



Dagvattenutredning Stadsbyggnadsprojekt 9219 Planprogram Henriksdal



<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Per Askling	Uppdragsnr: 603976	Grän nr: 15141	Version: 1.0	Antal Sidor: 45	Antal Bilagor: 7	 SS-EN ISO 9001 
Beställare: Nacka Kommun	Beställares referens: Terese Karlqvist					
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Stadsbyggnadsprojekt 9219 Planprogram Henriksdal						
Författad av: Joel Salzer, Per Askling, Stefan Eriksson, Frida Hammar					Datum: 2017-01-24	
Granskad av: Per Askling					Datum: 2017-01-24	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Postadress Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadress Vattholmavägen 8, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Geosigma har på uppdrag av Nacka kommun utfört en dagvattenutredning för stadsbyggnadsprojekt 9219, Planprogram Henriksdal. Planprogram Henriksdal medför en förtätning i form av fler byggnader för bostäder, kontor och handel vilket innebär förändrade förutsättningar för dagvatten inom programområdet.

Syftet med denna dagvattenutredning är att klarlägga och redogöra för den nuvarande hanteringen av dagvatten inom utredningsområdet, samt att utreda behov och förutsättningar för att implementera LOD-lösningar (lokalt omhändertagande av dagvatten). Föreslagna åtgärder har sin utgångspunkt i de förändringar som föreslås enligt Planprogram Henriksdal, samt att förhållandena för dagvattenrecipienterna inte ska försämrats. Utredningen kommer att utgå från de riktlinjer som finns i Nacka kommuns Dagvattenstrategi, 2008.

Utredningen omfattar:

- Avgränsning av utredningsområde och indelning i delområden utefter avrinningsförutsättningar, topografi och befintligt dagvattennät
- Genomgång av recipienters miljö kvalitetsnormer och uppsatta mål
- Beskrivning av nuvarande markanvändning och översiktliga markförhållanden
- Beskrivning av nuvarande avrinningsförhållanden
- Genomgång av ledningsdimensioner i befintligt dagvattennät, kompletterande inmätningar av vattengångar där data saknades, inventering och statuskontroll av dike och identifiering av utsatta områden där en överbelastning av ledningsnätet kan leda till materiella skador vid en marköversvämning
- Indelning av delområdena i markanvändningskategorier efter avrinningsförutsättningar, för nuvarande och kommande markanvändning.
- Val av avrinningskoefficienter, beräkning av dimensionerande rinntider och återkomsttider för nuvarande och kommande markanvändning
- Beräkning av dimensionerande flöden för nuvarande och kommande markanvändning
- Beräkning av ledningskapaciteter vid utvalda ledningssträckor och jämförelse med beräknade dimensionerande flöden
- Framtagande av schablonhalter från StormTac för de olika markanvändningskategorierna och beräkning av årlig belastning av dagvattenbundna föroreningar för nuvarande och kommande markanvändning

Resultaten från ovanstående moment visar i korthet att:

- De planerade förändringarna leder till större dagvattenflöden från programområdet vilket medför en ökad belastning på dagvattennätet och en ökad risk för överbelastning av vissa ledningssträckor med marköversvämningar som följd
- De planerade förändringarna leder till en ökad belastning på recipienter av dagvattenbundna föroreningar
- Avrinningsförutsättningarna inom programområdet är generellt sett komplicerade på grund av stora höjdskillnader och stor andel berg i dagen. De områden som är lämpliga för dagvattenhantering är begränsade främst på grund av bebyggelse, vägar samt markförlagda ledningar och det är därför viktigt att i ett tidigt skede identifiera dessa och avsätta nödvändiga ytor
- Implementering av fördröjande och renande lösningar för dagvattenhantering är nödvändigt för att inte de planerade förändringarna ska leda till en ökad risk för marköversvämningar och försämrade förutsättningar för recipienten

Utifrån resultaten från ovanstående undersökningar och beräkningar identifierades behov av fördröjande och renande åtgärder samt vilka områden där det bedömdes vara praktiskt genomförbart att implementera lösningar för dagvattenhantering.

Bland annat föreslås att:

- De trädplanteringar som avses anläggas längs med Kvarnholmsvägen anläggs med skelettjordar för att kunna omhänderta dagvatten från omkringliggande väg- och takytor
- Gröna tak bör anläggas på lägre liggande takytor och innergårdar bör utformas med exempelvis växtbäddar som kan omhänderta vatten från takytor
- Gröna ytor vid trafikplatser bör användas för dagvattenhantering genom anläggning av växtbäddar och skelettjordar
- En planerad idrottsplats vid skolområdet i programområdets nordöstra del kan användas som tillfällig översvämningssyta för att undvika materiella skador på omkringliggande byggnader
- En planerad grönyta vid ett centrumområde i programområdets södra del bör anläggas med en öppen dagvattenanläggning, exempelvis en damm, fontän eller kanal
- I programområdets nordöstra del finns idag ett befintligt dike som delvis kulvererat. Det rekommenderas att diket tas i anspråk för dagvattenhantering och förbättras genom att öppna upp den del som är kulvererad, underhållsarbete utförs på den befintliga öppna delen av diket och att diket görs delvis meandrande för att öka reningseffekten

För framtida arbete med dagvattenhantering inom programområdet rekommenderas bland annat att:

- Lyfta upp dagvattenfrågan i ett tidigt skede och belysa vikten av att mark och resurser avsätts för dagvattenhantering, samt vilka krav som ska gälla för dagvattenutsläpp från enskilda fastigheter eller områden
- Lösningar för dagvattenhantering bör omfatta större områden för att effektivisera hanteringen och öppna upp för storskaliga och innovativa lösningar som kan lyfta områdets profil och skapa rekreativa mervärden.
- Förutsättningarna för enskilda lösningar inom varje tillkommande kvarter bör utredas närmre för att bättre kunna bedöma lämplighet och effektivitet
- Fördjupade dagvattenutredningar, antingen efter den indelning av delområden som använts i denna utredning eller efter planerade etapper och utvecklingssteg bör tas fram. I vissa delar av programområdet kan fördjupade utredningar utföras redan idag då det finns risker för marköversvämningar vid stora regnhändelser, även innan den planerade förtätningen genomförs

Innehåll

1	Inledning och syfte	8
1.1	Allmänt om dagvatten	9
2	Material och metod.....	10
2.1	Material och datainsamling	10
2.2	Flödesberäkning.....	10
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	10
2.4	Ledningsdimensionering	11
2.5	Föroreningsberäkning.....	11
2.6	Platsbesök	11
3	Områdesbeskrivning.....	12
3.1	Inledning och avgränsning.....	12
3.2	Hela utredningsområdet.....	13
3.2.1	<i>Avrinningsförhållanden, lågpunkter och översvämningsrisker</i>	14
3.2.2	<i>Recipient – Status</i>	15
3.2.3	<i>Geologi</i>	16
3.3	Delområde 1	17
3.3.1	<i>Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering</i>	18
3.3.2	<i>Område 1a – 1b</i>	18
3.4	Delområde 2	18
3.4.1	<i>Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering</i>	18
3.5	Delområde 3	19
3.5.1	<i>Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering</i>	19
3.5.2	<i>Område 3a – 3e</i>	21
3.6	Delområde 4	22
4	Markanvändning – Nuvarande och kommande	23
4.1	Inledning och avgränsning.....	23
4.2	Delområde 1	24
4.3	Delområde 2	25
4.4	Delområde 3	25
4.5	Delområde 4	26
5	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	27
5.1	Inledning och metodbeskrivning	27
5.1.1	<i>Flödesberäkningar</i>	27
5.1.2	<i>Beräkning av ledningskapacitet</i>	29

5.1.3	<i>Fördröjningsbehov</i>	29
5.1.4	<i>Föroreningsbelastning</i>	29
5.2	Delområde 1	31
5.2.1	<i>Dimensionerande flöden</i>	31
5.2.2	<i>Belastning på dagvattennät</i>	31
5.2.3	<i>Föroreningsbelastning på recipient</i>	32
5.3	Delområde 2	33
5.3.1	<i>Dimensionerande flöden</i>	33
5.3.2	<i>Belastning på dagvattennät</i>	33
5.3.3	<i>Föroreningsbelastning på recipient</i>	34
5.4	Delområde 3	34
5.4.1	<i>Dimensionerande flöden</i>	34
5.4.2	<i>Belastning på dagvattennät</i>	35
5.4.3	<i>Föroreningsbelastning på recipient</i>	37
6	Föreslagna lösningar för dagvattenhantering	38
6.1	Inledning och avgränsning	38
6.2	Delområde 1	38
6.2.1	<i>Gröna tak och innergårdar</i>	38
6.2.2	<i>Planteringar och buskage med skelettjord</i>	39
6.2.3	<i>Fördröjningsmagasin</i>	39
6.2.4	<i>Trädplantering med skelettjordar</i>	39
6.3	Delområde 2	40
6.3.1	<i>Gröna tak och innergårdar</i>	40
6.3.2	<i>Plats med inslag av öppet vatten vid Henriksdalstorget</i>	40
6.3.3	<i>Förgård med rabatter och skelettjord</i>	41
6.4	Delområde 3	41
6.4.1	<i>Meandrande dike eller kanal</i>	41
6.4.2	<i>Gröna tak och innergårdar</i>	42
6.4.3	<i>Trädplantering med skelettjordar</i>	42
6.4.4	<i>Översvämningsyta</i>	42
7	Rekommendationer för fortsatt arbete	43
7.1	Generella rekommendationer	43
7.2	Delområde 1	43
7.3	Delområde 2	44
7.4	Delområde 3	44
	Referenser	45

Bilagor

Bilaga 1 – Områdesavgränsning för dagvattenutredning med flygbildsbakgrund

Bilaga 2 – Programförslag

Bilaga 3 – Indelning av Delområde 1 – 4 och avrinningsförutsättningar för dagvatten

Bilaga 4 – Påverkansområden 1a – 1b och 3a – 3e

Bilaga 5 – Nuvarande markanvändning

Bilaga 6 – Kommande markanvändning

Bilaga 7 – Lösningförslag – exempelbilder och utformning

1 Inledning och syfte

Geosigma har på uppdrag av Nacka kommun utfört en dagvattenutredning inom programområdet för Planprogram Henriksdal. Programområdet utbreder sig i ett område som sträcker sig från Henriksdals trafikplats i väster till Finnboda Park i öster, samt inkluderar även bostads- och skogsområdet på Henriksdalsberget.

Figur 1-1, samt Bilaga 1, visar den ungefärliga avgränsningen av området för denna utredning, vilket i stort motsvarar det område som enligt Nacka kommun avses ingå i Planprogram Henriksdal. Detta område betecknas i fortsättningen i denna utredning som "Utredningsområdet".



Figur 1-1. Översiktskarta över Henriksdal med omgivning. Ungefärlig avgränsning av utredningsområdet visas med en svartstreckad polygon.

Nacka kommuns avsikt med Planprogram Henriksdal är att utreda förutsättningarna för att kunna skapa en tätare och mer blandad stadsmiljö på västra Sicklaön. I samband med detta arbete har en bebyggelsestudie tagits fram, se Bilaga 2. Bebyggelsestudien omnämns i denna utredning som "programförslag". Programförslaget innebär bland annat att utredningsområdet kommer att förtätas med fler bostäder och handels- och kontorsbyggnader. Denna förtätning kommer att leda till att dagvattenförhållandena förändras inom utredningsområdet och för dess recipienter.

Syftet med denna dagvattenutredning är att klarlägga och redogöra för den nuvarande hanteringen av dagvatten inom utredningsområdet, samt att utreda behov och förutsättningar för att implementera LOD-lösningar (lokalt omhändertagande av dagvatten). Föreslagna åtgärder har sin utgångspunkt i de förändringar som föreslås enligt Planprogram Henriksdal, samt att förhållandena för dagvattenrecipienterna inte ska försämrats. Utredningen kommer att utgå från de riktlinjer som finns i Nacka kommuns Dagvattenstrategi, 2008.

1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är dagvattnets flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Framst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Det insamlade bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta med höjddata (erhållet från beställare)
- Bebyggelseförslag och övrigt underlagsmaterial till Planprogram Henriksdal (erhållet från beställare)
- Skyfallsanalys för västra Sicklaön (erhållet från beställare)
- Digitalt ledningskartverk (erhållet från beställare)
- Statistik över trafikintensitet från www.trafikia.se
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator

2.2 Flödesberäkning

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

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

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

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande 5, 20-, eller 100-årsregn och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med delområdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P90 (Svenskt Vatten, 2004) och StormTac v. 2015-04.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet, och arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vattens publikation P104 (Svenskt Vatten, 2011) rekommenderar generellt en klimatfaktor mellan 1,05 - 1,30 beroende på i vilken del av Sverige planområdet ligger. I denna utredning har en klimatfaktor på 1,2 ansatts för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder.

Vid beräkning av årsflöden har en genomsnittlig årsnederbörd om 636 mm/år använts.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs enligt sambandet (Larm & Alm, 2014):

$$V_{dmax} = 60 \cdot t_r \cdot (Q_{dim} - Q_{out}/1000) \quad (\text{Ekvation 2})$$

där V_{dmax} är den dimensionerande utjämningsvolymen (m^3) och Q_{out} är den maximala avtappningen från området.

V_{dmax} beräknas som en maxfunktion av olika Q_{dim} och t_r och sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten, som behöver fördröjas eller utjämnas.

2.4 Ledningsdimensionering

En ny utgåva av Svenskt Vattens P90 ska inom kort publiceras och i denna har bland annat kriterierna för ledningsdimensionering ändrats. På begäran av beställare har dessa kriterier använts i denna utredning för jämförelse av dimensionerande flöden och ledningskapacitet. Enligt nyutgåvan av Svenskt Vattens P90 är minimikraven på återkomsttider för dimensionering av nya dagvattensystem och marköversvämning i tätortsbebyggelse följande:

- Återkomsttid för regn vid fylld ledning, 5 år
- Återkomsttid för trycklinje i marknivå med marköversvämningar som följd, 20 år
- Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader, >100 år

Beräkningar av ledningskapacitet i befintligt dagvattennät utförs översiktligt enligt ett Colebrooksdiagram (Svenskt Vatten, 2004). Höjddata för vattengångar och ledningsdimensioner har erhållits från digitalt kartunderlag och där data saknas har inmätningar med RTK-GPS utförts.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningshalter i dagvattnet baseras på schablonhalter som har hämtats från modellverket StormTac v. 2015-04. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.6 Platsbesök

Platsbesök inom Utredningsområdet utfördes den 30 juni 2015. Det huvudsakliga syftet med platsbesöket var att dokumentera relevant information kring terräng och topografi som inverkar på dagvattenavrinningen, samt att få en bild av markförhållandena inom utredningsområdet och en bättre förståelse för dess karaktär.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Inledning och avgränsning

Utredningsområdet har inom ramen för denna rapport indelats i fyra delområden baserat på:

- avrinningsförutsättningar för dagvatten i ledningar och på mark, enligt Figur 3-1
- att tre av delområdena har separata dagvattennät och avrinner till olika recipienter

I Figur 3-1 finns tre punkter ("Punkt för flödesberäkning"), som motsvarar punkter i dagvattennätet, som valts för att utföra beräkningar av dagvattenflöden i respektive delområde. Punkterna har valts utifrån att de sannolikt motsvarar de platser där dagvattenflödena från utredningsområdet är som störst.

Indelningen i delområden är översiktlig och baseras på erhållna ledningskartor, höjdkurvor, samt observationer gjorda vid platsbesök. Delområdena anses vara tillräckligt precist indelade för att få en bild av de olika avrinningsförhållandena för dagvattnet inom utredningsområdet. Rapporten är i fortsättningen till stora delar indelad efter delområdena.

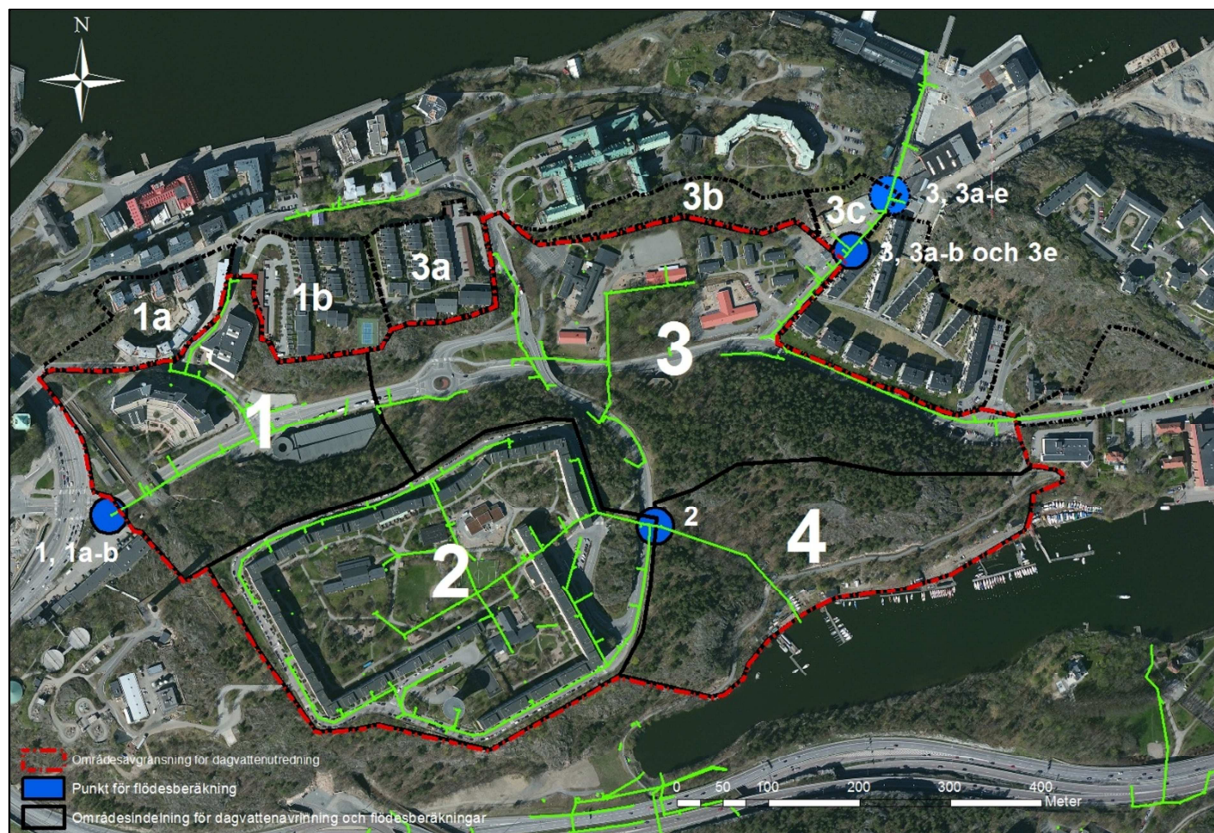
Figur 3-1 kan också ses i Bilaga 3.



