellan Frodevägen och Dikesvägen avslutas tvärgatorna med trappor ned mot Dikesvägen. Trapporna och de hårdgjorda ytorna närmst dessa sluttar med nuvarande höjdsättning mot Dikesvägen. Hur dagvatten som uppstår på dessa ytor ska fördröjas får fastställas i ett senare skede när projekteringen kommit längre. Tills vidare föreslås vattnet ledas ner mot Dikesvägen och in i de skelettjordar som skapas där. Om det i ett senare skede beslutas om planteringar eller liknande i trapp-områdena föreslås dagvattnet i stället ledas till dem.

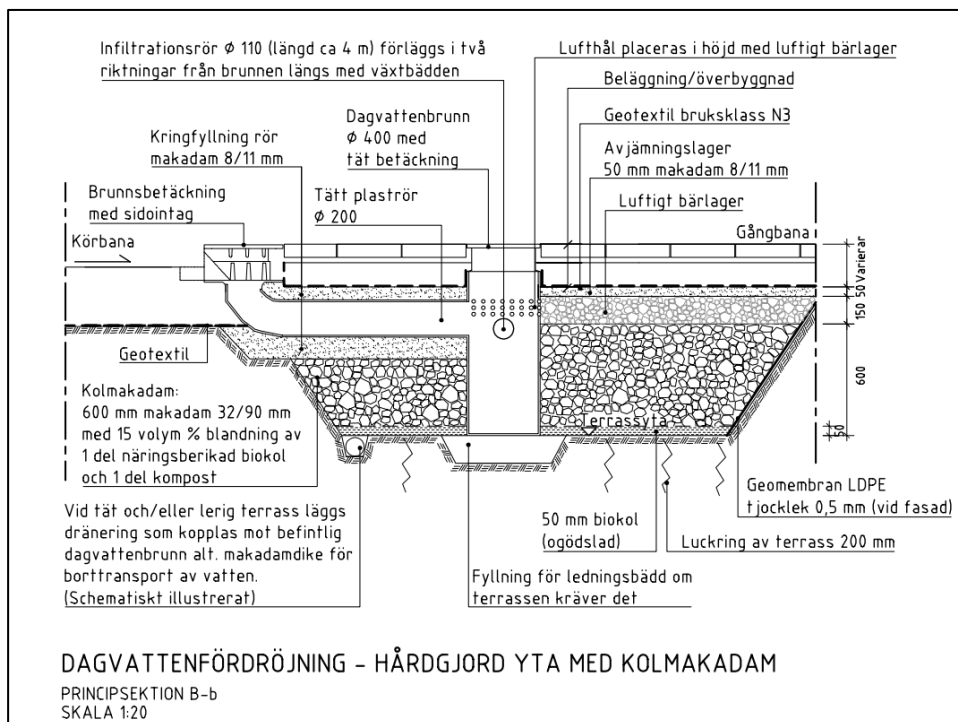


Figur 17. Förslag till hantering av dagvatten från gator och gc-banor. Illustrationsplan från *Program Bromstengluggen_utkast_220404*, Nyréns.

Skelettjordarna föreslås utformas enligt Stockholms stads typskiss THVB022, se Figur 18 och Figur 19. Tillgänglig fördröjningsvolym i skelettjordarna har beräknats per kvadratmeter skelettjord utifrån typskissens angivna djup, samt antagande att porositeten är 15% i skelettjordens kolmakadlager. Detta ger en volym på $0,09 \text{ m}^3/\text{m}^2$, enligt Tabell 12. Utöver denna volym tillkommer porvolymen i avjämnande lager eller kringfyllnad, överbyggnad, bärlager samt bottenlager av biokol. Dessa är inte medräknade och kan i stället ses som en säkerhetsmarginal. Erforderlig volym för fördröjning av 20 mm regn från alla hårdgjorda ytor har beräknats enligt kapitel 0 och jämförs i Tabell 13 med den tillgängliga volymen i planerade skelettjordar.



Figur 18. Typritning THVB022, från bilaga till Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017.



Figur 19. Typritning THVB022, från bilaga till Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017.

Tabell 12. Beräkning av fördröjningsvolym i skelettjord enligt typritning THVB022.

Uppbyggnad	Fraktion	Djup [mm]	Porositet [%]	Porvolym [m3/m2]
Kolmakadam	32/90	600	15	0,09
Överbyggnad	-	-	-	-
Avjämning/kringfyllnad	8/11	50	15	0,0075
Luftigt bärlager	32/63	150	30	0,045
Biokol	-	50	15	0,0075

Tabell 13. Erforderlig fördröjningsvolym, samt tillgänglig yta och volym för fördröjning i skelettjordar, per gatusektion.

	Reducerad area [ha]	Fördröjnings- behov [m3]	Tillgänglig skelettjordsyta [m2]	Tillgänglig skelettjordsvolym [m3]
Dikesvägen V norra	0,17	33	402	36
Trappa Gata 05	0,04	7		
Trappa Gata 06	0,04	8		
Trappa Rissnavägen	0,02	4		
	0,26	53	402	36
Dikesvägen V södra	0,11	22	251	23
Frodevägen 2	0,04	8	59	5
Frodevägen 3	0,16	32	732	66
Frodevägen 4	0,30	61	700	63
Frodevägen 5	0,08	16	424	38
Frodevägen 6	0,09	19	339	31
Frodevägen 7	0,12	24	291	26
Frodevägen 8	0,15	30	291	26
Gata 05	0,05	11	125	11
Gata 06	0,05	10	118	11
Parkgata 01	0,04	8	120	11
Parkgata 02	0,04	8	81	7
Rissnavägen V01	0,06	11	124	11
Rissnavägen V02	0,05	11	155	14
Rissnavägen Ö	0,08	17	132	12
Totalt	1,69	338	4344	391

Jämförelsen visar att planerade skelettjordar totalt sett är tillräckligt för att uppnå Stockholms stads åtgärdsnivå, men att uppnådd fördröjningsvolym understiger den erforderliga med några m³ i ett antal gatusektioner. I norra delen av Dikesvägen (Dikesvägen V norra) saknas 17 m³ för att uppfylla hela behovet för gatan samt trapporna. Utformning av skelettjordarna behöver bevakas i kommande skeden när mer detaljerad projektering sker, för att säkerställa att tillräcklig volym skapas. Särskild uppmärksamhet bör då läggas vid norra och södra delen av Frodevägen (*Frodevägen 2 & 8*), Rissnavägens östra del (*Rissnavägen Ö*) samt Dikesvägens västra del (Dikesvägen V norra) som i beräkningen inte har tillräcklig fördröjningsvolym med de skelettjordar som hittills projekterats. Utmed södra delen av Frodevägen där gatan är smalare finns inga skelettjordar. Hur vatten från denna del ska omhändertas måste utredas närmre i nästa skede när planering för Idrottsytan kommit längre. Det bedöms som möjligt att skapa tillräcklig fördröjningsvolym med de principer som presenterats här genom mer detaljerad projektering och det kan därmed anses att åtgärdsnivån uppfylls.

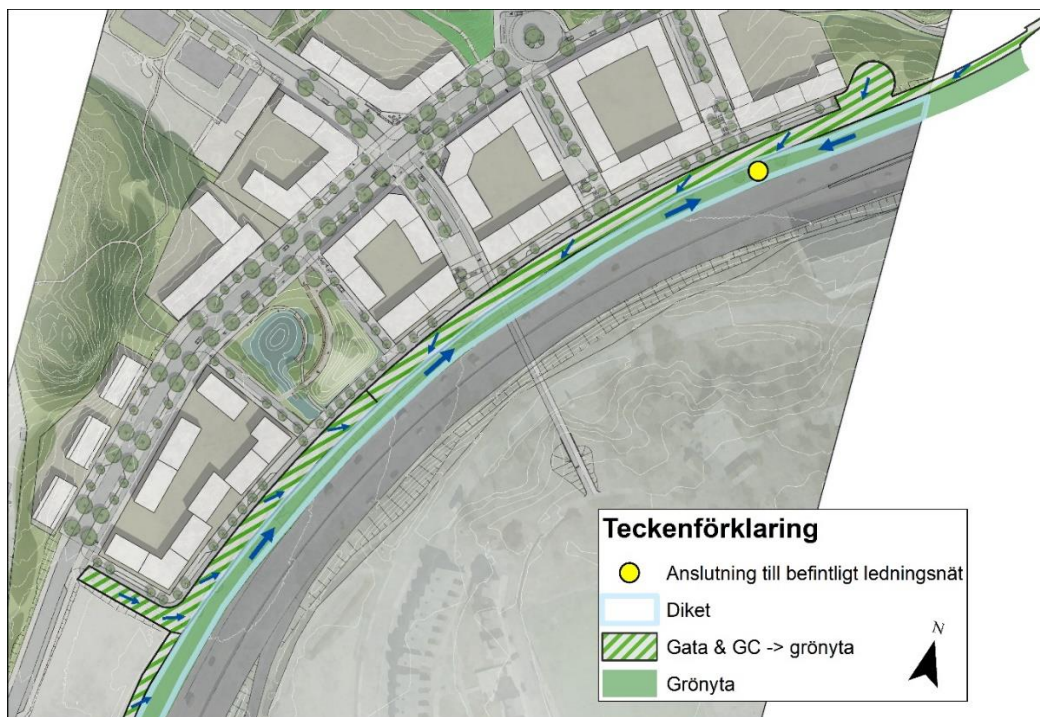
Då marknivån på planerade gator för det mesta ligger högre än befintlig marknivå skapas god marginal till grundvattenytan, och ingen särskild hänsyn behöver därför tas till grundvattnet vid anläggning av skelettjordar med föreslaget djup.

10.1.2 Dikesvägens östra del

GC-banan som planeras löpa mellan Dikesvägen och diket föreslås skevas mot diket och dess gräsbevuxna slänt. Även dagvatten från Dikesvägens vändplan avrinner mot diket. Dagvattnet avleds på så vis på bred front över slänten, varmed vattnet till viss del fördröjs och renas. Genom vidare avledning i det öppna diket som föreslås ha flack lutning erhålls sedan ytterligare fördröjning och rening innan vattnet når dagvattensystemet via anslutning till befintlig ledning (se Figur 33 i avsnitt 14).

Den gröna slänten och diket kan fånga upp en hög andel av de partikelbundna föroreningarna och också avskilja lösta föroreningar genom den rening som uppstår när vattnet infiltrerar i marken under grönytan och diket (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).

Då Dikesvägen vid nuvarande höjdsättning är bombad avrinner halva gatan bort från planerade skelettjordar. Dagvattenhanteringen från denna del behöver utredas vidare i samråd med gatuprojektör och landskapsarkitekt i ett senare skede. Gatan kan skevas om eller så kan vattnet ledas från brunnar antingen till skelettjordarna eller ut i diket. Vattnet kan också avledas ytligt mot diket om kantstenen nollas och GC-banan sänks till gatans nivå. I beräkningar för föreslagen dagvattenhantering i denna rapport har det antagits att vattnet leds mot diket.



Figur 20. Förslag till hantering av dagvatten från östra delen av Dikesvägen och GC-bana i söder. Illustrationsplan från Program Bromstensgluggen_utkast_220404, Nyréns.

Diket utformas primärt för att kunna hantera och fördröja stora volymer vatten vid skyfall. Detta medför att diket kommer att vara överdimensionerat avseende åtgärdsnivåns fördröjningsvolym. För att uppnå en god rening är det viktigt att ytan där vatten kan infiltrera och interagera med växtlighet är tillräckligt stor. Enligt Stockholm Vatten och Avfalls dimensioneringstabell krävs en gräsyta på 25 m² per 100 m² hårdgjord yta, givet dimensionering enligt Tabell 8 i avsnitt 6.3. Gräsytnas medeldjup i förhållande till omgivande mark är 60 mm i denna typlösning. Dikeslätten har större lutning än den yta som avses i exemplet men djupet på diket är samtidigt mycket större och dimensioneringsförutsättningarna anses därför kunna gälla för att uppnå god rening. I Tabell 14 jämförs fördröjningsbehov, ytbehov enligt denna dimensionering samt tillgänglig yta. Som tillgänglig yta har halva grönytan mellan Dikesvägen och Ulvsundavägen använts, eftersom det är slätten mot Dikesvägen som primärt kommer att interagera med dagvattnet. Beräkningarna visar att den tillgängliga ytan är mer än tillräckligt. Dikets bottennivå och förhållande till grundvattennivån behöver utredas vidare.

Markens genomsläpplighet i området är enligt SGU:s kartvisare (2021) låg (Figur 5), men det översta jordlagret bör vara mer genomsläppligt tack vare den vegetation som finns. Detta i kombination med att infiltrationsytorna är stora i förhållande till de hårdgjorda ytorna gör att avledning över grönyta som metod för dagvattenrening ändå bedöms vara möjlig. Vid större regn då dikesslätten/dikets infiltrationskapacitet överskrids kommer vattnet långsamt att rinna vidare genom det vegetationsklädda diket. Den tröga avledningen över dikesslättn och dike renar dagvatten även i det

fall att infiltrationsmöjligheterna är små. Vid mer detaljerad projektering av diket kan anläggning av dräneringsledning under det övre marklagret övervägas för att förstärka infiltrationskapaciteten.

