
RAPPORT

1143569000

DAGVATTENUTREDNING FÖR PLANPROGRAM SICKLAÖN



STOCKHOLM

2013-06-05; REV 2013-10-09

UPPDRAGSLEDARE AGATA BANACH

HANDLÄGGARE AGATA BANACH, THOMAS LARM, ERIK LIDÉN, ALF OLSSON, JONAS SJÖSTRÖM

KVALITETSGRANSKARE: THOMAS LARM, JENNY PIRARD

1 (61)

repo001.docx 2012-03-29

Sweco
Gjörwellsgatan 22
Box 34044
SE-100 26 Stockholm, Sverige
Telefon +46 (0)8 6956000
Fax +46 (0)8 6956010
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Agata Banach
Dagvatten och ytvatten
Stockholm
Telefon direkt +46 (0)8 6951379
Mobil +46 (0)70 3221379
agata.banach@sweco.se

2 (61)

RAPPORT
2013-06-05; REV 2013-10-09



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Bakgrund och syfte	7
1.1	Syfte	7
1.2	Frågeställning	8
2	Underlagsmaterial	8
3	Områdesbeskrivning	10
3.1	Kyrkvikens avrinningsområde och områdets översvämningsproblematik	10
3.2	Programområde före exploatering	10
3.3	Programområde efter exploatering	10
4	Förutsättningar för planprogrammet	13
4.1	Nacka kommuns dagvattenstrategi	13
4.2	Beskrivning av recipient och miljö kvalitetsnormer	14
4.3	Geologiska och hydrologiska förhållanden inom programområdet	15
5	Den hydraulisk modelleringen av dagvattenledningsnätet	17
5.1	Modellbeskrivning	17
5.2	Modellerade åtgärdsförslag	18
5.3	Rekommenderat åtgärdsförslag	18
6	Metod	19
6.1	Klimatanpassning	20
6.2	Dagvatten- och recipientmodellen StormTac	20
6.3	Föroreningsberäkning	21
6.3.1	Jämförelse med riktvärde 1M för dagvattenutsläpp samt riktvärde (målhalt) i Järlasjön	21
6.4	Dimensionering av ny strandpromenad med underliggande reningsvolym	22
6.5	Flödesberäkningar	22
6.6	Fördrojningsvolym och översiktlig dimensionering av LOD-anläggningar	22
6.7	Indata till föroreningsberäkningar	25
6.8	Sjömodellering	26
6.9	Indata till sjömodellering	27
7	Resultat	28
7.1	Föroreningsberäkning	28
7.1.1	Lösta ämnen	32
7.2	Dimensionering av integrerad dagvattenrening under planerat promenadstråk längs Kyrkvikens strand	32
7.3	Flödesberäkningar	34
7.4	Volymsberäkningar och översiktlig dimensionering av LOD	34
7.5	Sjömodellering	36

4 (61)

RAPPORT
2013-06-05; REV 2013-10-09

8	Principlösningar för dagvattenhantering	37
8.1	Växtbäddar och regngårdar	38
8.2	Svackdiken	40
8.3	Skötsel av småskalig LOD	42
8.4	Stuprörsutkastare och rännor	43
8.5	Permeabla beläggningar	45
8.6	Gröna tak	47
8.7	Skelettjord	48
8.8	Filtermagasin typ ecovault	49
8.9	Födröjningsmagasin av dagvattenkassetter	50
8.10	Strandpromenad och brygga med integrerad dagvattenrening	52
9	Effekten av gräsytor på flöden och föroreningar	54
9.1	Gräsytors påverkan på avrinningen	54
9.2	Gräsytors påverkan på vattenkvaliteten	54
10	Dagvattenhantering för Kyrkvikenområdet på Västra Sicklaön	56
10.1	Planiavägen och Järlaleden	56
10.2	Övrig tillkommande exploatering	59
11	Diskussion	60

Bilagor

Bilaga 1 – Markanvändning före exploatering

Bilaga 2 – Markanvändning efter exploatering

Bilaga 3 – Områden för fördröjning

Bilaga 4 – Principskisser dagvattenhantering Planiavägen

Bilaga 5 – Principskisser dagvattenhantering Järlaleden

Bilaga 6 – Sjömodellering markanvändning delavrinningsområden

Bilaga 7 – Hydraulisk utredning av dagvattensystemet

SAMMANFATTNING

I denna utredning har det ingått att se över dagvattensituationen runt Kyrkviken med avseende på vattnets kvalitet och kvantitet. En översyn av påverkan från planerad exploatering på befintligt ledningsnät och recipientens nuvarande status har genomförts. Bedömningen av nuläget visade att det redan idag råder problem i form av för hög föroreningstransport till Kyrkviken, vilket försämrar vattenkvaliteten. Även ledningsnätet inom avrinningsområdet visade sig vara underdimensionerat, vilket orsakar näst intill årliga översvämningar.

Två av kommunens mål är att vattenkvaliteten i Kyrkviken och Järlasjön ska förbättras samt att dagvattennätet ska klara av att avleda ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor. För att kunna uppnå dessa mål så fordras en kombination av lösningar, dels lösningar som fördröjer dagvattnet och minskar dess avrinning, dels åtgärder som avskiljer föroreningar. I detta projekt har dessa två funktioner; utjämning och rening inte kunnat förenas i en och samma anläggning p.g.a plats specifika förhållanden så som föroreningar i mark och platsbrist.

Genomförda beräkningar avseende föroreningstransport, storlek på anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) och utbredningen av en integrerad sedimenteringsyta med brygga har baserats på teoretiska värden. Dessa värden utgör branschstandard avseende mängden avrunnet vatten från olika ytor.

Modellen för beräkning av flöden och fördröjningsvolymerna från avrinningsområdet baserades ursprungligen på samma teoretiska värden som föroreningsmodellen, men har kunnat kalibreras efter flödesmätningar, som genomfördes under sommaren 2013. Vid den här tidpunkten hade föroreningsberäkningarna och dimensioneringen av sedimenteringsytan redan genomförts och innebär att brygganläggningen är något större än vad som behövs för att uppnå samma effekt.

För rening rekommenderas en kombination av lokala dagvattenlösningar och en integrerad sedimenteringsanläggning under planerad brygga i Kyrkviken, som har dimensionerats för att uppnå en önskad reningseffekt.

För utjämning har det föreslagits fyra utjämningsmagasin. Inom Sickla köp kvarter placeras två, vid torgytan i norra Planlavägen placeras ett och det fjärde placeras vid Värmdövägen för att utjämna flödet från Alphyddan. Utöver utjämningsmagasinen måste ett antal dagvattenledningar läggas om för att kunna avleda vatten till magasinen. Befintliga utloppsledningar måste även rensas då kalibreringen av modellen tyder på delvis igensatta utloppsledningar som minskar dess kapacitet med 40 %.

Genom att det sker en utjämning av toppflödena i fördröjningsmagasinen uppströms kommer dagvattenflödet ner mot brygganläggningen, som ett jämt flöde som då inte medför att sediment virvlas upp i vattnet. Även livslängden på bryggan kommer att öka i och med att den blir mindre utsatt för flödesstötter.

1 Bakgrund och syfte

Dagvattensituationen inom Kyrkvikens tillrinningsområde är idag problematisk avseende såväl flöden som föroreningar. Stora arealer med hårdgjorda ytor i kombination med underdimensionerade ledningar och höga sjönivåer som dämmer upp ledningsnätet gör att Planriavägen översvämmas nästintill årligen. Därutöver medför verksamheterna i området förorening av dagvattnet som i sin tur gör att Järlasjön tillförs föroreningar i form av metaller, näringsämnen, partiklar och en rad miljöfarliga organiska ämnen.

Enligt Länsstyrelsen erfordras förbättring av Järlasjöns status, speciellt avseende fosforhalten som skall sänkas till 24 µg/l som medelvärde. Fosforbelastningen på sjön behöver minskas idag, vilket ställer krav på rening av dagvatten både från planerad exploatering samt från befintliga områden. Idag pågår ett fullskaleförsök med hur rening av dagvatten fungerar med hjälp av filter i rännstensbrunnar monterade ibland annat Järlaleden och Alphyddan. (Rapport kommer att färdigställas under slutet av 2014 och görs i samarbete med Trafikverket och Sweco.)

Nu när det finns planer på att exploatera och förtäta området kommer det att ställas krav på att dagvattenflöden och föroreningar inte ökar. Det är även viktigt att i tidigt skede se över möjligheterna och planera för åtgärder inom befintlig infrastruktur och på befintligt dagvattensystem för att kunna förbättra nulägesituationen. Med hjälp av denna utredning lyfts åtgärdsbehovet inom Kyrkvikens och Järlasjöns tillrinningsområden avseende såväl flödes- som föroreningsreduktion. I rapporten ges det förslag på principlösningar som sedan kan genomföras. Utredningen visar typlösningar som kan behöva tittas närmare på i framtida detaljplaneskeden.

Merparten av de föreslagna lösningarna ger kombinerade effekter avseende gestaltning, biologisk mångfald, flödesutjämning och rening av föroreningar, däribland fosfor.

1.1 Syfte

Nacka kommun planerar en utbyggnad av programområdet Sicklaön i Nacka. Inom programområdet kommer bland annat nya bostäder och kontor uppföras.

I och med detta har Sweco fått i uppdrag att utreda hur dagvattnet kan hanteras inom programområdet. Syftet är att en framtida exploatering ska ge förutsättningar för en dagvattenhantering som ska bidra till färre översvämningar och minska föroreningstransporten till Kyrkviken och Järlasjön.

Flödes-, volyms- och föroreningsberäkningar samt förslag på principlösningar för dagvattenhantering och framtagande av ungefärliga dimensioner på LOD-anläggningar har genomförts för området.

En del av utredningen har fokuserat på föroreningssituationen, fordrade reningsåtgärder samt utformningen av småskalig LOD medan en annan del av utredningen tar ett helhetsgrepp om hela avrinningsområdets flödes- och översvämningssituation.

1.2 Frågeställning

I denna utredning görs ett försök till att besvara följande frågor:

- Hur kommer exploateringen att påverka dagvattnets flödes- och föroreningsituation jämfört med idag?
- Hur mycket fördröjning i LOD-anläggningar erfordras lokalt för att klara de ställda (antagna) flödeskraven i de nyexploaterade områdena inom programområdet?
- Hur ska befintliga kapacitetsproblem i ledningsnätet hanteras så att marköversvämning kan undvikas, även efter planerad exploatering, vid dimensionerande 10-års regn med en klimatfaktor på 1.2.?
- Hur kommer recipienten att påverkas av exploateringen och hur mycket rening erfordras för att uppnå riktvärdena?
- Vilken typ av dagvattenåtgärder föreslås och var bör dessa lokaliseras?
- Med hur många kg/år behöver fosforbelastningen från Järlasjöns tillrinningsområde minska för att statusen i sjön ska förbättras?
- Hur kommer den planerade exploateringen att påverka fosforbelastningen till Järlasjön?

Utredningen ska också mynna ut i ett antal principförslag på åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) för:

- Kvartersmark
- Nya och befintliga gator
- Planiavägen och Järlaleden som omvandlas till stadsgator

Utöver detta ges förslag på:

- En integrerad lösning under ett strandnära promenadstråk längs Kyrkvikens norra strand. Lösningens syfte är bl a rening av dagvatten via sedimentering.
- Andra förslag på fördröjningsåtgärder samt reningsanläggningar som tar emot dagvatten från hela avrinningsområdet.

2 Underlagsmaterial

- Grundkarta och ledningskarta för det studerade planområdet med omnejd, där ledningsdimensioner och vattengångar framgår.
- Trafikintensiteter, uppmätta och prognostiserade som underlag för föroreningsberäkningen, avser Gamla Värmdövägen, Planiavägen och Järlaleden.
- Dagvattennät och reningsanläggningar inifrån Sickla köp kvarter (fördelaktigt).
- Översiktsplan – Hållbar framtid i Nacka (2012).

8 (61)

RAPPORT
2013-06-05; REV 2013-10-09

- Sickla köp kvarter med omgivningar – Hydraulisk analys av dagvattenledningar och förslag till åtgärder (DHI, 2007-02-09).
- Dagvattenutredning – Sickla industriväg m.fl. (Tema Mark, 2007-02-02).
- Utredning – Skärmbassäng för rening, Kyrkviken (WSP, 2007-09-07).
- Dagvattenutredning inom området för nya sporthallen i Sickla (DHI, 2008-11-21).
- Dagvattenutredning Sickla sportcenter (WSP, 2010-07-08).
- Översiktlig geoteknisk mark- och grundvattenundersökning, Sickla IP (WSP, 2009-12-18).
- Dagvattenhantering för Sickla Köp kvarter– en fördjupad studie av effekter på Kyrkviken och Järlasjön, WRS 2008-05-30.
- Startpromemoria för Kyrkvikenområdet på västra Sicklaön, Nacka kommun.
- Tidiga programskisser avseende placering av byggnader. Förmodat antal nya bostäder inom programområdet.
- Dagvattenpolicy. Antagen av Kommunstyrelsen 2010-05-03, § 94
- Platsbesök, genomfört den 2013-04-08.
- SGU: <http://www.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon-sv.html>

3 Områdesbeskrivning

I utredningen har beräkningar genomförts för två fall med olika avgränsningar; ett fall som omfattar programområdet och ett fall som omfattar hela avrinningsområdet, som delvis sträcker sig utanför programområdet.

