




Dagvattenutredning för detaljplan Enigheten Bromma, Stockholm

GRAP

21 214

Rejlers Sverige AB
(Tidigare Geosigma AB)

2023-11-16

REJLERS				
Uppdragsnummer 606494	Grap nr 21 214	Datum 2023-11-16	Antal sidor 49	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Helena Thule/Elin Andersson		Beställares referens My Ekman		Beställares ref nr
Beställare Tengbomsgruppen AB				
Rubrik Dagvattenutredning för detaljplan Enigheten				
Underrubrik Bromma, Stockholm				
Författad av Aiste Girleviciute Anna Bachman (revidering) Anqi Li (revidering)				Datum 2021-08-23 2023-07-03 2023-11-16
Granskad av Johan Lundh Anqi Li				Datum 2021-06-17 2023-06-21
Version 4.1				
Rejlers Sverige AB www.rejlers.se Tel: +46 771 78 00 00 Org.nr: 556051-0272		Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm		

Sammanfattning

På uppdrag av Tengbom har Rejlers (tidigare Geosigma) utrett hur dagvatten kan hanteras för detaljplan Enigheten i Bromma. Detaljplanen kommer delas upp i allmän platsmark och kvartersmark. Kvartersmarken fördelas på exploatörerna PEAB och Hingstarna. Kvartersmarken inom detaljplanen, har en area på cirka 1,1 ha och den totala arean för detaljplanen (kvartersmark + allmän platsmark) är ca 2,5 ha.

I dagsläget är delar av planområdet bebyggt med verksamhetslokaler, parkeringar och andra asfalterade ytor i norra delen av planområde och stadsvillor med grusade infarter i södra delen. Bällstavägen går genom området mellan den norra och södra delen av kvartersmarken.

Recipienterna för dagvattnet som avrinner från planområdet är Mälaren-Ulvsundasjön samt Bällstaån. Mälaren-Ulvsundasjön har en otillfredsställande ekologisk status och Bällstaån har dålig ekologisk status. Båda recipienterna uppnår ej god kemisk ytvattenstatus.

Vid planerad exploatering av planområdet kommer en förskola, bostäder med tillhörande gårdsytor samt några parker att byggas. Det underliggande jordlagret i planområdet består mestadels av ett tunt osammanhängande ytlager av morän ovanpå berg och infiltrationsmöjligheten bedöms vara begränsad.

Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivå (Stockholm Stad, 2016) ska 20 mm nederbörd renas och fördröjas. Efter den planerade exploateringen kommer en befintlig lokal lågpunkt i delområde 3 att fyllas ut för att möjliggöra den planerade bebyggelsen. För att reducera risk för översvämning och skador på befintlig bebyggelse i ett lågpunktsområde nedströms rekommenderas att 160 m³, vilket motsvarar den befintliga lågpunkten, fördröjs i delområde 3. Detta enligt rekommendation från skyfallsutredningen (DHI, 2023).

Även i delområde 12 fylls en befintlig lågpunkt ut, här är lågpunktens volym uppskattad till 8 m³ (SCALGO Live, 2023) vilket blir den rekommenderade fördröjningsvolymen för delområdet.

Den totala erforderliga fördröjningsvolymen på 302 m³ fördelas mellan de olika delområdena inom planområdet. Fördröjningsvolymen för respektive delområde uppnås genom föreslagna åtgärder för dagvattenhantering:

Taktytor

Takdagvatten på kvartersmarken leds till växtbäddar på gårdsytorna inom kvarteren. Takdagvatten leds till växtbäddarna antingen direkt från stuprör eller genom ytavrinning (dagvattenrännor) eller markförlagda ledningar. Inom PEABs östra kvarter går även en del av dagvattnet till ett makadammagasin i fastighetens sydöstra hörn.

Gårdsytor

Dagvattnet från gårdsytorna inom kvartersmarken leds till växtbäddar där det fördröjs och renas. Växtbäddarna ska vara nedsänkta så att dagvatten kan ledas till dessa via ytavrinning (dagvattenrännor) eller markförlagda ledningar. En del av växtbäddarna kommer att anläggas ovanpå bjälklag eftersom delar av kvartersmarken kommer att underbyggas med parkeringsgarage.

Med de föreslagna åtgärderna uppnås Stockholms Stads åtgärdsnivå för ny- och större ombyggnationer. Om föreslaget dagvattensystem implementeras indikerar

föroreningsberäkningarna på att exploateringen inte äventyrar recipienternas möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer. Den planerade exploateringen med föreslagen rening kommer snarare att minska föroreningstransporten och därmed gynna recipienten.

Allmän platsmark

För allmän platsmark krävs dagvattenhantering på de delområden där större ny eller ombyggnation sker. Dessa är Östra parkstråket (delområde 7), norra delen av Bällstavägen (delområde 9) och Triangelparken (delområde 12).

För Östra parkstråket leds dagvattnet ytligt till växtbäddar på båda sidor om trappan som leder ner genom parken.

För norra delen av Bällstavägen leds dagvatten ytligt till nedsänkta växtbäddar utan reglerdjup där dagvattnet fördröjs och renas i underliggande filtermaterial och makadam.

För triangelparken leds dagvatten ytligt till dels ett krossdike och dels olika översvämningssytor med underliggande makadam. På översvämningssytorna renas dagvattnet genom översilning för att sedan infiltrera ner genom makadamen.

Innehåll

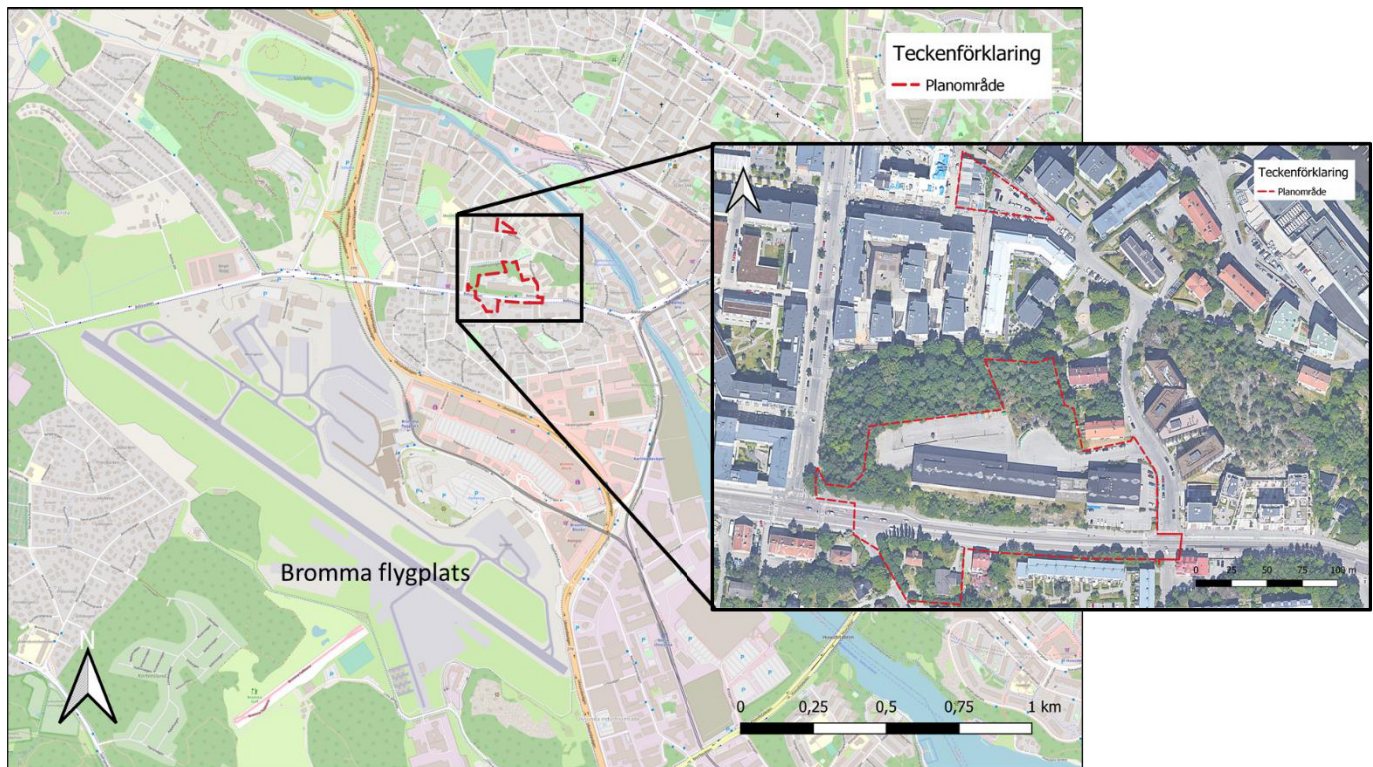
Sammanfattning	3
1 Uppdraget	7
1.1 Syfte	9
2 Förutsättningar och metod	9
2.1 Dagvattenstrategi	9
2.2 Underlag	9
2.3 Dimensionering	10
2.4 Reducerad area	11
2.5 Dimensionerande flöde	11
2.6 Erforderlig fördröjningsvolym	11
2.6.1 Dagvattenflöden efter fördröjning enligt lösningsförslaget	11
2.7 Föroreningsberäkning	13
2.8 Lågpunktskartering och skyfallskartering	13
3 Nulägesbeskrivning	14
3.1 Platsbesök	14
3.2 Topografiska förhållanden och lågpunkter	18
3.3 Jordarter och geoteknik	19
3.4 Grundvatten	21
3.5 Befintlig markanvändning	21
3.6 Recipientbeskrivning	22
3.7 Översvämning utmed närliggande ytvatten	25
3.8 Skyfall	25
4 Framtida förhållanden	28
4.1 Planerad markanvändning	28
4.2 Anslutningspunkter för dagvatten	29
4.3 Ytavrinning och delområden	29
4.4 Tillämpning av åtgärdsnivån	30
5 Flödesberäkningar	31
5.1 Avrinningskoefficient	31
5.2 Markanvändning	32
5.3 Flödesberäkningar	33
5.3.1 Befintliga dagvattenflöden	33
5.3.2 Framtida dagvattenflöden	34
5.3.3 Framtida dagvattenflöden inklusive 20 mm fördröjning.	35

5.4	Erforderlig fördröjningsvolym	37
6	Lösningförslag för hållbar dagvattenhantering	38
6.1	Generella rekommendationer	38
6.2	Principlösningar för dagvattenhantering	38
6.2.1	Växtbäddar	38
6.2.2	Växtbäddar och grönytor på bjälklag	40
6.2.3	Makadammagasin	41
6.2.4	Skötsel och underhåll	42
6.3	Lösningförslag	42
7	Föroreningsberäkningar	48
8	Extrem nederbörd	50
9	Slutsats	51
10	Referenser	52

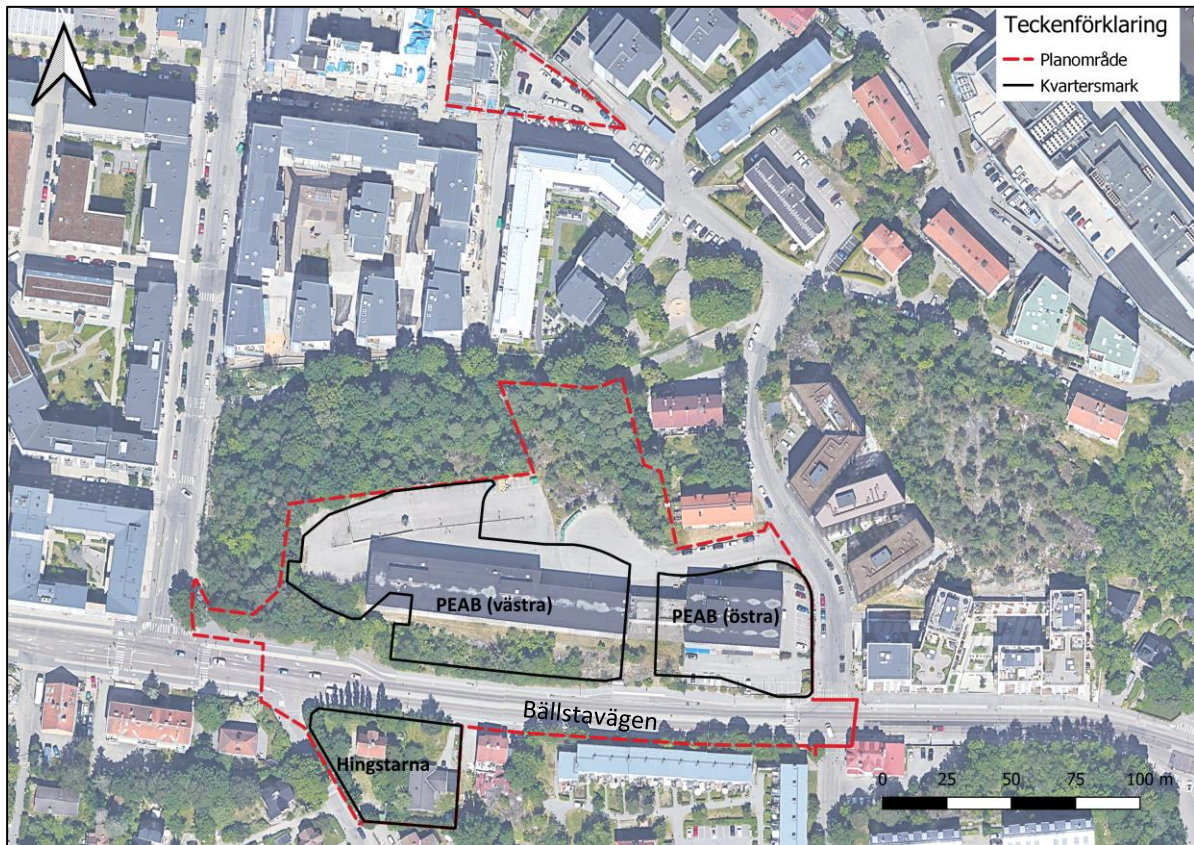
Bilaga 1 - Osäkerheter i StormTac

1 Uppdraget

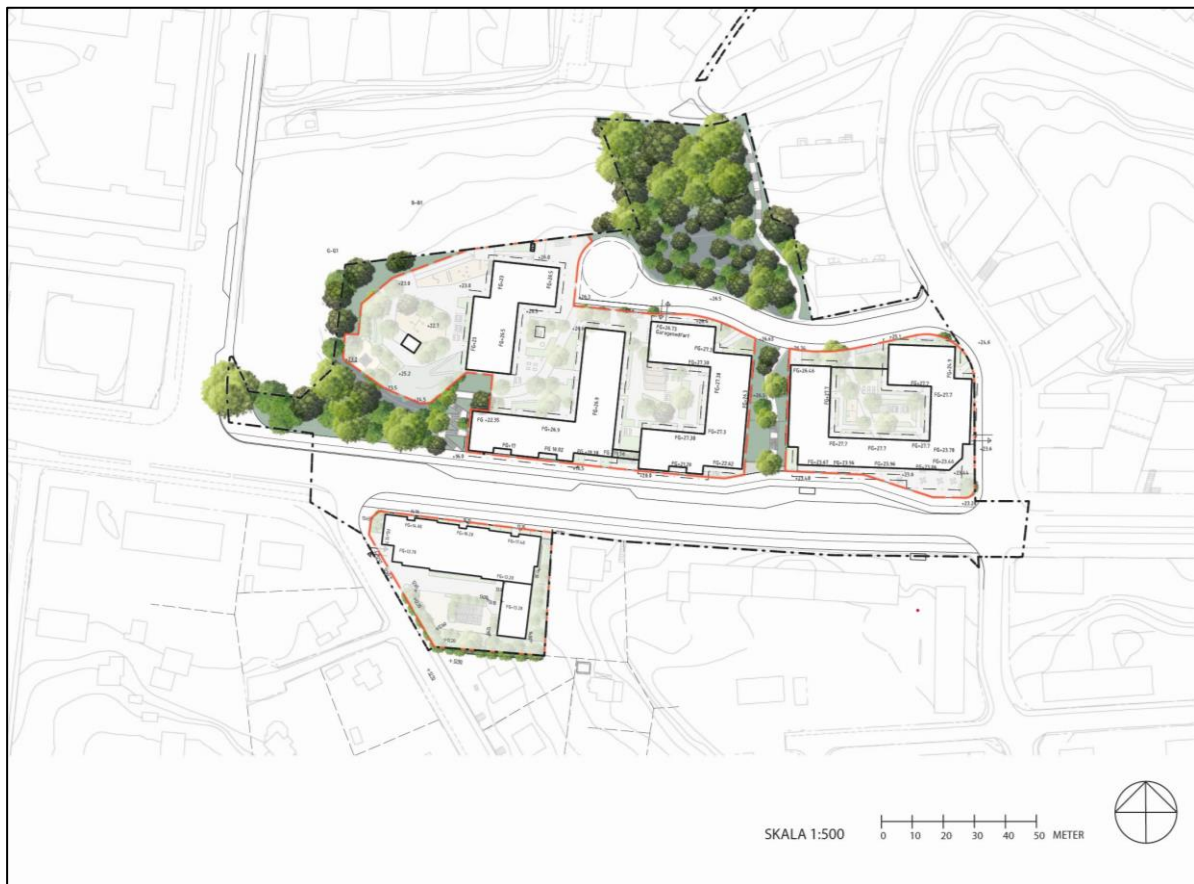
På uppdrag av Tengbom har Rejlers (tidigare Geosigma) utrett hur dagvatten kan hanteras för detaljplan Enigheten i Bromma, se Figur 1-1. Detaljplanen kommer delas upp i allmän platsmark och kvartersmark. Kvartersmarken fördelas på exploatörerna PEAB och Hingstarna enligt Figur 1-2. Kvartersmarken inom detaljplanen har en area på cirka 1,1 ha och den totala arean för detaljplanen (kvartersmark + allmän platsmark) är ca 2,5 ha. I Figur 1-3 visas en illustrationsplan över de södra delarna av detaljplanen.



