


Dagvattenutredning för fastigheten Tornö 2 i Farsta, Stockholms kommun



Geosigma AB

2020-05-13

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Jonas Olofsson	Uppdragsnr: 605921	Grp nr: 20033	Version: 1	Antal Sidor: 35	Antal Bilagor: 2	
Beställare: Tengbom	Beställares referens: Anders Brandstedt		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning för fastigheten Tornö 2 i Farsta, Stockholms kommun						
Författad av: Aiste Girleviciute					Datum: 2019-05-11	
Granskad av: Jonas Olofsson					Datum: 2019-05-13	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Det pågår arbete med en detaljplan för att möjliggöra byggnation av en ny förskola öster om Brunskogsbacken och norr om Ullerudsbacken. Den nya förskolan ska ersätta en befintlig förskola inom området. I samband med detaljplanarbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur ombyggnationen påverkar dagvattenbildningen, samt vilka åtgärder för fördröjning och rening som bör tillämpas i samband med detta.

Området består till stor del av berg i dagen och jorddjupet varierar mellan ytligt berg och minst 2 m djup. Den naturliga möjligheten till infiltration varierar lokalt inom området på grund av detta. Området består av berg och dagvatten som inte infiltreras avrinner mot flacka gräsytor i söder och i väster samt mot ett bostadsområde öster och norr om området. Dagvattnet samlas i brunnar och färdas vidare i kommunala dagvattenledningar till recipienten Magelungen.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, medför en ökning av dimensionerande dagvattenflöde med cirka 26 % och en ökning av årsmedelflödet med cirka 4 %. För att skapa en fungerande dagvattenhantering som uppfyller reningskraven enligt Stockholms stads dagvattenstrategi och som inte leder till en ökad belastning på dagvattennätet föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från hårdgjorda ytor leds till regnbäddar för rening och fördröjning.
- Sammanlagd erforderlig utjämningsvolym i dessa anläggningar ska uppgå till 30 m³.
- Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning under minst 12 h enligt ovan nämnda riktlinjer.
- Enligt den planerade framtida höjdsättningen avrinner överskottsvatten vid särskilt kraftiga regn bort från byggnaden. Det är viktigt att omkringliggande mark ligger lägre än byggnaden för så att vatten inte riskerar att bli stående mot fasaden. De stora sekundära avrinningsvägarna är Brunskogsbacken i väster och Ullerudsbacken i söder.

Med dessa åtgärder minskar flödes- och föroreningsbelastning på ledningar och recipienten Magelungen.

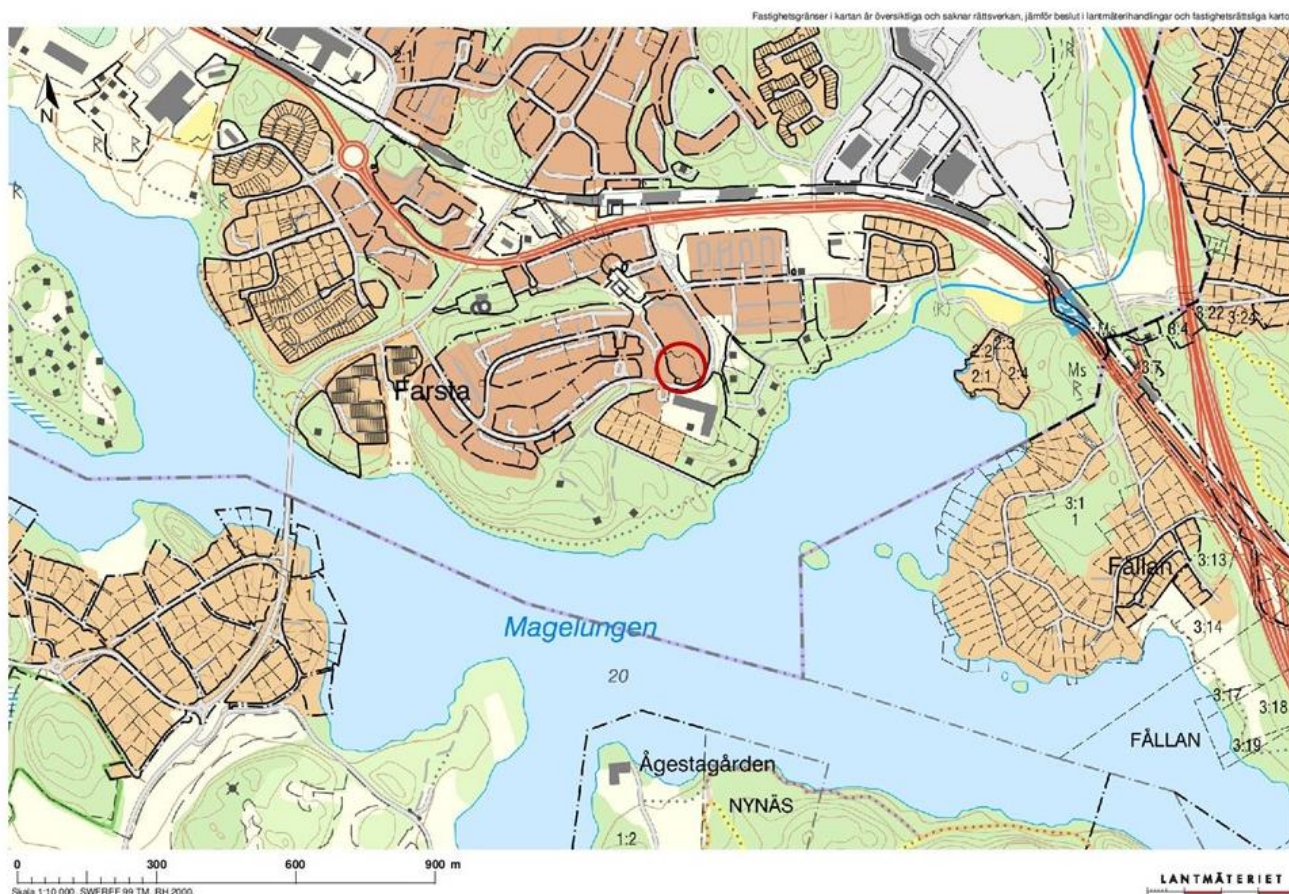
Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning och syfte	5
1.1 Allmänt om dagvatten	6
2 Metoder	7
2.1 Material och datainsamling	7
2.2 Flödesberäkning	7
2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	7
2.4 Föroreningsberäkning	9
2.5 Platsbesök	10
3 Områdesbeskrivning och avgränsning	12
3.1 Hydrogeologi	12
3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi	12
3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering	14
3.2 Recipientbeskrivning	16
3.3 Markanvändning – Befintlig och planerad	17
3.4 Ytavrinning och delavrinningsområden	19
4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	22
4.1 Flödesberäkningar	22
4.2 Dimensionerade utjämningsvolymen enligt Stockholms stads 20 mm åtgärdsnivå 23	
4.3 Föroreningsbelastning	24
4.4 100-årsregn	25
5 Lösningförslag för dagvattenhantering	28
5.1 Generella rekommendationer	28
5.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten	29
5.2.1 Regnbäddar	29
5.2.2 Genomsläpplig beläggning	30
5.3 Lösningar för dagvattenhantering	30
5.4 Effekt på recipient	32
5.5 Extremregn	32
6 Slutsats	34
7 Referenser	35
Bilagor	35

1 Inledning och syfte

Det pågår arbete med en detaljplan för att möjliggöra byggnation av en ny förskola öster om Brunskogsbacken och norr om Ullerudsbacken i Farsta, Stockholms kommun (Figur 1-1). Nybyggnationen innebär att en befintlig förskola rivs och ersätts med en ny byggnad. Geosigma har fått uppdraget att utföra en dagvattenutredning för den aktuella fastigheten som kommer att utgöra underlag i framtagandet av detaljplanen.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade ombyggnationen har på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration och/eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden samt dagvattnets föroreningsgrad. Utredningen har även dimensionerat reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet genom bland annat infiltration.



Figur 1-1. Översiktskarta där planområdets ungefärliga position har markerats med en röd cirkel. Karta: Lantmäteriet.

1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver omhändertas av dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Metoder

2.1 Material och datainsamling

De huvudsakliga bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Jordartskarta samt jorddjupskarta (SGU).
- Baskarta över området (erhållen från beställare, Tengbom, 2020-01-14).
- Ortofoto 2006 från Stockholm stads öppna dataportalen.
- Google Satellite baskarta.
- Underlag för vattenförekomster i VISS.
- Stockholms stads *Checklista dagvattenutredning i stadsbyggnadsprocessen (2017)*.
- Stockholms stads *Åtgärdsnivå för dagvattenhantering vid ny- och större ombyggnation (2016)*.

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund-hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vatten publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i QGIS 3.4 utifrån OSM-karta och grundkartor i DWG-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktighet under en timme oberoende på vilken del av Sverige planområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har ansatts för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningarna av dimensionerande utjämningsvolym utförs enligt ekvation 2.

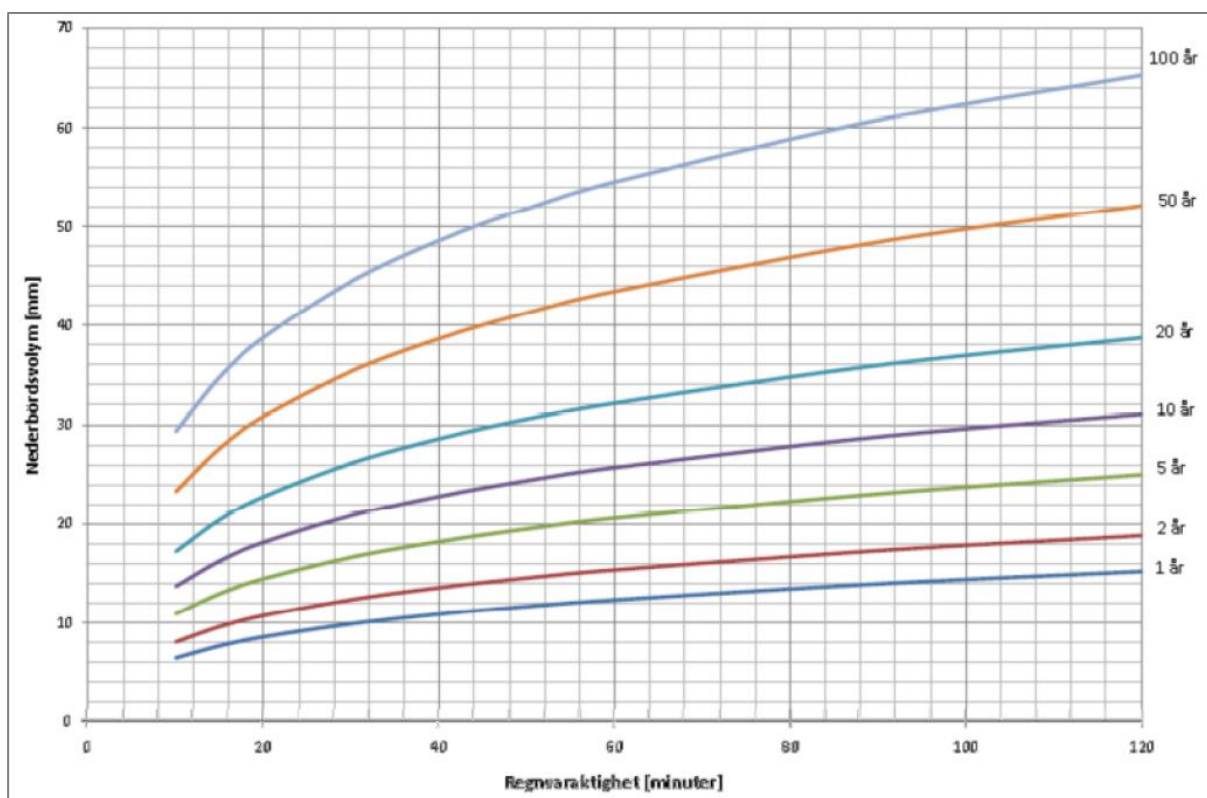
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Reducerad area} \quad (\text{Ekvation 2})$$