Figur 3-1. Flygbild över Henriksdal med omgivning. På bilden ses områdesavgränsningen för dagvattenutredningen, områdesindelning i Delområde 1 – 4, befintligt dagvattennät och valda punkter för flödesberäkningar.

I samråd med Nacka kommun har även ett antal områden utanför utredningsområdets avgränsning identifierats, vilka bedöms ha en påverkan på de dimensionerande flödena i de utvalda beräkningspunkterna och berörda dagvattenledningarna. Två områden avrinner mot Delområde 1 (1a – 1b) och fem områden avrinner mot Delområde 3 (3a – 3e), varav två av dessa först ansluter till dagvattennätet utanför avgränsningen av Delområde 3. Områdena visas i Figur 3-2 och kan ses i Bilaga 4. Dessa områden behandlas i

delområdesbeskrivningarna i Kapitel 3-3 – 3-6 och i samband med flödesberäkningar och kontroll av ledningskapacitet i Kapitel 5, samt vid dimensionering av eventuella anläggningar för dagvattenhantering i Kapitel 6. Områdena behandlas inte i samband med beräkningar av föroreningsbelastning och påverkan på recipient i Kapitel 5.



Figur 3-2. Flygbild över Henriksdal med omgivning. På bilden ses områdesavgränsningen för dagvattenutredningen, områdesindelning i Delområde 1 – 4, områdena 1a – 1b samt 3a – 3e, befintligt dagvattennät och valda punkter för flödesberäkningar.

I Kapitel 3-2 nedan beskrivs hela utredningsområdets karaktär, status på dagvattenrecipient och geologi översiktligt då en del av informationen är gemensam för alla delområden. I kapitel 3-3 – 3-6 beskrivs avrinningsförhållanden och dagvattenhantering specifikt för Delområde 1 – 4.

3.2 Hela utredningsområdet

Utredningsområdet är cirka 38 hektar stort och kännetecknas av stora topografiska skillnader, från cirka +45 meter över havet på Henriksdalsberget och Henriksborg till cirka +8 meter över havet vid Finnboda i utredningsområdets östra del. Kvarholmsvägen skär igenom utredningsområdet kantad av brant stupande och delvis skogsbeväxtade bergssidor, framför allt av Henriksdalsberget som angränsar hela den södra sidan av Kvarholmsvägen. På den norra sidan av Kvarholmsvägen, från väster, ligger Danviks center följt av branta klippor upp mot bostadsområdet Henriksborg. Därefter går Kvarholmsvägen under Danvikshemsvägen/Henriksdalsbacken och fortsätter österut, mot Finnboda Park, kantad av i tur och ordning: ett skolområde, en före detta kyrkogård, en förskola och bostäder.

Figur 3-3 visar fotografier från platsbesök i utredningsområdet.



Figur 3-3. Fotografier från Utredningsområdet tagna under platsbesök. Övre fotografiet till vänster är fotograferat vid början av Henriksdalsbacken av Kvarholmsvägen västerut mot Danviks center. Övre fotografiet till höger är fotograferat vid Danvikshemsvägen början, mot del av Henriksdalsbergets norra sida. Nedre fotografiet till vänster är fotograferat från Danviks center av Kvarholmsvägen västerut mot passagen under järnvägsbron. Nedre fotografiet till höger är fotograferat från Henriksdalsbergets norra sida mot söder och visar Danvikshemsvägen/Henriksdalsbacken, klipporna upp mot Henriksborg, samt Danvikshem och Vilans skola till höger i fotografiet.

3.2.1 Avrinningsförhållanden, lågpunkter och översvämningsrisker

Utredningsområdet avvattnas via gallerbrunnar, stuprör, dräneringar och diken till det kommunala dagvattennätet.

Grundvattenbildning i jordlager sker sannolikt i viss omfattning i utredningsområdets östra del där det förekommer något djupare jordlager. I övrigt består de oexploaterade områden till stora delar av sluttande områden med berg i dagen eller ytligt berg. Sannolikt sker avrinning på mark till dagvattennätet i vägar, särskilt från de branta partierna av Henriksdalsberget som sluttar mot Kvarholmsvägen.

Naturliga lågpunkter finns i utredningsområdets östra del vid Finnboda och vid Svindersviken i den sydöstra delen. En konstgjord lågpunkt finns där Kvarholmsvägen går under järnvägsbron i utredningsområdets västra del.

Nacka kommun har i samband programarbetet låtit göra en övergripande skyfallsanalys för hela västra Sicklaön för att identifiera eventuella riskområden vid extrema regnhändelser (Nacka kommun, 2014). Resultatet från analysen visar bland annat att det inom utredningsområdet finns potentiella riskområden för översvämningar vid järnvägsbron över Kvarnholmsvägen, i ett område inom bostadsområdet på Henriksdalsberget, vid Vilans skola och bostadsområdet som angränsar Finnboda, se Figur 3-4 (Nacka kommun, 2014). Observationer gjorda vid platsbesöket bekräftade att området vid järnvägsbron och Vilans skola är potentiella riskområden, men inga observationer indikerade att området inom bostadsområdet på Henriksdalsberget skulle vara ett riskområde för översvämningar.



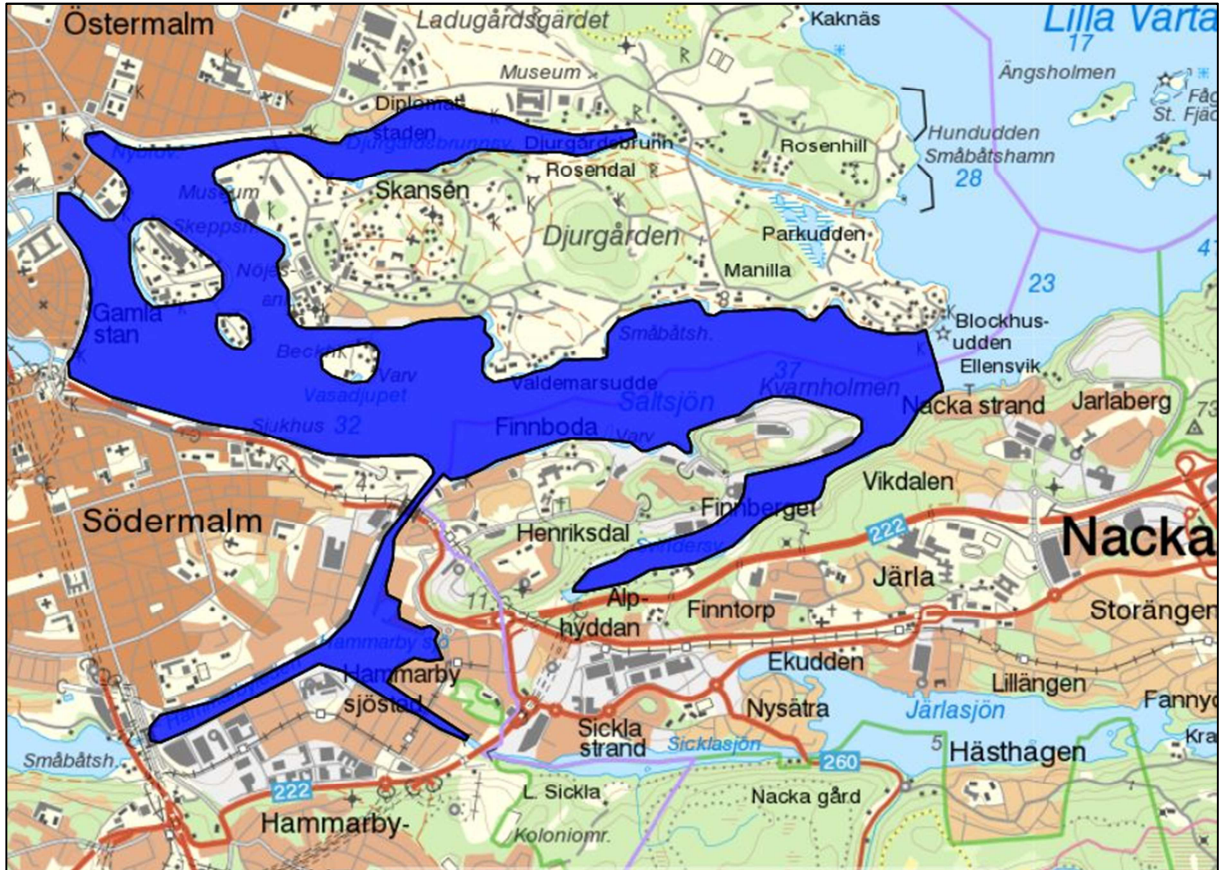
Figur 3-4. Skyfallsanalys med beräknat maximalt översvämningsdjup (m) i samband med ett återkommande 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 (Nacka kommun, 2014). Svartstreckad polygon visar utredningsområdets ungefärliga avgränsning.

3.2.2 Recipient – Status

Dagvattennätet och den naturliga avrinningen från utredningsområdet avrinner till Svindersviken och Saltsjön. Dessa ingår i Strömmens ytvattenförekomst, se Figur 3-5.

Strömmen är klassad som ett kraftigt modifierat vatten på grund av kraftig och långvarig påverkan av hamnverksamhet och tidigare industrier.

Enligt länsstyrelsens VattenInformationsSystem i Sverige, VISS har Strömmen måttlig ekologisk potential på grund av problem med näringsämnen, och uppnår inte god kemisk ytvattenstatus på grund av överskridande halter av tributyltennföreningar, bly, antracen och pentabromerad difenyleter (PBDE).



Figur 3-5. Strömmens ytvattenförekomst (VISS).

De fastställda miljö kvalitetsnormer som gäller för Strömmen är måttlig ekologisk status med en tidsfrist till år 2027 där problemen beror på övergödning och morfologiska förändringar.

Den kemiska statusen uppnår ej god kemisk ytvattenstatus med avseende på kvicksilver, bromerade difenyleter (PBDE), bly, antracen, fluoranten och tributyltenn-föreningar. För att få ned förekomsten av dessa ämnen krävs tid och tekniska medel, vilket gör att vattendraget har fått undantag med avseende på dessa ämnen och tidsfristen är därmed satt till år 2027.

3.2.3 Geologi

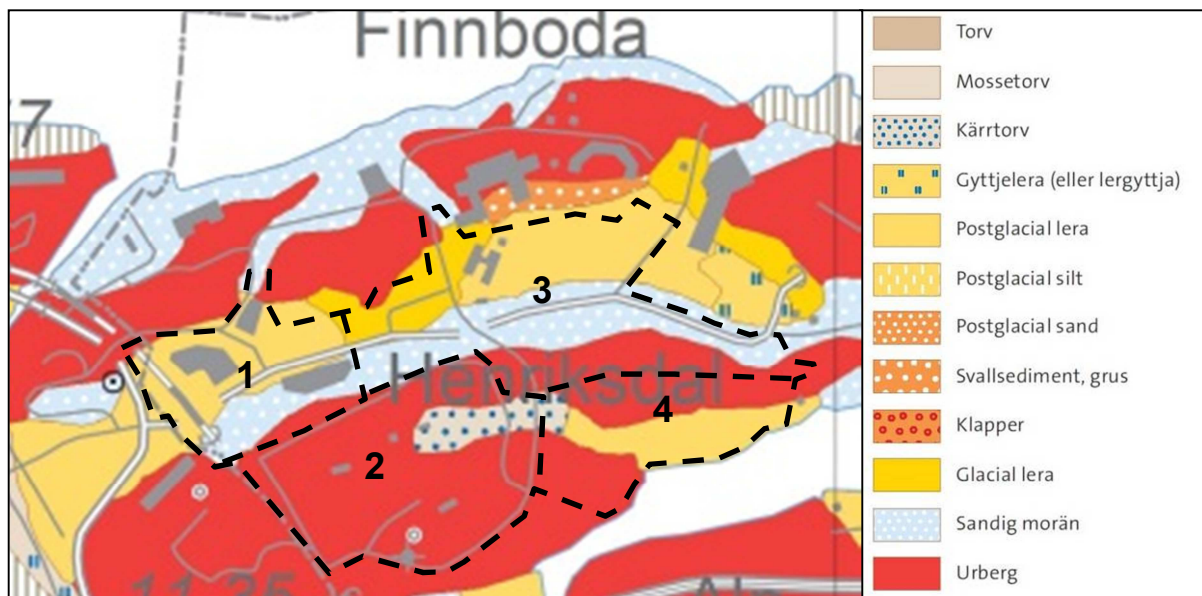
Figur 3-6 och 3-7 visar jordarts- och jorddjupskartor för utredningsområdet framtagna med SGUs kartgenerator. Geologin kan grovt indelas i en nordlig och en sydlig del.

Den norra delen består växelvis av postglacial och glacial lera med jorddjup på cirka 1 – 5 meter. Längst i norr finns även partier med berg i dagen. En sektion med sandig morän med jorddjup på cirka 0 – 3 meter skär genom den centrala delen av utredningsområdet.

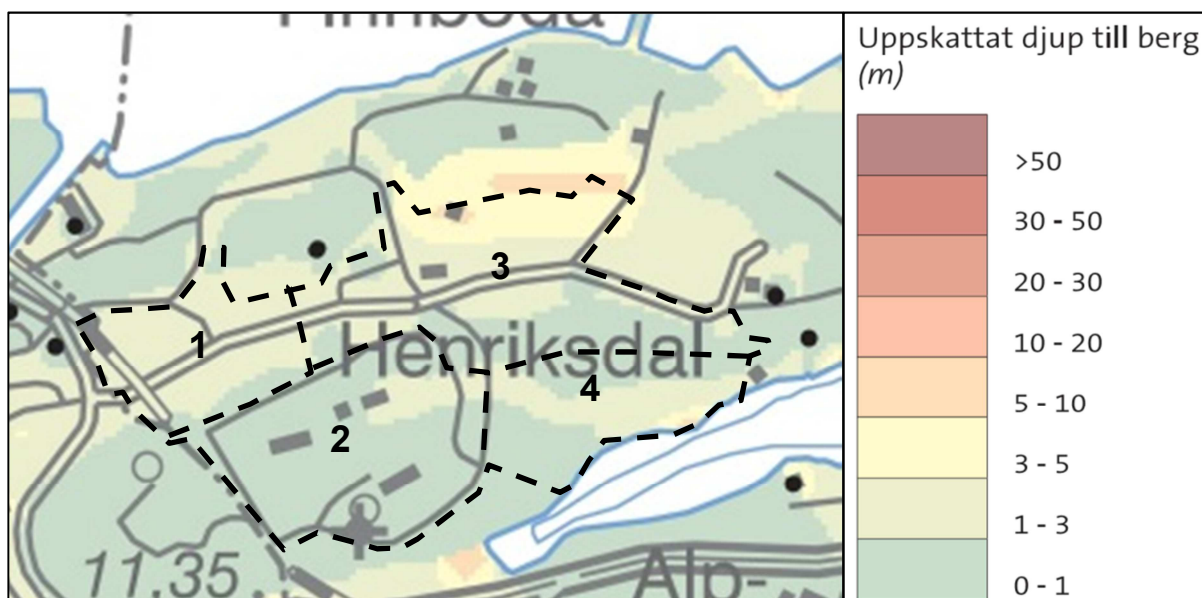
Den södra delen består övervägande av berg i dagen eller tunna jordlager ovanpå berg med jorddjup på 0 – 1 meter. På Henriksdalsberget finns ett mindre parti med kärrtorv följt av ett stråk med postglacial lera som sträcker sig österut mot Svindersviken med jorddjup på cirka 1 – 3 meter.

Då stora delar av den nordliga delen är bebyggd är sannolikt merparten av de naturliga jordlagren bortgrävda och ersatta av fyllnadsmassor.

SGUs kartor är översiktliga, och jordartskartan bedömer bara den övre halvmeteren, och bör därför endast ses som en grov bild av den verkliga situationen.



Figur 3-6. Jordarter enligt jordartskartan från SGUs kartgenerator. Svartstreckad polygon visar ungefärlig avgränsning för utredningsområdet, samt indelning i delområden.



Figur 3-7. Jorddjup enligt jorddjupskartan från SGUs kartgenerator. Svartstreckad polygon visar ungefärlig avgränsning för utredningsområdet, samt indelning i delområden.

3.3 Delområde 1

Delområde 1 är cirka 6,8 hektar stort och inkluderar Henriksdals stationsområde, Danviks center, två parkeringsgarage, två byggnader vid Hästholmsvägen/Västra Finnbodavägen, samt en del av Kvarnholmsvägen, Hästholmsvägen och Västra Finnbodavägen. I nordöst och i söder finns två branta partier med berg i dagen eller delvis bevuxna bergspartier.

Området är kuperat och lutar generellt från områdets södra och norra del åt norr respektive söder mot Kvarnholmsvägen. Höjderna inom området varierar från cirka +5 vid järnvägsbron över Kvarnholmsvägen till +50 högst uppe på slutningen på Henriksdalsberget.

Enligt miljöredovisningen för planprogram Henriksdal (Nacka kommun, 2015) finns tre potentiellt förorenade områden inom Delområde 1.

3.3.1 Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Dagvattenledningar (Ø 225 – 300) i Hästholmsvägen och Västra Finnbodavägen rinner åt söder och sydväst ned mot Kvarnholmsvägen. Enligt digitalt kartunderlag mynnar en dikestrumma på den norra sidan av Kvarnholmsvägen strax öster om korsningen Kvarnholmsvägen/Hästholmsvägen. Trummans ursprung eller uppsamlingsområde har inte kunnat fastställas inom ramen för denna utredning.

Naturlig avrinning på mark sker längs med de branta bergssidorna ned mot Kvarnholmsvägen. Den del av Kvarnholmsvägen som ingår i Delområde 1 lutar åt väster ned mot järnvägsbron och Henriksdals trafikplats. Dagvattenledningen (Ø 500 - 600) i Kvarnholmsvägen ansluter till Stockholms stads dagvattennät vid en punkt väster om järnvägsbron. Denna punkt används för flödesberäkningar från Delområde 1, se Figur 3-1 och Bilaga 3. Recipient för detta system är Saltsjön.

