



2017-06-21

## NOBELBERGET, NACKA

# Dagvattenutredning

Framställd för:  
Atrium Ljungberg AB



Uppdragsnummer: 1521013

RAPPORT



## Innehållsförteckning

<b>1.0 BAKGRUND OCH SYFTE</b> .....	<b>1</b>
<b>2.0 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR</b> .....	<b>1</b>
2.1 Underlag .....	1
2.2 Befintliga förhållanden .....	2
2.2.1 Markförhållanden .....	3
2.2.2 Hydrologi och hydrogeologi.....	4
2.2.3 Recipienter .....	6
2.2.3.1 Sicklasjön .....	7
2.2.3.2 Strömmen .....	7
2.2.4 Undermarksanläggningar .....	8
2.3 Planerad bebyggelse .....	8
<b>3.0 METODIK/BERÄKNINGAR</b> .....	<b>9</b>
<b>4.0 RESULTAT</b> .....	<b>10</b>
4.1 Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning .....	10
4.2 Dimensionerande flöden .....	10
4.3 Fördröjningsmagasin .....	11
4.4 Föroreningsbelastning .....	12
<b>5.0 FÖRSLAG FÖR FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING</b> .....	<b>13</b>
5.1 Generella principer för dagvattenhantering.....	13
5.2 Åtgärder på kvartersmark .....	13
5.2.1 Avrinningsområde A.....	15
5.2.2 Avrinningsområde B och C .....	16
5.2.3 Avrinningsområde D.....	16
5.2.4 Avrinningsområde E.....	16
5.3 Åtgärder på allmän platsmark.....	16
5.3.1 Lokal fördröjning i gatumark.....	16
5.3.2 Samlad fördröjning.....	18
5.3.2.1 Avrinningsområde A .....	18



5.3.2.2	Avrinningsområde C .....	19
5.3.3	Fördröjning på parkmark, avrinningsområde D .....	19
5.4	Drift och underhåll.....	19
<b>6.0</b>	<b>PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER .....</b>	<b>19</b>
<b>7.0</b>	<b>KONSEKVENSER VID SKYFALL.....</b>	<b>20</b>
<b>8.0</b>	<b>HÖJDSÄTTNING .....</b>	<b>22</b>
<b>9.0</b>	<b>FÖRSLAG PÅ FORTSATT UTREDNINGAR.....</b>	<b>23</b>
<b>10.0</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>23</b>

### TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Förändringar i markanvändning och dagvattenavrinning vid nyexploatering.....	10
Tabell 2: Dimensionerande flöden för olika regnhändelser utan inräkning av fördröjningsmagasin.....	11
Tabell 3: Dimensionerande flöden per delavrinningsområde för 10-årsregn med klimatafaktor 1,25.....	11
Tabell 4: Erforderliga fördröjningsvolymerna för ett 10-årsregn med klimatafaktor 1,25 vid ströpta utflöden (enligt kolumn två).....	11
Tabell 6: Översvämningens volymerna vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet.....	22

### FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Översikt över Nobelberget med befintlig bebyggelse och avrinningsområden. Avrinningsområdesgränser och flödesriktningar är tagna från WSP (2011). .....	2
Figur 2: Jordartskarta baserad på SGU:s jordartskarta. Översta jordlager består av fyllning eller berg i dagen i hela området. I de västra delarna av Nobelsvackan underlagras fyllningen av lera på friktionsjord på berg.....	3
Figur 3: Föroreningar i fyllningsjord (WSP 2017). Halten i respektive undersökningsspunkt är jämförd med platsspecifika riktvärden (PSRV).....	4
Figur 4: Befintligt ledningsnät i Nobelsvackan (Golder 2004). Koordinatsystem ST74, höjdsystem okänt.....	5
Figur 5: Översiktsskarta över Sickla och Nobelberget med recipienterna Hammarby Sjö och Sicklasjön.....	6
Figur 6: Planerad bebyggelse på Nobelberget med översiktlig markanvändning, nya delavrinningsområden samt antagna flödesriktningar för dagvattnet.....	9
Figur 7: Principskiss för fördröjningsmagasin på kvartersmark vid byggnader utan källarvåning.....	14
Figur 8: Principskiss för fördröjningsmagasin på kvartersmark vid kvarter med källarvåning.....	14
Figur 9: Förslag på placering av fördröjningsmagasin på kvartersmark och erforderliga magasinens volymer.....	15
Figur 10: Förslag på placering av skelettjord och hålrumsmagasin på allmän plats och erforderliga magasinens volymer.....	17
Figur 11: Exempel på nedsänkt växtbädd med skelettjord längs lokalgata enligt Nacka kommuns gatustandard (Nacka kommun 2016). Växtbädden förses med dräneringsledning i botten samt bräddning som avleder vatten till tät dagvattenledning.....	18
Figur 12: Utsnitt från Länsstyrelsens lågpunktskartering. Djupen avser djup under lägsta tröskelnivån runt lågpunkten, det innebär största möjliga vattendjup utan hänsyn tagen till infiltration i mark eller	



kapacitet hos dagvattensystemet. Blå pilar visar flödesriktning för sekundär ytavrinning. Blå  
översvämningsytor avser föreslagna ytor eller magasin för översvämningshantering..... 21

**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:

- Vattendirektivet, dvs. inga vatten får försämrats, ska följas
- Gällande miljö kvalitetsnormer (MKN) för recipienter som påverkas av projektet ska följas
- Nacka kommuns dagvattenpolicy och dagvattenstrategi med tillhörande anvisningar ska följas (Nacka kommun 2008)
- 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
- 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

Höjder har angetts i höjdsystem RH2000 där inget annat angetts.

### 2.1 Underlag

En dagvattenutredning utfördes för området 2011 (WSP 2011) 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:

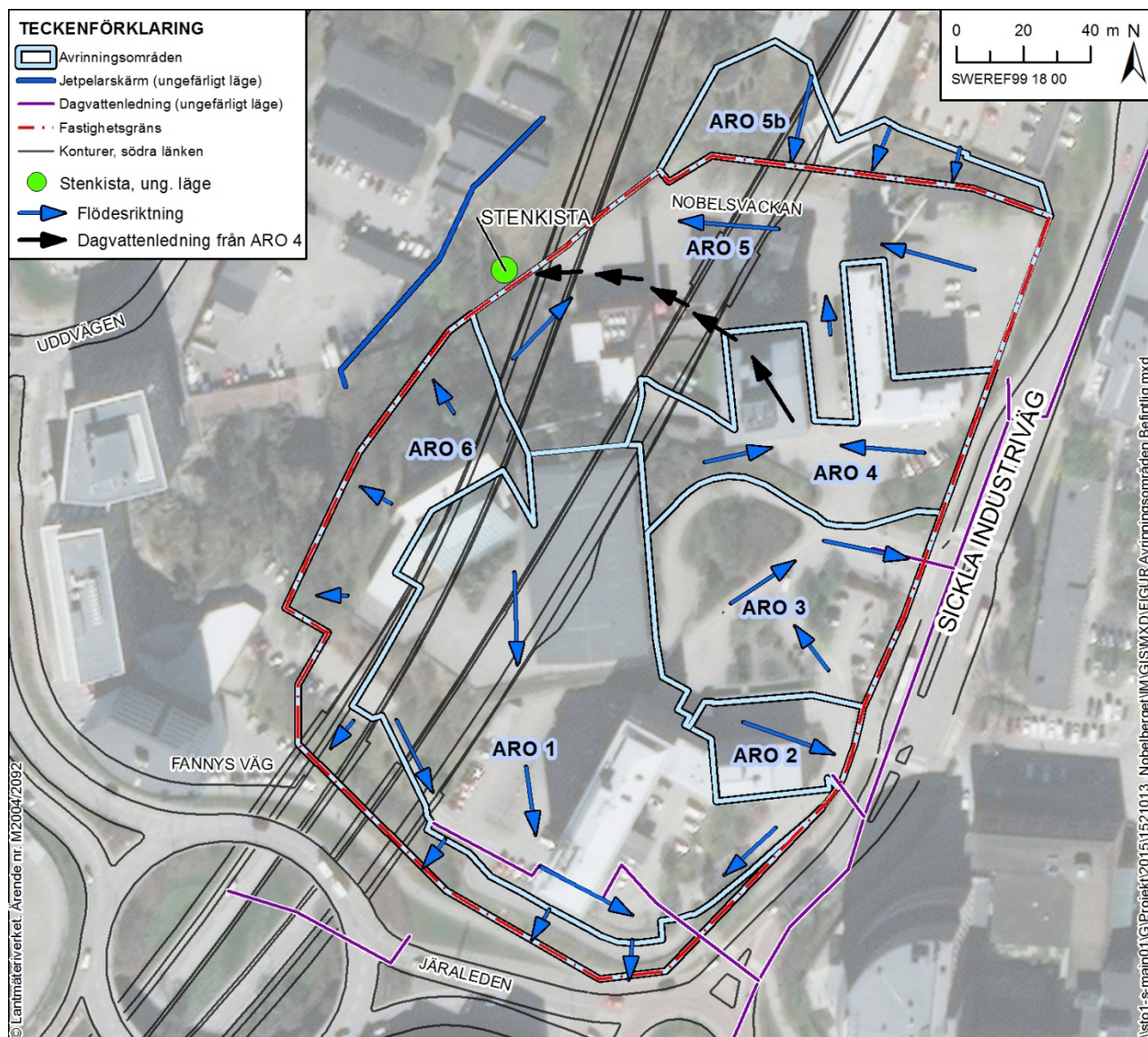
- Nobelberget bta och parkering, daterad 2016-08-26, upprättad av White Arkitekter AB,
- "A-parkering.dwg", digitalt underlag parkeringsgarage under kvarter, daterad 2016-10-13, upprättad av White Arkitekter AB,
- "A-Byggnader.dwg", utformning av byggnader och gator, daterad 2017-04-03, upprättad av White Arkitekter AB



- "T16P0101.dwg", digitalt underlag gatuplanering i plan, daterad 2017-04-19, upprättad av Sweco 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).



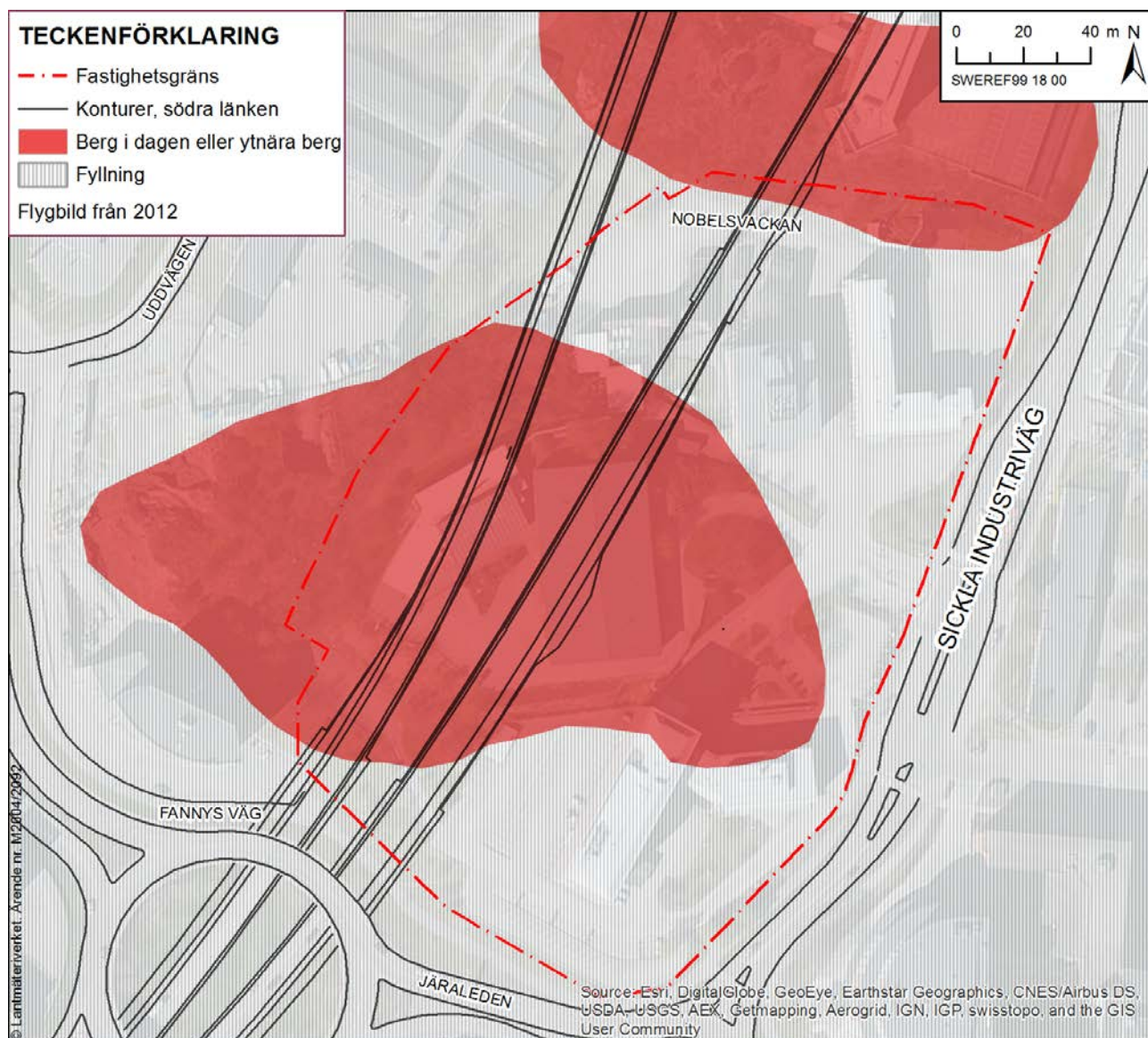
Figur 1: Översikt över Nobelberget med befintlig bebyggelse och avrinningsområden. Avrinningsområdesgränser och flödesriktningar är tagna från WSP (2011).