Där V är den volym (liter) som skall fördröjas och renas. Reducerad area (m^2) baseras på den förändrade arean, multiplicerad med avrinningskoefficienten.

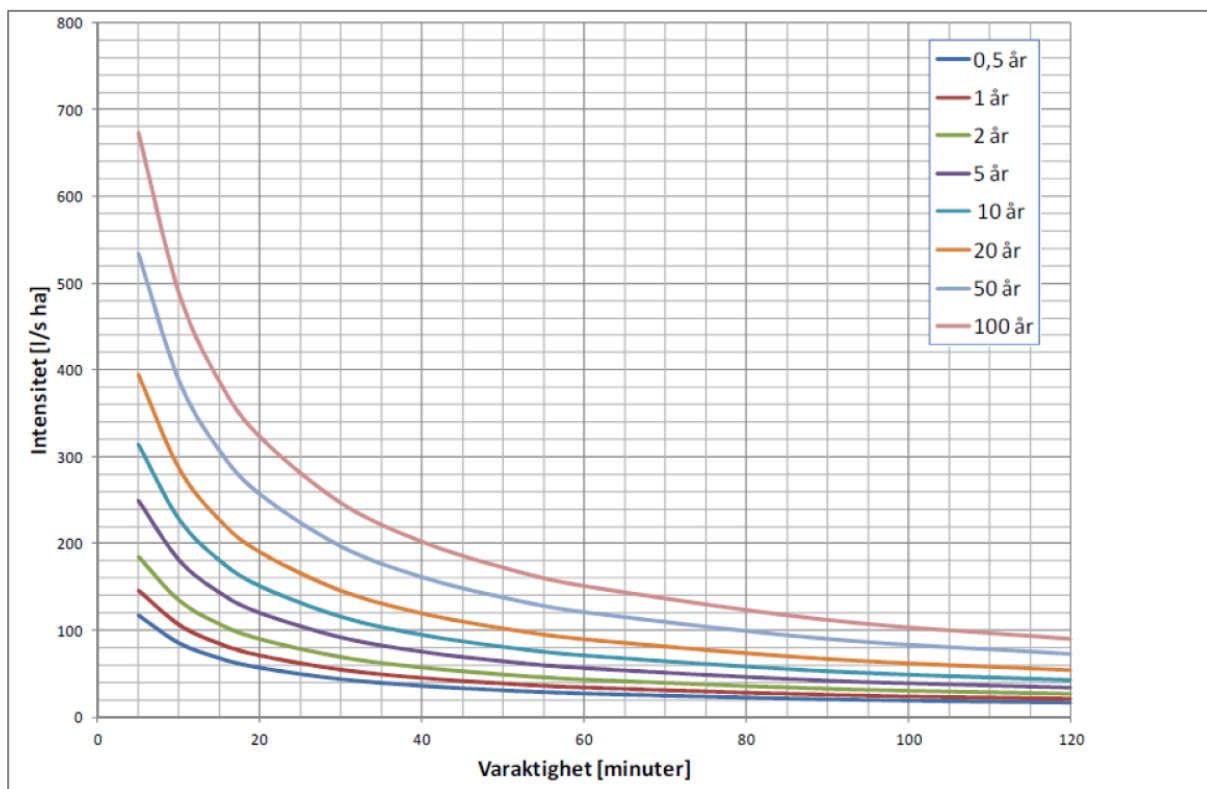
Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnder. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 10-årsregn har regnvolymer 20 mm uppnått efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

För ett 20-årsregn blir motsvarande tid cirka 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Stockholms stads åtgärdsnivå vid ett 20-årsregn. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid. För ett 100-årsregn har regnvolymer redan överskridit 30 mm efter 10 minuter, vilken är den kortaste varaktighet som redovisas i Figur 2-1.



Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.20.1.1 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.5 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 13:e januari 2020. Den befintliga förskole-byggnaden och förskolegården ligger på en berghäll med branta släntar. Berget omges av flacka gräsytor i söder och väster och bostadsbyggnader i norr och öster, se Figur 2-3 och Figur 2-4. Jordstycket på berget är ytterst tunt och mycket av berget är synligt, se Figur 2-4 och Figur 2-5.



Figur 2-3. En flack gräsyta i väster.



Figur 2-4. Bostadshus i öster.



Figur 2-4. Berg i dagen i sydvästra delen av området.



Figur 2-5. Berg i dagen i östra delen av området på förskolegården.

Förskolan är i dagsläget utrustad med ett sadeltak och en del av takdaggvatten avrinner till den branta slänten mot gräsytor i söder och öster och den delen av taket som vetter mot norr och öst avvattnas på förskolegården.

Från den östra och norra sluttningen sker avrinning i dagsläget ner mot bostadsområdet där det samlas upp i dagvattenbrunnar placerade i lågpunkterna runt huskropparna, se Figur 2-6 och Figur 2-7.



Figur 2-6. En kupolbrunn i en lågpunkt öster om planområdet. Brunnens placering är märkt med röd pil.



Figur 2-7. En dagvattenbrunn strax öster om planområdet. Brunnens placering är märkt med röd pil.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella planområdet är beläget intill Brunskogsbacken och Ullerudsbacken i Farsta, Stockholms kommun. Området är i dagsläget bebyggt med en förskola med tillhörande förskolegård. Den planerade exploateringen innebär att den befintliga förskolan rivs och en ny förskolebyggnad och förskolegård uppförs.