Figur 1-1. Planområdet med dess omgivning.



Figur 1-2. Översikt över blivande kvartersmark inom planområdet.



Figur 1-3. Illustrationsplan över södra delarna av planområdet (Tengbom, 2023)

1.1 Syfte

Syftet med denna dagvattenutredning är att studera hur dagvattnet kan omhändertas inom detaljplanen Enigheten. I utredningen ingår att:

- Beräkna dagvattenflöden för både den befintliga och den planerade situationen
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den planerade situationen
- Ta fram ett förslag till hållbar dagvattenhantering för detaljplanen.

2 Förutsättningar och metod

2.1 Dagvattenstrategi

Stockholm Stads dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige den 9 mars år 2015 och syftet med strategin är att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar riktning (Stockholm Stad, 2015a). Det innebär att dagvattenhanteringen bör ta hänsyn till både vattenkvalitet och vattenkvantitet samt att utmaningen som uppstår genom klimatförändringar i en allt tätare stad lyfts fram.

Målet för hållbar dagvattenhantering kan således beskrivas med 4 övergripande riktlinjer (Stockholm Stad, 2015a):

- 1) Dagvattenhantering ska bidra till en förbättrad vattenkvalitet av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god status eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.
- 2) Dagvattenhantering ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.
- 3) Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska återanvändas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- 4) För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltning och bolag.

Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd omhändertas. Åtgärdsnivån tillämpas vid större ny- och ombyggnation. Åtgärdsnivån tillämpas alltså inte där liten eller ingen förändring av befintlig markanvändning sker. Andra exempel där åtgärdsnivån inte tillämpas är vid ytliga ombyggnader av gator och vägar.

2.2 Underlag

Utöver Stockholm Stads dagvattenstrategi har följande material använts i denna utredning:

- Baskarta erhållen från beställaren (2021-02-05)
- Situationsplan för PEABs kvarter: L30_P01
- Situationsplan för Hingstarnas kvarter: L30_P01_Hingstarna
- Illustrationsplan: Illustrationsplan TOTAL A1 1_500_20230616_Lågupplöst
- Planområdesgräns (2023-06-02): 2009402_dp_plangräns 2juni

2.3 Dimensionering

Enligt checklista för dagvattenutredningar i Stockholm ska dagvattenflöden beräknas för följande scenarier:

- Regn med återkomsttid 10 år för befintlig och planerad markanvändning *exklusive* klimatfaktor.
- Regn med återkomsttid enligt minimumkrav enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) för befintlig och planerad markanvändning *inklusive* klimatfaktor.

Principerna för dimensioneringen är enligt Svenskt Vatten Publikation 110 (2016) och är följande:

- Säkerhetsnivå för skador vid översvämningar uttrycks som återkomsttid för nederbörd eller vattennivå i sjöar och vattendrag. Föreliggande planområde bedöms motsvara "Tät bostadsbebyggelse" och säkerhetsnivåerna har beräknats därefter, se Tabell 2-1. Detta innebär att säkerhetsnivåerna är 5-årsregn för fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå.
- På grund av klimatförändringar kommer nederbörds mängden att öka och därför ska dimensionerande regn ökas med en klimatfaktor. Klimatfaktorn i nuläget (kunskapsläge dec 2015) har valts till 1,25 för regn med varaktighet upp till 60 min och till 1,2 för regn med längre varaktighet än 60 min.
- Dagvattenledningar dimensioneras inte i föreliggande utredning. Däremot redovisas flöden som dagvattenledningar i anslutning till planområdet ska klara av att avleda.
- Vatten som inte får plats i ledningssystemet ger upphov till marköversvämning och ska kunna hanteras på markytan utan att skador uppkommer på byggnader och anläggningar. Det styr utformning och höjdsättning av mark och bebyggelse. Säkerhetsnivån med avseende på marköversvämningar med skador på byggnader och anläggningar är >100 år. Höjdsättningen utförs så att byggnader ligger högre än omgivande mark.
- Dimensionerande varaktighet för regnet motsvarar den antagna rinntiden inom detaljplaneområdet, det vill säga den tiden det tar för vattnet att rinna den längsta uppskattade rinnsträckan inom respektive delområde.

Tabell 2-1. Utdrag från P110 sidan 40, minimikrav vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2.4 Reducerad area

I vissa fall används begreppet reducerad area, som är en funktion av area och avrinningskoefficient. Sambandet kan beskrivas matematisk enligt ekvation 2-1.

$$A_{red} = A \cdot \varphi \quad (\text{ekvation 2-1})$$

där:

A_{red} = reducerad area i ha_{red}

A = arean i ha

φ = avrinningskoefficient

2.5 Dimensionerande flöde

Beräkningar av dimensionerande flöden har utförts med rationella metoden enligt ekvation 2-2:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{ekvation 2-2})$$

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 delområdets rinntid.

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

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet, f är den ansatta klimatfaktorn.

2.6 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Stockholm Stads riktlinjer (2016) för dagvattenhantering ska 20 mm 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.

Beräkning av dimensionerande fördröjningsvolym görs enligt Ekvation 2-3.

$$V = \varphi \cdot A \cdot 0,02 \quad (\text{ekvation 2-3})$$

där V är den dimensionerande fördröjningsvolymen (m³), φ är delområdets sammanvägda avrinningskoefficient (-), A är delområdets area (m²) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

2.6.1 Dagvattenflöden efter fördröjning enligt lösningsförslaget

Om dagvattenanläggningar uppnår den rekommenderade åtgärdsnivån, innebär det en viss ökning av uppehållstid i anläggningarna vilket resulterar i att rinntiden för planområdet ökar.

Figur 2-1 visar sambandet mellan regnvolymer och regnvaraktighet för regn med olika återkomsttider.

Enligt figuren tar det 25 minuter att fylla 20 mm regnvolymer vid ett 5-årsregn (med 1,25 klimatfaktor) och därmed adderas 25 minuter till den ursprungliga rinntiden på 10 minuter. För ett 10-årsregn (utan klimatfaktor) tar det 25 minuter att fylla 20 mm och därmed adderas 25 minuter till den ursprungliga rinntiden. Således blir den justerade rinntiden för regn med dessa återkomsttider densamma.

För ett 20-årsregn (med klimatfaktor på 1,25) tar det ca 10 minuter att fylla 20 mm och därmed adderas 10 minuter till områdets ursprungliga rinntid på 10 minuter.

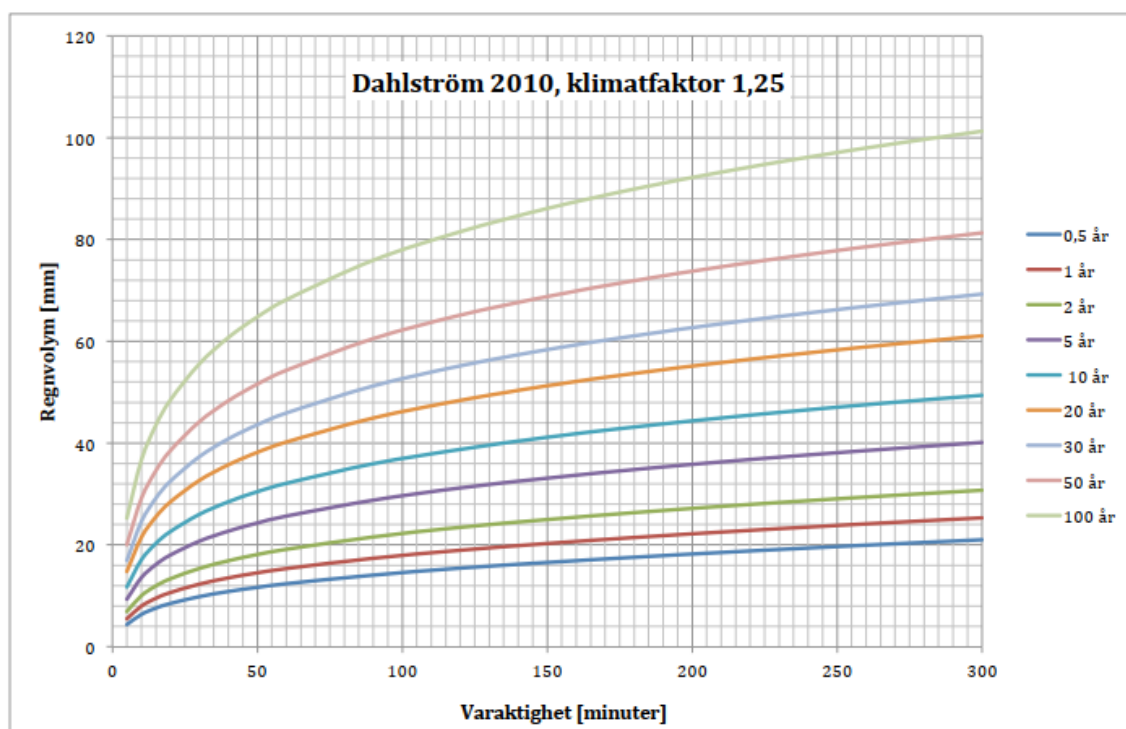
För ett 100-årsregn (med klimatfaktor på 1,25) tar det ca 3 minuter att fylla 20 mm och därmed adderas 3 minuter till områdets ursprungliga rinntid på 10 minuter.

Den förlängda regnvaraktigheten i planområdet medför ändrad regnintensitet som avläses från Figur 2-2. Regnintensiteter (exklusive klimatfaktor) för planområdet, med hänsyn till den justerade regnvaraktigheten, återges i Tabell 2-2.

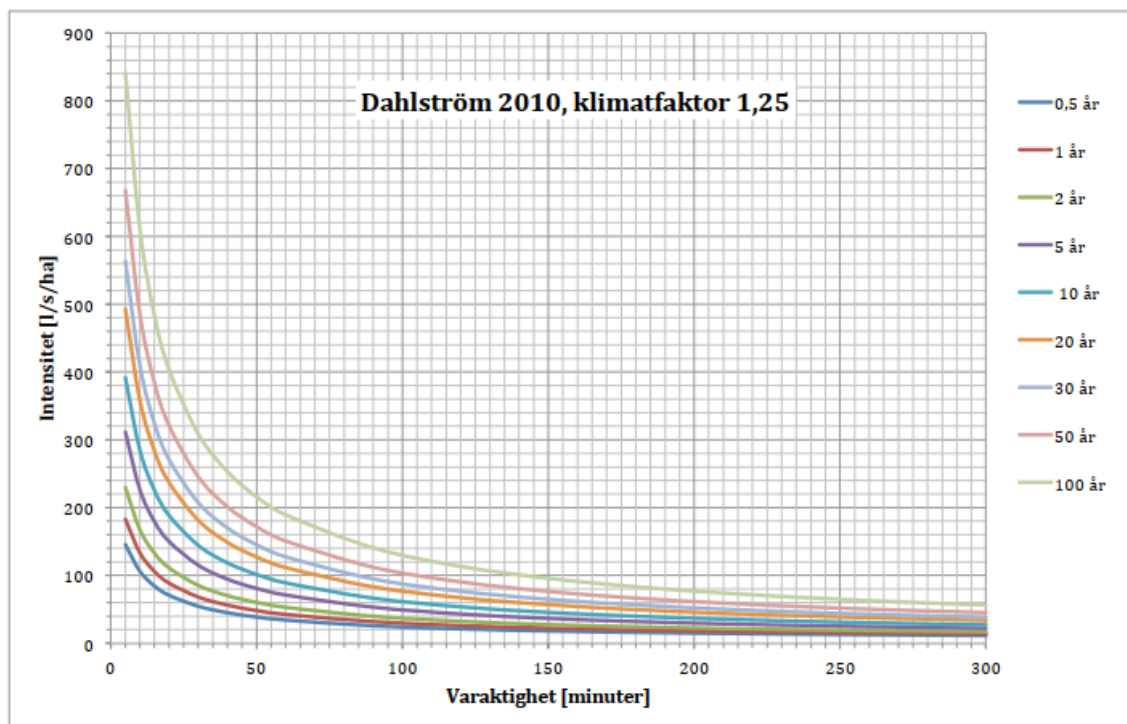
Regnintensitet har beräknats enligt Dahlströms formel (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 2-2. Rinntider och regnintensiteter vid beräkning av dagvattenflödet efter fördröjning av 20 mm nederbörd.

Regnvaraktighet (min)				Regnintensitet (l/s*ha)			
5-årsregn med kf	10-årsregn utan kf	20-årsregn med kf	100-årsregn med kf	5-årsregn med kf	10-årsregn utan kf	20-årsregn med kf	100-årsregn med kf
35	35	20	13	104	104	237	527



Figur 2-1. Regnvolymer i förhållande till regnvaraktighet beräknat med Dahlströms formell.



Figur 2-2. Regnintensitet i förhållande till regnvaraktighet beräknat med Dahlströms formell.

2.7 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.23.2.2 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.

2.8 Lågpunktskartering och skyfallskartering

En lågpunktskartering har utförts med plattformen Scalgo LIVE. Med hjälp av högupplöst höjddata kan områdets befintliga lågpunkter identifieras. "Flash flood map"-funktionen i Scalgo identifierar vilken del av varje lågpunkt som befinner sig under vatten efter en viss regnmängd. Modellen visar med andra ord hur mycket regn som måste falla innan en viss plats i terrängen är under vatten.

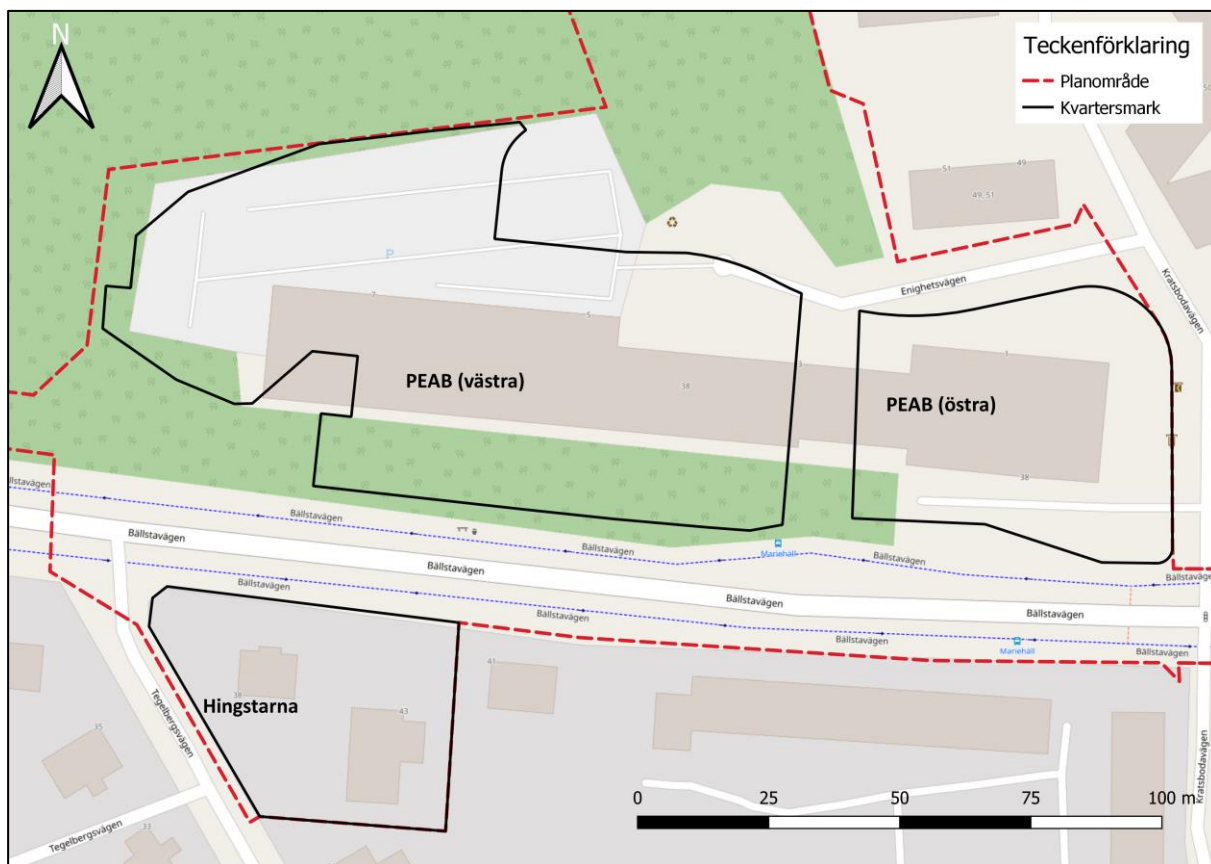
Generellt visar metoden som använts en större utbredning av instängda områden än vad en hydraulisk modell över samma område skulle visa. Detta beror på att metodiken enbart visar områden från vilka vatten som ansamlas på marken inte kan avledas yttledes. Generellt gäller att ju fler hårdgjorda ytor och reglerade dagvattensystem, desto sämre stämmer lågpunktskartan in.