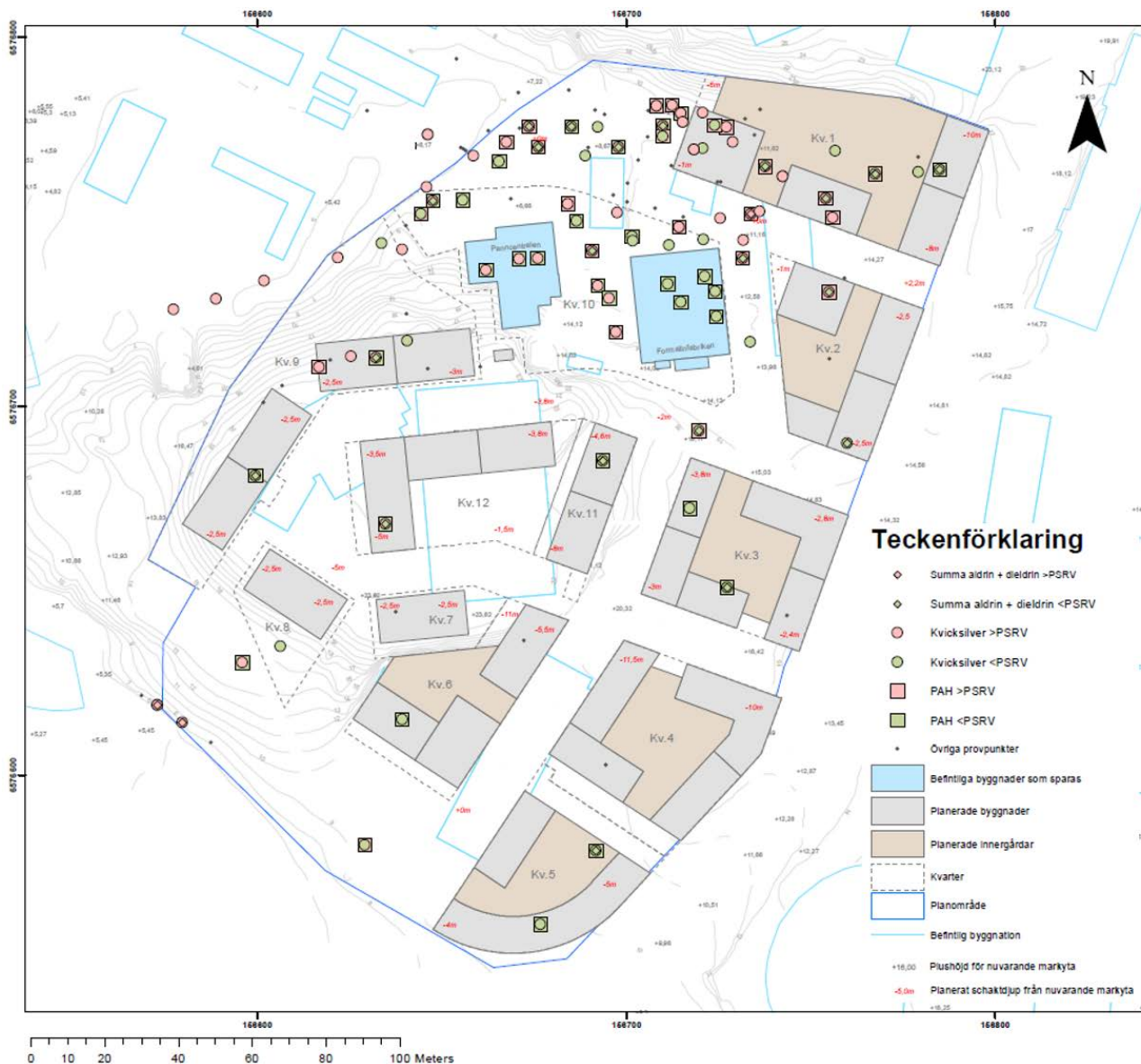
### 2.2.1 Markförhållanden

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).

Markföroreningar förekommer i fyllningen i området, främst kvicksilver och polycykliska aromatiska kolväten (PAH M och PAH H) men även klororganiska bekämpningsmedel har påträffats (WSP 2017). Föroreningar har främst hittats i Nobelsvackan men även i sydvästra delen av området (Figur 3).



Figur 2: Jordartskarta baserad på SGU:s jordartskarta. Översta jordlager består av fyllning eller berg i dagen i hela området. I de västra delarna av Nobelsvackan underlagras fyllningen av lera på friktionsjord på berg.



Figur 3: Föroreningar i fyllningsjord (WSP 2017). Halten i respektive undersökningspunkt är jämförd med platsspecifika riktvärden (PSRV).

Föroreningssituationen bedöms i utförd miljöteknisk markundersökning (WSP 2017) innebära oacceptabla hälso- och miljörisker som, för att möjliggöra planerad markanvändning, kräver åtgärder för att minska riskerna. De åtgärder som föreslås i utredningen innebär bortschaktning av förorenade massor eller bortschaktning i kombination med övertäckning av delar av området. Efter att föroreningssituationen åtgärdats bedöms vidare att infiltration av dagvatten är möjligt inom fastigheten. Hänsyn måste dock tas till föroreningssituationen nedströms då kvicksilver även har påträffats längre västerut i Nobelsvackan, utanför fasthetsgränsen.

### 2.2.2 Hydrologi och hydrogeologi

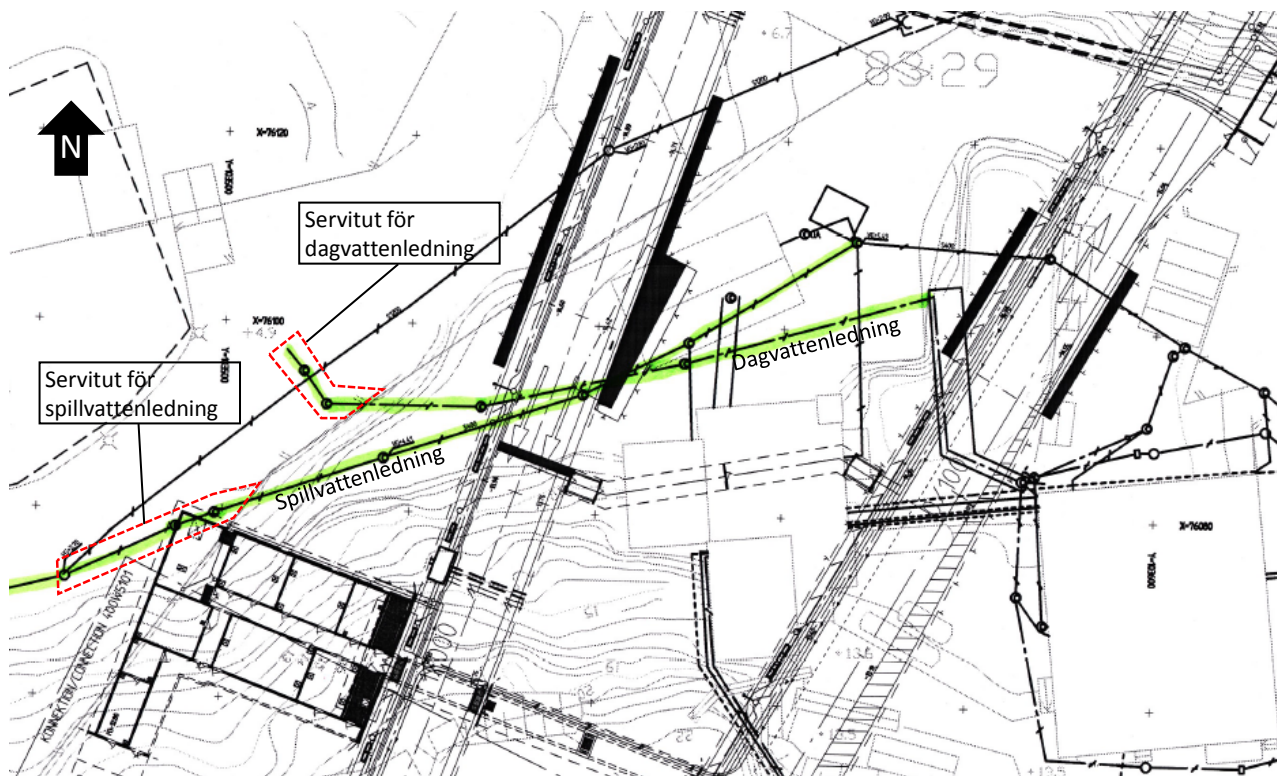
Befintligt område kan delas in i sex delavrinningsområden, vilka i innefattar planområdet plus de områden som bidrar med avrinning till planområdet (Figur 1). ARO 1, ARO 2 och ARO 3 avrinner via ledningar till ledningsnätet i Sickla Industriväg och vidare till Sicklasjön och Hammarby Sjö. Ledningsnätet 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 strax väster om Södra länkens tunnlår där vattnet infiltrerar (Figur 4). Ledningen och stenkistan är belägna på fastigheten Sicklaön 83:3 som ägs av Trafikverket och upplåts genom servitut (Stockholms Tingsrätt 2005), huvudmannaskapet för ledning och stenkista är oklart mellan Nacka kommun och Trafikverket. Vattnet bedöms sedan fortsätta västerut som grundvatten eller in i tunnlarnas dräneringssystem. Slutlig recipient för grundvattnet bedöms vara Hammarby sjö. 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 Hammarby Sjö. 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 ytligast 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 tunnlår, 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.



Figur 4: Befintligt ledningsnät i Nobelsvackan (Golder 2004). Koordinatsystem ST74, höjdsystem okänt.