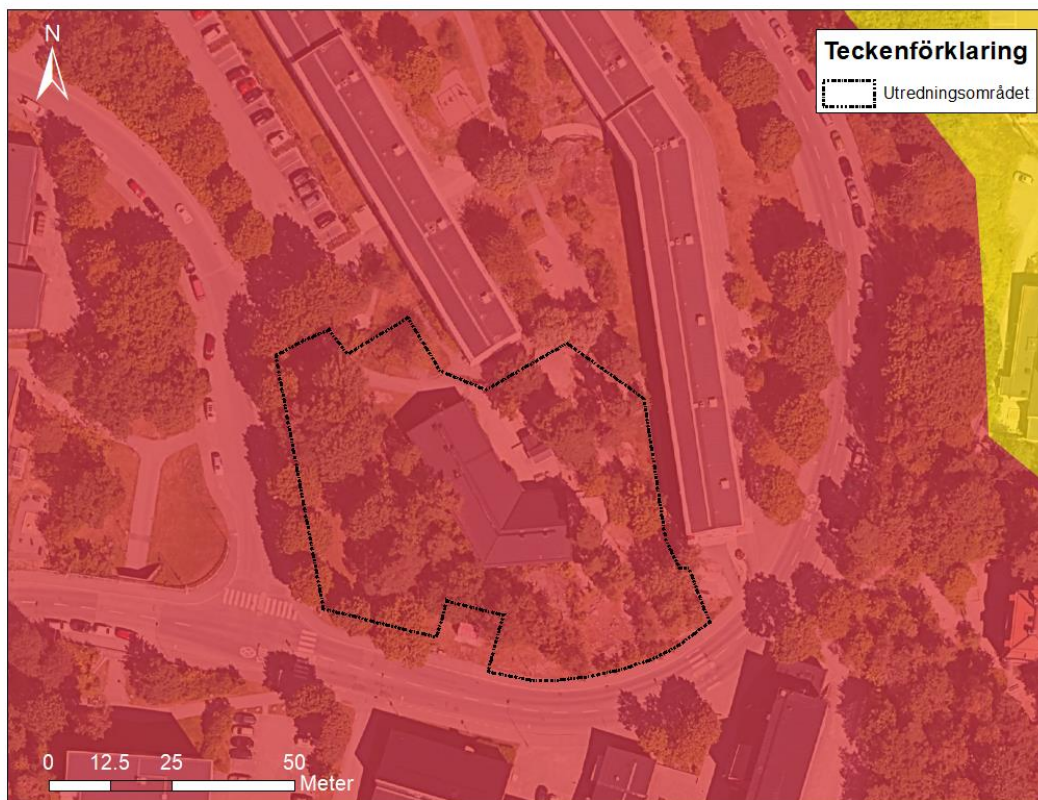
3.1 Hydrogeologi

3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

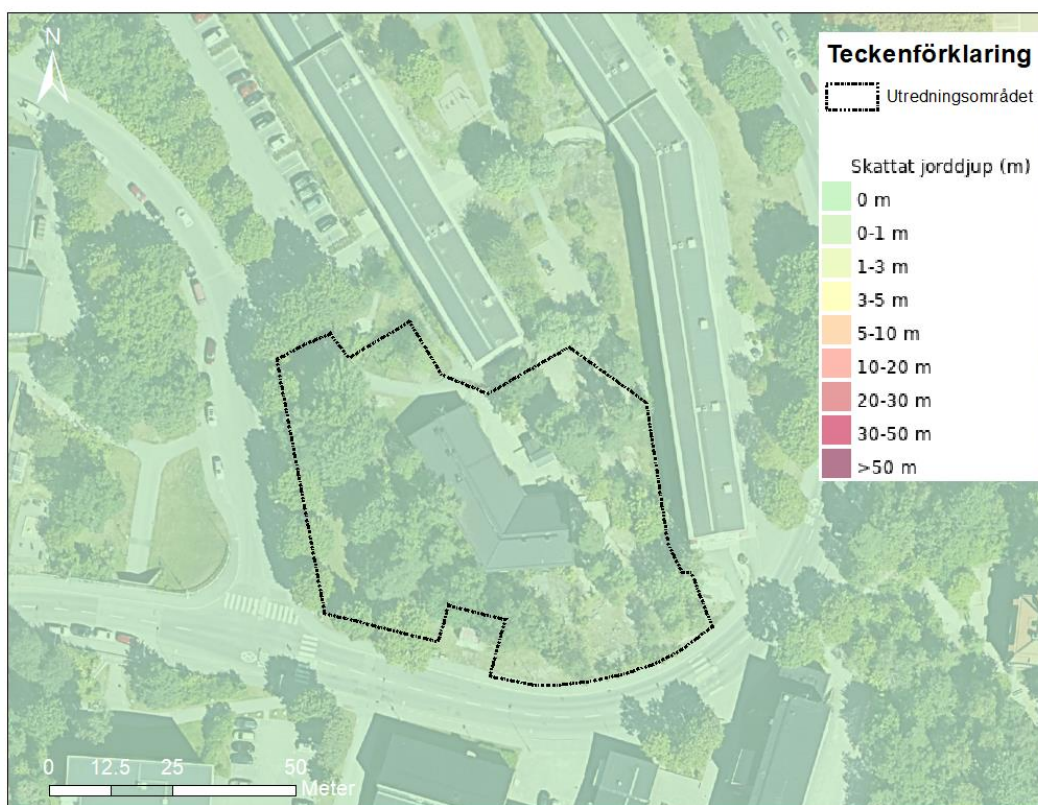
Enligt jordartskartan framställd i SGU:s kartvisaren består ytan av planområdet av berg i dagen (Figur 3-1) och jorddjupet är därmed 0 m (Figur 3-2).

Utifrån observationer vid platsbesöket kan det bekräftas att området till stor del består av berg i dagen. Däremot bedöms jorddjupet variera något på östra och sydöstra delen av planområdet som består av en bergsluttning. I denna del av området förekommer jordfickor där en del växtlighet och träd har etablerats. Detta framgår i Figur 3-3 som visar områdets sydöstra del. Även områdets västra del bedöms ha ett jorddjup över en meter. Detta eftersom flertal träd växer inom denna del av området och eftersom erhållet underlag kring inmätta marknivåer och befintliga VA-ledningar visar på att dagvattenledningarna i nordvästra delen av planområdet ligger på ca. 2 meters djup under markytan. Mer om ledningarnas placering och dimensioner i avsnitt 3.1.2.

Sammantaget bedömts det att infiltrationsmöjligheten i planområdet varierar lokalt inom planområdet med bästa förutsättningarna i västra delen, vissa förutsättningar i östra och sydöstra delen samt begränsade förutsättningar i norra och centrala delen av området.



Figur 3-1. Jordartskarta på planområdet framtagen med SGU:s WMS-tjänst. Röda områden är "berg i dagen", och gula områden är "glacial lera".



Figur 3-2. Jorddjupskarta på planområdet framtagen med SGU:s WMS-tjänst.

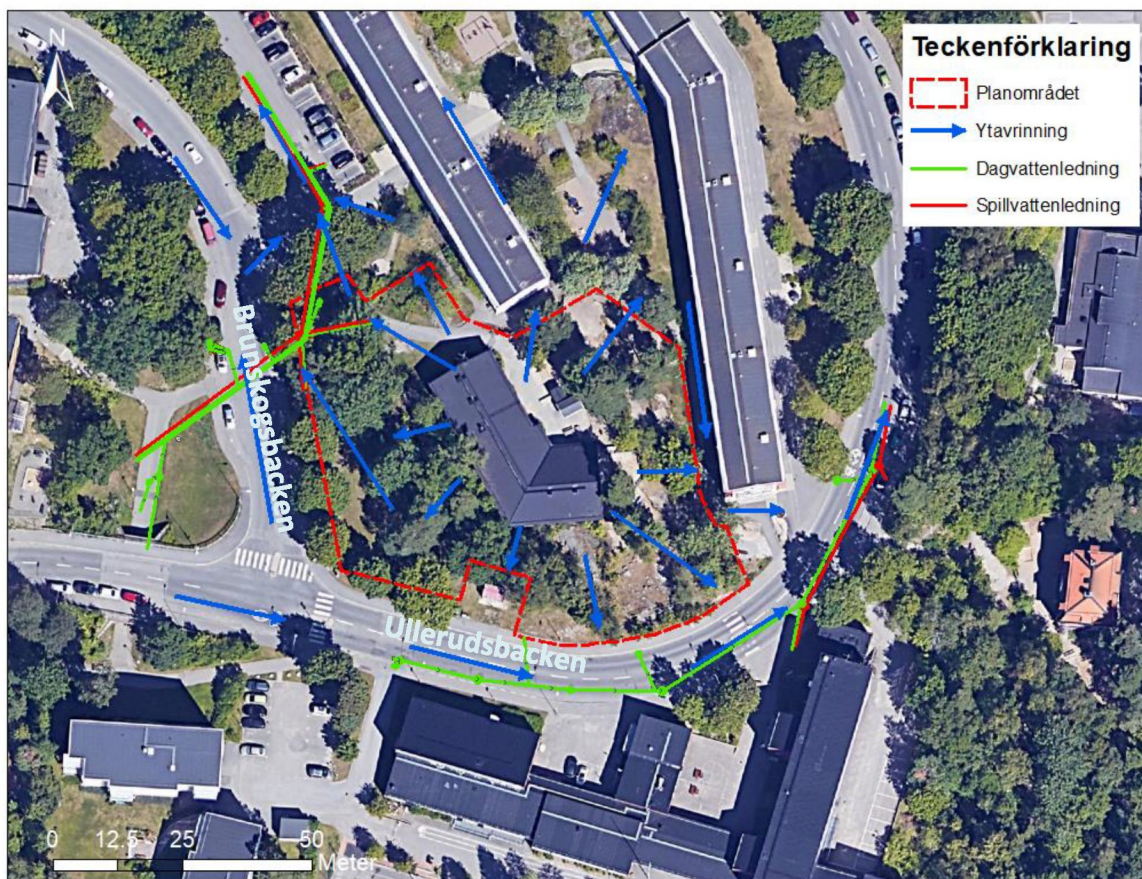


Figur 3-3. Planområdets sydöstra del. Bilden taget från Google Maps, 2020.

3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Området består av berg samt dess södra och västra sluttning. Höjdskillnaden i undersökningsområdet är mellan +52 och +48. Det finns inget tillkommande vatten till planområdet från dess omgivning. Vattnet som avrinner från planområdet rinner norrut längs med Ullerudsbacken och Brunskogsbacken. I Figur 3-4 presenteras ungefärlig flödesriktning inom och omkring planområdet uppskattad utifrån topografiska skillnader och vid observationer vid platsbesöket.

Det finns dagvattenledningar inom och omkring detaljplaneområdet. En av dessa är en betongledning med en innerdiameter på 400 mm som sträcker sig från lågpunkten sydväst om planområdet och vidare norrut längst med vägen Brunskogsbacken. En del av ledningen sträcker sig en bit in på detaljplaneområdets nordvästra del. Flödesriktningen är precis som för ytavrinningen norrgående längst med Brunskogsbacken. En dagvattenledning i betong och innerdiameter på 300 mm sträcker sig även längst med Ullerudsbacken, strax söder om planområdet. Även i denna ledning är flödesriktning densamma som för ytvatten, alltså först österut och sedan norrut.



Figur 3-4. Befintlig uppskattad flödesriktning inom och omkring planområdet.

Enligt Stockholms Länsstyrelses lågpunktskartering finns det inga lågpunkter inom planområdet (Figur 3-5). Däremot finns det en lågpunkt med ett uppskattat vattendjup på över 1 meter väster om planområdet. Lågpunkter utgörs av ett gång- och cykelpassage under vägen Ullerudsbacken. Det finns dagvattenledningar som avleder vatten från passagen men vid kraftiga regn då ledningarnas kapacitet överskrids, finns det risk för översvämning i passagen. Dagvatten från detaljplaneområdet bedöms inteytavrinna mot lågpunkten i passagen. Istället avrinner dagvattnet längst med Brunskogsbacken norrut eller söderut.



Figur 3-5. Länsstyrelsernas lågpunktskartering över planområdet (ungefärligt markerat med röd rektangel) och dess omgivning. Lågpunkten markerad med röd pil (Länsstyrelsen, 2020).

3.2 Recipientbeskrivning

Undersökningsområdet avrinner till Magelungen (SE657041-163174), se Figur 3-6. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas eller äventyrar att miljö kvalitetsnormerna uppnås (se Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Magelungen är en naturlig sjö på gränsen mellan Huddinge och Stockholms kommuner, med en area av 2 km² (VISS), ett maximaldjup av 13,7 m, ett medeldjup av 5,7 m och en omsättningstid på 0,4 år (SMHI vattenwebb). Magelungen ingår i Tyresåns sjösystem.

Sjön är med hög tillförlitlighet klassad som "otillfredsställande" ekologisk status. Utslagsgivande miljökonsekvenstyp är övergödning, baserad på kvalitetsfaktorerna näringsämnen och växtplankton.

Magelungen uppnår ej god kemisk status (VISS). Detta orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), tributyltenn (TBT), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids. Enligt Havs- och vattenmyndigheten överskrids gränsvärdena för Hg och PBDE i Sveriges alla vattenförekomster ("överallt överskridande prioriterade ämnen"). Orsaken till detta är att långväga atmosfärisk deposition av Hg och PBDE till mark och vatten resulterat i en belastning av dessa ämnen.

Om dessa så kallade "överallt överskridande prioriterade ämnen", Hg och PBDE, inte medräknas i statusbedömningen så uppnås god kemisk status alltjämt inte på grund av dess PFOS- och TBT-halter.

PFOS tillhör en grupp organiska föreningar, sk. perfluorerade organiska ämnen, som är persistent i miljön eftersom de inte bryts ner vare sig på kemisk eller biologisk väg. PFOS har tidigare använts i rengöringsmedel, brandsläckningsskum samt i impregneringsmedel i en rad produkter såsom mattor, möbler, papper, textilier och läder. Nuvarande användning av PFOS är vid förkromning av metall, inom halvledarindustrin och i hydrauloljor inom flygindustrin (Kemikalieinspektionen).