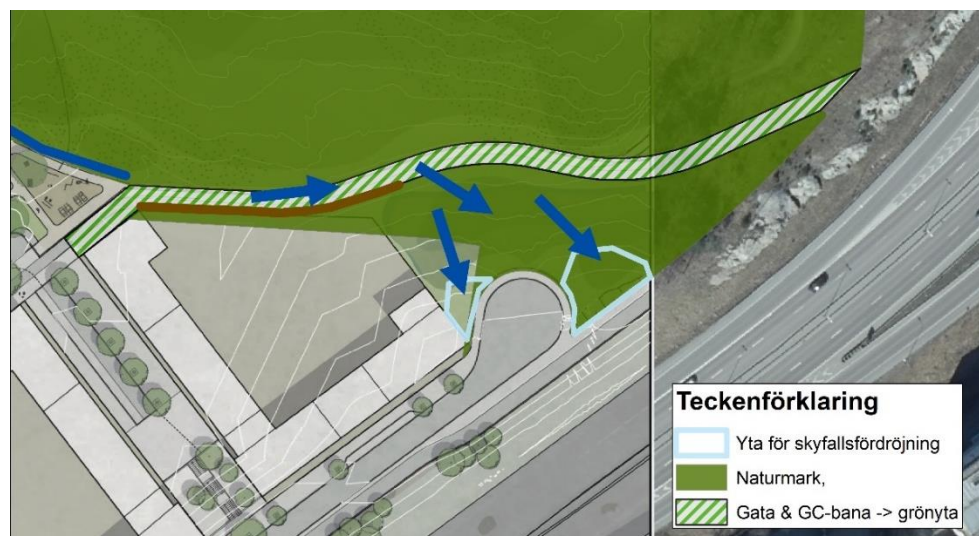
Delar av avrinningen från Dikesvägens södra del kommer troligen att rinna mot Idrottsytan och de genomsläppliga ytorna där i stället för mot diket. Hur denna avrinning ser ut behöver studeras närmre när projektering av Idrottsytan påbörjats. I Tabell 14 har det dock antagits att hela ytan avleds mot diket.

Tabell 14. Erforderlig fördröjningsvolym och åtgärdsyta, samt tillgänglig åtgärdsyta för avrinning mot Diket.

	Reducerad area [ha]	Fördröjningsbehov [m ³]	Ytbehov gräsyta [m ²]	Tillgänglig yta [m ²]
Dikesvägen Ö norra	0,30	60	753	-
Dikesvägen Ö södra	0,16	31	392	-
GC Söder	0,06	11	139	-
Totalt	0,51	103	1283	3496

10.1.3 GC Norr

GC-banan i norra delen av planområdet förses med kantsten som hindrar dagvatten från att rinna ner mot fastigheten. I norra delen av GC-banan avslutas kantstenen och dagvattnet tillåts rinna ner mot bevarad naturmark på bred front. Rening sker genom filtrering i grönytorna som kan fånga upp en hög andel av de partikelbundna föroreningarna och genom att avskilja lösta föroreningar när vattnet infiltrerar i marken under grönytan (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a). Vid större regn då grönytornas infiltrationskapacitet överskrids kommer vattnet att rinna vidare mot nedsänkta ytor som skapas för skyfallshantering i anslutning till Dikesvägens vändplan (se avsnitt 11), där det fördröjs och genomgår ytterligare rening innan det dräneras till ledningsnätet.



Figur 21. Förslag till hantering av dagvatten från GC-bana i norr. Illustrationsplan från Program Bromstengluggen_utkast_220404, Nyréns.

Med kombinationen av kuperad naturmark och nedsänkta grönytor anses dimensionering av gräsyta med 25 m² per 100 m² hårdgjord yta (som typlösning presenterad i Tabell 7 och Tabell 8) vara tillräcklig för att uppnå rening och fördröjning av 20 mm nederbörd. Jämförelse av ytbehovet med tillgänglig naturmarksyta (Tabell 15) visar att det finns god marginal i tillgänglig yta.

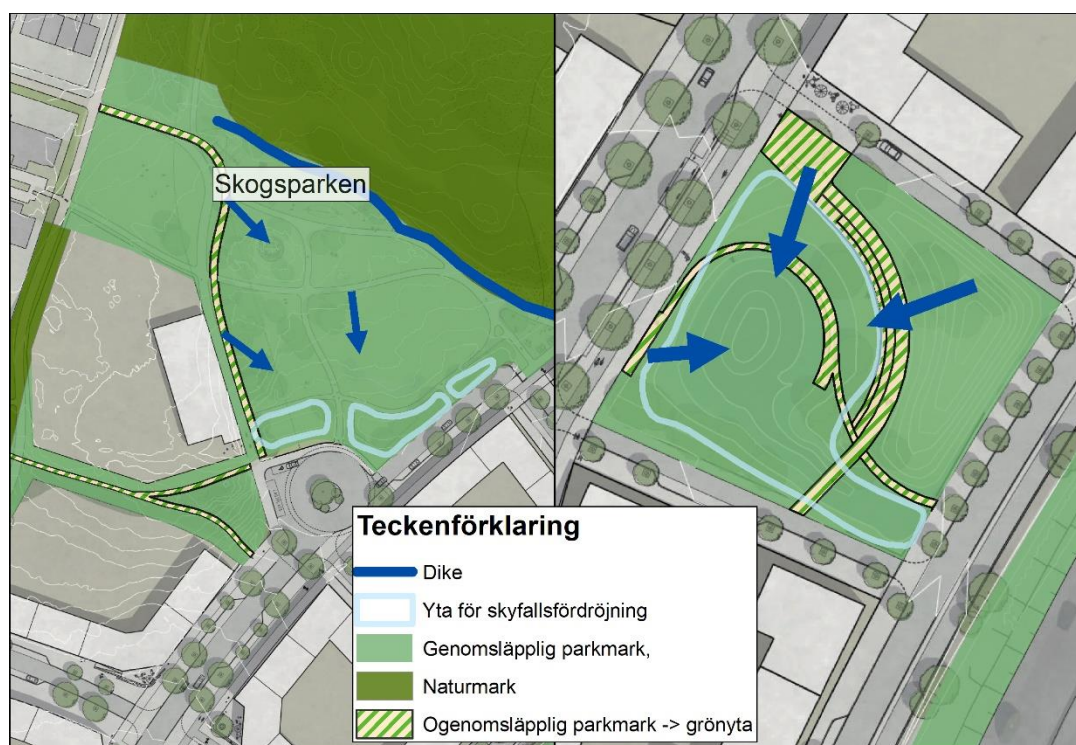
Tabell 15. Erforderlig fördröjningsvolym och åtgärdsyta, samt tillgänglig åtgärdsyta för avrinning från GC-banan i norra delen av planområdet.

	Reducerad area [ha]	Fördröjningsbehov [m ³]	Ytbehov gräsyta [m ²]	Tillgänglig yta [m ²]
GC Norr	0,08	15	187	Ca 1500

10.2 PARKER

Då parkerna till stor del består av gröna ytor finns där inget stort behov av dagvattenhantering. Det vatten som faller på gröna genomsläppliga ytor fördröjs och renas direkt i grönytorna. Avrinning uppstår från hårdgjorda lektyor och gångvägar och föreslås hanteras genom höjdsättning som avleder vattnet ut mot de gröna ytorna på bred front. Rening sker då genom filtrering i grönytorna som kan fånga upp en hög andel av de partikelbundna föroreningarna och genom att avskilja lösta föroreningar när vattnet infiltrerar i marken under grönytan (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a). Markens genomsläpplighet i parken är enligt SGU:s kartvisare (2021) låg eller medelhög (Figur 5). Det översta jordlagret bör vara mer genomsläppligt tack vare den vegetation som finns. Detta i kombination med att grönytorna är stora jämfört med de hårdgjorda parkytorna gör att infiltration som metod för dagvattenhantering ändå bedöms vara möjlig. Vid större regn då grönyternas infiltrationskapacitet överskrids och marken blir vattenmättad kommer vattnet att rinna vidare med trög avledning mot nedsänkta ytor som skapas för skyfallshantering (se avsnitt 11), där det fördröjs och genomgår ytterligare rening innan det dräneras till ledningsnätet. Den tröga avledningen över grönytorna renar dagvatten även i det fall att infiltrationsmöjligheterna är små. Gångvägar med kraftigare lutning kan lämpligtvis utformas med en ränna som leder vattnet mot de nedsänkta ytorna och skyddar parkmarken från erosion.

Avrinning från skogsområdet norr om Skogsparken avleds i ett befintligt dike som löper utmed skogskanten och som föreslås breddas i de östra delarna för att bättre hantera skyfallsflöden (avsnitt 11.3). Diket har liten lutning och tillåter infiltration. Vid vanliga regn är avrinningen från skogsmarken troligtvis liten och det vatten som når diket bör kunna infiltreras där. Vid kraftigare regn leds det vatten som inte infiltreras vidare enligt beskrivning i avsnitt 11.3.



Figur 22. Förslag till hantering av dagvatten i planområdets parker. Illustrationsplan från Program Bromstengluggen_utkast_220404, Nyréns.

Genomsläppliga och ogenomsläppliga parktyper har tillsammans ett fördröjningsbehov på 41 m³ för att uppnå åtgärdsnivån (Tabell 7). Vid fördröjning i gräsytor med dimensionering enligt Tabell 8 innebär detta ett behov av 518 m² gräsyta. Den genomsläppliga parkmarken är enligt plan totalt 6500 m², varav merparten är gröna ytor. Detta ger god marginal för fördröjning och rening enligt åtgärdsnivån

trots att all yta inte direkt kan jämföras med den grönyta som avses i beräkningsexemplet. Ovanstående jämförelse redogörs i Tabell 16 nedan.

Tabell 16. Erforderlig fördröjningsvolym och åtgärdsyta, samt tillgänglig åtgärdsyta för parkerna.

	Reducerad area [ha]	Fördröjningsbehov [m ³]	Ytbehov gräsyta [m ²]	Tillgänglig yta [m ²]
Genomsläpplig parkmark	0,13	26	327	-
Ogenomsläpplig parkmark	0,08	15	191	-
Totalt	0,21	41	518	6500

Då Vattenparken planeras med en permanent vattenspiegel i kontakt med grundvattnet (våtdamm) ligger delar av parken under, i nivå med eller mycket nära grundvattenytan. Här är markens möjligheter att infiltrera och magasinera dagvatten liten. Hur stora ytor som kommer att ha begränsad fördröjningsförmåga kommer att variera med grundvattennivåns variation. Dagvatten som inte kan infiltreras i grönytor kommer då i stället att avrinna till våtdammen. Genom den ytliga avrinningen över grönytor och uppehållstiden i dammen erhålls fortfarande fördröjning och rening av 20 mm för samtliga ytor, i enlighet med åtgärdsnivån.

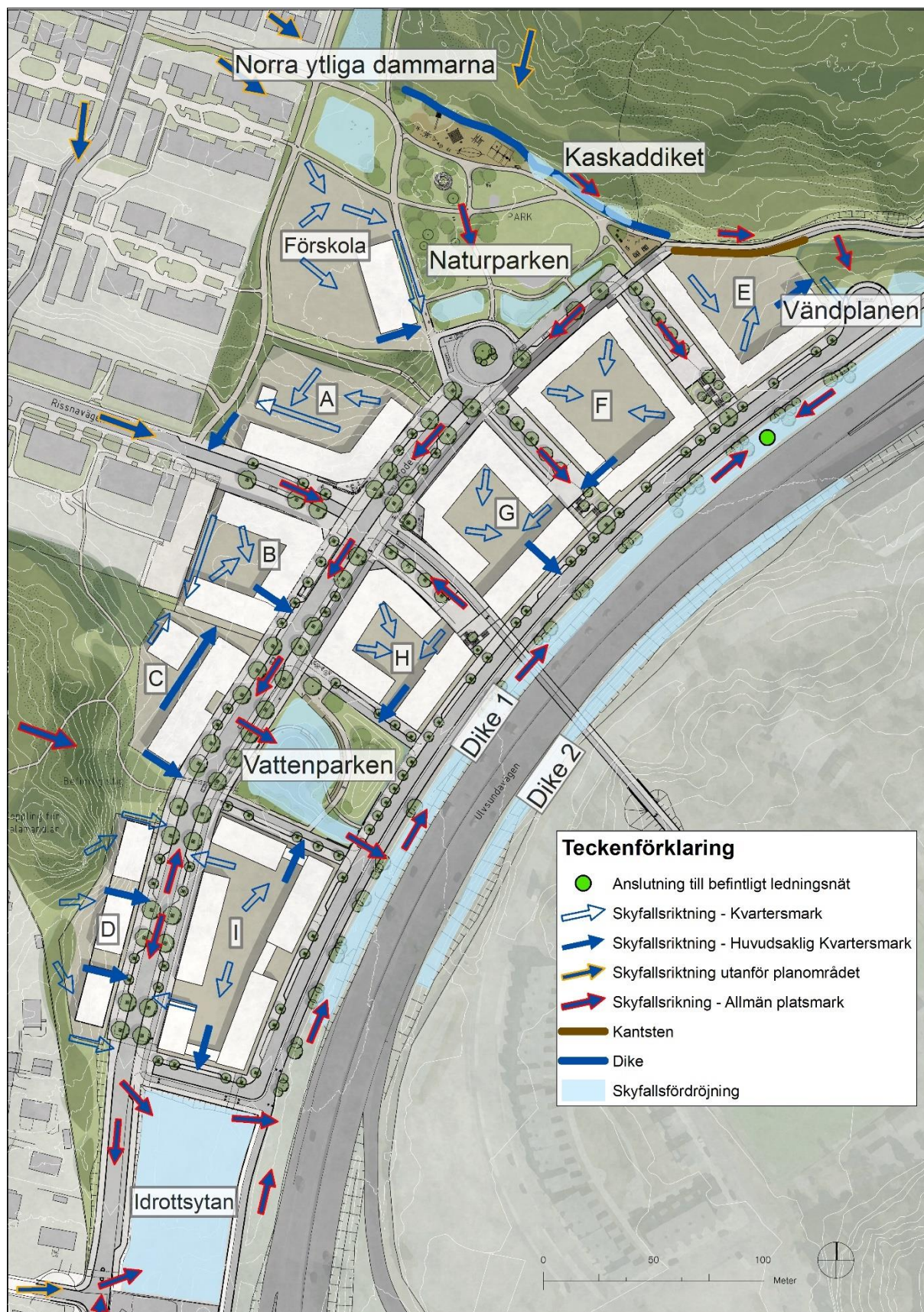
10.3 IDROTTSYTAN

Då det inte finns någon färdig plan för vad som ska byggas på idrottsytan har det inte heller tagits fram några konkreta förslag till dagvattenhantering. Ytan föreslås göras genomsläpplig, vilket minimerar avrinningen av dagvatten. Eventuella hårdgjorda ytor bör utformas så att de avvattnas till närliggande genomsläpplig yta. Vid förekomst av större hårdgjorda ytor bör det säkerställas att vattnet från dessa kan ledas ytligt på bred front över bevuxna genomsläppliga ytor där dagvattnet renas.