3.1 Kyrkvikens avrinningsområde och området översvämningsproblematik

Avrinningsområdet består idag främst av hårdgjorda ytor för kontor och handel, vägar och bostadsområden samt till viss del naturmark som domineras av berg i dagen. Enligt en dagvattenutredning för det aktuella området i Sickla (DHI, 2008) uppfyller inte det befintliga dagvattensystemet kraven för dimensionering.

I ledningsnätets nedre del går befintliga ledningar fulla redan vid ett 2-årsregn, vilket leder till marköversvämningar i Planiavägen söder om Järlaleden. Detta innebär att även om dagvattenflödena efter exploatering blir de samma som idag så är det inte tillräckligt för att komma tillrätta med översvämningsproblematiken i området, utan åtgärder behövs på befintligt system.

Som en del i detta uppdrag genomfördes även en hydraulisk utredning av befintligt ledningssystem för beräkning av fodrade fördröjningsvolymerna inom hela avrinningsområdet vid ett 10-årsregn med klimatfaktor. Utredningens mål var att ta fram ett konkret förslag på en kombination av lösningar, se kapitel 5.

Området avvattnas idag till Järlasjön/Kyrkviken via ledningar. Avrinningsområdet och befintliga dagvattenledningar visas i Figur 1.

3.2 Programområde före exploatering

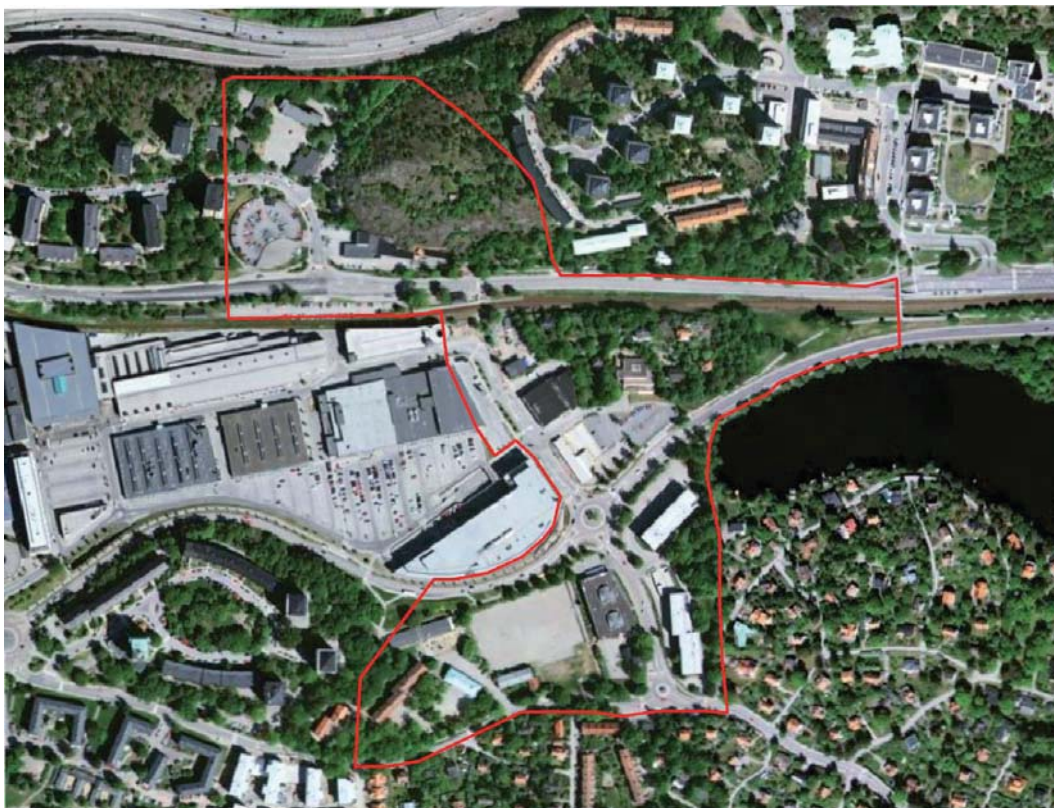
Programområdet utgör ett ca 17 hektar stort område på Sicklaön i Nacka. Området består idag av hårdgjorda ytor för kontor och handel, en skola, en bensinstation, vägar och bostadsområden samt naturmark. Figur 2 åskådliggör hur det ser ut idag.

3.3 Programområde efter exploatering

Nacka kommun och Atrium Ljungberg planerar nu för en utbyggnad inom programområdet genom förtätning med bostäder främst på kullen norr om Värmdövägen och marken runt Planiavägen (söder om Värmdövägen och norr om Järlaleden). Enligt illustrationsplanen kommer det innebära bland annat tillkommande områden för bostäder och kontor.



Figur 1. Avrinningsområdet (markerat med blått) och befintliga dagvattenledningar (markerade med grönt). Till höger kan recipienten Kyrkviken, en del av Järlasjön, ses.



Figur 2. Ungefärlig utbredning av programområdet Sicklaön (inom markerad röd linje).

4 Förutsättningar för planprogrammet

4.1 Nacka kommuns dagvattenstrategi

Det tas även hänsyn till Nacka kommuns dagvattenstrategi som innehåller rekommendationer inför arbetet med dagvattenfrågor. Målet med dagvattenstrategin är att "dagvattnet ska avledas på ett säkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt, så att säkerhet, hälsa och ekonomiska intressen inte hotas".

Nacka kommuns anvisningar för dagvattenhantering säger att dagvatten bör så tidigt som möjligt återföras till sitt naturliga kretslopp. Principerna är att:

- Flödena från området inte ska öka efter en exploatering, jämfört med situationen innan. Kommentar: om marken redan är exploaterad innan ny exploatering/förtätning eller ändrad markanvändning, så kan flödena behöva sänkas jämfört med läget innan. I det här fallet behöver man se över kapaciteteten i befintliga ledningsnät och om det idag råder några problem.
- Reningskraven för dagvattnet ska utgå från recipientens känslighet.
- En dagvattenutredning skall göras i samband med exploatering av nya områden samt förnyelse och/eller förtätning av befintliga bebyggelseområden. Utredningen skall bland annat beskriva områdets förutsättningar (hydrogeologi), hur avrinningen skall säkras och vilka lösningar som kan vara lämpliga.
- Föroreningar skall så långt som möjligt begränsas vid källan, t.ex. genom att byggnadsmaterial som kan förorena dagvattnet inte används.
- Parkeringsplatser för mer än 20 bilar ska anslutas till slam- och oljeavskiljare som uppfyller krav från SS-EN 858-2. Garage som är lika med eller större än 50 m² skall alltid ha oljeavskiljare.
- Dagvattenledningar skall anordnas och skötas så att de mest utsatta fastigheter statistiskt sett inte löper risk att drabbas av översvämning via avloppsservis med kortare återkomsttid än 10 år.
- Höjdsättning av nya områden måste ske på ett sätt som underlättar omhändertagandet av dagvatten. Dagvatten bör fördröjas genom estetiskt tilltalande gestaltning.
- Lågpunkter bör nyttjas för dagvattenanläggningar.

Föreliggande dagvattenutredning är baserad på dessa dagvattenprinciper.

4.2 Beskrivning av recipient och miljökvalitetsnormer

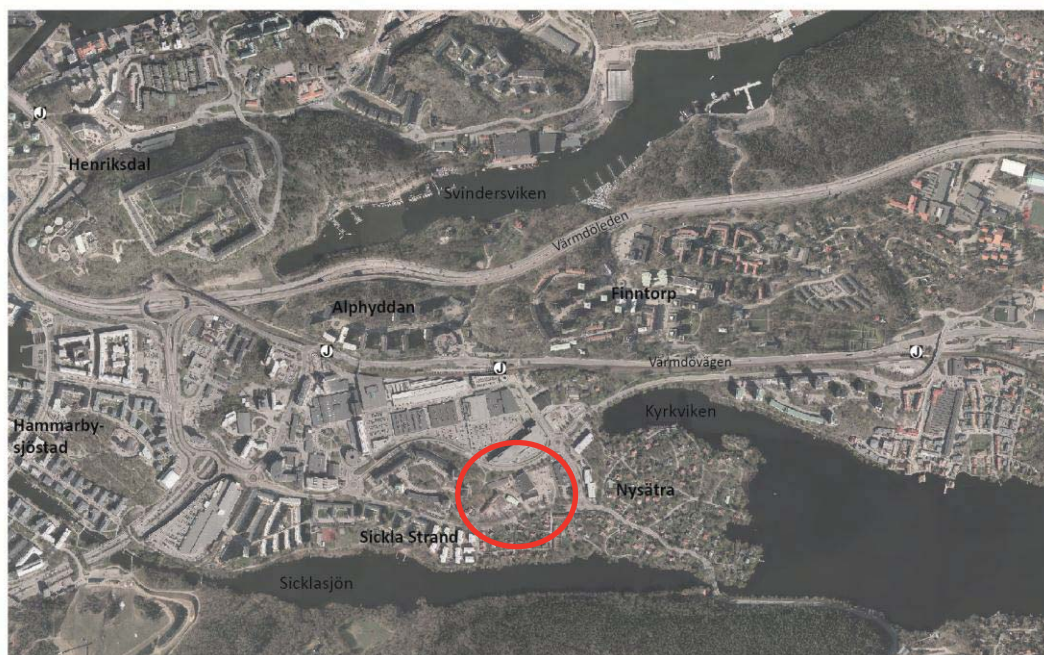
Programområdet Sicklaön avvattnas till Järlasjön/Kyrkviken där Järlasjön ingår i Sicklaåns sjösystem som rinner ut i Hammarby sjö och Kyrkviken är en öppen vik i nordvästra delen av Järlasjön. I Nacka kommuns dagvattenstrategi klassas Järlasjön som känslig för mänsklig påverkan. Detta innebär att dagvatten som har måttliga till höga föroreningshalter ska renas, t.ex. dagvatten från bostadsområden, centrumområden, industriområden och trafikleder med över 15 000 fordon/dygn.

Målsättningen för Järlasjön är att minska vattenburen fosfor, kväve och föroreningar genom LOD, minimering av hårdgjorda ytor inom bebyggelse och val av byggmaterial som inte tillför dagvattnet ytterligare föroreningar. Järlasjön är idag inte klassad som en vattenförekomst men enligt uppgifter från kommunen, så har Länsstyrelsen satt upp en målhalt för fosfor i sjön på 24 µg/l.

Länsstyrelsen har dock föreslagit att Järlasjön ska bli vattenförekomst, vilket Vattendelegationen beslutar om. Vid bedömningen av Järlasjön har Vattenmyndighetens riktlinjer tillämpats fullt ut, vilket innebär att gränsen för god ekologisk status är satt till referensvärdet x 2 för fosfor, vilket i Järlasjöns fall blir $12 \times 2 = 24$ µg/l. Referensvärdet har beräknats enligt den metod som beskrivs i Naturvårdsverkets rapport om bedömningsgrunderna och ska motsvara en opåverkad sjö i samma område.

4.3 Geologiska och hydrologiska förhållanden inom programområdet

En översiktlig mark- och grundvattenundersökning sydväst i programområdet, mellan Järlaleden, Gillevägen och Planlavägen, genomfördes av WSP under 2009. Området kan ses i Figur 3 nedan.



Figur 3. Lokalisering av området för mark- och grundvattenundersökningen.

Området är ursprungligen sankt och därför uppfyllt med ca 3 meters fyllnadsmassor på torv eller lera. Fyllnadsmassorna utgörs i huvudsak av block, sten, grus och byggnadsrester. Den naturliga jorden utgörs till största delen av lera ovanpå friktionsjord/morän på berg. Det finns två grundvattenmagasin, ett undre magasin i friktionsjorden på berg och ett övre magasin i fyllningen ovan leran. Trycknivåerna är ungefär lika på de båda magasinerna, mellan ca 4,7-5 meter dvs. ca 2,5 meter under markytan. Metallföreningsgraden i jorden är högre i norr och lägre i söder. I norr förekommer metaller med halter över generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning. Nivån av PAH är ställvis hög i fyllningsmassorna. Gällande föroreningsgraden i grundvattnet så innehåller det undre magasinet ställvis höga halter av organiska ämnen. Metallföreningsgraden i grundvattnet är däremot låg.

Området norr om Värmdövägen domineras av berg i dagen med stora nivåskillnader, vilket även bekräftar av SGUs kartvisare över jordarter. I Figur 4 visas att det studerade avrinningsområdet mestadels består av kallt berg, tunt eller osammanhängande jordtäckte.



Figur 4 Jordarten inom studerat avrinningsområde domineras av berg i dagen (www.sgu.se).

5 Den hydrauliska modelleringen av dagvattenledningsnätet

5.1 Modellbeskrivning

Under tidigare dagvattenutredningar, 2002-2003, togs en hydraulisk modell fram över dagvattenledningsnätet i avrinningsområdet. Denna modell har i detta projekt detaljerats och uppdateras för att visa nuvarande system.



Figur 5: Den hydrauliska modellen över dagvattensystemet. Gröna linjer är dagvattenledningar.

Tidigare har modellen enbart byggts på teoretiska anslutna ytor vilket innebär att man inte har haft verklig kunskap om hur mycket vatten som kommer ner i ledningsnätet när det regnar. För att minska osäkerheten som detta medför genomfördes en flödesmätning under sommaren 2013 i tre punkter, vilka modellen kalibrerades mot. Se bilaga 7 för detaljer.