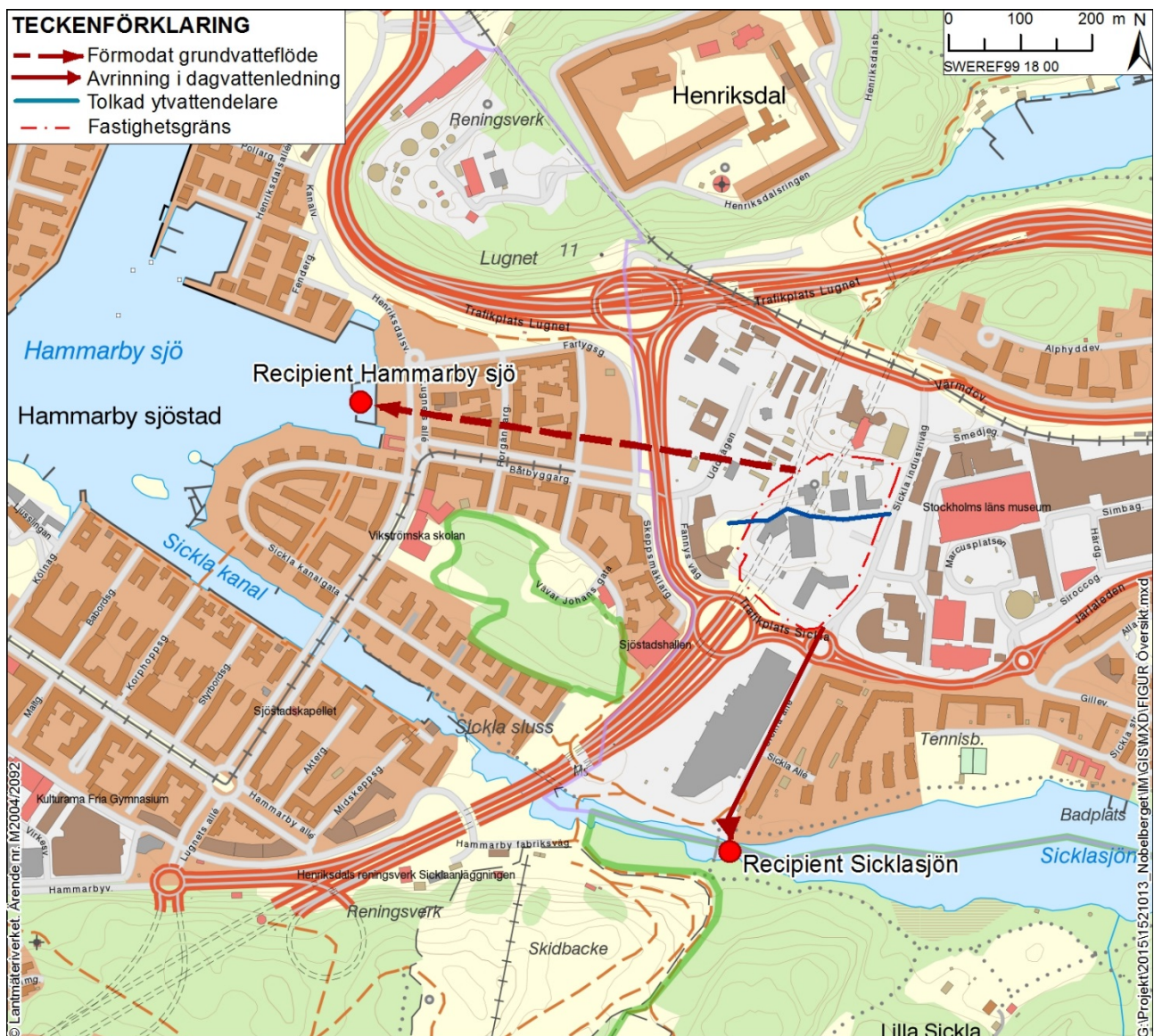


Grundvattnet har i äldre undersökningar uppmätts innehålla låga halter av de markföroreningar som förekommer inom området (WSP 2017).

### 2.2.3 Recipienter

Från Nobelberget avrinner dagvatten till två recipienter, Sicklasjön, som tar emot merparten av vattnet, och Hammarby Sjö som är en del av Östersjön (Figur 5). Sicklasjön mynnar ut i Hammarby sjö. Sicklasjön är en egen vattenförekomst med id SE657791-163223, Hammarby sjö tillhör vattenförekomsten Strömmen (Id SE591920-180800). För båda vattenförekomsterna finns miljö kvalitetsnormer beslutade 2017-02-23 (VISS 2017).

Enligt en prejudicerande dom i EU-domstolen för tillämpningen av miljö kvalitetsnormerna får EU:s medlemsstater inte ge tillstånd till projekt som innebär att någon av de kvalitetsfaktorer som ingår i den ekologiska och kemiska statusklassningen försämras från en klass till en lägre. Om statusen ligger i den lägsta klassen får ingen försämring alls ske, inte ens inom denna klass.



Figur 5: Översiktskarta över Sickla och Nobelberget med recipienterna Hammarby Sjö och Sicklasjön.



### 2.2.3.1 Sicklasjön

Miljö kvalitetsnorm för Sicklasjön är att år 2027 uppnå god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter (PBDE) och kvicksilver och kvicksilverföreningar för vilka mindre stränga krav satts. En tidsfrist till 2027 har satts för ämnena antracen (en PAH-förening), kadmium och kadmiumföreningar samt bly och blyföreningar.

Gällande statusklassning anger att Sicklasjön har måttlig ekologisk status och ej uppnår god kemisk status. De främsta anledningarna till att sjöns ekologiska status har klassats som måttlig är stora morfologiska förändringar, framför allt av sjöns närområde (30 m från strandkant) som till stora delar är bebyggd eller aktivt brukad mark, övergödningssproblematik (fosfor) och förekomst av särskilt förorenande ämnen (ammoniak).

Att sjön ej uppnår god kemisk status beror på höga halter av bromerad difenyleter (PBDE), kvicksilver, antracen, kadmium och bly. För PBDE och kvicksilver har mindre stränga krav satts med hänsyn till att problemet främst beror på påverkan från långväga luftburna föroreningar som bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. Halterna får dock inte öka jämfört med värden uppmätta i december 2015. Antracen, kadmium och bly har uppmätts ha halter över gränsvärdet i sediment. För dessa ämnen har en tidsfrist satts till 2027 då påverkansbilden är komplex och det behöver utredas vilka åtgärder som är möjliga och mest effektiva för att nå god kemisk status.

I VISS redovisas förslag på åtgärder för att förbättra statusen av vattenförekomsten. Det förslag som har relevans för detaljplanen för Nobelberget är anläggande av dagvattendammar eller andra dagvattenåtgärder i Sicklasjöns avrinningsområde vilket främst bedöms minska belastningen av näringsämnen. För att miljö kvalitetsnormen ska kunna följas bedöms att tillförseln av fosfor måste minska med 42 %.

### 2.2.3.2 Strömmen

Miljö kvalitetsnorm för Strömmen är att år 2027 uppnå måttlig ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus med undantag för PBDE och kvicksilver och kvicksilverföreningar för vilka mindre stränga krav satts. En tidsfrist till 2027 har satts för ämnena antracen, bly och blyföreningar samt tributyltennföreningar (TBT).

Ekologisk status för Strömmen är otillfredsställande och vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status.

Att god ekologisk status inte bedöms kunna nås beror på övergödning (fosfor och kväve) där tillförseln främst sker från näraliggande vattenförekomster. I 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.

Orsaker till att god kemisk status inte uppnås är höga halter av PBDE, kvicksilver, antracen, bly och TBT. För PBDE och kvicksilver har mindre stränga krav satts med samma motivering som för Sicklasjön. Undantag med tidsfrister till 2027 har satts för TBT, bly och antracen. Bland de möjliga åtgärder som diskuteras i VISS och som har koppling till Nobelberget anges även här dagvattendammar för att fördröja dagvattenflöden och rena dagvattnet. För att miljö kvalitetsnormen ska kunna följas bedöms att tillförseln av fosfor måste minska med 40 % och kväve med 38 %.



## 2.2.4 Undermarksanläggningar

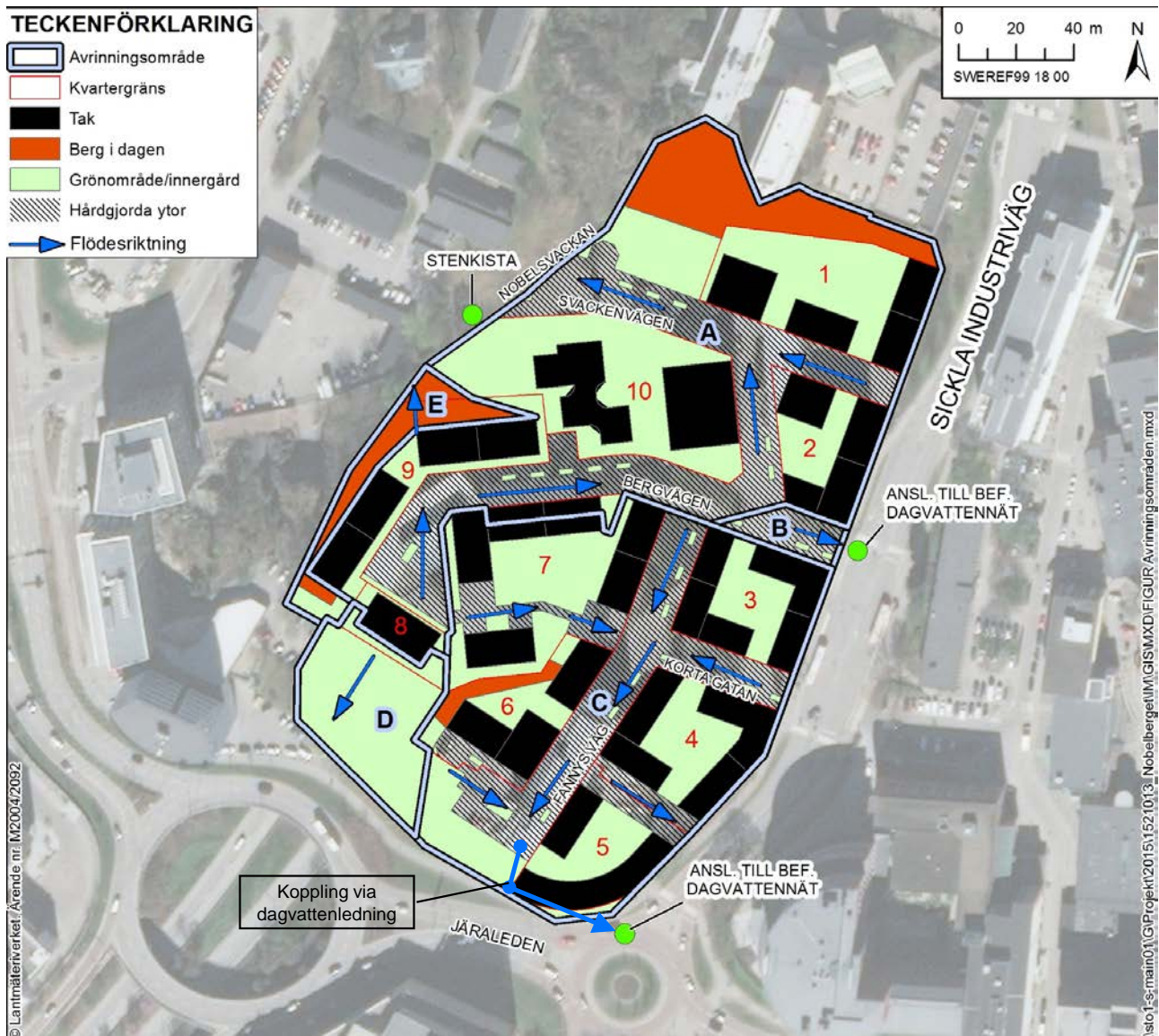
Södra länkens tunnelsystem går under den västra sidan av området. Tunnelarna går i berg förutom vid passagen av Nobelsvackan där betongtunnlar i jord eller med liten bergtäckning anlagts. I samband med byggandet av Södra länken anlades även en jetpelarskärm tvärs Nobelsvackan och en infiltrationsanläggning strax väster om planområdet. Syftet med dessa är att upprätthålla grundvattentrycknivåerna väster om Södra länken. Dräneringsvatten från tunnelarna leds till infiltrationsanläggningen där det återinfiltreras. Anläggningen stängdes dock av 2013 på grund av driftproblem och dräneringsvattnet leds därför idag vidare till recipient (Trafikverket 2017). Var dränvattnet leds och därmed till vilken recipient vattnet leds är inte klarlagt. 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 4-8 våningar. Området får 10 st nya kvarter, benämnda kvarter 1-10. 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 och lastplatser (20-30 st) finns i gaturummet utspritt inom området.

I och med nyexploateringen skapas 5 nya delavrinningsområden, benämnda A, B, C, D och E. Delavrinningsområden samt kvartersindelning framgår av Figur 6. Vatten inom avrinningsområde A rinner ner till lågpunkten i Nobelsvackan och ansluts i enlighet med befintlig ledningsrätt/servitut vid fastighetsgräns. Slutlig recipient bedöms enligt resonemang ovan vara Hammarby Sjö. Område B och C avleds till dagvattenledningen i Sickla industriväg och vidare till Sicklasjön och Hammarby sjö. Avrinningsområdena D och E utgör inga sammanhängande avrinningsområden utan utgörs i stort av naturmarken inom befintligt avrinningsområde ARO 6. I planförslaget utgörs hela område D av parkmark på allmän plats. Område E utgörs i stort av en brant bergslänt som sluttar ner mot angränsande fastighet. Slänten är belägen inom kvartersmark för kvarter 9 men lämnas orörd.

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



Figur 6: Planerad bebyggelse på Nobelberget med översiktlig markanvändning, nya delavrinningsområden samt antagna flödesriktningar för dagvattnet.

### 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 100 mm 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.

- Fördröjningsmagasin har dimensionerats med rationella metoden för områden med trög avrinning enligt beräkningsgång i P110, kapitel 4.3. Dimensioneringen har utförts utifrån att utflöden från lokal fördröjning på kvartermark och i gatemark stryps och via allmänt ledningsnät seriekopplas med magasin för samlad fördröjning innan vattnet leds ut från området. Beräkningen har optimerats för att minimera den sammanlagda fördröjningsvolymen och prioritera lokal fördröjning inom både kvartermark och i gaturummet. Dimensionering av magasin för samlad fördröjning har utförts enligt metodik beskriven i P110, kapitel 10.6, med strypta utflöden baserade på de utflödeskrav som ställt upp för respektive utloppspunkt.
- Föroreningshalter och reningsgrad har beräknats utifrån schablonhalter (StormTac 2016) och beräknad årsmedelavrinning. Årsmedelavrinningen har baserats på årsmedelnederbörden för Stockholm.