11 HANTERING AV SKYFALL

Då projektområdet är utsatt för översvämningsrisk och skyfallshanteringen har en central roll för möjligheten att genomföra exploateringen har en skyfallsutredning utförts, som presenteras i sin helhet i en separat rapport (*Bromstensgluggen Skyfallsanalys*, WSP 2022-08-26). Nedan beskrivs det koncept för skyfallshantering som tagits fram och i avsnitt 15 följer en sammanfattning av skyfallshanteringens konsekvenser, utifrån skyfallsutredningens resultat. De lösningar som presenteras avser att hantera skyfallsflöden som uppstår inom Stockholms stad. En diskussion kring hur flöden från Sundbybergs stad kan hanteras pågår mellan Stockholms stad, Sundbybergs stad, Stockholm Vatten och Avfall samt Sundbyberg Avfall & Vatten.

Generellt gäller för planområdet att byggnader bör placeras högre än kringliggande mark. Marken bör slutta bort från byggnader mot gatorna. Gatorna fungerar som leder för skyfallsavrinningen och ser till så att vattnet på ett säkert sätt når planområdets grönområden. Då området saknar en yttlig flödesväg ut från området skapas i stället stora fördröjningsvolymmer inom planområdet. Dessa håller kvar vattnet till dess att dagvattenledningssystemet har kapacitet nog att leda det vidare mot recipienten. Figur 23 visar en helhetsbild över skyfallshanteringen i planområdet och utpekade områden för skyfallshantering på allmän platsmark som beskrivs nedan. Mer detaljerad hantering av skyfall på kvartersmark beskrivs i separata dagvattenutredning för respektive kvarter.



Figur 23. Översikt och utpekade områden för skyfallshantering. Illustrationsplan från *Illustrationsplan helheten* 2022-06-22, Nyréns

11.1 NORRA YTLIGA DAMMAR

Längst norrut i området skapas två grönladda nedsänkta områden som torra dammar. Hit flödar vattnet från bostadsområdet i nordväst och från delar av skogsmarken norr om planområdet. Vid skyfall fylls dammarna med vatten, och i det fall fördröjningskapaciteten överskrids flödar vattnet vidare söderut genom Naturparken. Avrinningsområdet till den södra dammen är relativt litet och för att bättre ta tillvara dammarnas magasinsförmåga kan de därför kopplas samman så att den norra dammen bräddar till den södra.



Figur 24. Föreslagna dammar norr om Naturparken. Illustrationsplan från *Illustrationsplan helheten* 2022-06-22, Nyréns.

11.2 NATURPARKEN

I norra delen av planområdet, där natur och parkmark bevaras, skapas genom höjdsättning ett antal nedsänkta områden (Figur 25). Skyfallsflöden norrifrån leds till dessa, så att tillfälliga dammar uppstår. På så sätt fördröjs vattnet och avleds sedan långsamt till ledningsnätet när detta har tillräcklig kapacitet. I det fall att skyfallsvolymer överstiger dammarnas fördröjningsvolymer breddas vattnet och flödar söderut längs med Frodevägen.

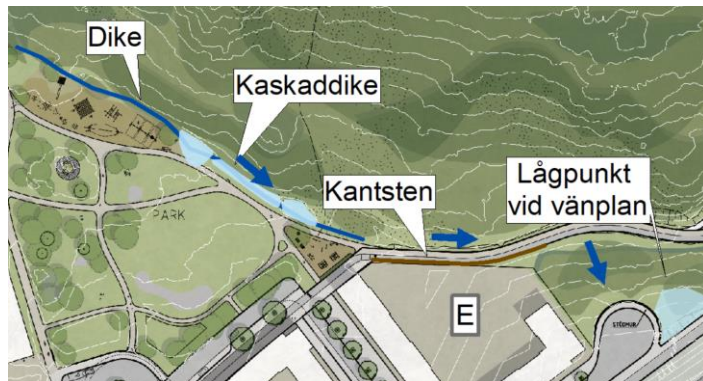


Figur 25. Planerade lågpunkter i Naturparken. Illustrationsplan från *Program Bromstensgluggen_utkast_220404*, Nyréns.

11.3 KASKADDIKET, KANTSTEN VID KVARTER E & VÄNDPLAN VID DIKESVÄGEN

Avrinning från skogsmarken norr om Naturparken hindras från att rinna ut över parken genom ett befintligt dike som löper utmed skogskanten (Figur 26). För att kunna hantera och fördröja större

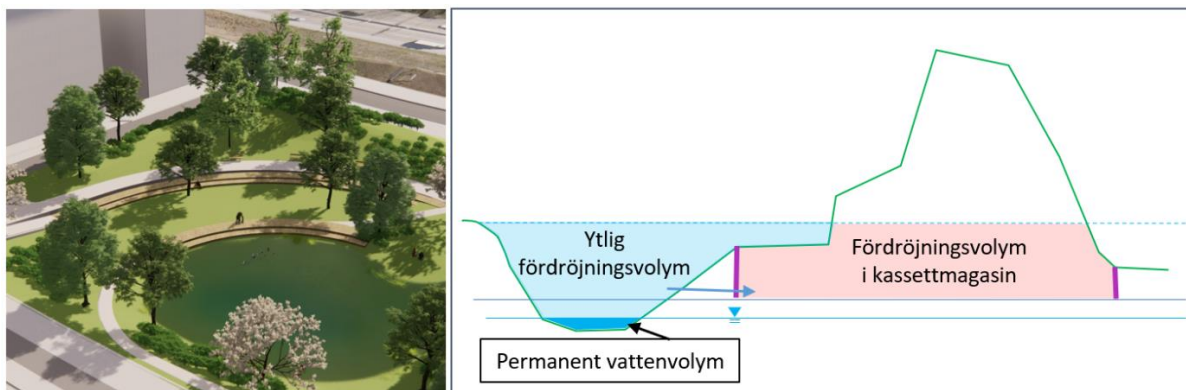
skyfallsflöden föreslås att diket breddas och att det förses med barriärer så att ett "kaskaddike" skapas där större volymer ansamlas innan vattnet flödar vidare till nästa nivå. Vidare österut rinner vattnet ut över planerad GC-bana, norr om kvarter E. GC-banan förses med kantsten för att hindra vattnet från att flöda in på kvartersmarken. I planområdets nordvästra hörn, vid Dikesvägens vändplan, utvidgas befintliga lågpunkter så att fördröjningsdammar för skyfall uppstår (Figur 26 och Figur 23). Lågpunkterna dräneras för att minimera risken att fördröjningsvolymen redan är full från tidigare nederbördstillfällen. I det fall avrinnande volymer är större än de fördröjningsvolymer som skapas kommer vattnet att flöda ut över vändplanen och vidare mot Diket utmed Ulvsundavägen.



Figur 26. Dike, kantsten och lågpunkter i norra delen av planområdet. Illustrationsplan från Program Bromstengluggen utkast_220404, Nyréns.

11.4 VATTENPARKEN

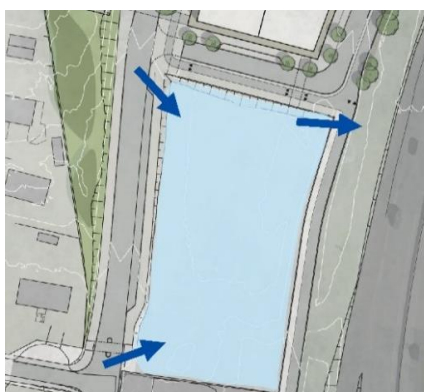
Skyfallsavrinning från planområdets centrala delar, från området väster om planområdet, samt eventuell breddning från Naturparken, avleds mot Vattenparken som är belägen mitt i planområdet. Vattenparken utformas med en lågpunkt i halva området, och en kulle i andra halvan (Figur 27). Botten av lågpunkten ligger under grundvattennivån och har därmed en permanent vattenspegel. Över denna vattenspegel finns en fördröjningsvolym där skyfallsvattnet ansamlas. I kullen föreslås anläggning av kassettmagasin för att skapa ytterligare magasineringsvolym. Samtidigt som lågpunkten fylls upp vid skyfall leds då även vatten in i kassettmagasinen. Ytterligare beskrivning av parkens utformning som skyfallslösning, samt beräkningar av ytlig- och kassettvolum återfinns i *Bromstengluggen Skyfallsanalys*, WSP 2022-08-26. Vid dimensionering och projektering av kassettmagasinen måste hänsyn tas till grundvattennivån i området, så att kassetterna anläggs över grundvattennivån. Parken utformas så att vattenvolymer som överskrider magasineringsförmågan breddas i sydöstra hörnet och rinner över Dikesvägen till Diket. Nivån vid bräddning är sådan att vattennivån inte blir högre än kringliggande gator.



Figur 27. T.v. illustration av Vattenparken (Program Bromstensgluggen_utkast_220404, Nyréns). T.h. systemskiss över fördröjningsvolymerna i Vattenparken.

11.5 IDROTTSYTAN

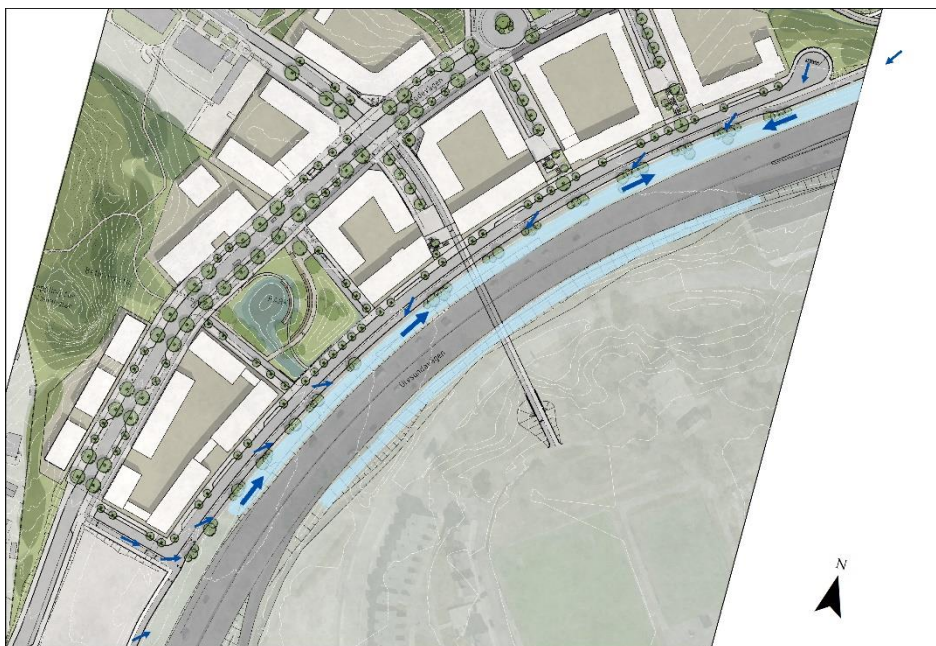
Södra delen av planområdet, samt ett större område sydväst om planområdet avrinner vid skyfall till Idrottsytan. Exakt utformning och användning av denna yta är inte klarlagd i detta skede, men ytan planeras som en nedsänkt multifunktionell yta som tillåts översvämmas vid skyfall. I det fall skyfallsvolymerna överstiger platsens fördröjningsvolym sker breddning mot Diket som planeras mellan Dikesvägen och Ulvsundavägen. Bräddningen konstrueras på en sådan nivå att vattennivån inte stiger högre än kringliggande gator. Ytan illustreras i Figur 28 med pilar som indikerar skyfallets flödesriktning och eventuell breddning. Exakt hur vattnet rinner in över ytan projekteras i ett senare skede och pilarna ska alltså bara tolkas som generella riktningar. Ytan bör utformas med genomsläppliga material.



Figur 28. Illustration av översvämningsbart område på Idrottsytan. Illustrationsplan från Program Bromstensgluggen_utkast_220404, Nyréns.