Flödesmätningen visade att de teoretiska anslutna ytorna var överdrivna. Detta innebär att mindre vatten kommer ner i ledningsnätet än man tidigare antog. Men flödesmätningen visade också på att kapaciteten i de två utloppsledningarna var betydligt mindre än vad de borde vara med hänseende till dess dimension. Den sammanlagda effekten av detta blev att den hydrauliska situationen längs Planivägen blev sämre än man hade antagit tidigare.

5.2 Modellerade åtgärdsförslag

Fyra åtgärdsförslag har modellerats och dimensionerats för att klara dimensionerade 10-års regn utan marköversvämning i Planiavägen och Alphyddvägen

I det första åtgärdsalternativet har Alphyddan kopplats bort från befintligt ledningssystem och leds genom en ny ledning ända ner till Järlasjön. Modellberäkningarna visar dock att detta inte löser översvämningsproblematiken vid Planiavägen och Järvaleden. Det krävs stora åtgärder även här. Den nya Tennisledningen måste läggas om till en större dimension samt läggas djupare med lutning hela vägen till Järlasjön. Dock är även detta inte tillräckligt. För att öka kapaciteten i ledningen måste utloppsledningarna hållas tomma under sommaren. Detta åtgärdas genom att en dagvattenpumpstation byggs vid utloppet. Alla utloppsledningar förses med backventiler så att inte Järlasjön läcker in bakvägen in till pumpstationen. Vid riktigt höga flöden rinner dagvattnet med självfall ut genom utloppsledningarna.

Det andra alternativet innebär att flödet från Alphyddan utjämnas vid järnvägen vid Värmdöleden. Även detta är inte tillräckligt utan motsvarande åtgärder som för första åtgärdsförslaget behövs för att klara dimensionerande 10-års regn med klimatfaktor.

De tredje åtgärdsförslaget utjämnas flödet i två stora utjämningsmagasin vid norra Planiavägen och Värmdövägen. De befintliga utloppsledningarna dimensioneras inte om. Däremot visar det att befintliga utloppsledningarnas dåliga kapacitet, pga troligt sediment i ledningarna, gör att magasinet i norra Planiavägen måste bli mycket större än om utloppsledningarna skulle rensas/spolas.

Det fjärde åtgärdsalternativet som analyserats innebär att fem olika utjämningsmagasin fördröjer flödet i avrinningsområdet. Även i detta åtgärdsförslag lämnas utloppsledningarna orörda. Dock kräver detta åtgärdsförslag att man rensar/spolar utloppsledningarna så att man får tillbaka ursprunglig kapacitet i ledningarna. Två utjämningsmagasin placeras i Sickla köpkvarter, ett i torgytan i norra Planiavägen, ett vid Värmdövägen och ett femte vid Sickla skola. Det femte utjämningsmagasinet behövs inte för att undvika marköversvämningar utan visar maximala flöden som kan avvattnas därifrån i framtiden utan att man får marköversvämningar i Järvaleden.

5.3 Rekommenderat åtgärdsförslag

Under projektets gång har projektgruppen träffats på Nacka kommun vid två tillfällen för att diskutera åtgärderna och deras organisatoriska och tekniska genomförbarhet.

Tidigt under projektet framkom det att det inte var ett alternativ att leda stora vattenvolymer på markytan ner till Järlasjön då det inte finns utrymme för detta.

Åtgärdsförslagen 1 och 2 där man torrlägger befintliga utloppsledningar med en dagvattenpumpstation kom kommunen fram till att de ej var genomförbara. Detta beror dels på att man riskerar att få in förorenat grundvatten i de torrlagda och ev otäta dagvattenledningarna. I avrinningsområdet finns det vissa förekomster av markföroreningar sedan tidigare verksamhet. Dessa två åtgärdsförslag innebär även kraftigt ökade maxutflöden i Järlasjön vilket kan resultera i större turbulens/sediment upprörning vilket vill undvikas.

Åtgärdsförslag 3 med två stora utjämningsmagasin blir orealistiskt. Utjämningsmagasinet i Planiavägen innebär en för stor ekonomisk kostnad, pga fördyrande konstruktioner i omgivande planerad bebyggelse, vilket gör att exploateringen kring Planiavägen inte kan bära kostnaderna för detta alternativ.

Det 4:e åtgärdsförslaget innebär att nuvarande maximalt utflöde mot Järlasjön blir oförändrat eller något mindre. För att klara detta har fyra utjämningsmagasin dimensionerats uppströms Planiavägen. Detta åtgärdsförslag kräver dock att man rensar/slamsuger utloppsledningarna då deras utloppskapacitet är långt under den teoretiska enligt flödesmätningarna under sommaren 2013.

Det 4:e åtgärdsförslaget är det som bäst klarar de kriterier som framkommit under projektets gång och är där med det åtgärdsförslag som vi på Sweco rekommenderar.

6 Metod

Under detta kapitel redogörs för de beräkningar som utförts i denna utredning. Beräkningarna har huvudsakligen genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac¹. Resultaten av dessa beräkningar har sedan legat till grund för föreslagen dagvattenhantering och dess översiktliga dimensionering. Följande beräkningar görs och beskrivs nedan:

- Föroreningsberäkningar före och efter exploatering med och utan LOD
- Beräkningar av fördröjningsvolym efter exploatering som underlag för dimensionering av LOD-lösningar
- Översiktlig dimensionering av LOD efter exploatering
- Översiktlig dimensionering av en i viken förlagd sedimentationsyta, dold under planerat promenadstråk (brygga), efter exploatering med och utan LOD
- Sjömodellering

Resultaten av den genomförda hydrauliska modelleringen som kalibrerades efter flödesmätningar genomförda under sommaren 2013 redovisas i kapitel 5. Hela den tekniska rapporten redovisas i Bilaga 7.

Genomförda föroreningsberäkningar samt dimensionerade LOD-anläggningar baseras på teoretiska värden avseende avrinningskoefficienter. De avrinningskoefficienter som har använts utgör branschstandard och är tagna ur Svenskt Vattens publikation P90.

Då det under sommaren 2013 genomfördes flödesmätningar i tre punkter inom avrinningsområdet så har den hydrauliska modellen kunnat anpassas och kalibrerats efter verkliga flöden och bidragande ytor, vilka är mindre än de teoretiskt uppskattade. Detta är förklaringen till varför avrinningskoefficienterna skiljer sig mellan de olika beräkningarna.

¹ www.stormtac.com

Vid en minskad avrinningskoefficient kommer föroreningsbelastningen (kg/år) till recipienten att minska medan effekten på halterna blir mindre. Vid en lägre avrinning kommer halterna av vissa ämnen att minska lite medan halten av andra ämnen förblir oförändrad. En justering av föroreningsberäkningar, recipientmodellering, dimensionering av LOD och reningsanläggning har inte genomförts för de nya avrinningskoefficienterna.

6.1 Klimatanpassning

Enligt Svenskt Vatten och SMHI förväntas dimensionerande flöden och fördröjningsvolymerna öka framöver samt att regionala skillnader i nederbördsintensitet kommer att uppstå. För att minimera risker för översvämning föreslås att dagvattensystemet dimensioneras för ett 10-årsregn med en klimatkoefficient enligt de senaste rön från SMHI. Enligt Nacka kommun bör det i nuläget tillämpas en faktor på 1,2. Denna faktor kan dock behöva justeras framöver i samband med att nya rön publiceras. Väljer man att dimensionera för en längre återkomsttid, exempelvis för ett 20-årsregn, så bör man ta hänsyn till en högre klimatkoefficient. Vidare tror man att ju kortare den dimensionerande varaktigheten blir desto högre blir klimatkoefficienten.

Vilken klimatkoefficient som skall användas vid beräkning av fördröjningsvolymerna kommer att styras av bland annat återkomsttid och det antagna utflödet som i sin tur påverkar dimensionerande regnvaraktighet. Generellt ligger klimatkoefficienten enligt nuvarande kunskap inom intervallet 1,05 – 1,3 (motsvarande 5-30%). Vilken som väljs beror alltså på regionala och platsspecifika förhållanden. Därutöver antas även att årsnederbörden kommer att öka men osäkerheterna är många och det bör därför tas hänsyn till alla de faktorer som påverka varandra vid dimensioneringen av ett robust och hållbart dagvattensystem. I denna utredning antas en faktor på 1,2 för beräkning av fördröjningsvolymerna men ingen faktor har använts för beräkning av årsavrinningen och årlig föroreningsbelastning eftersom dessa är mer osäkra och vanligtvis hittills inte använts i svenska dagvattenutredningar.

6.2 Dagvatten- och recipientmodellen StormTac

Översiktlig beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet samt beräkningar av flöden och fördröjningsvolymerna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 2013-03. Som indata till modellen används nederbörd, 636 mm/år², och kartlagd markanvändning i områdena. Markanvändningen före exploatering har uppskattats utifrån flygbild. Kommunen har bistått med information om hur området är tänkt att utvecklas framöver.

Vid beräkningar av dagvattnets föroreningsinnehåll har schablonhalter för järnväg, parkering, bensinstation, område med flerfamiljsbostäder, villaområde, skola, parkmark, industri-, handels- och kontorsområde, naturmark samt väg med olika ÅDT använts. ÅDT,

² Uppmätt nederbörd i Stockholm justerat efter mätförluster med faktor 1,18 i enlighet med SMHI.

årsdygnstrafik, är ett mått på det genomsnittliga trafikflödet per dygn under ett år. I områden såsom bostadsområde och villaområde inkluderas lokalgator, parkeringar och mindre grönytor. Schablonvärden utgörs av årsmedelhalter samt avrinningskoefficienter för angiven markanvändning.

Vid belastningsberäkningar (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymen som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år. Endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet) avses.

6.3 Föroreningsberäkning

I rapporten redovisas föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$ eller mg/l) och föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering med och utan LOD. Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (Susp; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och bensapyren (BaP). För samtliga ämnen avses totalhalter. Dessa beräkningar utförs utan klimatfaktor.

6.3.1 Jämförelse med riktvärde 1M för dagvattenutsläpp samt riktvärde (målhalt) i Järlasjön

Samtliga framräknade årsmedelhalter har jämförts med *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*, nivå 1M³. Nivå 1 gäller för avrinningsområden som ansluter direkt till recipient och M avser utlopp i en mindre recipient såsom mindre sjö eller grund havsvik. Dessa riktvärden är lämpliga att använda vid t.ex. kommunens planläggning, nyexploateringar eller förtätningar där flera fastigheter kan ha en gemensam dagvattenlösning.

De av RTK föreslagna riktvärdena för dagvattenutsläpp används då det idag inte finns några andra nationella riktlinjer eller gränsvärden för halter i dagvatten. Syftet med tillämpningen av dessa är att på lång sikt se till att statusen i recipienten bevaras eller förbättras för att nå de målen som ställs i Vattendirektivet.

Det är inte dessa riktvärden för halter i dagvattenutsläpp, som är styrande för utredningen utan de används som jämförelse, som hjälp och underlag vid diskussion av åtgärder på olika platser. Det är istället riktvärdet (målhalten) eller miljö kvalitetsnormen $24 \mu\text{g/l}$ i Järlasjön som är styrande för hur stor föroreningsbelastningen, i detta fall fosforbelastningen, får vara på Järlasjön.

Denna miljö kvalitetsnorm styr alltså den acceptabla belastningen som beräknas via utförd sjömodellering. Även reningsbehovet i form av avskild mängd fosfor beräknas utifrån vad

³ Riktvärdesgruppen, RTK; Regionplane- och trafikkontoret, Stockholm läns landsting, 2009.

sjön maximalt får innehålla i halt som medeltal. Reningsbehovet fördelas mellan studerat område och kringliggande områden, samt tillkommande exploateringar.

Denna utredning har därför kompletterats med en sjömodellering i StormTac i syfte att beräkna den acceptabla belastningen (kg/år) samt reningsbehovet (kg/år) för att uppnå uppsatt målhalt för fosfor i sjön. Detta ger mer konkreta svar på vilken effekt åtgärder har på sjöns fosforhalt och om ytterligare åtgärder behövs för att nå den acceptabla belastningen.

6.4 Dimensionering av ny strandpromenad med underliggande reningsvolym

Det föreslås att under en ny brygga (en strandpromenad) anlägga en spont eller tät duk så att en yta och volym erhålls för rening av dagvatten som tillförs Kyrkviken via två dagvattenledningar.

Anläggningen behövs för att kunna rena tillräckligt stor andel av den totala belastningen från avrinningsområdet, från vilket stor belastning beräknats komma från befintliga ytor såsom Sickla handelsplats. Det bedöms inte ge tillräcklig effekt (med beaktande av kraven från Länsstyrelsen på minskad fosforhalt i sjön) att endast använda lokala reningsanläggningar i de redan exploaterade områdena inklusive vägarna.

Anläggningen föreslås lokaliseras längs Kyrkvikens strandkant där den integreras med promenadstråket som löper längs med Järlaleden. Den styr vattnet längs med strandkanten med hjälp av en anlagd spont eller tät duk som förankras i sjöbotten och på en osynlig plats under bryggan. Utflödet sker på andra kortsidan av promenadstråket, genom hål under vattenytan. Vidare beskrivs den integrerade lösningen under kapitlet med principlösningar för dagvattenhantering.