TBT är en tennorganisk förening som har tidigare använts i båtbottnfärger men som nu är förbjudet (Stockholms Stad, Miljöbarometer). Tennorganiska föreningar är giftiga för vattenlevande och andra organismer.



Figur 3-6. Planområdets läge relativt till dess recipient Magelungen. Planområdet är markerat med röd cirkel, Magelungen är markerad i cyanblått söder om planområdet.

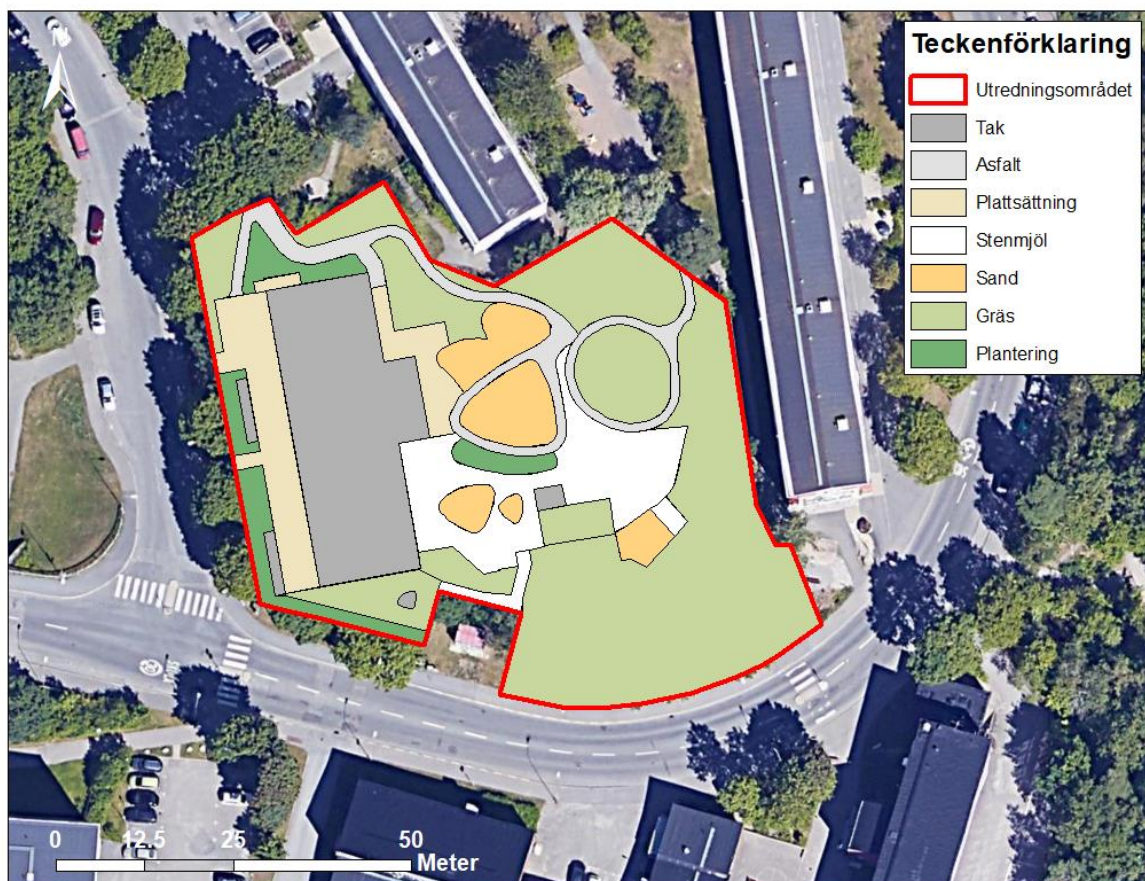
3.3 Markanvändning – Befintlig och planerad

Undersökningsområdet är cirka 0,43 hektar stort och ligger i sydöstra delen av stadsdelen Farsta strand i Stockholm. Idag består området av en förskola med tillhörande förskolegård som omges av gräsytor (Figur 3-7). Området avgränsas av vägen Ullerudsbacken i söder, vägen Brunskogsbacken i väster och ett bostadsområde i norr och ost.

Figur 3-8 presenterar den planerade markanvändningen inom planområdet. Efter exploateringen planeras den befintliga förskolan att ersättas med en ny byggnad. Dessutom planeras ett förråd på förskolegården och ett barnvagnsförråd väster om huvudbyggnaden. Förutom de nya byggnaderna ska förskolegården ändras något.



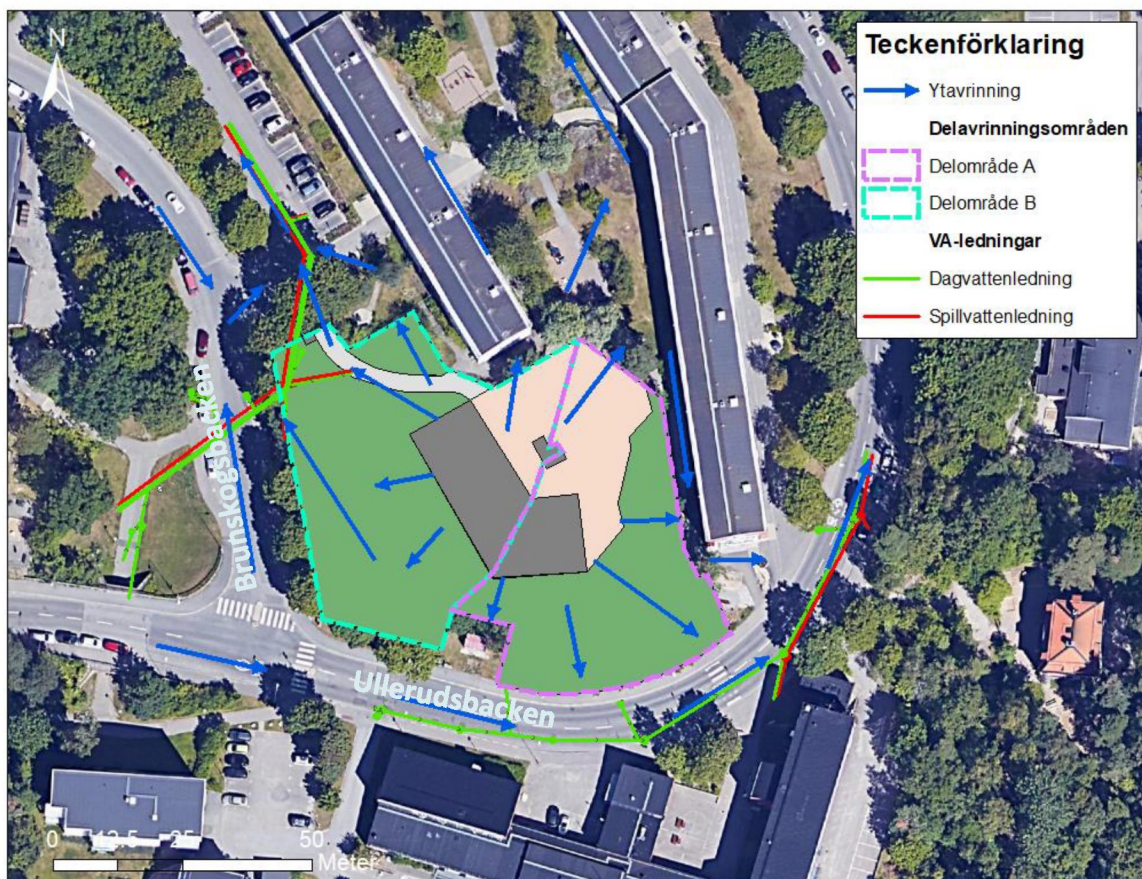
Figur 3-7. Befintlig markanvändning inom planområdet.



Figur 3-8. Planerad markanvändning inom planområdet.

3.4 Ytavrinning och delavrinningsområden

Utifrån nuvarande marknivåer kan planområdet delas in i två delavrinningsområden, se Figur 3-9. Delområde A avrinner västerut mot dagvattenledningar i Brunskogsbacken. Delområde B avrinner i sydostlig riktning mot dagvattenledningar i Ullerudsbacken.



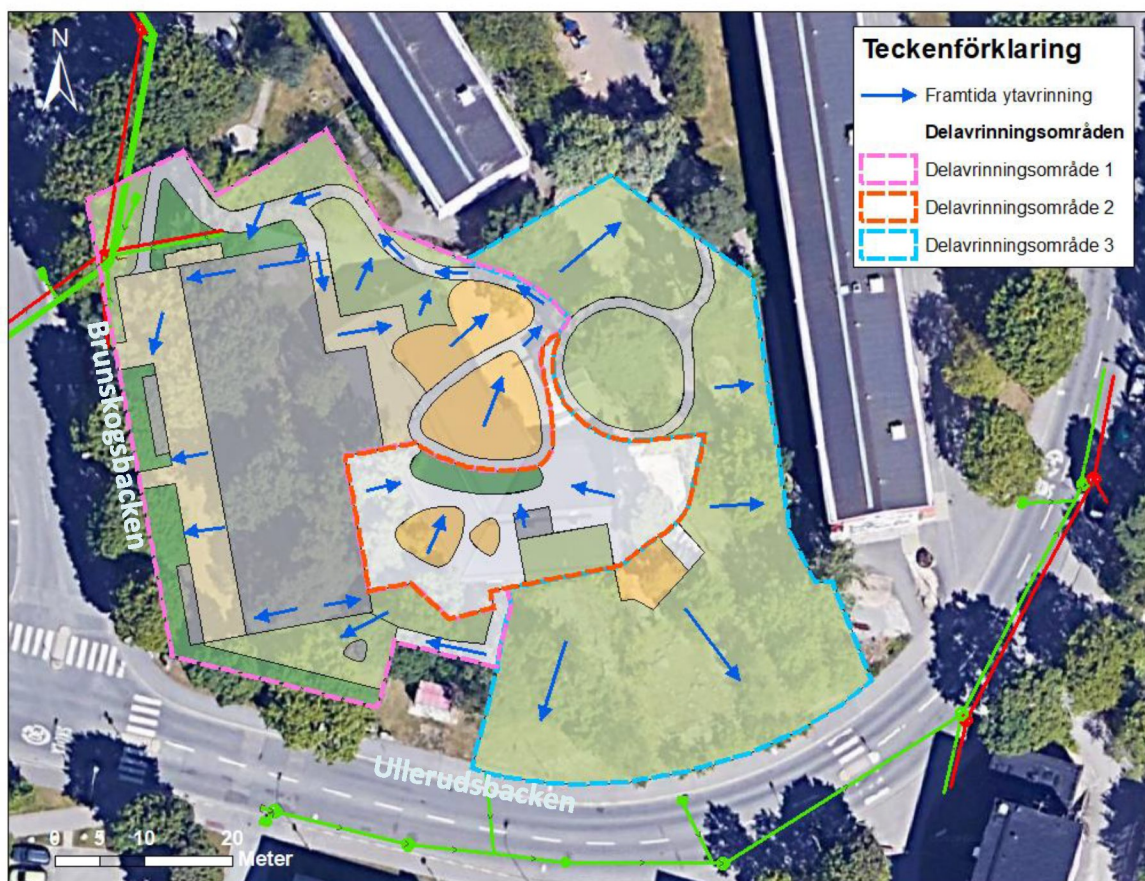
Figur 3-9. Delavrinningsområden samt befintlig ytavrinning inom planområdet.

