



2016-11-21

NOBELBERGET, NACKA

Dagvattenutredning GRANSKNINGSVERSION

Framställd för:
Atrium Ljungberg AB



Uppdragsnummer: 1521013

RAPPORT



Innehållsförteckning

1.0	BAKGRUND OCH SYFTE	1
2.0	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR	1
2.1	Underlag	1
2.2	Befintliga förhållanden	1
2.2.1	Markförhållanden	2
2.2.2	Hydrologi och hydrogeologi	4
2.2.3	Recipienter	5
2.2.4	Undermarksanläggningar	6
2.3	Planerad bebyggelse	7
3.0	METODIK/BERÄKNINGAR	8
4.0	RESULTAT	8
4.1	Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning	8
4.2	Dimensionerande flöden	9
4.3	Föroreningsbelastning	9
5.0	FÖRSLAG PÅ FLÖDESDÄMPANDE OCH FÖRDRÖJANDE ÅTGÄRDER	10
5.1	Kvartersmark	10
5.2	Allmän platsmark	11
5.3	Fördröjningsmagasin	12
5.4	Åtgärder i respektive delavrinningsområde	12
5.4.1	Avrinningsområde A	13
5.4.2	Avrinningsområden B och C	14
5.4.3	Avrinningsområde D	15
5.4.4	Avrinningsområde E	15
6.0	FÖRSLAG PÅ RENING AV DAGVATTEN	15
7.0	KONSEKVENSER VID SKYFALL	15
8.0	HÖJDSÄTTNING	18
9.0	DISKUSSION	18
9.1	Miljö kvalitetsnormer	18



9.2	Förslag på fortsatta utredningar.....	19
10.0	REFERENSER.....	19
TABELLFÖRTECKNING		
Tabell 1:	Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning vid nyexploatering.....	8
Tabell 2:	Dimensionerande flöden för olika regnhändelser utan inräkning av fördröjningsmagasin.....	9
Tabell 3:	Dimensionerande flöden per delavrinningsområde för 10-årsregn med klimatkfaktor 1,25.....	9
Tabell 5:	Erforderliga fördröjningsvolymmer för ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1,25 vid strypta utflöden (enligt kolumn två).....	12
Tabell 6:	Översvämningsvolymmer vid ett 100-årsregn.....	17
FIGURFÖRTECKNING		
Figur 1:	Översikt över Nobelberget med befintlig bebyggelse och avrinningsområden. Avrinningsområdesgränser och flödesriktningar är tagna från WSP (2011a).....	2
Figur 2:	Jordartskarta baserad på SGU:s jordartskarta. Översta jordlager består av fyllning eller berg i dagen i hela området.....	3
Figur 3:	Delområdesindelning utifrån föroreningsnivåer av kvicksilver (WSP 2011c).....	4
Figur 4:	Översiktsskarta över Sickla och Nobelberget med recipienterna Svindersviken och Sickla kanal. Området för planerad bebyggelse är rödmarkerat.....	6
Figur 5:	Planerad bebyggelse på Nobelberget med översiktlig markanvändning, nya delavrinningsområden samt antagna flödesriktningar för ytvattnet.....	7
Figur 6:	Exempel på kontinuerligt avvattningsstråk med växtbädd längs lokalgata, Norra Djurgårdsstaden (Stockholm stad 2011). Exemplet ovan kan vara lämpligt längs delar av Bergsgatan och Svackenvägen.....	11
Figur 7:	Förslag på placering av fördröjningsmagasin och erforderliga magasinvolymmer.....	13
Figur 8:	Identifierade översvämningsytor och sekundär avrinningsvägar inom planområdet. Rödmarkerat område visar, tillsammans med blå ytor i Nobelsvackan, ytan av det område (800 m ²) med 0,5 m vattendjup som krävs för att kunna magasinera hela 100-årsregnet inom planområdet.....	17
BILAGOR		
BILAGA A		
Beräkningar		



1.0 BAKGRUND OCH SYFTE

Fastigheten Sicklaön 83:33, belägen på Nobelberget i Nacka kommun, är under omvandling från industriområde till bostads- och kontorsområde. De planerade förändringarna kommer att leda till ändrad markanvändning inom området och därmed även till en förändrad dagvattenavrinning från området. Golder Associates AB har på uppdrag av fastighetsägaren Atrium Ljungberg AB (ALAB) utfört en dagvattenutredning med syfte att studera hur planförslaget påverkar dagvattenavrinningen från området, samt ge förslag på lösningar för att minska områdets belastning på dagvattennätet samt recipienter jämfört med befintliga förhållanden.

2.0 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR

Följande förutsättningar och krav har legat till grund för föreliggande dagvattenutredning:

- Nacka kommuns dagvattenpolicy och dagvattenstrategi med tillhörande anvisningar ska följas (Nacka kommun 2008)
- Vattendirektivet, dvs. inga vatten får försämrats, ska följas
- Beräkningar ska utföras enligt Svenskt Vattens publikationer P110 (Svenskt Vatten 2016), P104 (Svenskt Vatten 2011a) och P105 (Svenskt Vatten 2011b)
- Beräkningarna ska baseras på 10 års-regn med klimatfaktor 1,25
- Konsekvenser av ett 100-årsregn ska visas
- Dagvattenflödet från området ska vara avsevärt mindre efter exploatering än dagens flöden
- Fastighetsägaren ska tillämpa lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) inom kvartersmark. Dagvatten från allmän platsmark ska fördröjas inom allmän platsmark
- Dagvattenflödet från området till dagvattennätet i Sickla Industriväg bör inte överstiga 30 L/s vid ett 10-årsregn med klimatfaktor
- Förslag till LOD-lösningar ska ta hänsyn till närhet till Södra länkens tunnlar

Höjder har angetts i höjdsystem RH2000 där inget annat angetts.

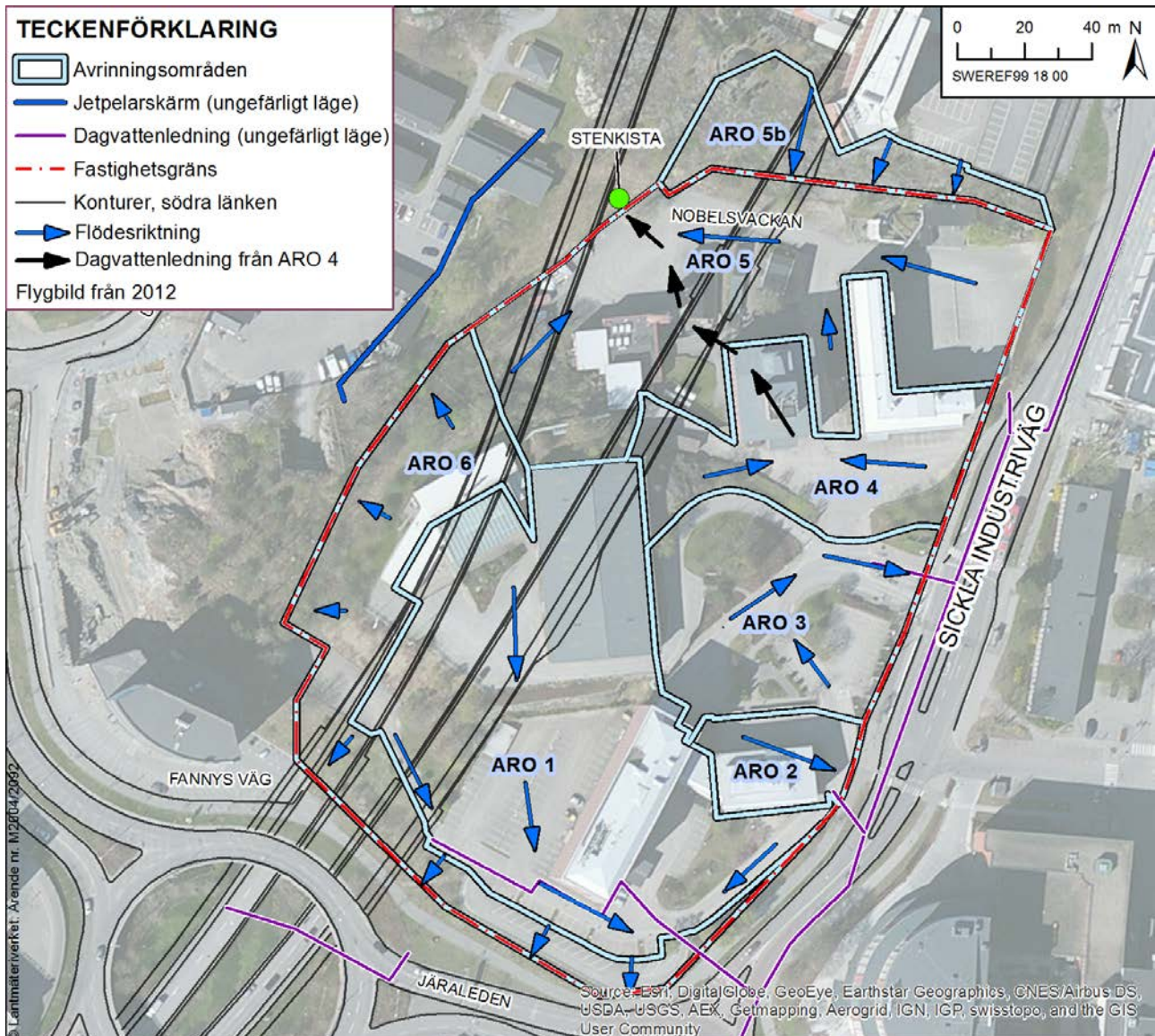
2.1 Underlag

En dagvattenutredning utfördes för området 2011 (WSP 2011a) för då aktuellt planförslag. Därefter har planförslaget arbetas om markant men utredningens beskrivning av befintliga förhållanden har legat till grund för föreliggande utredning. Övrigt underlag har varit:

- Nobelberget bta och parkering, daterad 2016-08-26, upprättad av White Arkitekter AB
- "A-Byggnader.dwg", utformning av byggnader och gator, daterad 2016-09-29, upprättad av White Arkitekter AB

2.2 Befintliga förhållanden

Nobelberget är beläget i västra delen av Nacka med närhet till allmän och kommersiell service och till Stockholm stad. Befintlig bebyggelse utgörs av industribyggnader och kontors- och verksamhetslokaler (Figur 1).

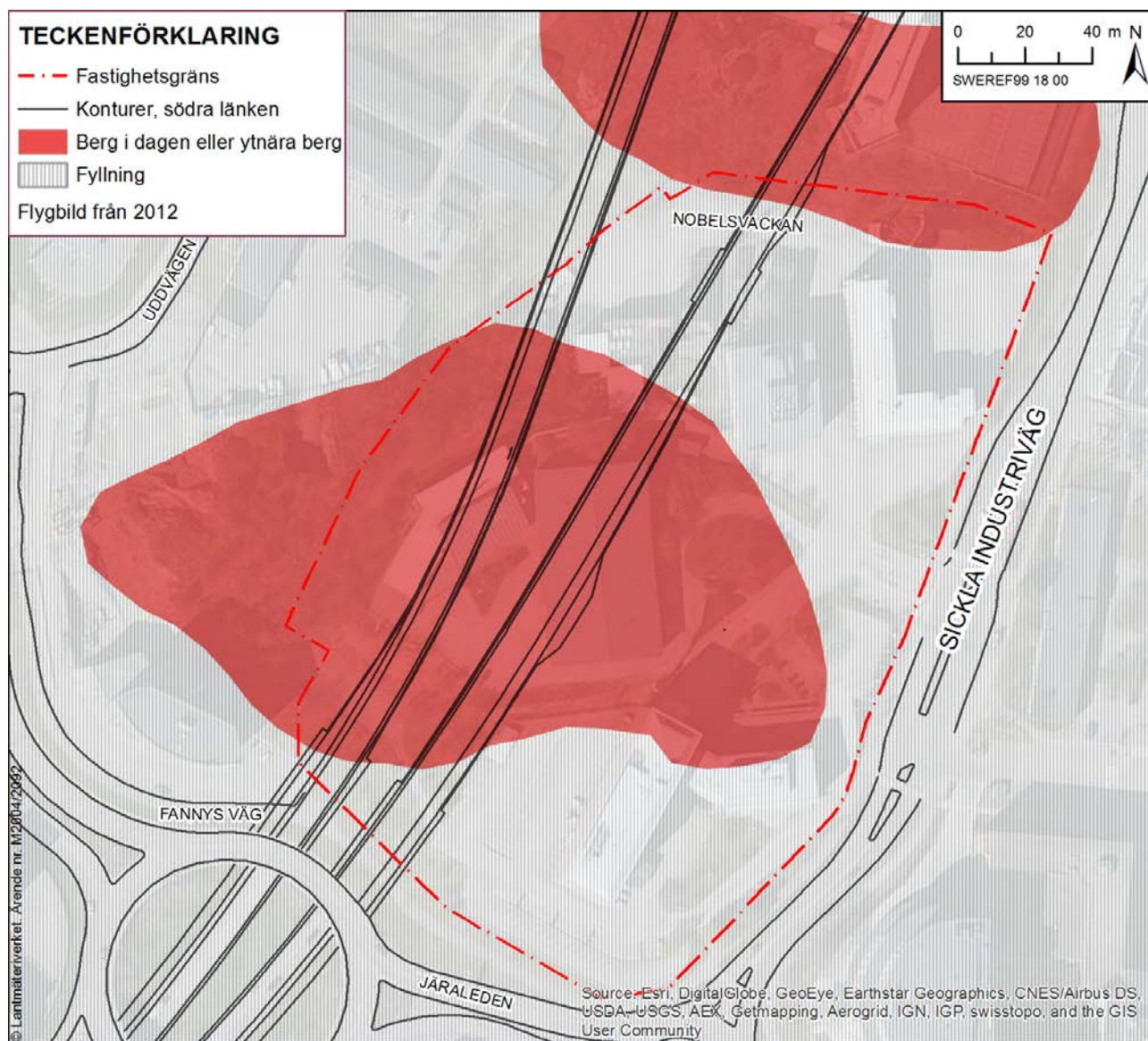


Figur 1: Översikt över Nobelberget med befintlig bebyggelse och avrinningsområden. Avrinningsområdesgränser och flödesriktningar är tagna från WSP (2011a).