En översiktlig dimensionering av reningsytan görs utifrån areasambandet mellan anläggningens vattenyta och avrinningsområdets reducerade area (A_p/A_{red}) (www.stormtac.com). Dimensioneringen görs för fallet efter exploatering samt med och utan LOD. Utgångspunkten är att det renade dagvattnet skall uppnå riktvärdesnivå 1M.

6.5 Flödesberäkningar

Flödesberäkningarna har utförts för ett 10-årsregn med klimatfaktor på 1,2 och för en varaktighet som beräknas utifrån rinnsträckor och flödeshastigheter. Vidare används de senaste nederbördsdata och regnintensiteter som rekommenderas enligt Svenskt Vatten, publikation P104 (data från Dahlström, 2010).

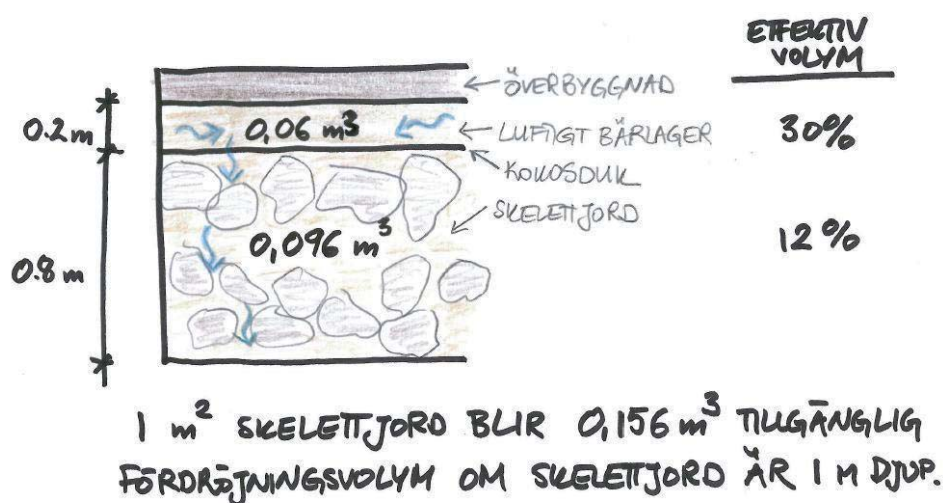
6.6 Fördröjningsvolym och översiktlig dimensionering av LOD-anläggningar

Volymberäkningar genomfördes för de delarna av programområdet där naturmark planeras att exploateras eller där markanvändningen förändras eller förtätas. I dessa beräkningar har flödeskravet antagits till lika med naturmarksavrinning. För vissa fall

innebär detta en avrinningskoefficient från naturmark på 0,1 och i andra fall 0,3, beroende på andelen berg i dagen och hur kuperad terrängen är. Beräkningarna har gjorts för ett 10-årsregn och den varaktighet som ger störst volym samt med klimatkoefficient 1,2.

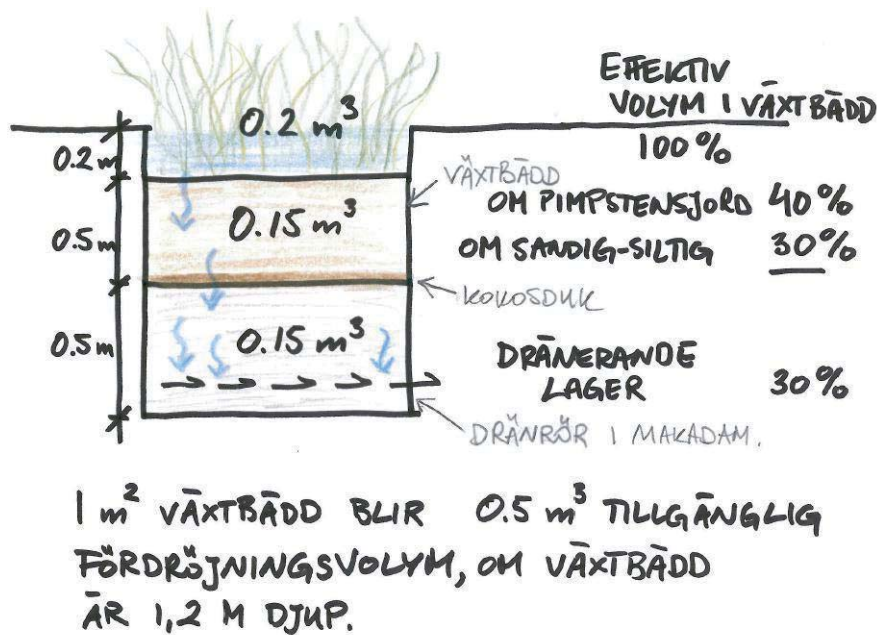
Även om detta stränga flödeskrav ställs på nyexploateringar, så kommer man inte att komma tillrätta med översvämningarna i området då Alphyddan och Sickla köpkvarter med omnejd redan idag bidrar till för hög flödesbelastning på ledningsnätet.

För varje studerat delområde (se Bilaga 3) beräknades därefter den erforderade växtbädds- respektive skelettjordsarean. Arealen ges utifrån en antagen "standardanläggning" med en viss effektiv volym (magasineringsvolym) som visas i Figur 6 och Figur 7.



Figur 6. Standardutformning av skelettjord, kan utföras utan kokosduk.

Enligt Björn Embrén, Trafikkontoret, Stockholm Stad, så har en vattenmättad skelettjord en infiltrationskapacitet på 100 mm under cirka 30 min och den här typen av lösning används allt oftare för hantering av dagvatten. En förutsättning är att grundvattnet ligger under skelettjorden. Terrassens förmåga att ta emot vatten och om avledning sker till dräneringsrör eller bräddbrunn är också viktiga parametrar i sammanhanget. Terrassen utgörs av jordytan som ligger under skelettjorden d.v.s. den nivån som man normalt schaktar ner till.



Figur 7. Standardutformning av växtbädd.

Skelettjordar och växtbäddar ger förutom bra förutsättningar för etablering av träd och växter både en flödesutjämnande och renande effekt, där den senare främst åstadkoms genom infiltrering, fastläggning i jordytans övre skikt och via växtupptag.

6.7 Indata till föroreningsberäkningar

Nedan i Tabell 1 sammanställs all indata i form av area per markanvändning (ha), trafikintensiteter (ÅDT) och avrinningskoefficienter (φ) som ligger till grund för föroreningsberäkningarna och dimensioneringen av en i Kyrkviken förlagd sedimenteringsyta under planerat promenadstråk.

Tabell 1 Area per markanvändning och avrinningskoefficienter som används i föroreningsmodelleringen för respektive studerat fall

Markanvändning	φ	Plan före	Plan efter	Plan efter LOD	Aro före	Aro efter	Aro efter LOD
		ha	ha	ha	ha	ha	ha
Järnväg	0.5	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5
Parkering	0.85	1.3	0.17	0.17	0.34	0.34	0.34
Bensinstation	0.8	0.48	-	-	0.48	-	-
Villaområde	0.25	1.32	-	-	1.32	-	-
Flerfamiljshus	0.45	-	8.94	-	8.48	14.86	5.9
Flerfamiljshus med LOD	0.22	-	-	8.94	-	-	8.94
Skola	0.45	2.5	3.32	1.88	2.5	3.32	1.88
Skola med LOD	0.22	-	-	1.44	-	-	1.44
Park	0.18	0.83	0.83	0.83	-	-	-
Kontor och handel	0.85	4.9	0.72	0.72	18	14.8	14.8
Väg 1 - Gamla Värmdöv, ÅDT 8100	0.85	0.9	0.9	0.9	1	1	1
Väg 2 - Järlaleden väst, ÅDT 8600	0.85	0.3	0.3		0.62	0.62	
Väg 3 - Järlaleden öst, ÅDT 12000	0.85	0.49	0.49		0.32	0.32	
Väg 4 - Planiavägen norr, ÅDT 8200	0.85	0.36	0.36		0.36	0.36	
Väg 5 - Planiavägen söder ÅDT 11500	0.85	0.28	0.28		0.28	0.28	
Väg 6 - Järlaleden väst, LOD	0.6			0.3			0.62
Väg 7 - Järlaleden öst, LOD	0.6			0.49			0.32
Väg 8 - Planiavägen norr, LOD	0.6			0.36			0.36
Väg 9 - Planiavägen söder, LOD	0.85			0.28			0.28
Skog och övriga grönytor	0.3	3.5	0.85	0.85	4.1	1.9	1.9
Totalt		17.46	17.36	17.36	38.3	38.3	38.3

6.8 Sjömodellering

Sjömodellering har utförts för Järlasjön i syfte att beräkna sjöns acceptabla belastning och reningsbehov av fosfor, P (kg/år) för att nå den målhalt för fosfor i ytvattnet om 24 µg/l som Länsstyrelsen har angivit.

Dagvatten- och recipientmodellen StormTac har använts. Den använder årliga vatten- och massbalanser empiriska data från ett stort antal svenska sjöar, baserat på den vedertagna OECD-modellen.

Med tanke på osäkerheter i att beräkna fosforhalten i sjöar så har istället uppmätt halt använts. Förändrad belastning vid exploatering och olika typer av rening (LOD och/eller sedimenteringsanläggning under planerat promenadstråk) har simulerats för att beräkna förändrad halt i sjöns ytvattenmassa. För att kunna göra detta behövs indata i form av uppmätt fosforhalt i sjön samt fosforhalt och flöde i utloppet från sjöar uppströms. Utloppsflödet beräknas via vattenbalans från area per markanvändning och sjöarnas areor, tillsammans med nederbörd minus avdunstning, i sjösystemet uppströms. I övrigt har Järlasjöns area och volym använts, liksom area per markanvändning i dess kringliggande tillrinningsområde. Både dagvatten- och grundvattenflöde inkluderas i beräkningarna. Atmosfärisk våt- och torrdeposition av fosfor på sjöns yta har också inkluderats.

Den acceptabla fosforbelastningen på sjön har beräknats genom simulering av dagens belastning sedan har belastningen minskats tills att riktvärdet för sjöns i form av lägre fosforhalt uppnås. Denna minskade belastningen utgör reningsbehovet, som både utgörs av föreslagna reningsåtgärder i studerat område och åtgärder som behövs i övrigt tillrinningsområde till sjön.

6.9 Indata till sjömodellering

Nedan i Tabell 2 sammanställs indata till sjömodelleringen, se även Bilaga 6 där sjösystemet som tillrinner Järlasjön redovisas med areor per markanvändning. Delavrinningsområdena för varje recipient är tagna från SMHI och terrängkartan och baseras på höjddata. Delområdenas indelning tar inte hänsyn till om det finns avledande dagvattensystem såsom ledningar och mindre diken.

Tabell 2 Indata till sjömodellering av Järlasjön. Sjösystem i Järlasjöns tillrinningsområde samt areor/markanvändning.

Sjö per delavrinningsområde	Sjövolym (m ³)	Delavr.omr. inkl. sjöyta (ha)	Sjöyta (ha)	Delavr. Omr. exkl. sjöyta (ha)	Markanvändning					
					Kontor och handel (ha)	Flerfamiljs-hus (ha)	Villa (ha)	Radhus (ha)	Skog (ha)	Öppen mark (ha)
Ältasjön	2310000	500	79	419	-	56	130	23	210	-
Dammtorpssjön övre (Söderbysjön) + Ulvsjön	530000	470	21	449	-	-	21	26	370	31
Dammtorpssjön undre	130000	115	16	99	-	-	-	-	92	7
Källtorpssjön	1920000	290	40	250	-	-	-	-	201	49
Järlasjön exkl.studerat område	7564000	504.7	76	429	69.3	71.7	165	-	124	-

Idag är medelhalten av fosfor i sjöns ytvatten 28 µg/l sett på den senaste 10-årsperioden, undantaget sista 1-2 åren då nytt labb valdes, vilket gav lite lägre värden. Indata som redovisas i Tabell 2 innebär att punktbelastning i form av flöde (m³/år) och fosforbelastning (kg/år) från sjösystemet uppströms inkluderas i beräkningen. Denna punktbelastning kommer från Dammtorpssjöns utlopp och når Järlasjön via Nacka ström. Data från samma period ovan visar att ytvattnet i Dammtorpssjön i medeltal har fosforhalten 10 µg/l vilket antagits som utloppshalt och tillsammans med beräknat utflöde från sjön använts som indata. I övrigt har Järlasjöns närmaste omgivande tillrinningsområde karterats i area per markanvändning, se Tabell 2 där planområdets area exkluderats eftersom det istället har modellerats som punktkälla i form av flöde och fosforbelastning för de olika beräkningsfallen.

7 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten av föroreningsberäkningar, beräknade flöden och fördröjningsvolym, erforderade areor för LOD och sjöförlagd sedimenteringsanläggning (under planerat promenadstråk) samt resultaten av sjömodelleringen.

7.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har gjorts för hela planområdet före och efter exploatering samt för hela avrinningsområdet före och efter exploatering med och utan LOD. Resultatet från beräkningarna av föroreningshalter, föroreningsbelastning och jämförelse med riktvärden för dagvattenutsläpp nivå 1M presenteras i Tabell 3, Tabell 4, Tabell 5 och Tabell 6.