11.6 DIKE 1 & DIKE 2

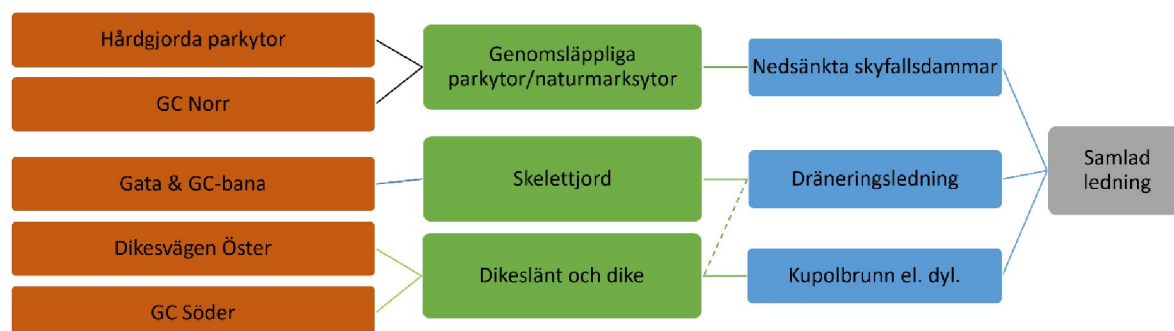
Planområdets lägre liggande delar, skyfallsflöden från Sundbyberg, samt vatten som breddar från övriga fördröjningsanläggningar, avleds till ett dike (Dike 1) som föreslås anläggas utmed Ulvsundavägen. Diket har fall mot områdets anslutningspunkt mot befintligt dagvattensystem (se avsnitt 10) och avvattnas där när tillräcklig kapacitet finns nedströms. Även på östra sidan av Ulvsundavägen utökas befintligt vägdikey så mycket så möjligt (Dike 2), så att vatten som inte ryms på västra sidan kan avledas till östra sidan. Hit rinner även vatten från Sundbyberg.



Figur 29. Illustration av dikena på västra och östra sidan av Ulvsundavägen. Illustrationsplan från *Illustrationsplan helheten* 2022-06.22, Nyréns.

12 HELHETSBILD AV DAGVATTENHANTERINGEN

Dagvatten som uppstår på allmän platsmark hanteras dels genom avledning till skelettjordar, dels genom avledning till gröna genomsläppliga ytor i parker och dike (Figur 30). I detta skede har ingen projektering av dagvattenledningar utförts, men ledningar bör placeras i planområdets större vägar för att omhänderta dagvatten från kvartersmark, samt dränering från skelettjordar och översvämningssytor. Ledningarna föreslås sammanstråla vid diket utmed Ulvsundavägen och anslutning till befintligt nät föreslås ske i norra delen av detta dike. Helhetsbild över planområdets dagvattenhantering presenteras i Figur 33 i avsnitt 14.



Figur 30. Översikt över föreslagen dagvattenhantering på allmän platsmark.

Då dagvattnet avleds till föreslagna lösningar uppstår en fördröjning av flödet. I enlighet med Stockholms stads beräkningsmetoder (Stockholms stad, 2017) har ett dimensionerande flöde beräknats där hänsyn tagits till denna fördröjning (Tabell 17). Flödet har beräknats genom att utöka regnets varaktighet med den tid det tar att fylla upp fördröjningsanläggningarna. Fyllnadstiden är beräknad till 26 minuter vid ett 10-årsregn utan klimattfaktor och 8 minuter vid ett 20-årsregn med klimattfaktor 1,25, vilket ger en total varaktighet på cirka 35 respektive 20 minuter. Observera att detta flöde är det maximala flödet endast i det fall att dagvattenanläggningarna är tomma vid nederbördstillfällets start. I det fall nederbörden börjar vid ett tillfälle då anläggningarna redan är uppfyllda erhålls i stället ett icke-fördröjt flöde.

Tabell 17. Dimensionerande flöden inom planområdets allmänna platsmark vid befintlig och planerad situation samt planerad situation med hänsyn tagen till fördröjning i dagvattenåtgärder.

INOM DP – Allmän platsmark	Reducerad area [ha]	10-årsflöde exklusive klimattfaktor [l/s]	20-årsflöde inklusive klimattfaktor [l/s]
Befintlig	1,89	430	676
Planerad	3,30	751	1181
Planerad med fördröjning åtgärder	3,30	343	782

Planområdets föroreningsbelastning med hänsyn tagit till föreslagen dagvattenhantering har beräknats i StormTac med utgångspunkt i de beräkningar som presenterats i avsnitt 7. Beräkningar för kvartersmark har utförts i separata dagvattenutredningar och en sammanslagning av hela planområdets föroreningsbelastning presenteras i steg 3 av denna rapport. Reningseffekter har erhållits genom tillägg av reningsanläggningarna *Översilningsyta* (för hantering i genomsläppliga parkytor/naturmarksytor samt dikeslänt och dike) och *Skelettkonstruktion* (för hantering i skelettjordar). Då projektet befinner sig i ett tidigt skede där exakt utformning av anläggningarna inte är fastställd och inte heller kan säkerställas, samt med anledning av de osäkerheter som finns vid modellering i StormTac, har defaultvärden för anläggningarnas uppbyggnad använts. För översilningsytan har en total yta på 11496 m² ansatts, vilket motsvarar den totala ytan som presenterat som tillgänglig yta i Tabell 14, Tabell 15 och Tabell 16 i avsnitt 10. Detta ger en stor yta per reducerad area och därmed

en god reningseffekt. För reningsanläggningen *Skelettkonstruktion* har arean anpassats (genom justering av regressionskonstanten) så att anläggningen kan fördröja 20 mm nederbörd från den reducerade arean. Detta anses vara det mått som kommer att säkerställas vid vidare projektering av skelettjordarna, medan utformning och area kan komma att ändras. Föroreningsbelastning och dagvattnets föroreningshalter för planerad situation med reningsåtgärder presenteras i Tabell 18 och Tabell 19, tillsammans med beräkning av skillnaden mot befintlig situation.

Respektive reningseffekt i de anläggningar som modellerats har, enligt StormTac, en relativ osäkerhet på kring 30%. Dessutom har ingående föroreningshalter en osäkerhet, som tidigare diskuterats i avsnitt 7. Detta ger en sammanvägd relativ osäkerhet på mellan 46 och 49% för föroreningshalterna och 40 och 44% för föroreningsmängderna, enligt resultatrapporterna från StormTac. Resultatet bör alltså tolkas med stor försiktighet. Om det finns en samstämmighet som visar att flertalet föroreningsparametrar förändras i samma riktning ökar sannolikheten av resultaten är rättvisande. Om förändringarna både är positiva och negativa är det svårare att dra säkra slutsatser. Förändringar som är mindre än 10% kan knappast tolkas som en förändring.

Resultatet av föroreningsberäkningarna (med åtgärder) visar att *halterna* i dagvattnet minskar för samtliga ämnen förutom kvicksilver. Uppskattningen av föroreningsmängder indikerar att fosfor ökar något, medan kväve minskar. Mängderna av koppar, kadmium, krom, nickel, lösta ämnen (SS) och BaP är oförändrade eller minskar/ökar något. Mängden bly, zink och PAH16 verkar minska, medan mängderna av kvicksilver och olja ökar. Bristen på samstämmighet mellan förändrad föroreningsmängd för olika ämnen tyder på att resultatet är osäkert.

Tabell 18. Beräknad uppskattning av föroreningsmängder vid befintlig situation och planerad situation med reningsåtgärder inom planområdets allmänna platsmark

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation med åtgärder	Skillnad planerad situation med åtgärder mot befintlig situation
Fosfor (P)	kg/år	1	1,3	30%
Kväve (N)	kg/år	13	11	-15%
Bly (Pb)	kg/år	0,066	0,05	-24%
Koppar (Cu)	kg/år	0,12	0,13	8%
Zink (Zn)	kg/år	0,32	0,18	-44%
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0033	0,0029	-12%
Krom (Cr)	kg/år	0,039	0,046	18%
Nickel (Ni)	kg/år	0,047	0,051	9%
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00011	0,00081	636%
Suspenderad substans (SS)	kg/år	430	460	7%
Olja	kg/år	2,1	2,9	38%
PAH16	kg/år	0,0028	0,001	-64%
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00012	0,00013	8%

Tabell 19. Beräknad uppskattning av föroreningshalter vid befintlig situation och planerad situation med reningsåtgärder inom planområdets allmänna platsmark

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation med åtgärder	Skillnad planerad situation med åtgärder mot befintlig situation
Fosfor (P)	µg/år	70	59	-16%
Kväve (N)	µg/år	840	480	-43%
Bly (Pb)	µg/år	4,4	2,2	-50%
Koppar (Cu)	µg/år	7,9	5,6	-29%
Zink (Zn)	µg/år	21	7,8	-63%
Kadmium (Cd)	µg/år	0,22	0,12	-45%
Krom (Cr)	µg/år	2,6	2	-23%
Nickel (Ni)	µg/år	3,1	2,2	-29%
Kvicksilver (Hg)	µg/år	0,0074	0,035	373%
Suspenderad substans (SS)	µg/år	29000	20000	-31%
Olja	µg/år	140	130	-7%
PAH16	µg/år	0,19	0,044	-77%
Benso(a)pyren (BaP)	µg/år	0,0078	0,0057	-27%

13 SAMMANFATTNING AV DAGVATTENHANTERINGEN

Föreslagen dagvattenhantering med avledning till skelettjordar och gröna genomsläppliga ytor fördröjer 20 mm regn med mer långtgående rening än sedimentation i enlighet med Stockholms stads åtgärdsnivå. Tillsammans med de åtgärder som föreslås för skyfallshantering lever planen upp till Stockholms stads mål för hållbar dagvattenhantering. Med hänsyn tagen till fördröjning i föreslagna dagvattenlösningar medför planen att flödet från allmän platsmark minskar vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor, men ökar vid ett 20-årsregn med klimatfaktor.

Föroreningsberäkningarna visar på en ökad föroreningsbelastning för vissa ämnen och en minskning för andra ämnen. Då det inte är en entydig ökning eller minskning av föroreningar bör resultatet betraktas som osäkert. Indikationen är ändå att områdets föroreningsbelastning ökar något, åtminstone avseende vissa ämnen. Detta är också vad som är att förvänta vid exploatering av naturmark, trots att åtgärder för dagvattenhantering sätts in. Ett resonemang kring hela planens föroreningsbelastning och dess påverkan på möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormer i recipienten Brunnsviken förs i avsnitt 16.

STEG 3 SLUTSATSER OCH SUMMERING AV FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING

Detta avsnitt syftar till att knyta samman föreslagen hantering av dagvatten och skyfall på allmän platsmark och kvartersmark. I Tabell 20 redogörs för de dagvattenutredningar som utförts för kvartersmark, och vilken version av dessa utredningar som legat till grund för den information som sammanställts. Kvarterens placering i planområdet redovisas i Figur 31.

Tabell 20. Dagvattenutredningar som utförts för kvartersmark inom detaljplanen, med datum på den version som legat till grund för information i denna rapport.

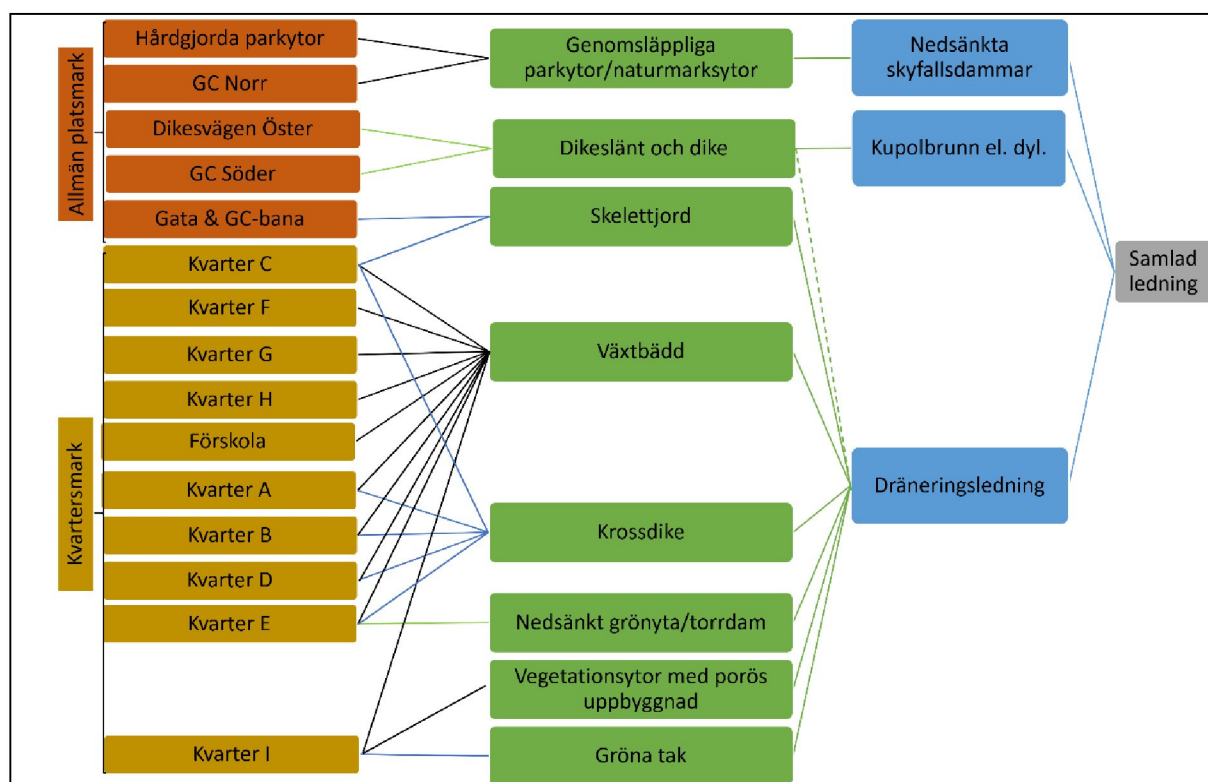
Referens	Byggaktör	Kvarter	Dokumentets namn	Versionsdatum
Afry (2022)	SISAB	Förskola	<i>PM Dagvatten förskola Bromstensgluggen_granskningshandling</i> 2022-04-11	2022-04-11
Marktema (2022)	Svenska Bostäder	I		2022-04-21
WSP (2022a)	Bonava	A & B	<i>Dagvattenutredning Bonava - Bromstensgluggen</i>	2022-04-08
WSP (2022b)	Svenska hem i Bromma	C & D	<i>Dagvattenutredning Svenska Hem - Bromstensgluggen</i>	2022-04-04
WSP (2022c)	Åke Sundvall	E & F	<i>Dagvattenutredning Åke Sundvall - Bromstensgluggen - Revidering 1</i>	2022-05-09
WSP (2022d)	Sveafastigheter	G & H	<i>Dagvattenutredning Sveafastigheter - Bromstensgluggen</i>	2022-04-06