Beräkning av ledningskapacitet har utförts på de ledningssträckor där det ackumulerade dagvattenflödet bedöms vara som störst, se Figur 5-1 och Tabell 5-7.

3.3.2 Område 1a – 1b

Område 1a

Delområde 1a är cirka 1,5 hektar stort och ligger direkt norr och nordväst om Delområde 1. Området består till stora delar av flerfamiljshus med gårdsytor, samt ett delvis skogsbeklätt bergigt område. Höjderna varierar från +16 i söder till +35 vid den högsta punkten centralt i området. Området lutar åt söder och sydväst mot Västra Finnbodavägen, Hästholmsvägen och Danviks center.

Området ansluter till samma dagvattennät som Delområde 1 där Västra Finnbodavägen möter Hästholmsvägen.

Område 1b

Delområde 1b är cirka 1,8 hektar stort och ligger norr och nordöst om Delområde 1. Området består av en mindre lokalgata och parkeringsplats, samt den västra delen av bostadsområdet Henriksborg. Området är kuperat, lutar åt väster och nordväst. Höjderna varierar från +23 vid Västra Finnbodavägen i väster och cirka +45 vid den högsta punkten i det sydöstra hörnet av området.

Den precisa sträckningen av dagvattennätet inom området är inte känd men i samråd med beställare har avgränsning enligt Figur 3-2 och Bilaga 4 använts. Dagvattenledningar från området antas ansluta till samma dagvattennät som Delområde 1 där lokalgatan möter Västra Finnbodavägen.

Enligt miljöredovisning för planprogram Henriksdal (Nacka kommun, 2015) finns ett potentiellt förorenat område inom Delområde 1b.

3.4 Delområde 2

Delområde 2 är cirka 11,5 hektar stort och består av ett bostadsområde på Henriksdalsberget med flerfamiljshus, vägytor (Henriksdalsringen), gröna ytor, gång- och cykelvägar, samt ett mindre område med berg i dagen och skog. Området är mestadels plant men bitvis kuperat och ligger högt i förhållande till omgivningen, cirka +42 till +55. Topografin i området lutar i allmänhet åt öster.

3.4.1 Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Området avvattnas genom gallerbrunnar, stuprör och dräneringar till dagvattenledningar under mark (Ø 300 - Ø 600). Vid områdets östra del, mer exakt vid den utsatta punkten för flödesberäkning, se Figur 3-1 och Bilaga 3, möts två dagvattenledningar som fortsätter i ledning (Ø 600) åt öster ned mot Svindersviken, som är recipient. Beräkningar av

ledningskapacitet har utförts på tre ledningssträckor där det ackumulerade dagvattenflödet bedöms vara som störst, se Figur 5-2 och Tabell 5-10.

3.5 Delområde 3

Delområde 3 är cirka 12,8 hektar stort och består i områdets västra del av branta bergssluttningar, gräsytor och vägar. I den södra delen finns ett större område med berg i dagen och ett skogsparti. En före detta kyrkogård i den centrala delen angränsar till ett skolområde med idrottsplats, skolbyggnader och parkeringsytor i den norra delen, samt ett mindre bostadsområde i den östra delen av området.

Området är kuperat med de högsta höjderna +45 till +50 i områdets nordvästra och södra delar. Den södra delen lutar bitvis kraftigt åt norr och regnvatten avrinner sannolikt till viss del på mark ned mot Kvarnholmsvägen. Områdets norra del är mindre brant och lutar från väster till öster (från cirka +20 till +8).

Under den provisoriska förskolan utmed Kvarnholmsvägen finns kända markföroreningar som planeras att saneras vid den slutgiltiga exploateringen. För att ingen exponering av föroreningen ska ske har förskolan särskild grundläggning och marken har fyllts upp med nya massor. Området angränsar till ett tidigare industriområde vid Finnboda i öster där det under lång tid bedrivits storskalig varvs- och verkstadsindustri.

3.5.1 Avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Området avvattnas genom dag- och dränvattenledningar under mark (Ø 225 - Ø 400) som löper längs med Kvarnholmsvägen, Östra Finnbodavägen och Henriksdalsbacken. Ledningar från öster i Kvarnholmsvägen rinner mot Finnboda Varvsväg och fortsätter i ledningar i Finnboda Varvsväg (Ø 400 - Ø 800) mot Saltsjön. Ledningar från Henriksdalsbacken, Östra Finnbodavägen, samt en dräneringsledning och dike längs med Kvarnholmsvägen uppsamlas vid en punkt i det sydvästra hörnet av den före detta kyrkogården. Därifrån leds vatten i ledning (Ø 600) längs med den före detta kyrkogården, först åt norr och därefter åt öster mot Finnboda Varvsväg. Vid den före detta kyrkogårdens nordöstra hörn övergår ledningen, enligt digitalt kartunderlag, till ett öppet dike. Då det saknades information kring dagvattennätet efter den punkt där diket startar gjordes en inventering och inmätning av diket i samband med inmätning av vattengångar i brunnar där data saknades i det digitala kartunderlaget.

Totalt utfördes 20 inmätningar av vattengångar, diken och markytor inom Delområde 3. Utvalda resultat från utförda inmätningar redovisas i Tabell 3-3 och kan ses i Figur 3-10. Det gick inte att utföra precisionsinmätningar i brunnarna DNB1724 och DNB1725 (mellan DNB 1722 och Dike start) på grund av skymmande träd och husfasader. Vid beräkningar av ledningskapacitet för denna ledningssträcka har därför vattengången vid dikets start använts.

Tabell 3-3. Utvalda resultat från utförda inmätningar inom Delområde 3

Brunn-ID/mät punkt	Höjd (RH2000)
DNB1721 VGIN	15,18
DNB1721 VGUT	14,92
DNB1723	11,35
DNB1722	10,62
Dike start	9,94
Dike slut/vg. kulvert	8,87

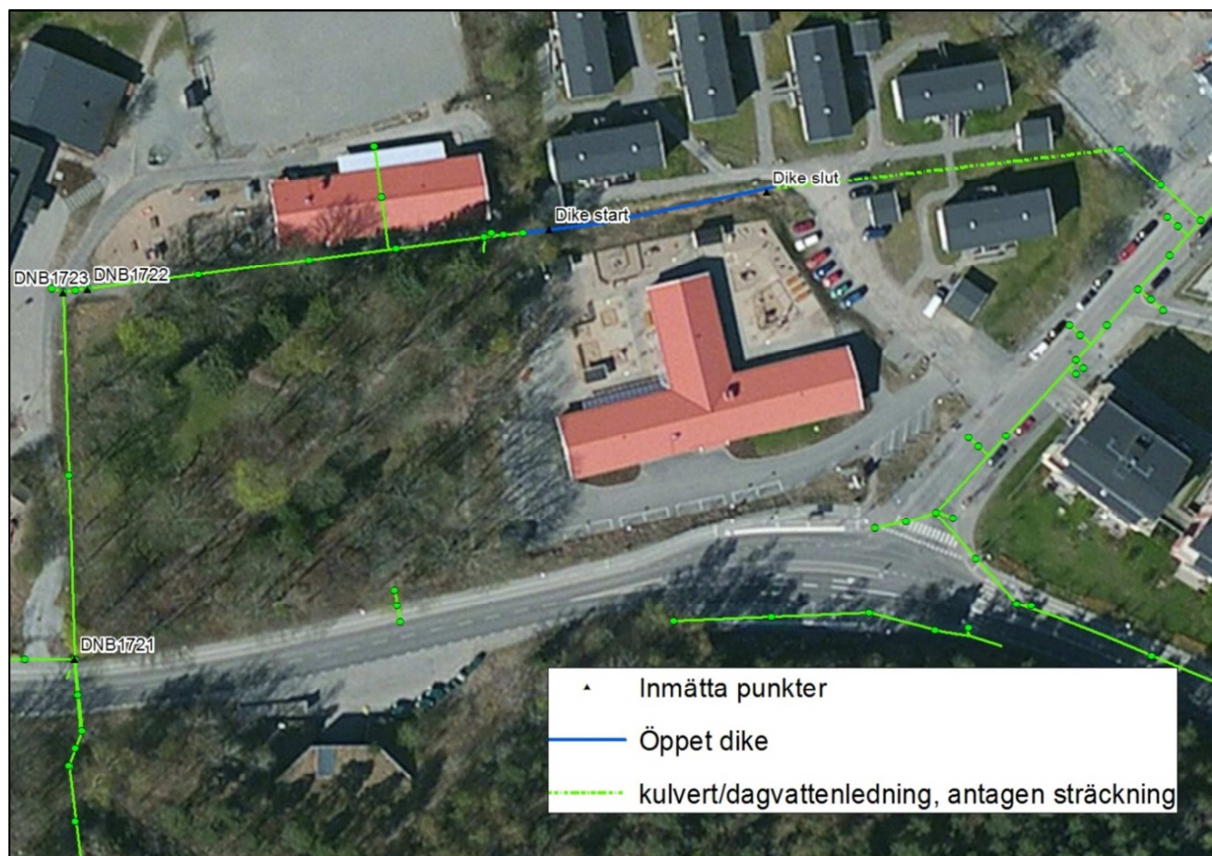
Vid inventeringen framkom att ledningen (Ø 600) som löper längs med den före detta kyrkogården mynnar i ett öppet dike vid kyrkogårdens nordöstra hörn. Mer än halva ledningens dimension är vid mynningen igensatt av sand och sediment, se Figur 3-11.

Diket är cirka 45 meter långt och övergår i en kulvert/ledning (plast, Ø 340) som fortsätter österut. Diket är till stora delar igenväxt av vass och har begränsat kapacitet, se Figur 3-11.

Kulverten/ledningen antas mynna i en dagvattenbrunn (DAS1077) på en parkeringsyta strax nordväst om Finnboda Varvsväg. Ytan används idag som upplagsplats och brunnen var blockerad av byggmaterial varför inga inmätningar av vattengångar har kunnat utföras. Därifrån ansluter en ledning (Ø 500) österut till en dagvattenledning i Finnboda Varvsväg.

Efter den utritade punkten för flödesberäkning, se Figur 3-1 och Bilaga 3, fortsätter ledningen norrut i Finnboda Varvsväg mot utloppet i Saltsjön, som är recipient. I Figur 3-2 och Bilaga 4 har även en andra punkt för flödesberäkning ritats in. Den första punkten för flödesberäkningar inkluderar Delområde 3, 3a, 3b och 3e och den andra punkten inkluderar även Delområde 3c och 3d.

Beräkningar av ledningskapacitet har utförts på ledningar där det ackumulerade dagvattenflödet är som störst, alternativt på ledningar som löper genom utsatta områden sett till översvämningsrisker, se Figur 5-3 och Tabell 5-12.



Figur 3-10. Utförda inmätningar av vattengångar i dagvattenbrunnar och öppet dike i Delområde 3.



Figur 3-11. Fotografi till vänster visar diketets början vid den före detta kyrkogårdens nordöstra hörn. Cirka halva trummans dimension (Ø 600) är ifyllt med sand och sediment. Fotografi till höger visar representativ vegetation i diket.

3.5.2 Område 3a – 3e

Område 3a

Område 3a är cirka 1,4 hektar stort och ligger norr om den nordvästra delen av Delområde 3. Området består av en mindre lokalgata och parkeringsplats, samt den östra delen av bostadsområdet Henriksborg. Området är kuperat och lutar åt öster och nordöst. Höjderna varierar från +27 i öster vid Östra Finnbodavägen och cirka +45 vid den högsta punkten i det sydvästra hörnet av området.

Den precisa sträckningen av dagvattennätet inom området är inte känd men i samråd med beställare har avgränsning enligt Figur 3-2 och Bilaga 4 använts. Dagvattenledningar från området antas ansluta till samma dagvattennät som Delområde 3 där lokalgatan möter Östra Finnbodavägen.

Område 3b

Område 3b är ett cirka 1 hektar stort och avlångt område som ligger mellan Danvikshem och den norra delen av Delområde 3. Området består av bergiga och skogsbeklädda sluttningar som lutar åt söder ned mot Delområde 3.

Höjderna varierar från cirka +30 i norr till +10 i söder. Området är inte anslutet till ett dagvattennät men påverkar sannolikt dagvattennätet inom Delområde 3 i viss grad via markavrinning på sluttningarna mot söder.

Område 3c

Område 3c är cirka 0,5 hektar stort och angränsar det nordöstra hörnet av Delområde 3. Området består av en parkeringsyta och en kontorsbyggnad, samt en bergssluttning som lutar kraftigt åt sydöst.

Området ansluter till dagvattennätet i Finnboda Varvsväg strax nordöst om Delområde 3.

Område 3d

Område 3d är ett cirka 3 hektar stort bostadsområde med flerfamiljshus och parkytor. Området ligger öster om Delområde 3 och lutar svagt åt norr och nordväst.

Området avvattnas genom dag- och dränvattenledningar under mark som ansluter till dagvattennätet i Finnboda Varvsväg strax nordöst om Delområde 3.

Område 3e

Område 3e är cirka 1,1 hektar stort och ligger öster om Delområde 3. Området består av en del av Kvarnholmsvägen och en delvis skogsbeklädd bergssluttning. En del av Gäddviken som består av gamla arbetsbostäder har också inkluderats.

Området avvattnas genom dagvattenledningar i Kvarnholmsvägen som fortsätter in i Delområde 3 vid rondellen i den östra delen av Delområde 3.

3.6 Delområde 4

Delområde 4 består av skogsbeklädda bergssluttningar och berg i dagen som lutar åt söder ned mot Svindersviken. Området är idag inte anslutet till något dagvattennät.

4 Markanvändning – Nuvarande och kommande

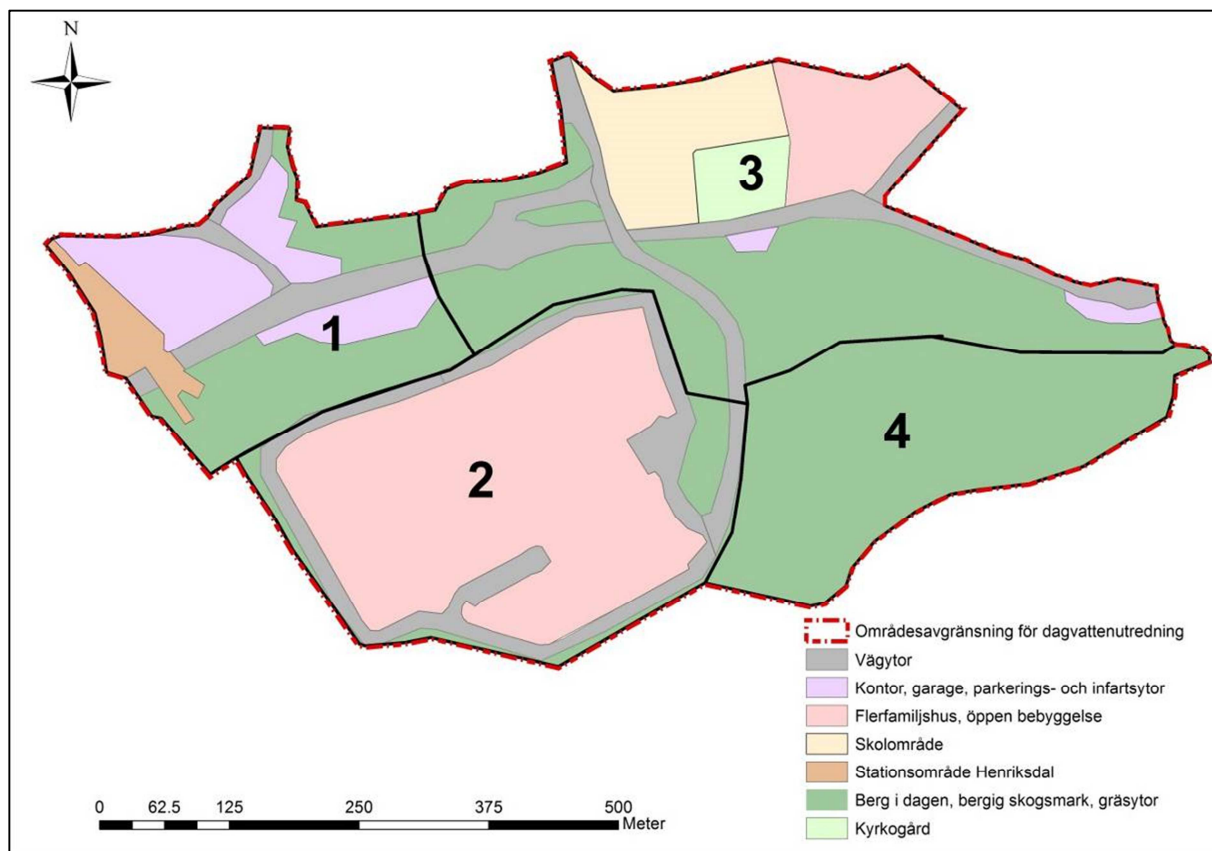
4.1 Inledning och avgränsning

Utredningsområdet och Delområde 1 – 3 indelas efter markanvändningskategorier med olika avrinningsförutsättningar. Indelningen är en skiss som är baserad på erhållet underlag från beställaren och återger inte exakta förhållanden, men ett troligt scenario för den planerade bebyggelsen, enligt programförslaget. Värdena kan ses som en fingervisning för vilka effekter den ändrade markanvändningen kan medföra.