Dagvattnets utsläppshalter (årsmedel) har här endast jämförts med riktvärden för dagvattenutsläpp i form av årsmedelhalter. En jämförelse av dessa halter med målhalten (miljö kvalitetsnormen) för fosfor i Järlasjön har inte gjorts. Bedömningen är att halterna av dagvattnet späds ut i recipienten som även tillförs stora flöden från andra områden, varmed en sådan jämförelse inte bedöms vara relevant i detta fall.

Tabell 3. Årsmedelhalter (mg/l och µg/l) av föroreningar i dagvatten och basflöde från planområdet, före och efter exploatering, med och utan LOD. Halter som överskrider riktvärdena markeras med grått.

Ämne	Enhet	Planområde före	Planområde efter	Planområde efter med LOD	Riktvärden 1M
P	mg/l	0.17	0.21	0.17	0.16
N	mg/l	1.5	1.6	1.6	2.0
Pb	µg/l	19	12	9.2	8.0
Cu	µg/l	26	26	21	18
Zn	µg/l	108	97	80	75
Cd	µg/l	0.56	0.47	0.34	0.40
Cr	µg/l	9.1	9.3	7.0	10
Ni	µg/l	5.5	7.2	5.7	15
Hg	µg/l	0.061	0.038	0.040	0.030
Susp	mg/l	75	61	49	40
Olja	mg/l	0.77	0.60	0.50	0.40
PAH	µg/l	0.71	0.48	0.36	-
BaP	µg/l	0.071	0.043	0.042	0.030

Tabell 4 Årsmedelhalter (mg/l och µg/l) av föroreningar i dagvatten och basflöde från avrinningsområdet, före och efter exploatering med och utan LOD samt efter rening i sedimenteringsanläggning under promenadstråk i Kyrkviken. Halter som överskrider riktvärdena markeras med grått.

Ämne	Enhet	ARO före	ARO efter	ARO efter med LOD	ARO efter rening under promenadstråk	ARO efter rening med LOD och under promenadstråk	Riktvärden 1M
P	mg/l	0.21	0.23	0.21	0.12	0.11	0.16
N	mg/l	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	2.0
Pb	µg/l	21	20	20	8.0	7.9	8.0
Cu	µg/l	27	27	25	16	15	18
Zn	µg/l	115	113	109	49	47	75
Cd	µg/l	0.68	0.65	0.63	0.35	0.33	0.40
Cr	µg/l	10	11	10	4.4	4.2	10
Ni	µg/l	6.5	7.0	6.5	3.7	3.5	15
Hg	µg/l	0.069	0.063	0.066	0.044	0.044	0.030
Susp	mg/l	79	77	74	23	22.5	40
Olja	mg/l	0.93	0.89	0.88	0.13	0.13	0.40
PAH	µg/l	0.75	0.70	0.69	0.28	0.27	-
BaP	µg/l	0.096	0.088	0.09	0.034	0.034	0.030

Föroreningsberäkningarna visar att för planområdet så ökar halterna av P, N, Cr och Ni efter exploatering samtidigt som halterna för Pb, Cu, Zn, Cd, Hg, Susp, Olja, PAH och BaP minskar eller förblir oförändrade. Detta beror på den förändrade markanvändningen utan bensinstation och med minskad andel parkering, kontor och handel och ökad andel bostadsområden. För situationen med LOD inom planområdet minskar halterna av samtliga ämnen förutom P, N och Ni jämfört med före exploatering samt för Hg jämfört med efter exploatering. För avrinningsområdet är situationen en liknande med en ökning av halterna för P, Cr och Ni efter exploatering samtidigt som halterna för Pb, Cu, Zn, Cd, Hg, Susp, Olja, PAH och BaP minskar eller förblir oförändrade. För avrinningsområdet ger LOD inom planområdet en reduktion av halterna för Pb, Cu, Zn, Cd, Susp, Olja och PAH.

Samtliga ämnen förutom N, Ni och PAH överstiger riktvärdena 1M för något av ovan nämnda fall. Beträffande halter från avrinningsområdet efter rening i sjöförlagd

sedimenteringsanläggning så minskar dessa för samtliga ämnen jämfört med en situation utan, och alla ämnen förutom Hg och BaP understiger riktvärdena 1M efter rening. Hg och BaP anses inte vara dimensionerande för den sjöförlagda sedimenteringsytan då indata till halterna och riktvärdena i sig är osäkra, vilket också är angivet i rapporten där riktvärdena presenterades (Riktvärdesgruppen, 2009).

Det är av vikt att inte bara studera uppkomna dagvattenhalter utan att även se till förändringar i belastningen från områdena. Därför redovisas den beräknade årliga belastningen från området före samt efter exploatering i Tabell 5 och Tabell 6 nedan.

Tabell 5. Årlig föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering av planområdet.

Ämne	Enhet	Planområde före	Planområde efter	Planområde efter med LOD
P	kg/år	13	14	8.7
N	kg/år	112	110	81
Pb	kg/år	1.4	0.81	0.47
Cu	kg/år	2.0	1.75	1.1
Zn	kg/år	8.2	6.5	4.1
Cd	kg/år	0.043	0.032	0.017
Cr	kg/år	0.69	0.62	0.36
Ni	kg/år	0.42	0.48	0.29
Hg	kg/år	0.0046	0.0026	0.0021
SS	kg/år	5694	4082	2496
olja	kg/år	59	40	26
PAH	kg/år	0.055	0.032	0.019
BaP	kg/år	0.0054	0.0029	0.0022

Tabell 6. Årlig föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering av avrinningsområdet, med och utan LOD, samt efter rening i dimensionerad sjöförlagd sedimenteringsyta under planerat promenadstråk.

Ämne	Enhet	ARO före	ARO efter	ARO efter med LOD	ARO efter rening under promenadstråk	ARO efter rening med LOD och under promenadstråk
P	kg/år	38	40	34	21	18
N	kg/år	270	270	241	214	191
Pb	kg/år	3.8	3.5	3.1	1.4	1.3
Cu	kg/år	4.8	4.8	4.1	2.9	2.5
Zn	kg/år	21	20	17	8.6	7.6
Cd	kg/år	0.12	0.11	0.10	0.060	0.053
Cr	kg/år	1.9	1.9	1.6	0.77	0.66
Ni	kg/år	1.2	1.2	1.0	0.64	0.55
Hg	kg/år	0.013	0.011	0.011	0.0073	0.0072
SS	kg/år	14100	13400	11800	4020	3580
olja	kg/år	167	155	140	23	21
PAH	kg/år	0.13	0.12	0.11	0.048	0.043
BaP	kg/år	0.017	0.015	0.015	0.0060	0.0060

Belastningen av samtliga ämnen är högre från avrinningsområdet än från planområdet, då ett större område ingår i avrinningsområdet. I avrinningsområdet ingår bland annat Sickla köp kvarter och Alphyddan. För planområdet så minskar belastningen av samtliga ämnen förutom P och Ni efter exploatering. För situationen med LOD efter exploatering minskar belastningen av alla ämnen jämfört med före och efter exploatering utan LOD. Belastningen beräknas utifrån sambandet schablonhalt*avrunden årsvolym. Eftersom andelen hårdgjord yta minskar efter exploatering och ännu mer med LOD, minskar i sin tur också årsavrinningen och därmed belastningen. Belastningen från avrinningsområdet minskar något för Pb, Zn, Cd, Hg, SS, olja, PAH och BaP och blir i stort sett oförändrad för övriga ämnen. Anledningen till att reduceringen inte blir lika stor i belastningen från avrinningsområdet är att den förändrade markanvändningen i planområdet inte slår lika mycket i det större området.

7.1.1 Lösta ämnen

I denna rapport redovisas ämnens totalhalter vilket är det vanligaste och allmänt vedertagna sättet att redovisa föroreningar på. Vid genomförande av vattenanalyser är det normalt att just totalhalterna analyseras. De föroreningar som transporteras med dagvattnet består dock av såväl en partikelbunden som löst fraktion.

På senare tid har just den lösta fraktionen (de ämnen som passerat ett filter på 0,45 µm) av en förorening hamnat i fokus, inte minst i samband med ikrafträdandet av Vattendirektivets miljö kvalitetsnormer för prioriterade ämnen i ytvatten vilka avser lösta fraktioner för tungmetaller. Andelen löst fraktion är av betydelse då det är denna som har hög biotillgänglighet och därför generellt är mer toxisk för biota jämfört med en bunden fraktion.

Andelen löst fraktion av metallerna i dagvatten varierar från ämne till ämne. Bly och PAH'er är de ämnena som främst förekommer i partikelbunden form. Andelen löst fraktion för övriga ämnen ligger mellan 30–70 % men kan variera beroende på markanvändning och studerat ämne. Till exempel kan andelen löst kväve och fosfor variera kraftigt. Av tidigare genomförda fallstudier framgår att lösta kvävefraktionen ligger mellan 65-100 % med ett medianvärde på 69 % löst. Den lösta fosforfraktionen varierar mellan 5-80 % med ett medianvärde på 42 %.

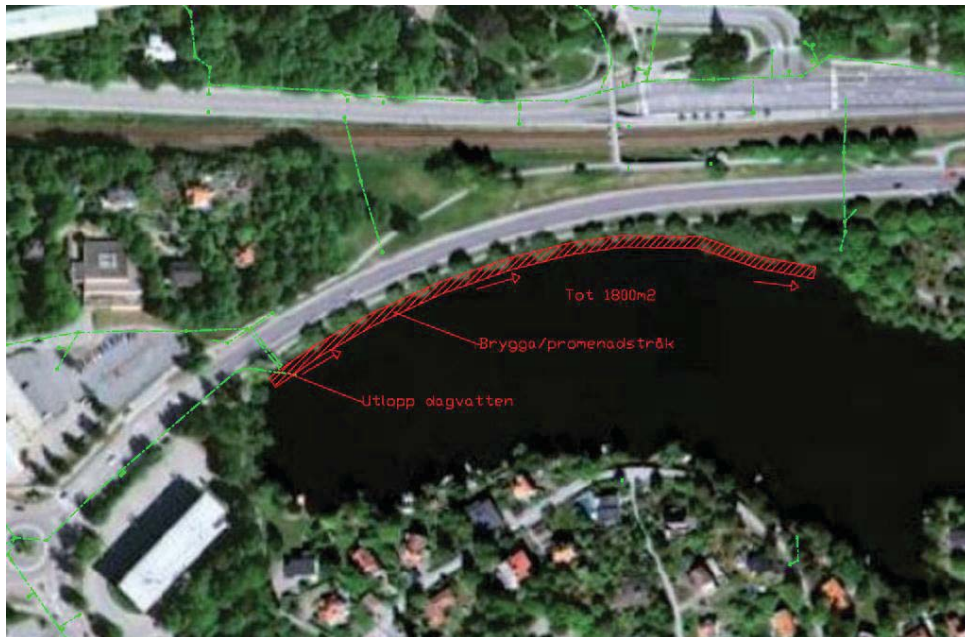
Lösta fraktioner av föroreningar kan renas med hjälp av LOD-anläggningar. De lösta fraktionerna avskiljs genom växtupptag samt genom adsorption till jordpartiklar.

7.2 Dimensionering av integrerad dagvattenrening under planerat promenadstråk längs Kyrkvikens strand

En yta för sedimentering av föroreningar under planerat promenadstråk föreslås skapas genom anläggande av brygga med spont eller tät duk under i yttre kant, förankrad mot sjöbotten. Ytan har dimensionerats för att uppnå riktvärdesnivå 1M. Utan LOD i avrinningsområdet efter exploatering blir den fodrade arean på anläggning (tillika promenadstråkets minsta utbredning) **ca 2050 m²**. Med fullt utbyggd LOD i avrinningsområdets nyexploaterade områden, med LOD i Planivägen och längs Järlaleden minskar behovet av reningsytan till **1800 m²**, se Figur 8.

Om föreslagen princip tillämpas så kommer halter i utgående dagvatten kommer att underskrida riktvärdena för dagvattenutsläpp och den totala belastningen till Järlasjön kommer att minska jämfört med idag.

Den dimensionerade reningsytan kan minskas om föreslagen brygglösning kompletteras med en reningsåtgärd uppströms, exempelvis i form av ett ecovaultmagasin.



Figur 8. Förslag på utbredning av promenadstråk längs Kyrkvikens norra strand. Bryggan kan göras ca 300 lång och 6 m bred. Bryggan kan utformas med varierande bredd och form.

7.3 Flödesberäkningar

Det årliga flödet från planområdet före och efter exploatering med och utan LOD visas i Tabell 7 nedan.

Tabell 7 Årsavrinning ($m^3/år$) före och efter exploatering av planområde respektive avrinningsområde.

Årsavrinning	Enhet	Planområde före	Planområde efter	Planområde efter med LOD	ARO före	ARO efter	ARO efter med LOD
Dagvatten + basflöde	$m^3/år$	76300	66900	51400	179900	175000	159000

Den samlade årsavrinningen minskar efter exploatering och ännu mer efter exploatering med LOD, jämfört med före exploatering. Detta beror på reduceringen av hårdgjorda ytor inom planområdet.