I samband med planerad exploatering och blivande marknivåer kan planområdet delas upp i tre delavrinningsområden där det har tagits hänsyn till ytavrinningsriktningar.

Delavrinningsområde 1 omfattar hela förskolans takyta samt ytan norr och väster om huvudbyggnaden. Även en del av förskolegården öster om den nya byggnaden ingår i Delavrinningsområde 1 som avrinner mot planteringsytor i västra delen av området.

Delområde 2 omfattar stora delar av förskolegården öster om den nya byggnaden som utgörs av stenmjöls-, sand- och gräsytor samt ett förråd. Dagvatten från dessa ytor ytavrinner mot planteringsytan på förskolegården.

Delområde 3 omfattar områdets östra del som består av gräsytor med inslag av berg i dagen. Området är relativt brant och vid platsbesöket bedömdes det att jorddjupet i delområde 3 varierar kraftigt. Dagvatten från Delavrinningsområde 3 ytavrinner söderut mot Ullerudsbacken. En del av dagvattnet avrinner först österut mot ett bostadshus och sedan söderut längs med huskroppen. Indelning samt avrinningsriktning framgår av Figur 3-10.



Figur 3-10. Delavrinningsområden samt framtida ytavrinning inom planområdet efter exploatering.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I flödesberäkningarna har, så långt det är möjligt, vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. För markanvändningskategorier där sådana inte funnits att tillgå har istället avrinningskoefficienter hämtats från StormTac. Skolgårdsytan vid befintlig markanvändning består av asfalterade ytor såväl som gräs- och lekytor och har en uppskattad avrinningskoefficient på 0,5. Avrinningskoefficient för gräsyta har justerats till 0,4 eftersom området till stora del är kuperat med inslag av berg i dagen.

Avrinningskoefficienter samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom respektive delavrinningsområde presenteras i Tabell 4-1 och Tabell 4-2.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter samt beräknade areor för befintlig markanvändning inom planområdet. Samtliga areor är avrundade.

Markanvändning	ϕ	Delavrinningsområde A (ha)	Delavrinningsområde B (ha)	Summa (ha)
Tak	0,9	0,04	0,02	0,06
Skolgård	0,5	0,03	0,05	0,08
Gångväg	0,8	0,01	0	0,01
Gräsyta	0,4	0,16	0,13	0,29
Summa		0,24	0,19	0,43
Summa reducerad area		0,12	0,09	0,22

Tabell 4-2. Använda avrinningskoefficienter samt beräknade areor för planerad markanvändning inom planområdet. Samtliga areor är avrundade.

Markanvändning	ϕ	Delområde 1 (ha)	Delområde 2 (ha)	Delområde 3 (ha)	Summa (ha)
Tak	0,9	0,07	0,00	0,00	0,07
Gångväg	0,8	0,02	0,00	0,01	0,03
Plattsättning	0,6	0,03	0,00	0,00	0,03
Stenmjöl, sand etc.	0,4	0,02	0,05	0,01	0,08
Gräsyta	0,4	0,04	0,01	0,15	0,20
Planteringsytor		0,02	0,00	0,00	0,03
Summa		0,21	0,06	0,17	0,43
Summa reducerad area		0,13	0,02	0,07	0,22

Dimensionerande dagvattenflöden, Q_{dim} , från planområdet vid ett regn med 20-års återkomsttid, för befintlig och planerad markanvändning samt den planerade markanvändningen inklusive 20 mm fördröjning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2. I Tabell 4-3 redovisas beräknade dagvattenflöden vid befintlig markanvändning för Delavrinningsområden A och B och i Tabell 4-4 redovisas planerade dagvattenflöden med och utan 20-mm fördröjning för Delområden 1-3.

I detta fall kan Delområde A vid befintlig markanvändning jämföras med Delområde 3 efter planerad bebyggelse eftersom dagvatten från dessa områden avrinner mot dagvattenledningar i Ullerudsbacken. Därmed kan Delområde B jämföras med Delområden 1 och 2 eftersom dessa avrinner mot ledningarna i Brunskogsbacken.

De befintliga och planerade flöden är beräknade med 10 min varaktighet eftersom det är den lägsta rekommenderade varaktigheten vid flödesberäkningar. Dagvattenflödet efter 20-mm fördröjning är beräknad med 25 minuters varaktighet eftersom ytterligare 15 minuter har adderats för att kompensera för tiden det tar för 20 mm nederbörd att falla vid ett 20-årsregn.

I Tabellerna 4-3 och 4-4 redovisas även årsmedelflöden för de befintliga och planerade markanvändningarna, Q_{medel} , där årsnederbörden har satts till 636 millimeter, vilket är den korrigerade årsmedelnederbörden för Stockholm enligt StormTac.

Det planerade dagvattenflödet beräknas att öka med 26% efter den planerade exploateringen. Med 20 mm fördröjning skulle dagvattenflödet minska med 27% i jämförelse med befintligt läge. Årsmedelflödet beräknas att öka med ca. 4% efter planerad exploatering.

Tabell 4-3. Dimensionerande flöden från planområden vid ett 20-årsregn vid befintlig markanvändning samt beräknade årsmedelflöden.

Markanvändning	Befintligt flöde	Medelflöde
Enhet	l/s	l/s
Delavrinningsområde A	35	
Delavrinningsområde B	27	
Summa:	62	0,049

Tabell 4-4. Dimensionerande flöden från planområden vid ett 20-årsregn vid planerad markanvändning samt beräknade årsmedelflöden.

Markanvändning	Planerat flöde	Planerat flöde inklusive fördröjning	Medelflöde
Enhet	l/s	l/s	l/s
Delavrinningsområde 1	46	26	
Delavrinningsområde 2	8	5	
Delavrinningsområde 3	25	14	
Summa:	79	45	0,051

4.2 Dimensionerade utjämningsvolymen enligt Stockholms stads 20 mm åtgärdsnivå

Enligt krav i Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas under en period på cirka 12 h. De dimensionerande utjämningsvolymen som krävs för att rena 20 mm nederbörd på det aktuella planområdet för respektive delavrinningsområde är presenterade i Tabell 4-5.

Tabell 4-5. Dimensionerande utjämningsvolym för att fördröja 20 mm regn inom delområden 1-3 inom planområdet.

Markanvändning	Dimensionerande fördröjningsvolym
Enhet	m ³
Delavrinningsområde 1	26
Delavrinningsområde 2	4
Delavrinningsområde 3	14
Summa	44

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning presenterade i Tabell 4-6 har schablonvärden från StormTac Web v20.2.1 (Larm, 2000) använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror. De osäkerheterna som är redovisade i StormTac i schablonhalter för respektive markanvändningstyp redovisas i Bilaga 1.

I Tabell 4–6 redovisas även beräknade föroreningshalter i dagvattnet efter att det passerat genom föreslagna lösningar för fördröjning och rening, se vidare Kapitel 5. Beräkningarna av dagvattnets föroreningsinnehåll efter föreslagna reningsåtgärder baseras på schablonvärden för reningseffekt hos olika typer av reningsanläggningar, hämtade från StormTacs databas v20.2.1.

Tabell 4-6. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Orange = halten överstiger befintlig halt, grön = halten understiger befintlig halt.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan rening	Planerad markanvändning med rening
Fosfor	ug/l	170	120	21
Kväve	ug/l	1200	1300	400
Bly	ug/l	5,7	3,5	0,49
Koppar	ug/l	14	12	3,7
Zink	ug/l	36	26	3,9
Kadmium	ug/l	0,43	0,35	0,072
Krom	ug/l	4,2	2,8	1,1
Nickel	ug/l	3,2	2,2	1,5
Kvicksilver	ug/l	0,014	0,014	0,004
Susp. substans	ug/l	38 000	25 000	5600
Olja	ug/l	240	170	27
PAH	ug/l	0,23	0,46	0,023
Benso(a)pyren	ug/l	0,015	0,009	0,003

Förändringen av planområdet beräknas innebära en viss ökning av dagvattnets föroreningsinnehåll. Eftersom det inte planeras för några väg- eller parkeringsytor inom planområdet försämras inte föroreningshalterna nämnvärt vid planerad markanvändning.

Vidtas föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärder, se vidare Kapitel 5, beräknas föroreningshalter och årlig belastning, och därmed också recipientpåverkan, minska betydligt för samtliga studerade ämnen.

I Tabell 4-7 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna visar på en i allmänhet minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 4-7. Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan rening	Planerad markanvändning med rening
Fosfor	kg/år	0,26	0,19	0,03
Kväve	kg/år	1,9	2,1	0,6
Bly	kg/år	0,009	0,006	0,001
Koppar	kg/år	0,02	0,02	0,01
Zink	kg/år	0,06	0,04	0,01
Kadmium	kg/år	0,0007	0,0006	0,0001
Krom	kg/år	0,006	0,005	0,002
Nickel	kg/år	0,005	0,004	0,002
Kvicksilver	kg/år	0,00002	0,00002	0,00001
Susp. substans	kg/år	59	40	9
Olja	kg/år	0,36	0,28	0,04
PAH	kg/år	0,00036	0,00073	0,00004
Benso(a)pyren	kg/år	0,000023	0,000014	0,000005

4.4 100-årsregn

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar till öppna ytor och vidare mot recipient. Vid höjdsättning av gatu- och kvartersmark är det viktigt att instängda områden – lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt – undviks.

