


Dagvattenutredning för Östberga Norra

Geosigma AB

2021-09-27

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 606557	Grap nr: 21260	Version 0.2	Antal sidor: 38	Antal bilagor: 0	
Beställare: Svenska Bostäder	Beställares referens: Fredrik Ljungholm		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning, Östberga Norra						
Författad av: Johan Lundh				Datum: 2021-09-27		
Granskad av: Aiste Girleviciute				Datum: 2021-06-21		
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 Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Innehållsförteckning

1	Inledning	10
1.1	Gällande riktlinjer för dagvattenhantering	11
2	Material och metod	12
2.1	Beräkningar	12
2.1.1	Markanvändning.....	12
2.1.2	Dagvattenflöde	12
2.1.3	Erforderlig fördröjningsvolym	13
2.1.4	Skyfallskartering	13
2.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning	13
3	Områdesbeskrivning.....	14
3.1	Recipient och statusklassning.....	14
3.1.1	Mälaren – Årstaviken	14
3.1.2	Vattenskyddsområde	15
3.1.3	Markavvattningsföretag	15
3.1.4	Lokalt Åtgärdsprogram (LÅP)	15
3.2	Markförutsättningar.....	15
3.2.1	Geologiska förutsättningar.....	15
3.2.2	Föroreningsrisk.....	17
3.3	Ledningssystem	18
3.4	Befintlig och planerad markanvändning	19
4	Flödesberäkningar och dimensionerande fördröjningsvolym.....	21
4.1	Dagvattenflöden.....	21
4.2	Erforderlig fördröjningsvolym	22
5	Skyfallsanalys.....	23
5.1	Befintlig avrinning och översvämningsrisk.....	23
5.2	Skyfallshantering	24
5.2.1	Sekundära avrinningsvägar	25
6	Ämneshalter och ämnesbelastning	26
6.1	Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)	26
7	Förslag till dagvattensystem.....	28
7.1	Kvarter Norr.....	28
7.2	Kvarter Söder.....	30
7.3	Utredningsområdet.....	31
7.3.1	Underjordiskt makadammagasin	32

7.4	Uppskattning av reningseffekt	33
8	Sammanfattning och slutsats	35
9	Referenser	36

1 Inledning

Inom utredningsområdet, som består av Svenska Bostäders två kvarter inom detaljplaneområdet för Östberga Norra i Östberga, Stockholm (Figur 1-1), så planeras en bostadsbebyggelse där ett nuvarande grönområde och en parkering på varsin sida om gatan Östbergabackarna ersätts med flerbostadshus med tillhörande innergård med underliggande garage. De två kvarteren som utgör utredningsområdet benämns som kvarter Norr och kvarter Söder och dessa ligger på varsin sida av gatan Östbergabackarna.

Geosigma AB utreder på uppdrag av Svenska Bostäder recipientpåverkan för dagvatten från den planerade exploateringen av utredningsområdet i syfte att föreslå en dagvattenhantering inom det aktuella utredningsområdet som är förenlig med Stockholms stads åtgärdsnivå och förenklade checklista för dagvatten.



Figur 1-1. Översikt över utredningsområdet, Östberga Norra.

1.1 *Gällande riktlinjer för dagvattenhantering*

Det studerade utredningsområdet omfattas av Stockholms stads riktlinjer för dagvattenhantering som generellt sett strävar efter att Stockholms vattenförekomster (sjöar, vattendrag, och kustvatten) ska uppnå god status till 2021 eller senast till 2027 (WRS, 2016). För ny- och större ombyggnation inom Stockholms stad så gäller mot bakgrund av ovanstående en åtgärdsnivå för dagvattenhantering vars syfte är att bidra till en relevant flödesfördröjning och att miljökvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster kan följas.

Enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så gäller för ny- och större ombyggnation att (Stockholms stad, 2016; WRS, 2016):

1. Allt dagvatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän [plats]mark¹ ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med kapacitet för 20 mm fördröjning, vilket innebär att 90 % av årsnederbörden som faller inom ett område renas och fördröjs.
2. Dagvattensystemet ska ha en mer långtgående rening än sedimentation så att även lösta föroreningar kan avskiljas.

Från Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering enligt ovanstående så anses det att en magasinering av 20 mm nederbörd bidrar med rening i nivå med det identifierade behovet (Stockholm stad, 2016; WRS, 2016). Det bör dock påpekas att det i princip krävs en rening och fördröjning av 100% av årsnederbörden från ett givet område för att miljökvalitetsnormer i recipienten för dagvatten ska kunna uppnås (WRS, 2016).

¹ Med allmän plats[mark] avses ett område som är avsett för ett gemensamt behov (t.ex. en gata, ett torg, eller en park; Boverket, 2020a). Med kvartersmark så avses all mark inom ett utredningsområde som inte utgör allmän platsmark eller vattenområde (t.ex. bostäder, detaljhandel, eller industri; Boverket, 2020b).

2 Material och metod

2.1 Beräkningar

2.1.1 Markanvändning

Befintlig respektive planerad markanvändning inom givet utredningsområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området samt erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av utredningsområdet. Kategorisering av markanvändningen inom utredningsområdet enligt befintlig situation och planerad exploatering av utredningsområdet har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac med syfte att underlätta inför vidare beräkning av ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning vid befintlig situation samt planerad exploatering av utredningsområdet har beräknats i programvaran QGIS (2020).

2.1.2 Dagvattenflöde

Flödesberäkningar för givet utredningsområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1) där...

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_j \cdot \varphi_j \cdot f \quad (2-1)$$

... Q är dagvattenflödet, i är nederbördsintensiteten (som beräknas som en funktion av regnvaraktigheten för ett givet nederbördsevent, t_r ; Dahlström, 2010), A_j är arean för en given markanvändning inom utredningsområdet, φ_j är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor².

Dagvattenflöden har beräknats för befintlig markanvändning, samt för planerad markanvändning med och utan tillämpad fördröjning, för ett nederbördsevent med en återkomsttid på 10, 20, respektive 100 år. Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 3-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 3-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10 (utan fördröjning) ^a
Nederbördsintensitet (i)	L s ⁻¹ ha ⁻¹	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 10-årsregn		227,9
– 20-årsregn		286,6
– 100-årsregn		488,7

^a För beräkning av dagvattenflöde för planerad markanvändning med fördröjning så ökas rinntiden inom utredningsområdet motsvarande den tid det tar att fylla erforderlig dimensionerande fördröjningsvolym för ett 10, 20, respektive 100-årsregn (se avsnitt 2.1.3).

² Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.1.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Beräkning av fördröjningsvolym har gjorts enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och större ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnd. Enligt åtgärdsnivån ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom utredningsområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs. Beräkningarna av dimensionerande fördröjningsvolym utförs enligt ekvation (2-2) ...

$$V = \frac{20 \text{ mm}}{1000} \cdot A_{red} \quad (2-2)$$

... där V är den volym (m³) som ska fördröjas och renas, och A_{red} är utredningsområdets reducerade area (m²) vilken beräknas som produkten av områdets area och dess sammanvägda avrinningskoefficient.

För beräkning av dagvattenflöden från utredningsområdet då fördröjning av dagvatten sker enligt beräknad dimensionerande fördröjningsvolym (ekvation 2-2) så ökas rinntiden (~varaktigheten) inom utredningsområdet motsvarande tiden det tar att fylla den dimensionerande fördröjningsvolymen enligt ekvation (2-3) ...

$$t_{rfd} = t_r + \frac{V}{[i(t_r) \cdot 10^{-3} \cdot A_{red}] \cdot \frac{1}{60}} \quad (2-3)$$

... där t_{rfd} är rinntiden i minuter inom utredningsområdet inklusive fördröjning av dagvatten, t_r är antagen rinntid inom utredningsområdet utan hänsyn till fördröjning för ett givet nederbördsevent (Tabell 2-1), i är nederbördsintensiteten (Tabell 2-1), och A_{red} är den reducerade arean inom utredningsområdet (antaget att dagvatten fördröjs från den hårdgjorda ytan inom utredningsområdet).

2.1.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på utredningsområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör därmed undvikas.