7.4 Volymsberäkningar och översiktlig dimensionering av LOD

I Bilaga 3 visas studerade delavrinningsområden inom planområdet för vilka fördröjningsvolym och LOD beräknats för fallet efter exploatering. I Tabell 8 visas indata till beräkningarna samt resultaten i form av antaget fördröjningskrav, erforderad utjämningsvolym samt hur många kvadratmeter växtbädd eller skelettjord som skulle fodras för att uppnå kravet. För varje område beräknas ett naturligt avrinningsflöde Q_{natur} vid 10-årsregn, d.v.s. hur stort flödet skulle vara om området var oexploaterat och endast bestod av naturmark.

Tabell 8. Delområdesareor, indata, fördröjningsvolym och motsvarande area skelettjord eller växtbädd. Observera att grundvattennivåerna vid Planiavägen ligger högt.

Område	Area (ha)	Rinnstr. (m)	Avr.-koeff	Avr. Koeff. för fördr.	Hastighet (m/s)	Flöde (l/s)	Flöde från naturmark (l/s)	Dim Vol. (m ³)	Skelettjord (m ²)	Växtbädd (m ²)
1. Bostadsområde öster om Alphydevägen	3.3	220	0.45	0.10	1.0	360	90	220	1420	440
2. Skolorråde norr om Alphydevägen	1.1	200	0.45	0.10	1.0	150	30	103	660	210
3. Bostadsområde väster om Alphydevägen	1	200	0.45	0.10	1.0	110	27	68	440	140
4. Bostadsområde väster om Planiavägen	0.39	350	0.45	0.30	1.0	42	32	12	77	24
5. Villa/Bostadsområde öster om Planiavägen	2.90	350	0.25	0.30	1.0	310	230	94	600	190
6. Järlaleden östra	0.51	350	0.80	0.30	1.0	110	42	55	350	110
7. Bostadsområde sydost om Planiavägen	1.80	300	0.45	0.30	1.0	200	150	60	390	120
8. Planiavägen norra	0.43	220	0.80	0.30	1.0	94	35	47	300	94
9. Järlavägen västra	0.22	180	0.80	0.30	1.0	48	18	24	150	48
10. Bollplan sydväst om Planiavägen	0.34	110	0.20	0.10	1.0	19	9.0	4.0	26	8.0
11. Bostadsområde sydväst om Planiavägen	0.32	100	0.45	0.30	1.0	35	26	11	71	22
12. Bostadsområde sydväst om Planiavägen	0.42	100	0.45	0.30	1.0	46	34	14	90	28
13. Planiavägen södra	0.35	200	0.80	0.30	1.0	77	38	32	210	64

7.5 Sjömodellering

Tabell 8 presenterar resultaten av tidigare beskriven sjömodellering. Sjöns halt av totalfosfor beräknas sänkas från 28 µg/l ner till ca 26 µg/l, det senare efter exploatering och rening med LOD inom området och en reningsanläggning under planerat promenadstråk (brygga) längs Kyrkvikens norra strand. I tabellen visas vilken avskiljd mängd fosfor som de olika fallen medför jämfört med idag, före exploatering, t.ex. att 20 kg avskiljs som mest medan ett alternativ utan åtgärder istället skulle öka belastningen med drygt 1 kg/år. För att klara målet 24 µg/l räcker det inte med åtgärder i studerat område, hur mycket ytterligare rening som behövs beror på valt fall. Det skulle räcka med att avskilja ytterligare 22 kg/år, jämfört med de 20 kg/år som avskiljs som mest.

Tabell 9 Beräknad fosforhalt i Järlasjön före exploatering samt efter exploatering med och utan rening. Reducerad fosforbelastning jämfört med idag samt behov av ytterligare rening,

Område	Aro före	Aro efter	Aro efter + LOD	Aro efter + sjöförlagd reningsyta	Aro efter + LOD + sjöförlagd reningsyta
Järlasjöns fosforhalt (µg/l)	28,0	28,1	27,7	26,4	26,1
Reducerat fosforbelastning på Järlasjön jämfört med idag (kg/år)	0	+1,1	-4,5	-18	-20
Ytterligare reningsbehov av fosfor (kg/år)	-42	-44	-38	-24	-22

Övriga resultat visar att sjöns acceptabla fosforbelastning är ca 220 (modellvärde 217) kg/år för att uppnå halten 24 µg/l i ytvattnet. Den totala belastningen är idag ca 260 (modellvärde 259) kg/år. Av denne belastning kommer merparten, ca 180 (modellvärde 185) kg/år från dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) från kringliggande tillrinningsområde, ca 40 (modellvärde 38) kg/år från studerat område och en betydligt mindre del, ca 20-50 kg/år (modellvärde 20, tidigare beräkning 50 av WRS baseras på högre halt) beräknas komma från sjöarna uppströms. Övrig belastning kommer via atmosfärisk deposition på sjöns yta, ca 15 kg/år.

8 Principlösningar för dagvattenhantering

I detta kapitel visas en rad exempel på LOD-lösningar som kan anläggas inom de studerade delavrinningsområdena. Målet är att föreslå lösningarna ska användas i såväl nyexploaterade områden som i befintliga miljöer inom såväl program- som avrinningsområdet.

Syftet med LOD är att reducera så mycket flöden, vattenvolymer och föroreningar så nära källan som möjligt. En enskild plantering (växtbädd) eller regngård kommer inte att ge en betydande effekt på föroreningshalten och den vattenmängd som tillförs. Däremot så kommer den sammanslagna effekten av ett större antal småskaliga åtgärder att ge en betydligt mindre belastning på recipienten. Beroende på hur många LOD-åtgärder som görs uppströms så kommer storleken av eventuell reningsanläggning nedströms, t.ex. en integrerad lösning i planerad strandpromenad, att kunna minskas nedströms.

Fördelarna med småskaliga gröna LOD-anläggningar är många. Växternas rötter och jordbakterier hjälper till att bryta ner föroreningar som transporteras med dagvattnet. Rötter, insekter och maskar luckrar upp och ökar utrymmet mellan jordpartiklarna, vilket ger en större effektiv volym i anläggningen.

En varierad vegetation som består av salttåliga eller icke salttåliga växter kan väljas. I Portland har man under många år arbeta med 60-90 cm höga växter, som om möjligt är vintergröna. Gräs och halvgräs är vanligast förekommande men kan kompletteras med lökväxter som ger mer färg. Ibland används även buskar och träd. Möjligheterna är många och LOD-lösningarna kan anpassas efter såväl tekniska som gestaltningsmässiga förutsättningar. Till fördelar med LOD hör:

- Minskade toppflöden och minskad översvämningsrisk
- Reduktion av årsavrinningen
- Förbättrad vattenkvalitet - fastläggning av föroreningar i jord och upptag i växter
- Styrning av gångtrafikanter
- Ökat avstånd mellan gata samt gång- och cykelbana, vilket ökar trafiksäkerheten
- Minskad andel hårdgjord yta - asfalt ersätts med landskap som minskar avrinningen
- Estetiska värden och en trivsammare närmiljö
- Biologisk mångfald
- Biologisk spridningsväg
- Förbättrad luftkvalitet - CO₂ upptag och partikelreduktion
- Växter mår bättre av ökad vattentillförsel - minskat bevattningsbehov
- Bullerdämpning
- Kan utnyttjas i pedagogiska sammanhang

- Synliggörande av dagvatten och vattenprocesserna bidrar till ökad acceptans
- Ökat ekonomiskt värde (på fastigheter med grönska)

8.1 Växtbäddar och regngårdar

Vatten från tak, GC-vägar, gator och gårdar kan avledas till växtbäddar i form av nedsänkta planteringar där vegetation så som träd, örter och gräs planteras. I dessa sker fördröjning och reduktion av dagvattnet. Flera växtbäddar kan seriekopplas via övertäckta eller öppna dagvattenrännor och på så vis tillåts vattnet svämma över från växtbädd till växtbädd innan vidare avledning.

Växtbäddar kan förses med små dämmen i syfte att skapa ytterligare utjämningsvolym särskilt där terrängen är kuperad. Växtbäddarna kan utformas så att vattnet infiltrerar eller bara strömmar igenom växtbädden för att sedan samlas upp i dränledning. Växtbäddar med kantsten kan utformas med släpp eller försänkningar så att vatten från omgivande mark också kan hanteras. Där kantstenen är nollad, kan räcken monteras. För bilder över växtbäddar i olika miljöer, se Figur 9.

Regngårdar har samma funktion som växtbäddar men utgörs av större anläggningar, vilka får ta emot en större mängd vatten. Inom skol- och bostadsområden utformas jordsammansättningen så att dränering sker under maximalt 48 h. Bräddmöjlighet bör också anordnas så att vatten aldrig bli stående högre än 0,2 m, vilket är en rekommendation från Boverket. För exempel på utformning av regngårdar i anslutning till en skola, se Figur 10.



Figur 9. Exempel på utformning av växtbädd i bostadsmiljö, gata och på parkeringsyta i Portland och Schweiz.



Figur 10. Exempel på utformning av regngårdar i Portland.

8.2 Svackdiken

Svackdiken är breda och flacka diken som anläggs längs med vägar och hårdgjorda ytor, vars syfte är att rena och transportera dagvatten, se Figur 11. Dikena har ett högt flödesmotstånd vilket tillsammans med det flacka och breda tvärsnittet och infiltrationsförmåga ger en fördröjande effekt på dagvattenavrinningen.

Svackdiken kan bekläs med gräs eller annan vegetation och de kan utformas som vanliga diken eller med underliggande makadammagasin för att skapa ytterligare utjämningsvolym. I den övre, gräs- eller vegetationsbeklädda ytan fastläggs föroreningar och näringsämnen tas upp av växter. Tjockleken på det övre bevuxna lagret skall vara minst 30 cm för både gräs- och vegetationsbeklädda svackdiken och det är i detta lager som mestadelen av föroreningarna ackumuleras. Växlighetens rotsystem håller kanaler öppna i marken vilket möjliggör att vatten infiltrerar i jorden. Dikena utformas med bräddanordning och utformas som täta eller genomsläppliga anläggningar.



Figur 11. Exempel på utformning av svackdiken längs gata och parkeringsyta, med olika typer av kantsten och utan kantsten. Bilden nedan th är tagen på Sockenvägen i Stockholm, övriga är tagna i Portland, USA.

8.3 Skötsel av småskalig LOD

På samma sätt som vanliga planteringar och gräsmattor i stadens parker och gatumiljöer sköts så behöver även småskaliga LOD-lösningar tas omhand för att uppfylla bästa möjliga funktion, se Figur 12.

Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas, exempelvis kan inloppsstrukturen utformas så att erosionskadorna blir mindre och att borttagandet av försedimenterat material görs på ett enkelt sätt. För underlättad snöröjning kan anläggningen utformas med en rak kantsten med tvärgående rännor som tillåter inflöde. Vidare kan en standardmanual, som innefattar en checklista för skötselmoment och periodicitet tas fram.

I Portland, USA har man både offentliga och privata LOD-anläggningar. Skötselansvaret för de offentliga anläggningarna ligger på Miljöförvaltningen som genomför fyra kontroller/år och sköter dessa två gånger/år. För privata anläggningar är det ägaren som ansvarar och staden inspekterar att anläggningarna sköts genom att göra stickprovskontroller.

Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Det genomförs beskärning och nyplantering. För vissa anläggningar fordras bevattning de första två åren för att säkerställa en god etablering. Över lag är större och sammanhängande anläggningar lättare och billigare att sköta.

Ofta uppstår diskussioner kring mygg i samband med småskaliga gröna lösningar och utvärderingar har visat att mygg inte uppkommer i LOD-anläggningar. Växtbäddarna utformas så att dränering sker under mindre än 48 h. Mygg uppkommer i stillastående vatten och det kan därför bli aktuellt att man behöver avlägsna andra källor, så som vatten i gamla tunnor eller papperskorgar i närområdet.



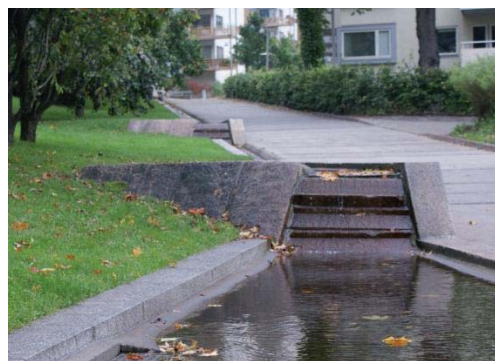
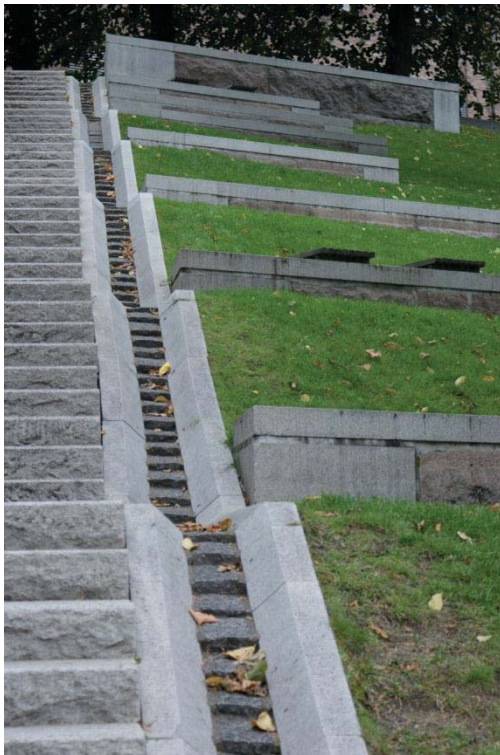
Figur 12 Skötsel av LOD-anläggningar genomförs 2 gånger per år i Portland, USA.