2.2.1 Markförhållanden

Planområdet är kuperat och marknivån varierar mellan +5 m och +20 m. Stora ytor är i dagsläget hårdgjorda och bebyggda, gröna ytor med vegetation förekommer i liten omfattning, främst i de sydvästra delarna. Inom stora delar av området förekommer ytnära berg eller berg i dagen (Figur 2). I norr genomkorsas området av en terrängsvacka i ost-västlig riktning, Nobelsvackan, som är det enda området där lösa jordlager förekommer i någon större omfattning. Jordlagren utgörs av fyllning som underlagras av friktionsjord på berg. I väster, nära fastighetsgränsen, underlagras fyllningen av lera på friktionsjord på berg (ADG Grundteknik 1993).

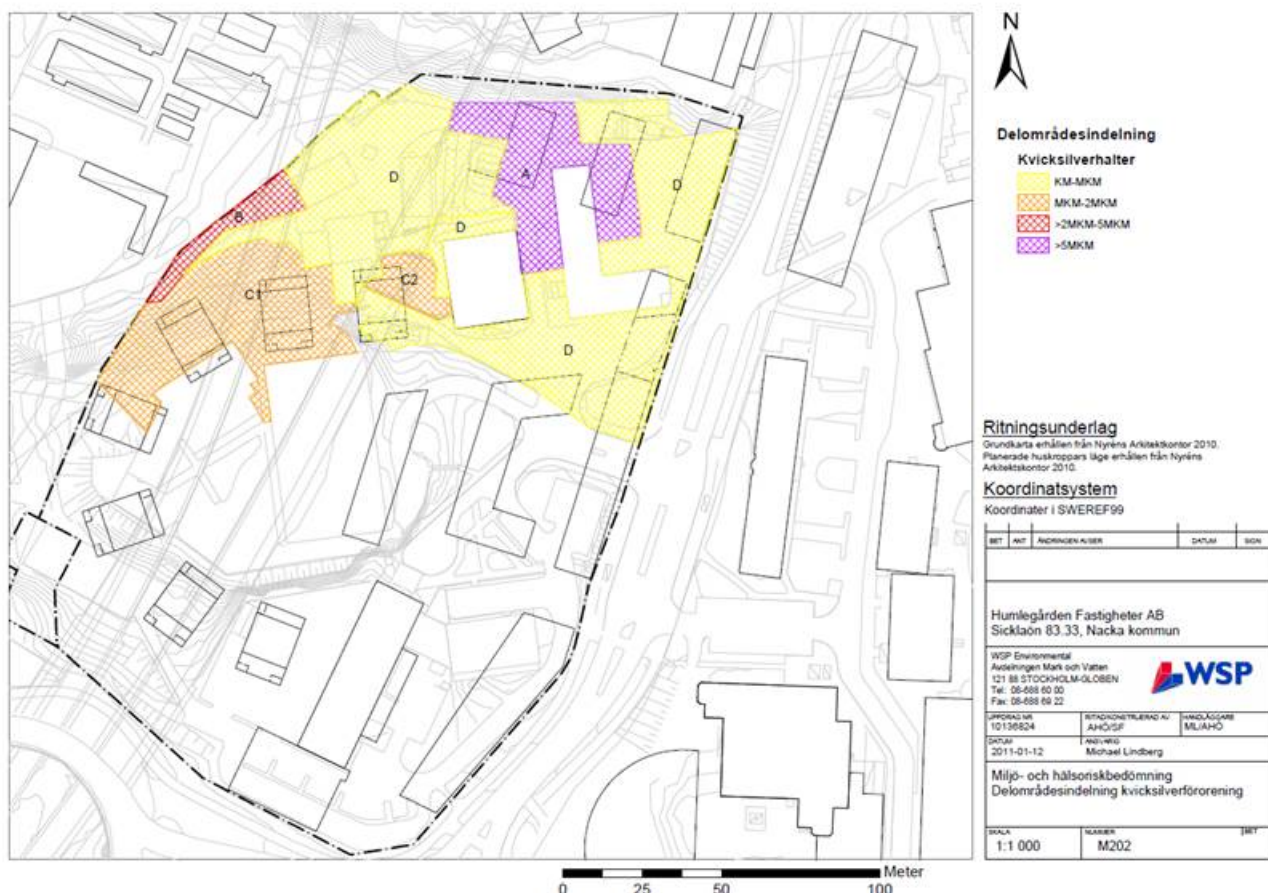
Föroreningar har påträffats i fyllningen i hela Nobelsvackan. Fyllningen är främst förorenad med kvicksilver, PAH M och PAH H, där kvicksilver är den huvudsakliga föroreningen. Området har tidigare delats in i delområden utifrån kvicksilverhalt (Figur 3).



Figur 2: Jordartskarta baserad på SGU:s jordartskarta. Översta jordlager består av fyllning eller berg i dagen i hela området.

Enligt en befintlig åtgärdsutredning (WSP 2011b) föreslås åtgärd genom schaktning och övertäckning, där förorenade massor inom de mest förorenade områdena (A, B och C på Figur 3) schaktas bort medan de förorenade massorna inom delområde D täcks med 1 m rena massor (det är inte i dagläget bestämt huruvida detta komma innebära urschaktning av 1 m förorenade massor, för att behålla befintliga marknivåer, eller inte). De massor som lämnas kvar inom delområde D håller föroreningshalter mellan KM (känslig markanvändning) och MKM (mindre känslig markanvändning).

På de platser där infiltration eventuellt kan komma att ske kommer föroreningshalterna i jorden alltså att understiga MKM. Detta kan dock behöva kontrolleras i samband med markarbeten inför anläggande av infiltrationsanläggningar.



Figur 3: Delområdesindelning utifrån föroreningsnivåer av kviksilver (WSP 2011c).

2.2.2 Hydrologi och hydrogeologi

Befintligt område kan delas in i sex delavrinningsområden, vilka i innefattar planområdet plus de områden som bidrar med avrinning till planområdet (Figur 1). ARO 1, ARO 2 och ARO 3 avrinner via ledningar till ledningsnätet i Sickla Industriväg och vidare till Sickla kanal och Hammarby sjö. Ledningsnätet i vägen är redan med dagens situation överbelastat. Nacka kommun har därför satt en begränsning på utflödet från planerad bebyggelse på Nobelberget till Sickla Industriväg på maximalt 30 L/s. ARO 4 och ARO 5 avrinner mot Nobelsvackan och den lågpunkt som är belägen i svackans västra del. ARO 4 avrinner i ledning till en stenkista belägen rakt ovanför Södra länkens tunnlar där vattnet infiltrerar. Vattnet bedöms sedan fortsätta västerut som grundvatten eller in i tunnelnarnas dräneringssystem. Slutlig recipient bedöms vara Svindersviken. ARO 5 avrinner på markytan ner mot lågpunkten och ut på den gräsyta som finns på angränsande fastighet, Sickla 83:3. ARO 5b är en del av ARO5 belägen utanför planområdet men som bidrar med avrinning till området. Från lågpunkten i Nobelsvackan finns idag inget utlopp utan vattnet antas infiltrera i marken eller, vid mycket kraftiga regn, avrinna vidare åt väster ut över angränsande fastigheter till dagvattennätet i Uddvägen och vidare till Svindersviken. ARO 6 utgör inte ett sammanhållet avrinningsområde utan består av mestadels naturmark belägen längs planområdets sydvästra gräns. Avrinningen från området är liten och rinner diffust ut över planområdets gräns till angränsande fastigheter.

Grundvattentrycknivån i friktionsjorden under leran i västra delen av Nobelsvackan har observerats variera i intervallet +1,0 - +4,0 (Trafikverket 2015a). Det innebär att grundvattentrycknivån är belägen som yttligast ca 1,5 m under markytan. Grundvattnet bedöms strömma västerut ut genom Nobelsvackan och vidare i



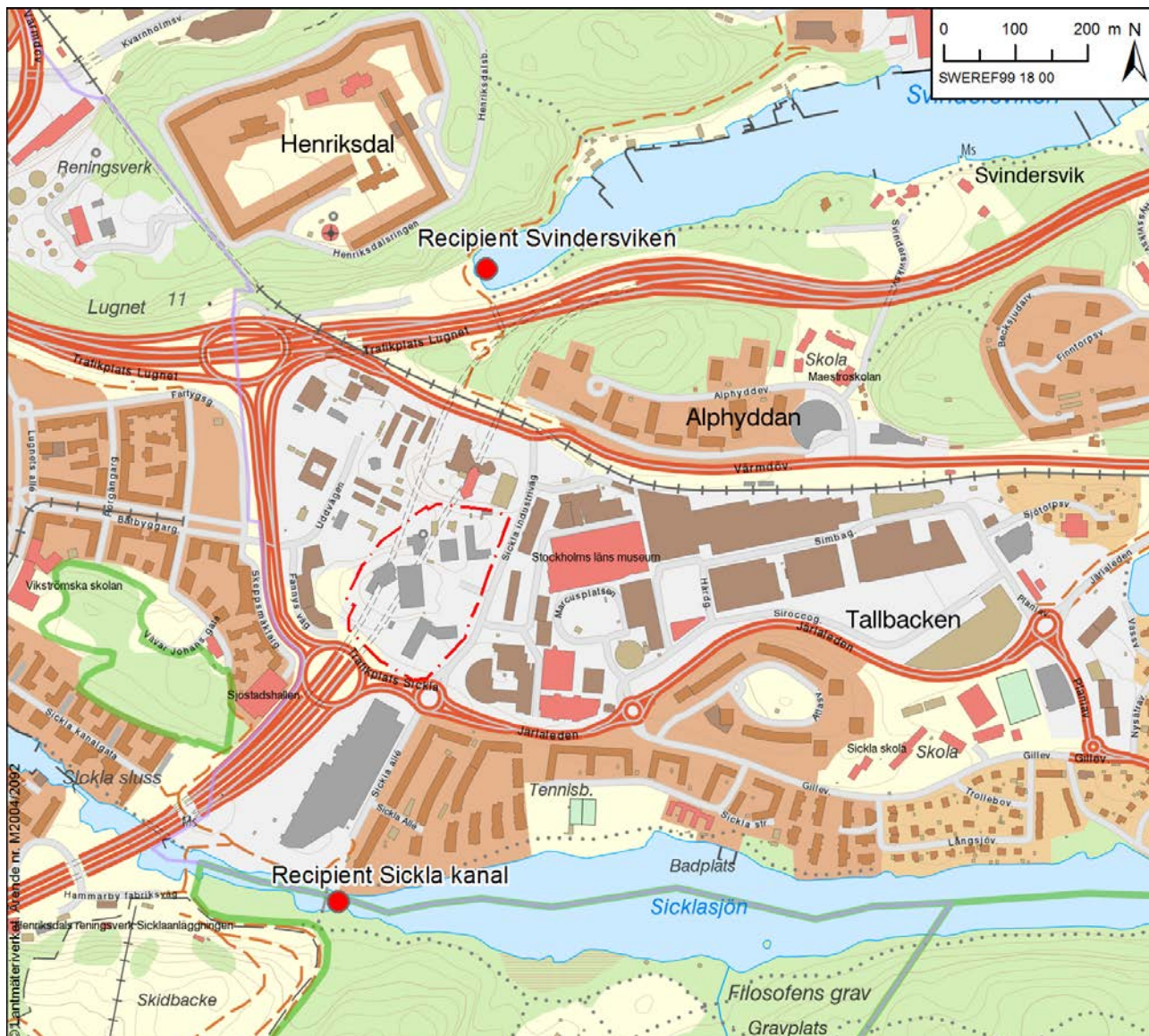
riktning mot Uddvägen. Möjligen finns en lokal sänkning av grundvattentrycknivån i jord vid Södra länkens tunnlar, detta går dock inte att bedöma med aktuellt underlag. För att förhindra denna eventuella sänkning att sprida sig västerut i lerområdet har en jetpelarskärm anlagts. Strömningen förbi jetpelarskärmen bedöms gå i västlig riktning. I övriga delar saknas observationer av grundvattentrycknivå men bergläget är högt och marklutningen stor varför hela planområdet, utom lågpunkten i Nobelsvackan, bedöms vara inströmningsområde för grundvatten.