2.1.5 Ämneshalter och ämnesbelastning

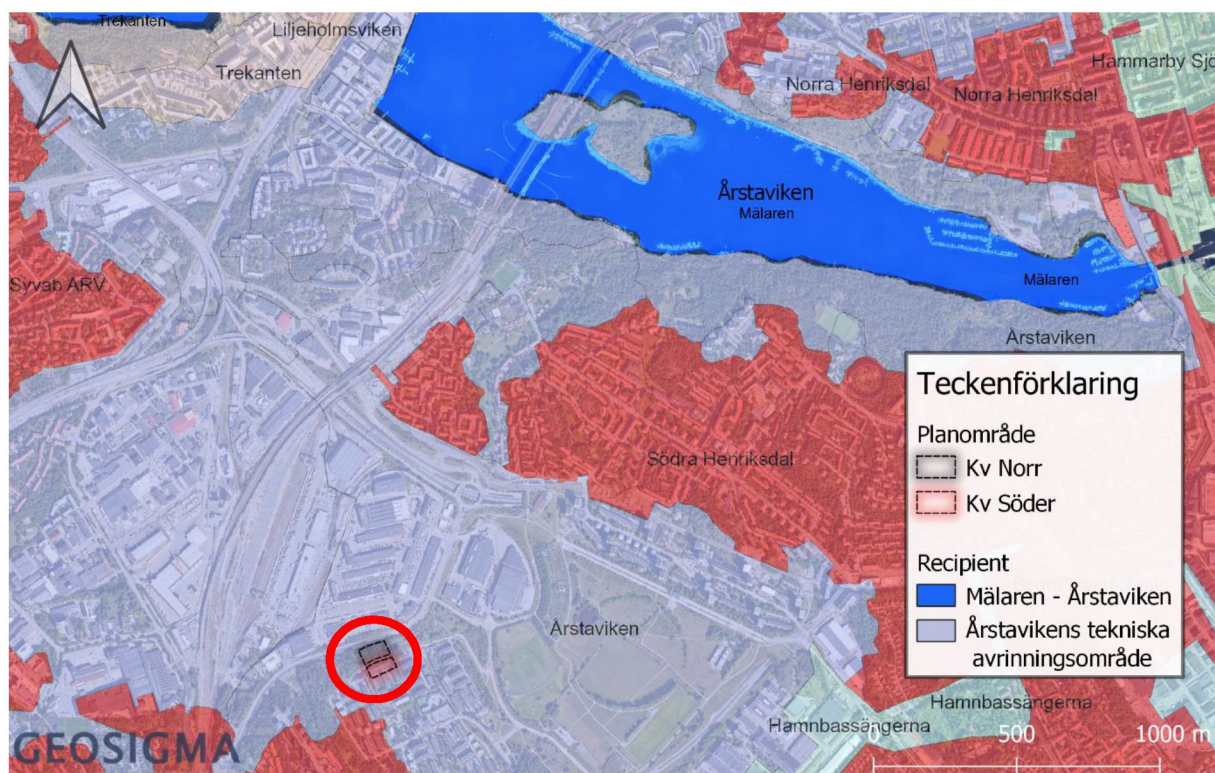
Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från utredningsområdet för befintlig samt planerad markanvändning med och utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändningskategori (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001). För simuleringarna så har en nederbördsmängd om 539 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm med omnejd för normalperioden 1961-1990 (SMHI; 2020a).

3 Områdesbeskrivning

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom och i anslutning till utredningsområdet.

3.1 Recipient och statusklassning

Recipienten för utredningsområdets tekniska avrinningsområde är Mälaren-Årstaviken, som också är recipienten för det naturliga avrinningsområdet. Utredningsområdets läge i förhållande till recipienten återges i Figur 3-1.



Figur 3-1. Recipienten Mälaren-Årstaviken markerat i blått i förhållande till utredningsområdet markerat med röd cirkel.

3.1.1 Mälaren – Årstaviken

Mälaren-Årstaviken har *måttlig* ekologisk status, där miljögifter bedöms vara avgörande vid bedömningen. Ämnen som inte uppnår god status är koppar och icke-dioxinlika PCB:er. Den kemiska statusen för recipienten klassificeras som *uppnår ej god*, även utan de överallt överskridande ämnena kvicksilver och polybromerande difenyletrar (PBDE). Detta beror på överskridande halter av PFOS, kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT). Det har identifierats flera punktkällor med betydande påverkan på recipienten varav ett flertal båtklubbar, brandstation och släckningsinsatser (VISS, 2020b). Både ekologisk och kemisk status ska vara god år 2027 och det pågår arbete med ett lokalt åtgärdsprogram (Stockholms Stad, 2020). För ämnena TBT, bly, kadmium och antracen bedöms det dock vara svårt att uppnå god kemisk status till 2027. För TBT är bedömningen att det kommer att ta lång tid att uppnå god kemisk status även med åtgärder, för de övriga ämnena är

påverkansbilden komplex och utredningar kring vilka fysiska åtgärder som ska göras för att uppnå god status ska vara klara senast 2021 (VISS, 2020b).

3.1.2 Vattenskyddsområde

Utredningsområdet omfattas inte av Östra Mälarens vattenskyddsområde (Naturvårdsverket, 2020).

3.1.3 Markavvattningsföretag

Inga markavvattningsföretag finns inom eller i anslutning till utredningsområdet enligt Länsstyrelsen Stockholm (Länsstyrelsen Stockholm, 2020).

3.1.4 Lokalt Åtgärdsprogram (LÅP)

Stockholms stad arbetar med att ta fram lokala åtgärdsprogram (LÅP) för stadens vattenförekomster och arbetet med en LÅP för Mälaren-Årstaviken är pågående och planeras vara klart till 2021 (Stockholms Stad, 2020).

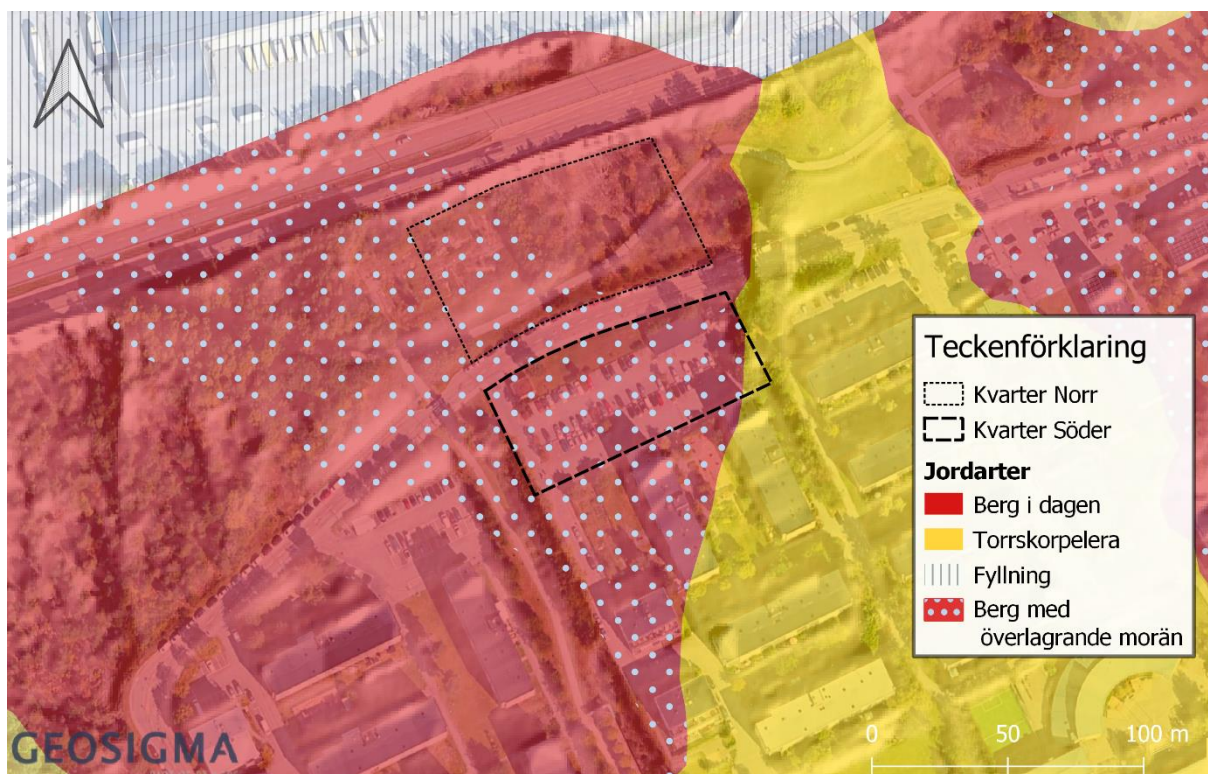
3.2 Markförutsättningar

Följande avsnitt beskriver de geologiska och hydrologiska förutsättningarna i utredningsområdet.