## 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 8 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 (Svenskt Vatten 2016).

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 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	483	604	1036	260

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	313	143	170	310 (ARO4, 5, 5b)
B	12	0	12	343 (ARO 1, 2, 3)
C	248	173	75	
D	7	0	7	74 (ARO6)
E	24	24	0	

### 4.3 Fördröjningsmagasin

Beräknade erforderliga fördröjningsvolymerna utifrån området förutsättningar och de prioriteringar som valts redovisas i Tabell 4. Fördelningen av fördröjningsvolymerna och andra fördröjande och renande dagvattenåtgärder inom respektive delområde diskuteras i kapitel 0. Beräkningsgång och antaganden för dimensionering av fördröjningsmagasinen redovisas närmare i bilaga A.

Tabell 4: 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 <sup>3</sup> )	Erforderlig fördröjningsvolym i gatumark (m <sup>3</sup> )	Erforderlig samlad fördröjning på allmän platsmark (m <sup>3</sup> )
A	Dagens vattenbalans bör upprätthållas	143	103	21
B	Flöde från B+C ≤ 30 L/s	0	20	0
C	Flöde från B+C ≤ 30 L/s	165	86	63
D	Hela regnvolymer magasineras	0	4	0
E	Inga åtgärder möjliga pga terräng	0	0	0



## 4.4 Föroreningsbelastning

Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, med och utan reningsåtgärder, redovisas i Tabell 5.

Eftersom den kemiska statusen ligger i den lägsta klassen i båda vattenförekomsterna får ingen försämring alls ske av den kemiska statusen. Detta innebär att föroreningsbelastningen inte får öka som konsekvens av planerad exploatering. Detta uppnås inte utan reningsåtgärder för ämnena kadmium, krom, nickel och Benso(a)pyren (BaP). Även belastningen av kväve som är en parameter för ekologisk klassning ökar.

Med föreslagna reningsåtgärder minskar både föroreningshalter och totalbelastning av samtliga studerade förorenande ämnen och näringsämnen. Reningsgrad och påverkan på recipienternas miljökvalitetsnormer diskuteras vidare i kapitel 6.0. Schablonvärden för föroreningshalter och reningsgrader för föreslagna reningsåtgärder redovisas i bilaga A.

**Tabell 5: Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, med och utan reningsåtgärd.**

Ämne	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse		Planerad bebyggelse med rening	
	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	121	2,0	117	2,0	65	1,1
N (kväve)	1427	24	1596	28	1230	21
Pb (bly)	8,3	0,14	6,6	0,11	2,0	0,03
Cu (koppar)	21	0,35	18	0,30	6,9	0,12
Zn (zink)	51	0,85	44	0,76	14	0,24
Cd (kadmium)	0,35	0,006	0,42	0,007	0,13	0,002
Cr (krom)	1,9	0,03	2,5	0,04	1,1	0,02
Ni (nickel)	2,0	0,03	2,6	0,04	1,2	0,02
Hg (kviksilver)	0,04	7×10 <sup>-4</sup>	0,03	5×10 <sup>-4</sup>	0,02	3×10 <sup>-4</sup>
SS (suspenderade ämnen)	44 963	745	39 296	677	11 141	190
Olja	138	2,3	120	2,1	70	1,2
BaP (Benso(a)pyren)	0,007	1,2×10 <sup>-4</sup>	0,008	1,3×10 <sup>-4</sup>	0,002	4×10 <sup>-5</sup>





## 5.0 FÖRSLAG FÖR FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

### 5.1 Generella principer för dagvattenhantering

Som generell princip för dagvattenhanteringen i området föreslås att:

- Dagvatten från kvartersmark främst fördröjs och renas lokalt inom varje kvarter i täta fördröjningsmagasin med filterbrunnar.
- Dagvatten från hårdgjorda ytor i gaturummet fördröjs och renas lokalt i växtbäddar och skelettjord som löper längs med gatan. Där växtbäddarnas kapacitet ej räcker till kompletteras med fördröjningsmagasin med filter.
- Strypta utlopp och bräddning från lokala anläggningar på kvartersmark och i gaturummet leds till täta allmänna dagvattenledningar och vidare till magasin för samlad fördröjning. Detta för att kunna kontrollera utflödet ur området som släpps på nedströms liggande ledningssystem.
- Infiltration föreslås endast användas i befintlig stenkista i Nobelsvackan dit dagvatten från område A leds. I övrigt bedöms infiltration inte som en lämplig dagvattenlösning i någon del inom området på grund av förekomsten av markföroreningar, det ytliga bergläget i stora delar av området samt planerade källarvåningar.

Där det är möjligt föreslås att yttlig 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 yttligt, längs kantsten eller i rännor, till grönytor eller växtbäddar och sedan vidare till fördröjningsmagasin.

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 ickemetalliska eller ytbehandlade material användas.

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

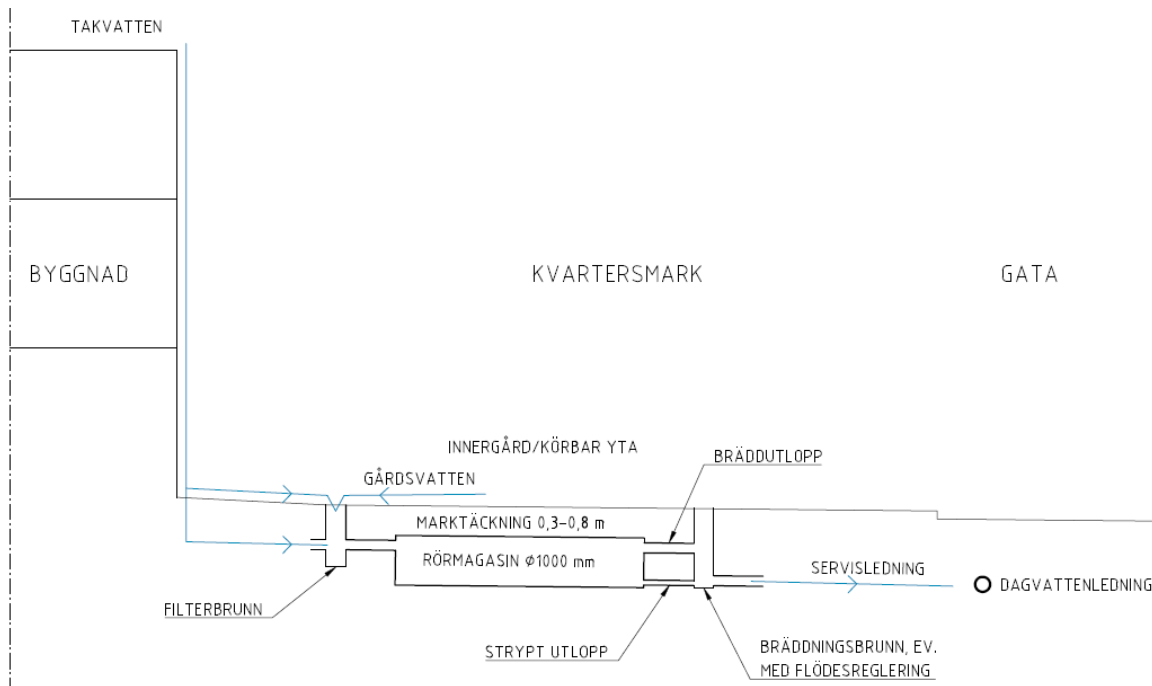
### 5.2 Åtgärder på kvartersmark

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 föreslås förses med fördröjningsmagasin med filterbrunn dit takvatten leds, om möjligt i kombination med växtbäddar. Kvarter med gårdar som anläggs på betongbjälklag förses med gröna tak och fördröjningsmagasin med filterbrunn 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. Fördröjningsmagasinen och filterbrunnarna kan med fördel kombineras och till viss del ersättas av fördröjning och rening i växtbäddar. Dimensionering av växtbäddar utförs bäst i samband med detaljprojektering av gårdar.

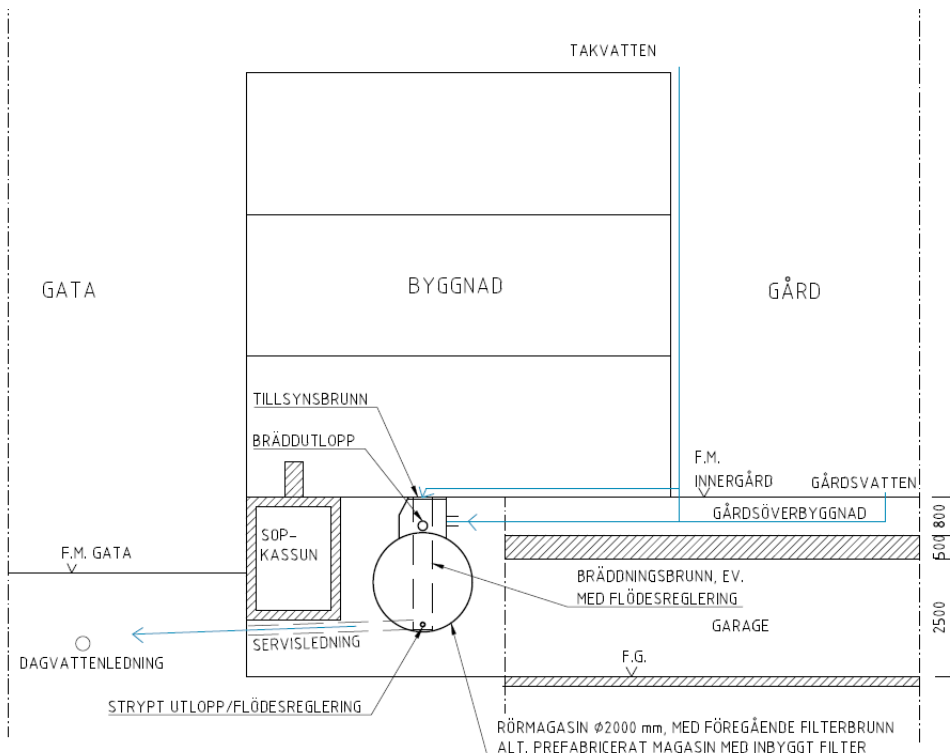
Fördröjningsmagasin för lokal fördröjning på kvartersmark föreslås i första hand utföras med täta rörmagasin (Figur 7) eftersom infiltration inte bedöms lämpligt. I dessa kan hela hålrumsvolymen utnyttjas och de klarar



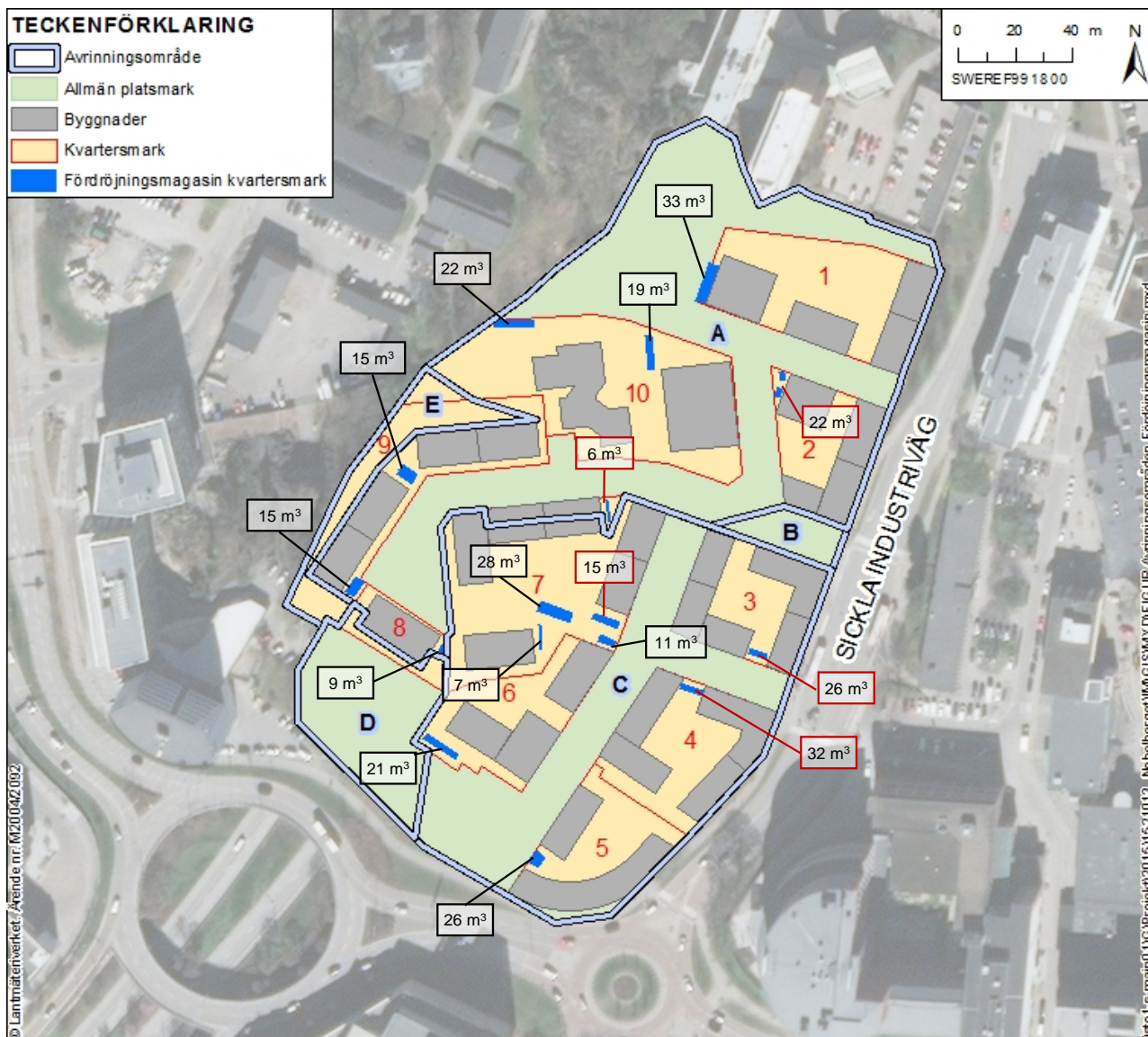
en hög trafikbelastning. I kvarter med källare föreslås rörmagasin med större diameter (2 m) alternativt, där tillgänglig yta är begränsad, prefabricerade eller platsgjutna betongmagasin (Figur 8). Magasinen förses med ett strypt utflöde och en bräddningsledning för kraftigare regn än 10-årsregnet. Förslag på fördelning av magasinvolymen i respektive delavrinningsområde redovisas i Figur 9.