För att studera översvämningsrisk för befintlig situation har även en översiktlig skyfallsmodell för Stockholms kommun, framtagna 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.

En skyfallsmodellering har även utförts för planerad situation (DHI, 2023). Slutsatserna från den presenteras i kap 3.8.

3 Nulägesbeskrivning

Planområdet är cirka 2,5 ha stort och planeras att bebyggas med förskola och bostäder och parker. Avgränsningen för planområdet framgår av Figur 1–1. Figur 3-1 visar kvartersmarkens fördelning mellan exploatörerna.



Figur 3-1. Kvartersmarkens fördelning mellan exploatörerna.

3.1 Platsbesök

Ett platsbesök i planområdet utfördes den 7:e maj 2021.

Vid platsbesöket noterades det inga synliga stuprör från de stora takytorna på den befintliga byggnaden inom PEABs kvartersmark. Det dagvatten som bildas på takytorna leds troligtvis direkt till de kommunala ledningarna via inbyggda stuprör och dagvattenledningar på fastigheten. De mindre takytorna över entréerna på norra delen av byggnaden avvattnas via synliga stuprör ner över asfalterade ytor norr om byggnaden.

Vid platsbesöket observerades det även att det finns en vattendelare mellan vändplanen i det nordöstra hörnet av PEABs västra kvarter och parkeringen i norra delen av kvarteret (Foto 1). Från vändplanen avrinner dagvatten österut längst med Enighetsvägen. Från parkeringen avrinner dagvatten till en lågpunkt på norra delen av parkeringen. Lågpunkten är utrustad med en gallerstensbrunn (Foto 2).



Foto 1. Vattendelare mellan vändplanen och parkeringen i PEABs västra kvarter markerad med blå streckad linje. Lågpunkten ungefärligt markerad med en röd pil.



Foto 2. Lågpunkten i norra delen av parkeringen i PEABs västra kvarter.

Den nordvästra delen av planområdet är parkeringen underbyggd och parkeringsytan är utrustad med en rännstensbrunn (Foto 3). I samma linje där parkeringen övergår till att vara överbyggd förekommer även en vattendelare (Foto 4). Även på parkeringsytan mellan lågpunkten och den underbyggda delen av parkeringen förekommer en dagvattenbrunn.



Foto 3. Underbyggda delen av parkeringen i norra delen av PEABs västra kvarter. Dagvattenbrunnens läge markerad med en röd pil.



Foto 4. Vattendelare vid den underbyggda parkeringsplatsen ungefärligt markerad med blå streckad linje.

Den västra delen av PEABs västra kvarter består av en parkeringsyta som sluttar västerut.

Södra delen av PEABs östra kvarter består av en parkeringsyta som utgör en lågpunkt. Det finns en dagvattenbrunn mitt i parkeringsytan. Södra delen av PEABs västra kvarter består av en brant bergssluttning mot Bällstavägen (Foto 5).



Foto 5. Kraftigt sluttande bergsyta i södra delen av PEABs västra kvarter.

I södra delen av planområdet på Hingstarnas kvarter är den befintliga bebyggelsen placerad lägre än Bällstavägen och Tegelbergsvägen. En lågpunkt som utgör ett instängt område förekommer i nordvästra delen av kvarteret (Foto 6). Lågpunkten består av en gräsyta som avgränsas av en stödmur mot Bällstavägen och en slänt från Tegelbergsvägen.



Foto 6. Lågpunkten i nordvästra delen av Hingstarnas kvarter.

Hingstarnas kvarter är avgränsad från grannfastigheten Hingsten 3 med en stödmur i östra delen av kvarteret (Foto 7).



Foto 7. Stödmur mellan Hingsten 3 (till vänster) och Hingstarnas kvartersmark till höger.

3.2 Topografiska förhållanden och lågpunkter

Norra delen av kvartersmarken, som består av PEABs kvarter, ligger på en höjd med högsta punkten på cirka +27 meter. Marken söder om PEABs kvarter lutar kraftigt söderut mot Bällstavägen med högsta nivå på ca +27 och lägsta nivå på ca +14.

Hingstarnas kvarter lutar västerut mot en lågpunkt i nordvästra delen av kvarteret, se lågpunkt A i Figur 3-2. Denna lågpunkt utgör ett lokalt instängt område och ingen avledning från denna lågpunkt i form av brunnar eller kulvertar observerades vid platsbesöket.

Inom norra delen av kvartersmarken förekommer en lågpunkt (B) bestående av asfalterad yta utrustad med dagvattenbrunn. Även strax norr om den befintliga byggnaden på PEABs östra kvarter förekommer lågpunkt (C) som är en nedfart till ett garageutrymme och även denna lågpunkt är försedd med dagvattenbrunn. Söder om den befintliga byggnaden på PEABs östra kvarter förekommer en lågpunkt (D) på parkeringsytan som även denna är försedd med en dagvattenbrunn.

Från norra delen av kvartersmarken avrinner dagvatten mot lågpunkter norr om området (E). Det bör noteras att området norr om planområdet består av nybyggnation vilket innebär att terrängmodellen i ScalgoLive kan vara utdaterad och därmed är informationen kring lågpunkter i detta område osäkert. Södra delen av PEABs kvarter avrinner söderut mot Bällstavägen som är försedd med kantsten. Bällstavägen lutar västerut mot en lågpunkt (F) på vägen ca 100 meter väster om planområdet.

Det förekommer ett lågpunktområde (G) på fastigheterna Skimmeln 7 och 8 som ligger ca. 40 meter väster och nedströms om Hingstarnas kvarter. En översikt ges i Figur 3–2.



Figur 3-2. Avrinningsriktning och lågpunkter inom och omkring planområdet. Lågpunkter som omnämns är markerade med bokstäver A-G. OBS att utredningsområdesgränsen i denna figur ej är den senaste versionen.

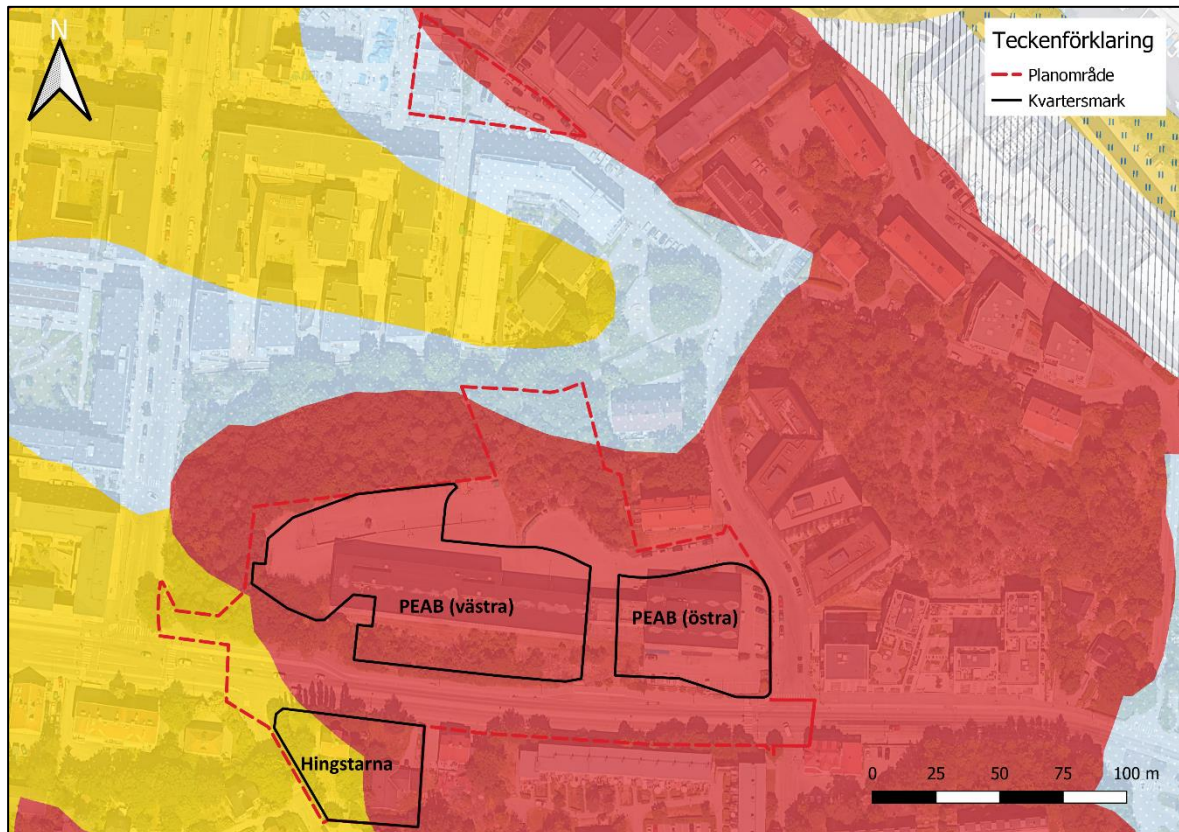
3.3 Jordarter och geoteknik

I Figur 3–3 illustreras jordarter inom och omkring planområdet enligt SGU (2023). Inom planområdet utgörs jordarterna av glacial lera, morän samt berg. Södra delarna av PEABS kvarter angränsar till områden med tunt ytlager morän ovanpå berg.

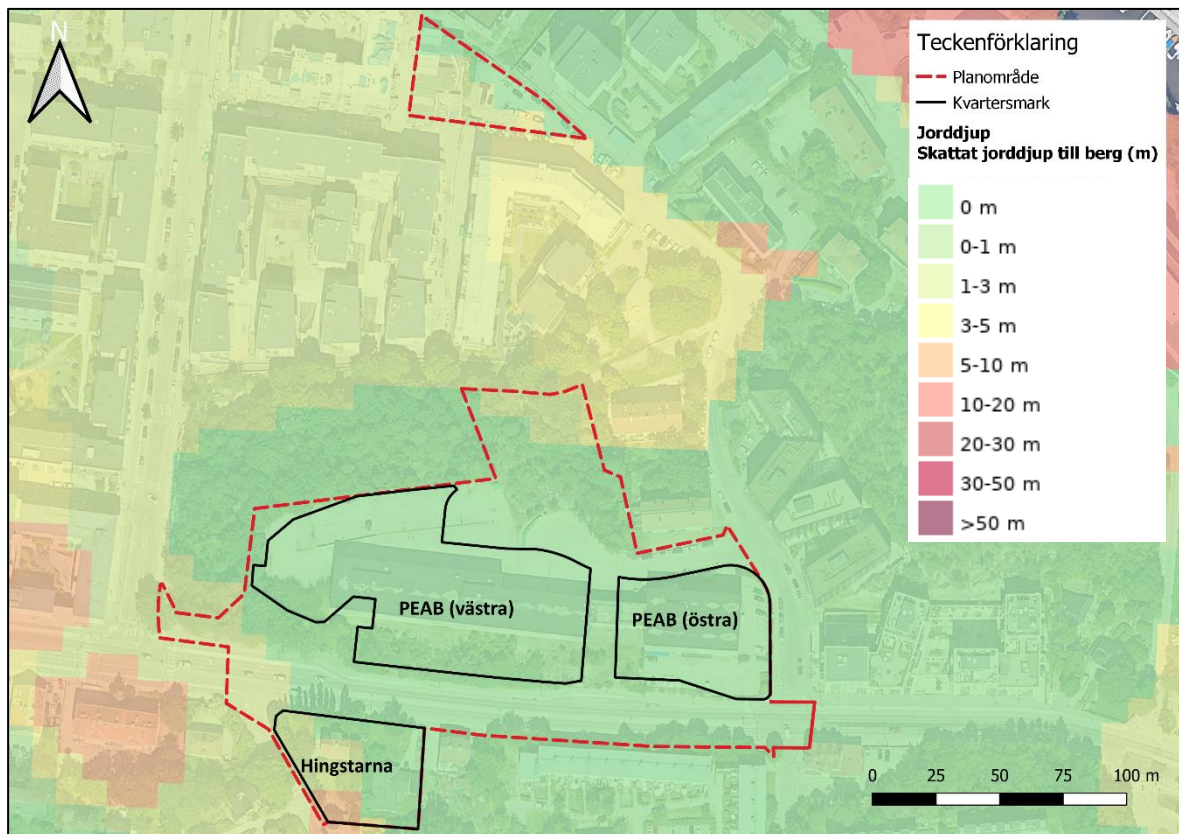
Enligt uppgifter från SGU (2023) varierar jorddjupet till berg mellan ca 0–5 m inom planområdet. I sydvästra delen av Hingstarnas kvarter förekommer de största jorddjupen som avtar i östlig riktning. Inom kvartersmaken är jorddjupen mestadels 0 meter. Djupet till berg återges i Figur 3–4.

Utifrån de geohydrologiska förutsättningarna inom planområdet bedöms möjligheten till infiltration som mycket begränsad inom hela området.

Enligt miljöteknisk markundersökning som Geosigma har gjort inom planområdet har inga halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM uppmätts.



Figur 3-3. Jordarter. Data har erhållits från SGU (2023). Gulmarkerade områden utgörs av glacial lera. Ljusblått område utgörs av sandig morän. Rödmarkerade områdena består av urberg och ljusblå prickar indikerar ett ytlager av morän.

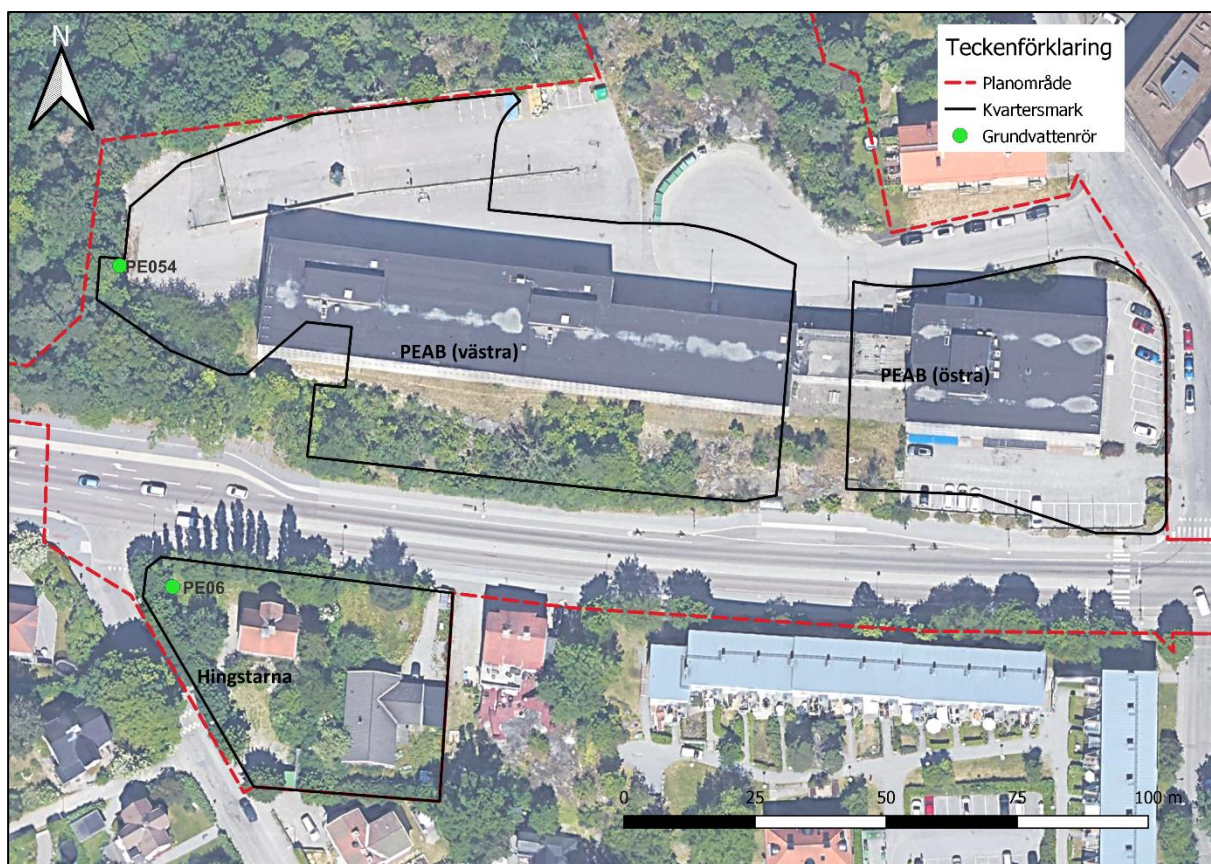


Figur 3-4. Jorddjup, uppskattat djup till berg. Data har erhållits från SGU (2023).