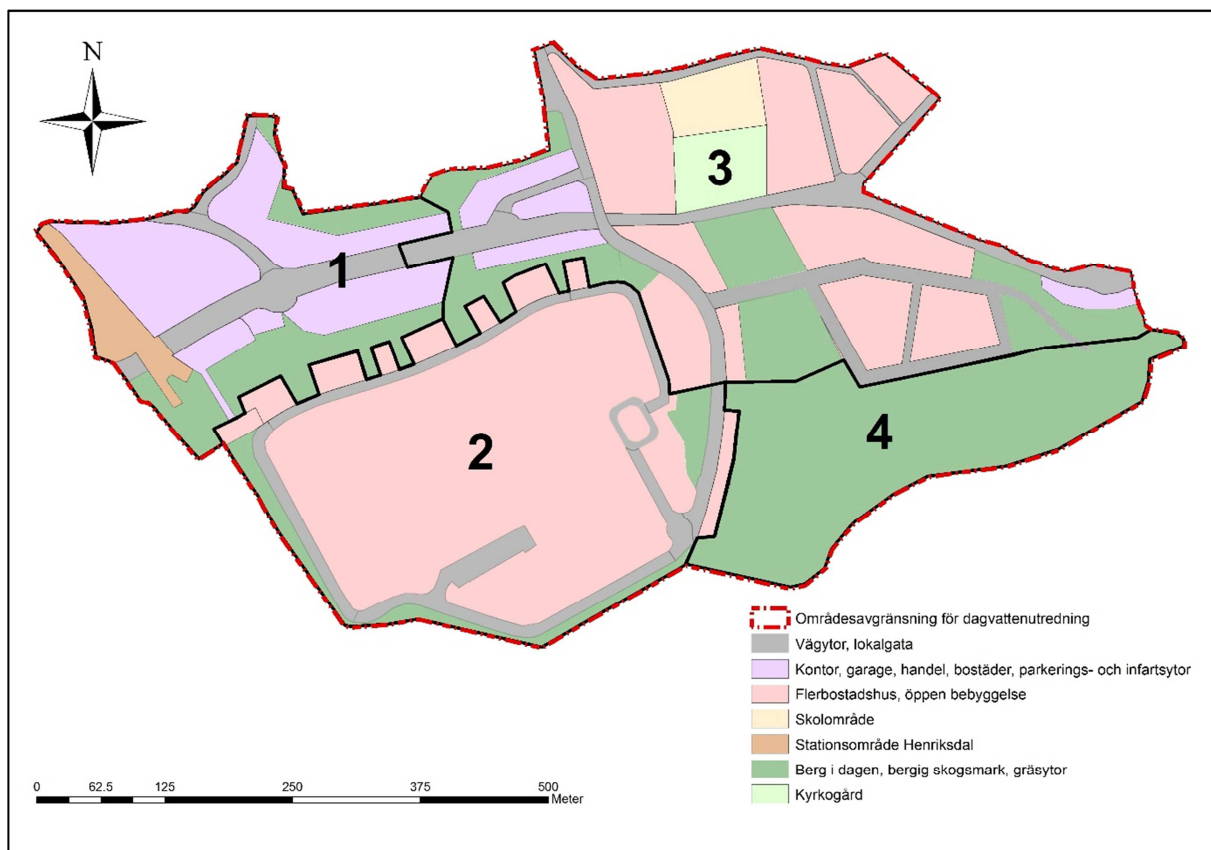
I denna utredning används markanvändningskategorier, vilket underlättar om det behöver göras justeringar och förändringar i kartorna, samt att det bättre illustrerar de förändringar som bebyggelseförslaget medför. Kategorierna är utvalda för att överensstämma med de sammanvägda avrinningskoefficienter som listas i Svenskt Vattens P90 (Svenskt Vatten, 2004) samt de schablonhalter för föroreningar som används i StormTac.

Delområde 1, 2, 3 och 4 ändrar totalstorlek före och efter exploateringen på grund av att placeringen av vissa byggnader innebär att de blir en del av ett annat delområde.

Nuvarande och kommande markanvändning finns i Figur 4-1 och 4-2, samt i Bilaga 5 respektive Bilaga 6. Det finns sannolikt vissa avvikelser i programförslaget i förhållande till indelningen i olika markanvändningskategorier, enligt Figur 4-1 och 4-2, framför allt gällande uppdelningen av de områden som ska bebyggas. Uppdelningen i *flerbostadshus, öppen bebyggelse* och *kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor* enligt Figur 4-1 och 4-2, är baserad på observationer gjorda vid platsbesök kring områdenas karaktär och användningsområde. Dessa observationer har tillsammans med programförslaget även legat till grund för indelningen av markanvändningskategorier för kommande markanvändning.



Figur 4-1. Fördelning av markanvändningskategorier inom utredningsområdet, som visar nuvarande markanvändning inom Delområde 1 – 4.



Figur 4-2. Fördelning av markanvändningskategorier inom utredningsområdet, som visar kommande markanvändning inom Delområde 1 – 4.

4.2 Delområde 1

Tabell 4-1 visar uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier inom Delområde 1. Hårdgjorda ytor såsom tak-, väg-, och parkeringsytor utgör hälften av områdets area. Ändringarna enligt programförslaget medför att dessa ytor ökar med cirka 10 % jämfört med idag på bekostnad av berg i dagen och bergiga skogsmarker. Ökningen består mestadels av nya takytor. De befintliga delvis öppna parkeringshusen längs med Kvarnholmsvägen byts ut mot nya byggnader för kontor, handel och bostäder.

Stationsområde Henriksdal ändras inte som en konsekvens av Planprogram Henriksdal. Stationsområdet ingår dock i SLs projekt för att rusta upp Saltsjöbanan och ska inom ramen för detta projekt byggas om, bland annat med en ny perrong och åtkomstvägar för resenärer. Dessa förändringar beaktas inte inom ramen för denna utredning.

Den totala arean för Delområde 1 reduceras något enligt programförslaget då delar av bergsslutningen som angränsar Henriksdalsringen på Henriksdalsberget bebyggs. Dessa takytor räknas i den kommande markanvändningen som en del av Delområde 2. En del av Delområde 3 blir samtidigt en del av Delområde 1.

Tabell 4-1. Uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier enligt nuvarande och kommande markanvändning inom Delområde 1

Markanvändningskategori	Area, nuvarande (hektar)	Area, kommande (hektar)
Vägytor, lokalgata	1	0,9
Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor	2,4	3,2
Stationsområde Henriksdal	0,7	0,7
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	2,7	1,8
Totalt:	6,8	6,6

4.3 Delområde 2

Tabell 4-2 visar uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier inom Delområde 2. Delområde 2 utgörs övervägande (cirka 75 %) av ett bostadsområde med en blandning av hårdgjorda ytor (tak-, väg- och parkeringsytor) och öppna gröna ytor (gräsytor, lekplatser, buskage och träd).

Ändringar enligt programförslaget medför en ökning med cirka 10 % av flerfamiljshus som byggs längs med delområdets norra sida i ett område som idag är en del av Delområde 1. Vid centrumområdet tillhörande bostadsområdet i den östra delen av delområdet uppförs två byggnader, vilket leder till en viss förändring i fördelningen av väg- och takytor.

Delområdet blir något större enligt programförslaget då delar av Delområde 1 bebyggs och blir en del av Delområde 2.

Tabell 4-2. Uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier enligt nuvarande och kommande markanvändning inom Delområde 2

Markanvändningskategori	Area, nuvarande (hektar)	Area, kommande (hektar)
Vägytor, lokalgata	2,2	1,8
Flerfamiljshus, öppen bebyggelse	8,2	9,4
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	1,1	0,9
Totalt:	11,5	12,1

4.4 Delområde 3

Tabell 4-3 visar uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier inom Delområde 3. Delområde 3 består idag knappt till hälften av skogsbeklädda bergssluttningar och berg i dagen. Programförslaget medför att dessa ytor reduceras med cirka 60 % och ersätts till största delen av flerfamiljshus. Programförslaget har tolkats som att den yta som idag är skolområde ska reduceras med cirka 2/3 och istället bebyggas med flerfamiljshus.

Tabell 4-3. Uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier enligt nuvarande och kommande markanvändning inom Delområde 3

Markanvändningskategori	Area, nuvarande (hektar)	Area, kommande (hektar)
Vägytor, lokalgata	2,4	3,3
Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor	0,2	0,9
Flerfamiljshus, öppen bebyggelse	1,5	5,4
Kyrkogård	0,7	0,7
Skolorråde	1,9	0,6
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	6,1	2,8
Totalt:	12,8	13,7

4.5 Delområde 4

Tabell 4-4 visar uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier inom Delområde 4. Delområde 4 består skogsbeklädda bergssluttningar och berg i dagen. Den enda ändring som följer av programförslaget är att området reduceras något i storlek. Delområde 4 bedöms i övrigt inte ha någon inverkan på dagvattenhanteringen inom utredningsområdet och behandlas inte i följande kapitel i denna utredning.

Tabell 4-4. Uppskattade arealer för olika markanvändningskategorier enligt nuvarande och kommande markanvändning inom Delområde 4

Markanvändningskategori	Area, nuvarande (hektar)	Area, kommande (hektar)
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	6,7	5,4
Totalt:	6,7	5,4

5 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

5.1 Inledning och metodbeskrivning

5.1.1 Flödesberäkningar

Val av avrinningskoefficienter

Avrinningskoefficienter för de olika markanvändningskategorierna inom Utredningsområdet har valts med utgångspunkt från de som listas i Svenskt Vattens P90, samt från StormTac.

Då Delområde 1 – 3 skiljer sig något i karaktär har i vissa fall olika koefficienter använts för samma markanvändningskategori. Dessa skillnader kan till exempelvis vara topografi, vegetationstyp och täthet, eller grad av hårdgjorda ytor. Programförslaget medför en förtätning, vilket påverkar avrinningsförutsättningarna för dagvatten och avrinningskoefficienterna har därför i vissa fall justerats i enlighet med detta.

Notera att små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge stora skillnader vid beräkningar av dagvattenflöden. De angivna avrinningskoefficienterna bör därför ses som ungefärliga.

Använda avrinningskoefficienter för Delområde 1 – 3 för nuvarande och kommande markanvändning listas i Tabell 5-1 – 5-3.

Tabell 5-1. Använda avrinningskoefficienter för nuvarande och kommande markanvändning samt areor inom Delområde 1

Markanvändning – Delområde 1	Nuvarande markanvändning ϕ (-)	Area nuvarande markanvändning (hektar)	Kommande markanvändning ϕ (-)	Area kommande markanvändning (hektar)
Vägytor, lokalgata	0,8	1	0,8	0,9
Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor	0,6	2,4	0,65	3,2
Stationsområde Henriksdal	0,15	0,7	0,15	0,7
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	0,2	2,7	0,25	1,8

Tabell 5-2. Använda avrinningskoefficienter för nuvarande och kommande markanvändning samt areor inom Delområde 2

Markanvändning – Delområde 2	Nuvarande markanvändning ϕ (-)	Area nuvarande markanvändning (hektar)	Kommande markanvändning ϕ (-)	Area kommande markanvändning (hektar)
Vägytor, lokalgata	0,8	2,2	0,8	1,8
Flerfamiljshus, öppen bebyggelse	0,4	8,2	0,45	9,3
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	0,2	1,1	0,25	0,9

Tabell 5-3. Använda avrinningskoefficienter för nuvarande och kommande markanvändning samt areor inom Delområde 3

Markanvändning– Delområde 3	Nuvarande markanvändning ϕ (-)	Area nuvarande markanvändning (hektar)	Kommande markanvändning ϕ (-)	Area kommande markanvändning (hektar)
Vägytor, lokalgata	0,8	2,4	0,8	3,3
Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor	0,6	0,2	0,6	0,9
Flerfamiljshus, öppen bebyggelse	0,4	1,5	0,45	5,4
Skolorråde	0,5	0,7	0,5	0,6
Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor	0,1	1,9	0,15	2,8
Kyrkogård	0,05	6,1	0,05	0,6

Val av rinntid för beräkning av dimensionerande dagvattenflöde

Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden från Delområde 1 – 3 har gjorts vid de punkter som ses i Figur 3-1 och 3-2, enligt beskriven metod i Kapitel 2.2. Regnintensiteter för återkommande 5-, 20- och 100-årsregn (Dahlström, 2010; Svenskt Vatten, 2011) har beräknats baserat på uppskattningar av rinntider för dagvatten inom respektive delområde.

Rinntiden uppskattas genom att uppmäta avstånd inom varje delområde till punkten för flödesberäkning. Beroende på avståndet till punkten indelas området i delareor som bidrar till det maximala dagvattenflödet efter olika tider (regnets varaktighet). Det dimensionerande flödet vid beräkningspunkten erhålls genom att beräkna maxfunktionen utifrån bidragande areor för en viss rinntid och motsvarande regnintensiteter.

Beräkningen förutsätter att dagvattnet rinner i ledningar med en genomsnittlig hastighet på 1 meter/sekund.

Uppskattade rinntider ger en dimensionerande regnintensitet för ett regn med 10 minuters varaktighet för Delområde 1 och Delområde 2, samt ett regn med 20 minuters varaktighet för nuvarande markanvändning och ett regn med 15 minuters varaktighet för kommande markanvändning för Delområde 3. Anledningen till att den dimensionerande regnintensiteten för Delområde 3 ändras är att programförslaget innebär en förtätning och större andel hårdgjorda ytor, vilket medför att en större del av ytorna inom Delområde 3 avrinner snabbare jämfört med idag.

Detta är en förenklad metod och utförda beräkningar bör ses som en grov uppskattning.

Tabell 5-4 visar regnintensiteter för Delområde 1 – 3.

Tabell 5-4. Regnintensiteter för återkommande 2-, 5-, 10-, 20-, och 100-årsregn med 10, 15 och 20 minuters varaktighet

Delområde	Varaktighet (minuter) / återkomsttid (år)	Regnintensitet (liter/sekund/hektar)				
		2	5	10	20	100
1 och 2	10	134	181	228	287	489
3 (nuvarande markanvändning)	20	107	144	181	227	387
3 (kommande markanvändning)	15	89	120	151	190	323

5.1.2 Beräkning av ledningskapacitet

Beräkningar av ledningskapaciteter har utförts enligt beskriven metod i Kapitel 2.4. Höjder för vattengångar, brunn-ID och ledningsdimensioner har hämtats från digitalt kartunderlag och där data saknades har kompletterande inmätningar utförts, se Kapitel 3.5.1. Lutningen har beräknats genom att beräkna höjdskillnaden mellan två brunnar eller punkter och dividera med ledningens/dikets längd. Beräkningar av dikets kapacitet har utförts med uppskattningsmetoder, enligt Vägverkets publikation 1990:1 (Vägverket, 1990). Beräknade ledningskapaciteter har jämförts med beräknade flöden för ett återkommande 5- och 20-årsregn.

5.1.3 Fördröjningsbehov

Den erforderliga utjämningsvolymen har beräknats utifrån ett dimensionerande 10-årsregn. För att fördröja dagvattenflödet tillräckligt för att inte öka belastningen efter exploatering krävs ett effektivt fördröjningsmagasin för områdena på:

- 220 m³ för område 1
- 315 m³ för område 2
- 700 m³ för område 3

5.1.4 Föroreningsbelastning

Schablonhalter och val av riktvärden

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v. 2015-04 använts, se Tabell 5-5. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Indelningen av Delområde 1 – 3 i markanvändningskategorier har anpassats till schablonhalter i Stormtac enligt följande:

- Vägytor, lokalgata – *Väg 5000 fordon/dygn* för Hästholmsvägen, Östra Finnbodavägen, Västra Finnbodavägen, Finnboda Varvsväg, Henriksdalsringen och Henriksdalsbacken enligt nuvarande markanvändning och *Väg 10 000 fordon/dygn* enligt kommande markanvändning. *Väg 10 000 fordon/dygn* för Kvarnholmsvägen enligt nuvarande markanvändning och *Väg 25 000 fordon/dygn* enligt kommande markanvändning (nuvarande trafikintensitet från www.trafikia.se och kommande enligt kommunikation med beställare)
- Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor – *urbant område*
- Stationsområde Henriksdal – *banvall*
- Flerfamiljshus, öppen bebyggelse – *flerfamiljshus*
- Skolorråde – *skolorråde*
- Kyrkogård – *park*

- Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor – skog
- Schablonhalterna jämförs med riktvärden enligt RTK:s riktvärdesindelning (Region- och trafikplanekontoret, 2009) för:
- utsläpp till recipient, Nivå 1M

Tabell 5-5. Schablonhalter för markanvändningskategorier inom Delområde 1 – 3 från StormTac och riktvärden för Nivå 1M, enligt RTK:s riktvärdesindelning

		1M	Väg (fordon/dygn)			Urbant område	Banvall	Flerfamiljs - hus	Skolområde	Park	Skog
			5 000	10 000	25 000						
Fosfor	mg/l	0,160	0,16	0,18	0,24	0,28	0,015	0,3	0,3	0,12	0,035
Kväve	mg/l	2,0	2,4	2,4	2,4	1,85	2,2	1,6	1,6	1,2	0,75
Bly	µg/l	8	8	12	26	20	5	15	15	6	6
Koppar	µg/l	18	30	38	64	22	23	30	30	15	6,5
Zink	µg/l	75	97	164	365	140	45	100	100	25	15
Kadmium	µg/l	0,4	0,31	0,34	0,45	1	0,3	0,7	0,7	0,3	0,2
Krom	µg/l	10	9	11	17	5	3,9	12	12	3	0,5
Nickel	µg/l	30	6	8	14	8,5	5,9	9	9	2	0,5
Kvicksilver	µg/l	0,03	0,080	0,080	0,080	0,05	0,01	0,025	0,03	0,02	0,005
Suspenderad substans	mg/l	40	75	87	121	100	12	70	70	49	34
Olja (mg/l)	mg/l	0,4	0,8	0,81	0,87	1,5	0,11	0,7	0,7	0,2	0,1
PAH (µg/l)	µg/l	-	0,3	0,5	1,1	0,6	0,15	0,6	0,6	-	-
Benso(a)pyren	µg/l	0,03	0,015	0,020	0,035	0,1	0,05	0,1	0,05	-	-

Årsbelastningen av dagvattenbundna föroreningar till recipient kan ses i Tabell 5-8 och har beräknats i StormTac utifrån följande parametrar:

- Schablonhalter för markanvändningskategorier inom Delområde 1 – 3 från StormTac
- Fördelning av markanvändning inom Delområde 1 – 3, enligt Tabell 4-1 – 4-3 och avrinningskoefficienter, enligt Tabell 5-1 – 5-3
- Årsnederbörd på 636 mm

Den föreslagna reningen i makadammagasin och skelettjordar har en bra reningseffekt mycket tack vare att suspenderad substans sedimenterar. Den föreslagna reningen medför lägre halter efter exploateringen jämfört med dagens halter som släpps ut direkt till recipient utan rening.