Figur 7: Principskiss för fördröjningsmagasin på kvartermark vid byggnader utan källarvåning.



Figur 8: Principskiss för fördröjningsmagasin på kvartermark vid kvarter med källarvåning.



Figur 9: Förslag på placering av fördröjningsmagasin på kvartersmark och erforderliga magasinsvolymer.

### 5.2.1 Avrinningsområde A

De ytor som föreslås avvattnas till lågpunkten i Nobelsvackan ger ett dimensionerande flöde som är relativt oförändrat jämfört med befintliga förhållanden. Idag avleds ca 310 L/s till lågpunkten i Nobelsvackan från kvartersmark och allmän platsmark vid ett dimensionerande regn medan dimensionerande flöde för avrinningsområde A blir 313 L/s utan fördröjning. För att dagvatten från kvartersmark ska omhändertas på kvartersmark föreslås följande lokala lösningar:

- Lokal fördröjning i rörmagasin i mindre anläggningar vid varje byggnad eller kvarter, totalt ca 140 m<sup>3</sup> med fördelning enligt Figur 9,
- Magasinen förses med filterbrunn för rening av dagvattnet,
- Gröna tak, 275 m<sup>2</sup> inom kvarter 2 (30 % av takytan), eller ytterligare 2 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym,
- Trög avrinning på gårdar via grönytor och växtbäddar.



## 5.2.2 Avrinningsområde 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 kvartersmark och allmän platsmark inom avrinningsområden B och C är 12 respektive 248 L/s utan fördröjningsåtgärder, det vill säga totalt 260 L/s. Det är en minskning med ca 25 % 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. I område B finns ingen kvartersmark. I område C föreslås följande åtgärder för fördröjning på kvartersmark:

- Lokal fördröjning i ett magasin per kvarter, totalt 165 m<sup>3</sup> i område C med fördelning enligt Figur 9. Magasinen placeras i anslutning till källarbjätklag och sopkassuner och utformas som rörmagasin eller platsgjutna betongmagasin beroende på tillgänglig yta,
- Magasinen förses med filterbrunn för rening av dagvattnet,
- Gröna tak inom kvarter 3, 4 och 5, totalt 943 m<sup>2</sup> (30 % av takytan), eller ytterligare 8 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym.
- Trög avrinning på gårdar via grönytor och växtbäddar.

## 5.2.3 Avrinningsområde D

Dimensionerande flöde från avrinningsområde D är 7 L/s utan fördröjningsåtgärder. Området består enbart av parkytor på allmän platsmark och ingen kvartersmark.

## 5.2.4 Avrinningsområde E

Dimensionerande flöde från avrinningsområde E är 24 L/s utan fördröjningsåtgärder. Området utgörs av berg i dagen som sluttar mycket brant ner mot angränsande fastigheter och Nobelsvackan. Ingen förändring av området planeras och med tanke på den branta lutningen bedöms inget utrymme finnas för dagvattenanläggningar utan ytvatten föreslås som tidigare att infiltrera över existerande grönytor nedströms bergslänten.

## 5.3 Åtgärder på allmän platsmark

### 5.3.1 Lokal fördröjning i gatemark

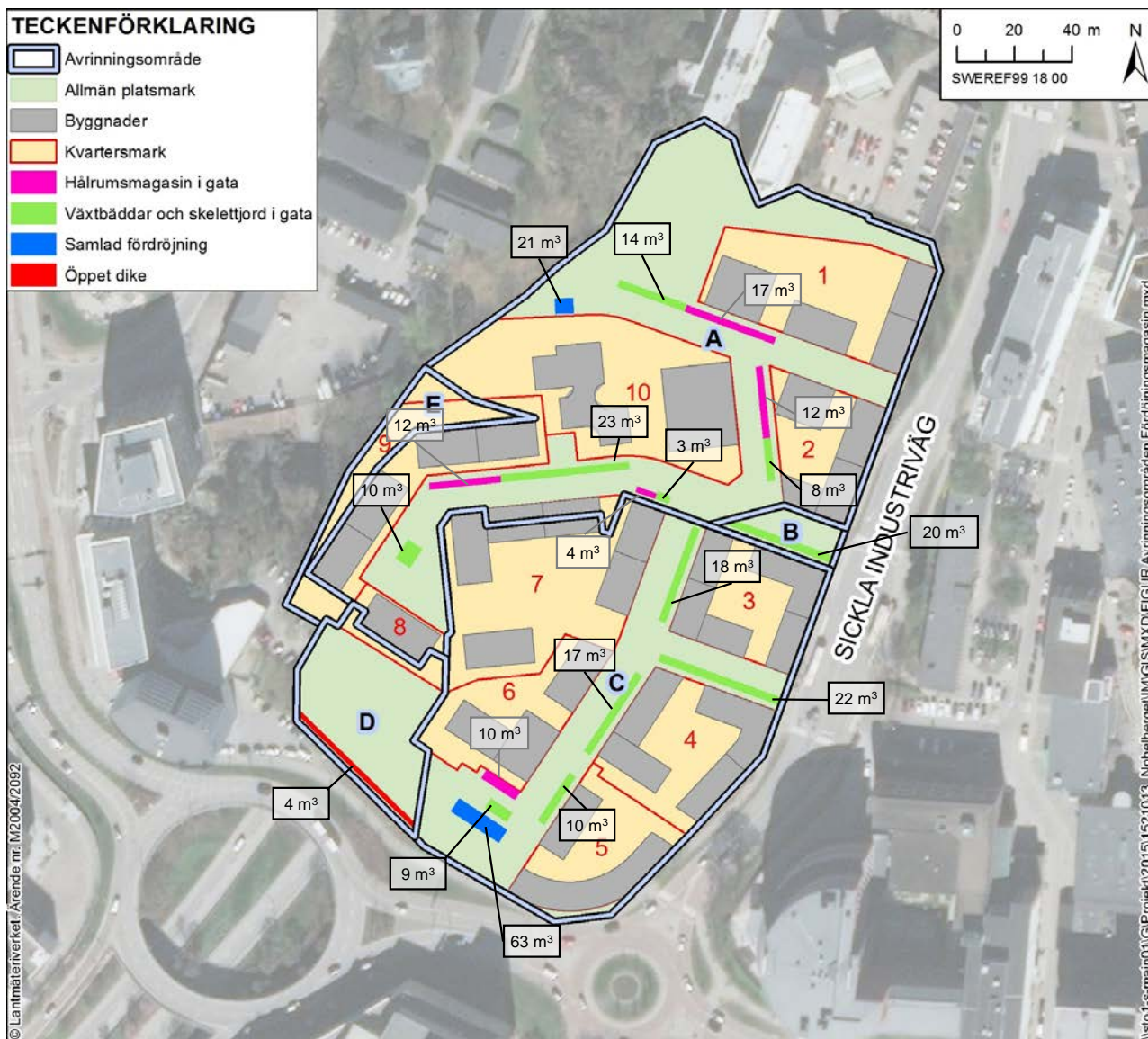
Fördröjning och rening av vatten från gatemarken föreslås utföras med följande dagvattenåtgärder:

- Nedsänkta växtbäddar (0,1 m under gatunivå) kombinerat med skelettjord eller pimpstensjord för fördröjning, växtupptag och rening av gatudagvatten,
- Stenfyllda hålrumsmagasin anläggs under vissa parkeringsfickor där växtbäddar inte ryms i gatusektionen.
- Ytlig avvattning av körytor, parkeringsplatser och gångbanor i rännor och längs kantsten till närmaste växtbädd eller hålrumsmagasin.

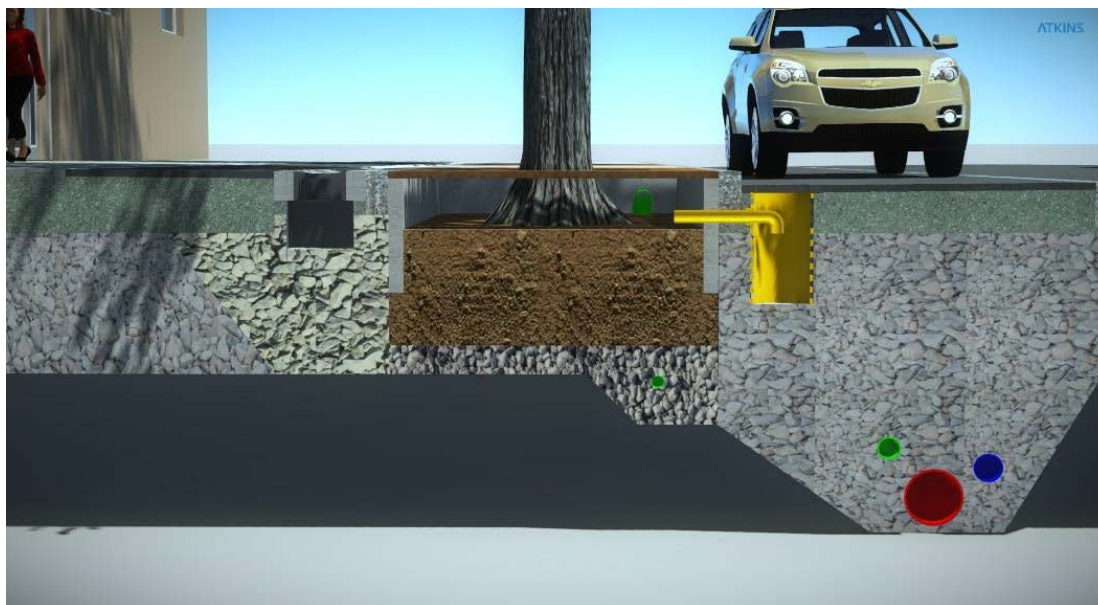
Förslag till placering och volymer redovisas i Figur 10. Växtbäddar för träd och andra växter anläggs enligt Nacka kommuns gatustandard (Figur 11). Från Norra Djurgårdsstaden finns goda erfarenheter av att använda pimpstensjord istället för skelettjord i växtbäddarna (Stockholm stad 2011). I gator med 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 och i jorden. Varje delmagasin avvattas i botten av en dräneringsledning och förses med strypt utflöde och bräddavlopp så att inget enskilt magasin överbelastas.



Figur 10: Förslag på placering av skelettjordar och hålrumsmagasin på allmän plats och erforderliga magasinsvolymer.



Figur 11: Exempel på nedsänkt växtbädd med skelettjord längs lokalgata enligt Nacka kommuns gatustandard (Nacka kommun 2016). Växtbädden förses med dräneringsledning i botten samt bräddning som avleder vatten till tät dagvattenledning.