3.4 Grundvatten

I samband med den miljötekniska markundersökningen som Rejlers (Geosigma) utförde inom planområdet 2021 installerades ett grundvattenrör i berg på PEABS kvarter (PE054) och ett grundvattenrör i lera på Hingstarnas kvarter (PE06). Grundvattenrörens ungefärliga lägen visas i Figur 3-5 nedan.

I PE054 uppmättes grundvattennivån (2021.05.05) till 5,18 meter under markytan. I PE06 uppmättes (samma datum) grundvattennivån till 3,73 meter under markytan. Ingen provtagning av grundvatten har genomförts.



Figur 3-5. Befintliga grundvattenrör inom planområde.

3.5 Miljöteknisk undersökning

En miljöteknisk undersökning har utförts för planområdet (Geosigma, 2021) där höga halter av föroreningar i marken identifierats för området. Sanering rekommenderas för jordmassor i samband med byggnation av skolområdet inom PEABs fastighet. Även delar av naturmark som planeras att lämnas kvar laboratorie- och fältanalyserna visat på innehåll av höga föroreningshalter. Åtgärd så som bortschaktning bedöms inte behövas för naturmarken som inte exploateras eftersom situationen inte förändras medans för skolområdet förbättras dagvattenkvalitet genom sanering av förorenad jordmassor.

3.6 Befintlig markanvändning

Totalt omfattar planområdet en areal på cirka 2,5 ha. Befintlig markanvändning återges i Figur 3-6. PEABs kvarter består av en byggnad med tillhörande parkering och övriga

asfaltytor samt naturmark bestående av planteringar, gräsytor och skog med inslag av berg i dagen. Hingstarnas kvarter är bebyggd med stadsvillor med omgivande grönytor, samt grusade infarter.

Allmän platsmark runt fastigheterna består av Bällstavägen och Enighetsvägen samt Troll-Ola skogen i norr. För den blivande Triangelparken, norr om övriga delar av planområdet, är befintlig markanvändning parkering och asfaltytor.



Figur 3-6. Befintlig markanvändning inom planområdet.

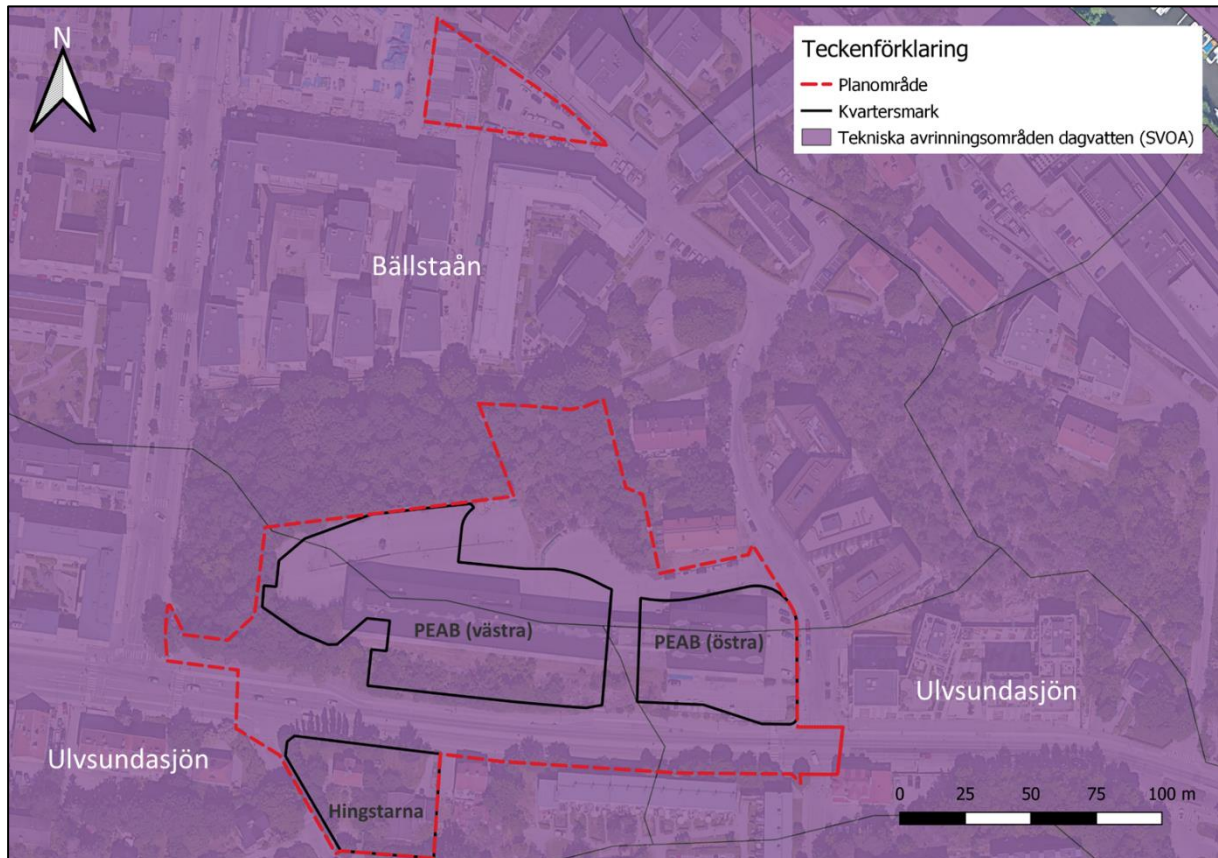
3.7 Recipientbeskrivning

För den ytliga avrinningen från området är recipienten Mälaren-Ulvsundasjön (SE658229-162450). De tekniska avrinningsområdena är olika för olika delar av detaljplanen och recipienterna blir för dagvattnet i ledningssystemet Mälaren-Ulvsundasjön samt Bällstaån (SE658718-161866), se Figur 3-7 (SVOA, 2023). Recipienten Mälaren-Ulvsundasjöns läge i relation till planområdets ungefärliga läge framgår i Figur 3-8. Bällstaåns läge i relation till planområdets ungefärliga läge visas i Figur 3-9.

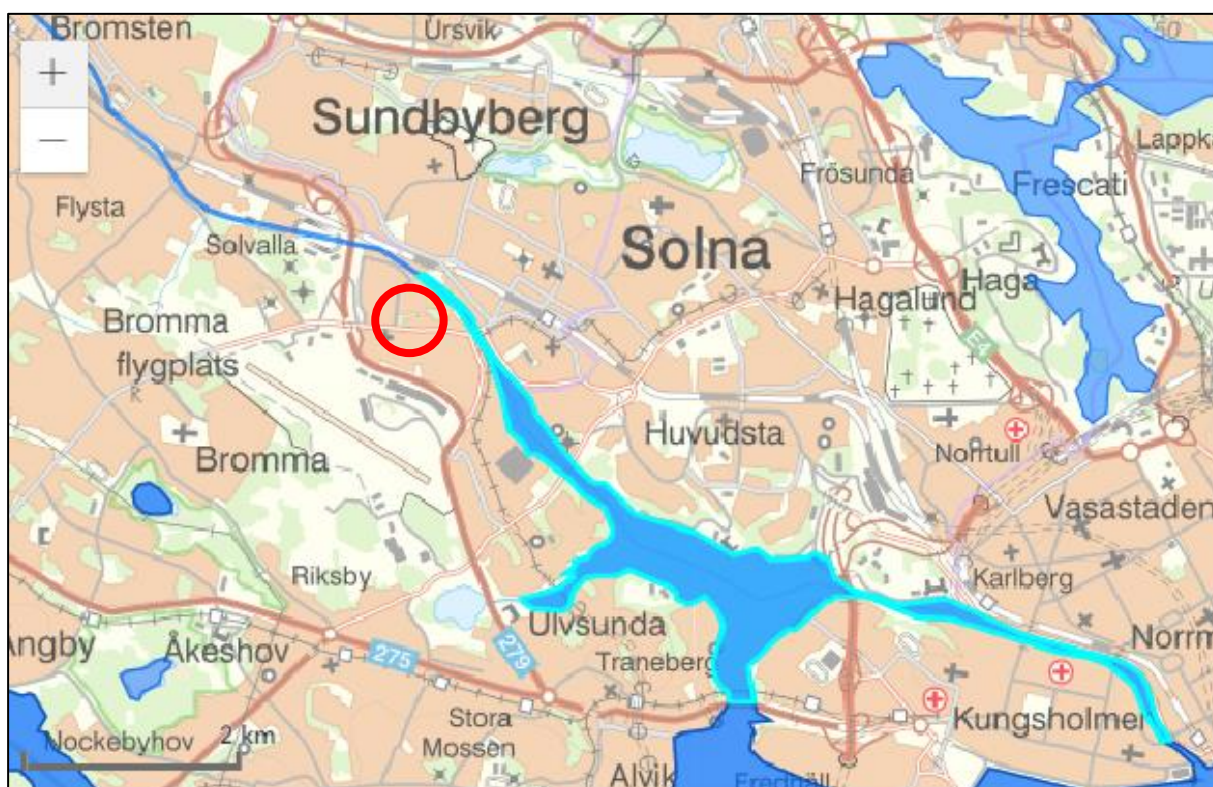
Ulvsundasjön har en otillfredsställande ekologisk status där utslagsgivande miljökonsekvenstyper är morfologiska förändringar och kontinuitet. Miljökonsekvenstyperna övergödning och miljögifter har bedömts till måttlig status. Ulvsundasjön uppnår ej god

kemisk ytvattenstatus på grund av för höga halter av PFOS, kadmium, bly, antracen, tributyltenn, kvicksilver samt polybromerade difenyleterar. (VISS, 2023)

Bällstaån har en dålig ekologisk status och klassningen baseras på miljökonsekvenstypen morfologiska förändringar och kontinuitet. Miljökonsekvenstyperna övergödning och miljögifter har bedömts till måttlig status. Recipienten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus på grund av överskridande halter av perfluoroktansulfon (PFOS), benso(g,h,i)perylen, benso(a)pyren, kvicksilver och polybromerade difenyleterar (PBDE). (VISS, 2023)



Figur 3-7. Tekniska avrinningsområden (Stockholm Vatten och Avfall, 2023)



Figur 3-8. Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön SE658229-162450 markerat i ljusblått samt planområdet ungefärligt markerat med röd cirkel.



Figur 3-9. Recipienten Bällstaån SE658718-161866 markerat i ljusblått samt planområdet ungefärligt markerat med röd cirkel.

Det finns ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP) framtaget för Mälaren-Ulvsundasjön. Enligt åtgärdsprogrammet förekommer det problematik med övergödning på grund av förhöjda halter av näringsämnen inom vattenförekomsten. Även halter av flera miljögifter är förhöjda i vattnet, sediment och fisk.

Enligt LÅP finns det ett åtgärdsbehov för reduktion av 177 kg fosfor per år vilket motsvarar en minskning om 10 % per år baserat på den tillrinnande fosforbelastningen. Utöver detta bör varje kommuns dagvattenstrategi följas vid exploatering som innebär ändrad markanvändning samt hållbar dagvattenhantering tillämpas för att undvika ökad tillförsel av föroreningar.

Planområdet omfattas inte av Östra Mälarens vattenskyddsområde och dess föreskrifter.

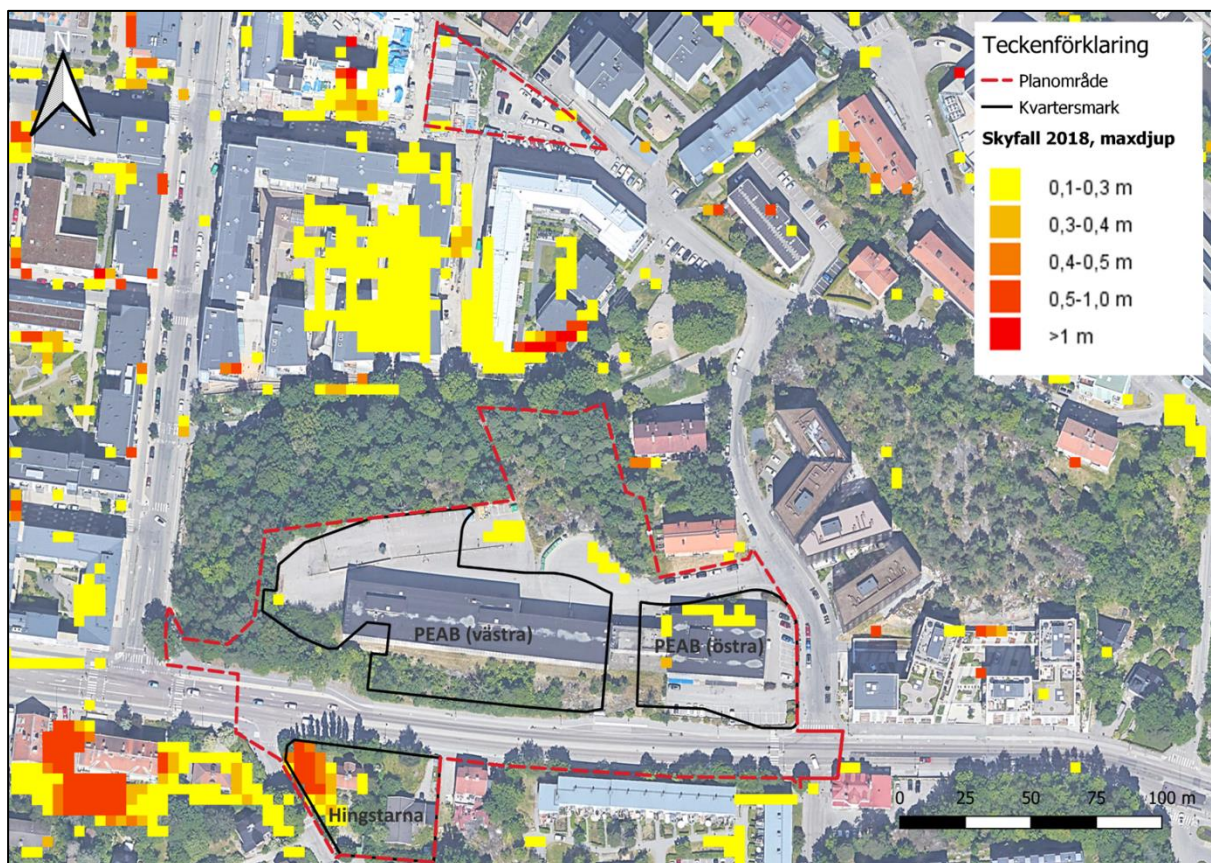
3.8 Översvämning utmed närliggande ytvatten

Planområdet ligger ca 170 meter söder om Bällstaån som MSB (Myndighet för samhällsskydd och beredskap) har gjort en översvämningskartering utmed. Enligt karteringen kommer planområdet inte påverkas av översvämning i ån vid varken 100- eller 200-årsflöde eller "beräknat högsta flöde" som grovt uppskattas till ett 10 000-årsflöde.

3.9 Skyfall

Ett utdrag från Stockholm stads skyfallsmodell (Thurin, 2018) över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella planområdet, med nuvarande markanvändning och för skyfallsmodellens "Scenario C", visas i Figur 3-10. "Scenario C" är en typ av worst case-scenario som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten. Enligt modelleringen finns det risk för översvämningsdjup upp till 0,3 meter i norra delen PEABs östra kvarter samt vid en liten punkt i västra delen av PEABs västra kvarter. För Hingstarnas kvarter visas översvämningsdjup >1 meter i västra delen vid befintlig markanvändning.