2.2.3 Recipienter

Från Nobelberget avrinner dagvatten till två recipienter, Hammarby sjö via Sickla kanal, som tar emot merparten av vattnet, och Svindersviken i Östersjön. Hammarby sjö har kategoriserats som en mindre känslig recipient av Stockholms stad. Även Svindersviken är beskriven som mindre känslig i Nacka kommuns dagvattenstrategi. Detta innebär att dagvatten som leds mot Hammarby sjö eller Svindersviken inte måste genomgå rening innan det når sjön såtillvida inte föroreningshalterna i dagvattnet är höga. Höga föroreningshalter i dagvatten förväntas dock endast från trafikleder med över 15 000 fordon/dygn (Stockholms stad 2015) vilket inte är fallet för Nobelberget. Hammarby sjö och Svindersviken utgör delar av ytvattenförekomsten Strömmen (SE591920-180800) för vilken nya miljö kvalitetsnormer finns föreslagna. Vid statusklassning 2009 ansågs Strömmen ha måttlig ekologisk potential p.g.a. övergödning samt morfologiska förändringar och ej uppnå god kemisk status p.g.a. förekomst av tributyltenn-föreningar (TBT).

Förslaget på miljö kvalitetsnorm för Strömmen är måttlig ekologisk status 2027. Att god status inte bedöms kunna nås beror på övergödning (fosfor och kväve) där tillförseln främst sker från näraliggande vattenförekomster. I Vatteninformationssystem Sverige (VISS) anges att de nödvändiga och mycket omfattande åtgärderna är tidsödande att genomföra och att det saknas tillräcklig offentlig finansiering och administrativ kapacitet. Ett annat skäl till att god status inte nås är morfologiska förändringar i vattenförekomsten. För att nå god ekologisk status krävs att det genomförs omfattande förbättringsåtgärder med avseende på hydromorfologiska förhållanden. Ett genomförande av sådana åtgärder skulle medföra att den hamnverksamhet som påverkar vattenförekomsten inte längre kan bedrivas i sin nuvarande omfattning. Enligt information i VISS utgör hamnverksamheten ett sådant väsentligt samhällsintresse som motiverar att ett mindre strängt krav fastställs.

Förslaget på miljö kvalitetsnorm för kemisk status är god kemisk ytvattenstatus med undantag för kvicksilver och PBDE (polybromerade difenyletrar). Beträffande PBDE anses det vara tekniskt omöjligt att klara god status då påverkan i första hand sker från atmosfäriskt nedfall från långväga lufttransporter. Undantag med tidsfrister till 2027 är också angivna i VISS för TBT, bly och antracen (en PAH-förening). Bland de möjliga åtgärder som diskuteras i VISS och som har koppling till dagvattenutsläpp anges dagvattendammar för att fördröja dagvattenflöden och rena dagvattnet. Rimligen kan andra liknande åtgärder för fördröjning och rening anses falla under denna ambition.



Figur 4: Översiktskarta över Sickla och Nobelberget med recipienterna Svindersviken och Sickla kanal. Området för planerad bebyggelse är rödmarkerat.

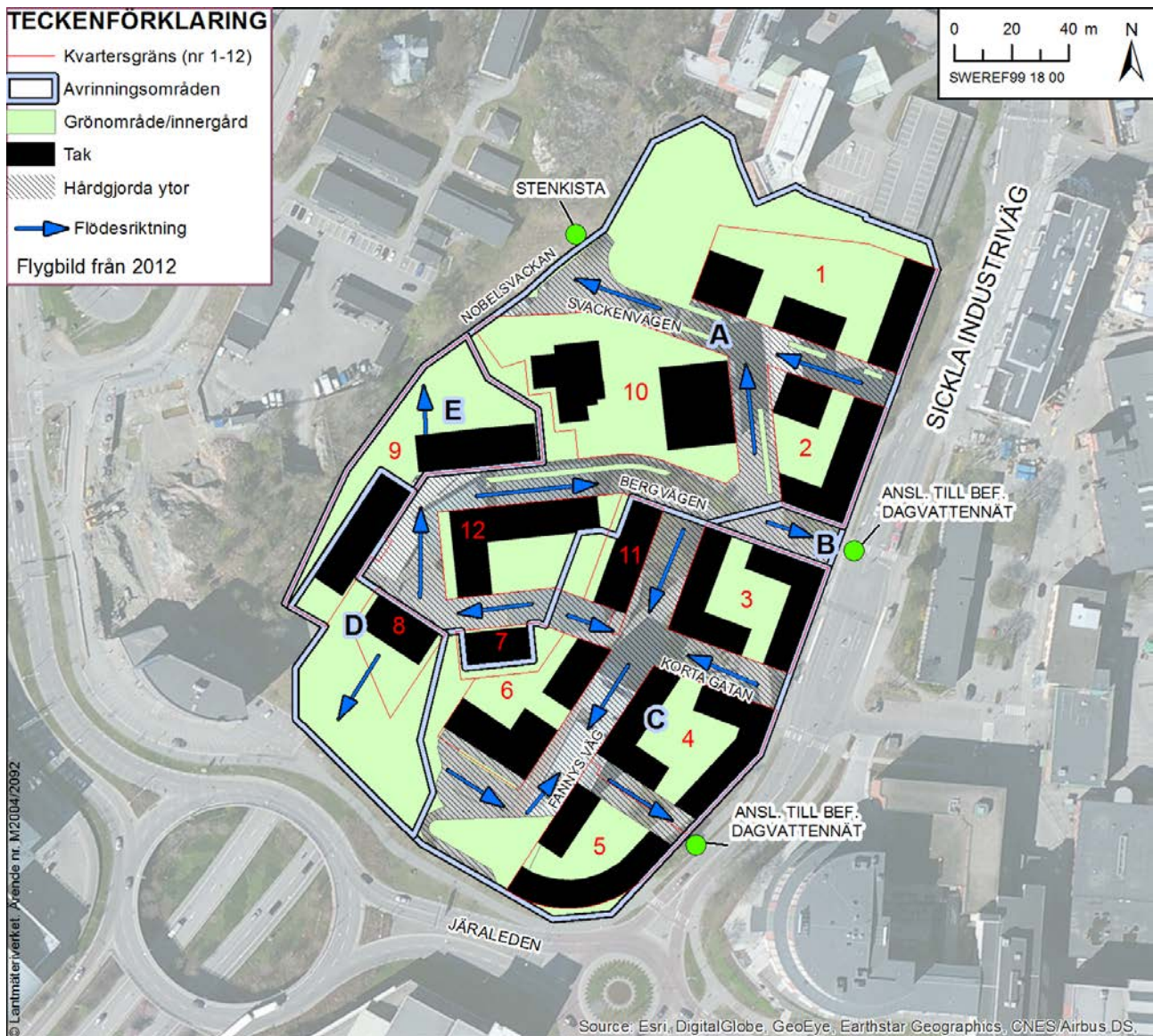
2.2.4 Undermarksanläggningar

Södra länkens tunnelsystem går under den västra sidan av området. Tunnelarna går i berg förutom vid passagen av Nobelsvackan där betongtunnlar i jord eller med liten bergtäckning anlagts. I samband med byggandet av Södra länken anlades även en jetpelarskärm tvärs Nobelsvackan och en infiltrationsanläggning strax väster om planområdet. Syftet med dessa är att upprätthålla grundvattentrycknivåerna väster om Södra länken. Dräneringsvattnet från tunnelarna leds till infiltrationsanläggningen där det återinfiltreras. Anläggningen stängdes dock av under sommaren 2015 då det bedömdes att den inte behövdes och dräneringsvattnet leds därför idag vidare till recipient (Trafikverket 2015a). Var vattnet leds och därmed vilken recipient vattnet har är inte klarlagt. Troligt är att det leds mot Uddvägen och vidare mot Svindersviken. Direkt ovan Södra länkens tunnlar finns omfattande restriktioner för undermarksbyggande, i detaljplan finns angivet att anläggande och drift av tunneln får ej hindras genom schaktning eller annat ingrepp (Nacka kommun 1995 & 1998).



2.3 Planerad bebyggelse

Aktuellt planförslag innebär att Nobelberget omvandlas från ett industriområde till ett område med stadskaraktär med mestadels bostadshus i 4-12 våningar. Området får 12 st nya kvarter, benämnda kvarter 1-12. Kvarteren görs helt eller delvis slutna med gröna innergårdar. ALAB har ambitionen att spara två befintliga hus belägna längs Nobelsvackans södra sida. Parkering är tänkt att förläggas i garage i 1-3 våningar i källarplan i kvarter 1-6. Endast ett fåtal besöksparkeringar (20-30) finns i gaturummet utspritt inom området. De flesta planeras på Fannys väg (18 st).



Figur 5: Planerad bebyggelse på Nobelberget med översiktlig markanvändning, nya delavrinningsområden samt antagna flödesriktningar för ytvattnet.



I och med nyexploateringen skapas 5 nya delavrinningsområden, benämnda A, B, C, D och E. Delavrinningsområden samt kvartersindelning framgår av Figur 5. Vatten inom avrinningsområde A rinner ner till lågpunkten i Nobelsvackan som idag inte har någon utloppsledning. Slutlig recipient är Svindersviken. Område B och C avleds till dagvattenledningen i Sickla industriväg och vidare till Sickla kanal och Hammarby sjö. Avrinningsområdena D och E utgör inga sammanhängande avrinningsområden utan utgörs i stort av naturmarken inom befintligt avrinningsområde ARO 6. I planförslaget är kvarter 8 och delar av kvarter 9 beläget inom område D. Område E utgörs i stort av resterande del av kvarter 9, övrig mark är en brant bergslänt ner mot angränsande fastighet som lämnas orörd.

I kvarter 2-5 planeras att ca 30 % av takytan utgörs av gröna tak.

3.0 METODIK/BERÄKNINGAR

Beräkningar av dimensionerande flöden har utförts med rationella metoden enligt P110. Beräkningsgången och resultat redovisas i BILAGA A. Utöver vad som anges i kapitel 2.0 har följande antaganden gjorts för beräkningarna:

- Årsmedelnederbörd i Stockholm 650 mm/år (SMHI 2009).
- Gröna tak har antagits ha en avrinningskoefficient på 0,5 för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. De gröna taken antas utföras med tunt substrat. Antagandet baseras på ett resonemang, som stöds av P110, att det har visats att det krävs 10 mm regn på ett helt torrt grönt tak med tunt substrat (40 mm) för att avrinning över huvud taget ska uppstå (Villarreal & Bengtsson 2005). Beroende på hur fuktigt taket är när regnet startar beräknas 5-10 mm kunna magasineras. Den volym som fördröjs och sedan avdunstar beror också av substratets djup, vanligast i Sverige är tunna gröna tak (30-140 mm substratdjup) men upp till 350 mm förekommer. Kortvariga och intensiva regn är vanligast sommartid och det kan därför antas att taket är relativt torrt när regnet startar. 10-årsregnet har en regnvolym på 14 mm och med ett antagande om att 50 % av regnet avrinner kan avrinningskoefficienten skattas till 0,50. Om tjockare substrat väljs kan en lägre avrinningskoefficient användas och därmed flödet ytterligare reduceras men det innebär en ökad last på tak och bärande stomme.