Makadammagasin har en bra rening, gällande metaller och suspenderad substans, och en god flödesutjämnande förmåga (Nilsson, 2013). För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 50 %, och för samtliga tungmetaller över 50 %:

Zink, bly, koppar, krom	cirka 70 – 80 %
Kadmium, nickel	cirka 50 – 60 %

5.2 Delområde 1

5.2.1 Dimensionerande flöden

Beräknade dagvattenflöden vid angiven beräkningspunkt enligt Figur 3-2 för nuvarande- och kommande markanvändning inom Delområde 1 kan ses i Tabell 5-6.

Beräkningarna visar att programförslaget medför en ökning av dagvattenflödena från Delområde 1 med cirka 20 %.

Tillskottet av dagvatten från Delområde 1a och 1b motsvarar cirka 40 % av det totala flödet från Delområde 1 för kommande markanvändning.

Tabell 5-6. Beräknade dagvattenflöden för nuvarande och kommande markanvändning vid dimensionerande flöden för 2-, 5-, 10-, 20- och 100-årsregn med 10 minuters varaktighet (134, 181, 228, 287 respektive 489 liter/sekund·hektar), samt en årsnederbörd på 636 mm. Årsflöden är justerade med klimatfaktorn 1,2

	<u>2-årsregn</u>	<u>5-årsregn</u>	<u>10-årsregn</u>	<u>20-årsregn</u>	<u>100-årsregn</u>	<u>Årsmedelflöde</u>	<u>Årsflöde</u>
Enhet	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	kubikmeter/år
Nuvarande	387	523	658	828	1 411	0,7	22 018
Kommande	471	637	801	1 008	1 718	0,85	26 826
Procentuell ändring:	+ 20 %						
Påverkan från Delområde 1a och 1b	274	370	465	585	997	0,49	15 569
Totalt kommande:	745	1 007	1 266	1 593	2 715	1,34	42 395

5.2.2 Belastning på dagvattennät

Utförda beräkningar av ledningskapaciteter på ledningssträckor, enligt Figur 5-1 och Tabell 5-7 visar att dessa ledningar enligt nuvarande- eller kommande markanvändning inte är dimensionerade för att kunna rymma ett dimensionerande flöde från ett återkommande 5- och 20-årsregn. Vid ett sådant regntillfälle finns därmed stor risk för att marköversvämningar kan uppstå. Baserat på topografiska förutsättningar ansamlas sannolikt den största mängden vatten i viadukten under järnvägsbron. Detta bekräftar även av skyfallsanalysen för Västra Sicklaön (Nacka kommun, 2014) där detta område identifierades som ett riskområde för översvämningar.

Tabell 5-7. Beräkningar av ledningskapaciteter inom Delområde 1.

	Brunn-ID	Dimension (Ø mm)	Längd (m)	Lutning (‰)	Ungefärlig kapacitet (l/s)
Ledning 1	DNB1711-DNB3475	500	114	41,4	800
Ledning 2	DNB3475-DNB3483	600	66	9,8	650



Figur 5-1. Ledningssträckor där kapacitetsberäkningar utförts inom Delområde 1. Blå cirkel markerar punkten för flödesberäkningar.

5.2.3 Föroreningsbelastning på recipient

Den årliga belastningen av dagvattenbundna föroreningar från Delområde 1 för nuvarande och kommande markanvändning kan ses i Tabell 5-8. Genomförandet av programförslaget medför en ökning av samtliga ämnen med cirka 20 – 65 % och därmed en ökad belastning på recipienten (Saltsjön).

Tabell 5-8. Årlig föroreningsbelastning för markanvändningskategorier inom Delområde 1 – 3 beräknat från schablonhalter i StormTac

	Enhet	Delområde 1		Delområde 2		Delområde 3	
		nuvarande	kommande	nuvarande	kommande	nuvarande	kommande
Area	hektar	6,8	6,6	11,5	12,1	12,8	13,7
Årsflöde	kubikmeter/år	22 018	26 826	40 144	44 304	32 322	50 458
Fosfor	kg/år	3,6	5,2	8,2	9,8	5,5	9,2
Kväve	kg/år	34	41,7	63	66,8	51,5	67,7
Bly	kg/år	0,3	0,4	0,41	0,52	0,32	0,60
Koppar	kg/år	0,4	0,6	1	1,2	0,79	1,3
Zink	kg/år	2,1	3,5	3,3	4,3	2,9	5,7
Kadmium	kg/år	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Krom	kg/år	0,11	0,15	0,36	0,43	0,26	0,42
Nickel	kg/år	0,12	0,18	0,26	0,32	0,19	0,33
Kvicksilver	kg/år	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Suspenderad substans	kg/år	1 491	2 062	2 405	2 748	1 969	3 037
Olja (mg/l)	kg/år	18,5	25,9	24,2	26,7	18,9	29,1
PAH (µg/l)	kg/år	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Benso(a)pyren	kg/år	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

5.3 Delområde 2

5.3.1 Dimensionerande flöden

Beräknade dagvattenflöden vid angiven beräkningspunkt enligt Figur 3-2 för nuvarande- och kommande markanvändning inom Delområde 2 kan ses i Tabell 5-9. Beräkningarna visar att programförslaget medför en ökning av dagvattenflödena från Delområde 2 med cirka 10 %.

Tabell 5-9. Beräknade dagvattenflöden för nuvarande och kommande markanvändning vid dimensionerande flöden för 2-, 5-, 10-, 20- och 100-årsregn med 10 minuters varaktighet (181, 287 respektive 489 liter/sekund·hektar), samt en årsnederbörd på 636 mm. Årsflöden är justerade med klimatfaktorn 1,2

	<u>2-årsregn</u>	<u>5-årsregn</u>	<u>10-årsregn</u>	<u>20-årsregn</u>	<u>100-årsregn</u>	<u>Årsmedelflöde</u>	<u>Årsflöde</u>
Enhet	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	kubikmeter/år
Nuvarande	705	954	1 199	1 510	2 572	1,3	40 144
Kommande	<u>778</u>	<u>1 052</u>	<u>1 324</u>	<u>1 666</u>	<u>2 839</u>	<u>1,4</u>	<u>44 303</u>
Procentuell ändring:	<u>+ 10 %</u>						

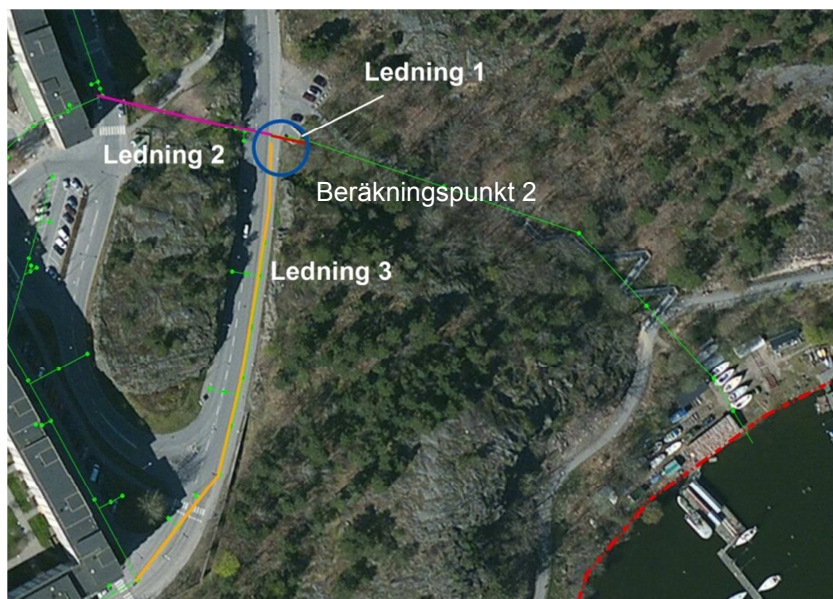
5.3.2 Belastning på dagvattennät

Utförda beräkningar av ledningskapaciteter på ledningssträckor enligt Figur 5-2 och Tabell 5-10 visar att Ledning 1 idag inte är dimensionerad för att kunna rymma ett dimensionerande flöde från ett återkommande 5- och 20-årsregn. Vid ett sådant regntillfälle finns därmed stor risk för att marköversvämningar kan uppstå. Baserat på topografiska förutsättningar strömmar översvämmande vatten sannolikt längs med sluttningen ned mot Svindersviken, alternativt nedför Henriksdalsbacken mot Delområde 3. Ledningen i naturmarken ner mot Svindersviken har en tillräcklig kapacitet för att omhänderta större flöden än förväntade 5- och 20-årsflöden för Delområde 2, då snittlutningen ner mot Svindersviken är ca 19 % och kapaciteten överstiger 2 000 liter/sekund.

Ledning 2 har kapacitet att rymma flöden från ett 5- och 20-årsregn från hela Delområde 3. Ledning 3 är idag underdimensionerad sett till flöden från hela Delområde 2. Den del av Delområde 2 som avrinner via Ledning 3 är sannolikt cirka hälften eller mindre av det totala flödet. Dock finns det fortsatt en viss risk för överbelastning och marköversvämningar. Baserat på topografiska förutsättningar skulle översvämmande vatten troligtvis rinna nedför Henriksdalsbacken och därmed belasta dagvattenledningar inom Delområde 3.

Tabell 5-10. Beräkningar av ledningskapaciteter inom Delområde 2

	Brunn-ID	Dimension (Ø mm)	Längd (m)	Lutning (‰)	Ungefärlig kapacitet (l/s)
Ledning 1	DNB1816-DNB1913	600	13	10	650
Ledning 2	DNB1731-DNB1816	600	60	68,33	1 800
Ledning 3	DNB1798-DNB1816	400	165	39,6	450



Figur 5-2. Ledningssträckor där kapacitetsberäkningar utförts inom Delområde 2. Blå cirkel markerar punkten för flödesberäkningar.

5.3.3 Föroreningsbelastning på recipient

Den årliga belastningen av dagvattenbundna föroreningar från Delområde 2 för nuvarande och kommande markanvändning kan ses i Tabell 5-8. Genomförandet av programförslaget medför en marginell ökning av samtliga ämnen förutom kvicksilver, med cirka 5 – 30 % och därmed en ökad belastning på recipienten (Svindersviken). Halterna av kvicksilver är i stort sett oförändrade.

5.4 Delområde 3

5.4.1 Dimensionerande flöden

Beräknade dagvattenflöden vid angivna beräkningspunkter enligt Figur 3-2 för nuvarande- och kommande markanvändning inom Delområde 3 kan ses i Tabell 5-11.

Beräkningarna visar att programförslaget medför en ökning av dagvattenflödena från Delområde 3 med cirka 90 %.

Tillskottet av dagvatten från Delområde 3a, 3b och 3e motsvarar cirka 25 % av det totala flödet från Delområde 3.

Tillskottet av dagvatten från Delområde 3c och 3d motsvarar cirka 30 % av det totala flödet från Delområde 3.

Tabell 5-11. Beräknade dagvattenflöden för nuvarande (20 minuters varaktighet) och kommande markanvändning (15 minuters varaktighet) vid dimensionerande flöden för 2-, 5-, 10-, 20- och 100-årsregn med 15 (107, 144, 181, 227 respektive 387 liter/sekund·hektar) och 20 minuters varaktighet (89, 120, 151, 190 respektive 323 liter/sekund·hektar), samt en årsnederbörd på 636 mm. Årsflöden är justerade med klimatfaktorn 1,2

	<u>2-årsregn</u>	<u>5-årsregn</u>	<u>10-årsregn</u>	<u>20-årsregn</u>	<u>100-årsregn</u>	<u>Årsmedelflöde</u>	<u>Årsflöde</u>
Enhet	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	liter/sekund	kubikmeter/år
Nuvarande	375	509	639	804	1 368	1,02	32 322
Kommande	710	960	1 200	1 500	2 600	1,60	50 458
Procentuell ändring:	+90						
Påverkan från Delområde 3a, 3b och 3e	161	218	273	344	586	0,37	11 562
Totalt kommande (Bp 1):	871	1 178	1 473	1 844	3 186	1,97	62 020
Påverkan från Delområde 3c och 3d	189	256	321	404	689	0,43	13 585
Totalt kommande (Bp 2):	1 060	1 434	1 794	2 248	3 875	2,40	75 605

5.4.2 Belastning på dagvattennät

Utförda beräkningar av ledningskapaciteter på utvalda ledningssträckor inom Delområde 3 kan ses i Figur 5-3 och i Tabell 5-12.

Beräknade dimensionerande flöden inom Delområde 3 enligt Tabell 5-11 gäller för de två beräkningpunkter som kan ses i Figur 3-2 och alltså bara för Ledning 5 och 6.

Beräkningarna visar att Ledning 5 och 6 idag sannolikt kan rymma ett dimensionerande flöde upp till ett 20-årsregn i Delområde 3 och 3a-e. Efter genomförande av programförslag finns kapacitet för ett 10-årsregn, men vid ett 20-årsregn finns en risk för marköversvämningar på grund av överbelastning på ledningarna. Översvämmande vatten avrinner troligtvis i gatan (Finnboda Varvsväg) åt norr mot Saltsjön.

Uppskattade flöden från de delar av Delområde 3 som belastar övriga ledningar där kapacitetsberäkningar har utförts, har inte beräknats inom ramen för denna utredning. Dock kan vissa slutsatser ändå dras utifrån beräknade ledningskapaciteter:

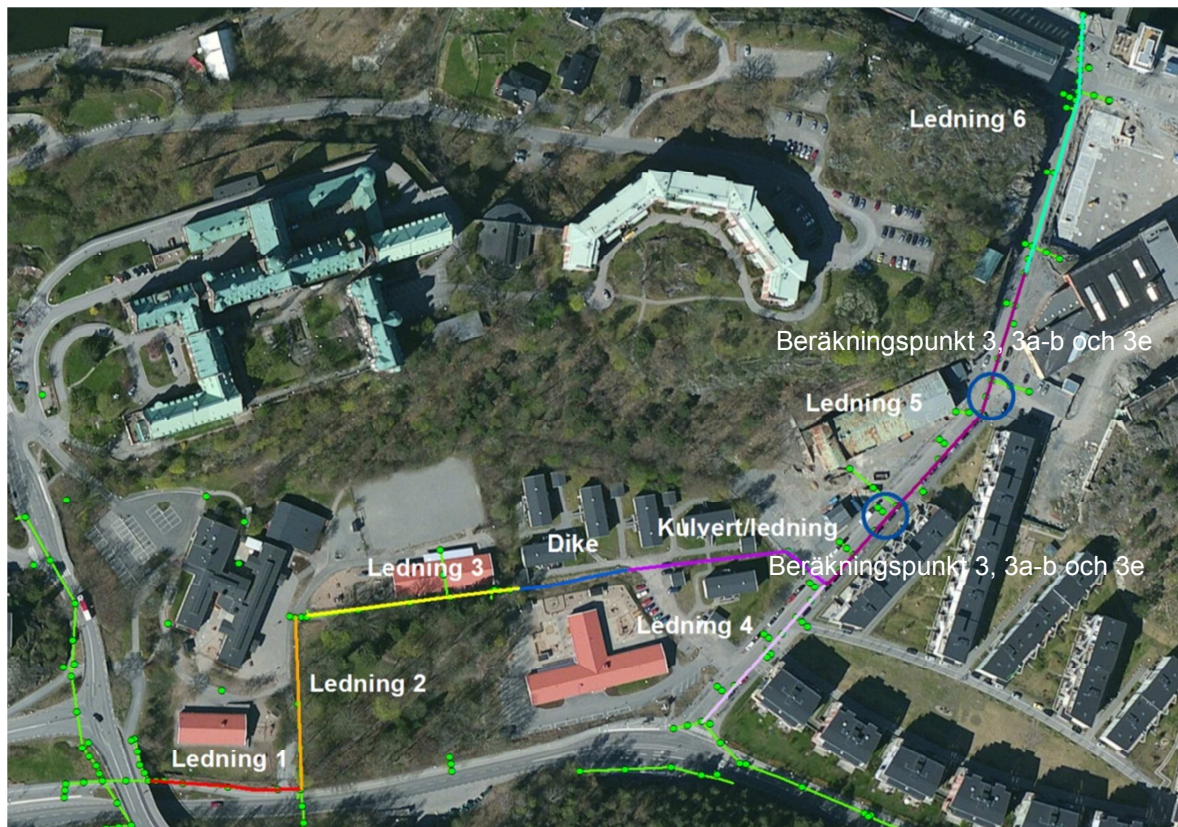
- Ledning 1, 2, 3 och 4 är sannolikt väl anpassade för att rymma ett dimensionerande flöde från ett 5-årsregn, både idag och efter genomförande av programförslag
- Ledning 1 är sannolikt underdimensionerad för ett flöde från ett 20-årsregn efter genomförande av programförslag
- Ledning 2 kan sannolikt rymma ett flöde från ett 20-årsregn idag och efter genomförande av programförslag
- För Ledning 3 och 4 finns idag viss risk för överbelastning med marköversvämning som följd vid flöden från ett 20-årsregn. Översvämmande vatten kan orsaka materiella skador på omgivande bebyggelse vid Ledning 3. Översvämmande vatten vid Ledning 4 avrinner sannolikt i gatan (Finnboda Varvsväg) åt norr mot Saltsjön. Efter genomförande av programförslag kommer sannolikt belastningen på Ledning 4

att öka markant på grund av den planerade bebyggelsen på den norra skogsslutningen av Henriksdalsberget

- Diket är idag väl anpassat för att rymma dimensionerande flöden från ett 5- och 20-årsregn. Detta gäller förutsatt att diket underhålls då det idag till stora delar är igenväxt och därmed har en begränsad kapacitet. Efter genomförande av programförslag kan diket sannolikt inte rymma dimensionerande flöden från ett 5- och 20-årsregn, vilket kan orsaka bräddning av vatten och risker för materiella skador på omkringliggande bebyggelse
- Kulverten (Ø 340) är idag sannolikt underdimensionerad för flöden från ett 5- och 20-årsregn. Detta kan leda till att diket bräddas vilket medför en risk för materiella skador på omgivande byggnader

Tabell 5-12. Beräkningar av ledningskapaciteter inom Delområde 3

	Brunn-ID	Dimension (Ø mm)	Längd (m)	Lutning (‰)	Ungefärlig kapacitet (l/s)
Ledning 1	DNB1718-DNB1721	400-500	68	24,4	350-650
Ledning 2	DNB1721-DNB1723	600	76	47,6	1 400
Ledning 3	DNB1722-DUT167	600	97	7,4	600
Ledning 4	DNB5592-DNB5594	400	81	37,2	425
Dike	DUT167-	-	45	21,7	500-1 000
Kulvert/ledning	-DNB5594	340-500	96	21,9	280-700
Ledning 5	DNB5594-DNB5599	800	167	8,6	1 200
Ledning 6	DNB5599-DUT1766	600	117	40,9	1 400



Figur 5-3. Ledningssträckor där kapacitetsberäkningar utförts inom Delområde 3. Blå cirklar markerar punkter för flödesberäkningar.