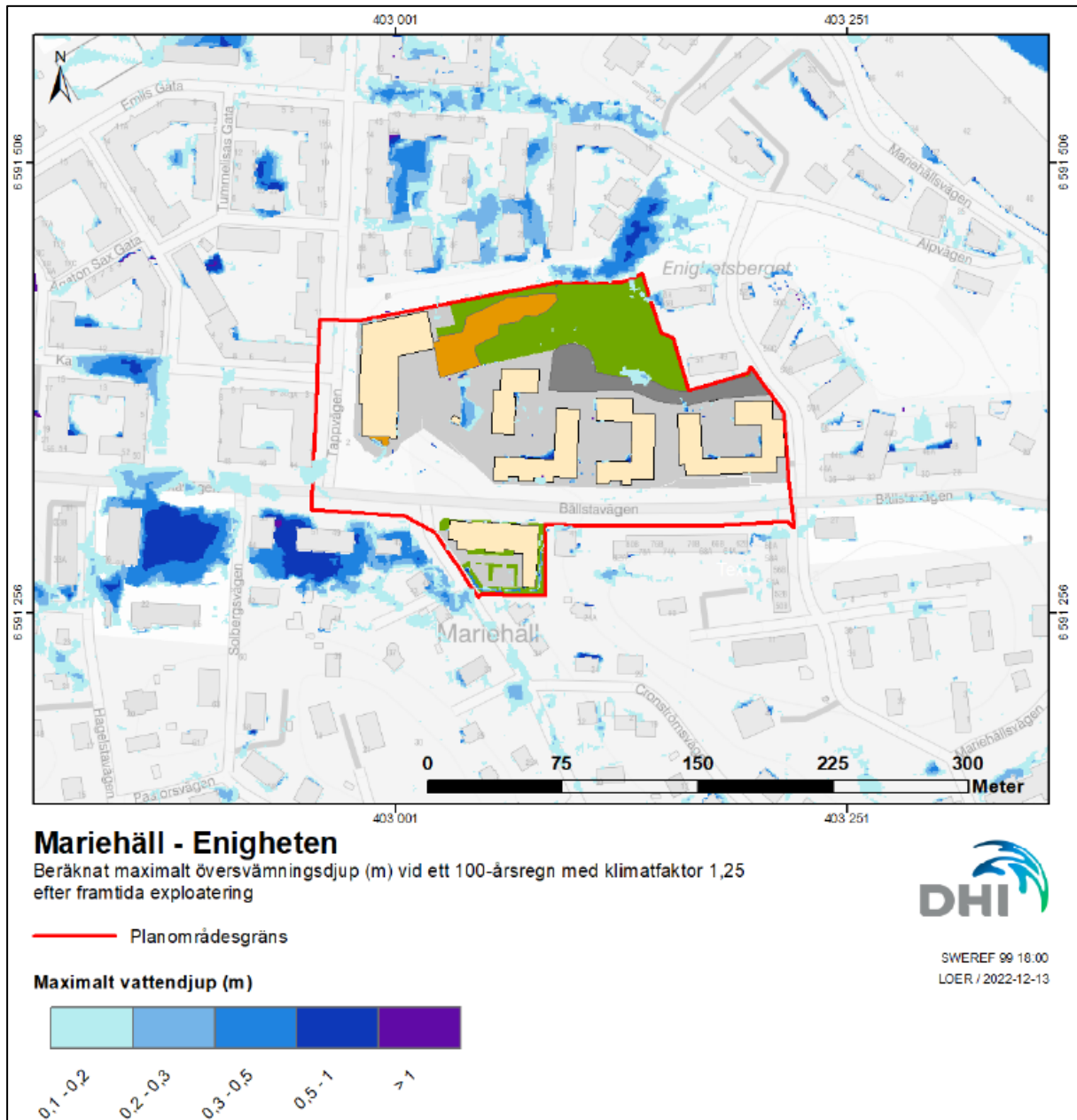
För allmän platsmark finns översvämningsrisk med ett maxdjup på 0,3 m på Enighetsvägen norr om PEABs kvarter samt i norra, västra respektive östra hörnen av Triangelparken.



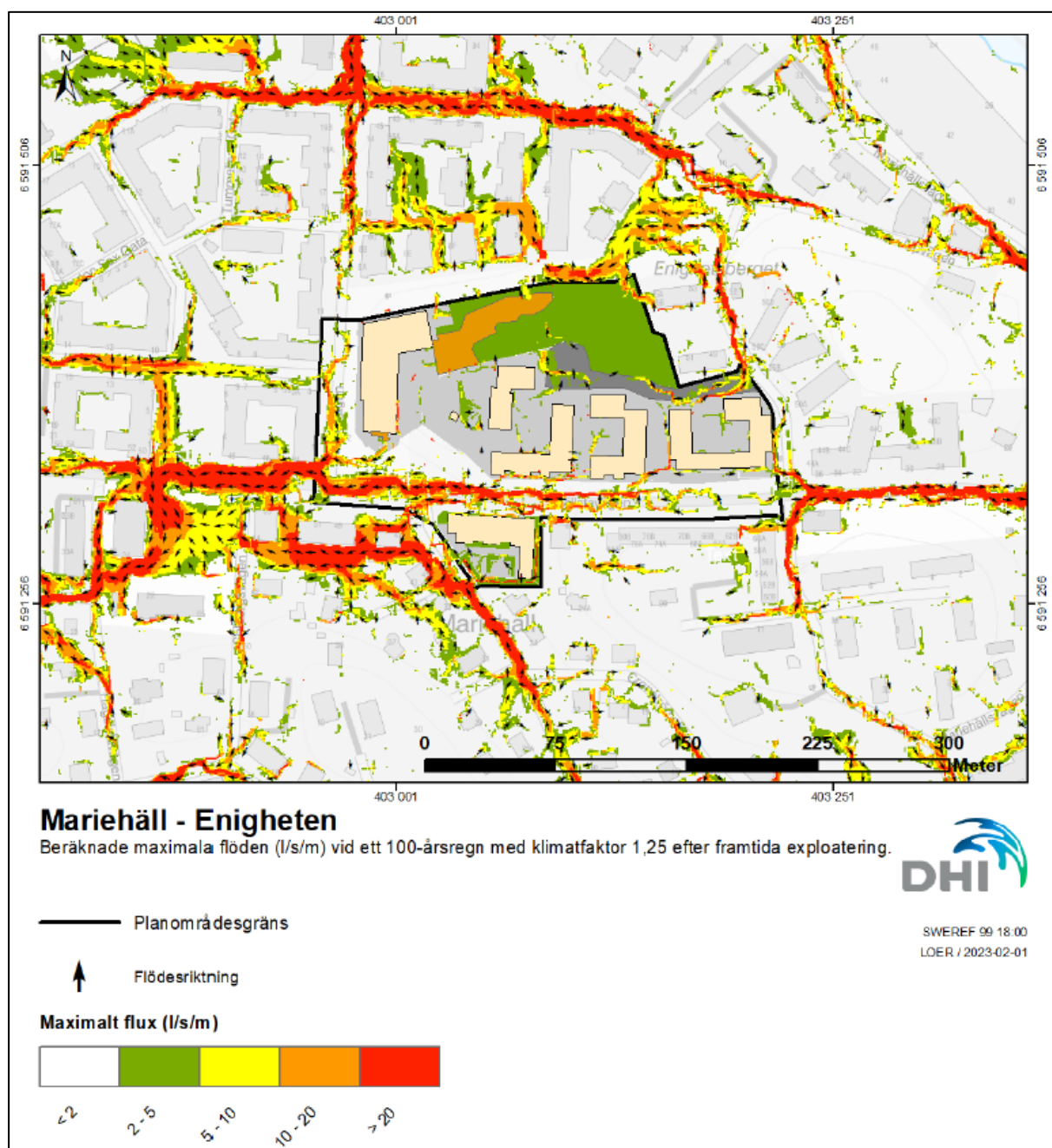
Figur 3-10. Maximalt översvämningsdjup inom och omkring planområdet.

En skyfallsmodellering för planområdet har tagits fram av DHI (februari 2023). Skyfallsutredningen konstaterar att ingen försämring ses utanför planområdet men att en förutsättning till detta är att 160 m³ vatten fördröjs inom Hingstarnas kvarter, se Figur 3-11 från skyfallsutredningen.

Vidare konstateras i utredningen att den framtida situationens flöden inte överstiger befintliga flöden. Den största flödesvägen ut från området är i sydvästra delen av planområdet, längs Bällstavägen, se Figur 3-12 från skyfallsutredningen. Slutsatsen i skyfallsutredningen förutsätter att volymen vatten som samlas i den planerade anläggningen på Hingstarnas kvarter säkerställs i framtida revideringar av underlag. Slutsatsen förutsätter även att ledningsnätet inom planområdet dimensioneras för ett 10-årsregn och att marken höjdsätts med lutning från byggnader ut mot angränsande gata.



Figur 3-11. Från Skyfallsutredning Detaljplan Enigheten – Mariehäll, DHI februari 2023. Beräknat maximalt översvämningsdjup (m) vid ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 för planerad situation och med ett fiktivt fördröjningsmagasin om 160 m³ på Hingstarnas kvarter.



Figur 3-12. Från Skyfallsutredning Detaljplan Enigheten – Mariehäll, DHI februari 2023. Beräknat maximalt flöde och flödesriktning vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 för planerad situation och med ett fiktivt fördröjningsmagasin om 160 m³ på Hingstarnas kvarter.

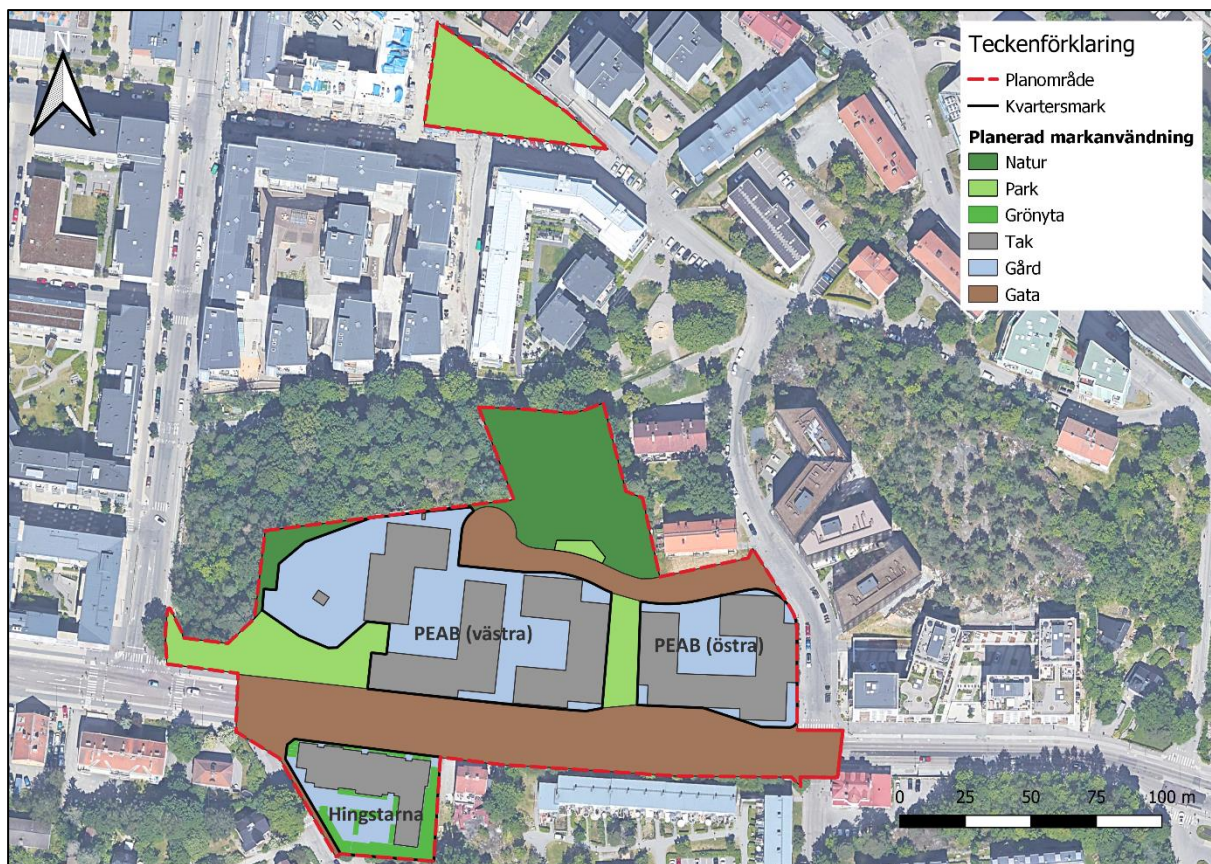
4 Framtida förhållanden

4.1 Planerad markanvändning

PEABs västra kvarter planeras att bebyggas med en förskola och förskolegård samt bostäder, gårdsytor över bjälklag samt ned- och uppfarter till det underliggande parkeringsgaraget. PEABs östra kvarter samt Hingstarnas kvarter planeras också att bebyggas med bostäder och gårdsytor, dels över bjälklag. I Hingstarnas kvarter kommer planteringsytor samt parkeringsplatser för rörelsehindrade att inkorporeras i gårdsytorna. För allmän platsmark planeras Bällstavägen att bräddas något norrut. En park (Östra parkstråket) planeras mellan

PEABs två kvarter. Enighetsvägen förlängs jämfört med sitt befintliga läge och en ny vändplan skapas. I norr planeras Triangelparken, med grönytor och gångstråk.

En översikt av planerad markanvändning framgår av Figur 4–1.



Figur 4-1. Planerad markanvändning inom planområdet.

4.2 Anslutningspunkter för dagvatten

Planområdet kommer utgöra "Tät bostadsbebyggelse" enligt klassificering i P110 och dagvattenledningar bör dimensioneras för att avleda ett 10-årsregn (enligt skyfallsutredningen av DHI, 2023). I dagsläget är det inte känt vart de befintliga dagvattenledningarna i det omgivande gaturummet ligger och vart anslutningspunkter till det kommunala ledningsnätet finns. Eventuella nya anslutningspunkter till det kommunala ledningsnätet avgörs i samråd med Stockholms Vatten och Avfall.

Det har identifierats kapacitetsproblem i ledningssystemet väster om planområdet vilket gör det extra viktigt i ett senare skede utreda noggrant innan anslutningspunkt bestäms så att systemet belastas av dagvattenslödet från planområdet ytterligare.

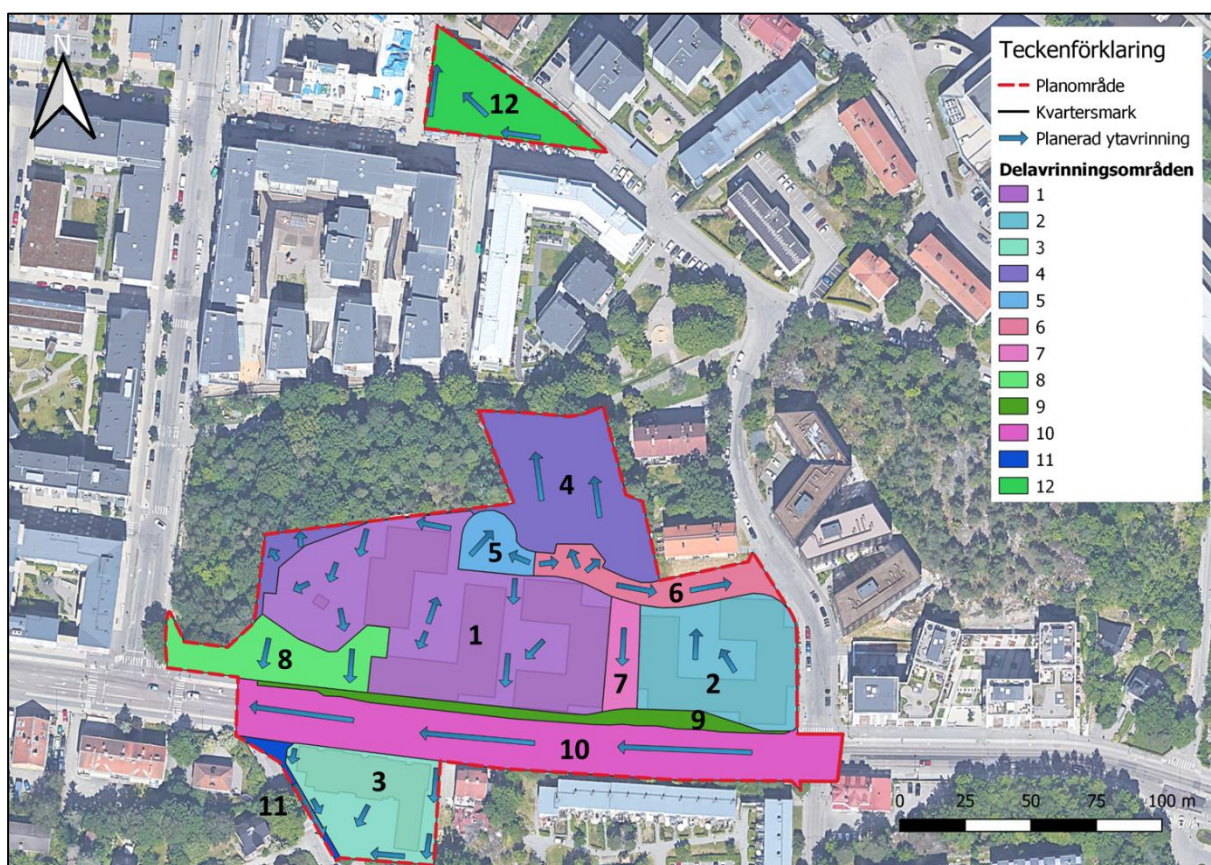
4.3 Ytavrinning och delområden

I samband med planerad exploatering och blivande marknivåer har planområdet delats in i delområden. En översikt av delområdenas indelning samt avrinningsriktning framgår av Figur 4–2. Uppdelningen underlättar beräkningarna av den erforderliga fördröjningsvolymen samt för att säkerställa att tillräcklig fördröjning kan ske inom respektive delområde.