4.0 RESULTAT

4.1 Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning

Den planerade förändringen av området innebär en viss förändring i markanvändning. Andelen hårdgjorda ytor blir något mindre vilket innebär att den sammanlagda avrinningskoefficienten för hela området minskar något (Tabell 1). För att avsevärt minska avrinningen från området krävs omfattande lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten.

Tabell 1: Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning vid nyexploatering.

	Reducerad area (ha)	Medelavrinningskoefficient (-)	Årsmedelflöde (L/s)
Befintliga förhållanden	2,6	0,69	0,53
Planerad bebyggelse	2,1	0,57	0,44



4.2 Dimensionerande flöden

Längsta koncentrationstid (tid för vattnet att rinna från den mest avlägsna punkten till utloppspunkten) i ledningar för planerad bebyggelse beräknades till 7 minuter. Med hänsyn tagen till att vattnet från takavrinning fördröjs något valdes en regnvaraktighet på 10 minuter för beräkning av dimensionerande flöden. För bebyggda områden väljs sällan en kortare varaktighet än 10 minuter (P110).

Beräknade dimensionerande flöde för hela området för olika regnhändelser redovisas i Tabell 2. Beräknade dimensionerande flöden för respektive delavrinningsområde redovisas i Tabell 3. Utifrån dessa flöden har ytterligare fördröjande åtgärder dimensionerats för att reducera flödena till de krav som ställts av Nacka kommun. De flödesdämpande (LOD) och fördröjande åtgärder som föreslås för varje delavrinningsområde beskrivs närmare i kapitel 5.0. Förslag på åtgärder och vidare diskussioner baseras på dimensionerande flöde från ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 om inget annat anges.

Tabell 2: Dimensionerande flöden för olika regnhändelser utan inräkning av fördröjningsmagasin.

Scenario	10-årsregn (L/s)	10-årsregn klimat-faktor 1,25 (L/s)	100-årsregn (L/s)	10-årsregn till Sickla industriväg (klimatfaktor 1,25) (L/s)
Befintliga förhållanden	581	727	1247	343
Planerad bebyggelse	488	610	1046	235

Tabell 3: Dimensionerande flöden per delavrinningsområde för 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Avrinningsområde	Flöde (L/s)	Flöde från kvartersmark (L/s)	Flöde från allmän platsmark (L/s)	Flöde befintliga förhållanden (L/s)
A	301	128	173	310 (ARO4, 5, 5b)
B	13	0	13	343 (ARO 1, 2, 3)
C	222	132	90	
D	31	25	6	74 (ARO6)
E	43	43	0	

4.3 Föroreningsbelastning

Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering redovisas i Tabell 4. Halterna har beräknats utifrån schablonhalter (StormTac 2016) och beräknad årsmedelavrinning. Årsmedelavrinningen har baserats på årsmedelnederbörden för Stockholm. Samtliga föroreningshalter ligger under riktvärdet för utsläpp av dagvatten.



Tabell 4: Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, utan reningsåtgärd. Riktvärden i kolumn två avser riktvärden för utsläpp av dagvatten från delområden till mindre sjöar, vattendrag och havsvikar enligt Regionplane- och trafikkontoret (SLL 2013).

Ämne	Riktvärde (µg/l)	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
		(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	175	121	2,0	115	1,6
N (kväve)	2500	1427	24	1596	22
Pb (bly)	10	8,3	0,14	6,5	0,09
Cu (koppar)	30	21	0,35	17	0,24
Zn (zink)	90	51	0,85	43	0,60
Cd (kadmium)	0,5	0,35	0,01	0,43	0,01
Cr (krom)	15	1,9	0,03	2,5	0,03
Ni (nickel)	30	2,0	0,03	2,6	0,04
Hg (kvicksilver)	0,07	0,04	0,001	0,03	0,0004
SS (suspenderade ämnen)	60 000	44 963	745	38 784	539
Olja	700	138	2,3	120	1,7
BaP (Benso(a)pyren)	70	0,01	0,0001	0,01	0,0001

5.0 FÖRSLAG PÅ FLÖDESDÄMPANDE OCH FÖRDRÖJANDE ÅTGÄRDER

Där det är möjligt föreslås att ytlig avrinning av dagvatten prioriteras på både kvartersmark och allmän platsmark. Där inte tillgänglighetsaspekter sätter stopp kan takvatten ledas ut från byggnader i rännor. Vatten från andra hårdgjorda ytor kan ledas ytligt direkt ut, längs kantsten eller i rännor till grönytor för fördröjning eller vidare bräddning till tät ledning.

5.1 Kvartersmark

För att få så låg avrinning som möjligt på kvartersmark föreslås att inga hårdgjorda ytor kopplas direkt på täta dagvattenledningar. Innergårdar utförs med så låg hårdgörandegrad som möjligt. Avvattning av tillfartsvägar och gångbanor på gårdar leds till grönytor och växtbäddar där dagvattnet fördröjs. Gårdar utan underliggande källare förses med växtbäddar kombinerade med fördröjningsmagasin och eventuellt infiltrationsstråk dit takvatten leds. Kvarter med gårdar som anläggs på betongbjälklag förses med gröna tak och fördröjningsmagasin i källarplan för dagvatten från gårdar och tak. Där det är möjligt föreslås att flera små åtgärder utförs hellre än att ett stort fördröjningsmagasin anläggs i varje kvarter. Detta gör det lättare att få till estetiskt tilltalande lösningar och minskar känsligheten för driftstörningar.



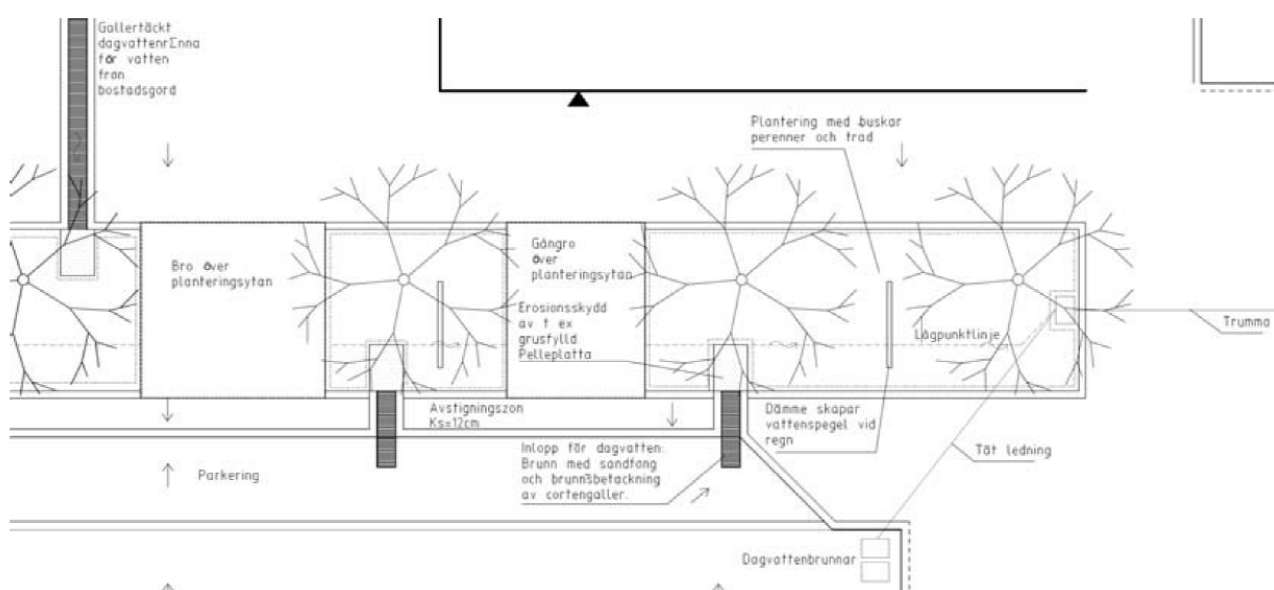
Fördröjningsmagasin för lokal fördröjning på kvartermark föreslås i första hand utföras med plastkassetter. Dessa har en hög hålrumsvolym (ca 95 %) och klarar belastning från många typer av trafik. Där det är lämpligt utförs magasinerna som infiltrationsmagasin, detta har dock inte tillgodosåknats i beräkningarna. Beroende på hur stor trafikbelastning som magasinerna ska klara kan även stenfyllda magasin (sprängsten eller makadam) och betong- eller plasttankar användas. Sprängstensfyllda magasin klarar hög trafikbelastning och har en hålrumsvolym på ca 30 %. Tankar av betong eller plast har 100 % hålrumsvolym och kan anpassas för olika laster men kan vara dyrare att anlägga.

5.2 Allmän platsmark

På allmän platsmark föreslås att växtbäddar för träd och andra växter anläggs längs med gator där utrymmet tillåter och det planerats in i gestaltningen (Figur 6). Till dessa leds dagvatten från körytor, parkeringsplatser och gångbanor via avrinning på markytan. Under parkeringsfickor i anslutning till växtbäddarna kan skelettjord eller stenfyllda magasin anläggas för att öka fördröjningsvolymen. Skelettjord har den fördelen att vatten har möjlighet att tas upp av träd och båda typer av magasin kan utformas för att möjliggöra infiltration. Från Norra Djurgårdsstaden finns goda erfarenheter av att använda pimpstensjord istället för skelettjord i växtbäddarna (Stockholm stad 2011). I gator med stark lutning är det viktigt att dela av växtbäddar och skelettjord med tvärgående dämmen och skapa flera mindre seriekopplade magasin för att sänka vattenhastigheten på markytan respektive i jorden. Varje delmagasin förses med strypt utflöde och bräddavlopp så att inget enskilt magasin överbelastas. Passager över växtbädden kan på vissa ställen i området utföras som broar, på detta sätt skapas en kontinuerlig ytlig dagvattenavledning längs gatan.

Om markytan på växtbäddarna sänks ned under omgivande mark skapas magasinens volym ovan växtbädden. Med en nedsänkning på 10 cm hos en 2 m bred växtbädd blir fördröjningsvolymen 0,2 m³ per löpmeter växtbädd. Skelettjord, med en antagen porositet på 15 %, med djupet 1 m och bredden 2 m har en fördröjningsvolym på ca 0,3 m³ per löpmeter.

Där ytterligare fördröjning av dagvattenflödet krävs innan påkoppling på omgivande ledningsnät föreslås att hålrumsmagasin för samlad fördröjning anläggas. Även här föreslås i första hand att plastkassetter används.



Figur 6: Exempel på kontinuerligt avvattningsstråk med växtbädd längs lokalgata, Norra Djurgårdsstaden (Stockholm stad 2011). Exemplet ovan kan vara lämpligt längs delar av Bergsgatan och Svackenvägen..



5.3 Fördröjningsmagasin

För att reducera flödet från delavrinningsområden B och C ned till det krav Nacka kommun har för Sickla Industriväg krävs ytterligare fördröjningsåtgärder. En översiktlig dimensionering av fördröjningsmagasin har gjorts enligt P110. För att få en trögare avrinning som minskar behovet av samlad fördröjning har lokal fördröjning inom både kvartersmark och i gaturummet prioriterats. Vatten från kvartersmark fördröjs till största möjliga del lokalt inom varje kvarter i växtbäddar och fördröjningsmagasin och vatten från gaturummet fördröjs i växtbäddar och skelettjordar. Baserat på områdets förutsättningar redovisas ett förslag på erforderliga fördröjningsvolymerna i Tabell 5.

I delavrinningsområden A, B och C har fördröjningsmagasin placerats både på kvartersmark på allmän platsmark för att kunna reducera det samlade flödet i varje utloppspunkt till uppställda krav.

För område D och E har all fördröjningsvolym lagts på kvartersmark. Den beräknade volymen har baserats på att volymen av ett 10-årsregn för dimensionerande varaktighet helt ska magasineras.