5.4.3 Föroreningsbelastning på recipient

Den årliga belastningen av dagvattenbundna föroreningar från Delområde 3 för nuvarande- och kommande markanvändning kan ses i Tabell 5-8. Genomförandet av programförslaget medför en ökning av samtliga ämnen förutom kväve och kvicksilver, med cirka 50 – 100 % och därmed en kraftigt ökad belastning på recipient (Saltsjön). Halterna av kväve ökar med cirka 30 % och halterna av kvicksilver med cirka 20 %.

6 Föreslagna lösningar för dagvattenhantering

6.1 Inledning och avgränsning

Beräkningar av dimensionerande flöden och dagvattenbundna föroreningar visar att programförslaget för Planprogram Henriksdal kommer leda till en ökad belastning på dagvattennätet och försämrade förutsättningar för att uppnå miljö kvalitetsnormer i recipienter.

Beräkningar av ledningskapaciteter vid utvalda ledningssträckor visar att programförslaget kommer att öka risken för överbelastning av dagvattennätet med marköversvämningar som följd. I vissa fall kan detta också innebära en risk för materiella skador.

För att uppfylla Nacka kommuns kriterier för dagvattenhantering (Nacka kommun, 2008) kommer det att krävas åtgärder för att reducera flöden och rena dagvattnet innan utsläpp till recipient.

I Kapitel 6.2 – 6.4 presenteras generella lösningsförslag för Delområde 1 – 3, indelade efter tidigare beskrivna delavrinningsområden, samt recipient. Lösningsförslagen är framtagna utifrån en bedömning av praktisk genomförbarhet, effektivitet, samt lämplighet utifrån topografi och markförhållanden. De lösningar som presenteras är generella och bör främst användas som en utgångspunkt för framtida arbete med att ta fram en detaljerad plan för dagvattenhantering inom utredningsområdet. Detaljerade studier av olika lösningars fördröjnings- och reningseffekt, samt lämplighet genomgås inte inom ramen för denna utredning.

Exempelbilder och utformning av föreslagna lösningsmetoder kan ses i Bilaga 7.

Det primära syftet med föreslagna LOD-lösningar är att avhjälpa de delar av dagvattenledningsnätet som är mest belastat och reducera risken för marköversvämningar och materiella skador. Det sekundära syftet är att reducera den ökning av flödesbelastning på dagvattennätet och föroreningsbelastning på recipienter som programförslaget kommer leda till. Generellt är syftet att förbättra dagvattenhanteringen inom programområdet och göra den mer hållbar och effektiv, samt att integrera dagvattenhanteringen i programområdets utformning för att skapa rekreativa och visuella mervärden.

6.2 Delområde 1

Figur 6-1 visar en skiss av föreslagna LOD-lösningar inom Delområde 1. Det primära syftet med lösningarna är att reducera dagvattenflödena för att avhjälpa utsatta ledningssträckor, se Kapitel 5.2.2, och därmed minska risken för marköversvämningar vid viadukten under järnvägsbron vid ett återkommande 5- och 20-årsregn. Syftet är också att generellt minska dagvattenflödena och föroreningsbelastningen från Delområde 1 för att ett genomförande av programförslaget inte ska leda till försämrade förutsättningar för recipienten.

6.2.1 Gröna tak och innergårdar

Lägre liggande taktytor kan anläggas som gröna tak för att reducera avrinningen och rena vatten från omgivande taktytor samt bidra med en ett visuellt och rekreativt mervärde för personer som vistas i omgivande byggnader. Innergårdar mellan huskropparna bör utformas för att kunna omhänderta avrinnande vatten från omgivande taktytor genom anläggning av växtbäddar, rabatter, gräsytor och buskage. Detta skulle även kunna bidra till att delvis behålla det befintliga intrycket av en grön miljö för boende och passerande i området.

Avrinningskoefficienter för gröna tak varierar mellan 0,1-0,6 beroende på vilken typ av gröna tak som används, jämfört med 0,9 för en normal takyta. Generellt gäller att ju lägre avrinningskoefficient desto mer krav på skötsel och underhåll. Oavsett vilken typ av gröna tak man väljer kommer de bara att kunna fördröja ett regn upp till en viss storlek. Enligt

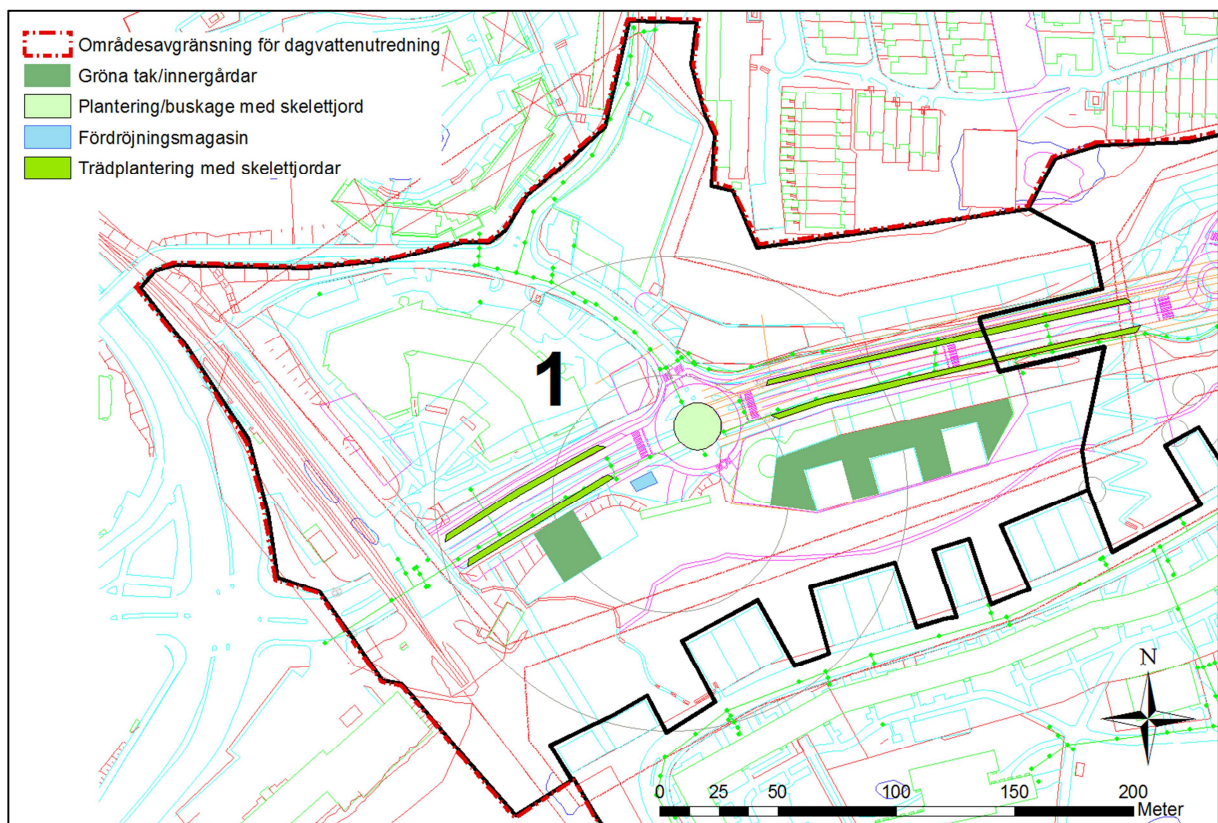
Svenskt Vattens P105 (Svenskt Vatten, 2011) brukar man normalt anta att regn <5 millimeter kan fördröjas nästan helt och vid regn med större regnmängder sker ingen fördröjning utöver de första 5 millimeter. Detta beror att vegetationstäcket blir mättat och fördröjningseffekten reduceras för att till sist upphöra.

6.2.2 Planteringar och buskage med skelettjord

Ytor vid trafikplatser, såsom den utritade ytan i den planerade rondellen vid korsningen av Kvarnholmsvägen och Hästholmsvägen, är lämpliga för att anlägga exempelvis planteringar, buskage och grönytor för att fördröja och rena avrinnande vatten från vägbanor, samt skapa en mer varierad bild av vägmiljön. Ytorna kan även anläggas med underliggande skelettjord för att förbättra fördröjningskapaciteten. Det finns risk att markförlagda ledningar medför begränsningar i skelettjordarnas mäktighet, vilket kan minska den fördröjande kapaciteten.

6.2.3 Fördröjningsmagasin

Ett fördröjningsmagasin kan anläggas för att verka utjämnande och fördröjande vid stora flöden från kraftiga regn såsom ett 5- eller 20-årsregn. Fördröjningsmagasinet bör göras så stort som möjligt på djupet för att uppnå en maximal effekt då ytorna inom Delområde 1 begränsas av vägar, byggnader, underjordiska ledningar och berg i dagen. Den markerade platsen i Figur 6-1 är vald efter tillgänglighet och möjlighet att uppsamla vatten från en så stor del av Delområde 1 som möjligt. Bemärk att placeringen av fördröjningsmagasinet endast tagit höjd för placering av VA-ledningar. Den slutgiltiga placeringen måste också ta hänsyn till övriga ledningar (el, tele, opto, fjärrvärme mm.).



Figur 6-1. Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom Delområde 1.

6.2.4 Trädplantering med skelettjordar

Enligt bebyggelseskiss avses att anlägga rader med trädplanteringar längs med Kvarnholmsvägen. Dessa planteringar bör anläggas med skelettjordslager, både för att

förbättra förutsättningar för trädens rötter genom bättre luft- och vattentillförsel och för att användas som fördröjningsmagasin för dagvatten.

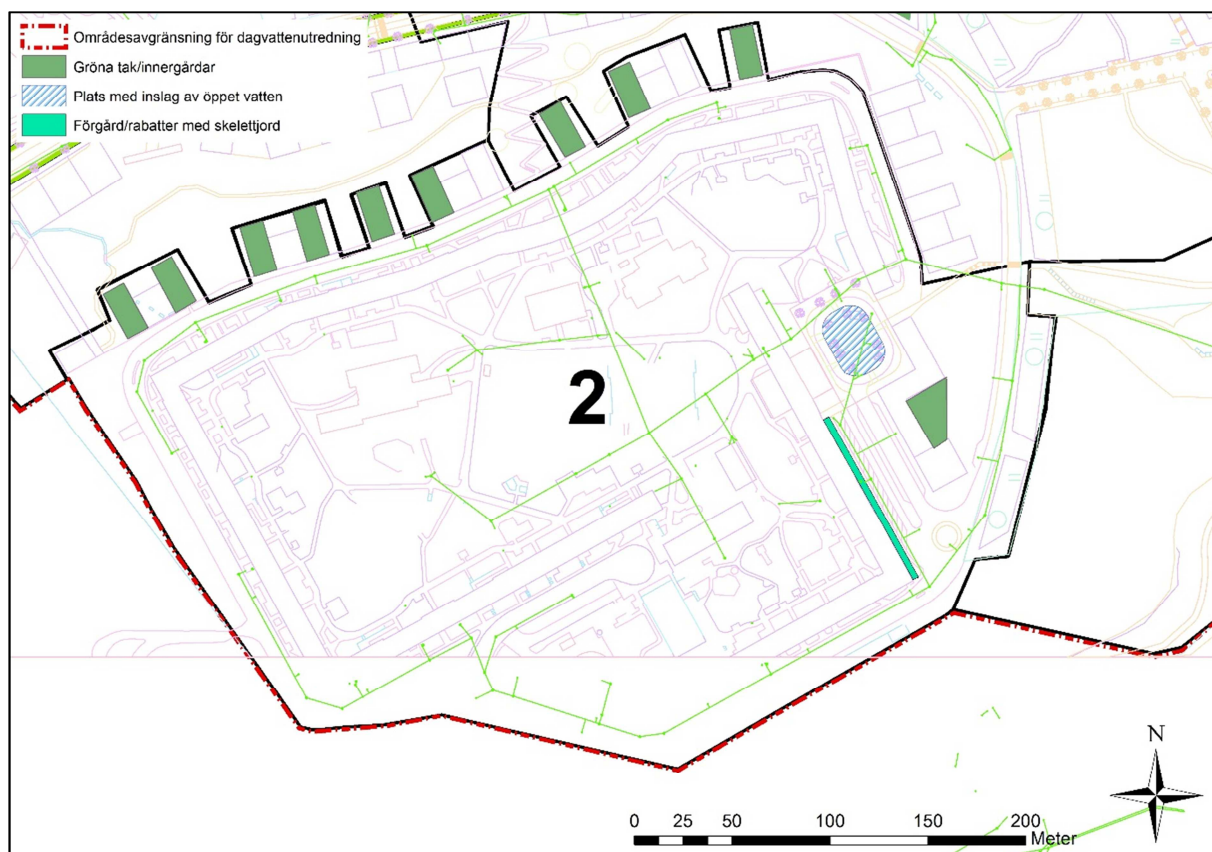
6.3 Delområde 2

Figur 6-2 visar en skiss av föreslagna LOD-lösningar inom Delområde 2. Det primära syftet med lösningarna är att reducera dagvattenflödena vid utsatta ledningssträckningar, se Kapitel 5.3.2. Syftet är också att generellt minska dagvattenflödena och föroreningsbelastningen från Delområde 2 för att ett genomförande av programförslaget inte ska leda till försämrade förutsättningar för recipienten.

Förutsättningarna för att uppnå en god effekt av de föreslagna lösningarna begränsas i nuläget av det befintliga dagvattennätets sträckning. För att lösningarna ska kunna ha avsedd effekt kommer det vara nödvändigt med omläggningar av dagvattennätet.

6.3.1 Gröna tak och innergårdar

Lägre liggande taktytor kan anläggas som gröna tak för att reducera avrinningen från omgivande taktytor och även ha en visuell effekt för personer som vistas i omgivande byggnader. Innergårdar mellan huskropparna bör utformas för att kunna omhänderta avrinnande vatten från omgivande taktytor genom anläggning av växtbäddar, rabatter, gräsytor och buskage. Detta skulle även kunna bidra till att delvis behålla det befintliga intrycket av en grön miljö för boende och passerande i området.



Figur 6-2. Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom Delområde 2.

6.3.2 Plats med inslag av öppet vatten vid Henriksdalstorget

Den avsedda parkytan vid Henriksdalstorget kan användas för anläggning av exempelvis en plaskdamm, fontän eller kanal. Detta skulle kunna medverka till att fördröja och rena dagvatten, samt även att höja det rekreativa värdet av platsen. I nuläget skulle endast en del av dagvattennätet kunna ledas till platsen. För att förbättra anläggningens fördröjande effekt

är en omläggning av dagvattennätet nödvändig. Uppskattningsvis är det möjligt att leda cirka 60 % av dagvattnet från Delområde 2 till Henriksdalstorget.

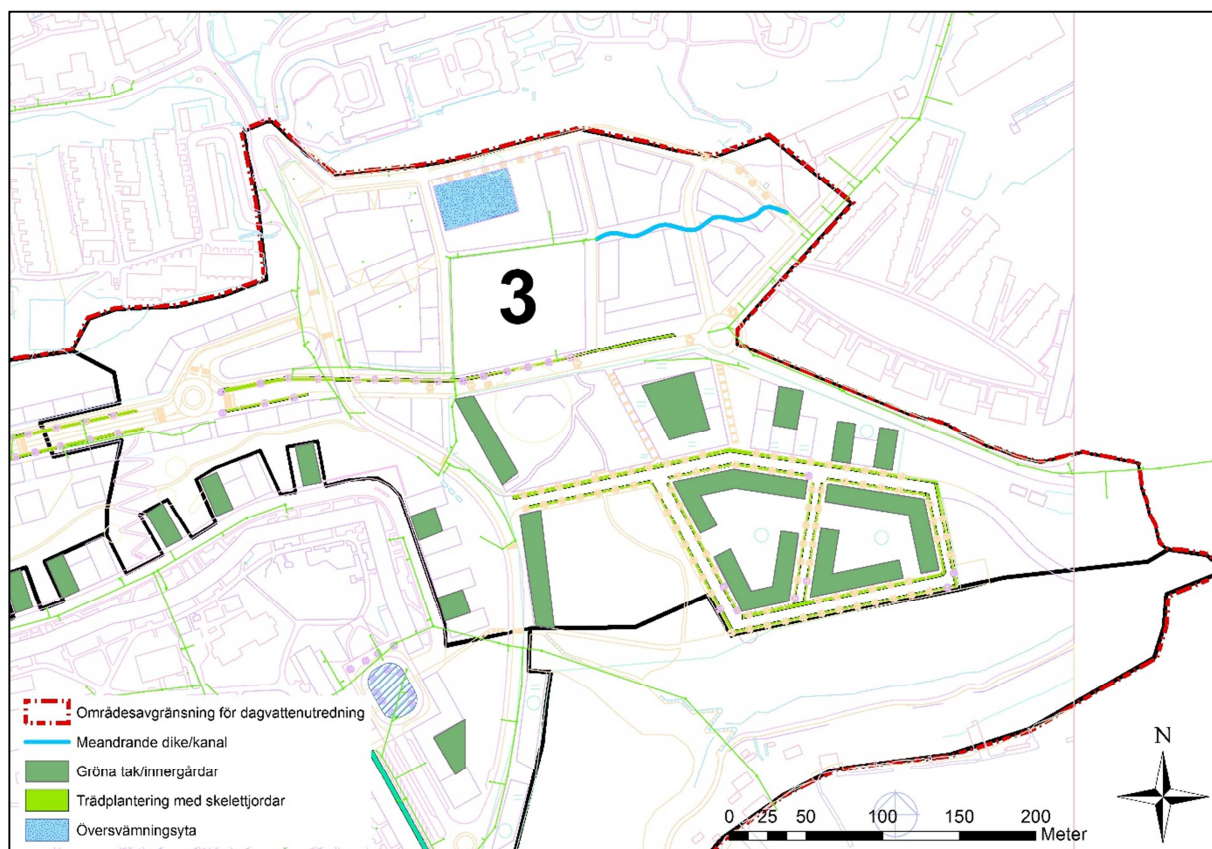
6.3.3 Förgård med rabatter och skelettjord

Enligt bebyggelseskissen ska en del av sträckan från Henriksdalstorget mot Henriksdalsbacken anläggas med förgård med rabatter längs med den befintliga byggnadens östra fasad. Förgården bör utformas med skelettjordar under rabatter för att förbättra fördröjningskapaciteten och därmed kunna omhänderta avrinnande vatten från takytor via stuprör och utkastare.