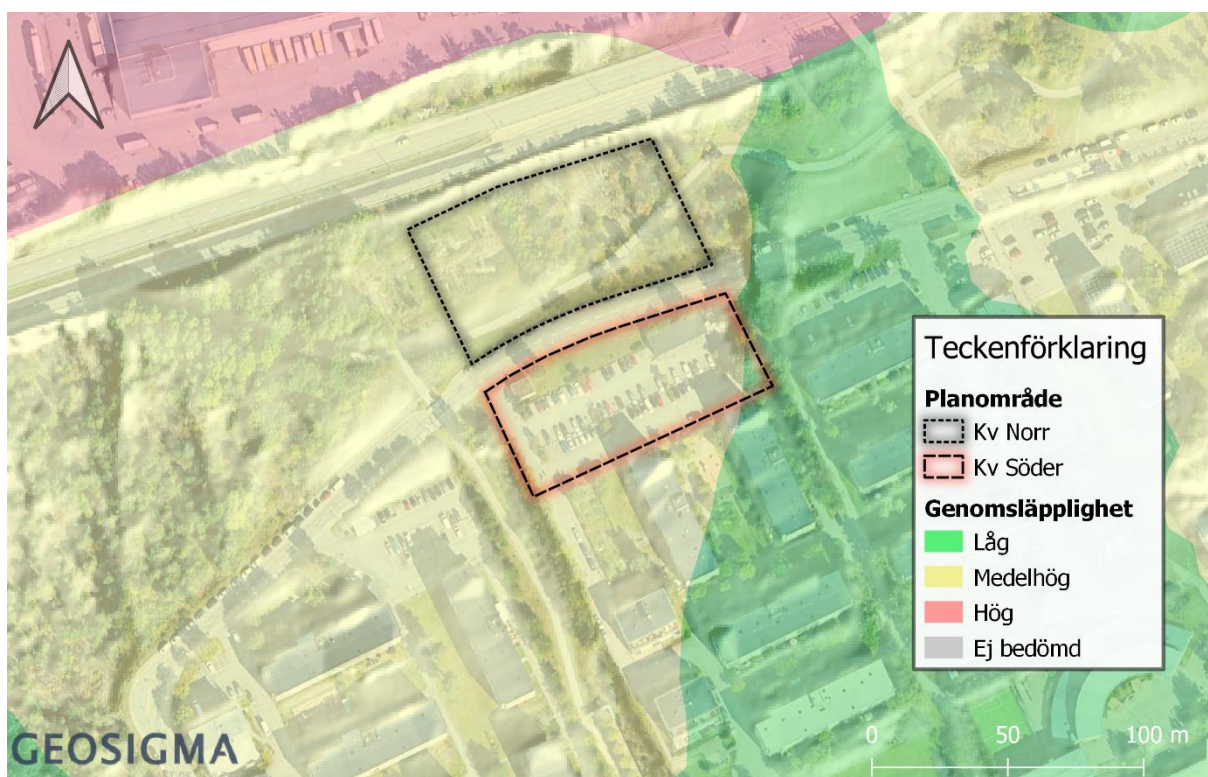
3.2.1 Geologiska förutsättningar

I Figur 3–2 illustreras jordarter inom och omkring utredningsområdet enligt SGU (2021). Inom utredningsområdet och i dess närmaste omgivning utgörs jordytan av berg i dagen delvis övertäckt av ett tunt moränlager och av torrskorpelera. Moränlagret och bergytans infiltrationsförmåga bedöms som måttlig, vilket illustreras i Figur 3-3. Infiltrationskapaciteten beror på bergets täthet och moränlagrets tjocklek.

I en geoteknisk undersökning genomförd av NCC (2017) redovisas att marken i området består av mulljord och fyllningsjord ovanpå torrskorpelera och berg. Marken under hårdgjorda ytor består huvudsakligen av sprängstenfyllning på friktionsjord eller berg. Fyllningsjorden inom hårdgjorda ytor består av sprängsten fyllning för vägöverbyggnad (bärlager och förstärkningslager). Fyllningsjord som har påträffats utanför befintliga hårdgjorda ytor består huvudsakligen av stenar, siltjord och torrskorpelera. Torrskorpelerans mäktighet varierar mellan 0 och 2,0 m. Torrskorpelerans utbredning begränsas till nordväst och sydväst om området. Friktionsjord har påträffat sydväst om området med varierande mäktighet mellan 0 och 2,0 m. Djupt till berg har undersökts i 14 punkter och enligt utförda sonderingar varierar djupet till berg mellan 0 – 4,8 m under befintlig markyta (NCC, 2017).



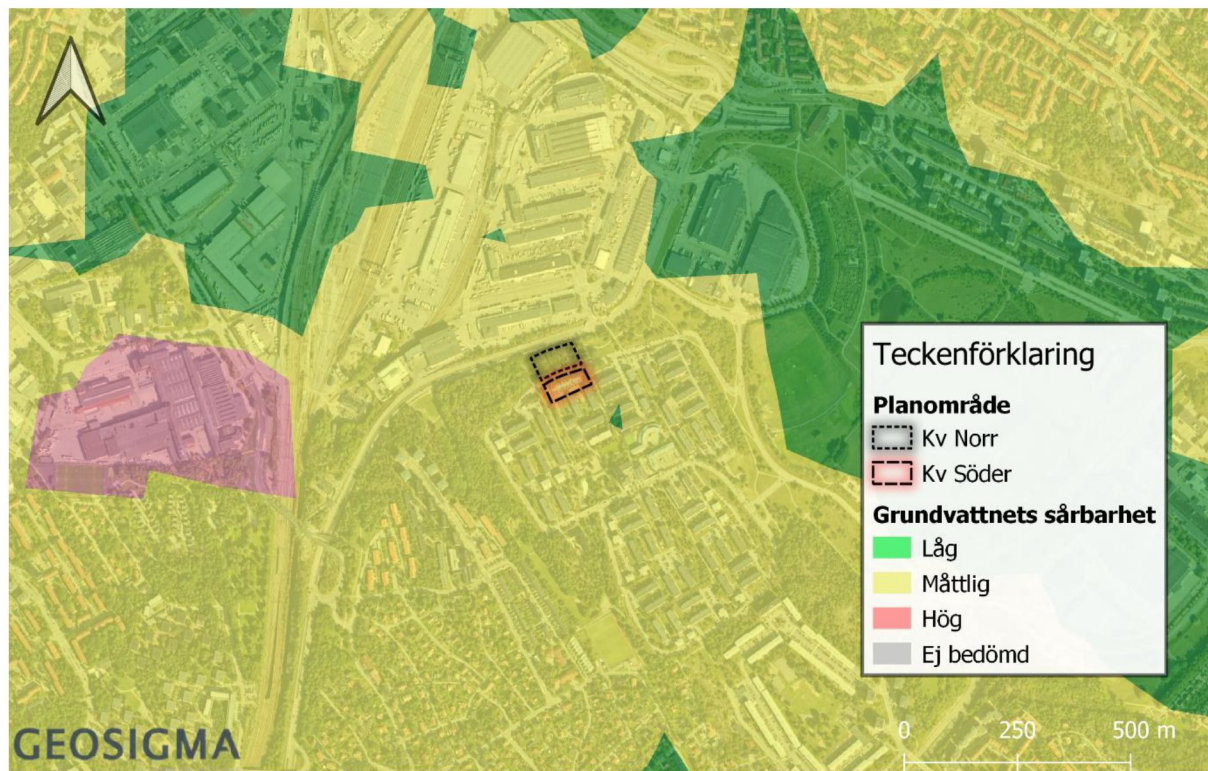
Figur 3-2. SGU:s jordartskarta visar att utredningsområdet ligger över postglacial lera och berg i dagen med ett tunt övertäckande lager av sandig morän.



Figur 3-3. Markytans genomsläpplighet (infiltrationsförmåga).

3.2.2 Föroreningsrisk

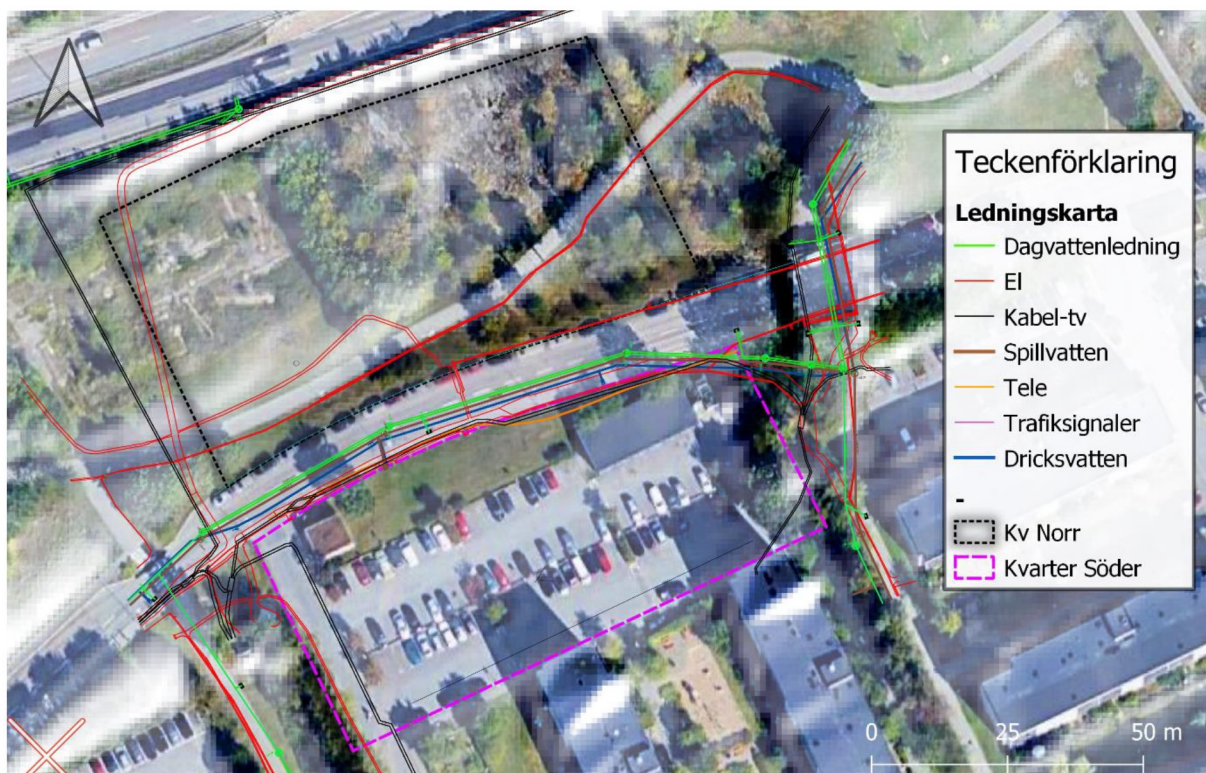
Utredningsområdet ligger i ett område där grundvattnets sårbarhet har bedömts till måttlig, se Figur 3-4. Detta medför, tillsammans med exploateringens karaktär i form av bostadshus, att dagvattenanläggningarna kan anläggas med öppen, genomsläpplig botten.



Figur 3-4. Grundvattnets sårbarhet i anslutning till utredningsområdet (SGU, 2017).