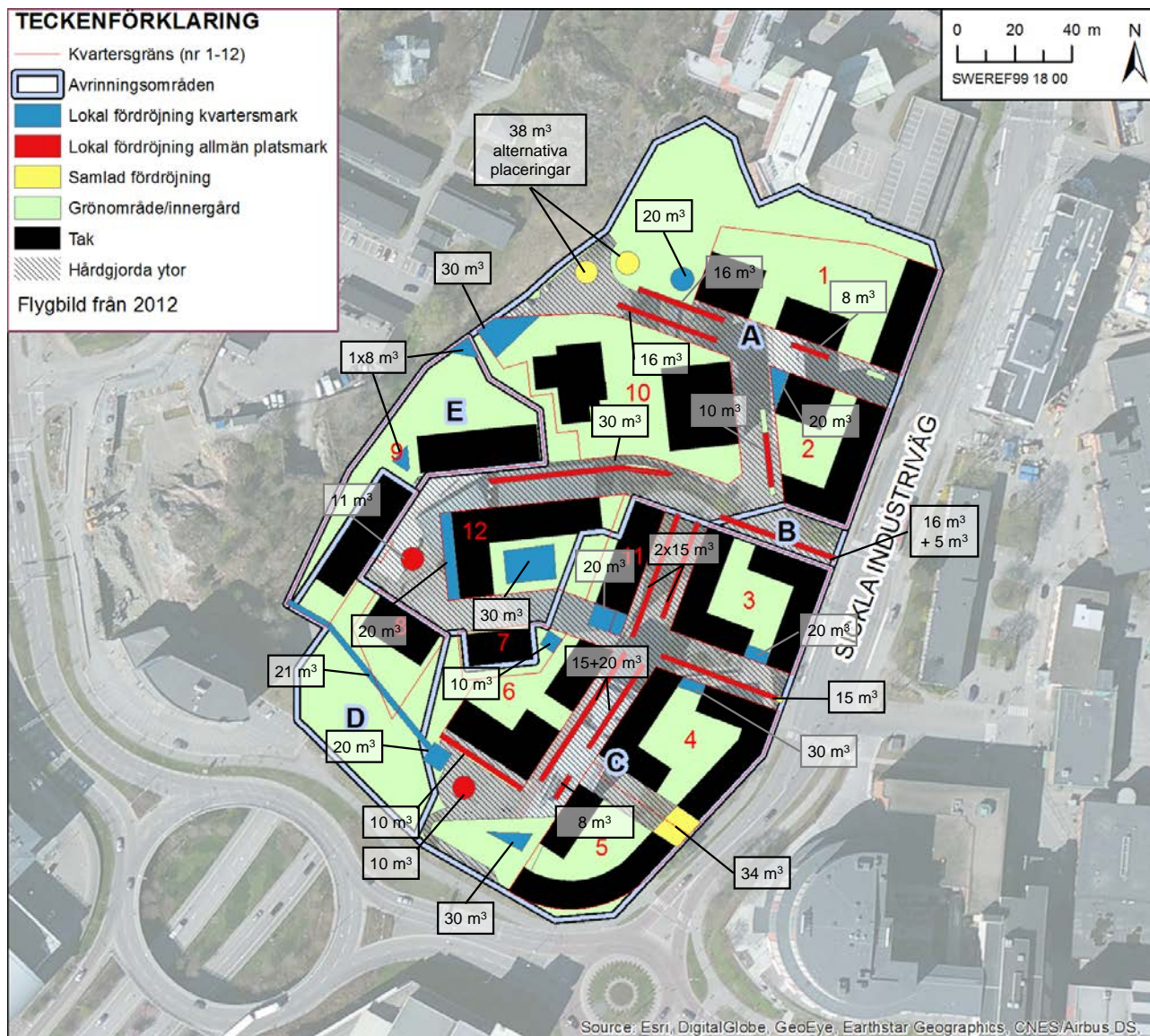
Tabell 5: Erforderliga fördröjningsvolymerna för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 vid strypta utflöden (enligt kolumn två).

Avrinningsområde	Krav på utflöde	Erforderlig fördröjningsvolym på kvartersmark (m ³)	Erforderlig fördröjningsvolym i gatumark (m ³)	Erforderlig samlad fördröjning på allmän platsmark (m ³)
A	Dagens vattenbalans bör upprätthållas	130	91	38
B	Flöde från B+C ≤ 30 L/s	0	16	5
C	Flöde från B+C ≤ 30 L/s	120	108	34
D	Hela regnvolymer magasineras	21	0	0
E	Hela regnvolymer magasineras	8	0	0

5.4 Åtgärder i respektive delavrinningsområde

Förslag på fördelning av magasinvolymerna i respektive delavrinningsområde redovisas i Figur 7.

Fördelningen av fördröjningsvolymerna kan ändras, i beräknat exempel har minimering av volymerna för samlad fördröjning prioriterats.



Figur 7: Förslag på placering av fördröjningsmagasin och erforderliga magasinsvolymmer.

5.4.1 Avrinningsområde A

Planerad bebyggelse innebär att dimensionerande flöde till lågpunkten i Nobelsvackan är relativt oförändrad. Idag avleds ca 310 L/s till lågpunkten i Nobelsvackan vid ett dimensionerande regn medan dimensionerande flöde för avrinningsområde A blir 301 L/s utan fördröjning. För att behålla dagens förhållanden krävs därmed ingen fördröjning. För att reducera flödestoppar och minska översvämningsrisker föreslås följande åtgärder på kvartersmark:

- Gröna tak, 275 m² inom kvarter 2 (30 % av takytan)
- Lokal fördröjning i växtbäddar, på grönytor och i fördröjningsmagasin (plastkassetter), ca 130 m³. Där det är möjligt kombineras magasinerna med infiltration.



På allmän platsmark föreslås:

- Lokal fördröjning av vatten från gator i nedsänkta växtbäddar kombinerat med skelettjord och stenfyllda magasin, 91 m³,
- Samlad fördröjning innan vattnet leds till stenkista, 38 m³, om möjligt utförs detta som infiltrationsmagasin.

Dessa fördröjningsvolymerna gör att dimensionerande flöde till magasinet för samlad fördröjning i lågpunkten i Nobelsvackan reduceras till 121 L/s. För att bidra till parkmiljön kan magasinet utformas som en stenlagd lek- eller spelyta med permeabel botten utan permanent vattenspegel. Ytan vattenfylls då vid regn men töms efterhand och blir tillgänglig för andra användningsområden under torrperioder. Alternativt förläggs magasinet under mark i vändplanen vid Svackenvägen. Magasinet bör utformas för att möjliggöra infiltration till grundvattnet förutsatt att föroreningsproblematiken kan hanteras. Bedömningen har gjorts att så länge vattenbalansen för området inte ändras, utan bara omfördelas från snabb till långsam avrinning påverkas inte Södra länken. Om grundvattenbildningen minskas i området kan det leda till att Trafikverket måste återuppta infiltrationen i området. Därmed kan infiltration vara lämpligt även som framtida dagvattenlösning.

Magasinet för samlad fördröjning föreslås ges en relativt liten strypning, detta gör det mindre känsligt för överbelastning vid mer intensiva regn. Utloppet från den samlade fördröjningen förutsätts kunna kopplas till existerande stenkistan eftersom dimensionerande flöde och även den totala vattenvolymen blir avsevärt lägre. Utflödet måste dock anpassas till kapaciteten hos befintlig stenkista vilken inte är känd i dagsläget.

5.4.2 Avrinningsområden B och C

Avrinningsområden B och C avrinner båda mot Sickla Industriväg och omfattas av kravet på maximalt utflöde på 30 L/s. Dimensionerande flöde från avrinningsområden B och C är 13 respektive 222 L/s utan fördröjningsåtgärder, det vill säga totalt 235 L/s. Det är en minskning med ca 1/3 jämfört med flödet som avleds till Sickla Industriväg vid befintliga förhållanden.

För att inte släppa ut mer än 30 L/s till Sickla Industriväg krävs både lokal fördröjning och samlad fördröjning med strypt utflöde. Eftersom samtliga kvarter inom område C, utom kvarter 11, planeras att utföras med garage och underbyggda gårdar bedöms det inte vara lämpligt med infiltration på kvartersmark. Istället föreslås följande åtgärder:

- Gröna tak inom kvarter 3, 4 och 5, totalt 943 m² (30 % av takytan)
- Lokal fördröjning i ett magasin per kvarter, totalt 120 m³ i område C, betong- eller plasttankar i anslutning till garageplan i kvarter 3 och 4, plastkassetter i kvarter 5, 6 och 11.

På allmän platsmark föreslås:

- Lokal fördröjning av vatten från gator i nedsänkta växtbäddar kombinerat med skelettjord och stenfyllda magasin, ca 16 m³ i område B och 108 m³ i område C
- Samlad fördröjning innan påkoppling till Sickla Industriväg, ca 5 m³ i område B och 34 m³ i område C.

I kvarter 5 och 6 är det ont om utrymme för fördröjningsmagasin, därför föreslås att magasin anläggs på allmän platsmark vid vändplanen på Fannys väg (Figur 7), som sedan kopplas till tät ledning i gatan.

Med tanke på planerad utformning av gatu- och ledningsnät kommer magasinet för samlad fördröjning i område C behöva placeras i garageplanet mellan kvarter 4 och 5. Om möjligt placeras det under ramper för



att inkräkta så lite som möjligt på parkeringsytor. Ovanstående fördröjningsförslag gör att dimensionerande flöde som går in till magasin för samlad fördröjning blir 4 L/s i område B och 58 L/s i område C.

5.4.3 Avrinningsområde D

Dimensionerande flöde från avrinningsområde D är 31 L/s utan fördröjningsåtgärder. I området finns inga gator utan tak är de enda hårdgjorda ytorna. Byggnaderna är tänkta att ha snedtak varför gröna tak inte är lämpliga. Istället föreslås att takvatten leds till ett avvattningsstråk som leder vattnet till föreslaget fördröjningsmagasin för kvarter 6 vid vändplanen för Fannys väg. Avvattningsstråket kan utformas som ett stenfyllt täckdike med skålad botten. Detta gör att mer intensiva regn kan magasineras och avledas på markytan. För att inte belasta magasinet vid vändplanen vid dimensionerande 10-årsregn krävs 21 m³ fördröjningsvolym. För ett 70 m långt täckdike kräver det en tvärsnittsarea på ca 1 m².

5.4.4 Avrinningsområde E

Dimensionerande flöde från avrinningsområde E är 43 L/s utan fördröjningsåtgärder. I området finns inga gator utan tak är de enda hårdgjorda ytorna. Naturmarken utgörs till stor del av berg i dagen som sluttar mycket brant ner mot angränsande fastigheter och Nobelsvackan. Dagvattenhanteringen i området har endast dimensionerats för att ta hand om dagvatten från tak- och gårdsytor. Byggnaderna är tänkta att ha snedtak varför gröna tak inte är lämpliga. Eftersom området nästan enbart består av ytnära berg bedöms infiltrationsmöjligheterna små. Istället föreslås att takvatten leds till växtbäddar eller grönytor kombinerat med fördröjningsmagasin i form av plastkassetter. För att kontrollerat avleda flöden ovan mark även vid mer extrema regn föreslås att en ränna anläggs ned för branten längs områdets nordöstra gräns. Fördröjningsåtgärder i området kan placeras i botten av rännan eller på kvartersmark mellan byggnaderna i kvarter 9. Vattnet leds sedan vidare mot stenkistan i Nobelsvackan. Erforderlig fördröjningsvolym i område E blir 8 m³.

6.0 FÖRSLAG PÅ RENING AV DAGVATTEN

Verksamheten inom planerat område förväntas generera låga föroreningshalter i dagvattnet. En betydande källa till förorening av framför allt metallerna koppar och zink är utvändiga ytskikt av metall (tak, fasader, stolpar, räcken m.m.). För att minimera att metaller frigörs i dagvattnet bör icke-metalliska eller ytbehandlade material användas.

Dagvatten från gator och gatuparkeringar föreslås ledas till växtbäddar i gaturummet där viss fastläggning av föroreningar sker. Eftersom parkeringsplatserna per växtbädd är få och beräknad föroreningsbelastning är låg bedöms detta som tillräcklig åtgärd. Ett alternativ till växtbäddarna är installera filterkassetter vid parkeringsplatserna.

Parkeringsgarage föreslås torrsopas och kommer därmed inte belasta dagvattennätet. Eventuellt vatten som samlas leds till pumpgröpar varifrån det pumpas upp till spillvattennätet.

7.0 KONSEKVENSER VID SKYFALL

Vid ett skyfall genereras mycket stora dagvattenflöden vilket leder till att dagvattensystemet snabbt överbelastas och vatten avrinner på markytan. Enligt aktuella riktlinjer är det kommunens ansvar att ett 100-årsregn kan hanteras utan att marköversvämning med skador på byggnader uppkommer (Svenskt Vatten 2016). En skyfallsanalys har utförts av Nacka kommun där man modellerat konsekvenser av ett 100-årsregn (Nacka kommun 2014). Valt regn för modelleringen har en total varaktighet på sex timmar, men endast den mest intensiva 30-minutersperioden studerades. Under denna tid faller ca 44 mm regn. Resultaten visar att



mer än 0,5 m vatten samlas i Nobelsvackans lågpunkt strax utanför planområdet. Ingen översvämning sker dock inne i området.