### 5.3.2 Samlad fördröjning

För att reducera flödet från delavrinningsområden B och C ned till det krav Nacka kommun har för Sickla Industriväg krävs ett magasin för samlad fördröjning med strypt utflöde i område C. I område B bedöms inget behov av samlad fördröjning finnas. Även i avrinningsområde A föreslås ett magasin för samlad fördröjning för att kunna omhänderta ett dimensionerande regn inom planområdet.

#### 5.3.2.1 Avrinningsområde A

Föreslagna fördröjningsvolymerna på kvartersmark och gatemark gör att dimensionerande flöde till ett magasin för samlad fördröjning i lågpunkten i Nobelsvackan reduceras till 119 L/s. Flödet som idag leds via ledningsrätt/servitut till befintlig stenkista vid ett 10-årsregn är 72 L/s (från avrinningsområde 4). Med en strypning till detta flöde blir erforderlig samlad fördröjningsvolym 21 m<sup>3</sup>. Detta innebär en liten strypning vilket gör magasinet mindre känsligt för överbelastning vid mer intensiva regn. Utflödet måste dock anpassas till fördröjnings- och infiltrationskapaciteten hos befintlig stenkista vilken inte är känd i dagsläget. Stenkistan har förutsatts vara dimensionerad för befintliga förhållanden och bedöms därför ha tillräcklig kapacitet för det strypta utflödet. Bedömningen har gjorts att för Södra länkens skull bör vattenbalansen för området inte ändras, det vill säga att mängden vatten som leds till Nobelsvackan bör vara oförändrad. Om grundvattenbildningen minskar i området kan det leda till att vattenbalansen kring Södra länken ändras och Trafikverket måste återuppta infiltrationen i området. Förslagna dagvattenåtgärder bibehåller vattenbalansen men omfördelar flödet från snabb till långsam avrinning. Infiltrationen bedöms inte bidra till någon ökad mobilisering av föroreningar i grundvattnet eftersom samma funktion nyttjas idag. Stenkistans infiltration bedöms därmed vara lämplig även som framtida dagvattenlösning.

Förslagsvis utformas magasinet för samlad fördröjning som ett rörmagasin belägen vid vändplanen i Nobelsvackan (Figur 10). Ett alternativ är att magasinet utformas som en stenlagd lek- eller spelyta med permeabel botten utan permanent vattenspegel för att bidra till parkmiljön. Ytan vattenfylls då vid regn men töms efterhand och blir tillgänglig för andra användningsområden under torrperioder.



### 5.3.2.2 **Avrinningsområde C**

Erforderlig magasinvolym för samlad fördröjning i avrinningsområde C beräknas bli 63 m<sup>3</sup>. Magasinet föreslås utformas som ett rörmagasin belägen i vändplanen vid Fannys Väg.

### 5.3.3 **Fördröjning på parkmark, avrinningsområde D**

Avrinningen från parkmarken inom område D bedöms bli liten. För att inte okontrollerat leda ut dagvatten över angränsande gång- och cykelväg föreslås att ett dike anläggs längs med kanten av området. Diket behöver ha en magasinvolym på 4 m<sup>3</sup> men kan med fördel överdimensioneras för att även kunna hantera ett skyfall, se även kapitel 7.0.

## 5.4 **Drift och underhåll**

Föreslagna anläggningar för rening och fördröjning av dagvatten kräver löpande underhåll. Ansvaret för anläggningar på kvartermark faller på respektive bostadsrättsförening och för kommunala anläggningar på Nacka Vatten och Avfall AB. Filterbrunnar finns i flertalet olika utföranden men i de flesta behöver filtret bytas en gång per år. I samband med filterbytet och efter skyfall bör brunnar och fördröjningsmagasin inspekteras och vid behov utförs slamsugning och tömning av sandfång samt rensning av magasin.

Gröna tak behöver tillsyn en gång per år för kontroll av att avvattningsanordningar inte sätts igen. Gödsling utförs normalt varje till vart annat år, vattning utförs vid behov under torrperioder. Nyetablerade tak kan behöva extra vattning och gödsling.

Växtbäddar bör inspekteras 2-4 gånger per år och/eller efter skyfall för att förhindra igensättning av in- och utlopp och bräddningsvägar. Vid inspektion bör även ytigensättning kontrolleras så att vatten kan infiltrera ner i växtbädden. Om jorden blir mättad av föroreningar kan den behöva bytas ut, oftast räcker det med att byta det översta skiktet där många föroreningar fastnar. Skötsel av växter och träd utförs regelbundet, speciellt under första året för att säkerställa god etablering. Väletablerade växter och träd är viktiga både för rening och fördröjning av dagvatten.

## 6.0 **PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER**

Föreliggande utrednings förslag på fördröjning och rening av dagvattnet innebär att dagvattenavledningen till Sicklasjön och Hammarby Sjö (Strömmen) kommer att minska – även i ett framtida klimat med ökad nederbörd. Vidare kommer andelen hårdgjorda ytor att reduceras i jämförelse med nuvarande situation. Med föreslagna reningsåtgärder minskar även halter och totala utsläpp av samtliga studerade förorenande ämnen och näringsämnen från området. Reningsåtgärderna ligger i linje med det åtgärdsförslag om dagvattendammar för fördröjning och rening som tas upp i VISS. Detaljplaneområdet utgör dock bara en liten del av vattenförekomsternas respektive avrinningsområde och den förbättring som sker i recipienten blir därefter.

Dagvattenavledningen till Hammarby Sjö är inget direktutsläpp utan vattnet passerar stenkistan och transporteras sedan via grundvattnet till recipienten. Beräknade schablonhalter i utgående dagvatten kan därför inte direkt översättas till en föroreningsbelastning på recipienten. Med tanke på att föroreningar kan fastläggas dels i stenkistan och även i de vattenförande jordlagren förmodas den faktiska föroreningsbelastningen från området på Hammarby Sjö bli avsevärt lägre.

Enligt utförda beräkningar, baserade på schablonvärden, minskar belastningen av fosfor från området med 45 % och kväve med 13 % jämfört med befintliga förhållanden. För Sicklasjön där främst fosfor utgör ett problem och för Strömmen är minskningen något högre än den som föreskrivs i miljökvalitetsnormen. Detta



bedöms kunna bidra till att den ekologiska kvalitetsfaktorn näringsämnen förbättras vilket är ett måste om miljökvalitetsnormen ska kunna följas.

Eftersom belastningen av samtliga av de studerade föroreningarna ingående i den kemiska statusklassningen minskar bidrar detaljplaneförslaget till en förbättrad föroreningssituation för båda recipienter. Sett till den problembeskrivning som anges i VISS är det främst belastningen av antracen, kadmium och bly (Sicklasjön) samt antracen, bly och TBT (Strömmen) som bör prioriteras. Man kan med fog anta att antracen, bly och TBT i sedimenten främst beror på historiska utsläpp och att tillförseln via dagvatten av dessa ämnen i nuläget inte utgör ett problem. Halterna av kadmium och bly beräknas båda minska med 70-80 % jämfört med befintliga förhållanden.

I förslaget finns seriekopplade reningsåtgärder. I område A finns till exempel magasin med filter och sedan stenkistan som också har en renande funktion. Ett andra reningssteg har dock inte tagits med i beräkningarna av schablonhalter då det bedöms osäkert hur stor reningseffekten blir på de återstående föroreningshalterna. Att ta med detta i beräkningarna skulle ytterligare minska halterna i utgående dagvatten.

Planförslaget har ingen inverkan alls på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna i ytvattenförekomsterna.

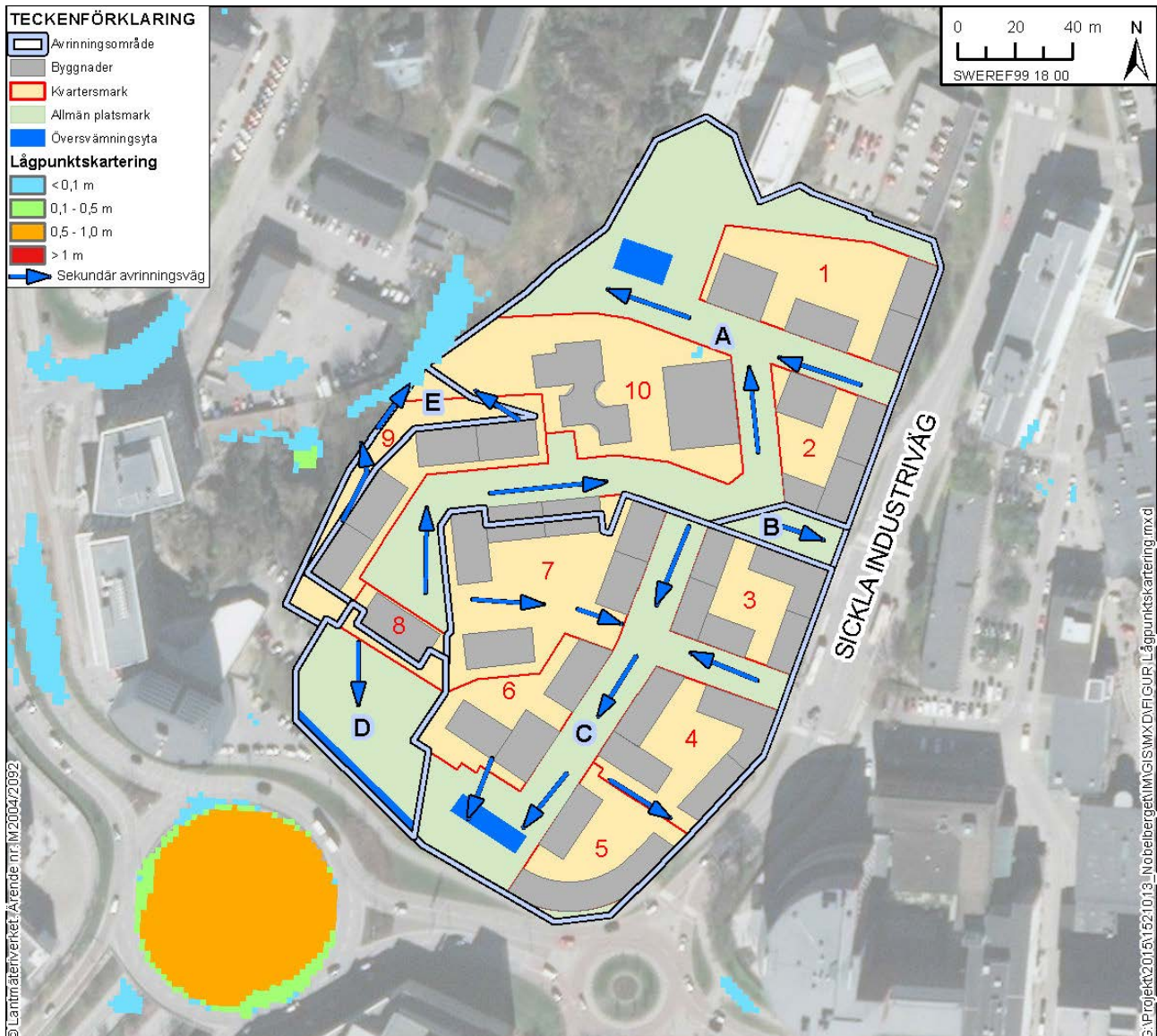
Sammantaget bedöms planförslaget bidra till en minskad föroreningsbelastning på recipienterna och i övrigt inte heller ha någon inverkan på möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna i Sicklasjön och Strömmen.

## 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. Översvämningssområdet i Nobelsvackan finns även med i Länsstyrelsens lågpunktskartering som utförts för att på regionnivå identifiera instängda områden där översvämningssrisk kan föreligga (Figur 12). Inga byggnader är belägna direkt inom området som utpekats ha översvämningssrisk men på angränsande fastighet finns en i nära anslutning.

Lågpunktskarteringen indikerar också den översvämningssrisk som föreligger i Södra Länkens tråg under cirkulationsplatsen i Järlaleden. Hit rinner idag en del av dagvattnet från planområdet vid kraftigare regn. Översvämning i Södra länken riskerar att leda till stora trafikstörningar och olycksrisk.





Figur 12: Utsnitt från Länsstyrelsens lågpunktskartering. Djupen avser djup under lägsta tröskelnivån runt lågpunkten, det innebär största möjliga vattendjup utan hänsyn tagen till infiltration i mark eller kapacitet hos dagvattensystemet. Blå pilar visar flödesriktning för sekundär ytavrinning. Blå översvämningssytor avser föreslagna ytor eller magasin för översvämningshantering.

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 tack vare föreslagna fördröjningsvolymerna. 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 fördröjningsvolymerna för 10-årsregn och ledningsnät är fulla. Eftersom avrinningskoefficienterna ökar vid 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 mycket grönområden.