3.3 Ledningssystem

Ledningssystemet i utredningsområdets sträcker sig främst under gatan Östabergabackarna som ligger mellan kvarter Norr och kvarter Söder. Inom kvarter Norr finns det idag elledningar som kommer att avetableras i samband med exploateringen. Inom kvarter Söder sträcker det sig en kabel-tv ledning i det sydöstra hörnet medan teleledningar dras i toppen av den norra delen av kvarter Söder. Dagvattenledningarna i utredningsområdets närhet ligger även de under gatan Östabergabackarna och sträcker sig vidare österut. Dagvattenledningarna ingår i dagvattennätet som avvattnas i Mälaren-Årstaviken. En översikt över ledningssystemet omkring utredningsområdet framgår i Figur 3-5.



Figur 3-5. Befintliga VA-ledningar samt övriga ledningar omkring utredningsområdet.

3.4 Befintlig och planerad markanvändning

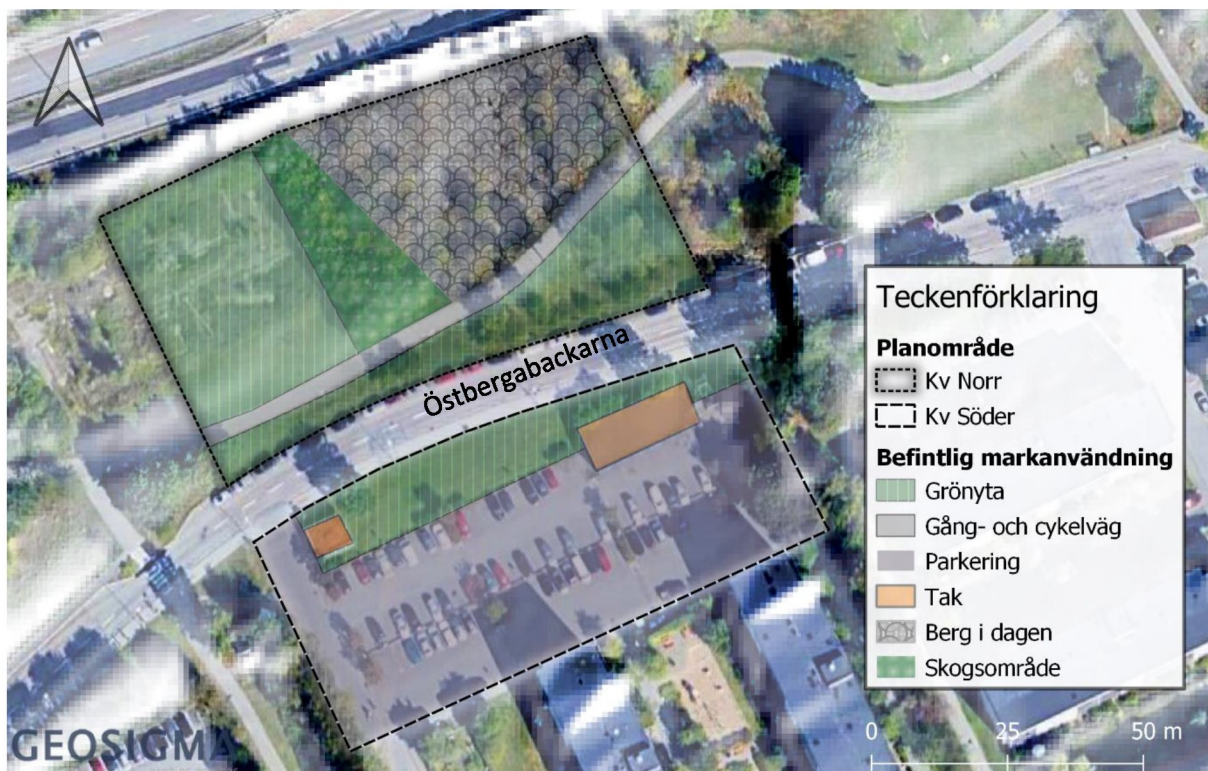
Utredningsområdet består av två delar, kvarter Norr och kvarter Söder, på var sin sida av gatan Östbergabackarna, som delar utredningsområdet. Den befintliga markanvändningen inom utredningsområdet utgörs i kvarter Norr (4611 m²) av mindre växtligheter – gräsmatta, enskilda träd, område med buskage och berg i dagen. Kvarter Söder (4025 m²) utgörs idag främst av en parkering (Figur 3-6; Tabell 3-1).

Enligt planerad exploatering av båda kvarteren planeras det för byggnation av flerfamiljshus (benämnda Tak 1- Tak 7) med tillhörande innergård ovanpå underliggande garage (Figur 3-7; Tabell 3-1).

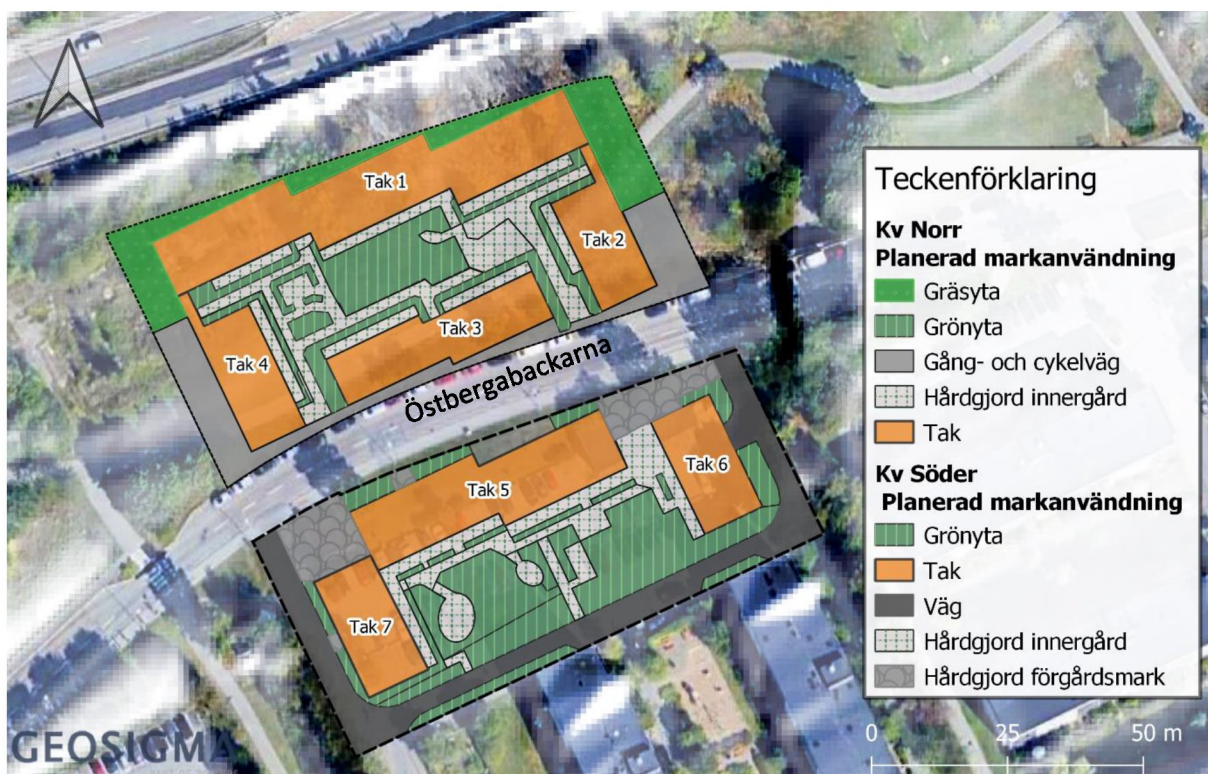
Den totala reducerade arean, det vill säga den hårdgjorda ytan, inom utredningsområdet ökar något enligt planerad exploatering (Tabell 3-1).

Tabell 3-1. Markanvändning, area, avrinningskoefficient och reducerad area, för både befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet.

	Markanvändning	Φ_i	Area [m ²]	%-total	Reducerad area [m ²]	%-total
Befintlig Kv. Norr	Berg i dagen	0.3	1626	37	488	62
	Grönyta	0.1	2187	50	219	29
	Skogsområde	0.1	566	13	57	7
	Kvarter Norr		4379		764	
Befintlig Kv. Söder	Grönyta	0.1	650	16	65	2
	Gång- och cykelväg	0.8	328	8	262	9
	Parkering	0.8	2826	71	2261	82
	Tak	0.9	221	5	199	7
	Kvarter Söder		4025		2787	
Totalt befintlig			8404		3574	
Planerad Kv. Norr	Grönyta	0.1	412	9	41	2
	Gång- och cykelväg	0.8	443	10	354	13
	Hårdgjord innergård	0.5	704	15	352	13
	Naturmark	0.1	788	18	79	3
	Tak 1	0.9	926	20	833	31
	Tak 2	0.9	272	6	245	9
	Tak 3	0.9	535	12	482	18
	Tak 4	0.9	299	6	269	10
	Kvarter Norr		4379		2655	
Planerad Kv. Söder	Grönyta	0.1	1263	31	126	6
	Hårdgjord innergård	0.5	994	25	497	23
	Tak 5	0.9	590.9	15	532	25
	Tak 6	0.9	274	7	247	11
	Tak 7	0.9	291.1	7	262	12
	Väg	0.8	612	15	490	23
	Kvarter Söder		4025		2153	
Totalt planerad			8404		4808	



Figur 3-6. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet tolkat utifrån satellitbilder över området.