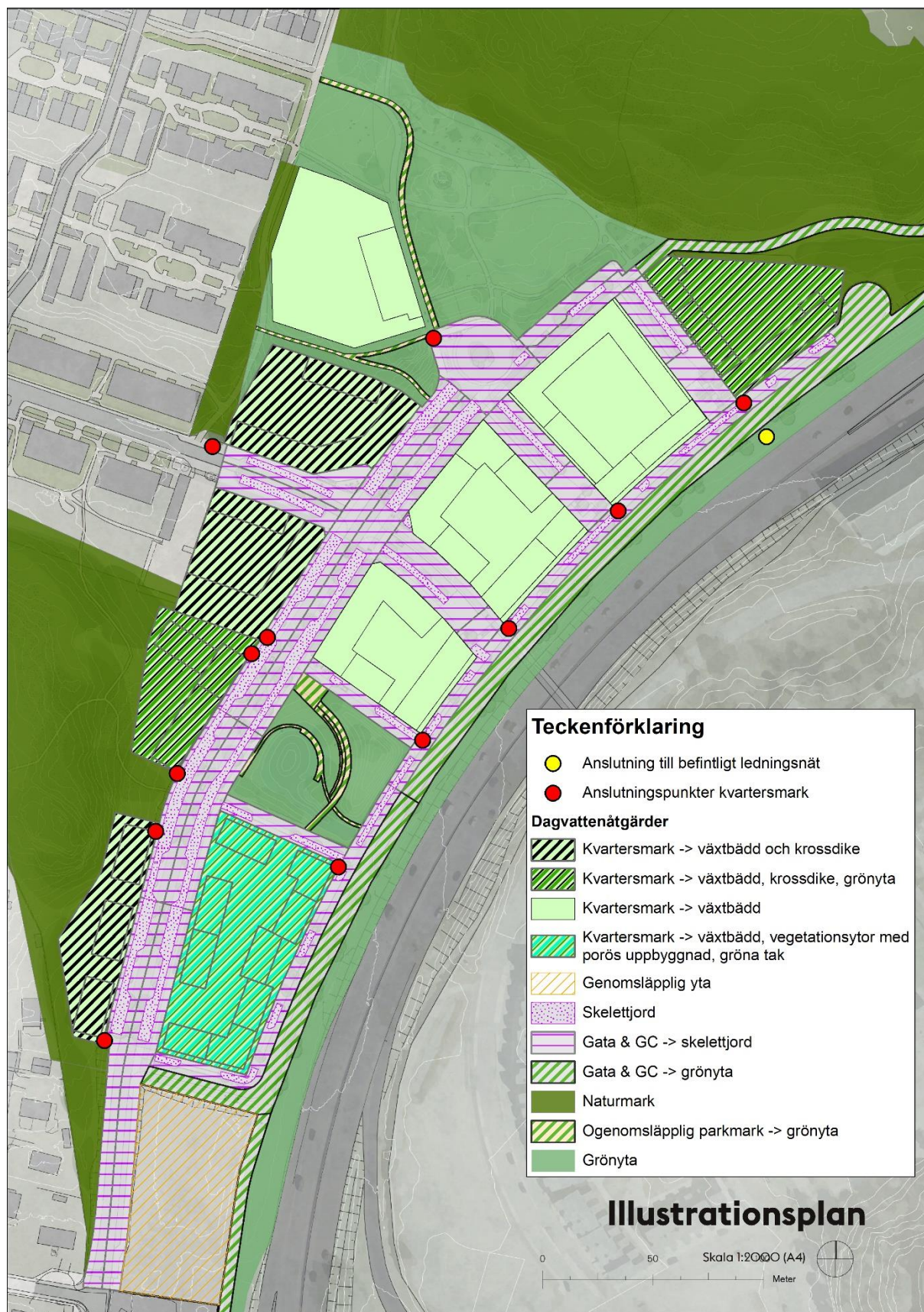
Figur 31. Översikt över planområdets kvarter med namn. Illustrationsplan från *Program Bromstensgluggen_utkast_220404*, Nyréns.

14 DAGVATTENHANTERING

Dagvatten som uppstår på allmän platsmark hanteras enligt beskrivning i avsnitt 10 genom fördröjning och rening i skelettjordar, dike och dikeslänt samt gröna parkytor. På kvartersmark föreslås dagvatten huvudsakligen tas omhand i växtbäddar, men även för vissa kvarter i krossdike, gröna gårdsytor och gröna tak. Stockholms stads åtgärdsnivån som föreskriver fördröjning och rening av 20 mm regn från alla hårdgjorda ytor uppfylls för hela planområdet. En sammanställning av hanteringen presenteras i Figur 32. I Figur 33 illustreras systemet som helhet, med föreslagna anslutningspunkter från kvartersmark till nytt dagvattenledningsnät. Utformning av dagvattenlösningar för respektive kvarter presenteras genom figurer i Bilaga A, där även en sammanställning av åtgärdsval, ytor och volym i föreslagna lösningar presenteras. I detta skede har projektering för dagvattenledningar på allmän platsmark inte påbörjats. Ledningar bör dock dras i planområdets större vägar för att möjliggöra anslutning av kvartersmark och skelettjordar.



Figur 32. Sammanställning av föreslagen dagvattenhantering i planområdet på allmän platsmark och kvartersmark.



Figur 33. Översiktsbild över förslag till dagvattenhantering i planområdet, med föreslagna anslutningspunkter till planområdets framtida ledningsnät samt till befintligt ledningsnät för dagvatten.

I dagvattenutredningar för kvartersmark har dimensionerande flöden vid olika återkomsttider beräknats. I Tabell 21 visas en sammanställning av de beräknade flödena, hämtat från respektive utredning. Då utredningarna till viss del valt att presentera olika flöden har summering av flödet endast gjorts för vissa återkomsttider. I avsnitt 16.1 presenteras en beräkning av hela planområdets flöden vid befintlig och planerad situation samt vid planerad situation då hänsyn tas till fördröjning enligt åtgärdsnivån.

Tabell 21. Sammanställning av flöden beräknade i respektive kvarters dagvattenutredning. Angivet år avser regnets återkomsttid, u står för utan, m står för med och kf står för klimatfaktor 1,25.

	10 år u kf	10 år m kf	20 år u kf	20 år m kf	30 år m kf	100 år u kf	100 år m kf
Befintlig							
A	24	30		38	43		
B	20	26		33	37		
C	22	27		34	39		
D	17	21		27	31		
E	25	31		39	44		
F	30	37		47	54		
G	28	35		44	50		
H	23	28		36	41		
I	19		24			41	
Förskola	9,7	12	12	15			
Totalt	218						
Planerad							
A	49	61		77	88		
B	45	56		71	81		
C	46	57		71	82		
D	34	42		53	61		
E	46	57		72	83		
F	66	82		103	118		
G	57	71		89	102		
H	49	61		76	87		
I		105		132			225
Förskola		51		64			
Totalt		643		808			
A	21	26		47	54		
B	30	38		69	79		
C	26	33		59	67		
D	22	27		50	57		
E	23	28		51	59		
F	21	26		47	54		
G	21	26		47	54		
H	16	20		36	41		
I		15					
Förskola	38	49	50	62			
Totalt		288					

15 SKYFALLSHANTERING

Generell princip för skyfallshanteringen är att vatten avleds från kvartersmark mot gator, vidare till de fördröjningsytor på allmän platsmark som beskrivits i avsnitt 11. Vattnet hamnar slutligen i diket utmed Ulvsundavägen, för att sedan efter regntillfallets slut avtappas till ledningsnätet. Systemet illustreras i Figur 23 i avsnitt 11. Kvartersmarken höjdsätts så att byggnader placeras tillräckligt högt för att skyddas från skyfallet, och så att vattnet kan flöda ut mot kringliggande gator utan att byggnaderna tar skada. Många av kvarteren har enligt utförda dagvattenutredningar utformats så att innergårdarna rymmer en viss volym av skyfallet innan vatten börjar rinna ut från gårdarna. Bräddning från gården sker på en lägre nivå än färdigt golv och entréer.

16 KONSEKVENSER AV FÖRÄNDRINGAR I PLANOMRÅDET

16.1 PÅVERKAN PÅ FLÖDE

I Tabell 22 presenteras totala flöden från planområdet för befintlig och planerad situation samt planerad situation med hänsyn till fördröjning enligt åtgärdsnivån. Fördröjt flöde har beräknats genom att utöka regnets varaktighet (10 minuter) med den tid det tar att fylla upp fördröjningsanläggningarna. Fyllnadstiden är beräknad till 26 minuter vid ett 10-årsregn utan klimatkfaktor och 8 minuter vid ett 20-årsregn med klimatkfaktor 1,25, vilket ger en total varaktighet på cirka 35 respektive 20 minuter. Summeringen är baserad på de reducerade areor som presenteras i respektive kvarters dagvattenutredning.

Resultatet visar att de planerade förändringarna inom planområdet medför en minskning av dimensionerande 10-årsflöde utan klimatkfaktor, om hänsyn tas till fördröjning i dagvattenanläggningar. Dimensionerande flöde vid ett 20-årsregn inklusive klimatkfaktor ökar dock från cirka 1000 l/s till cirka 1300 l/s. Då det i planarbetet pågår arbete med att skapa stora fördröjningsvolymmer för att magasinera vatten vid skyfall, finns det goda möjligheter att fördröja även dagvatten i högre grad än vad som föreslagits här om det är önskvärt. Denna möjlighet behöver dock utredas närmre i samband med projektering av dagvattenledningar då nivåer på dessa blir kända och bör ske i samråd med Stockholms Vatten och Avfall.

Tabell 22. Reducerad area och dimensionerande flöden för planområdet.

INOM DP	Reducerad area [ha]	10-årsflöde exklusive klimatkfaktor [l/s]	20-årsflöde inklusive klimatkfaktor [l/s]
<u>Befintlig</u>			
Allmän platsmark	1,89	430	676
Kvartersmark	1,10	252	396
Totalt	2,99	682	1072
<u>Planerad</u>			
Allmän platsmark	3,30	751	1181
Kvartersmark	2,43	554	871
Totalt	5,72	1305	2052
<u>Planerad med åtgärder</u>			
Allmän platsmark	3,30	343	782
Kvartersmark	2,43	253	576
Totalt	5,72	597	1358

16.2 PÅVERKAN PÅ FÖRORENINGSBELASTNING

Detaljplanens påverkan på områdets föroreningsbelastning har undersökts genom att summera föroreningsbelastningen från allmän platsmark med den som presenteras för respektive kvarter. Resultatet presenteras i Tabell 23 nedan. Observera att ingående osäkerheter i både markanvändningarnas föroreningsbidrag samt dagvattenanläggningarnas reningseffekter medför att resultatet och skillnader mellan befintlig och planerad situation ska tolkas med stor försiktighet. Den relativa osäkerheten för beräkningarna för allmän platsmark ligger kring 45%, och det är rimligt att anta att beräkningarna för kvartersmark har en osäkerhet i samma storleksordning. Om det finns en samstämmighet som visar att flertalet föroreningsparametrar förändras i samma riktning ökar sannolikheten för att resultaten är rättvisande. Om förändringarna både är positiva och negativa är det svårare att dra säkra slutsatser. Förändringar som är mindre än 10% kan knappt tolkas som en förändring.

Beräkningarna visar att det sker en ökning av belastning för vissa ämnen, men en minskning för andra ämnen, och denna brist på samstämmighet tyder på att resultatet är osäkert. För de ändringar där resultatet visar på en större förändring kan siffrorna ändå tolkas som en indikation på försämring eller förbättring. Med detta resonemang ses en minskad föroreningsbelastning avseende bly, zink och PAH16, och en ökad belastning av krom och kvicksilver. Kvicksilver är den parameter som har störst förändring.