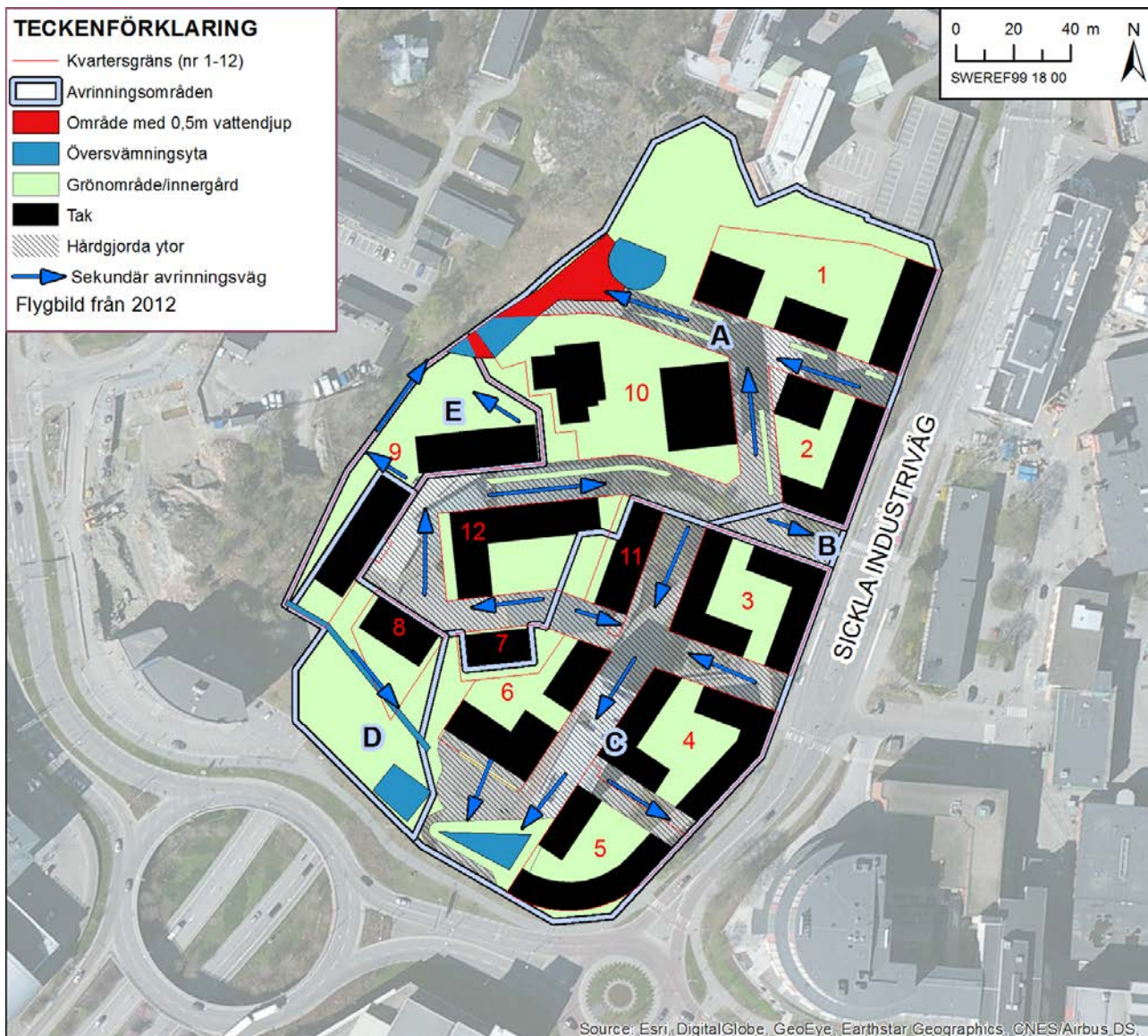
För planerad bebyggelse är risken för översvämning vid ett 100-årsregn fortfarande liten. Belastningen på områden nedströms minskar då flödena ut från planområdet vid ett 100-årsregn reduceras. Sekundära ytavrinningsvägar redovisas i Figur 8. I dagens läge rinner ytvatten vid skyfall dels ner i Nobelsvackan och dels ner i tråget för Södra länken vid cirkulationsplatsen strax sydväst om Nobelberget. I Nobelsvackan finns risk för skada på byggnader på angränsande fastigheter. Översvämning i Södra länken riskerar att leda till stora trafikstörningar. Tabell 6 visar hur stora vattenvolymer som genereras i området vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och hur stora volymer som avrinner på markytan när föreslagna fördröjningsvolymer för 10-årsregn är fulla. Eftersom avrinningskoefficienterna ökar med mer intensiva regn har avrinningskoefficienterna räknats upp. För 100-årsregnet har en sammanvägd avrinningskoefficient på 0,8 ansatts för hela området, utom för område D där 0,5 ansatts eftersom det innehåller relativt sett mycket grönområden.

För att ytterligare minska ytavrinningen till nedströms liggande områden vid skyfall kan översvämningssytor inom planområdet anläggas där vatten fördröjs. I Nobelsvackan, dit vatten från område A och E rinner vid ett skyfall, kan föreslagna fördröjningsmagasin dimensioneras upp eller kombineras med ett eller flera öppna fördröjningsmagasin med högre kapacitet (Figur 8). Magasinen måste göras nedsänkta i förhållande till omgivande mark för att inte vattnet direkt ska rinna vidare ut från planområdet. Även dessa magasin kan utformas för att vara tillgängliga för andra användningsområden under torrperioder. För att rymma hela översvämningssvolymer från område A och E krävs ca 800 m² yta med medeldjupet 0,5 m. Detta är mycket svårt att få plats med inom planområdet. Tre lämpliga lägen för översvämningssytor har identifierats i Nobelsvackan med en kapacitet på ca 220 m³ vid ett medeldjup på 0,5 m.

I område C kan en översvämningssyta anläggas söder om vändplanen på Fannys väg eftersom marken sluttar ned dit. En lösning måste hantera höjdskillnaderna på ca 2 m mellan vändplanen och Järlaleden nedanför, t.ex. med seriekopplade bassänger i trappsteg nedför slänten. Med ett medeldjup på 0,5 m behövs ca 380 m² yta inom område C för att magasinera hela översvämningssvolymer.

I område D kan föreslaget avvattningsstråk utformas som ett svackdike där vatten vid skyfall kan fördröjas på markytan, dock inte hela den översvämningssvolymer som anges i Tabell 6. Ytterligare översvämningssyta kan anläggas ner mot vändplanen vid Fannys väg på samma sätt som i område C. Med ett medeldjup på 0,5 m behövs ca 120 m² yta inom område D för att magasinera hela översvämningssvolymer.

I område B bedöms ingen möjlighet finnas att fördröja skyfallsavrinning. Eftersom området är så pass litet är genererade volymer små.



Figur 8: Identifierade översvämningsytor och sekundär avrinningsvägar inom planområdet. Rödmarkerat område visar, tillsammans med blå ytor i Nobelsvackan, ytan av det område (800 m²) med 0,5 m vattendjup som krävs för att kunna magasinera hela 100-årsregnet inom planområdet.

Tabell 6: Översvämningsvolym vid ett 100-årsregn.

Avrinningsområde	Regnvoly (m ³)	Föreslagen fördröjningsvoly (m ³)	Översvämningsvolym (m ³)
A	647	259	388
B	19	21	0
C	454	262	191
D	80	21	59
E	80	8	73



8.0 HÖJDSÄTTNING

Det är viktigt att höjdsättningen av området möjliggör att vatten kan rinna bort från husfasader utan att ansamlas på ställen där översvämning riskerar att leda till skador. Närmast fasad, ca 3 m, ska marken ha en minsta lutning på 1:20 (Svenskt Vatten 2011b). Eftersom området är kuperat bedöms det inte finnas några delar av området som är särskilt problematiska att höjdsätta för att få tillräcklig ytvavrinning.

Avrinning från gatemark kan styras mot närmaste växtbädd med lämpliga tvärfall. Om växtbäddar endast finns på ena sidan gatan är det ur dagvattensynpunkt lämpligt att skeva gatan mot den sida där växtbäddar finns. Detta för att minska antalet gatubrunnar. Minsta lutning ur avvattningssynpunkt (längs- eller tvärfall) bör vara 2,5 % (Trafikverket 2015b). Med ett genomtänkt användande av längslutningar och tvärfall kan ytvattenavrinning vid skyfall styras mot föreslagna översvämningssytor via de sekundära avrinningsvägar som redovisas i Figur 8.

Höjdsättning inom kvarter och allmän plats ska utföras så att fastigheter och andra samhällsviktiga funktioner inte översvämmas upp till ett 100-årsregn plus klimataffaktor (Svenskt Vatten 2016). Med tanke på att området är kuperat bör detta kunna göras utan att risk för skador uppstår inom området. Det är viktigt att infiltrationsstråk och fördröjningsmagasin förses med bräddavlopp så att vatten leds förbi magasinen när de är helt vattenmättade och dämning ej sker uppåt i systemet.

Det är viktigt att garageinfarter lutar från fasaden ut mot gatan för att inte få in ytvatten i garagen. Tröskelnivån bör minst läggas på samma nivå som gångbanan dvs. 0,1-0,2 m ovan körbanan. Körbanorna utanför planerade garageinfarter bedöms ha tillräcklig längslutning för att vatten inte ska samlas utanför infarterna vid ett skyfall.

9.0 DISKUSSION

9.1 Miljö kvalitetsnormer

Planförslaget inbegripet förslag på fördröjning och rening av dagvattnet innebär att dagvattenavledningen till Hammarby sjö (Strömmen) kommer att minska. Vidare kommer andelen hårdgjorda ytor att reduceras i jämförelse med nuvarande situation. Detta talar då för att även områdets föroreningsbelastning på Hammarby sjö kommer att minska eftersom en ökad fastläggning av dagvattenföroreningar sker inom planområdet.

Planförslaget har ingen inverkan alls på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna i ytvattenförekomsten och bedöms inte heller ha någon inverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen. De ämnen som ofta förknippas med dagvattenutsläpp från urbana områden i allmänhet är framför allt suspenderad substans, metaller (bly, kadmium, koppar, zink, nickel och krom), oljekolväten och PAH-föreningar. Av dessa ämnen finns det gränsvärdesnormer fastställda för kadmium, bly, nickel och vissa PAH-föreningar. Därtill finns det bedömningsgrunder som underlag för klassificering av ekologisk status för koppar, krom och zink.

Sett till den problembeskrivning som anges i VISS bedöms kadmium, nickel, koppar, krom och zink inte utgöra något problem i ytvattenförekomsten. Däremot anges förhöjda halter av bly och antracen i sediment utgöra ett problem. Man kan med fog anta att bly och antracen i sedimenten främst beror på historiska utsläpp och att tillförseln via dagvatten av dessa ämnen i nuläget inte utgör ett problem. Med den markanvändning som planeras (bostäder och kontor) med parkering inomhus i byggnadernas källarplan bedöms tillförseln av för ytvattenförekomsten kritiska ämnen såsom bly och antracen inte utgöra ett problem d.v.s. planförslaget bedöms inte ha någon inverkan på möjligheten att följa miljö kvalitetsnormerna i Hammarby sjö (Strömmen).



9.2 Förslag på fortsatta utredningar

Förutsättningar för infiltration bör undersökas mer noggrant genom markundersökningar och inventering av befintlig geologiskt material. Funktionen på befintlig stenkista i Nobelsvackan bör undersökas för att kunna skatta hur mycket som infiltrerar i området idag. Vid detaljprojektering kan eventuella infiltrationsmöjligheter tillgodoräknas för att minska erforderlig fördröjningsvolym i framför allt område A och C. Undersökningen bör också belysa risken för översvämning i nedströms liggande områden vid en ökad infiltration samt risken för förorenings spridning vid infiltration i Nobelsvackan.

Höjdsättningen i nuvarande planförslag medger att övre delen av område A kan kopplas till område B eller C istället. Detta minskar flödet till Nobelsvackan och kan vara värt att överväga om framtida undersökningar visar att flödet dit bör minskas, t.ex. för att undvika översvämningrisker. Detta innebär dock att belastningen på dagvattensystemet i Sickla industriväg ökar avsevärt vilket i detta läge inte bedömts önskvärt.