6.4 Delområde 3

Figur 6-3 visar en skiss av föreslagna LOD-lösningar inom Delområde 3. Det primära syftet med lösningarna är att reducera dagvattenflödena vid utsatta ledningssträckor, se Kapitel 5.4.2. Specifikt har behovet av flödesreduceringar identifierats vid Ledning 3, Dike, Kulvert/ledning och Ledning 4, se Figur 5-3, där risken för överbelastning bedöms vara störst.

Syftet är också att generellt minska dagvattenflödena och föroreningsbelastningen från Delområde 2 för att ett genomförande av programförslaget inte ska leda till försämrade förutsättningar för recipienten.



Figur 6-3. Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom Delområde 3.

6.4.1 Meandrande dike eller kanal

Det befintliga öppna diket förlängs genom att öppna upp den del av diket som idag är kulverterat. För att sänka flödes hastigheten och därmed öka sedimentation och rening av dagvatten rekommenderas att diket görs meandrande. Vid diket start kan en sedimentationsbassäng anläggas för att avskilja de största partiklarna i vattnet innan det leds

vidare i det öppna diket. Detta bidrar även till att förbättra det visuella intrycket av diket som en integrerad del av det nya bostadsområdet.

Denna bassäng kan exempelvis byggas i betong och anläggas så att den är tillgänglig för fordon vid underhållsverksamhet. Bassängen anläggs vid dikets start som en djupare del av diket och bör därför övertäckas med någon form av lucka eller tak för att undvika olyckor.

6.4.2 Gröna tak och innergårdar

Takytor på husen i den södra delen av Delområde 3 kan anläggas med gröna tak. Då husen kommer uppföras i en befintlig skogsmiljö kan detta medverka till att skapa en profil för detta område som harmonierar med omgivande natur och skiljer sig från övriga delar av Delområde 3. Dessutom bidrar gröna tak till att reducera dagvattenflöden och dagvattenbundna föroreningar.

Innergårdar mellan huskroppar vid bostadshusen i angränsning till Henriksdalsringen bör utformas för att kunna omhänderta avrinnande vatten från omgivande takytor genom anläggning av växtbäddar, rabatter, gräsytor och buskage. Detta skulle även kunna bidra till att delvis behålla det befintliga intrycket av en grön miljö för boende och passerande i området.

6.4.3 Trädplantering med skelettjordar

Enligt bebyggelseskiss avses att anlägga rader med trädplanteringar längs med Kvarnholmsvägen. Dessa planteringar bör anläggas med skelettjordar, både för att förbättra förutsättningar för trädens rötter genom bättre luft- och vattentillförsel och för att användas som fördröjningsmagasin för dagvatten.

6.4.4 Översvämningsyta

Den norra delen av Delområde 3 vid nuvarande Vilans skola, har identifierats som ett riskområde för marköversvämningar med potentiella skador på bebyggelse vid ett 20- eller 100-årsregn.

Enligt bebyggelseskiss kommer en del av skolområdet utgöras av en idrottsplats. Denna yta bör anläggas nedsänkt i förhållande till omgivande ytor för att tillfälligt kunna översvämma vid stora flöden för att undvika skador på byggnader. Detta medför att omgivande markytor behöver utformas med lutningar och avledande rännkanaler som leder dagvattnet till och från denna yta vid tillfällena då ledningar bräddas.

Ett alternativ till en översvämningsyta kan vara att anlägga ett makadammagasin under planerad fotbollsplan. En förutsättning för makadammagasin under fotbollsplanen är att de geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna är tillräckligt bra, med en tillräcklig jordmäktighet och en grundvattennivå som ligger tillräckligt djupt under markytan.

För att avlasta befintliga ledningar vid Vilans skola kan befintlig dagvattenledning längs Kvarnholmsvägen förlängas för att ansluta till Finnboda varvsväg.

7 Rekommendationer för fortsatt arbete

7.1 Generella rekommendationer

Förtätningen av Västra Sicklaön som omfattas av Planprogram Henriksdal kommer sannolikt att ske i etapper och styras av flera olika detaljplaner. Utförd utredning har genomförts översiktligt för hela programområdet och utgångspunkten är att den skall användas för att kunna gå vidare med mer detaljerade studier av behov och möjligheter för dagvattenhantering inom mindre delområden.

När framtida riktlinjer och bestämmelser tas fram för utvecklingen av programområdet är det viktigt att lyfta upp dagvattenfrågan i ett tidigt skede och belysa vikten av att mark och resurser avsätts för dagvattenhantering, samt vilka krav som ska gälla för dagvattenutsläpp från enskilda fastigheter eller områden. Det är vår erfarenhet att det är lättare att uppnå ett gott resultat när aktörer inom ett större utvecklingsprojekt arbetar efter fastställda ramar och krav kring dagvattenhantering.

I samtliga delområden kommer befintliga byggnader i varierande grad påverka eventuella lösningar för dagvattenhantering. Det är viktigt att utreda ansvarsfördelningen då det annars kan falla en orimligt stor börda på exploatören av nybyggnationerna.

Det rekommenderas att lösningar för dagvattenhantering inkluderar flera områden än att varje exploatör/fastighetsägare ska ta fram en lösning för enskilda fastigheter. Det är mer effektivt, både resursmässigt och ur miljösynpunkt, och öppnar dessutom möjligheter för storskaliga och innovativa lösningar som kan lyfta området profil och skapa rekreativa mervärden.

7.2 Delområde 1

Utförd utredning av markförhållanden och dagvattenbelastning inom Delområde 1 visar att det redan idag finns behov av fördröjande och renande åtgärder. Den planerade förtätningen kommer att innebära att fler ytor tas i anspråk, som annars skulle kunna användas för exempelvis dagvattenanläggningar. Viadukten under järnvägsbron är en utsatt punkt för översvämningar och åtgärder är nödvändiga för att reducera risken för att översvämningar inträffar.

Under arbetet med denna utredning noterades att det pågår en större entreprenad i området. Vilka konsekvenser eller möjligheter denna har för framtida dagvattenhantering är inte känd och har inte tagits med inom denna utredning.

Vi rekommenderar att:

- en fördjupad dagvattenutredning tas fram för Delområde 1 för att i detalj studera vilka behov och möjligheter som finns för fördröjande och renande anläggningar
- undersökningar av jord- och grundvattenförhållanden genomförs för att få underlag för en optimal placering av ett eventuellt fördröjningsmagasin
- förutsättningarna för plantering av träd i gatumiljö utreds, för att exempelvis få kunskap om markförlagda ledningar är ett bekymmer och för att kunna bedöma vilken effekt eventuella skelettjordsmagasin kan ha för dagvattenhanteringen
- det bör undersökas i vilken grad Delområde 1a och 1b faktiskt påverkar dagvattenflöden inom Delområde 1 och om det finns möjlighet att leda dagvattnet från dessa områden åt ett annat håll

Det är viktigt att i ett tidigt skede känna till förutsättningarna för dagvattenhantering och vilka kostnader dessa skulle innebära, exempelvis i form av flyttade ledningar och ändring av planer med mera.

7.3 Delområde 2

Utförd utredning av markförhållanden och dagvattenbelastning inom Delområde 2 visar att det finns en viss risk för marköversvämningar på grund av en kortare underdimensionerad ledningssträcka. Skulle en eventuell marköversvämning uppstå kan detta ha en negativ effekt på lägre liggande områden.

Vi rekommenderar att:

- en utredning bör genomföras för att undersöka hur marköversvämningar kan avhjälpas, exempelvis genom avledande diken, uppdimensionering av ledningar med mera
- i kommande planer avsätta en del av den planerade centrumplatsen för (olika typer av anläggningar för) dagvattenhantering.
- utreda vilken typ av anläggning som är mest effektiv på centrumplatsen
- utreda om det finns fördelar med att delvis lägga om dagvattennätet för att öka anläggningens effektivitet. En sådan omläggning skulle också kunna vara ett alternativ till en avhjälpning av den underdimensionerade ledningssträckan

Den exakta utformningen och placeringen av anläggningen bedöms kunna dröja tills en slutgiltig plan för området är fastlagd.

7.4 Delområde 3

Utförd utredning av markförhållanden och dagvattenbelastning inom Delområde 3 visar att det redan idag finns områden som är utsatta och där det finns risker för marköversvämning vid stora regntillfällen. Den planerade förtätningen kommer medföra en ytterligare belastning.

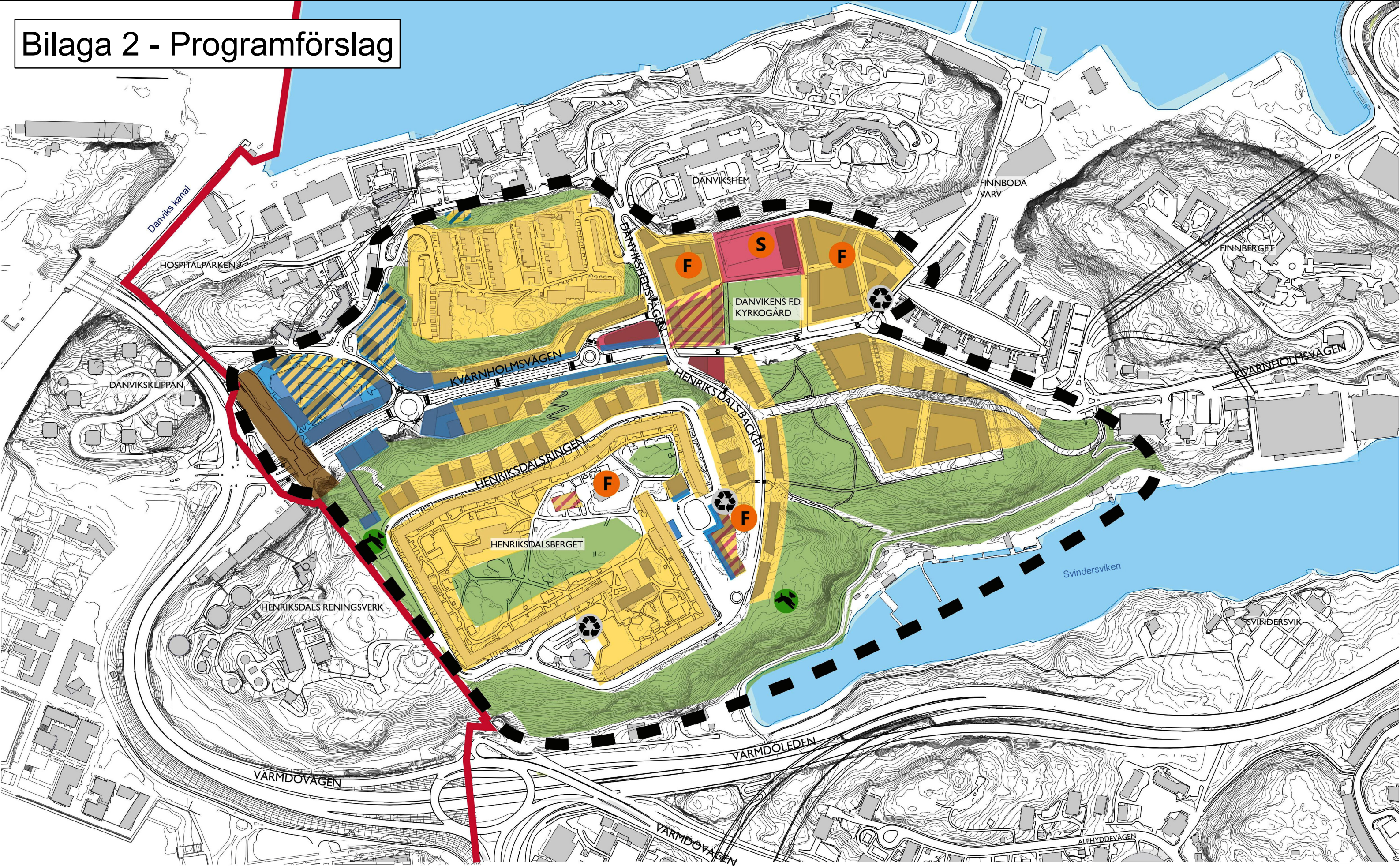
Vi rekommenderar att:

- en fördjupad utredning tas fram specifikt för området kring Vilans skola och längs med före detta kyrkogården ned mot Finnboda Varvsväg. Syftet med denna utredning bör vara att detaljerat klarlägga vilka förutsättningar som finns för avledning av dagvatten vid en eventuell marköversvämning för att undvika materiella skador på byggnader och för att skydda kulturmiljön vid den före detta kyrkogården
- att det befintliga öppna diket genomgår underhållsarbete, bland annat rensning av inloppsrör och borttagande av vegetation i diket
- kulvertens sträckning bekräftas och dokumenteras i Nacka kommuns VA-kartor
- de geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna utreds för den föreslagna förlängningen av det befintliga öppna diket och att det tidigt avsätts mark i byggplaner och landskapsritningar för att detta ska vara genomförbart
- förutsättningarna för plantering av träd i gatumiljö genomförs, för att exempelvis få kunskap om markförlagda ledningar är ett bekymmer och för att kunna bedöma vilken effekt eventuella skelettjordsmagasin kan ha för dagvattenhanteringen.
- en genomgång av VA-ledningsunderlaget utförs så att förutsättningarna ska vara kända inför vidare arbete med utvecklingen av området. Detta då det generellt finns flera oklarheter kring diken och kulvertar i det digitala VA-ledningsunderlaget inom Delområde 3. Bland annat kan det finnas möjligheter att delvis använda diket längs med Kvarnholmsvägen för dagvattenhantering i framtiden. Det har dock inte inom ramen för denna utredning kunna klarläggas hur och åt vilket håll vatten rinner i dessa diken och kulvertar. Vid inventeringen av det öppna diket noterades en anslutningsledning söderifrån vars ursprung inte kunnat fastställas

Referenser

- Dahlström, B., 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Svenskt Vatten utveckling, rapport Nr 2010-05.
- Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.
- Larm, T., Alm, H., 2014. Revised design criteria for stormwater facilities to meet pollution reduction and flow control requirements, also considering predicted climate effects. Water Practice & Technology Vol 9 No 1 pp 9–19.
- Nacka kommun, 2012. Startpromemoria för program – Henriksdal, i Sickla, Nacka kommun. Dnr KFCS 2012/294-214, Projekt 9219 Henriksdal.
- Nacka kommun, 2008. Dagvattenstrategi för Nacka kommun, januari 2008.
- Nacka kommun, 2014. Skyfallsanalys för västra Sicklaön.
- Nacka kommun, 2015. Preliminär miljöredovisning för Planprogram Henriksdal – Arbetsmaterial.
- Nilsson E. 2013. Föroreningsreduktion och flödesutjämning i makadammagasin – En studie av ett makadammagasin i Kungsbacka. VATTEN – Journal of Water Management and Research 69:101–107. Lund 2013
- Regionplane- och trafikkontoret 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.
- Svenska Vatten- och Avloppsföreningen 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD.
- Svenskt Vatten, 2004. P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar.
- Svenskt Vatten, 2011. P104, Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.
- Svenskt Vatten, 2011. P105, Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utformning.
- Vägverket, 1990. Hydraulisk dimensionering – Diken, trummor, ledningar, magasin. Vägverkets publ. 1990:1.