Tabell 23. Beräknad uppskattning av föroreningsmängder vid befintlig situation och planerad situation med reningsåtgärder från hela planområdet.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation med åtgärder	Skillnad planerad situation med åtgärder mot befintlig situation
Fosfor (P)	kg/år	1,7	1,8	7%
Kväve (N)	kg/år	20	18	-13%
Bly (Pb)	kg/år	0,100	0,058	-42%
Koppar (Cu)	kg/år	0,20	0,17	-15%
Zink (Zn)	kg/år	0,48	0,23	-52%
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0048	0,0039	-20%
Krom (Cr)	kg/år	0,052	0,068	30%
Nickel (Ni)	kg/år	0,057	0,065	14%
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00018	0,00086	371%
Suspenderad substans (SS)	kg/år	671	542	-19%
Olja	kg/år	3,2	3,3	3%
PAH16	kg/år	0,0033	0,0015	-54%
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00018	0,00019	4%

I det lokala åtgärdsprogrammet för Brunnsviken (Stockholms stad, 2022) lyfts en minskad fosforbelastningen som en av de primära åtgärderna för förbättrad vattenkvalitet.

Föroreningsberäkningarna visar på en ökning av fosfor, men denna är så liten att den kan anses ligga inom beräkningarnas felmarginal.

Föroreningsberäkningarna visar på en ökad belastning av kvicksilver från planområdet.

Kvicksilverhalterna i Brunnsviken är höga och en reduktion är nödvändig för att nå miljökvalitetsmålen.

Kvicksilverföroreningar kommer till stor del från atmosfärisk deposition och en anledning till den ökade belastningen kan vara ökad årsavrinning. I det lokala åtgärdsprogrammet anges att källorna till kvicksilver behöver utredas närmre och därefter även lämpliga åtgärder för att minska belastningen. Det är alltså svårt att säga exakt vad som skapar den ökade belastningen av kvicksilver och vilken åtgärd som kan sättas in för att minska halterna i dagvattnet. Genom den dagvattenhantering som föreslås i planen efterlevs de riktlinjer som Stockholms stad har för nyexploatering och ytterligare åtgärder för minskning av kvicksilverbelastning får hanteras i genomförande av det lokala åtgärdsprogrammet.

Som helhet ger föroreningsberäkningarna indikationen att belastningen ökar något för vissa ämnen, vilket också är att förvänta vid exploatering av naturmark. Belastningsökningen är dock liten i förhållande till den totala belastningen på recipienten (0,04% för fosfor²) och kan för vissa ämnen begränsas ytterligare genom smarta materialval. Planen följer Stockholms stads dagvattenstrategi och den åtgärdsnivå som tagits fram, vilket lyfts som en av åtgärderna i det lokala åtgärdsprogrammet. Tanken med åtgärdsnivån är att om samtliga ny- och ombyggnationer tillämpar åtgärdsnivån kommer belastningen från vissa nybyggnationer att öka, medan belastningen från andra ny- och ombyggnationer minskar, vilket i kombination med samlade åtgärder som presenteras i det lokala åtgärdsprogrammet ger en minskad belastning på recipienterna. Inga av de åtgärder som föreslås i det lokala åtgärdsprogrammet ligger inom planområdet.

Sammanfattningsvis anses att planen med de åtgärder för dagvattenhantering som föreslås i denna utredning följer både Stockholms stads riktlinjer samt det lokala åtgärdsprogrammets intentioner för förbättrad kvalitet i Brunnsviken. Därmed bör de föreslagna förändringarna inte försämra möjligheterna till att på sikt nå god status i recipienten i enlighet med miljökvalitetsnormerna (MKN).

16.3 KONSEKVENSER VID SKYFALL

I den skyfallsutredning som utförts inom projektet (Bromstensgluggen Skyfallsanalys, WSP 2022-08-26) presenteras en jämförelse mellan avrinnande volymer och uppnådda fördröjningsvolymer i planområdet. I skyfallsutredningen har tre scenarier utretts; 100-årsregn utan avdrag, samt 100-årsregn med avdrag för ledningsnät med kapacitet för 10- och 20-årsregn. I Tabell 24. Jämförelse mellan de skyfallsvolymer och fördröjningsvolymer som erhålls i Bromstensgluggens avrinningsområde vid 30 mm nederbörd, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet med avdrag för 10-årsregn, presenteras en sammanfattning av jämförelsen för ett 100-årsregn med avdrag för 10-årsregn, vilket bedöms vara det mest sannolika scenariot för Bromstensgluggen. Utflödet motsvarar överskottsvolymer, och är beräknad utifrån samspel mellan fördröjningsvolymer i olika områden som avrinner till varandra, och är inte detsamma som skillnaden mellan skyfallsvolym och fördröjningsvolym. Det negativa utflödet för Bromstensgluggen motsvarar den fördröjningskapacitet som finns kvar i Dike 2, och som kan användas för fördröjning av flöde från Sundbyberg.

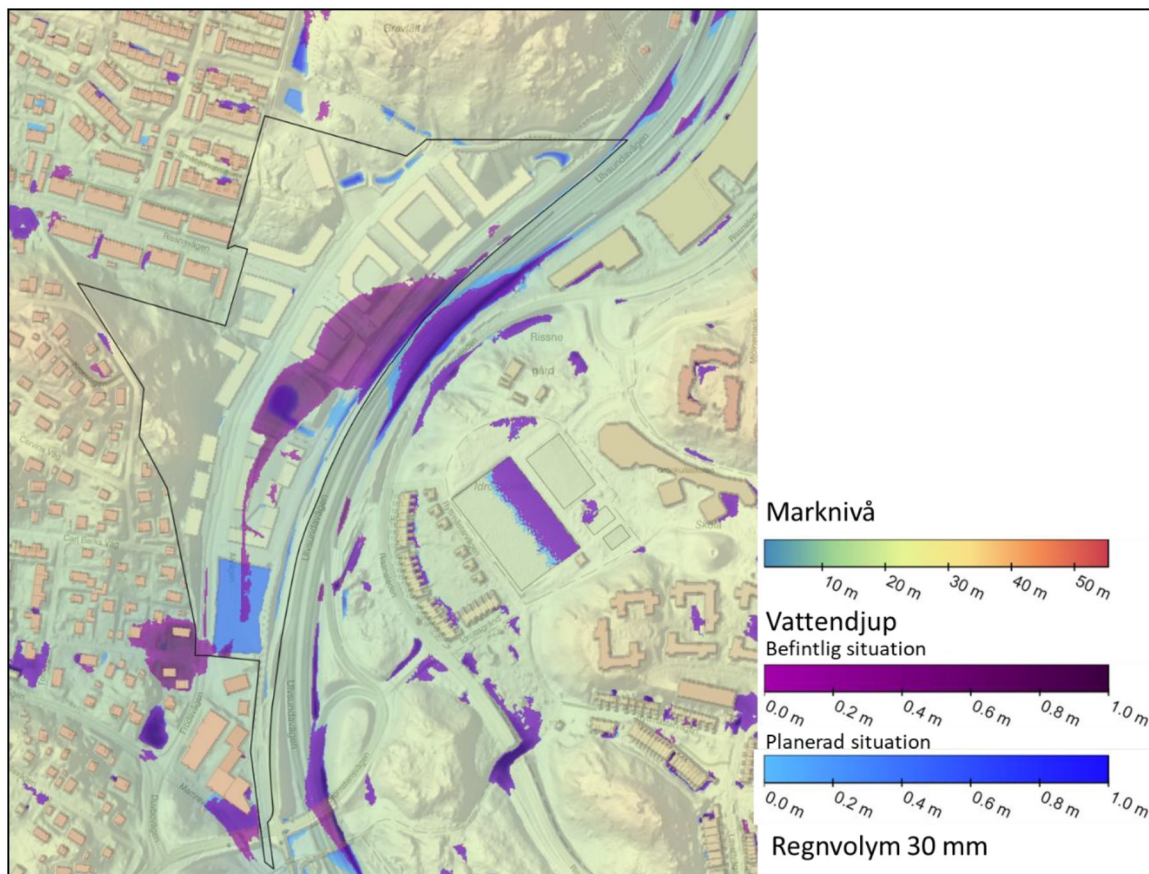
Tabell 24. Jämförelse mellan de skyfallsvolymer och fördröjningsvolymer som erhålls i Bromstensgluggens avrinningsområde vid 30 mm nederbörd, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet med avdrag för 10-årsregn.

Område	Skyfallsvolym m ³	Fördröjnings- volym m ³	(åtgärdsplats)	Utflöde m ³
Bromstensgluggen	6 369	6 613	Samtliga	-239
Sundbyberg	7 507	254	Dike 2	7258

² Recipientens belastning från land och atmosfärisk deposition är 0,3 ton fosfor/år (SMHI, 2022) och beräknad ökning av fosforbelastning till följd av föreslagen plan är 0,00011 ton fosfor/år.

Resultatet av föreslagen skyfallshantering är att de översvämmande ytorna inom planområdet kan begränsas till tilltänkta åtgärdsytor, med undantag för ett litet område på Dikesvägen (Figur 34). Översvämningsens utbredning minskar betydligt jämfört med befintlig situation.

Den översvämningsrisk som vid befintlig situation finns för Ulvsundavägen kvarstår även vid planerad situation, men beror då huvudsakligen på flöden från östra sidan av Ulvsundavägen. Detta flöde kan inte hanteras inom Bromstensgluggen utan skulle i stället behöva hanteras längre uppströms inom Sundbybergs kommun. En diskussion kring om och hur detta vatten ska hanteras pågår mellan Stockholms stad, Sundbybergs kommun, Stockholm Vatten och Avfall samt Sundbyberg Avfall och Vatten.



Figur 34. Översvämmande områden vid befintlig och planerad situation vid regnvolym 30 mm (Scalco Live).

17 BEHOV AV FORTSATT UTREDNING

Saker som behöver utredas vidare eller bevakas i fortsatt projektering sammanfattas nedan:

- Grundvattennivåer och dess förhållande till föreslagna skyfallslösningar, framför allt diket och de nedsänkta ytorna i Naturparken och vid Dikesvägens vändplan.
- Skelettjordarnas storlek och fördröjningsvolym behöver fortsätta bevakas när gatorna detaljprojekteras. Särskild uppmärksamhet bör läggas vid norra delen av Frodevägen och Rissnavägen där det med föreslagen utformning inte finns tillräckligt med volym.
- Dagvattenhanteringen för södra delen av Frodevägen, där inga skelettjordar finns projekterade i detta skede, behöver klarläggas.
- Dagvattenhantering för trapp-partierna mellan tvärgator och Dikesvägen.

- Hur avledning från körbanan vid östra delen av Dikesvägen, som vid nuvarande projektering sluttar bort från skelettjordarna, ska ske bör klargöras.
- Då planerna för Idrottsytan kommit längre behöver dessa synkas med de behov för skyfallsfördröjning som fastställts och ytans dagvattenhantering behöver klargöras.
- Skyfallshanteringen fortsätter utredas och kommer sedan att sammanfattas i denna rapport. I samband med detta bör dikets utformning (djup och slänter m.m.) klargöras ytterligare.

18 REFERENSER

Geosigma (2016). *Översiktlig geoteknisk beskrivning*.

Geosigma (2021). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning inom Bromstensgluggen*. 2021-11-17

Länsstyrelsen Stockholm (2022). *LstAB Länskarta Stockholms län—LST Potentiellt förorenade områden*.

<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183> [2021-11-10]

Miljöbarometern (2022). *Brunnsviken*.

<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/brunnsviken/indicators/> [2022-06-14]

ScalgoLive. <http://scalgo.com/live/>, [2021-09-02].

SGU (2021). *Kartvisare – Genomsläpplighet*. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>. [2021-11-10].

SMHI (2022). *SMHI Vattenwebb – Modelldata per område*. SE658507-162696 - Brunnsviken

Solna stad (2018). *Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken*.

Stockholms stad (1978). *Miljödataportalen - Byggnadsgeologisk 1978*.

<http://miljodataportal.stockholm.se/> [2021-09-01]

Stockholms stad (2015). *Dagvattenstrategi, Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.

Stockholms stad (2016a). *Dagvattenhantering, Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*.

Stockholms stad (2016b). *Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvarersmark i tät stadsbebyggelse*.

Stockholms stad. (2017). *PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*.

Stockholms stad (2018). *Miljödataportalen - Skyfall 2018, Maxdjup (svoa)*.

<http://miljodataportal.stockholm.se/> [2021-05-30]

Stockholms stad (2019). *Checklista till dagvattenutredning för planprogram och detaljplan*.

Stockholms stad (2021). *Miljödataportalen – Mälaren, 100-årsregn o Beräknad högsta nivå (Ist) och Bällstaån, Tyresån, Beräknad högsta flöde (Ist)*. <http://miljodataportal.stockholm.se/> [2021-05-30]

Stockholms stad (2022). *Lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken*. Diarienummer: Exos – Ärende 2020-18274 (stockholm.se). Slutversion: December 2021. [2022-05-30]

Stockholm Vatten och Avfall (2022a). *Infiltration i grönya*.

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf [2022-05-20]

Stockholm Vatten och Avfall (2022b). *Skelettjord*.

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf. [2022-05-20]

Structor (2017). *Dagvattenutredning för Spångadalen*.

Svenskt vatten (2016). Publikation P110 - *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

VISS (2022a). *Brunnsviken*. [2022-06-14]

VISS (2022b). *Råstasjön*. [2022-06-14]

WRS (2016). *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken*.