För att ytterligare minska ytavrinningen till nedströms liggande områden vid skyfall kan ytor avsättas inom planområdet där vatten tillåts stå under kortare tidsperioder, alternativt kan regelrätta magasin anläggas. I Nobelsvackan, dit vatten från område A och E rinner vid ett skyfall, kan föreslagna fördröjningsmagasin



kompletteras med ett eller flera öppna fördröjningsmagasin med högre kapacitet. Ett lämpligt läge redovisas i Figur 12. 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 översvämningsvolymen från område A och E krävs ca 1040 m<sup>2</sup> yta med medeldjupet 0,5 m. Detta är mycket svårt att få plats med inom planområdet. Den bästa lösningen bedöms vara att området kring Nobelsvackans lågpunkt i den fortsatta planeringen reserveras som översvämningsyta där vatten kan stå på markytan utan risk för skada. Detta område är dock beläget utanför aktuellt planområde.

I område C kan föreslaget magasin för samlad fördröjning i vändplanen på Fannys väg dimensioneras upp för att kunna hantera större regn. Detta kan vara lämpligt då hela område C sluttar ner dit. Dock bedöms inte ett 100-årsregn kunna rymmas. Möjligtvis kan en viss fördröjning möjliggöras i slänten ner mot Järlaleden. En lösning måste dock kunna 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 630 m<sup>2</sup> yta inom område C för att magasinera hela översvämningsvolymen.

I område D kan föreslaget dike överdimensioneras så att vatten vid skyfall kan fördröjas på markytan, dock inte hela den översvämningsvolym som anges i Tabell 6. Med ett medeldjup på 0,5 m behövs ca 120 m<sup>2</sup> yta inom område D för att magasinera hela översvämningsvolymen.

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

**Tabell 6: Översvämningsvolymen vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet.**

Avrinningsområde	Regnvolymer (m <sup>3</sup> )	Föreslagen fördröjningsvolym inkl. ledningsnät (m <sup>3</sup> )	Översvämningsvolym (m <sup>3</sup> )
A	827	305	522
B	24	24	0
C	657	343	313
D	65	4	61
E	50	0	50

## 8.0 HÖJDSÄTTNING

Det är viktigt att höjdsättningen av området möjliggör att vatten kan rinna bort från husfasader utan att ansamlas på ställen där översvämningsrisker 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 gatumark kan styras mot närmaste växtbädd med lämpliga tvärfall. Om växtbäddar endast finns på ena sidan gatan är det ur dagvattenssynpunkt 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 2015). Med ett genomtänkt användande av långslutningar och tvärfall kan ytvattenavrinning vid skyfall styras mot föreslagna översvämningsytor via de sekundära avrinningsvägar som redovisas i Figur 12.

Höjdsättning inom kvarter och allmän plats ska utföras så att fastigheter och andra samhällsviktiga funktioner inte översvämmas upp till ett 100-årsregn plus klimataffektor (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 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 FÖRSLAG PÅ FORTSATTA UTREDNINGAR

Infiltration kan vara en önskvärd lösning inom området i den nedre delen av Nobelsvackan. WSP (2017) har utrett förutsättningar för infiltration med avseende på markföroreningar. För att möjliggöra infiltration här föreslås åtgärder för att minska riskerna med markföroreningar. När beslut om åtgärd tagits kan infiltrationslösningar utredas vidare. Som underlag för projektering av en infiltrationsanläggning bör en utökad utredning av grundvattenförhållandena utföras. En sådan utredning bör innehålla mätning av grundvattennivåfluktuation över året samt hydrauliska försök för att uppskatta jordens vattengenomsläpplighet.

Val av åtgärd avseende markföroreningar bör också ligga till grund för fortsatt utredning av huruvida skelettjordar i gatan måste tätas nedåt med till exempel gummiduk för att förhindra att perkolerande vatten mobiliserar föroreningar i fyllningen. Vid detaljprojektering kan eventuella infiltrationsmöjligheter tillgodoräknas för att minska erforderlig fördröjningsvolym i område A.

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 översvämningsrisker. Detta innebär dock att belastningen på dagvattensystemet i Sickla industriväg ökar avsevärt vilket i detta läge inte bedömts önskvärt.

Vid detaljprojektering av magasin för samlad fördröjning bör status på befintlig stenkista i Nobelsvackan utredas så att magasinet dimensioneras efter stenkistans faktiska kapacitet och funktion.

Vid vidare detaljprojektering av fördröjningsmagasin på kvartersmark bör det utredas om rörmagasin och filterbrunnar helt eller delvis kan ersättas av fördröjning och rening i växtbäddar för att öka det lokala omhändertagandet av dagvatten.

### 10.0 REFERENSER

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

Golder Associates 2004, Ledningsnät Nobelsvackan, underlag för Geoteknisk utredning Uddvägen Sickla, uppdragsnummer 0370582

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
- Nacka kommun, 2016, Gatustandard i Nacka stad – att bygga med moduler, reviderad 2016-10-31
- 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
- Stockholms Tingsrätt, 2005, DOM 2005-05-13 Mål nr F 3213-99, Expropriation av del av Sicklaön 83:33
- Trafikverket, 2015, Krav för vägars och gators utformning (VGU),
- Trafikverket, 2017, Årsrapport grundvatten 2016 – Södra länken, 2017-04-12
- Villarreal, E.L., Bengtsson, L. 2005, Response of a Sedum green-roof to individual rain events, Ecological Engineering 25 (2005) 1–7
- VISS, 2017, Vatteninformationssystem Sverige, [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se), vattenförekomst SE657791-163223 och SE591920-180800, Länsstyrelsen i Stockholms Län
- WSP, 2011, Dagvattenutredning, Nobelberget Sicklaön 83:33, Reviderad 2011-10-21
- WSP, 2017. Miljöteknisk markundersökning, riskbedömning och åtgärdsförslag Sicklaön 83:33 (Nobelberget), Nacka, daterad 2017-04-05.

**GOLDER ASSOCIATES AB**

Stockholm, 2017-05-19

Fredrik Alderman  
Hydrogeolog

Stockholm, 2017-05-19

Niclas Bockgård  
Kvalitetsansvarig

FA/NB



Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

g:\projekt\2015\1521013\_nobelberget\dagvattenutredning\rapport\06 revidering 170519\dagvattenutredning\_170621.docx



# BILAGA A

## Beräkningar



## 1.0 DIMENSIONERANDE REGN

Dimensionerande regnintensitet,  $i$ , har beräknats enligt Dalström 2010 (Svenskt Vatten 2011a) 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 (Svenskt Vatten 2016). 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	60	0,1	20	1,5	10
E	40	0,3	20	1,5	3

**Tabell 2: Regnintensiteter för dimensionerande regnhändelser.**

Regnhändelse	Regnintensitet vid 10 min varaktighet (l/s,ha)
10-årsregn	228



## 2.0 DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Dimensionerande flöde har beräknats med rationella metoden enligt (Svenskt Vatten 2016):

$$q_{dim} = i \times \sum(10000 \times A_n \times \delta_n) \times k \quad (2)$$

Där:

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde i L/s,

$A_n$  = area i m<sup>2</sup> för markanvändningstyp n inom respektive delavrinningsområde,

$\delta_n$  = avrinningskoefficient för markanvändningstyp n enligt Tabell 4, dimensionslös,

k = klimatfaktor 1,25, dimensionslös.

Indata för beräkning av dimensionerande flöde för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 3 och Tabell 4. Resultaterande flöden redovisas i Tabell 5.

**Tabell 3: Indata med markanvändning för befintliga förhållanden**

Avrinningsområde	Total Area (m <sup>2</sup> )	Tak (m <sup>2</sup> )	Hårdgjorda ytor (m <sup>2</sup> )	Grönområde (m <sup>2</sup> )	Berg i dagen (m <sup>2</sup> )
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 (n)	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area (m <sup>2</sup> )
Tak (1)	0,90	6419
Hårdgjorda ytor (2)	0,85	14 524
Grönområde (3)	0,10	806
Berg i dagen (4)	0,80	3755
Totalt	0,69	25 504





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

Avrinningsområde	Reducerad Area (m <sup>2</sup> )	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. Resultaterande flöden beräknade med rationella metoden redovisas i Tabell 8.

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

Avrinningsområde	Total Area (m <sup>2</sup> )	Tak (m <sup>2</sup> )	Hårdgjorda ytor (m <sup>2</sup> )	Gröna tak (m <sup>2</sup> )	Innergård/Grönområde (m <sup>2</sup> )	Berg i dagen (m <sup>2</sup> )
A	18 591	4579	5102	275	6454	2181
<i>Kv 1</i>	2658	1104	0	0	1554	0
<i>Kv 2</i>	1479	641	55	275	508	0
<i>Kv 7</i>	312	240	0	0	72	0
<i>Kv 8</i>	444	345	0	0	99	0
<i>Kv 9</i>	1576	1118	0	0	458	0
<i>Kv 10</i>	4049	1131	0	0	2718	200
<i>Allm. plats</i>	8073	0	5047	0	1045	1981
B	530	0	500	0	30	0
<i>Allm. plats</i>	530	0	500	0	30	0
C	14 766	4327	4288	943	4956	252
<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>	1749	824	208	0	465	252
<i>Kv 7</i>	3789	1304	556	0	1929	0
<i>Allm. plats</i>	3574	0	3024	0	550	0
D	2335	0	0	0	2335	0
<i>Allm. plats</i>	2335	0	0	0	2335	0
E	1131	0	0	0	81	1050
<i>Kv 9</i>	1131	0	0	0	81	1050
Summa	37 353	8907	9890	1217	13 856	3483



## BILAGA A

### Beräkningar Dagvattenutredning Nobelberget

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

Markanvändningstyp	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area (m <sup>2</sup> )
Tak	0,90	8016
Hårdgjorda ytor	0,85	8407
Gröna tak	0,50	609
Innergård/Grönområde	0,10	1386
Berg i dagen	0,80	2786
Totalt	0,50	21 203

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

Avrinningsområde	Reducerad Area (m <sup>2</sup> )	10-årsflöde (L/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (L/s)
A	10 986	250	313
<i>Kv 1</i>	1149	26	33
<i>Kv 2</i>	812	19	23
<i>Kv 7</i>	223	5	6
<i>Kv 8</i>	320	7	9
<i>Kv 9</i>	1052	24	30
<i>Kv 10</i>	1450	33	41
<i>Allm. plats</i>	5979	136	170
B	428	10	12
<i>Allm. plats</i>	428	10	12
C	8708	199	248
<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>	1167	27	33
<i>Kv 7</i>	1839	42	52
<i>Allm. plats</i>	2625	60	75
D	234	5	7
<i>Allm. plats</i>	234	5	7
E	848	19	24
<i>Kv 9</i>	848	19	24
Summa	21 203	483	604
Till Sickla industriväg	8252	208	260



## 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 den tolata fördröjningsvolymen så liten som möjligt.

I område B finns ingen kvartersmark, här har fördröjningsmagasin dimensionerats för lokal fördröjning på allmän platsmark och samlad fördröjning. I område D har fördröjning dimensionerats i ett steg på allmän platsmark. I område E föreslås ingen fördröjning.

### 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. Som kriterium för lokal fördröjning (både på allmän plats och kvartersmark) har satts att magasinen som minst ska klara av att fördröja ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Därefter har specifik magasinvolym inom kvartersmark beräknats iterativt genom att den lokala fördröjningsvolymen, och därmed uppfyllnadstiden, varierats till dess att minsta totala fördröjningsvolym (lokal plus samlad) hittats. För att uppskatta uppfyllnadstiden har varaktigheten för ett 10-årsregn med samma volym som den specifika magasinvolymen valts.

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

Avrinningsområde	Itererad lokal fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	Specifik magasinvolym (mm)	Varaktighet 10-årsregn med samma volym (min)	Koncentrationstid fr. tabell 1 (min)	Ny koncentrationstid (min)	Ny regnintensitet 10 årsregn (l/s,ha)
A	143	29	40	8	48	83
C	165	27	35	7	42	92



**Tabell 11: Genererade flöden 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	52	114
C	70	101

Fördröjningsvolymerna inom område D har beräknats som hela volymen för områdets dimensionerande regn, inklusive klimatfaktor. Beräkningsgången kan följas i Tabell 12.