Figur 3-7. Planerad markanvändning inom utredningsområdet tolkat utifrån erhållet projekteringsunderlag.

4 Flödesberäkningar och dimensionerande fördröjningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 10, 20- respektive 100-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för planerad utformning av utredningsområdet.

4.1 Dagvattenflöden

Enligt flödesberäkningarna så kommer dagvattenflöden från utredningsområdet (både Kvarter Norr och Kvarter Söder) att öka med cirka 67 % i samband med planerad exploatering (inklusive förväntade klimatförändringar) gentemot befintlig markanvändning på grund av en ökad areal av hårdgjorda ytor (Tabell 4-1). Med föreslagen dagvattenhantering minskar dagvattenflödet från hela utredningsområdet med 1 % i jämförelse med befintlig situation i samband med ett dimensionerande regn.

Tabell 4-1. Beräknade dagvattenflöden för ett 10- och 20-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning utan och med fördröjning inom utredningsområdet

Flödesberäkning	10-årsregn	20-årsregn	Förändring
Planområdet totalt	[l/s]	[l/s]	[%]
Befintlig	82	103	
Planerad utan fördröjning	110	139	34
Planerad utan fördröjning ^(kf)	137	174	67
Planerad med fördröjning ^(kf)	81	102	-1

^(kf) med beräknad klimatfaktor 1,25

I Tabell 4-2, som redovisar beräknade dagvattenflöden för kvarter Norr och kvarter Söder separat, visar att dagvattenflödena ökar för kvarter Norr och minskar för kvarter Söder efter den planerade exploateringen. För beräkning av dagvattenflöden (ekvation 2-1) vid ett 10, 20, respektive 100-års regn inom utredningsområdet enligt projekterad exploatering med fördröjning (enligt Stockholms stads åtgärdsnivå om 20 mm) så har rinntiden ökat till totalt 25 minuter, 22 minuter, respektive 17 minuter för respektive nederbördsevent (avsnitt 2.1.3).

Tabell 4-2. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor *f*) för ett 10, 20, och respektive 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning utan samt med fördröjning inom utredningsområdet.

Område	Parameter	Dagvattenflöde					
		Exkl. klimatfaktor		Inkl. klimatfaktor		Med fördröjning	
		(L/s)	%-ökning	(L/s)	%-ökning	(L/s)	%-ökning
Norr befintlig	10-årsregn	17	-	23	28		
	20-årsregn	22	-	29	26		
	100-årsregn	37	-	48	26		
Söder befintlig	10-årsregn	64	-	88	26		
	20-årsregn	80	-	110	25		
	100-årsregn	136	-	186	25		
Norr planerad	10-årsregn	61	259	76	347	46	171
	20-årsregn	76	245	95	332	58	164
	100-årsregn	130	251	163	341	98	165
Söder planerad	10-årsregn	49	-23	61	-5	35	-45
	20-årsregn	62	-23	78	-3	44	-45
	100-årsregn	105	-23	131	-4	75	-45

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Stockholms stads åtgärdsnivå 20 mm så har den erforderliga fördröjningsvolymen för den planerade markanvändningen inom utredningsområdet enligt projekterad exploatering beräknats till 98 m³ (Tabell 4-3; ekvation 2-2). För kvarter Norr uppgår fördröjningsvolymen till 54 m³ och för kvarter Söder uppgår den till 44 m³.

Tabell 4-3. Beräknad erforderlig fördröjningsvolym (V) för utredningsområdet efter projekterad exploatering enligt Stockholms stads åtgärdsnivå 20 mm.

	Markanvändning	Reducerad area		20 mm
		[m ²]	%-total	[m ³]
Planerad Kv. Norr	Grönyta	41	2	1
	Gång- och cykelväg	354	13	7
	Hårdgjord innergård	352	13	7
	Naturmark	79	3	2
	Tak 1	833	31	17
	Tak 2	245	9	5
	Tak 3	482	18	10
	Tak 4	269	10	5
	Kvarter Norr	2678		54
Planerad Kv. Söder	Grönyta	126	6	3
	Hårdgjord innergård	497	23	10
	Tak 5	532	25	11
	Tak 6	247	11	5
	Tak 7	262	12	5
	Väg	490	23	10
	Kvarter Söder	2153		44
Totalt planerad		4831		98

5 Skyfallsanalys

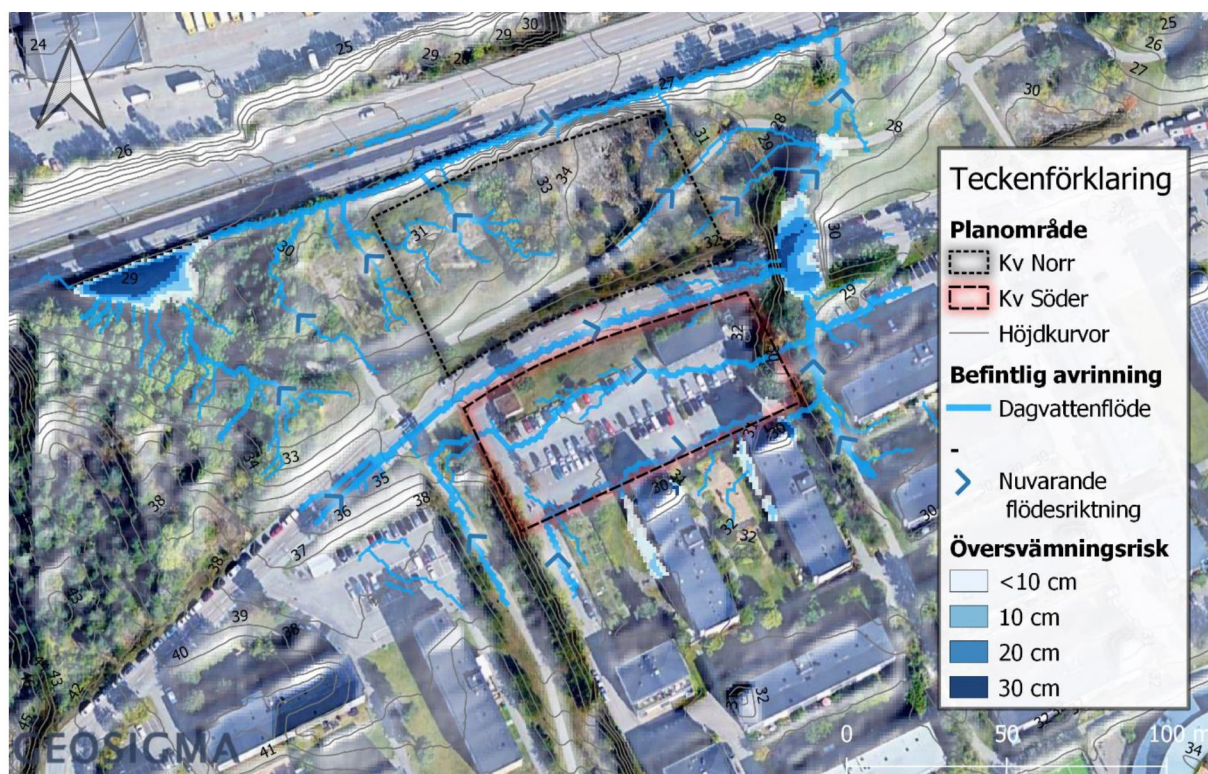
Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som utredningsområdets framtida dagvattensystem inte kommer att vara dimensionerade för att klara. I avsnitt 5.1 visas en skyfallsanalys över befintlig markanvändning där redovisas områdets flödesvägar och områden där det förekommer risk för översvämning och stående vatten. I avsnitt 5.2 redovisas sedan vilka sekundära avrinningsvägar höjdsättnigen bör eftersträva.

5.1 Befintlig avrinning och översvämningrisk

Vid extrem nederbörd kommer vattenflödet följa befintlig topografi, vilket medför att inom kvarter Norr kommer flödesriktningen vara norrut och österut och kvarter Söder har en flödesriktning österut, se Figur 5-1. Kvarter Norr har en högsta punkt på +34 i den norra delen av kvarteret och en lägstnivå på +31 i nordväst och nordöst.

Gatan Östbergabackarna har en östlig lutning vilket medför en flödesriktning åt samma håll. Under gatan Östbergabackarna finns det en undergång som är hela närområdets lågpunkt, vilket medför att där finns områdets betydande översvämningrisk. Denna översvämningrisk är dock en logisk följd av en undergångs karaktär och det är accepterat att en undergång blir vattenfylld i samband med extrem nederbörd.