Eftersom delområde 3 utgör ett så kallat instängt lågpunktsområde i dagsläget, bör det delvis fyllas ut för att möjliggöra för den planerade byggnationen. I och med utfyllnad av

denna lokala lågpunkt bedöms det skapas större risk för översvämning i ett lågpunktsområde nedströms i samband med ett skyfall. Detta eftersom det skyfallsvatten som i vanliga fall brukar fördröjas i den befintliga lågpunkten till större del kommer att ledas nedströms i samband med skyfall. Därmed bör en fördröjningsvolym på 160 m³, vilket motsvarar befintlig lågpunkts totala volym, fördröjas inom delområde 3. På det sättet minskas risken för översvämning nedströms som skulle resultera i skador på byggnader i samband med ett skyfall. (DHI, 2023)

Även i delområde 12 fylls en befintlig lågpunkt ut, här är lågpunktens volym uppskattad till 8 m³ (SCALGO Live, 2023) vilket blir den rekommenderade fördröjningsvolymen för delområdet.



Figur 4-2. Delområden och framtida ytavrinning inom planområdet.

4.4 Tillämpning av åtgärdsnivån

Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd omhändertas. Åtgärdsnivån tillämpas vid större ny- och ombyggnation. Åtgärdsnivån tillämpas alltså inte där liten eller ingen förändring av befintlig markanvändning sker. Andra exempel där åtgärdsnivån inte tillämpas är vid ytliga ombyggnader av gator och vägar.

Enligt ovan principer har delområdena inom planområdet delats upp efter om de ska tillämpa åtgärdsnivån eller inte. Antagandena kan ses i tabell 4-1.

Tabell 4-1. Krav om att tillämpa åtgärdsnivån eller ej för respektive delområde.

Delområde	Tillämpande av åtgärdsnivån	Kommentar
1 PEABs västra kvarter	Ja	Exploatering
2 PEABs östra kvarter	Ja	Exploatering
3 Hingstarnas kvarter	Ja	Exploatering
4 Troll-Ola skogen	Nej	Naturmark som behålls i sin befintliga utformning
5 Vändplanen Enighetsvägen	Nej	Ytlig ombyggnad av gata
6 Östra Enighetsvägen	Nej	Ytlig ombyggnad av gata
7 Östra parkstråket	Ja	Exploatering
8 Västra parkstråket	Nej	Naturmark som behålls i sin befintliga utformning
9 Norra delen av Bällstavägen	Ja	GC-bana utökas och naturmark försvinner
10 Södra delen av Bällstavägen	Nej	Ytlig ombyggnad av gata
11 Tegelbergsvägen	Nej	Ingen förändring från befintlig situation
12 Triangelparken	Ja	Exploatering

5 Flödesberäkningar

5.1 Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som rinner av en yta efter förluster på grund av avdunstning, infiltration och upptag av växlighet (Svenskt Vatten, 2016). I Tabell 5–1 redovisas vilka avrinningskoefficienter som har använts i denna utredning.

För gårdsytorna har två olika avrinningskoefficienter använts, en lite högre för delområde 3, där planteringsytor presenteras separat, och en lite lägre för resterande kvartersmark som innefattar planteringsytor (vars placering ännu inte är klar).

Tabell 5-1. Avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten, 2016; StormTac, 2017)

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Tak	0,9
Gata/asfalterad yta	0,8
Parkeringsyta	0,8
Gårdsyta delområde 3	0,6
Gårdsyta övrig kvartersmark	0,4
Grusyta	0,4
Gräsyta/grönyta/plantering	0,1
Natur	0,1
Park	0,2

5.2 Markanvändning

I tabellerna nedan återges, för respektive delområde, area samt reducerad area för de förekommande typerna av markanvändning.

En översikt av den befintliga markanvändningen i respektive delområde inom planområdet framgår av Tabell 5–2.

Tabell 5-2. Areor för befintlig markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	φ	Delområden												Total area (ha)
		1 (ha)	2 (ha)	3 (ha)	4 (ha)	5 (ha)	6 (ha)	7 (ha)	8 (ha)	9 (ha)	10 (ha)	11 (ha)	12 (ha)	
Takyta	0,9	0,20	0,10	0,04	-	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	0,36
Parkering	0,8	0,23	0,14	-	0,1	0,05	-	-	-	-	-	-	0,07	0,51
Asfalt	0,8	-	0,01	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	0,07	0,08
Grusyta	0,4	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
Gata	0,8	0,03	-	-	0,8	-	0,10	0,01	0,03	0,06	0,44	0,02	-	0,66
Natur	0,1	0,19	0,01	0,14	0,29	-	-	0,02	0,10	0,02	-	-	-	0,81
Gräsyta	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01
Summa		0,65	0,27	0,20	0,31	0,05	0,10	0,05	0,14	0,08	0,44	0,02	0,15	2,46
Red. area (ha_{red})		0,41	0,21	0,06	0,04	0,04	0,08	0,03	0,04	0,02	0,36	0,01	0,11	1,43

Planerad markanvändning inom planområdet kommer att utgöras av förskola, bostadshus, gårdsytor, parker och vägar.

Gårdsytorna kommer bestå av en blandning av hårdgjorda och genomsläppliga ytor. För delområde 3 presenteras planteringar separat och därmed är avrinningskoefficienten för gårdsytan satt till 0,6, medan gårdsytan för övrig kvartersmark är inklusive planteringar och har en avrinningskoefficient på 0,4. En översikt av planerad markanvändning framgår av Tabell 5–3.

Tabell 5-3. Areor för planerad markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	φ	Delområden												Total area (ha)
		1 (ha)	2 (ha)	3 (ha)	4 (ha)	5 (ha)	6 (ha)	7 (ha)	8 (ha)	9 (ha)	10 (ha)	11 (ha)	12 (ha)	
Takyta	0,9	0,31	0,18	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58
Natur	0,1	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31
Park	0,2	-	-	-	-	-	0,01	0,05	0,14	-	-	-	0,15	0,35
Grönyta	0,1	-	-	0,04	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,06
Gårdsyta delområde 3	0,6	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07
Gårdsyta övriga	0,4	0,34	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
Gata	0,8	-	-	-	-	0,05	0,09	-	-	0,06	0,44	0,02	-	0,67
Summa		0,65	0,27	0,20	0,31	0,05	0,10	0,05	0,14	0,08	0,44	0,02	0,15	2,46
Red. area (ha_{red})		0,42	0,20	0,13	0,03	0,04	0,08	0,01	0,03	0,05	0,36	0,01	0,03	1,37

5.3 Flödesberäkningar

Dagvattenflödena har beräknats enligt den rationella metoden (ekvation 2-2). Planområdet klassificeras som "Tät bostadsbebyggelse" och därmed beräknas dagvattenflöden vid ett 5-årsregn, 20-årsregn samt ett 100-årsregn. Dessutom beräknas dagvattenflöden för ett 10-årsregn i enlighet med Stockholm stads *Checklista till dagvattenutredningar för planprogram och detaljplan* (2019). Flödena har beräknats för följande scenarion:

- Befintlig markanvändning och regn med återkomsttid på 5, 10, 20 och 100 år exklusive klimatfaktor.
- Befintlig markanvändning och regn med återkomsttid på 5, 20 och 100 år inklusive klimatfaktor på 1,25.
- Planerad markanvändning och regn med återkomsttid på 5, 10, 20 och 100 år exklusive klimatfaktor.
- Planerad markanvändning och regn med återkomsttid på 5, 20 och 100 år inklusive klimatfaktor på 1,25.
- Planerad markanvändning och regn med återkomsttid på 5, 20 och 100 år inklusive 20 mm fördröjning och klimatfaktor på 1,25.
- Planerad markanvändning och regn med återkomsttid på 10 år inklusive 20 mm fördröjning, exklusive klimatfaktor.

5.3.1 Befintliga dagvattenflöden

Befintliga dagvattenflöden utan klimatfaktor återges i Tabell 5-4. I Tabell 5-5 återges befintliga dagvattenflöden med klimatfaktor.

Tabell 5-4. Dagvattenflöden för befintlig markanvändning utan klimatfaktor.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	5-årsregn (l/s)	10-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	0,65	0,41	74	93	117	200
2	0,27	0,21	39	49	62	105
3	0,2	0,06	11	13	17	29
4	0,31	0,04	8	10	13	22
5	0,05	0,04	8	10	12	20
6	0,1	0,08	15	19	24	41
7	0,05	0,03	5	7	8	14
8	0,14	0,04	7	9	12	20
9	0,08	0,02	4	5	6	11
10	0,44	0,36	64	81	102	174
11	0,02	0,01	2	3	4	7
12	0,15	0,11	20	25	31	54
Summa	2,46	1,43	258	324	408	696

Tabell 5-5. Dagvattenflöden för befintlig markanvändning med klimatfaktor på 1,25.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	0,65	0,41	93	147	250
2	0,27	0,21	49	77	131
3	0,2	0,06	13	21	36
4	0,31	0,04	10	16	27
5	0,05	0,04	9	15	26
6	0,1	0,08	19	30	51
7	0,05	0,03	7	10	18
8	0,14	0,04	9	15	25
9	0,08	0,02	5	8	13
10	0,44	0,36	80	127	217
11	0,02	0,01	3	5	8
12	0,15	0,11	25	39	67
Summa	2,46	1,43	322	510	869

5.3.2 Framtida dagvattenflöden

Vid planerad exploatering av planområdet kommer andelen hårdgjord yta att minska något. Därmed kommer även dagvattenflöden vid planerad markanvändning att minska i jämförelse med dagens läge om klimatfaktor ej beaktas. Med klimatfaktor ökar flödet för planerad situation jämfört med det för befintlig. Beräkningen för planerade dagvattenflöden för respektive delområden visas i Tabell 5-6 och 5-7 nedan.

Tabell 5-6. Dagvattenflöden för planerad markanvändning utan klimatfaktor.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	5-årsregn (l/s)	10-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	0,65	0,42	75	95	119	203
2	0,27	0,2	35	44	56	95
3	0,2	0,13	23	29	36	62
4	0,31	0,03	6	7	9	15
5	0,05	0,04	8	10	12	20
6	0,1	0,08	14	18	22	38
7	0,05	0,01	2	2	3	5
8	0,14	0,03	5	6	8	14
9	0,08	0,05	9	11	14	24
10	0,44	0,36	64	81	102	174
11	0,02	0,01	2	3	4	7
12	0,15	0,03	5	7	8	14
Summa	2,46	1,37	249	313	349	671

Tabell 5-7. Dagvattenflöden för planerad markanvändning med klimatfaktor på 1,25.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	0,65	0,42	94	149	254
2	0,27	0,2	44	70	119
3	0,2	0,13	29	45	78
4	0,31	0,03	7	11	19
5	0,05	0,04	9	15	26
6	0,1	0,08	18	28	47
7	0,05	0,01	2	4	6
8	0,14	0,03	6	10	17
9	0,08	0,05	11	17	30
10	0,44	0,36	80	127	217
11	0,02	0,01	3	5	8
12	0,15	0,03	7	11	18
Summa	2,46	1,37	311	492	839

5.3.3 Framtida dagvattenflöden inklusive 20 mm fördröjning.

Vid planerad exploatering med implementering av de föreslagna dagvattenanläggningarna fördröjs flödet. Enligt lösningförslaget kommer 20 mm regn att fördröjas inom delar av planområdet (för vilka delar, se tabell 4-1). Planområdets rinntid justeras utifrån ökning av rinntiden som 20 mm fördröjning innebär. Detta på grund av att tiden det tar att fylla den valda nederbördsvolymen vid ett regn vid en viss återkomsttid tas med i beräkningen av den justerade rinntiden vilket resulterar i justerade regnintensiteter. I Tabell 5-8 nedan återges en översiktlig beräkning av planerade dagvattenflöden efter 20 mm fördröjning för alla delområden där åtgärdsnivån tillämpas, inklusive klimatfaktor på 1,25. I Tabell 5-9 redovisas dagvattenflöden vid ett 10-årsregn efter 20 mm fördröjning utan klimatfaktor.

Tabell 5-8. Dagvattenflöde för planerad markanvändning inklusive 20 mm fördröjning med klimatfaktor på 1,25.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	0,65	0,42	43	99	219
2	0,27	0,2	20	46	103
3	0,2	0,13	13	30	67
4	0,31	0,03	3	7	16
5	0,05	0,04	4	10	22
6	0,1	0,08	8	18	41
7	0,05	0,01	1	2	5
8	0,14	0,03	3	7	15
9	0,08	0,05	5	12	26
10	0,44	0,36	37	84	187
11	0,02	0,01	1	3	7
12	0,15	0,03	3	7	16
Summa	2,46	1,37	143	326	723

Tabell 5-9. Dagvattenflöde för 10-årsregn för planerad markanvändning inklusive 20 mm fördröjning utan klimatfaktor.

Delområde	Area (ha)	Reducerad area (ha _{red})	10-årsregn (l/s)
1	0,65	0,42	43
2	0,27	0,2	20
3	0,2	0,13	13
4	0,31	0,03	3
5	0,05	0,04	4
6	0,1	0,08	8
7	0,05	0,01	1
8	0,14	0,03	3
9	0,08	0,05	5
10	0,44	0,36	37
11	0,02	0,01	1
12	0,15	0,03	3
Summa	2,46	1,37	143

5.4 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd fördröjas och renas. Åtgärdsnivån tillämpas vid större ny- och ombyggnation. Åtgärdsnivån tillämpas alltså inte där liten eller ingen förändring av befintlig markanvändning sker. Andra exempel där åtgärdsnivån inte tillämpas är vid ytliga ombyggnader av gator och vägar.

Enligt ovan principer har delområdena inom planområdet delats upp utefter om de ska tillämpa åtgärdsnivån eller inte. Antagandena kan ses i tabell 4-1.

Delområde 3 utgör en lokal lågpunkt där dagvatten fördröjs i dagsläget. I samband med den planerade exploateringen kommer denna lågpunkt att fyllas ut vilket bedöms bidra till ökad belastning till ett lågpunktsområde nedströms, inte minst vid skyfall. För att inte öka belastning till lågpunktsområdet nedströms i samband med skyfall rekommenderas i skyfallsutredningen från DHI (2023) att 160 m³ fördröjs inom delområdet.

Även i delområde 12 fylls en befintlig lågpunkt ut, här är lågpunktens volym uppskattad till 8 m³ (SCALGO Live, 2023) vilket blir den rekommenderade fördröjningsvolymen för delområdet.

I Tabell 5-10 redovisas den erforderliga fördröjningsvolymen att fördröja efter ovan nämnda aspekter.

Sammantaget bör den tillgängliga fördröjningsvolymen inom planområdet vara 302 m³ för att uppnå Stockholm stads åtgärdsnivå samt för att inte öka risken för skador på bebyggelse i samband med den tilltänkta exploateringen.

Tabell 5-10. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive delområde.

Delområde	Area (ha)	Area _{red} (ha)	Erforderlig fördröjningsvolym för dagvattenhantering (m ³)	Erforderlig fördröjningsvolym för skyfallshantering (m ³)	Total erforderlig fördröjningsvolym (m ³)
1	0,65	0,42	83		83
2	0,27	0,2	39		39
3	0,2	0,13	25	160	160
4	0,31	0,03	-		-
5	0,05	0,04	-		-
6	0,1	0,08	-		-
7	0,05	0,01	2		2
8	0,14	0,03	-		-
9	0,08	0,05	10		10
10	0,44	0,36	-		-
11	0,02	0,01	-		-
12	0,15	0,03	6	8	8
Summa	2,46	1,37			302

6 Lösningsförslag för hållbar dagvattenhantering

6.1 Generella rekommendationer

Grundprincipen är att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvarteren. I fallen där förgårdsmarken är begränsad leds en del av takdagvatten via markförlagda ledningar eller rännor till dagvattenanläggningar där förgårdsmark finns.

Enligt Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer (2016) ska dagvattenanläggningar dimensioneras för en våtvoly m på 20 mm och en mer långtgående rening än sedimentation bör eftersträvas. I aktuellt planområde kommer, efter den planerade exploateringen, en befintlig lokal lågpunkt i delområde 3 att fyllas ut för att möjliggöra för den planerade bebyggelsen. För att reducera risk för översvämning och skador på befintlig bebyggelse i ett lågpunktsområde nedströms, rekommenderas det att 160 m³, motsvarande den befintliga lågpunktens volym, fördröjs i delområde 3. Även i delområde 12 fylls en befintlig lågpunkt ut, här är lågpunktens volym uppskattad till 8 m³ (SCALGO Live, 2023) vilket blir den rekommenderade fördröjningsvolymen för delområdet.