8.4 Stuprörutkastare och rännor

Avledning från hustak kan göras med stuprörutkastare och rännor, Figur 13 och Figur 14. Utkastare får gärna avleda vattnet så att det kan översila en grönyta eller anslutas till en ränna, plantering eller dike där vattnet kan infiltreras och komma växterna tillgodo samtidigt som vattenmängden och föroreningarna reduceras. Fördelarna med ytliga avvattningsstråk är att en trög avledning erhålls, vilket ökar rinntiden. Man uppnår en bättre kapacitet än i en ledning och får en mer lättillgänglig skötsel.



Figur 13. Exempel på utkastare från Oslo och Portland.



Figur 14. Exempel på rännदार och ytlig avledning i Oslo, Stockholm och Malmö.

8.5 Permeabla beläggningar

Om det är möjligt är det rekommenderat att ersätta hårdgjorda ytor med permeabla beläggningar i syfte att öka infiltrationsmöjligheterna, se Figur 15. I förorenade områden läggs dräneringsrör med underliggande tät duk under den permeabla ytan för att inte riskera att föroreningar transporteras ut i Kyrkviken. Dräneringen ansluts istället till dagvattennätet. De genomsläppliga beläggningarna bör inte läggas i branta partier eftersom infiltrationen då oftast koncentreras till en mindre del av ytan med igensättning som följd. Permeabla beläggningar föreslås användas för gårdar, lekplatser och parkeringsytor. Även fristående gångvägar kan tänkas ha denna typ av beläggning. Till genomsläppliga beläggningar hör pelleplattor, markplattor, permeabel asfalt, stensmjöl, grus och smågatsten.



Figur 15. Exempel på permeabla beläggningar i Berlin, Stockholm och Oslo.

8.6 Gröna tak

Gröna tak kallas ibland även för ekotak vilket signalerar att de är växtbeksädda men inte alltid är gröna. När det är ont om plats i den tätbebyggda stadsmiljön så kan dessa tak vara ett effektivt sätt att få in grönstruktur i staden. Gröna tak kan anläggas på hus, komplementbyggnader och tak över parkeringsplatser (carports).

Gröna tak består ofta av moss- och sedumarter och har en hög vattenhållande förmåga vilket bidrar till en fördröjning och minskning av flödestoppar samt reduktion av den årliga avrunna volymen. Beroende på substratets tjocklek så kan årliga volymen minskas med 50 %, 75 % och ända upp till 90 %. Vegetationen på tak har en isolerande effekt på byggnader vilket gör att energiåtgången för uppvärmning minskar och byggnadernas ytskikt inte utsätts för nedbrytande solljus, värme eller kyla. Bilder på gröna tak kan ses i Figur 16 nedan.



Figur 16. Exempel på gröna tak i Stockholm.

8.7 Skelettjord

Skelettjordar, vilka också har översiktligt dimensionerats i denna utredning, kan anläggas i syfte att fördröja dagvatten från GC-vägar, gator och parkeringsytor innan avledning. Skelettjordar bidrar till såväl fördröjning som infiltration och växtupptag av vatten. Utöver fördröjning sker även viss rening av dagvattnet genom fastläggning och nedbrytning av bland annat partiklar, kväveföreningar och olja.

Hårdgjorda ytor avvattnas till uppsamlingsbrunnar med sandfång som sedan fördelar vattnet ut i ett så kallat luftigt bärlager varpå vattnet sipprar ner i själva skelettjorden. Alternativet är att vattnet fördelas via dränledning eller perkolationsbrunnar. Vid anläggande av skelettjord fordras bräddlösning för avledning till tät dagvattenledning. Även för denna lösning gäller att dagvattnet inte infiltrerar i eventuellt förorenad jord utan istället tas upp i dräneringsrör innan anslutning till dagvattennätet. Eventuellt kan terrassytan täckas med tätskikt för att vara säker på att ingen vidare transport sker ner till grundvattnet.

Där grundvattnet ligger högt, d.v.s. 1-1.5 m under markytan eller i områden med markföroreningar så kan föreslagen standardutförning på skelettjorden behöva ses över och vid behov göras grundare. I ett sådant fall kommer den effektiva volymen (d.v.s. den tillgängliga porvolymen) att minska och även växtvalet kan behöva ses över. Samma resonemang gäller för växtbäddar. Principutförning och översiktlig dimensionering redovisas i resultatkapitlet.

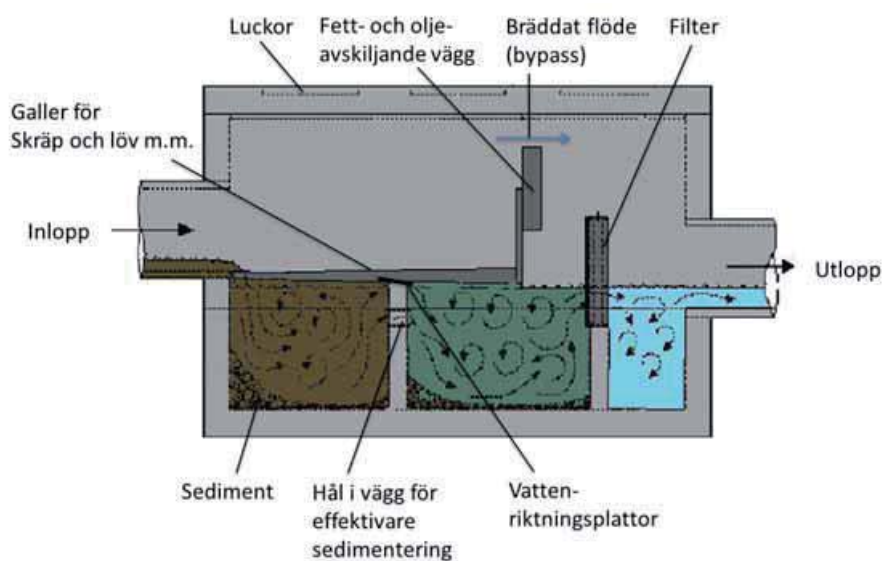
Nedan visas exempel från Hammarby sjöstad där utrymmet under parkeringsyta och gångbana utnyttjats som skelettjord, se Figur 17.



Figur 17. Träd som växer i skelettjord, exempel från Stockholm och Berlin.

8.8 Filtermagasin typ ecovault

Ecovault är ett effektivt filtersystem i en betongkammare som tar relativt liten plats i anspråk och som fungerar väl för rening av dagvatten, Figur 18. Normalt placeras magasinet nedströms ett område för att kunna ta emot dagvattnet från en större area. Anläggningen har kapacitet att klara stora flöden tack vare sin konstruktion där större flöden passerar ovanför sedimentationsdelen. Anläggningen renar dagvattnet genom flera processer, t.ex. sedimentation, filtrering och möjlighet finns till miljövänlig kemisk rening. Magasinen har även en oljeavskiljande funktion genom sina nedsänkta utlopp och avskiljning via upptag i filtren.



Figur 18. Principutformning av EcoVault

8.9 Fördröjningsmagasin av dagvattenkassetter

Dagvattenkassetter utgörs av volymseffektiva plastbackar med en lagringskapacitet på 95 % och syftet med dessa är att fördröja och eventuellt även infiltrera dagvatten. Kassetterna är stapelbara och kan monteras i flera lager. En ytterligare fördel är att de lätt kan inspekteras och rensas via speciella kanaler. Kassetterna har en hög belastningshållfasthet vilket innebär att de är körbara och bör läggas med minst 0,8 meters täckning.

Avståndet mellan underkant dagvattenkassetten och högsta grundvattenyta behöver vara minst 1 m om infiltration ska kunna ske. Vid behov kan magasinet anläggas under grundvattenytan, men behöver då utformas som en tät anläggning och med tillräcklig täckning som motverkar bottenuppträckning. Kassettmagasinet avstånd till byggnad bör vara minst 5 m. Om avståndet är mindre kan anläggningen utformas med tätskikt. För exempel dagvattenkassetter, Figur 19.



Figur 19. Exempel på dagvattenkassetter i Stockholm.

Ett norskt företag som heter VA Systemer har en liknande typ av lösning benämnd StormTech och D-Rainclean vars syfte är att flödesutjämna och rena dagvatten via infiltration, se Figur 20.



Figur 20 Exempel på lösningen StormTech (th) och D-Rainclean. 3

8.10 Strandpromenad och brygga med integrerad dagvattenrening

Befintliga dagvattenutsläpp och deras föroreningar kan hanteras genom anläggande av ett promenadstråk i form av en brygga längs Kyrkvikens strandkant. Reningsytan byggs upp med hjälp av en spont eller gummiduk som fästes under bryggan och i dess ytterkant. Vatten från befintliga dagvattenledningar kommer att transporteras längs med strandkanten och styras med hjälp av den anlagda sponten eller täta duken som förankras i sjöbotten. Sedimentering av föroreningar kommer att ske på sträckan mot utloppet, som anläggs på motsatt kortsida av bryggan, det vill säga motsatt sida från inloppet sett. Utfloppet sker genom hål under vattenytan.

Detta är en lösning för rening av dagvatten då det saknas plats på land för anläggande av exempelvis dammar. Reningseffekten är svårbedömd, men baseras främst på sedimentering. En oljeavskiljande funktion i anläggningen erhålls genom att utloppet är nedsänkt under vattenytan. På så vis kommer olja att stanna kvar på ytan och innanför sponten eller den täta duken. Uppehållstiden kommer att variera beroende på dagvattenflödet. Till skillnad från dammar och avsättningsmagasin leds alltid allt vatten in i anläggningen och ingen brädning sker.

Kombinationen av brygga och en dold sedimenteringsyta skapar nya rastplatser, vilket även ger ett rekreativvärde, se Figur 22. På så vis erhålls en ökad framkomlighet och närhet till vattnet för de människor som rör sig i området. I Kyrkviken kan det bli aktuellt med en utformning som är mer anpassad till den naturliga stranden så att dess naturvärden bevaras. Brygglösningen kan utformas så att den inte täcker hela sedimenteringsytan utan endast ansluter till omgivande mark på två eller fler ställen. Anslutningarnas lokalisering kan då anpassas efter lokala förutsättningar. Se exempel i Figur 21.



Figur 21 Exempel på brygglösning som tar hänsyn till strandkantens naturvärden.



Figur 22. Exempel på utformning av sjöförlagda dagvattenanläggningar med bryggor. I nedre bilden visas en spontad anläggning under promenadstråk i Stockholm och Växjö.

9 Effekten av gräsytor på flöden och föroreningar

9.1 Gräsytors påverkan på avrinningen

En litteraturstudie om avrinning från vägar och diken, som Sweco Dagvatten- och ytvattengrupp genomförde åt Trafikverket 2011, visade att dikens avrinningskoefficient bör anpassas efter dikets permeabilitet och kan variera mycket. För mer permeabla diken kan uppskattningsvis avrinningskoefficienter på ca 0,05-0,1 vara rimliga. Under vissa omständigheter kan diket ha negativ avrinningskoefficient, vilket innebär att diket (vilket är tänkt) kan ta emot och infiltrera vatten även från vägbanan.

För impermeabla diken (med lerbotten eller dylikt) och där grundvattenytan står i dikesbotten kan den genomsnittliga avrinningskoefficienten få värden kring 0,2-0,3. Sett per avrinningstillfälle är variationen betydligt högre. En studie av ett svackdike i Luleå påvisade en negativ avrinningskoefficient (dvs infiltration) för varje avrinningstillfälle. I det fallet var vägytan 660 m² och diket 330 m². Andra studier har visat att avrinning från högtrafikerade vägar blir lägre på grund av stänk.

9.2 Gräsytors påverkan på vattenkvaliteten

Gräsbeklädda ytor så som diken och svackdiken har ett utbrett användningsområde med syftet att skydda mot förorenat dagvatten. En rad undersökningar av reningseffekter har genomförts för olika dikeslutningar, grästäthet, flöden och partikelhalt i inloppsflödet.

Observationer visar att partikelhalten i dagvattnet sjunker ju längre nedströms i ett dike man kommer och att mindre partiklar transporterades längre än stora. I en annan studie lät man rent vatten rinna i ett dike där det tidigare runnit partikelhaltigt dagvatten. Provtagning av det rena vattnet påvisade en låg partikelbelastning i utflödet (nedströms diket), vilket indikerar att frisläppningen av partiklar är en mindre viktig process än avsättningsmekanismen.

En omfattande litteraturstudie visade på att gräsbeklädda diken har en hög reduktionen av sediment och partikelbundet kväve (ca 35-90 %). Dessa diken har även visat sig ge en reduktion av fosfor, fina partiklar och lösta näringsämnen så som nitrit (14 %) eller ortofosfat (5-50 %).

Flera olika studier av svackdiken och diken längs med högtrafikerade motorvägar påvisade en reduktion av suspenderad substans på 30-98 %. Reningseffekten av COD och zink låg mellan 68-93 % och totalhalten fosfor, kväve samt bly reducerades med 31-61 %. En ytterligare undersökning visade att totalfosfor reducerades med 29-99 % och totalkväve med 14-24 %.