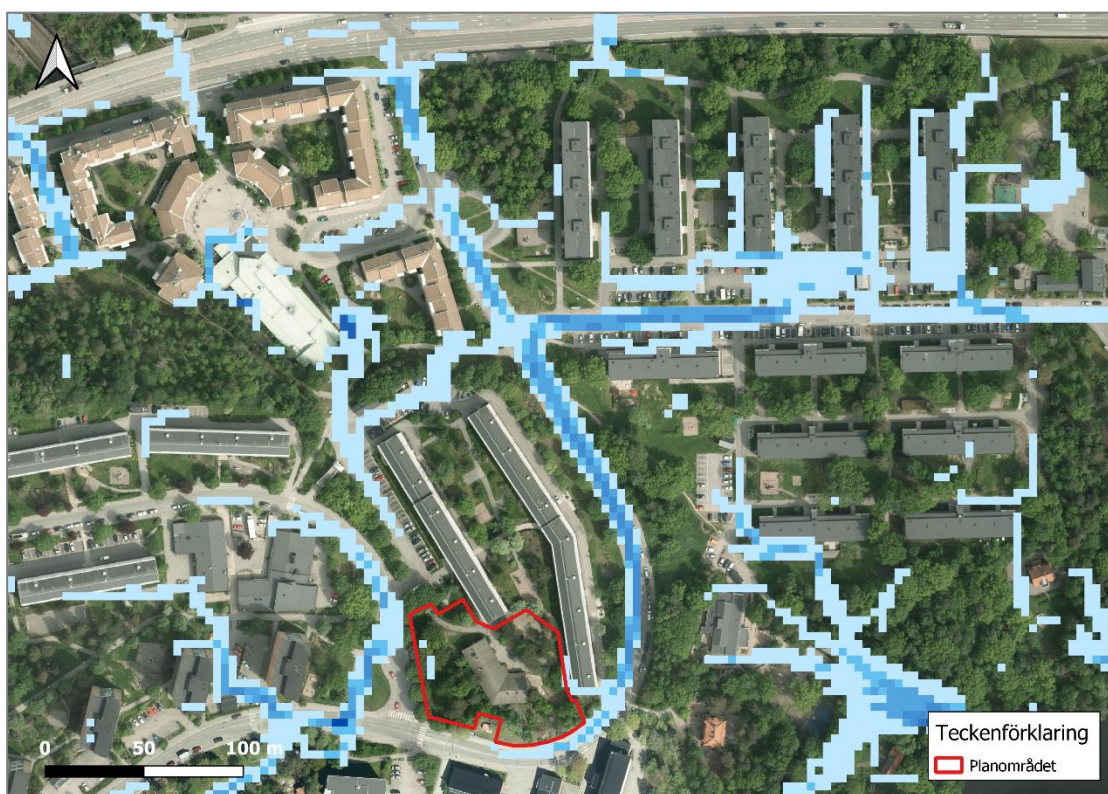
För att studera översvämningrisk för befintlig situation har en översiktlig skyfallsmodell för Stockholms kommun, framtagen av Stockholm Vatten i samarbete med WSP, använts (Thurin, 2018). Modelleringen baseras på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100. Modellen bygger på ett antal förenklingar och antaganden och resultaten ska därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelser om vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett extremregn.

I Figur 4–1 presenteras de uppskattade flödesvägarna vid 100 års regn för nuvarande markanvändning. Stor del av dagvatten beräknas att röra sig längs med gatorna och den

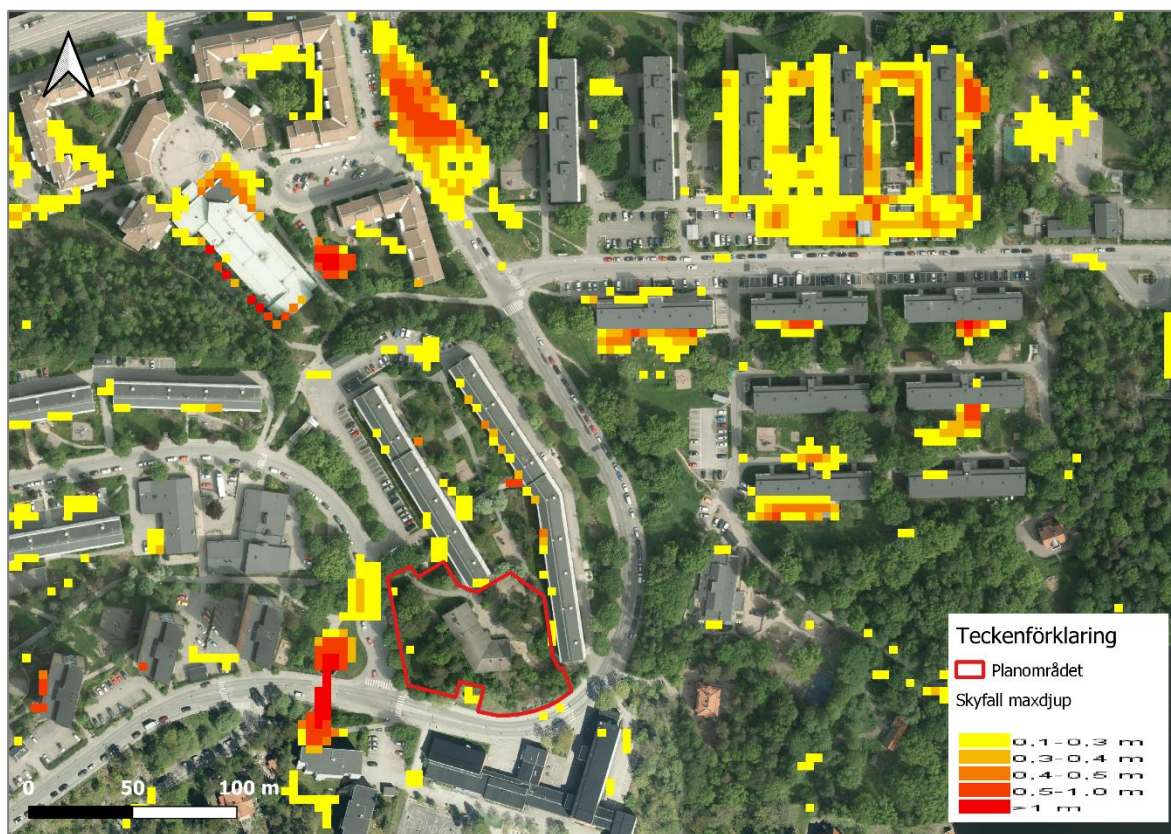
överbägende delen av vattnet beräknas att flöda utanför områdesgränser. Inom planområdet finns det risk för låga flöden strax väster om den befintliga förskolan.

Ett utdrag över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella planområdet med nuvarande markanvändning för skyfallsmodellens scenario c, en typ av worst case-scenario som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten, visas i Figur 4–2.

Enligt modelleringen finns det risk för översvämningsdjup 0,1–0,3 m meter väster om den befintliga förskolebyggnaden samt vid det befintliga el-skåpet söder om byggnaden. Dessutom finns det risk för översvämningsdjup >1 meter i lågpunkter i gång- och cykelpassage under vägen Ullerudsbacken väster om planområdet.



Figur 4–1. Flödesvägar enligt Stockholms stads skyfallsmodellering 2018 för befintlig situation. Data hämtat från Stockholms stads WMS-server.



Figur 4–2. Maximala översvämningsdjup enligt Stockholms stads skyfallsmodellering 2018 för befintlig situation. Data hämtat från Stockholms stads WMS-server.

5 Lösningsförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

För att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Stockholm med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Stockholms stad tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål för dagvattenhanteringen:

- Dagvattenhanteringen ska medverka till förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Dagvattenhanteringen ska vara resurs- och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Den föreslagna exploateringen i planområdet enligt gällande planskiss beräknas att medföra en ökning av årsmedelflödet med ca. 4%. Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten.

Detaljplaneområdets sydöstra och östra del utgörs av en sluttning med ytligt berg med inslag av jordfickor i varierande djup. Denna del av planområdet kommer inte att genomgå en sådan förändring som ändrar markens infiltrationsförmåga nämnvärt. Därmed väntas inte dagvattenbildningen att öka till följd av de planerade ändringarna. Detta gäller Delavrinningsområde A vid befintlig markanvändning som minskar något i storlek efter exploateringen och benämns som Delavrinningsområde 3 vid planerad markanvändning.

Eftersom större del av dagvatten som bildas inom planområdet kommer att ledas västerut mot dagvattenledningarna i Brunskogsbacken på grund av den nya höjdsättningen kommer dagvattenflödet österut mot Ullerudsbacken att minska med 29% (inklusive klimatfaktor). De planerade ändringarna av markanvändningen bedöms heller inte medföra större föroreningsbelastning på recipienten. De befintliga jordfickorna är i dagsläget bevuxna med träd och buskar som fungerar som ett naturligt fördröjande och renande åtgärd. Därmed bedöms det att ingen ytterligare dagvattenlösning krävs i Delavrinningsområde 3 efter den planerade exploateringen. Bedömningen kan även styrkas med ett citat från Stockholms Stads Åtgärdsnivån vid ny- och större ombyggnationer (2016):

”I de fall tekniska förutsättningar, naturliga förhållanden eller orimliga kostnader i förhållande till miljönyttan gör att dagvattenlösningar inte kan dimensioneras enligt åtgärdsnivån måste avsteg kunna göras.”

I detta fall är det tekniskt problematiskt att införa några dagvattenanläggningar i Delavrinningsområde 3 på grund av det ytliga berget och sluttningen. Detta skulle innebära sprängning av berget och skadegörelse av de naturliga jordfickorna inklusive träden för att anordna dagvattenanläggningar. Detta anses heller inte som ekonomiskt försvarbar lösning med hänsyn till miljönyttan.

Därmed dimensioneras dagvattenanläggningar endast för att fördröja 20-mm dagvatten inom Delavrinningsområden 1 och 2 vilket motsvarar en fördröjningsvolym på 30 m³.

5.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella planområdet.

5.2.1 Regnbäddar

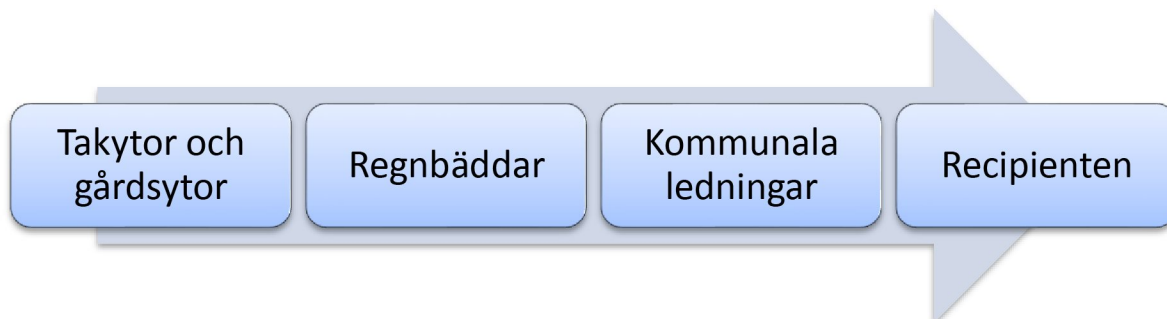
Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande miljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av ett dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-1. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån.