Bilaga 2 - Programförslag

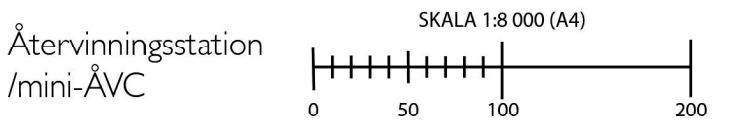


MARKANVÄNDNING

- Kommungräns
- Bostäder, i huvudsak 5-6 våningar
- Programområde
- Spår/hållplats

- Idrott/fritid/kultur, inslag av bostäder medges
- Handel/kontor, inte störande verksamheter
- Naturmark/park
- Hundrastgård

- S Skola
- F Förskola
- ♻️ Återvinningsstation /mini-ÅVC



Bilaga 4 - Påverkansområden 1a - 1b och 3a - 3e



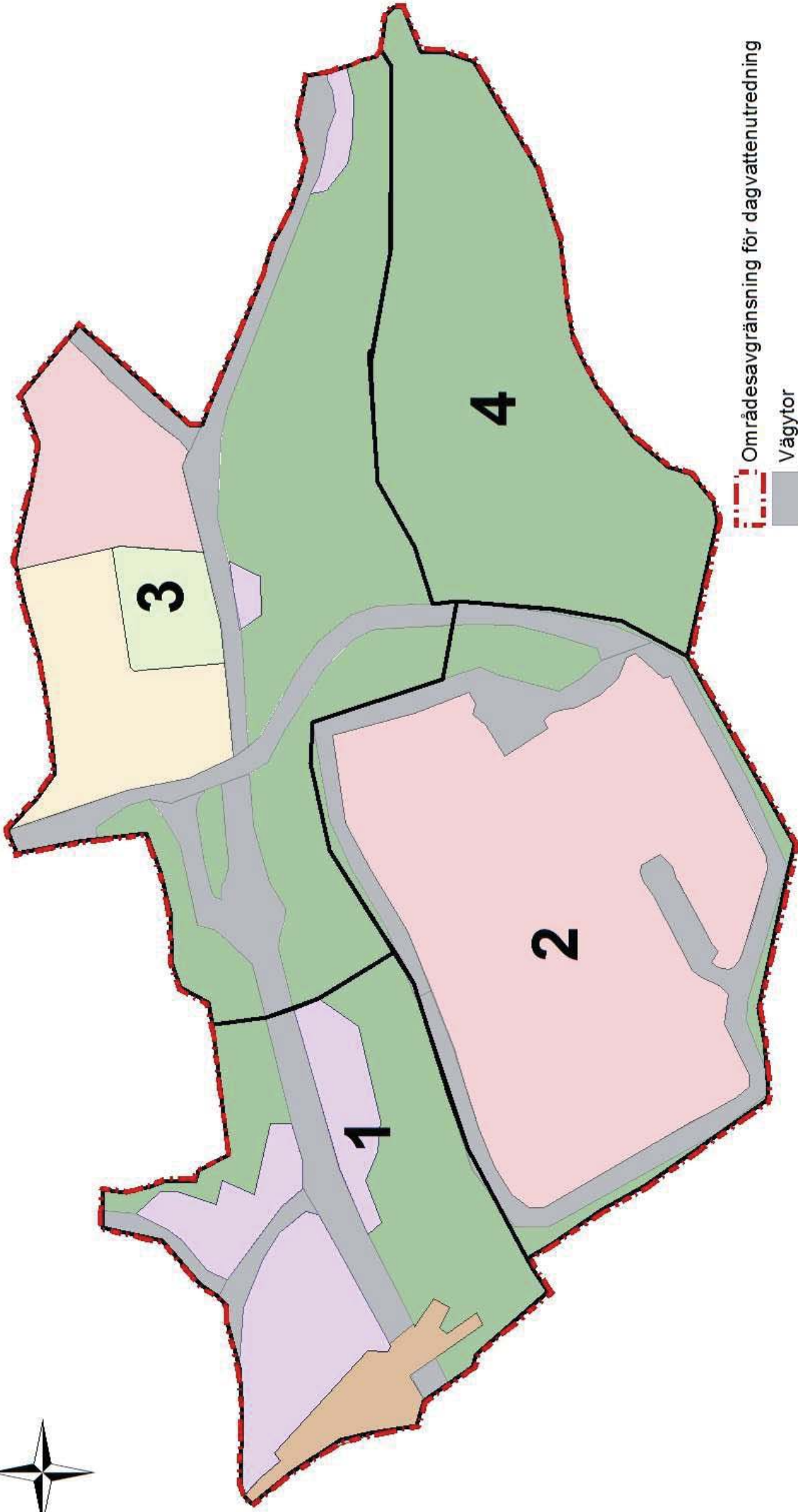
Områdesavgränsning för dagvattenutredning

Dagvattennät

Delområden

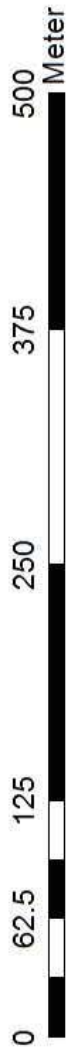
Punkt för flödesberäkning

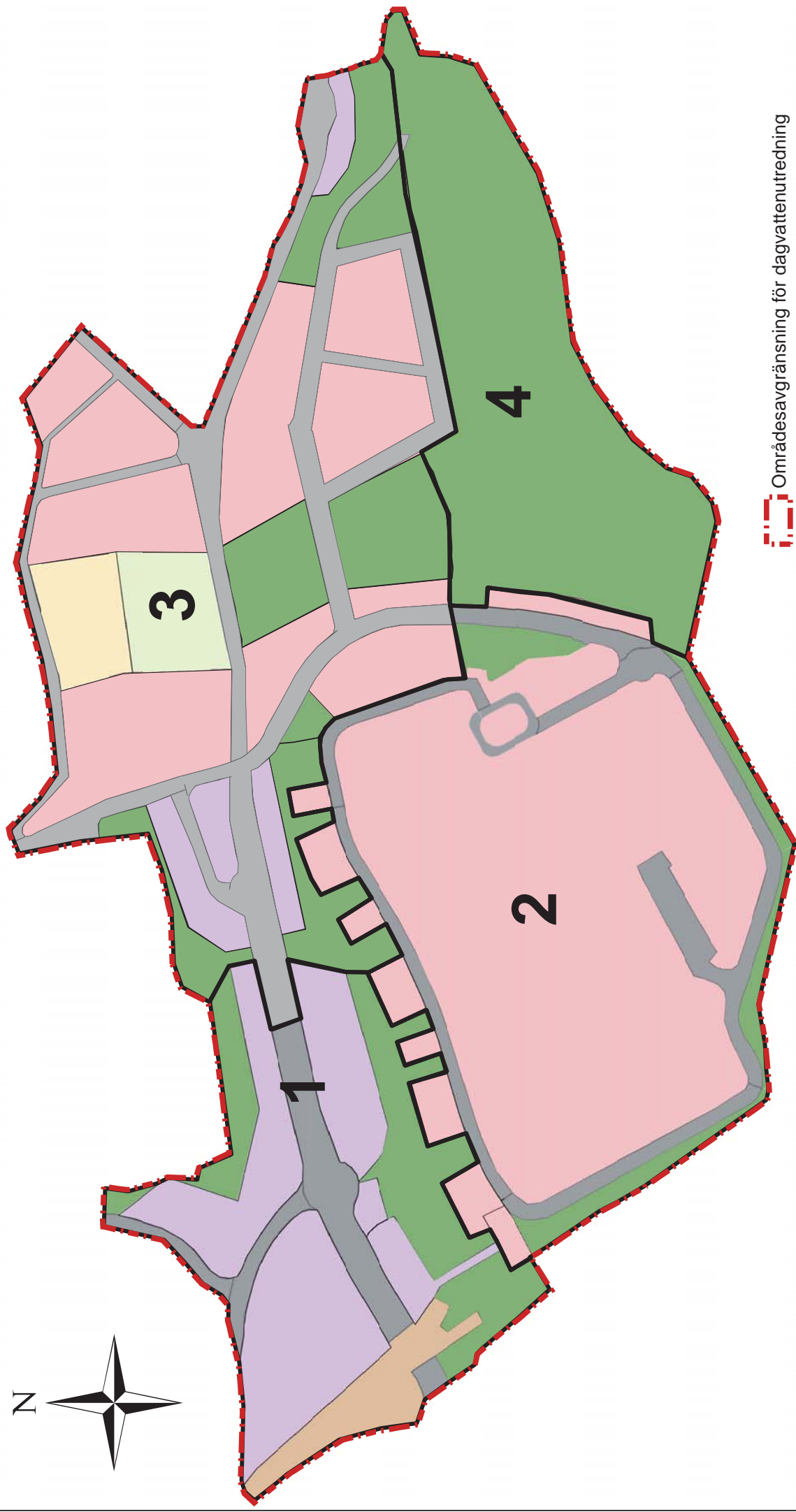
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Geomatics, Aerogrid, IGN, iGP, swisstopo, and the GIS User Community



Bilaga 5 – Nuvarande markanvändning

- Områdesavgränsning för dagvattenutredning
- Vägytor
 - Kontor, garage, parkerings- och infartsytor
 - Flerfamiljshus, öppen bebyggelse
 - Skolorråde
 - Stationsområde Henriksdal
 - Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor
 - Kyrkogård





- Områdesavgränsning för dagvattenutredning
- Vägytor, lokalgata
- Kontor, garage, handel, bostäder, parkerings- och infartsytor
- Flerbostadshus, öppen bebyggelse
- Skolorråde
- Stationsområde Henriksdal
- Berg i dagen, bergig skogsmark, gräsytor
- Kyrkogård

Bilaga 6 - Kommande markanvändning



Gröna tak

Ofta nämns två olika typer av gröna tak; semi-intensiva och extensiva tak. Kategorierna baseras på hur arbetsintensiva de är, men de har också olika egenskaper när det kommer till vattenhållande förmåga.

Sedumtak är en typ av extensiva tak som behöver minimal skötsel, växterna är ofta fetbladsväxter som fetknopp, kärleksört och taklök. Semi-intensiva tak behöver ett visst mått av skötsel som klippning och bevattning vid torka (växterna är ofta fetbladsväxter, mossor samt olika typer av grässorter).

Oavsett vilken typ av gröna tak man väljer kommer de bara att kunna fördröja ett regn upp till en viss storlek. Enligt Svenskt Vattens P105 (Svenskt Vatten, 2011) brukar man normalt anta att regn <5 millimeter kan fördröjas nästan helt och vid regn med större regnmängder sker ingen fördröjning utöver de första 5 millimeter. Detta beror att vegetationstäcket blir mättat och fördröjningseffekten reduceras för att till sist upphöra.

För gröna tak varierar avrinningskoefficienten beroende på utformning och växttyp. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossor och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4. Sedumtak (extensiva tak med endast tunn vegetation av sedum och mossor) som är lättare att sköta har avrinningskoefficienter på 0,5 – 0,6.

Figur 1 och 2 visas exempel på hur gröna tak kan se ut i praktiken.



Figur 1. Exempelbild på gröna tak i stadsmiljö från Malmö



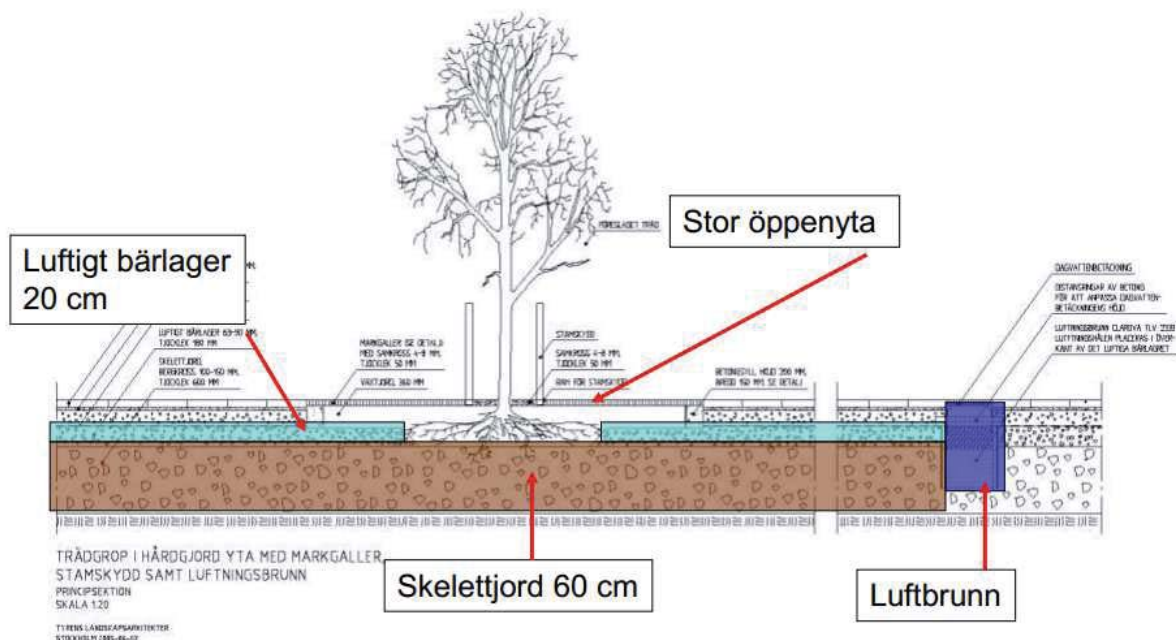
Figur 2. Exempelbild på gröna tak

Växtbäddar, regnträdgårdar, skelettjordar

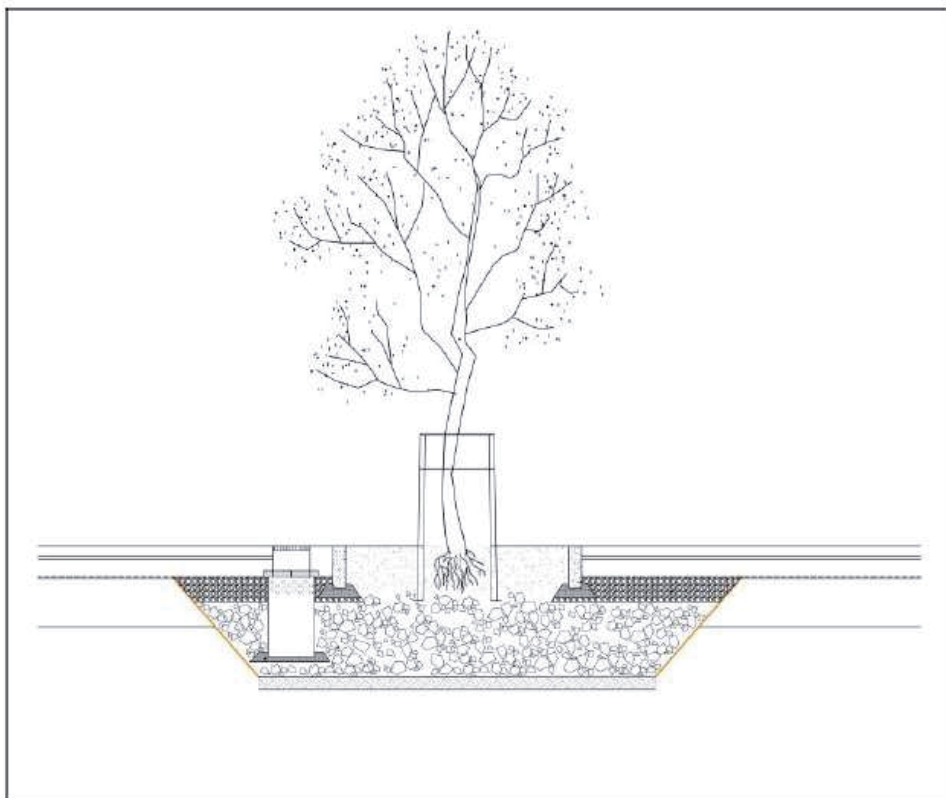
Park- och grönytor kan utformas som till exempel rabatter, växtbäddar, gräsytor och trädplanteringar. Dessa installationer kan vara till stor nytta i dagvattenhanteringen genom att de fördröjer nederbörd, förbrukar en del av dagvattnet genom transpiration och renar dagvattnet. Trädplanteringar är fördelaktigt eftersom träd binder och förbrukar stora mängder vatten, och regnvatten fördröjs också i lövverk och grenar på sin väg ner mot marken.

En växtbädd, trädplantering eller gräsyta kan till exempel anläggas med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord 20 – 100 centimeter. Skelettjorden kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa möjliggör en fördröjande effekt och en viss reningseffekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder.

Skelettjordar kan utformas på många olika sätt. I Figur 3 och 4 visas skissade exempel för skelettjord och trädplantering anlagd i gatumiljö. Figur 5 visar exempelbilder av trädplantering med och utan skelettjordar i stadsmiljö. Figur 6 visar exempelbilder på växtbäddar och regnträdgårdar från stadsmiljöer.



Figur 3. Exempel på skelettjordskonstruktion vid trädplantering (Tyréns Landskapsarkitekter, 2005).



Figur 4. Principskiss för anläggning av skelettjord/fördröjningsmagasin under trädplantering i växtbädd.



Figur 5. Exempelbilder på trädplantering i stadsmiljö. Trädraden längst till vänster i den vänstra bilden är inte planterad med skelettjord. Trädraden till höger i samma bild är planterad vid samma tid men med skelettjordar.



Figur 6. Exempelbilder på växtbäddar och regnträdgårdar i stadsmiljö.

Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin kan utformas som öppna system där vattnet kan infiltrera den omgivande marken, eller stängda system som en behållare under mark. I de fall där grundvattenytan ligger nära markytan och marken består av täta jordar, är det vanligaste alternativet att anlägga stängda fördröjningsmagasin. Jordlagrens mäktigheter och utbredning bör undersökas noggrant innan placering och utformning av fördröjningsmagasinet fastläggs.

Fördröjningsmagasin kan anläggas med makadam eller med dagvattenkassetter av plast (se bild till höger), som har större effektiv volym och tar mindre yta i anspråk.



Installationsdjupet varierar vanligtvis mellan 70 – 120 centimeter under markytan beroende på jorddjup och grundvattennivåer, men i detta fall föredras en djupare placering. Normalt rekommenderas att fördröjningsmagasin placeras minst 1 meter över grundvattenytan för att uppnå bästa möjliga infiltrationsförutsättningar från magasinet till omgivande jordlager. Figur 7 visar en skiss över anläggning av ett fördröjningsmagasin med dagvattenkassetter.



Figur 7. Skiss för anläggning av fördröjningsmagasin med dagvattenkassetter.

Kontrollerade översvämningssytor

Kontrollerade översvämningssytor kan vara nedsänkta hårdgjorda ytor som uppehåller och leder bort dagvatten vid extrema flöden. Under normalförhållanden kan dessa ytor användas för allmänna ändamål som till exempel streetbasketplaner, lekplatser, torg med sittplatser och fontäner/dammar. Figur 8 visar en principiell skiss av en översvämningssyta. Figur 9 visar en exempelbild från en implementerad lösning i stadsmiljö från Malmö.



Figur 8. Principskiss av en kontrollerad översvämningssyta. Illustration A. Aalto 2013



Figur 9. Exempelbild på en kontrollerad översvämningsyta från Augustenborg i Malmö.

Diken, kanaler, öppna dammar

Föroreningar i dagvatten är till stor del knuten till suspenderat material, det vill säga att föroreningarna är i partikelform eller är bundna till mindre partiklar som till exempel slitagematerial från vägbeläggningar eller fina sandpartiklar. Detta gäller med undantag för vissa tungmetaller som till exempel koppar, zink och kadmium som i allmänhet förekommer i högre grad i löst form. Förutom växtupptag och nedbrytning med hjälp av bakterier eller mikroorganismer är sedimentation den viktigaste reningsprocessen och i vissa fall har upp till 80 % rening uppnåtts enbart genom sedimentering. Ofta omnämns dock värden mellan 50 – 80 % för bland annat tungmetaller.

Sedimentationsdammar eller våta dammar avser dammar med en permanent vattenyta till skillnad från infiltrationsdammar som tillåts torka ut. En sedimentationsdamm kan utjämna och minska flödes hastigheter och vid korrekt utformning och dimensionering ha en hög reningseffekt. Andra fördelarna med dammar är bland annat estetiska värden och att de kan utgöra naturliga habitat i urbana miljöer. Figur 10 visar exempel på en dagvattendamm från Malmö. Vegetation bidrar till öka dammens reningseffekt upptag av ämnen genom växternas rötter.

Öppna diken och kanaler kan integreras i tätortsmiljöer för att både bidra till hantering av dagvatten och skapa rekreativt värdefulla miljöer. Ett meandrande dike sänker flödes hastigheten och ökar reningseffekten genom att mer partiklar kan sedimentera. Figur 11 visar exempel på öppna diken och kanaler från stadsmiljöer.



Figur 10. Exempelbilder från Västra hamnen, Malmö



Figur 11. Exempelbilder på öppna diken och kanaler i stadsmiljöer.