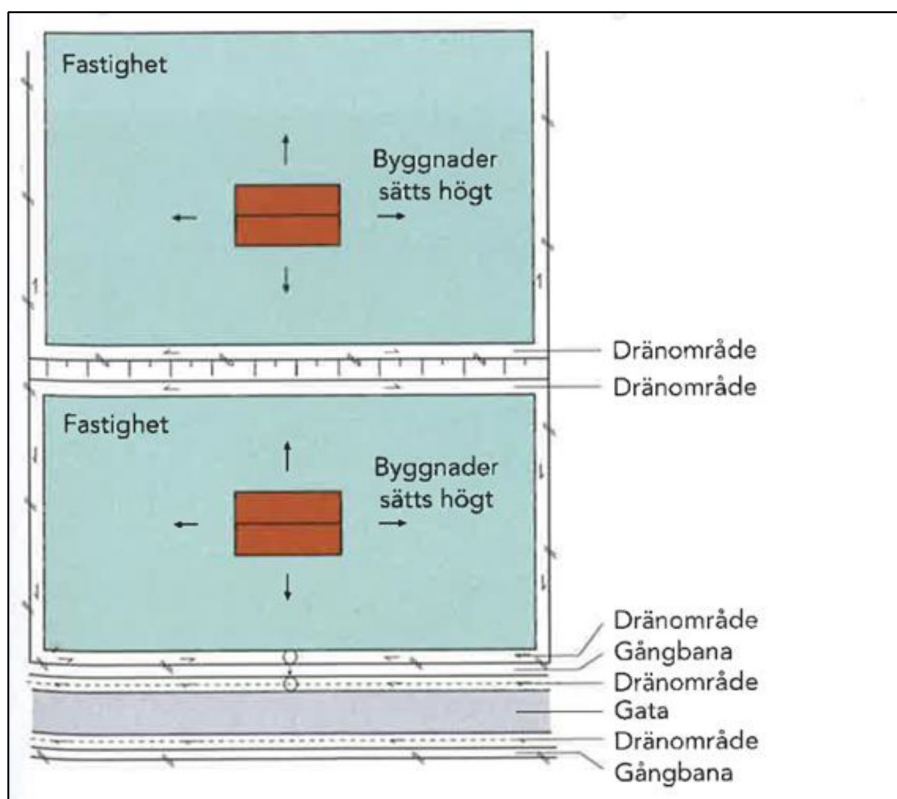
Kvarter Söder har en högsta punkt i väster på cirka +33 och en östlig lutning till höjden +32 i kvarterets östra gräns. Detta medför en generell östlig flödesriktning och på kortsidan av de närliggande husen i söder finns det lågpunkter där det finns en viss översvämningrisk.



Figur 5-1. Flödesvägar inom utredningsområdet vid befintlig markanvändning.

5.2 Skyfallshantering

För att undvika översvämning och skador på byggnader vid skyfall, är det viktigt att tidigt under byggnadsprocessen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar och vidare ut på närliggande lokalgator till grönytor eller vattendrag. Vidare är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlat ytvatten förhindras att avrinna. En höjdsättning som skapar en effektiv ytavrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter, vilket övergripande innebär att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på byggnader och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 5-2.



Figur 5-2. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt Vattens publikation P105.

5.2.1 Sekundära avrinningsvägar

Höjdsättningen inom utredningsområdet bör medföra att de förslagna sekundära avrinningsvägarna, åskådliggjorda i Figur 5-3, skapas. De sekundära avrinningsvägarna ska framförallt säkerställa att skyfallsvattnet leds ut från innergårdarna för att vattens inta ska kunna ansamlas vid fasaderna. Innergårdsytan framför tak 4 bör inte vara en lågpunkt utan skyfallsvattnet bör kunna rinna ut från innergården. Avrinningsvägen behöver inte följa den angivna pilen exakt, men funktionen (avrinning ut ur Kvarter Norr) bör vara tydligt ur ett helhetsperspektiv.

I kvarter Söder är det viktigt att undvika tillrinning mot hyreshusen precis söder om kvarteret, vilket förhindras med en tydlig flödesriktning österut längs kvartersvägen söder om kvarter Söder. Höjdsättningen bör också medföra att tillrinning till garageinfarten förhindras, detta kan ske genom tekniska konstruktionshinder.



Figur 5-3. Sekundära avrinningsvägar för utredningsområdet.

6 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet har beräknats för befintlig samt planerad markanvändning i programvaran StormTac, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 3-1 på sidan 19. I StormTac så definieras de olika markanvändningskategorierna, varifrån schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten baseras på, för befintlig samt planerad markanvändning (Tabell 3-1) enligt:

- **Hårdgjord innergård har ansatts som marksten med fogar;** "Markstenyta med fogar (av grov sand, grus eller dylikt) mellan stenarna som möjliggör viss infiltration av dagvatten genom fogarna".
- **Takyta** är en "takyta utan specificering av takmaterial."
- **Grönyta** är en gräsyta eller plantering
- **Parkering**
- **Asfalt**
- **Naturmark**

I simuleringarna så har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för tio standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 3.2.2) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom utredningsområdet. Att notera är att StormTac inte tillhandahåller schablonhalter för PFOS i dagvatten, varav ämneshalter samt ämnesbelastning för PFOS har utgått från simuleringarna. Vidare så antas klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden att gälla för både befintlig och planerad markanvändning.

6.1 Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)

Simulering av ämneshalter i dagvatten från utredningsområdet indikerar att ämneshalter för 11 av 13 studerade ämnen förväntas att minska efter projekterad exploatering av utredningsområdet utan reningsåtgärder (Tabell 6-1). Vidare så förväntas den årliga ämnesbelastningen för 11 av 13 studerade ämnen, från utredningsområdet att minska efter projekterad exploatering utan rening (Tabell 6-2). En generell minskning i ämnesbelastning till recipienten är väntad då projekterad exploatering leder till att den ytliga parkeringen byggs bort.

Sammantaget indikerar simuleringarna av ämneshalter och ämnesbelastning från utredningsområdet att rening av dagvattnet behövs för att främst inte öka fosformängden i utredningsområdets avrinning.

Tabell 6-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Förändring* [%]
Fosfor	µg/l	110	160	45
Kväve	µg/l	1800	1400	-22
Bly	µg/l	16	3	-82
Koppar	µg/l	25	12	-52
Zink	µg/l	79	25	-68
Kadmium	µg/l	0.3	0.5	56
Krom	µg/l	9	4	-52
Nickel	µg/l	8	4	-53
Kvicksilver	µg/l	0.05	0.02	-67
Suspenderad substans	µg/l	78 000	30 000	-62
Olja (mg/l)	µg/l	500	200	-60
PAH (µg/l)	µg/l	1.8	0.4	-81
Benso(a)pyren	µg/l	0.03	0.01	-73

Tabell 5-2. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning från dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Förändring* [%]
Fosfor	kg/år	0,28	0,45	61
Kväve	kg/år	4,7	4,0	-15
Bly	kg/år	0,042	0,009	-80
Koppar	kg/år	0,07	0,03	-48
Zink	kg/år	0,20	0,07	-64
Kadmium	kg/år	0,0009	0,0015	72
Krom	kg/år	0,022	0,012	-45
Nickel	kg/år	0,021	0,011	-48
Kvicksilver	kg/år	0,00013	0,00005	-65
Suspenderad substans	kg/år	200	86	-57
Olja	kg/år	1,3	0,6	-55
PAH	kg/år	0,0047	0,0010	-79
Benso(a)pyren	kg/år	0,00008	0,00003	-68

7 Förslag till dagvattensystem

För att uppnå den erforderliga fördröjningsvolymen för utredningsområdet enligt planerad exploatering, samt reningsbehovet av dagvatten från utredningsområdet, enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så föreslås ett dagvattensystem där fördröjning och rening av dagvatten sker i underjordiska makadammagasin.

7.1 Kvarter Norr

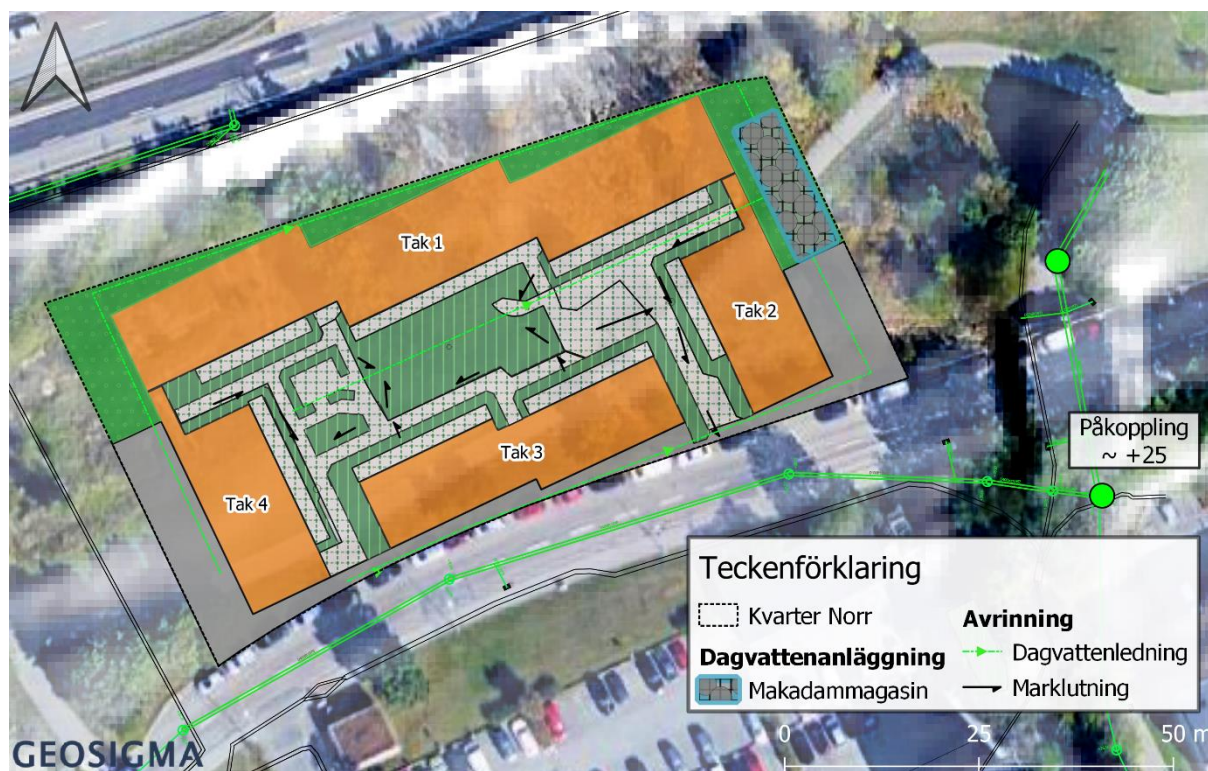
I kvarter Norr uppgår den erforderliga fördröjningsvolymen till 54 m³. Föreslagen dagvattenhantering (Figur 7-1) för att uppnå denna volym är genom anläggning av ett makadammagasin i kvarterets östra del, som också utgör dess lågpunkt. Genom att placera ett makadammagasin i lågpunkten bör hela kvarterets dagvatten kunna ledas till makadammagasinet. Takdagvattnet leds till innergårdens dagvattenledning via takrännor och stuprör medan dagvattnet som genereras på innergården leds till dagvattenledningen via brunnar placerade i lokala lågpunkter på innergården. Dagvattenledningen på innergården leds sedan till makadammagasinet i kvarterets östra del.