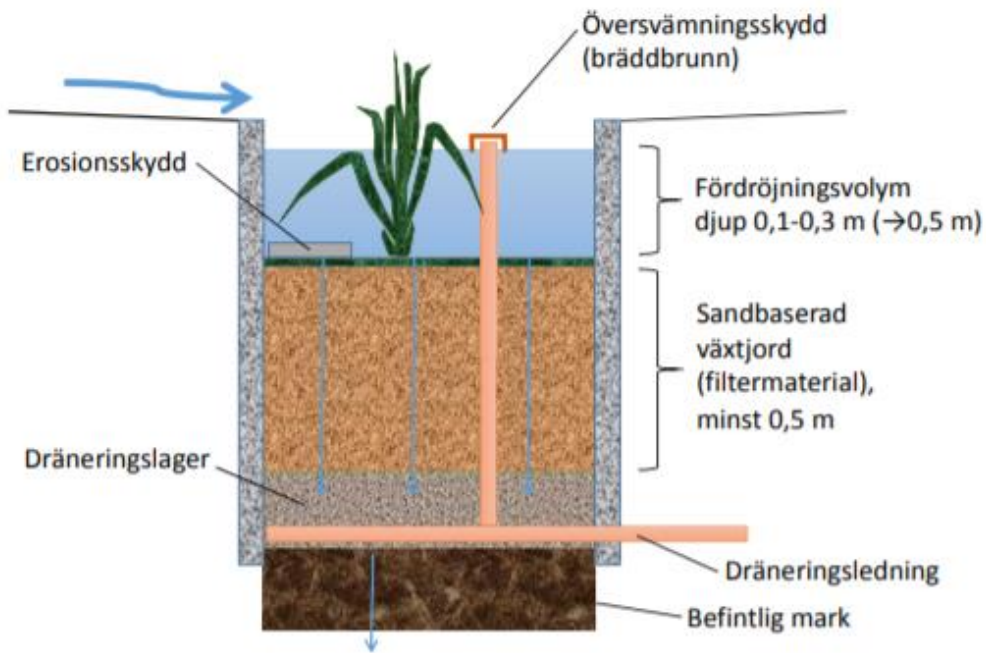
Dagvattnet inom de studerade delområdena ska i första hand omhändertas i anläggningar där den våta volymen avtappas under cirka 12 timmar så att tillräcklig rening uppnås (Stockholm Stad, 2017b). För att säkerställa att anläggningar kan hantera flödena som överskrider den dimensionerande nederbördsvolym bör dagvattenanläggningar förses med en bräddfunktion.

6.2 Principlösningar för dagvattenhantering

6.2.1 Växtbäddar

Växtbäddar, även kallat regnbäddar, kan utformas som planteringsytor dit dagvattnet leds via ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Växtbäddar kan anläggas något nedsänkta så att det uppstår en magasinsvolym ovanpå bädden. Takdagvatten kan med fördel ledas till upphöjda växtbäddar som förses med dagvatten direkt från stuprören. Enligt anvisningar av Stockholms Vatten och Avfall bör minsta anläggningsdjup vara cirka 1 m och filterdjupet ska vara cirka 0,5 m. I föreliggande utredning antas ett anläggningsdjup på 1 meter för de växtbäddar som inte kommer anläggas på bjälklag.

Figur 6-1 visar principiell utformning av en växtbädd och ett exempel på utformning av en nedsänkt växtbädd framgår i Figur 6-2 och en upphöjd växtbädd i Figur 6-3.



Figur 6-1. Principskiss för växtbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden (Stockholms Stad, 2017).



Figur 6-2. Växtbädd i Järvastaden. Foto: Solna Stad.



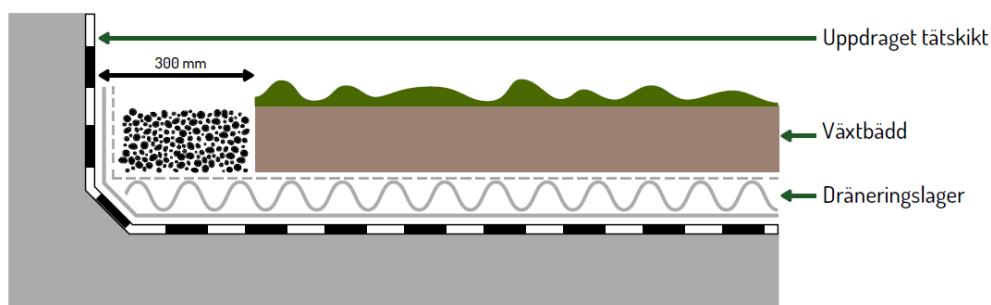
Figur 6-3. Upphöjd växtbädd.

6.2.2 Växtbäddar och grönytor på bjälklag

Växtbäddar och grönytor kan anläggas på överbyggnaden men begränsningar på grund av bjälklagets bärkraft bör beaktas. Dessutom är den totala mängden vatten som finns tillgänglig i växtbädden begränsad och anläggningarna är i regel känsliga för torka då det inte finns kapillär kontakt med grundvatten. Mellan bjälklaget och växtbädden bör ett dränerande lager anläggas för att undvika stående vatten. En principritning av en växtbädd på bjälklag återges i Figur 6-4 och i Figur 6-5 visas exempel på utformning av växtbäddar och grönytor på bjälklag.

I föreliggande utredning har anläggningsdjup på 0,6 meter antagits för växtbäddar ovanpå bjälklag. Detta är något lägre än det lägsta rekommenderade djupet för växtbäddar enligt Stockholms Vatten och avfall men bedöms som en genomförbar och effektiv lösning för de områden som är underbyggda med parkeringsgarage.

KAPILLÄRBRYTANDE MATERIAL



Figur 43. En lösning för att kunna anlägga med ett tjockare substratdjup trots begränsat uppdrag av tätskikt mot fasad (ska vara uppdraget 300 mm ovan växtbäddsyta) är att skilja fasad från växtbädd med ett kapillärbrytande material.

²³ Grönatakhåndboken - Betong, Isolering och Tätskikt

Figur 6-4. Principritning av växtbädd på bjälklag (Grönatakhåndboken, 2017).



Figur 1-1 Gröna gårdar: Växtbäddar och växtlighet på bjälklag (underliggande garage), bild från Stockholm

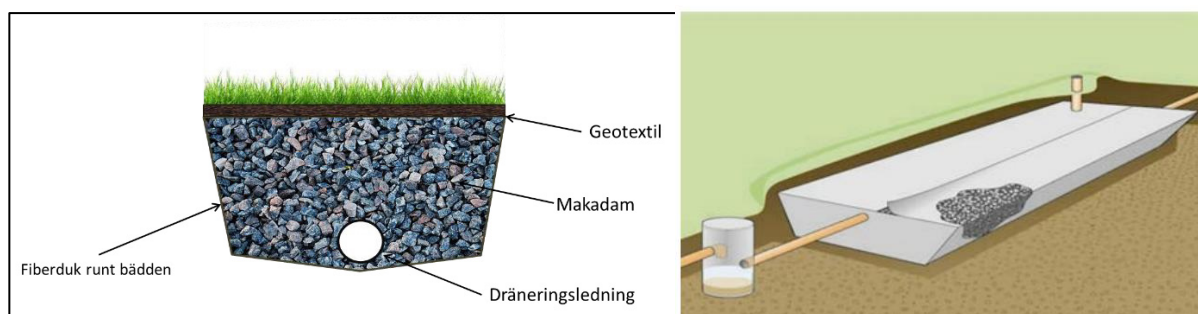
Figur 6-5. Exempel på utformning av växtbäddar och grönytor på bjälklag.

6.2.3 Makadammagasin

Makadammagasin är ett exempel på ett underjordiskt magasin där både fördröjning och rening sker genom ett magasin uppbyggt av ett naturligt material i form av stenkross där fraktionerna kan variera mellan cirka 4 – 80 mm.

Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 40 %. Stenkistor byggs upp av makadam av en grov och väl sorterad fraktion under en permeabel yta som möjliggör att dagvattnet tillrinner makadammagasinet. Den permeabla ytan behöver dock underhållas för att dess infiltrationskapacitet ska upprätthållas.

Makadammagasin kan även förses med en dräneringsledning i botten av anläggningen samt möjlighet till ytlig bräddning till omgivande mark vid extrema regn. En exempelskiss för ett makadammagasin visas i Figur 6-6.



Figur 6-6. Principritning av makadammagasin.

6.2.4 Skötsel och underhåll

För att planteringar, magasin etc. ska bibehålla sin fördröjande och renande funktion under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt behöver individuella skötselplaner utformas.

Generellt gäller dock att sedimenterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet i dagvattenlösningarna och därför krävs det att filtermaterialet byts ut med jämna mellanrum. I planteringar, vägdiken etc. fastläggs det mesta av föroreningarna i det översta lagret av filtermaterialet. Det översta lagret av filtret bedöms behöva bytas ut inom 5–25 år och hela filtret inom 25–50 år.

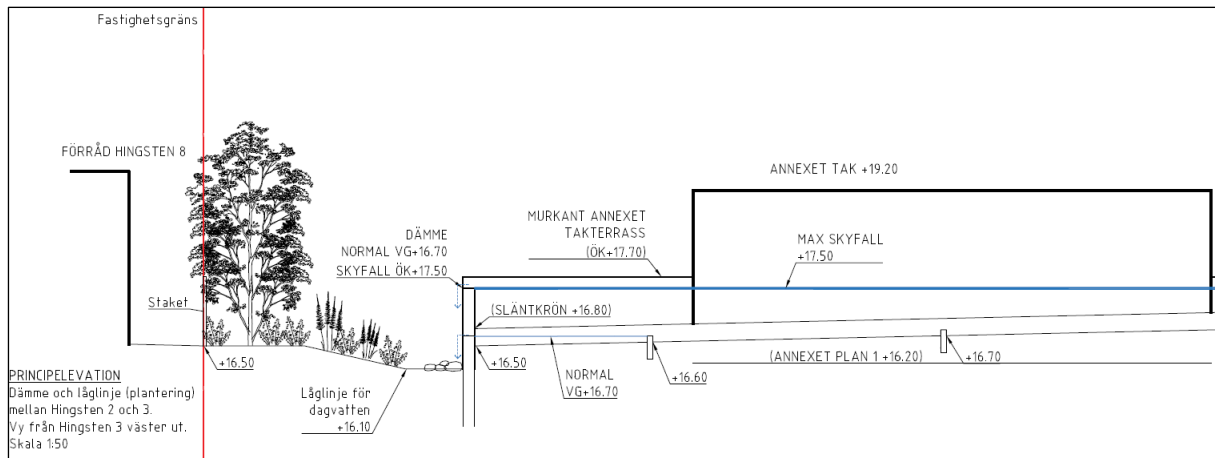
Utöver filtermaterialet krävs även en kontinuerlig tillsyn av inflödesvägar och bräddavlopp så att dessa inte sätts igen av skräp, löv etc. För växtbäddar och planteringar, där växtligheten spelar en större roll för den renande funktionen, är det viktigt att det sker en regelbunden skötsel och återplantering av nya växter när dessa dör. Vid långa perioder utan regn kan det även vara nödvändigt att stödbevattna växterna.

6.3 Lösningförslag

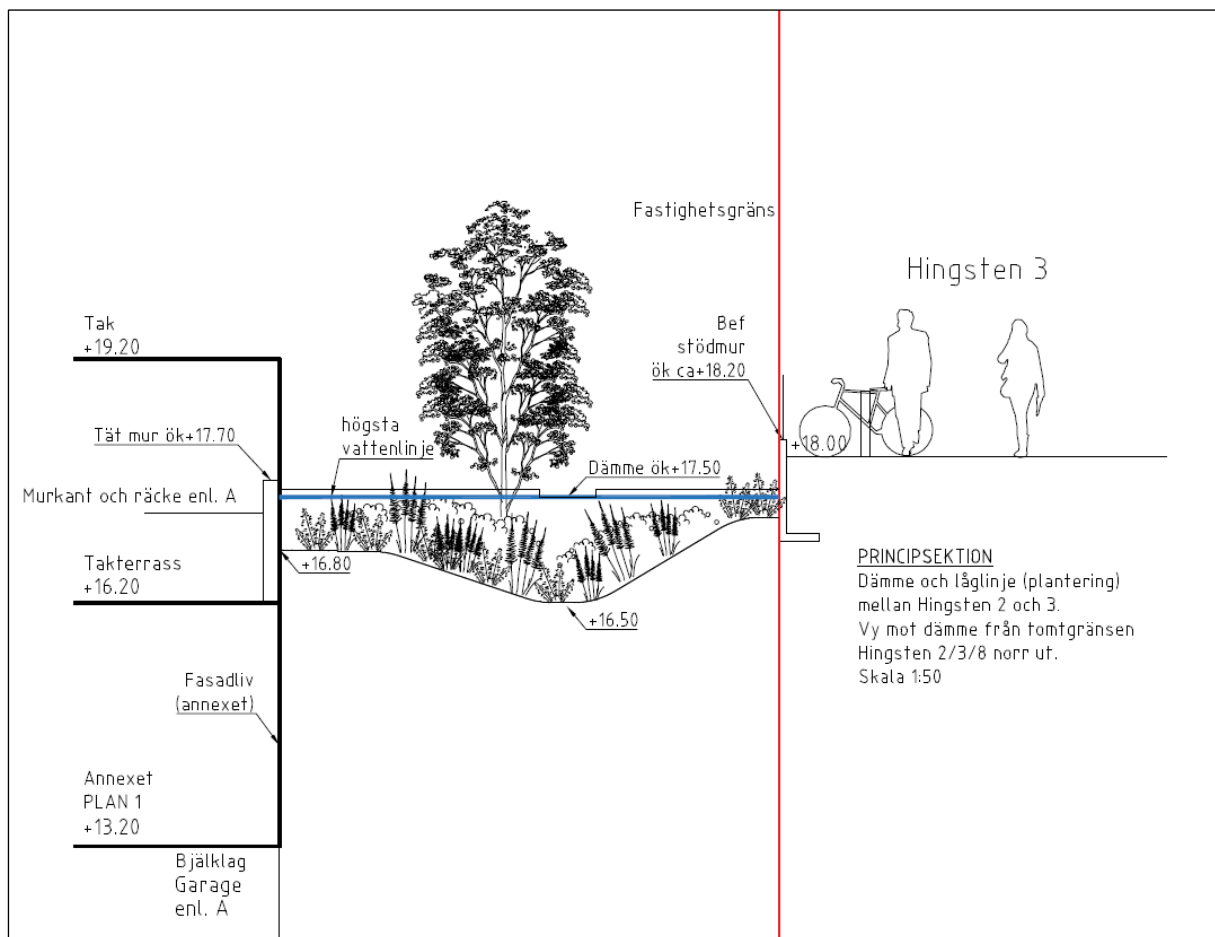
Utförda beräkningar visar att den planerade exploateringen av planområdet, tillsammans med framtida klimatförändringar, medför ökade dagvattenflöden och föroreningsbelastning. Lösningförslaget för planområdet utgår ifrån att dagvatten i respektive delområde där åtgärdsnivån ska uppnås avleds till olika dagvattenanläggningar för fördröjning och rening innan det leds vidare via en dagvattenledning mot anslutningspunkt till de kommunala dagvattenledningarna. Exempel på placering och ytanspråk för dagvattenanläggningarna visas i Figur 6-8, 6-9 och 6-10. Observera att Figur 6-8, 6-9 och 6-10 enbart visar förslag och principer för placering av dagvattenlösningar. Slutgiltiga placeringen och utformningen av anläggningarna anpassas till utformningen av gårdsyterna i ett senare skede.

Sammantaget planeras för en yta på 1257 m² som reserveras för de föreslagna dagvattenanläggningarna inom planområdet, varav 25 m² avser anläggningsstorlek (makadammagasin) under markytan. I de föreslagna dagvattenanläggningarna kommer totalt 302 m³ dagvatten att fördröjas vilket motsvarar 20 mm nederbörd för delområde 1, 2, 7 och 9 samt 160 m³ för delområde 3 och 8 m³ för delområde 12. Därmed uppfyller den föreslagna dagvattenlösningen Stockholm stads åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

En sektion över hur dämnen utmed lågstråket från två olika vyer redovisas i figur 6-8 och figur 6-9 nedan.



Figur 6-8 Principsektion för dämnen och låglinjen mellan Hingsten 2 och 3. Vy från Hingsten 3 väster ut.



Figur 6-9 Principsektion för dämnen och låglinjen mellan Hingsten 2 och 3. Vy mot dämme från tomtgränsen.