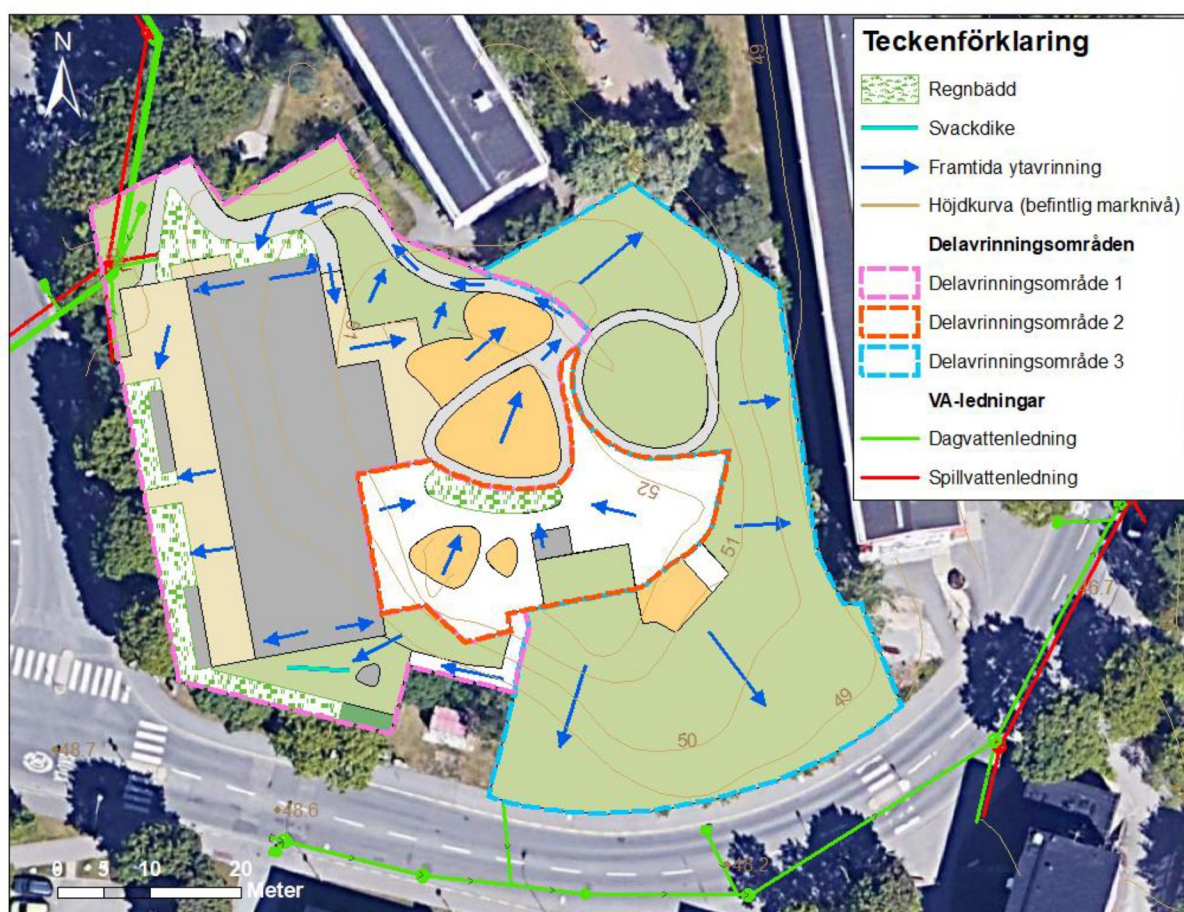


Figur 5-1. Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

area som avvattnas mot respektive anläggning, så att dessa inte blir över- eller underdimensionerade. Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med erhålls olika tillgängliga volymer. Ett exempel på utformning som ger erforderlig volym för rening ges i Tabell 5–1. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas under en period på minst 12 h.



Figur 5-3. Boxmodell över föreslagen dagvattenhantering inom planområdet.



Figur 5-4. Principskiss med föreslagen placering av lösningar för dagvattenhantering. Areor och placering av lösningarna kan ändras så länge erforderliga fördröjningsvolymen uppfylls.

Tabell 5-1. Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig volym för rening enligt Stockholms stads åtgärdsått på Delavrinningsområden 1 och 2.

Delområden	Area (m ²)	Djup (m)	Porositet	Effektiv volym (m ³)
1	190	0,45	0,3	26
2	40	0,35	0,3	4
Summa	230			30

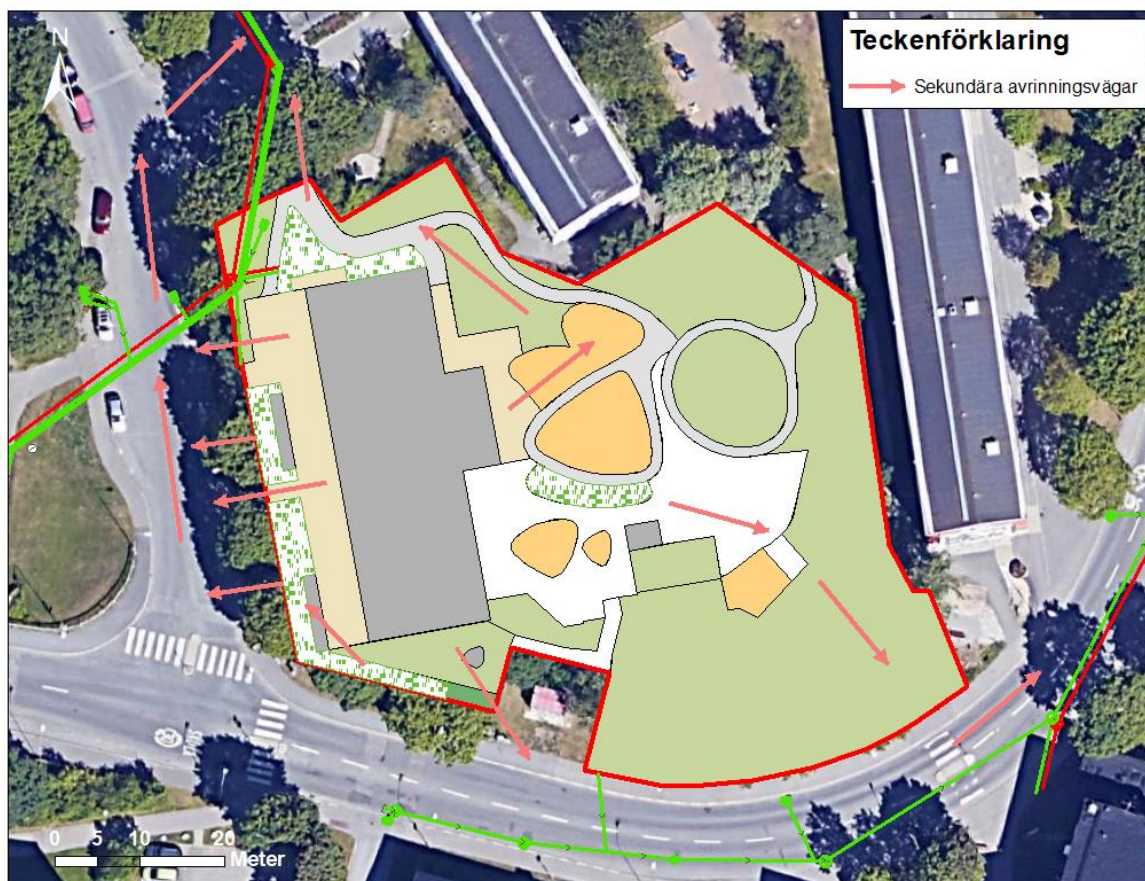
5.4 Effekt på recipient

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet är utformade enligt riktlinjer i Stockholms stads åtgärdsått för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att stadens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status. Eftersom planområdet redan idag delvis utgörs av bebyggda ytor kan den övervägande effekten av föreslagen exploatering, genom föreslagna reningsåtgärder, bli positiv för recipienten. Detta visas också i beräkningarna av föroreningsbelastning för planområdet som visar på en minskning för samtliga studerade ämnen. Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror, men den beräknade belastningens markanta minskning efter föreslagen rening innebär med hög sannolikhet att exploateringen leder till en minskad belastning på recipienten.

5.5 Extremregn

Stockholms stads skyfallsmodell för ett 100-årsregn (Thurin, 2018) visar på en risk för översvämningsdjup upp till 0,3 meter på planområdets västra del och strax söder om planområdet vid ett elskåp. Lågpunkter inom planområdet bör fyllas ut för att undvika stående vatten, vid elskåpet finns en dagvattenbrunn som avleder dagvattnet från lågpunkten. Sydväst om planområdet finns en lågpunkt i form av gång- och cykelpassage under Ullerudsbacken där det finns risk för översvämningsdjup på >1m. Denna lågpunkt avvattnas med ledningar. Inget dagvatten från planområdet avrinner mot denna lågpunkt.

Höjdsättningen av planområdet behöver utformas så att dagvattnet inte riskerar att rinna in mot fasaden på de planerade byggnaderna. Föreslagna lösningar för dagvattenhantering behöver också anläggas så att de kan brädda ut mot tomma ytor och/eller vägar vid särskilt kraftiga regn (>20 års återkomsttid) då kapaciteten överskrids. På det viset kan risken för skador på hus och grundläggning minskas. Vid nybebyggelse bör höjdsättningen leda till att sekundära avrinningsvägar skapas. Enligt den planerade höjdsättningen som är föreslagen för området skapas sekundära avrinningsvägar som illustreras i Figur 5–5.



Figur 5-5. Pilarna illustrerar de sekundära avrinningsvägar enligt den framtida planerade höjdsättningen.

6 Slutsats

Flödesberäkningarna visar att de planerade förändringarna inom planområdet kommer medföra ökade dagvattenflöden vid dimensionerande regn. Med föreslagna lösningar för dagvattenhantering renas vattnet genom en kombination av bland annat filtrering och växtupptag vilket är i enlighet med de krav som ställs i Stockholms stads åtgärdsått för dagvattenhantering. Detta med avsteg för Delavrinningsområde 3 där implementering av 20-mm kravet bedöms som orimligt på grund av tekniska utmaningar och kostnad i kontrast till miljönyttan.