10.0 REFERENSER

ADG Grundteknik, 1993, Österleden passage under Nobel industrier, Metodstudie

HVM 2013, Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19 inklusive ändringar i HVMFS 2015:4

Nacka kommun, 1995, DP 140 Detaljplan för del av Sickla industriområde, Tilläggsbestämmelser för Österleden, Miljö & Stadsbyggnad i Nacka

Nacka kommun, 1998, DP 162 Ändring av detaljplan DP 137 och 140, Tillägg till plankarta och bestämmelser, Miljö & Stadsbyggnad i Nacka

Nacka kommun, 2008, Dagvattenstrategi för Nacka kommun

Nacka kommun, 2014, Skyfallsanalys för Västra Sicklaön, daterad 2014-11-17

SLL 2009, Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Riktvärdesgruppen Regionplane- och trafikkontoret Stockholms Läns Landsting, februari 2009

SMHI 2009, Klimatkarta som illustrerar uppskattad årsnederbörds medelvärde för den av WMO definierade normalperioden 1961-1990,

Stockholm stad, 2011, Norra Djurgårdsstaden Dagvattenstrategi, daterad 2011-10-07

Stockholm stad, 2015, Dagvattenstrategi för Stockholms stad

StormTac 2016, Schablonhalter för dagvatten StormTac v. 2016-08

Svenskt Vatten AB, 2011a, Publikation P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem

Svenskt Vatten AB, 2011b, Publikation P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering

Svenskt Vatten AB, 2016, Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Trafikverket, 2015a, personlig kommunikation Axel Herzog (Miljöspecialist), 2015-12-01 till 2015-12-09

Trafikverket, 2015b, Krav för vägars och gators utformning (VGU),



Villarreal, E.L., Bengtsson, L. 2005, Response of a Sedum green-roof to individual rain events, Ecological Engineering 25 (2005) 1–7

VISS, 2013, Vatteninformationssystem Sverige, www.viss.lansstyrelsen.se

WSP, 2011a, Dagvattenutredning, Nobelberget Sicklaön 83:33, Reviderad 2011-10-21

WSP, 2011b. Rapport. Miljö- och hälsoriskbedömning Sicklaön 83:33, Nacka kommun.

WSP, 2011c. Rapport. Översiktlig åtgärdsutredning och riskvärdering Sicklaön 83:33 Nacka kommun

GOLDER ASSOCIATES AB

Stockholm, 2016-11-21

Stockholm, 2016-11-21

Fredrik Alderman
Hydrogeolog

Niclas Bockgård
Kvalitetsansvarig

FA/NB

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

g:\projekt\2015\1521013_nobelberget\dagvattenutredning\rapport\03 revidering 161012\dagvattenutredning_161121.docx



BILAGA A

Beräkningar



1.0 DIMENSIONERANDE REGN

Dimensionerande regnintensitet, i , har beräknats enligt Dalström 2010 (P104) där regnintensiteten i l/s,ha ges av ekvation 1.

$$i = 190 \cdot \sqrt[3]{\frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}}} + 2 \quad (1)$$

Där:

\bar{A} = återkomsttid i månader

T_r = regnets varaktighet (koncentrationstiden för området) i minuter

Koncentrationstiden har beräknats genom att mäta längsta sträcka för vattnet att rinna i respektive avrinningsområde samt att uppskatta hastigheten på vattnet (Tabell 1). För bebyggda områden används aldrig kortare koncentrationstid än 10 minuter varför regnets varaktighet sattes till 10 minuter (P110). Regnintensitet för 10 minuters varaktighet redovisas i Tabell 2.

Tabell 1: Beräknade koncentrationstider för avrinningsområden för befintliga förhållanden och planerad bebyggelse.

Avrinningsområde	Rinnsträcka mark (m)	Antagen hastighet mark (m/s)	Rinnsträcka ledning (m)	Antagen hastighet ledning (m/s)	Koncentrationstid (min)
ARO 1	20	0,1	130	1,5	5
ARO 2	20	0,1	60	1,5	4
ARO 3	20	0,1	65	1,5	4
ARO 4	20	0,1	65	1,5	4
ARO 5	40	0,1	140	1,5	7
ARO 5b	30	0,3	140	1,5	3
ARO 6	45	0,1	-	-	8
A	30	0,1	300	1,5	8
B	20	0,1	50	1,5	4
C	30	0,1	150	1,5	7
D	80	0,1	20	1,5	13
E	50	0,3	20	1,5	3

Tabell 2: Regnintensiteter för dimensionerande regnhändelser.

Regnhändelse	Regnintensitet vid 10 min varaktighet (l/s,ha)
10-årsregn	228
10-årsregn med klimatfaktor 1,25	285

2.0 DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Indata för beräkning av dimensionerande flöde för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 3 och Tabell 4. Resultande flöden beräknade med rationella metoden (P110) redovisas i Tabell 5.



Tabell 3: Indata med markanvändning för befintliga förhållanden

Avrinningsområde	Total Area (m ²)	Tak (m ²)	Hårdgjorda ytor (m ²)	Grönområde (m ²)	Berg i dagen (m ²)
ARO 1	10 951	3681	5193	1577	500
ARO 2	1242	543	653	46	0
ARO 3	4356	0	3009	1347	0
ARO 4	4113	1537	1757	546	273
ARO 5	8997	850	5490	1993	664
ARO 5b	1979	0	0	0	1979
ARO 6	5338	521	985	2555	1277
Summa	36 976	7132	17 087	8063	4694

Tabell 4: Använda avrinningskoefficienter för olika markanvändningstyper och beräknad reducerad area för befintliga förhållanden.

Markanvändningstyp	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area (m ²)
Tak	0,90	6419
Hårdgjorda ytor	0,85	14 524
Grönområde	0,10	806
Berg i dagen	0,80	3755
Totalt	0,69	25 504

Tabell 5: Dimensionerande flöde vid befintliga förhållanden för beräknade regnintensiteter.

Avrinningsområde	Reducerad Area (m ²)	10-årsflöde (L/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (L/s)
ARO 1	8285	189	236
ARO 2	1048	24	30
ARO 3	2692	61	77
ARO 4	3150	72	90
ARO 5	6162	140	176
ARO 5b	1583	36	45
ARO 6	2583	59	74
Summa	25 504	581	727
Till Sickla Industriväg	12 025	274	343



3.0 DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR PLANERAD BEBYGGELSE

Indata för beräkning av dimensionerande flöde för planerad bebyggelse utan fördröjning redovisas i Tabell 6 och Tabell 7. Resultande flöden beräknade med rationella metoden (P110) redovisas i Tabell 8.

Tabell 6: Indata med markanvändning för planerad bebyggelse utan fördröjning.

Avrinningsområde	Total Area (m ²)	Tak (m ²)	Hårdgjorda ytor (m ²)	Gröna tak (m ²)	Innergård/Grönområde (m ²)	Berg i dagen (m ²)
A	18 202	4071	5132	275	6545	2179
<i>Kv 1</i>	2699	1104	0	0	1595	0
<i>Kv 2</i>	1479	641	48	275	515	0
<i>Kv 7</i>	288	288	0	0	0	0
<i>Kv 10</i>	3376	1192	0	0	1984	200
<i>Kv 12</i>	1560	846	0	0	714	0
<i>Allm. plats</i>	8800	0	5084	0	1737	1979
B	530	0	530	0	0	0
<i>Allm. plats</i>	530	0	530	0	0	0
C	12 755	3493	4005	943	3814	500
<i>Kv 3</i>	1784	794	0	340	650	0
<i>Kv 4</i>	2166	813	241	348	764	0
<i>Kv 5</i>	1704	593	259	254	598	0
<i>Kv 6</i>	1492	824	110	0	308	250
<i>Kv 11</i>	862	470	40	0	352	0
<i>Allm. plats</i>	4747	0	3355	0	1142	250
D	3612	897	0	0	2715	0
<i>Kv 8</i>	738	325	0	0	413	0
<i>Kv 9</i>	793	572	0	0	221	0
<i>Allm. plats</i>	2081	0	0	0	2081	0
E	2258	546	0	0	512	1200
<i>Kv 9</i>	1058	546	0	0	512	0
<i>Kv 9 naturmark</i>	1200	0	0	0	0	1200
Summa	37 357	9008	9667	1217	13 586	3879

Tabell 7: Använda avrinningskoefficienter för olika markanvändningstyper och beräknad reducerad area för planerad bebyggelse.

Markanvändningstyp	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area (m ²)
Tak	0,90	8107
Hårdgjorda ytor	0,85	8217
Gröna tak	0,50	609
Innergård/Grönområde	0,10	1359
Berg i dagen	0,80	3103
Totalt	0,50	21 394



Tabell 8: Dimensionerande flöde för planerad bebyggelse utan fördröjning för beräknade regnintensiteter.

Avrinningsområde	Reducerad Area (m ²)	10-årsflöde (L/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (L/s)
A	10 561	241	301
<i>Kv 1</i>	1153	26	33
<i>Kv 2</i>	807	18	23
<i>Kv 7</i>	259	6	7
<i>Kv 10</i>	1431	33	41
<i>Kv 12</i>	833	19	24
<i>Allm. plats</i>	6078	139	173
B	451	10	13
<i>Allm. plats</i>	451	10	13
C	7801	178	222
<i>Kv 3</i>	950	22	27
<i>Kv 4</i>	1187	27	34
<i>Kv 5</i>	941	21	27
<i>Kv 6</i>	1066	24	30
<i>Kv 11</i>	492	11	14
<i>Allm. plats</i>	3166	72	90
D	1079	25	31
<i>Kv 8</i>	334	8	10
<i>Kv 9</i>	537	12	15
<i>Allm. plats</i>	208	5	6
E	1503	34	43
<i>Kv 9</i>	543	12	15
<i>Kv 9 naturmark</i>	960	22	27
Summa	21 394	426	533
Till Sickla industriväg	8252	188	235

4.0 ÅRSMEDELFLÖDE

Årsmedelflöde ($q_{\text{årsmedel}}$) har beräknats som flödet som genereras av områdets reducerade area för årsmedelnederbörden ($p_{\text{årsmedel}}$) (ekvation 2). För årsmedelnederbörden 650 mm/år ges årsmedelflödet av Tabell 9.

$$q_{\text{årsmedel}} = A_{\text{red}} \cdot p_{\text{årsmedel}} \quad (2)$$

Tabell 9: Beräknade årsmedelflöden.

	Befintliga förhållanden (L/s)	Planerad bebyggelse (L/s)
Årsmedelflöde	0,53	0,44

5.0 FÖRDRÖJNINGSMAGASIN

För område A och C har fördröjningsmagasin dimensionerats i tre steg, lokal fördröjning på kvartersmark, lokal fördröjning på allmän platsmark (i gatan) samt samlad fördröjning innan utflöde ut området. Den



samlade fördröjningen har försetts med strypt utflöde, detta har bedömts krävas för att säkerställa att flödeskrav till Sickla industriväg kan hållas. Hela systemet av fördröjning har optimerats för att göra samlad fördröjning liten. I område B finns ingen kvartersmark, här har fördröjningsmagasin dimensionerats för lokal fördröjning på allmän platsmark och samlad fördröjning. I område D och E har fördröjning dimensionerats i ett steg på kvartersmark.

5.1 Lokal fördröjning på kvartersmark

Om fördröjningsmagasin anläggs på kvartersmark blir avrinningen från kvartersmarken trögare. Därmed kan dimensionerande flöde reduceras genom att tiden det tar att fylla upp magasinen läggs till koncentrationstiden och en längre varaktighet på dimensionerande regn kan väljas. Beräkningsgången beskrivs i P110, kapitel 4.3, och kan följas i Tabell 10 och Tabell 11. Lämpliga fördröjningsvolym inom kvartersmark har uppskattas baserat på områdets förutsättningar (se figur 7 i huvuddokumentet). Därefter har specifik magasinvolym inom kvartersmark beräknats. För att uppskatta uppfyllnadstiden har varaktigheten för ett 10-regn med samma volym som den specifika magasinvolymen valts.

Tabell 10: Underlag för beräkning av dimensionerande flöde för planerade bebyggelse med fördröjning i kvartersmark.

Avrinningsområde	Antagen fördröjningsvolym (m ³)	Specifik magasinvolym (mm)	Varaktighet 10-årsregn med samma volym (min)	Koncentrationstid (min)	Ny koncentrationstid (min)	Ny regnintensitet 10 årsregn (l/s,ha)
A	130	29	38	8	48	86
C	120	26	30	7	37	101

Tabell 11: Genererade flöde för planerad bebyggelse med endast fördröjning i kvartersmark för ett 10 årsregn med klimatfaktor.

Avrinningsområde	Flöde från kvartersmark (L/s)	Flöde för allmän plats- + kvartersmark (L/s)
A	48	113
C	58	98

Fördröjningsvolym inom område D och E har beräknats som hela volymen för respektive områdes dimensionerande regn, inklusive klimatfaktor. Beräkningsgången kan följas i Tabell 12.

Tabell 12: Erforderlig fördröjningsvolym på kvartersmark i område D och E.