Makadammagasinets mäktighet är angiven till 1,5 m, vilket ger ett ytanspråk på 113 m³ (porositet 30 %). Magasinets exakta mäktighet, placering, höjd och ytanspråk bör i projekteringsfasen anpassas till påkopplingspunkten som i dagsläget är okänd. Från erhållen samlingskarta är höjden på den närmaste påkopplingspunkten inte angiven, men den bör sannolikt vara lägre placerad än påkopplingspunkten längre söderut som har en angiven höjd på +25. Att påkopplingshöjden sannolikt är kring, eller under, nivån +25 möjliggör en dräneringsledning till påkopplingspunkten från föreslaget makadammagasin.

Möjligheten till att anlägga ledningar längs yttersidan av tak 1 och tak 4 beror på hur byggnationen som helhet påverkar topografin i utredningsområdet. Är det möjligt att anlägga en ledning som sträcker sig från den västra till den östra delen av kvarter Norr så kan det föreslagna makadammagasinet rena och fördröja dagvattnet från delar av tak 1 och tak 4 (den förmodade ytterlutningen på taken).

Möjligheten att anlägga avledning söder om tak 3 beror på närheten till ledningar i gatan Östbergabackarna och bör undersökas ytterligare under projekteringsfasen. Sannolikt kommer svårigheter uppstå på grund av att fasaden nästan kommer tangera fastighetsgränsen.

I Figur 7-1 visas ett skissförslag över dagvattenhanteringen inom kvarter Norr medan Tabell 7-1 anger vilken fördröjningsvolym och ytanspråk som behövs för respektive yta inom kvarteret.



Figur 7-1. Skiss över föreslagen dagvattenlösning inom kvarter Norr.

Tabell 7-1 visar den exakta reducerade arean, fördröjningsvolym och ytanspråket för den föreslagna dagvattenanläggningen per yta inom kvarter Norr.

Tabell 7-1. Markanvändning, avrinningskoefficient, reducerad area (area x avrinningskoefficient), fördröjningsvolym (enligt 20-millimeterskravet), föreslagen dagvattenanläggning och föreslagen dagvattenanläggnings ytanspråk.

	Markanvändning	Reducerad area [m ²]	20 mm [m ³]	Dagvattenanläggning	Ytanspråk [m ²]
Planerad Kv. Norr	Grönyta	41	1	Infiltration	
	Gång- och cykelväg	354	7	Makadammagasin	16
	Hårdgjord innergård	352	7	Makadammagasin	16
	Naturmark	79	2	Infiltration	
	Tak 1	833	17	Makadammagasin	38
	Tak 2	245	5	Makadammagasin	11
	Tak 3	482	10	Makadammagasin	22
	Tak 4	269	5	Makadammagasin	11
	Kvarter Norr	2678	54		113

7.2 Kvarter Söder

I kvarter Söder uppgår den erforderliga fördröjningsvolymen till 44 m³. Föreslagen dagvattenhantering för att uppnå denna volym är genom anläggning av ett makadammagasin i kvarterets sydöstra del, se Figur 7-2. Takdagvattnet leds till innergårdens dagvattenledning via takrännor och stuprör medan dagvattnet som genereras på innergården leds till dagvattenledningen via brunnar placerade i lokala lågpunkter på innergården. Dagvattenledningen på innergården leds sedan till makadammagasinet i sydost.

Makadammagasinens mäktighet är angiven till 1,5 m, vilket ger ett totalt ytanspråk på 90 m³ (porositet 30%). Magasinets exakta mäktighet, placering, höjd och ytanspråk bör i projekteringsfasen anpassas till påkopplingspunkten. Makadammagasinet (och byggnaden benämnd tak 7) bör också anpassas efter ledningen för kabel-tv (svart ledning i Figur 7-2) som är dragen i närheten.

Avledningsmöjligheterna från yttersidan av tak 5 beror på ledningssystemet (se Figur 3-5) som går längs kvarterets norra kant. Dagvattnet från kvarteretsvägen som sträcker sig längs den södra delen av kvarteret kräver en fördröjningsvolym på 10 m³ och även den fördröjningsvolymen bör ledas till makadammagasinet. Från erhållen samlingskarta är nivån på den närmaste påkopplingspunkten antingen +29 eller +25.



Figur 7-2. Skiss över föreslagen dagvattenlösning inom kvarter Söder.

Tabell 7-2 visar den exakta reducerade arean, fördröjningsvolym och ytanspråket för den föreslagna dagvattenanläggningen per yta inom kvarter Norr.

Tabell 7-2. Markanvändning, avrinningskoefficient, reducerad area (area x avrinningskoefficient), fördröjningsvolym (enligt 20-millimeterskravet), föreslagen dagvattenanläggning och föreslagen dagvattenanläggnings ytanspråk.

	Markanvändning	Reducerad area [m ²]	20 mm [m ³]	Dagvattenanläggning	Ytanspråk [m ²]
Planerad Kv. Söder	Grönyta	126	3	Infiltration	
	Hårdgjord innergård	497	10	Makadammagasin	22
	Tak 5	532	11	Makadammagasin	24
	Tak 6	247	5	Makadammagasin	11
	Tak 7	262	5	Makadammagasin	12
	Väg	490	10	Makadammagasin	22
	Kvarter Söder	2153	44		90

7.3 Utredningsområdet

Givet en erforderlig total fördröjningsvolym om 203 m³ för hela utredningsområdet (båda kvarteren) enligt planerad exploatering så fördelas fördröjningsvolymen från respektive yta enligt redovisning i Tabell 7-1 och Tabell 7-2.

Förslaget till dagvattenhanteringen är baserat på den planerade exploateringen av utredningsområdet. På innergården kan föreslagna dagvattenanläggningar kompletteras av ett Savaq-system för att bevattna växtligheten.

Placeringen av dagvattenanläggningarna kan förändras i samband med detaljprojekteringen, men Figur 7-1 och 7-2 bör utgöra ett principförslag med en ungefärlig angivelse av ytanspråk och placering. Dagvattenanläggningarnas konstruktion och placering kan anpassas efter andra byggnadstekniska faktorer men den erforderliga fördröjningsvolymen bör inte ändras för respektive lokalt avrinningsområde.

Enligt förslaget leds dagvatten till dagvattenanläggningarna från tak via hängrännor, stuprör eller markförlagda ledningar. Dagvattenanläggningarna dräneras till dagvattennätet via dagvattenledningar som ansluts till påkopplingspunkter. Dagvattenledningarna illustrerade i Figur 7-1 och 7-2 redogör bara för en principiell anslutning till det allmänna dagvattennätet och bör anpassas noggrannare i projekteringsskedet.

Eftersom dagvattnet troligtvis inte infiltreras i underliggande mark så leds det renade dagvattnet från dagvattenanläggningarna via dräneringsledningen mot närmaste påkopplingspunkt för dagvattennätet inom området. Bräddningsutlopp och dagvattenledningar från dagvattenanläggningar bör dimensioneras så de klarar av intensivare flöden.

Utvärdering av undersökningsresultaten visar att projektering och utbyggnad av VA-anläggningar kan utföras utan speciella förstärkningsåtgärder. Val av materialavskiljande lager, ledningsbadd, frostfritt djup och utspetsning m.m. kan utföras enligt standardpraxis. Beroende på anläggningens djup och placering kan bergschakt bli aktuellt (NCC,2017).