**Tabell 12: Erforderlig fördröjningsvolym på kvartersmark i område D.**

Avrinningsområde	Koncentrationstid (varaktighet) (min)	Intensitet 10-årsregn (L/s/ha)	Dimensionerande flöde 10-årsregn (L/s)	Erforderlig fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )
D	10	228	7	4

## 5.2 Lokal fördröjning på allmän platsmark

Lokal fördröjning i växtbäddar, skelettjord och hålrumsmagasin i gaturummet 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 planerad bebyggelse med lokal fördröjning i gatumarken på allmän platsmark.**

Avrinningsområde	Itererad lokal fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	Specifik magasinvolym (mm)	Varaktighet 10-årsregn med samma volym (min)	Koncentrationstid fr. tabell 1 (min)	Ny koncentrationstid (min)	Ny regnintensitet 10 årsregn (l/s,ha)
A	103	17	10	8	18	160
B	20	46	200	5	200	30
C	86	33	65	7	72	63

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

Avrinningsområde	Flöde från allmän plats- (L/s)	Flöde för allmän plats- + kvartersmark (L/s)
A	119	219
B	2	2
C	17	57



### 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 48 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 48 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 48 minuter. För område C gäller att dimensionerande flöde ges av antingen flödet från kvartersmark för ett regn med 42 minuters varaktighet eller flödet för hela området för ett regn med varaktigheten 72 minuter. Baserat på detta resonemang redovisas dimensionerande flöden i Tabell 15. För område B finns bara en typ av lokal fördröjning och därmed bara ett fall, flöde från allmän plats.

**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	119
B	2
C	70

### 5.4 Samlad fördröjning på allmän platsmark

Fördröjningsmagasin för samlad fördröjning på allmän platsmark har översiktligt dimensionerats för 10-årsregn med klimatfaktor på 1,25 enligt ekvation 3 (Svenskt Vatten 2016).

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

Där:

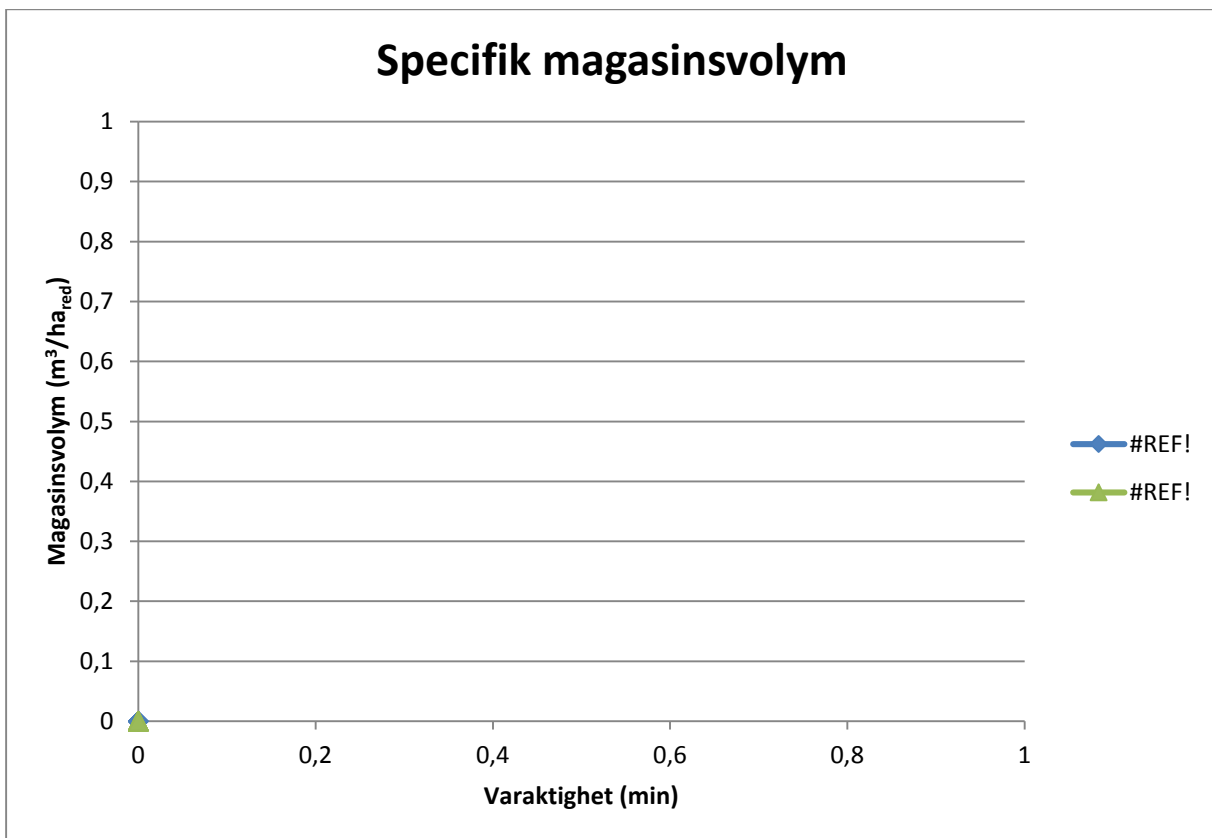
$V$  är specifik magasinsvolym i  $m^3/ha_{red}$ ,  
 $i_{regn}$  är regnintensitet för aktuell varaktighet i L/s,ha,  
 $t_{regn}$  är regnvaraktigheten i minuter,  
 $t_{rinn}$  är rinntid i minuter,  
 $K$  är specifik avtappning från magasinet i L/s,ha<sub>red</sub>

Med rinntiden satt till varaktighet för dimensionerande flöde, enligt Tabell 15, och specifik avtappning enligt Tabell 16, ges erforderlig magasinvolym som maximivärdet av ekvation 3 (Figur 1). Resulterande magasinvolym för 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 redovisas per avrinningsområde redovisas i Tabell 17. För område A har det strypta utflödet satts till dimensionerande flöde som går till stenkistan idag (avrinningsområde 4, Tabell 5) eftersom flödet till stenkistan inte bör öka. För område B och C har strypt utflöde satts efter Nacka kommuns upploppsflödeskrav på 30 L/s till Sickla industriväg. Utflödet per område har viktats efter områdenas reducerade areor. För område B är dimensionerande flödet efter lokal fördröjning lika med erforderligt strypt utflöde varför ingen samlad fördröjning behövs.



Tabell 16: Ansatta strypta utflöden och specifik avtappning, K, för respektive avrinningsområde. K beräknades genom att dela tillåtet utflöde med bidragande områdes reducerade area.

Avrinningsområde	Strypt utflöde (L/s)	Specifikt avtappning, K (L/s,ha <sub>red</sub> )
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 samlad magasinsvolym per avrinningsområde.

Avrinningsområde	Erforderlig magasinsvolym 10-årsregn m. klimatfaktor
A	21
B	0
C	63



## 6.0 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

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

**Tabell 18: Använda marktyper och schablonhalter i µg/L för beräkning av föroreningshalter i dagvatten (Stormtac 2016).**

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
Lokalgata (5)	150	1300	12	30	70	0,20	1,0	1,2	0,060	60000	170	0,007
Blandat grönområde (6)	120	1000	6,0	12	23	0,27	1,8	1,0	0,010	43000	170	0

Resultande 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<sub>tot</sub> = hela områdets föroreningshalt (µg/L)

q<sub>års-medel</sub> = hela områdets årsmedelflöde (l/s) enligt Tabell 9

C<sub>n</sub> = schablonhalt för marktyp n (µg/L) enligt Tabell 18 där n går från 1 till 6

q<sub>n</sub> = 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 årsmedelflöden per marktyp.**

Marktyp	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	Reducerad area (m <sup>2</sup> )	Årsmedelflöde (L/s)	Reducerad area (m <sup>2</sup> )	Årsmedelflöde (L/s)
Tak	6419	0,13	8016	0,21
Gröna tak	0	0	609	0,01
Innergård/Gårdsyta	0	0	1046	0,03
Berg i dagen/Bergsyta	3755	0,08	2786	0,07
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	
	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	121	2,0	117	2,0
N (kväve)	1427	24	1596	28
Pb (bly)	8,3	0,14	6,6	0,11
Cu (koppar)	21	0,35	18	0,30
Zn (zink)	51	0,85	44	0,76
Cd (kadmium)	0,35	0,006	0,42	0,007
Cr (krom)	1,9	0,03	2,5	0,04
Ni (nickel)	2,0	0,03	2,6	0,04
Hg (kvicksilver)	0,04	7×10 <sup>-4</sup>	0,03	5×10 <sup>-4</sup>
SS (suspenderade ämnen)	44 963	745	39 296	677
Olja	138	2,3	120	2,1
BaP (Benso(a)pyren)	0,007	1,2×10 <sup>-4</sup>	0,008	1,3×10 <sup>-4</sup>

## 6.1 Beräkning av föroreningshalter efter rening

Föroreningshalter efter föreslagna reningsåtgärder har beräknats med hjälp av schablonvärden för reningsgrad (Stormtac 2016). Använda schablonvärden redovisas i Tabell 21.

**Tabell 21: Schablonvärden för reningsgrad i % för föreslagna reningsåtgärder för dagvatten för beräkning av föroreningshalter i dagvatten (Stormtac 2016).**

Reningsåtgärd (n)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Magasin med filter (1)	45	15	75	60	70	75	70	55	45	80	85	80
Skelettjord (2)	55	48	83	75	80	85	70	83	50	85	75	75

För beräkningen har något förenklat antagits att vatten från tak och gröna tak leds till magasin med filter och vatten hårdgjorda ytor/lokalgata leds till skelettjordar. För vatten från berg i dagen, grönområden och innergård/gårdsytor har ingen reningsåtgärd alls antagits. Beräkningen har utförts så att en ny renad schablonhalt har beräknats enligt:

$$C_{n\_red} = C_n \times \frac{100 - k_{red}}{100} \quad (5)$$

Där:

$C_{n\_red}$  = reducerad schablonhalt för marktyp n (µg/L) enligt Tabell 18,

$k_{red}$  = schablonvärde för föreslagen reningsåtgärd i %.

Nya massflöden och föroreningshalter ut ur området efter rening har sedan beräknats med ekvation 4 där  $C_n$  bytts ut mot  $C_{n\_red}$ . Resulterande massflöde och föroreningshalter för hela området redovisas i Tabell 22.





**Tabell 22: Resulterande föroreningshalter och massflöde för hela området efter rening.**

Ämne	Planerad bebyggelse	
	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	65	1,1
N (kväve)	1230	21
Pb (bly)	2,0	0,03
Cu (koppar)	6,9	0,12
Zn (zink)	14	0,24
Cd (kadmium)	0,13	0,002
Cr (krom)	1,1	0,02
Ni (nickel)	1,2	0,02
Hg (kvicksilver)	0,02	0,0003
SS (suspen-derade ämnen)	11141	190
Olja	70	1,2
BaP (Benso(a)pyren)	0,002	4x10 <sup>-5</sup>

## 7.0 100-ÅRSREGN

Ett 100-årsregn med varaktigheten 30 minuter har studerats för att belysa konsekvenser vid skyfall (samma typregn som användes i Nacka kommuns skyfallsanalys). Den totala regnvolymen för detta regn per delavrinningsområde har beräknats genom att beräkna genererat flöde per delavrinningsområde med ekvation 1 och 2. Detta flöde har sedan multiplicerats med regnets varaktighet för att få fram en volym. För att kompensera för att avrinningen ökar vid mer intensiva regn har områdenas avrinningskoefficienter ökat enligt Tabell 23. Ökningen har baserats på Svenskt Vattens publikation P110, figur 4.3. En översvämningsvolym, det vill säga vatten som avrinner på markytan när alla fördröjningsmagasin och ledningssystem är fulla har sedan beräknats som skillnaden mellan regnvolymen för 100-årsregnet och summan av beräknade fördröjningsvolym och volym i ledningssystem inom respektive delområde. För att skatta befintlig magasineringskapacitet har en bedömning gjorts att befintligt dagvattensystem kan avbörda ett 2-årsregn (12 mm). Som en jämförelse av vilken förändring planförslaget innebär har 2-årsregnet räknats om till en volym i m<sup>3</sup> per delavrinningsområde. Resultatet redovisas i Tabell 24.

**Tabell 23: Använda avrinningskoefficienter för 100-årsregnet.**

Avrinningsområde	Avrinningskoefficient (-)
A	0,8
B	0,8
C	0,8
D	0,5
E	0,8



## BILAGA A

### Beräkningar Dagvattenutredning Nobelberget

Tabell 24: Beräknade volymer för 100-årsregnet.

Avrinnings- område	Regnvolymer 100- årsregn (m <sup>3</sup> )	Föreslagen fördröjnings- volymer (10- årsregn) (m <sup>3</sup> )	Volymer i ledningsnät (m <sup>3</sup> )	Total magasinerings- volymer planerat (m <sup>3</sup> )	Bedömd magasinerings- volymer bef. förhållanden (m <sup>3</sup> )	Beräknad översväm- nings- volymer (m <sup>3</sup> )
A	827	267	38	305	135	522
B	24	20	4	24	5	0
C	657	314	29	343	107	313
D	65	4	0	4	3	61
E	50	0	0	0	0	50

g:\projekt\2015\1521013\_nobelberget\dagvattenutredning\rapport\06 revidering 170519\bilagaa\_beräkningar\_170621.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 specialistråden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök [golder.com](http://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](mailto:solutions@golder.com)  
[www.golder.com](http://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**