Avrinningsområde	Koncentrationstid (varaktighet) (min)	Intensitet 10-årsregn (L/s/ha)	Dimensionerande flöde 10-årsregn (L/s)	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)
D	14	192	26	21
E	10	228	13	8



5.2 Lokal fördröjning på allmän platsmark

Lokal fördröjning i växtbäddar och skelettjord på allmän platsmark har dimensionerats på samma sätt som lokal fördröjning på kvartersmark. Beräkningsgången kan följas i Tabell 13 och Tabell 14.

Tabell 13: Underlag för beräkning av dimensionerande flöde för planerade bebyggelse med lokal fördröjning på allmän platsmark.

Avrinningsområde	Antagen fördröjningsvolym (m ³)	Specifik magasinvolym (mm)	Varaktighet 10-årsregn med samma volym (min)	Koncentrationstid (min)	Ny koncentrationstid (min)	Ny regnintensitet 10 årsregn (l/s,ha)
A	91	15	10	8	18	160
B	16	36	70	0	70	64
C	108	34	80	7	87	55

Tabell 14: Genererade flöde för planerad bebyggelse med endast lokal fördröjning på allmän platsmark för ett 10 årsregn med klimatfaktor.

Avrinningsområde	Flöde från allmän plats- (L/s)	Flöde för allmän plats- + kvartersmark (L/s)
A	121	211
B	4	4
C	22	53

5.3 Dimensionerande flöde efter lokal fördröjning

Dimensionerande flöde med lokal fördröjning har beräknats genom att jämföra flöden från kvartersmark med allmän platsmark med varandra. För område A ges maximalt flöde från kvartersmark från ett regn med varaktighet 46 minuter, från allmän platsmark ges maximalt flöde från ett regn med 18 minuters varaktighet. Med en varaktighet på 18 minuter kommer dock inte kvartersmarken bidra fullt ut till flödet, däremot kommer hela området bidra för varaktigheten 46 minuter. Därför ges dimensionerande flöde område A antingen av flödet från endast allmän plats för ett regn med varaktighet 18 minuter eller flödet från hela området för ett regn med varaktigheten 46 minuter. För område C gäller att dimensionerande flöde ges av antingen flödet från kvartersmark för ett regn med 37 minuters varaktighet eller flödet för hela området för ett regn med varaktigheten 87 minuter. Baserat på detta resonemang redovisas dimensionerande flöden i Tabell 15.

Tabell 15: Dimensionerande flöde för planerad bebyggelse med lokal fördröjning på kvartersmark och allmän platsmark för ett 10 årsregn med klimatfaktor.

Avrinningsområde	Dimensionerande flöde (L/s)
A	121
B	4
C	58



5.4 Samlad fördröjning på allmän platsmark

Fördröjningsmagasin för samlad fördröjning på allmän platsmark har översiktligt dimensionerats för 10-årsregn med klimattfaktor på 1,25 enligt ekvation 3 (P110).

$$V = 0,06 \cdot \left[i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}} \right] \quad (3)$$

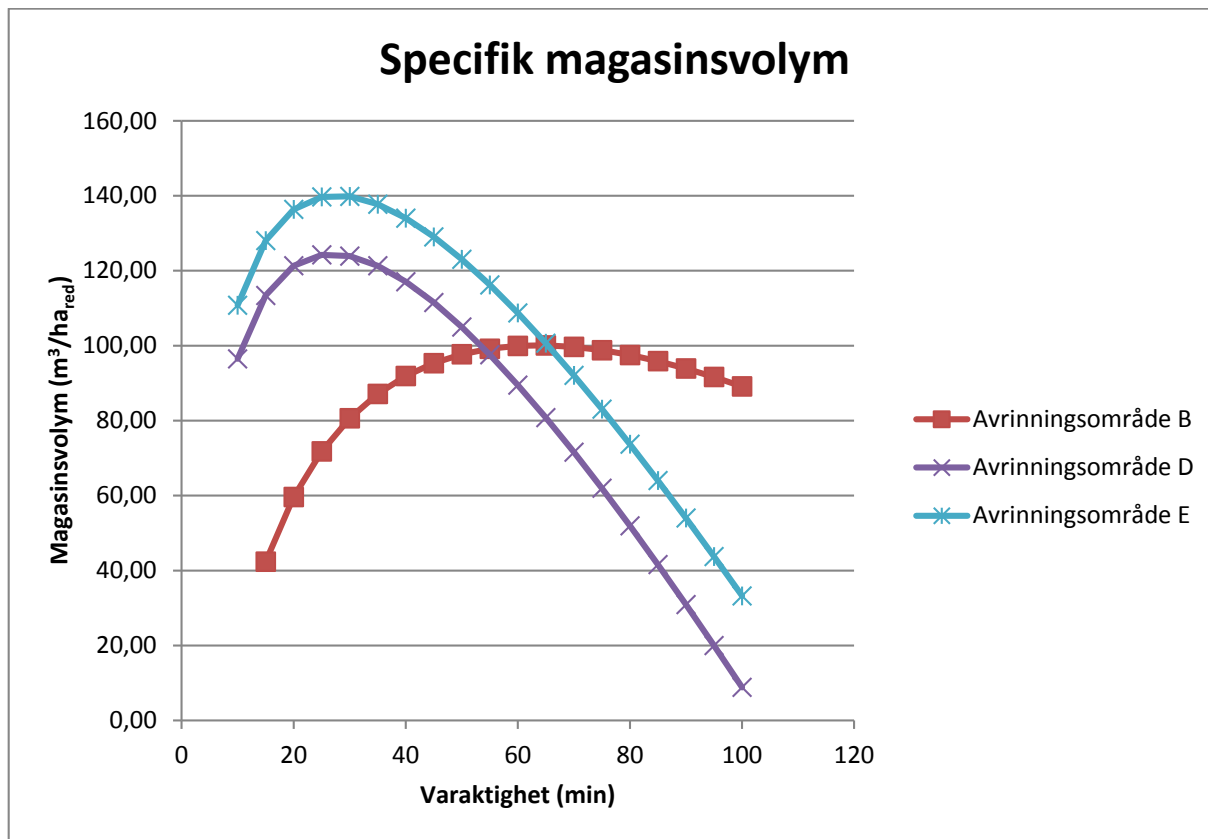
Där:

V är specifik magasinsvolym i m^3/ha_{red} ,
 i_{regn} är regnintensitet för aktuell varaktighet i $L/s,ha$,
 t_{regn} är regnvaraktigheten i minuter,
 t_{rinn} är rinntid i minuter,
 K är specifik avtappning från magasinet i $L/s,ha_{red}$

Med rinntiden satt till varaktighet för dimensionerande flöde, enligt Tabell 15, och specifik avtappning enligt Tabell 16, ges erforderlig magasinsvolym som maximivärdet av ekvation 3 (Figur 1). Resulterande magasinsvolym för 10-årsregn med klimattfaktor 1,25 redovisas per avrinningsområde i Tabell 17. Eftersom det inte behövs någon fördröjning inom område A för att behålla befintliga flöden har beräkningen utförts för en 50 procentig minskning av dimensionerande flöde för att illustrera hur stor ett sådant magasin behöver vara.

Tabell 16: Specifik avtappning, K, för respektive avrinningsområde. Strypt utflöde (kolumn två) har satts för att tillgodose Nacka kommuns utloppsflödeskrav på 30 L/s (för område B och C), till 50 % av inkommande flöde (område A). K beräknades genom att dela tillåtet utflöde med bidragande områdes reducerade area.

Avrinningsområde	Strypt utflöde (L/s)	Specifikt avtappning, K (L/s,ha _{red})
A	57	93
B	2	36
C	28	61



Figur 1. Specifik magasinsvolym som funktion av regnvaraktighet och regnintensitet. Erforderlig magasinsvolym ges av maxvärdet för respektive kurva.

Tabell 17: Erforderlig magasinsvolym per avrinningsområde samt bedömd möjlig fördröjningsvolym inom allmän platsmark baserat på aktuell situationsplan.

Avrinningsområde	Erforderlig magasinsvolym 10-årsregn m. klimatfaktor
A	38
B	5
C	34

6.0 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Föroreningshalter har beräknats med hjälp av schablonhalter för olika marktyper enligt Stormtac (2016). Använda schablonvärden redovisas i Tabell 18.

Tabell 18: Använda marktyp och schablonhalter i µg/L för beräkning av föroreningshalter i dagvatten.

Marktyp (n)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Tak (1)	90	1800	2,6	7,5	28	0,80	4,0	4,5	0,0050	25000	0	0,010
Gröna tak (2)	285	3890	1,0	15	23	0,070	3,0	3,0	0,0067	19000	0	0,010
Gårdsyta (3)	101	1867	3,7	16	29	0,23	3,7	2,3	0,040	40870	357	0,0067
Bergsyta (4)	62	1375	4,4	12	24	0,20	2,1	1,4	0,025	21350	243	0,0050



BILAGA A

Dagvattenutredning Nobelberget, Beräkningar

Marktyp (n)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Lokalgata (5)	150	1300	12	30	70	0,20	1,0	1,2	0,060	60000	170	0,007
Blandat grön- område (6)	120	1000	6,0	12	23	0,27	1,8	1,0	0,010	43000	170	0

Resulterande föroreningshalt har beräknats med en massbalans enligt ekvation:

$$M = C_{tot} \times q_{\text{års-medel}} \times \frac{365,25 \times 24 \times 3600}{10^9} = \sum (C_n \times q_n) \times \frac{365,25 \times 24 \times 3600}{10^9} \quad (4)$$

Där:

M = massflöde (kg/år)

C_{tot} = hela områdets föroreningshalt ($\mu\text{g/L}$)

$q_{\text{års-medel}}$ = hela områdets årsmedelflöde (l/s) enligt Tabell 9

C_n = schablonhalt för marktyp n ($\mu\text{g/L}$) enligt Tabell 18 där n går från 1 till 6

q_n = Årsmedelflöde för marktyp n (L/s)

Beräknade årsmedelflöde enligt ekvation (2) ges av Tabell 19 och resulterande massflöde och föroreningshalter för hela området av Tabell 20.

Tabell 19: Beräknade årsmedelflöde per marktyp.

Marktyp	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	Reducerad area (m ²)	Årsmedelflöde (L/s)	Reducerad area (m ²)	Årsmedelflöde (L/s)
Tak	6419	0,13	8107	0,17
Gröna tak	0	0	609	0,01
Innergård/Gårdsyta	0	0	1019	0,02
Berg i dagen/Bergsyta	3755	0,08	3103	0,06
Hårdgjorda ytor/Lokalgata	14 524	0,30	8217	0,17
Grönområde/ Blandat grönområde	806	0,02	340	0,01

Tabell 20: Resulterande föroreningshalter och massflöde för hela området.

Ämne	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	($\mu\text{g/l}$)	(kg/år)	($\mu\text{g/l}$)	(kg/år)
P (fosfor)	121	2,0	115	1,6
N (kväve)	1427	24	1596	22
Pb (bly)	8,3	0,14	6,5	0,09
Cu (koppar)	21	0,35	17	0,24
Zn (zink)	51	0,85	43	0,60
Cd (kadmium)	0,35	0,01	0,43	0,01
Cr (krom)	1,9	0,03	2,5	0,03
Ni (nickel)	2,0	0,03	2,6	0,04
Hg (kvicksilver)	0,04	0,001	0,03	0,0004



BILAGA A

Dagvattenutredning Nobelberget, Beräkningar

Ämne	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
SS (suspenderade ämnen)	44 963	745	38 784	539
Olja	138	2,3	120	1,7
BaP (Benso(a)pyren)	0,01	0,0001	0,01	0,0001

g:\projekt\2015\1521013_nobelberget\dagvattenutredning\rapport\03 revidering 161012\bilagaa_beräkningar_161121.docx

Golder Associates är en global medarbetarägd organisation med över 50 års erfarenhet, som i sin rådgivning verkar för att använda jordens möjligheter utan att påverka dess integritet. Vi tillhandahåller kostnadseffektiva lösningar som hjälper våra kunder att nå sina mål inom hållbar samhällsutveckling genom oberoende rådgivning, design och konstruktionslösningar inom våra specialområden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök golder.com

Afrika	+ 27 11 254 4800
Asien	+ 86 21 6258 5522
Europa	+ 44 1628 851851
Oceanien	+ 61 3 8862 3500
Nordamerika	+ 1 800 275 3281
Sydamerika	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AB

(Mailing address): P.O. Box 20127, 104 60 Stockholm

SE-10460 Stockholm

**(Physical address): Östgötagatan 12, 116 25 Stockholm
Sweden**

T: +46 8 506 306 00