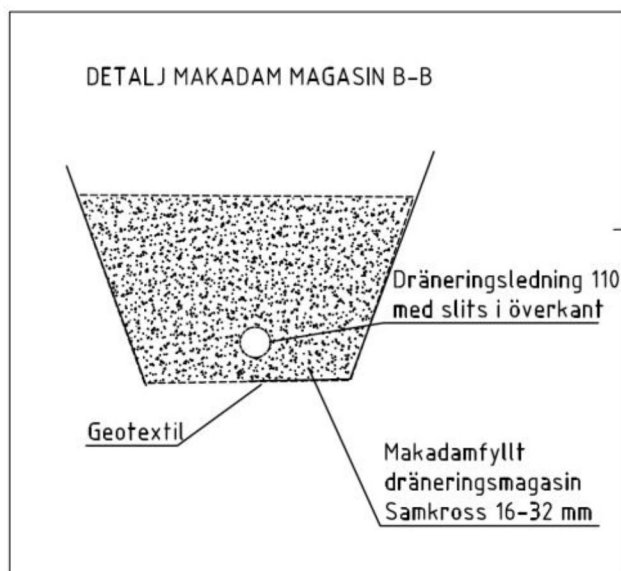
I kommande avsnitt redovisas principen för de föreslagna dagvattenlösningarna.

7.3.1 Underjordiskt makadammagasin

I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Underjordiska makadammagasin (se Figur 7-3) kan byggas upp med makadam, stenkross med väl sorterade fraktioner som vanligen varierar mellan cirka 4 – 80 mm.

Det är viktigt att fördröjningsmagasinet avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att det sätts igen av finmaterial. De kan göras genomsläppliga för att möjliggöra infiltration, vilket bidrar till att upprätthålla grundvattennivåerna. Om grundvattennivån är hög, eller att perkolation ner till grundvattnet ska undvikas, så bör makadammagasinets botten vara tät för att grundvattnet inte ska stiga uppåt till makadammagasinet.

Magasinet bör även förses med bräddavlopp och möjlighet till ytlig bräddning till gatumark vid extrema regn. Fördröjningsmagasin behöver underhållas vid behov (ungefär någon gång per år, men det beror på de platsspecifika förutsättningarna) där det ingår rensning av in- och utlopp till magasinerna, samt rensning av eventuella brunnar och ledningar.



Figur 7-3. Principskiss över makadammagasin.

7.4 Uppskattning av reningseffekt

För projekterad exploatering av utredningsområdet med rening och fördröjning av dagvatten i makadammagasin indikeras en minskad ämneshalt för samtliga studerade ämnen, i utgående dagvatten gentemot befintliga förhållanden (Tabell 7-3). Vidare ses även en minskad (eller oförändrad) årlig ämnesbelastning mot ytvattenrecipienten i samtliga ämnen från utredningsområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 7-4).

Ovanstående indikerar att med rening och fördröjning av dagvatten från utredningsområdet i makadammagasin ses en generell förbättring i vattenkemisk kvalitet (i.e. ämneshalter) i dagvatten från utredningsområdet. Den generella belastningen av föroreningar till recipienten minskar i samband med exploateringen.

Dagvattenanläggningarna är dimensionerade utifrån Stockholms stads krav och bedöms vara den bästa tillgängliga teknik som till en rimlig insats renar och fördröjer dagvatten som uppstår i samband med exploateringen.

Att notera är även att risken för försämrad kemisk samt ekologisk status i ytvattenrecipienter på grund av en ökad ämnesbelastning ska utvärderas efter respektive ämnes kumulativa effekt i ytvattenrecipienten (Naturvårdsverket, 2017).

Tabell 7-3. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämneshalter i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning utan och med fördröjning och rening i dagvattenanläggning. Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening).

Ämne	Enhet	Föroreningshalt			Förändring* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	µg/l	110	160	88	-20
Kväve	µg/l	1800	1400	750	-58
Bly	µg/l	16	3	1	-93
Koppar	µg/l	25	12	6	-78
Zink	µg/l	79	25	8	-90
Kadmium	µg/l	0,3	0,5	0,1	-62
Krom	µg/l	9	4	2	-76
Nickel	µg/l	8	4	2	-78
Kvicksilver	µg/l	0,05	0,02	0,01	-80
Suspenderad substans	µg/l	78 000	30 000	14 000	-82
Olja (mg/l)	µg/l	500	200	41	-92
PAH (µg/l)	µg/l	1,8	0,4	0,2	-91
Benso(a)pyren	µg/l	0,03	0,01	0,005	-84

Tabell 7-4. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning utan och med rening och fördröjning i föreslagen dagvattenanläggning. Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Förändring* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0,28	0,45	0,26	-7
Kväve	kg/år	4,7	4,0	2,2	-53
Bly	kg/år	0,042	0,009	0,004	-92
Koppar	kg/år	0,07	0,03	0,02	-75
Zink	kg/år	0,20	0,07	0,02	-89
Kadmium	kg/år	0,0009	0,0015	0,0004	-57
Krom	kg/år	0,022	0,012	0,006	-74
Nickel	kg/år	0,021	0,011	0,005	-76
Kvicksilver	kg/år	0,00013	0,00005	0,00003	-78
Suspenderad substans	kg/år	200	86	40	-80
Olja	kg/år	1,3	0,6	0,1	-91
PAH	kg/år	0,0047	0,0010	0,0005	-90
Benso(a)pyren	kg/år	0,00008	0,00003	0,00002	-82

8 Sammanfattning och slutsats

Enligt exploateringsförslaget för utredningsområdet Östberga Norra, Stockholm, planeras en bostadsbebyggelse där en befintlig naturmark och parkering ersätts av flerfamiljshus med tillhörande gårdsyta. Riktlinjer för dagvattenhantering inom utredningsområdet har tillämpats utifrån Stockholm stads åtgärdsnivå, där fördröjning och rening av 20 mm nederbörd från den hårdgjorda ytan inom ett givet utredningsområde anses uppfylla krav på flödesutjämning och rening av dagvatten.

Utredningsområdet är beläget inom ytvattenförekomstens Mälarens-Årstavikens tekniska avrinningsområde. Markytan inom utredningsområdet utgörs av tunna lager med mulljord och fyllningsjord ovanpå torrskorpelera och berg. I vissa delar av kvarter Norr förekommer berg i dagen. De fysikaliska förutsättningarna för infiltration av dagvatten är relativt låga.

Beräkningar av dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom utredningsområdet visar på att dagvattenflöden ökar efter den projekterade exploateringen av utredningsområdet på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Simuleringar i programvaran StormTac indikerar att halter samt belastning för ett fåtal ämnen i dagvattnet ökar efter planerad exploatering av utredningsområdet (utan tillämpad dagvattenlösning). Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den erforderliga fördröjningsvolymen för utredningsområdet beräknats till 98 m³, uppdelat på 54 m³ för kvarter Norr och 44 m³ för kvarter Söder.

För att möta erforderlig fördröjningsvolym och reningsbehov av dagvatten från utredningsområdet enligt Stockholms stads åtgärdsnivå föreslås ett dagvattensystem bestående av makadammagasin som fördröjer och renar dagvatten innan infiltration eller avledning av dagvatten via dagvattenledningsnätet inom området.

Med en fördröjning och magasinering om 20 mm nederbörd förväntas dagvattenflöden från utredningsområdet enligt projekterad exploatering att minska med 1 %. Simuleringar i StormTac visar på en minskning av samtliga ämneshalter från utredningsområdet med rening och fördröjning av dagvatten i föreslagna dagvattenanläggningar. Föroreningsberäkningarna indikerar också att föroreningsbelastningen minskar för samtliga undersökta ämnen i samband med planerad exploatering med föreslagna dagvattenanläggningar. Dagvattenanläggningarna är dimensionerade utifrån Stockholms stads krav och bedöms vara den bästa tillgängliga teknik som till en rimlig insats renar och fördröjer dagvatten som uppstår i samband med exploateringen.

Sammantaget bedöms projekterad exploatering av utredningsområdet, med rening och fördröjning av dagvatten i makadammagasin enligt Stockholms stads åtgärdsnivå om 20 mm, förbättra möjligheterna att uppnå kemisk respektive ekologisk status i recipienten. Således förbättrar exploateringen recipientens chanser att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

9 Referenser

Boverket, 2020a. Definition av "Allmän plats[mark]". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-allman-plats/>. 2020-07-02.

Boverket, 2020b. Definition av "Kvartersmark". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-kvartersmark/>. 2020-07-02.

Naturvårdsverket, 2017. <https://naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhället/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/Foreningar-i-dagvatten.pdf>. 2020-09-29.

Payne, E., Hatt, B., Deletic, A., Dobbie, M., McCarthy, D., Chandrasena, G., 2015. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report, Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

Naturvårdsverket, 2020. <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>. 2020-09-29.

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>. 2020-09-25.

SGU, 2020b. Markytans genomsläpplighet. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/genomslapplighet/>. 2020-09-25.

SGU, 2020c. Grundvattnets sårbarhet. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/grundvattendata/grundvattnets-sarbarhet/>. 2020-09-25.

SGU, 2020d. <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/brunnsarkivet/>. 2020-09-25.

SGU, 2020e. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/grundvattenkartvisare/grundvattenmagasin/>. 2020-09-25.

SGU, 2020f. Uppskattat jorddjup. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html>. 2020-12-18.

SMHI, 2020a. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>. 2020-09-25.

Stockholm stad, 2016. Dagvattenhantering. Åtgärdsniva vid ny- och större ombyggnation. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf. 2020-07-02.

Stockholm Vatten, 2020. Henriksdals avloppsreningsverk. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/henriksdals-reningsverk/henriksdals-reningsverk>. 2020-09-09.

SVU, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2019-20, Bromma, Sverige.

VISS, 2020a. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA57328797>. 2020-09-25.

VISS, 2020b. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715>. 2020-09-25.

WRS, 2016. Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm. Rapport nr 2016-0752-A.

QGIS, 2020. <https://qgis.org>. 2020-06-16.