Illustrationer på olika typer av dämnen (både permanenta och reglerbara) ses på nästa figur 6-10, för att skapa en förståelse över hur ett reglerbart dämme fungerar och kan utformas. I planområdet rekommenderas permanent dämme för skyfallshantering.



Figur 6-9 Exempel på hur olika typer av dämmen kan utformas.

För att säkerställa att skyfallsåtgärderna inte försämrar översvämningsrisken både inom och utanför planområdet har dessa åtgärder lagts in i en grov skyfallsmodell, upprättad i Scalgo, som är uppbyggd med befintliga marknivåer samt växtbäddar på 160 m³ som beskrivs i avsnitt 6.3 inom Hingstarna (delområde 3). Resultatet visar att regnvatten vid skyfall tar sig till de utplacerade växtbäddarna och fördröjs inom planområdet, när bäddarna blir uppfyllda bräddas vatten ut till närliggande gator och vid ett definierat skyfall enligt SMHI försämrar inte skyfallssituationen jämfört med idag. Tillsammans med den nya höjdsättningen där marken alltid lutar ifrån byggnader i illustrationskartan säkerställs avrinningen mot växtbädden vid lågpunkten.

Allmän platsmark

För allmän platsmark krävs dagvattenhantering på de delområden där större ny eller ombyggnation sker. Dessa är Östra parkstråket (delområde 7), norra delen av Bällstavägen (delområde 9) och Triangelparken (delområde 12).

För Östra parkstråket leds dagvattnet ytligt till växtbäddar på båda sidor om trappan som leder ner genom parken.

För norra delen av Bällstavägen leds dagvatten ytligt till nedsänkta växtbäddar utan reglerdjup där dagvattnet fördröjs och renas i underliggande filtermaterial och makadam.

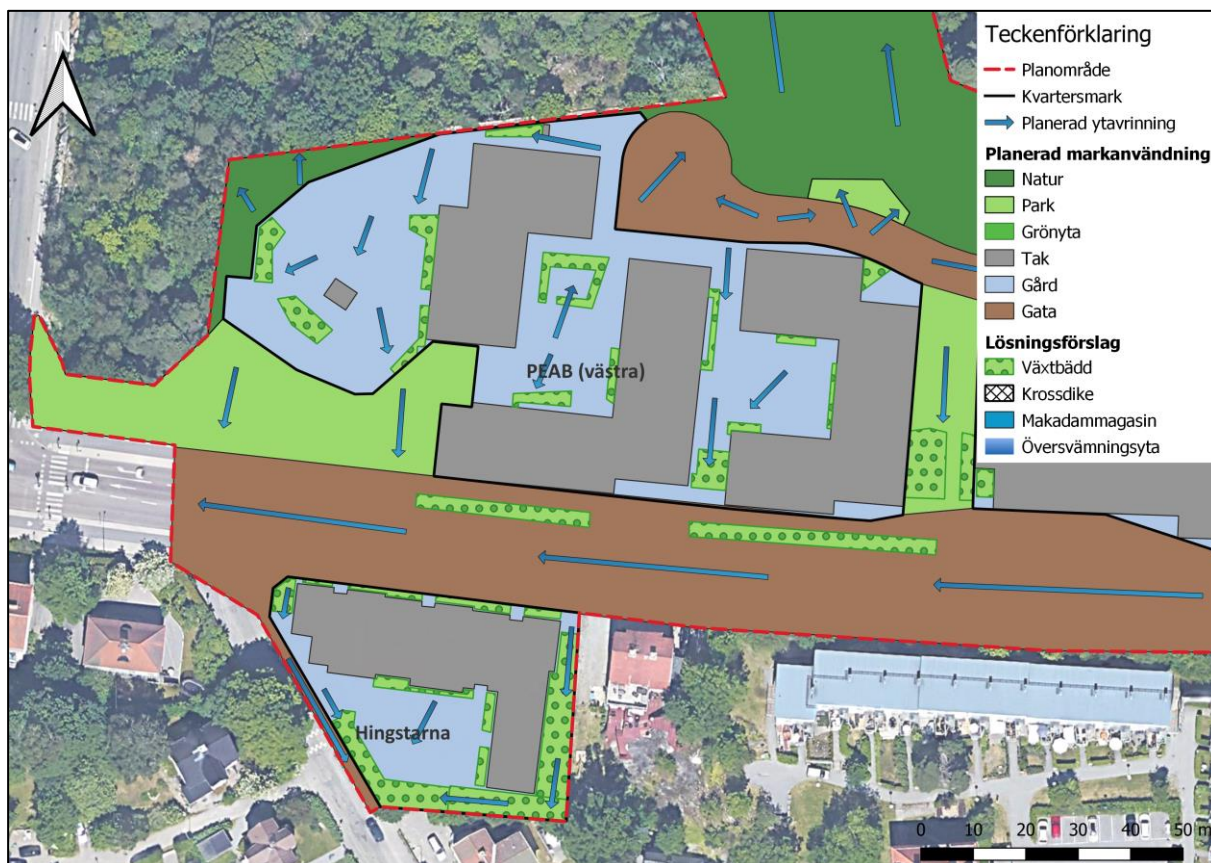
För triangelparken leds dagvatten ytligt till dels ett krossdike och dels olika översvämningsytor med underliggande makadam. På översvämningsytorna renas dagvattnet genom översilning för att sedan infiltrera ner genom makadamen.



Figur 6-11. Förslag på hållbar dagvattenhantering inom norra delen av planområdet (Triangelparken).



Figur 6-12. Förslag på hållbar dagvattenhantering inom mellersta delen av planområdet.



Figur 6-13. Förslag på hållbar dagvattenhantering inom södra delen av planområdet.

Tabell 6-1. Dimensioner och magasinvolym i de föreslagna dagvattenanläggningarna i respektive delområde.

Delområde	Anläggningstyp	Area (m ²)	Magasinvolym (m ³)	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)
1 PEAB (västra)	Växtbäddar	341	90	83
Summa		341	90	
2 PEAB (östra)	Växtbäddar	133	35	
	Makadammagasin	25*	5	39
Summa		158	40	
3 Hingstarna	Växtbädd mot Tegelbergsvägen	115	46	
	Halva växtbädden mot Hingsten 3	75	23	
	Halva växtbädden mot Hingsten 3	75	75	160
	Växtbäddar runt huset	160	16	
Summa		425	160	
7 Östra parkstråket	Växtbäddar	121	22	2
Summa		121	22	
9 Norra delen av Bällstavägen	Växtbädd (utan reglerdjup)	148	43	10
Summa		148	43	
12 Triangelparken	Krossdike	21	2	
	Översvämningssytor	53	6	8
Summa		64	8	
Totalt		1257	363	302

*Anläggningen ligger under markytan.

7 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.23.2.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning
- Planerad markanvändning med reningsåtgärder enligt lösningsförslaget

Vid beräkningen av föroreningstransport inklusive reningsåtgärder delades planområdet in i delområden enligt avsnitt 4.3. Sedan summerades den årliga transporten från respektive delområde. Föroreningshalter i dagvatten representerar medelhalter för samtliga delområden.

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 samt reningsgrad redovisas i Bilaga 1.

Föroreningshalterna återges i Tabell 7-1 och den årliga belastningen i Tabell 7-2.

Den planerade exploateringen inom planområdet omfattar ny förskola, bostäder, parker och vägar. Eftersom delar av planområdet är bebyggda i dagsläget, med bland annat fordonsbärande ytor, innebär planerad exploatering inte en större försämring av föroreningsituationen. Utförd föroreningsberäkning visar på ökade halter av fosfor och kadmium efter planerad exploatering men för övriga studerade ämnen väntas lägre eller samma koncentrationer som idag (Tabell 7-1). Den årliga belastningen väntas att öka för fosfor och kadmium utan reningsåtgärder. Båda dessa ämnen är utpekade som problemämnen för recipienten Mälaren-Ulvsundasjön. Även recipienten Bällstaån har problematik med övergödning och påverkas därmed av ökade mängder av näringsämnen.

Den föreslagna dagvattenlösningen inriktar sig på att åstadkomma icke-marginella sänkningar av föroreningsbelastning från planområdet som i dagsläget bidrar med betydande mängder av förorenande ämnen. Detta genom att använda öppna, gröna dagvattenlösningar i form av växtbäddar som primära dagvattenlösningar och dagvattenmagasin som sekundär lösning. Dagvattenanläggningarna är dimensionerade utifrån Stockholms stads krav och bedöms vara bästa tillgängliga teknik som till en rimlig insats renar och fördröjer dagvatten som uppstår i samband med exploateringen.

Med de föreslagna reningsåtgärderna kommer reningseffektiviteten enligt föroreningsberäkningen att vara hög och den årliga transporten av samtliga ämnen väntas minska avsevärt.

Sammantaget bedöms det att den planerade exploateringen i planområdet inte kommer att äventyra att recipienterna uppnår deras miljö kvalitetsnormer om de föreslagna dagvattenlösningarna implementeras. De planerade förändringarna i området kommer i stället leda till en bättre föroreningsituation och lägre belastning på recipienterna.

Tabell 7-1. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet. Röd= halten överstiger den befintliga, grön= halten understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning efter rening
Fosfor	µg /l	130	160	69
Kväve	µg /l	1700	1500	960
Bly	µg /l	10	3,2	1,7
Koppar	µg /l	22	14	8,8
Zink	µg /l	53	23	8,8
Kadmium	µg /l	0,4	0,42	0,13
Krom	µg /l	7,8	4,7	3,2
Nickel	µg /l	7,5	4,2	2,5
Kvicksilver	µg /l	0,053	0,032	0,028
Suspenderad substans	µg /l	71000	44000	29000
Olja	µg /l	530	360	270
Benso(a)pyren	µg /l	0,024	0,0091	0,0061
Antracen	µg /l	0,018	0,0071	0,0034
Tributyltenn	µg /l	0,0018	0,0018	0,00098

Tabell 7-2. Årlig belastning av förorenande ämnen med dagvatten från planområdet. Röd= mängden överstiger den befintliga, grön= mängden understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning efter rening
Fosfor	kg/år	1,1	1,3	0,59
Kväve	kg/år	15	13	8,2
Bly	kg/år	0,086	0,027	0,014
Koppar	kg/år	0,18	0,12	0,075
Zink	kg/år	0,44	0,2	0,075
Kadmium	kg/år	0,0034	0,0035	0,0011
Krom	kg/år	0,066	0,04	0,027
Nickel	kg/år	0,063	0,036	0,021
Kvicksilver	kg/år	0,00045	0,00027	0,00024
Suspenderad substans	kg/år	600	370	240
Olja	kg/år	4,4	3	2,3
Benso(a)pyren	kg/år	0,0002	0,000077	0,000052
Antracen	kg/år	0,00015	0,000061	0,000029
Tributyltenn	kg/år	0,000015	0,000015	0,0000083

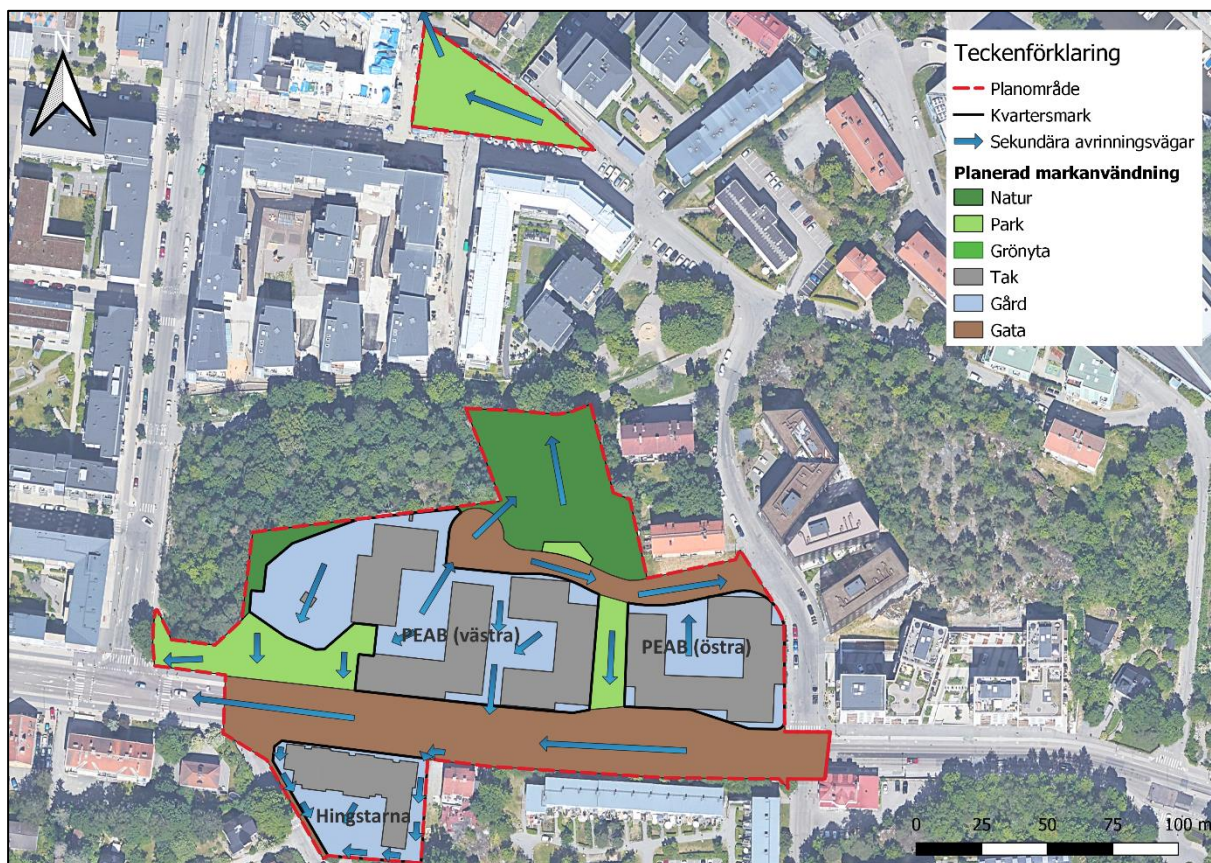
En sammanlagd reningseffekt för samtliga lösningsåtgärder framgår i tabellnedan.

Ämne	Reningseffekt i %
Fosfor	80
Kväve	68
Bly	89
Koppar	80
Zink	90
Kadmium	81
Krom	71
Nickel	68
Kvicksilver	60
Suspenderad substans	84
Olja	83
Benso(a)pyren	50
Antracen	63
Tributyltenn	69

8 Extrem nederbörd

SMHI definierar skyfall som ett regn där det faller cirka 50 mm inom en timme (SMHI, 2017).

Dagvattenlösningar inom planområdet är inte dimensionerade (förutom för delområde 3 och 12) för att fördröja ett skyfall vilket innebär att stor del av de förväntade nederbördsvolymerna vid ett skyfall kommer att ledas nedströms. Därför är det av stor vikt att dagvattnet från planområdet kan ledas nedströms via de närliggande gatorna. Vid skyfall bör dagvattnet från de föreslagna anläggningarna kunna bräddas ut till de planerade gatorna, så att skador på byggnader inte uppstår. Figur 8-1 presenterar föreslagna sekundära avrinningsvägar.



Figur 8-1. Förslag på sekundära avrinningsvägar från planområdet.

9 Slutsats

Syftet med denna utredning var att studera lösningar för en hållbar dagvattenhantering inom planområdet. Dagvattenlösningen går ut på att i möjligaste mån fördröja dagvatten i öppna gröna dagvattenlösningar i form av växtbäddar. I delområde 2 med begränsad yta för öppna lösningar föreslås dagvattenlösningen att kompletteras med makadammagasin.

Eftersom den planerade exploateringen innebär att befintliga lokala lågpunkter i delområde 3 och 12 behöver fyllas igen, bör 160 m³ respektive 8 m³ dagvatten fördröjas i dessa delområde för att förhindra att översvämningar i samband med skyfall uppstår i områden nedströms.

Med de föreslagna åtgärderna uppnås Stockholms Stads åtgärdsnivå för ny- och större ombyggnationer. Om föreslaget dagvattensystem implementeras indikerar föroreningsberäkningarna på att exploateringen inte äventyrar recipienternas möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer. Den planerade exploateringen med föreslagen rening kommer snarare att minska föroreningstransporten och därmed gynna recipienten.

10 Referenser

Grönatakhandboken, 2017

SGU, 2023, data har hämtat via WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

Skyfallsutredning Detaljplan Enigheten – Mariehäll, DHI, februari 2023

SMHI, 2017, Skyfall och rotblöta

Stockholm Stad, 2015a, Dagvattenstrategi, Stockholm väg till en hållbar dagvattenhantering

Stockholm Stad, 2016, Dagvattenhantering, åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Stockholm Stad, 2017a, Dagvatten – Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden, version 1.1

Stockholm Stad, 2017b, Dagvatten – PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, version 1.0.

Stockholms Vatten, 2017, Genomsläpplig beläggning.

Svenskt Vatten, 2016, Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.