19 BILAGA A

Nedan följer en sammanställning av figurer som beskriver föreslagen dagvattenhantering för respektive kvarter. Figurer och figurtexter är hämtade i sin helhet från respektive dagvattenutredning, enligt Tabell A 1 nedan. I Tabell A 2 presenteras en sammanställning av areor och fördörjningsvolymen i föreslagna dagvattenåtgärder.

Tabell A 1. Dagvattenutredning som utförts för kvartersmark inom detaljplanen, med datum på den version som legat till grund för information i denna rapport.

Referens	Byggaktör	Kvarter	Dokumentets namn	Versionsdatum
Afry (2022)	SISAB	Förskola	<i>PM Dagvatten förskola Bromstensgluggen_granskningshandling2022-04-11</i>	2022-04-11
Marktema (2022)	Svenska Bostäder	I		2022-04-21
WSP (2022a)	Bonava	A & B	<i>Dagvattenutredning Bonava - Bromstensgluggen</i>	2022-04-08
WSP (2022b)	Svenska hem i Bromma	C & D	<i>Dagvattenutredning Svenska Hem - Bromstensgluggen</i>	2022-04-04
WSP (2022c)	Åke Sundvall	E & F	<i>Dagvattenutredning Åke Sundvall - Bromstensgluggen - Revidering 1</i>	2022-05-09
WSP (2022d)	Sveafastigheter	G & H	<i>Dagvattenutredning Sveafastigheter - Bromstensgluggen</i>	2022-04-06

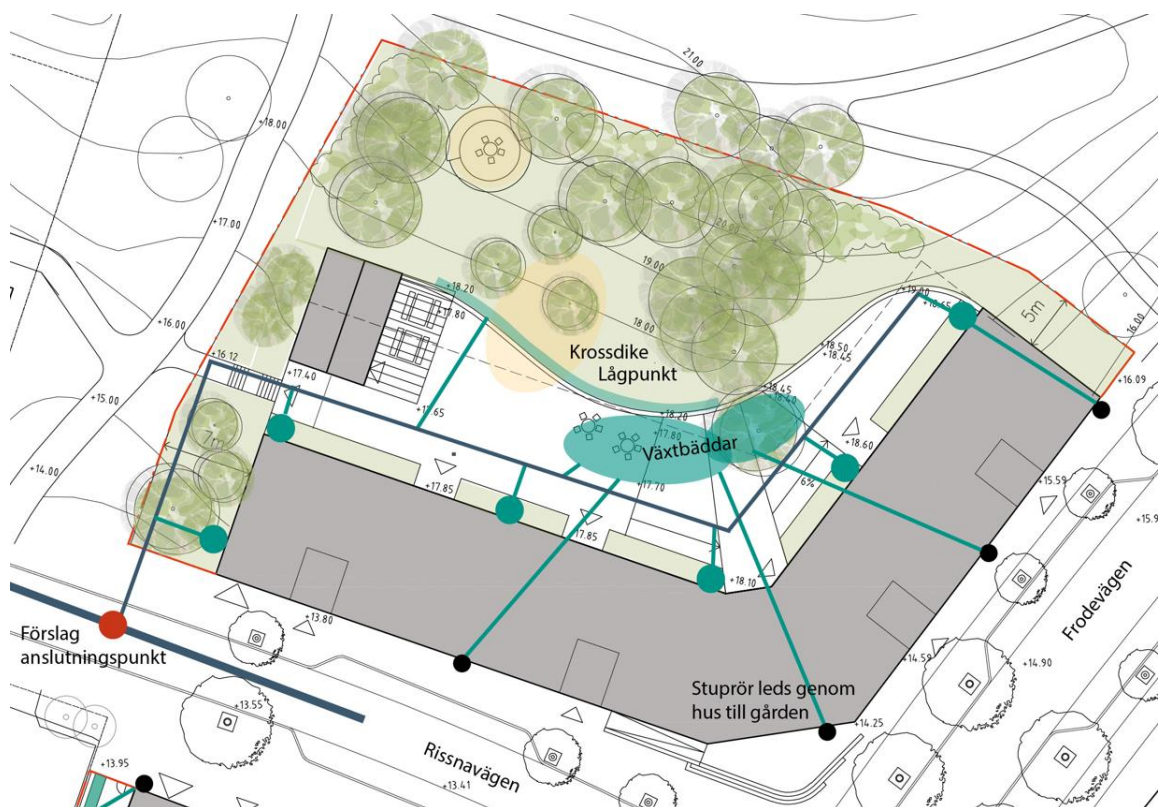
19.1 VALDA ÅTGÄRDER KVARTERSMARK

Tabell A 2 visar sammanställning av valda åtgärder per kvarter, vilken yta som föreslås och volym som uppnås i denna yta.

Tabell A 2. Sammanställning av kvartersmarkens förslag till åtgärder för dagvatten.

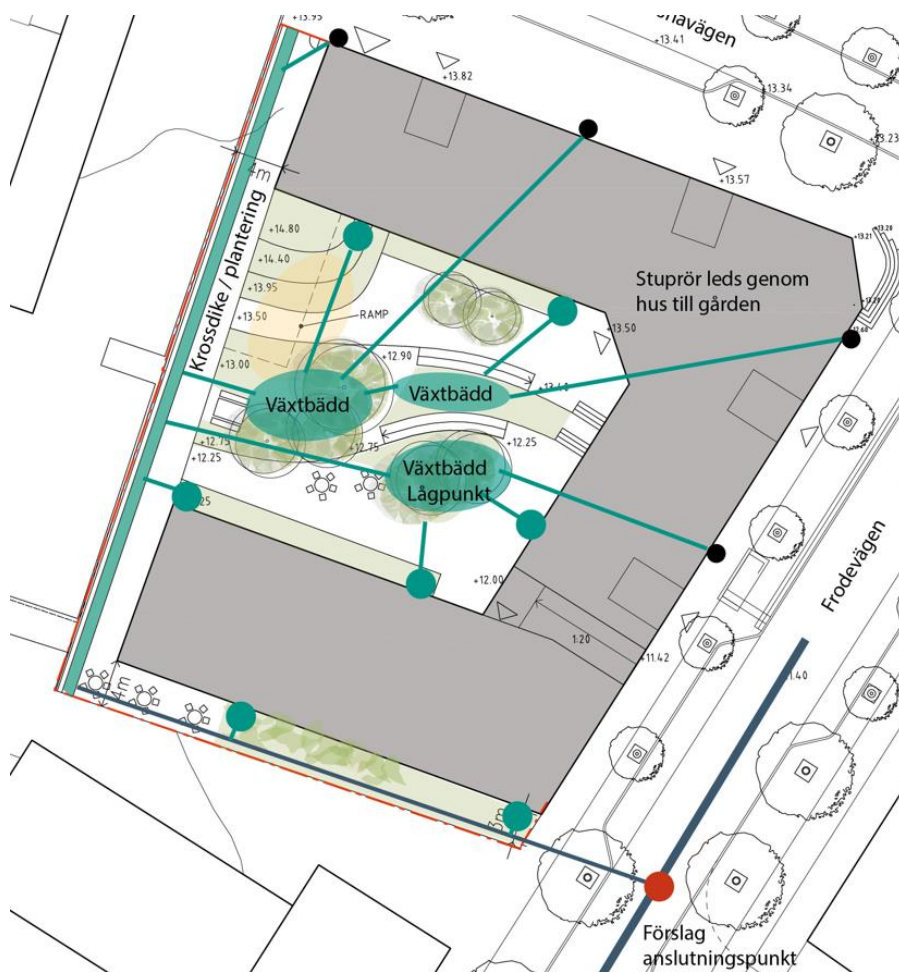
			Ytbehov [m2]					Volym som ryms i lösningen [m3]					
Kvarter	Reducerad area [ha]	Erforderlig fördröjningsvolym [m3]	Nedsänkt				Gröna tak 60-80 mm substrat	Vegetationsytor m porös uppbyggnad	Nedsänkt				Summa volym [m3]
			Växtbädd	Skelettjord	grönyta/torrdamm	Krossdike			Växtbädd	Skelettjord	grönyta/torrdamm	Krossdike	
E	0.2	40	158		30	24			29		8	4	40
F	0.29	58	316						57				57
G	0.25	50	274						50				50
H	0.21	43	234						43				43
A	0.21	43	125				30		36			8	43
B	0.2	39	185				10		37			3	40
C	0.2	40	120	19			10		34	3		3	40
D	0.15	30	52				59		15			15	30
I	0.37	74	205				210	900	31			2	45
Förskola	0.18	39	180						39				39

19.2 KVARTER A



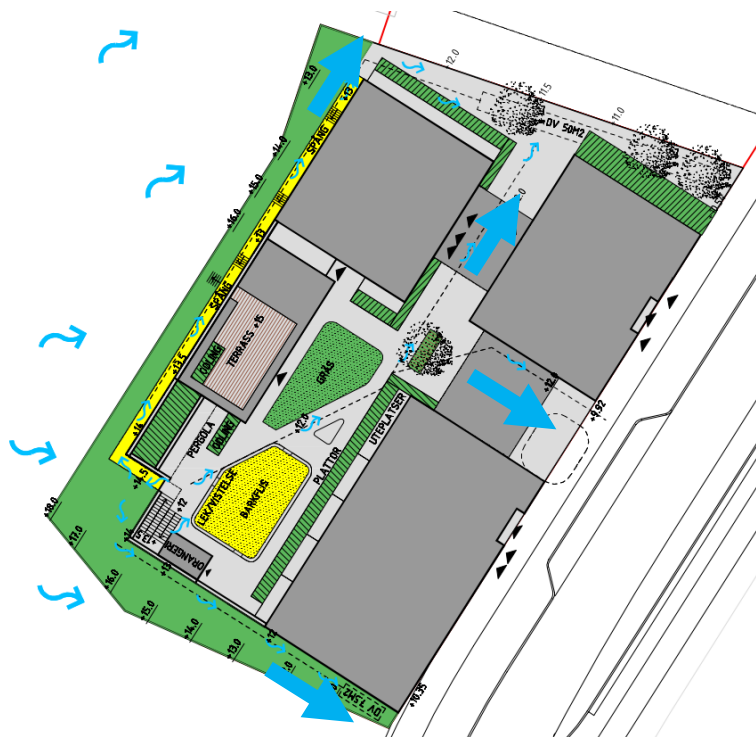
Figur A 1. Illustration över kvarter A (Bonava, 2022b). Planerad markanvändning och föreslagna dagvattenåtgärder. Växtbädd markeras med grönyta på innergården och i västra delen. Gröna prickar markerar växtbäddar i anslutning till stuprör och plantering. Svarta prickar markerar stuprör, där dagvatten behöver ledas genom byggnaden.

19.3 KVARTER B



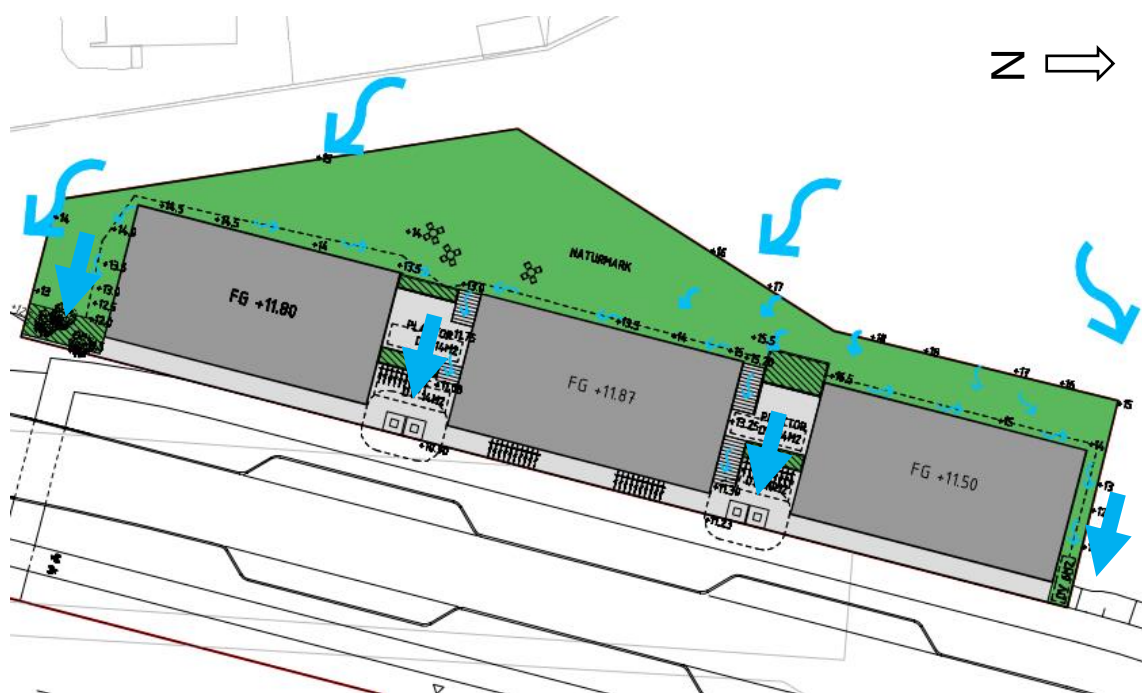
Figur A 2. Illustration över kvarter B (Bonava, 2022b). Planerad markanvändning och föreslagna dagvattenåtgärder. Växtbädd markeras med grönyta på innergården. Gröna prickar markerar växtbäddar i anslutning till stuprör och plantering. Svarta prickar markerar stuprör som behöver ledas genom byggnaden. Den svarta streckade linjen markerar källarplanets utbredning under hela gården.