De föreslagna lösningarna beräknas ge en fördröjning av dagvattnet så att dagvattenflödet inte ökar vid ett dimensionerande 20-årsregn. Sammantaget beräknas exploateringen, tillsammans med de föreslagna åtgärderna för dagvattenhanteringen, leda till en minskad belastning på såväl dagvattennätet som recipienten. Beräkningar med mjukvaruprogrammet StormTac visar att förväntade halter och årsmängder för förorenande ämnen kommer att minska om föreslagna dagvattenåtgärder genomförs.

Vid extrema regn som 100-årsregn kommer stora mängder vatten att uppstå inom planområdet och dagvatten kommer brädda ut från föreslagna anläggningar. Det är därför viktigt att marken inom planområdet höjdsätts så att dagvattnet kan avrinna mot större öppna ytor, bort från byggnader och andra känsliga konstruktioner utan att dessa skadas. Enligt den föreslagna framtida höjdsättningen skapas sekundära avrinningsvägar som åstadkommer detta.

Sammanfattningsvis bedöms det att finnas goda förutsättningar att i samband med exploateringen, med relativt enkla medel, uppfylla kraven på dagvattenhantering enligt Stockholms stads dagvattenstrategi samt att höjdsätta planområdet så att extremregn avleds genom sekundära avrinningsvägar.

7 Referenser

Larm, T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000–10.

Thurin, S. 2018. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB

SGU, 2020. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>

Stockholms stad, 2015. Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.

Stockholms stad, 2015. Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen. Version 2015-06-03.

Stockholms stad, 2016. Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation.

Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

VISS, 2020. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>,

Bilagor

Bilaga 1: Osäkerhet i beräkningar med StormTac.

Bilaga 1

Osäkerheter i StormTac

Tabell 1. Osäkerhet av föroreningshalter för den befintliga markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolorråde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolorråde	700	0.60	0.050							
SD	nd	nd	nd							
Takyta	0	0.44	0.010							
SD	nd	nd	75							
Gång & cykelväg	770	0.13	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Gräsyta	200	0.10	0.010							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

Tabell 2. Osäkerhet av föroreningshalter för den planerade markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Marksten med fogar	57	2000	2.4	13	33	0.14	1.9	1.3	0.028	9400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Grusyta	96	1.7	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Takyta	0	0.44	0.010							
SD	nd	nd	75							
Marksten med fogar	190	1.5	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Gång & cykelväg	770	0.13	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Gräsyta	200	0.10	0.010							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

Tabell 3. Osäkerhet av reningseffekten.

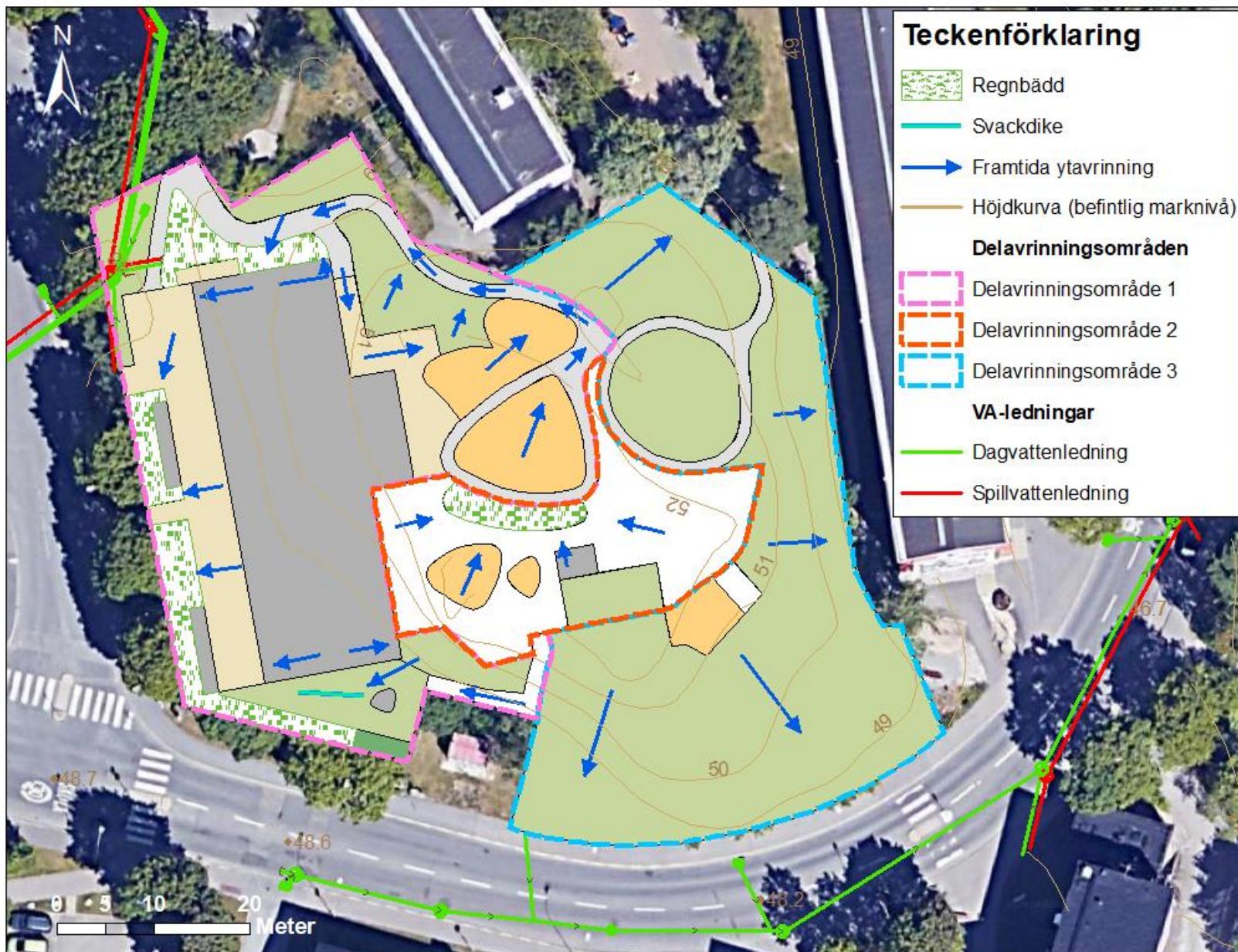
Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	83	70	86	70	85	79	61	31
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	25	21	26	21	25	24	18	9.4
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	72	78	84	95	67			
SD	nd	50	14	nd	nd			
Absolut osäkerhet (+/-)	22	23	25	28	20			

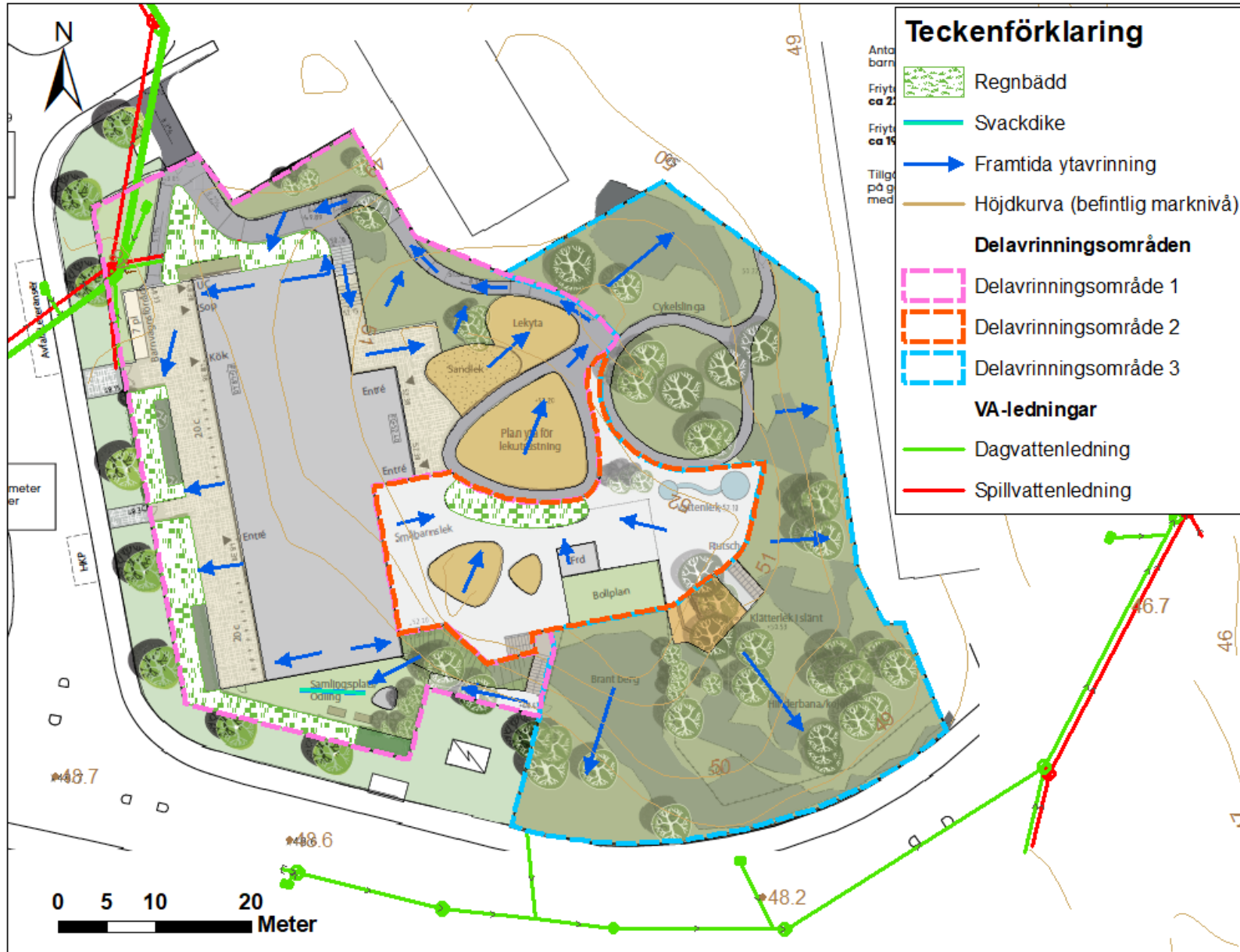
Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.	Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)	Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet
	Medel säkerhet
	Låg säkerhet

Bilaga 2

Lösningförslaget



Figur 1. Principskiss med föreslagen placering av lösningar för dagvattenhantering. Bakgrund: Google satellit.



Figur 2. Principskiss med föreslagen placering av lösningar för dagvattenhantering. Bakgrund: Tengboms illustrationsplan (2020.04.07)