19.4 KVARTER C



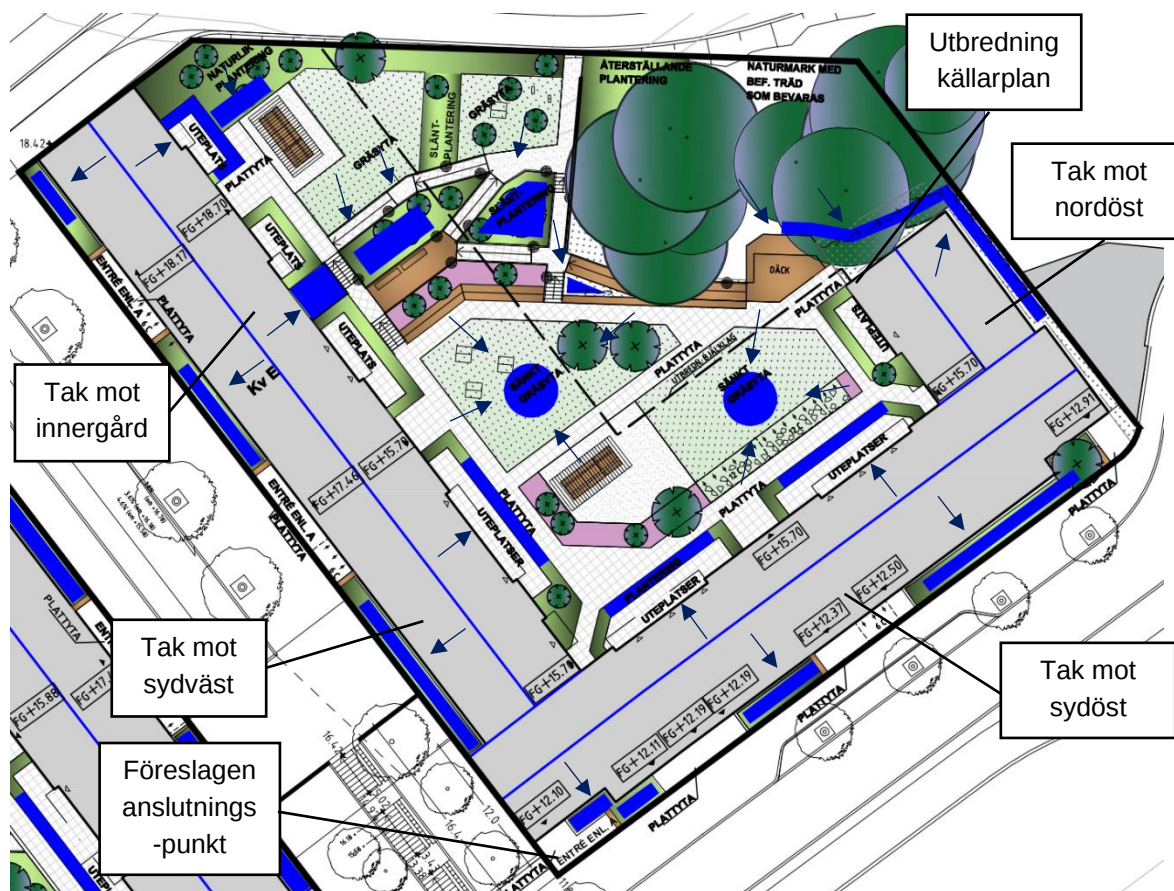
Figur A 3. Planerad markanvändning och ytliga flödesvägar (markerade i blått) för norra kvarteret (Outer Space arkitekter, 2022).

19.5 KVARTER D



Figur A 4. Planerad markanvändning och ytliga flödesvägar (markerade i blått) för norra kvarteret (Outer Space arkitekter, 2022).

19.6 KVARTER E



Figur A 5. Planerad markanvändning, ungefärligt ytbehov för dagvattenåtgärder i blått. Blå pilar visar vilka ytor som föreslås avledas till respektive åtgärd.

This architectural site plan illustrates a residential development with a central green courtyard. The plan is oriented with North at the top. Various roof types are indicated by color-coding: blue for 'Tak mot nordväst' (Northwest roof), pink for 'Tak mot nordöst' (Northeast roof), green for 'Tak mot sydväst' (Southwest roof), and yellow for 'Tak mot sydöst' (Southeast roof). The plan also shows a 'Portik' (Porch) and a 'Föreslagen anslutningspunkt' (Proposed connection point). The central area is labeled 'MÄRKGÅRDA' and 'MÄRKGÅRDA 2'. The plan includes numerous labels for 'PLATTA' (slab) and 'Kv' (quadrant) throughout the development.

Tak mot nordväst
(Frodevägen)

Tak mot nordöst

Tak mot sydväst

Portik

Föreslagen anslutningspunkt

Tak mot sydöst

Tak mot innergården

Figur A 6. Planerad markanvändning, ungefärligt ytbehov för dagvattenåtgärder i blått. Blå pilar visar vilka ytor som föreslås avledas till respektive åtgärd.

The site plan illustrates a residential development with several building footprints and courtyards. The plan is oriented with 'Norra gatan' (North Street) at the top and 'Brogatan' (Bro Street) at the bottom. A central area is labeled 'KV. G'. The plan includes numerous elevation points, such as +13.5, +13.4, +13.3, +13.2, +13.1, +13.0, +12.75, +12.5, +12.0, +11.5, +11.0, +10.5, +10.0, +9.5, +9.0, +8.5, +8.0, +7.5, +7.0, +6.5, +6.0, +5.5, +5.0, +4.5, +4.0, +3.5, +3.0, +2.5, +2.0, +1.5, +1.0, +0.5, +0.0, -0.5, -1.0, -1.5, -2.0, -2.5, -3.0, -3.5, -4.0, -4.5, -5.0, -5.5, -6.0, -6.5, -7.0, -7.5, -8.0, -8.5, -9.0, -9.5, -10.0, -10.5, -11.0, -11.5, -12.0, -12.5, -13.0, -13.5, -14.0, -14.5, -15.0, -15.5, -16.0, -16.5, -17.0, -17.5, -18.0, -18.5, -19.0, -19.5, -20.0, -20.5, -21.0, -21.5, -22.0, -22.5, -23.0, -23.5, -24.0, -24.5, -25.0, -25.5, -26.0, -26.5, -27.0, -27.5, -28.0, -28.5, -29.0, -29.5, -30.0, -30.5, -31.0, -31.5, -32.0, -32.5, -33.0, -33.5, -34.0, -34.5, -35.0, -35.5, -36.0, -36.5, -37.0, -37.5, -38.0, -38.5, -39.0, -39.5, -40.0, -40.5, -41.0, -41.5, -42.0, -42.5, -43.0, -43.5, -44.0, -44.5, -45.0, -45.5, -46.0, -46.5, -47.0, -47.5, -48.0, -48.5, -49.0, -49.5, -50.0, -50.5, -51.0, -51.5, -52.0, -52.5, -53.0, -53.5, -54.0, -54.5, -55.0, -55.5, -56.0, -56.5, -57.0, -57.5, -58.0, -58.5, -59.0, -59.5, -60.0, -60.5, -61.0, -61.5, -62.0, -62.5, -63.0, -63.5, -64.0, -64.5, -65.0, -65.5, -66.0, -66.5, -67.0, -67.5, -68.0, -68.5, -69.0, -69.5, -70.0, -70.5, -71.0, -71.5, -72.0, -72.5, -73.0, -73.5, -74.0, -74.5, -75.0, -75.5, -76.0, -76.5, -77.0, -77.5, -78.0, -78.5, -79.0, -79.5, -80.0, -80.5, -81.0, -81.5, -82.0, -82.5, -83.0, -83.5, -84.0, -84.5, -85.0, -85.5, -86.0, -86.5, -87.0, -87.5, -88.0, -88.5, -89.0, -89.5, -90.0, -90.5, -91.0, -91.5, -92.0, -92.5, -93.0, -93.5, -94.0, -94.5, -95.0, -95.5, -96.0, -96.5, -97.0, -97.5, -98.0, -98.5, -99.0, -99.5, -100.0, -100.5, -101.0, -101.5, -102.0, -102.5, -103.0, -103.5, -104.0, -104.5, -105.0, -105.5, -106.0, -106.5, -107.0, -107.5, -108.0, -108.5, -109.0, -109.5, -110.0, -110.5, -111.0, -111.5, -112.0, -112.5, -113.0, -113.5, -114.0, -114.5, -115.0, -115.5, -116.0, -116.5, -117.0, -117.5, -118.0, -118.5, -119.0, -119.5, -120.0, -120.5, -121.0, -121.5, -122.0, -122.5, -123.0, -123.5, -124.0, -124.5, -125.0, -125.5, -126.0, -126.5, -127.0, -127.5, -128.0, -128.5, -129.0, -129.5, -130.0, -130.5, -131.0, -131.5, -132.0, -132.5, -133.0, -133.5, -134.0, -134.5, -135.0, -135.5, -136.0, -136.5, -137.0, -137.5, -138.0, -138.5, -139.0, -139.5, -140.0, -140.5, -141.0, -141.5, -142.0, -142.5, -143.0, -143.5, -144.0, -144.5, -145.0, -145.5, -146.0, -146.5, -147.0, -147.5, -148.0, -148.5, -149.0, -149.5, -150.0, -150.5, -151.0, -151.5, -152.0, -152.5, -153.0, -153.5, -154.0, -154.5, -155.0, -155.5, -156.0, -156.5, -157.0, -157.5, -158.0, -158.5, -159.0, -159.5, -160.0, -160.5, -161.0, -161.5, -162.0, -162.5, -163.0, -163.5, -164.0, -164.5, -165.0, -165.5, -166.0, -166.5, -167.0, -167.5, -168.0, -168.5, -169.0, -169.5, -170.0, -170.5, -171.0, -171.5, -172.0, -172.5, -173.0, -173.5, -174.0, -174.5, -175.0, -175.5, -176.0, -176.5, -177.0, -177.5, -178.0, -178.5, -179.0, -179.5, -180.0, -180.5, -181.0, -181.5, -182.0, -182.5, -183.0, -183.5, -184.0, -184.5, -185.0, -185.5, -186.0, -186.5, -187.0, -187.5, -188.0, -188.5, -189.0, -189.5, -190.0, -190.5, -191.0, -191.5, -192.0, -192.5, -193.0, -193.5, -194.0, -194.5, -195.0, -195.5, -196.0, -196.5, -197.0, -197.5, -198.0, -198.5, -199.0, -199.5, -200.0, -200.5, -201.0, -201.5, -202.0, -202.5, -203.0, -203.5, -204.0, -204.5, -205.0, -205.5, -206.0, -206.5, -207.0, -207.5, -208.0, -208.5, -209.0, -209.5, -210.0, -210.5, -211.0, -211.5, -212.0, -212.5, -213.0, -213.5, -214.0, -214.5, -215.0, -215.5, -216.0, -216.5, -217.0, -217.5, -218.0, -218.5, -219.0, -219.5, -220.0, -220.5, -221.0, -221.5, -222.0, -222.5, -223.0, -223.5, -224.0, -224.5, -225.0, -225.5, -226.0, -226.5, -227.0, -227.5, -228.0, -228.5, -229.0, -229.5, -230.0, -230.5, -231.0, -231.5, -232.0, -232.5, -233.0, -233.5, -234.0, -234.5, -235.0, -235.5, -236.0, -236.5, -237.0, -237.5, -238.0, -238.5, -239.0, -239.5, -240.0, -240.5, -241.0, -241.5, -242.0, -242.5, -243.0, -243.5, -244.0, -244.5, -245.0, -245.5, -246.0, -246.5, -247.0, -247.5, -248.0, -248.5, -249.0, -249.5, -250.0, -250.5, -251.0, -251.5, -252.0, -252.5, -253.0, -253.5, -254.0, -254.5, -255.0, -255.5, -256.0, -256.5, -257.0, -257.5, -258.0, -258.5, -259.0, -259.5, -260.0, -260.5, -261.0, -261.5, -262.0, -262.5, -263.0, -263.5, -264.0, -264.5, -265.0, -265.5, -266.0, -266.5, -267.0, -267.5, -268.0, -268.5, -269.0, -269.5, -270.0, -270.5, -271.0, -271.5, -272.0, -272.5, -273.0, -273.5, -274.0, -274.5, -275.0, -275.5, -276.0, -276.5, -277.0, -277.5, -278.0, -278.5, -279.0, -279.5, -280.0, -280.5, -281.0, -281.5, -282.0, -282.5, -283.0, -283.5, -284.0, -284.5, -285.0, -285.5

Figur A 7. Planerad markanvändning, höjder och ytliga flödesvägar (markerade i blått) för kvarter G (White, 2022c). De mindre pilarna visar avledning vid mindre regn till föreslagna dagvattenåtgärder. Fet, blå pil markerar möjlig bräddning vid skyfall.

19.9 KVARTER H



Figur A 8. Planerad markanvändning och ytliga flödesvägar (markerade i blått) för kvarter H (White, 2022c). De mindre pilarna visar avledning vid mindre regn till föreslagna dagvattenåtgärder. Fet, blå pil markerar möjlig brädning vid skyfall.

[illegible]

Figur A 9. Översikt dagvattenhantering kvarter I. (Bilaga 1, Marktema, 2022)

19.11 FÖRSKOLA



Figur A 10. Översikt av dagvattenhanteringen. Placering av växtbäddar utgår från skisser från landskapsarkitekt. (Afry, 2022)

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