De stora intervallerna visar på hur viktiga olika dimensioneringsparametrar är och att reduktionen styrs av faktorer så som grästyp (grästäthet och bladens tjocklek), dikets längslutning och längd, jordart (infiltrationsförmåga), partikelegenskaper (storlek och densitet) samt regnets egenskaper (intensitet och varaktighet). Troligt är även att det snarare är sedimenteringsprocessen än infiltrationen som påverkade reningsgraden.

Slutsatsen är att det förekommer stora variationer i vägdikens avrinning, infiltrationsförmåga samt reningseffekt och att anläggningarna har en positiv reningseffekt på förorenat dagvatten.

10 Dagvattenhantering för Kyrkvikenområdet på Västra Sicklaön

I denna utredning har det föreslagits en rad dagvattenlösningar i form av såväl LOD som "end of pipe"-åtgärder, vilka ska minska både flöden på befintligt ledningsnät samt reducera föroreningsbelastningen till Järlasjön. I Tabell 10 sammanställs föreslagna åtgärder som bedöms vara relevanta för dagvattenhanteringen i Kyrkvikenområdet samt i vilken typ av område dessa kan anläggas. Lösningarna lämpar sig även för Alphyddan och Sickla köpvarter.

Målet är utveckla områdets nyexploateringar med LOD och där befintliga vägar, förgårdsmarker, innergårdar och tak byggs om, komplettera dessa med småskaliga gröna lösningar som omhändertar dagvattnet.

Tabell 10 Dagvattenlösningar som föreslås för Kyrkvikenområdet.

	Kvartersmark	Lokalgator	Planiavägen	Järlaleden	Allmän platsmark
Stuprörsutkastare, rännor	x				
Permeabla beläggningar	x				x
Gröna tak	x				
Skelettjordar		x	x		
Växtbäddar, regngårdar	x	x	x		x
Svackdiken				x	
Sedimentering under promenadstråk					x
Fördröjningsmagasin	x				x
Filtermagasin (EcoVault)					x

10.1 Planiavägen och Järlaleden

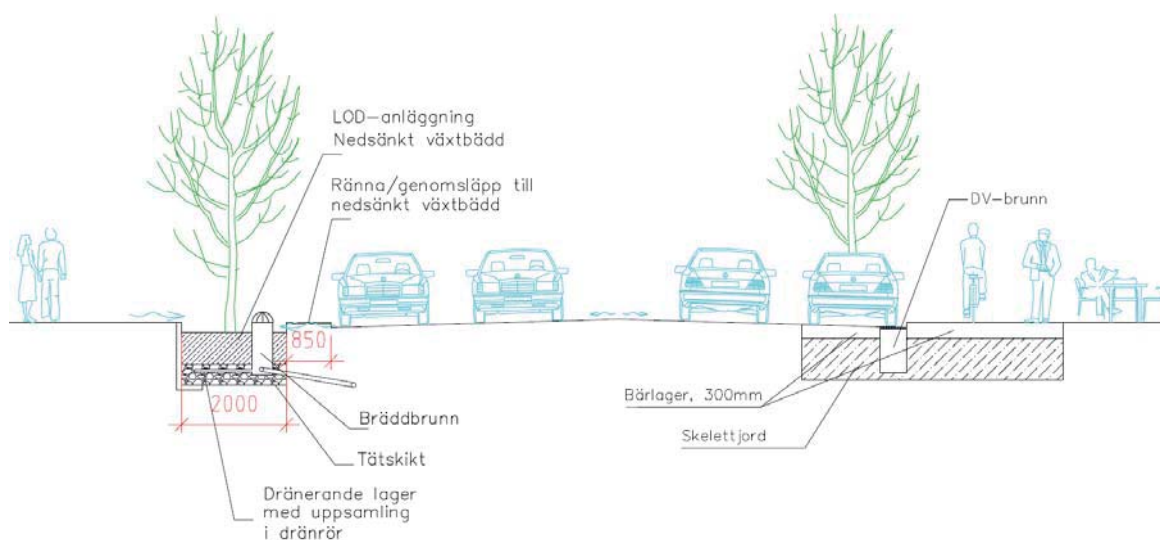
Det har för Planiavägen och Järlaleden tagits fram nya principsektioner med förslag på hur dagvattnet kan hanteras i gaturummet. Genom små åtgärder i den befintliga miljön kommer dagvattnet att renas när det passera jord och vegetation istället för att direkt avledas till ledningsnätet och vidare utan rening till Kyrkviken.

En principsektion för Planiavägen visas i Figur 23 och Bilaga 4. Dagvatten från västra gångbanan och halva vägen avleds till en nedsänkt växtbädd som lokaliserar mellan gångbana och utstigningszonen från kantstensparkeringen. Från gångbanan avleds vattnet på marken och från körbanan leds vattnet in i anläggningen via rännor som korsar utstigningszonen. Andra halvan av vägen, den dubbelriktade cykelbanan samt gångbanan föreslås avledas till skelettjord som anläggs under kantstensparkering och GC-vägen. En bräddlösning anordnas för båda anläggningstyper.

Skelettjordar fungera även i områden med markföroreningar och högt grundvatten, men dess utformning och djup behöver då studeras mer i detalj för att kunna anpassas efter lokala förutsättningar.

I Planiavägen kommer LOD-lösningarna troligtvis att behöva utformas med tätskikt och dräneringsrör i botten av anläggningarna på grund av höga grundvattennivåer och då marken är förorenad och man vill undvika infiltration. Behovet av tätskikt kommer dock att variera från fall till fall beroende på de lokala förutsättningarna.

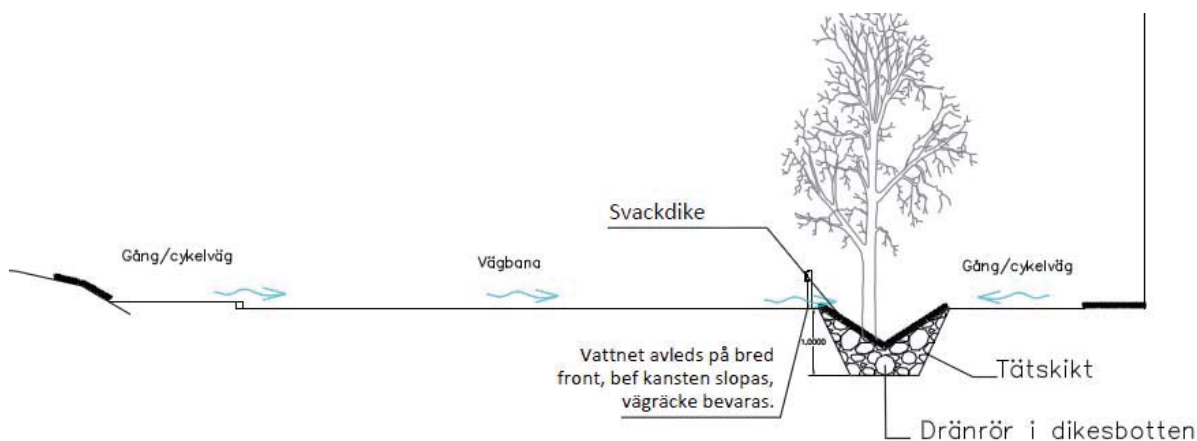
En principutformning av växtbädd och skelettjord med dess effektiva volymer visas i metodkapitlet. Hur många m² växtbädd eller skelettjord som fordras för att kunna omhänderta ett 10-årsregn med klimatfaktor visas i resultatkapitlet. Utgångspunkten bör vara att så mycket dagvatten som möjligt hanteras med den här typen av lösning. Vid utrymmesbrist utformas anläggningen så att överskottsvatten kan ledas vidare till reningsanläggning nedströms, i det här fallet en föreslagen sjöförlagd sedimenteringsyta under planerat promenadstråk.



Figur 23 Principsektion för Planiavägen med dagvattenhantering i nedsänkt växtbädd och skelettjord.

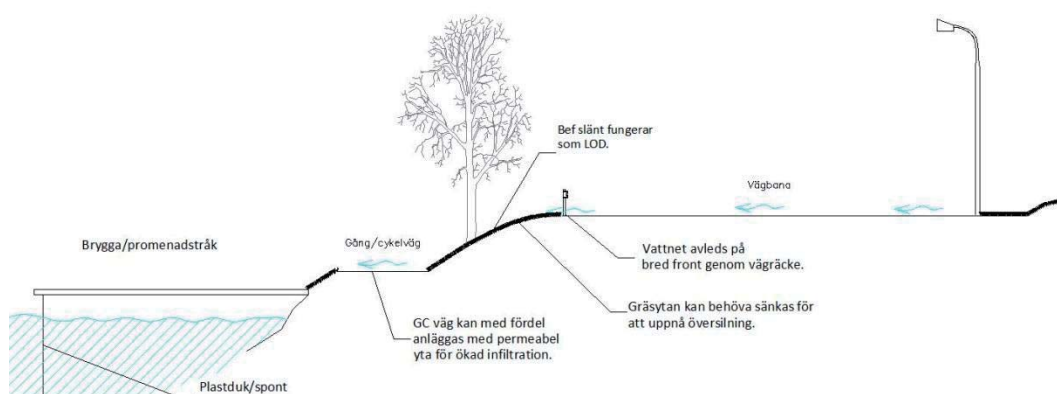
En principsektion för Järlaleden väster om Planiavägen visas i Figur 24 och Bilaga 5. För denna sektion föreslås att vägens befintliga lutning mot befintlig grönyta utnyttjas. Förslaget innebär att befintliga dagvattenbrunnar proppas och att kantstenen längs Järlaledens norra del tas bort samtidigt som vägräcket behålls. En förutsättning för LOD är då att befintlig grönyta sänks i förhållande till körbanan för att på så vis bilda ett svackdike med tätskikt i botten.

GC-vägen och grönytan närmast Sickla köpvarter kan då också avledas till svackdiket, som får en såväl fördröjande, renande som avledande funktion. En bräddlösning med anslutning till befintligt ledningsnät anordnas i nedströmsänden av diket och dagvattnet leds vidare till planerad reningsanläggning.



Figur 24 Principsektion för Järlaleden väster om Planiavägen med LOD i svackdike.

En principsektion för Järlaleden öster om Planiavägen visas i Figur 25 och Bilaga 5. Även för denna del av Järlaleden föreslås att befintlig gatulutning söderut och vägräcke bevaras. Det är med fördel som dagvattnet tillåts infiltrera i vägens stödremsa samt översila den grönyta som släntar ner mot promenadstråket, som löper längs Kyrkvikens strand. Detta är idag en bra LOD-lösning vars funktion bör bevaras. Gång och cykelbana kan avvattnas direkt till Kyrkviken.



Figur 25 Principsektion för Järlaleden öster om Planiavägen med LOD genom översilning av gräsyta.

10.2 Övrig tillkommande exploatering

Utöver beskrivna planerade exploateringar inom planområdet så finns planer på tillkommande exploatering, t.ex. ett område med studentbostäder och/eller ungdomsbostäder. Dessa kommer troligtvis att byggas i ett befintligt skogsområde intill Alphyddan. Förutsättningen för dessa tillkommande exploateringar blir att dimensionerande flöde från området (10-årsregnet med klimatkoefficient 1,2) inte får öka jämfört med motsvarande flöde före exploatering. Därutöver får inte fosforbelastningen (kg/år) från området öka jämfört med idag. Önskvärt är att fosforbelastningen minskar jämfört med idag. Det kommer även att fordras åtgärder som ger en minskning av belastningen av andra föroreningar. Viktigt är att denna rapport delges plangruppen för studentbostäderna.

11 Diskussion

I denna utredning har det ingått att bedöma hur den framtida exploateringen kommer att påverka dagvattnets flöden och föroreningar. Utredningen har resulterat i ett antal förslag som visar på hur dagvattnet kan hanteras utifrån Nacka kommuns dagvattenpolicy och erforderade reningseffekter för att inte medföra en ökad föroreningsbelastning på Kyrkviken.

Om föreslagna och översiktligt dimensionerade LOD-lösningar inom studerat avrinningsområde kommer att införas för fallet efter exploatering så kommer föroreningsituationen att förbättras eller förbli lika jämfört med innan exploatering. Genom att låta dagvattnet passera grönytor istället för att rinna direkt till en brunn uppnås både rening och fördröjning av dagvattnet.

LOD-anläggningar renar både partikelbundna och lösta fraktioner av föroreningar. Lösta fraktioner renas genom upptag i vegetationen samt reaktioner som sker i marken. Föroreningarna försvinner inte men blir mindre biotillgängliga då de fastläggs i marken, än när de förekommer i vattenfasen. Det är viktigt att de lokala lösningarna utformas med växtbäddar som får en god förmåga att både snabbt infiltrera dagvattnet och samtidigt ha en vattenhållande förmåga så att växterna kan tillgodose sig vattnet under en längre period.

Rekommendationen är att genomföra en kombination av lokala lösningar och en integrerad sedimenteringsanläggning under planerat promenadstråk (brygga) nedströms i Kyrkviken. Utredningen visar att det är en fördel att föroreningar reduceras nära källan innan det sker en haltökning i dagvattnet. Genom LOD uppströms kommer den totala belastningsminskningen till Kyrkviken att bli större jämfört med om endast en sjöförlagd sedimenteringsyta under planerat promenadstråk anläggs.

Den i viken förlagda föreslagna sedimenteringsytan har dimensionerats för att uppnå riktvärdesnivå 1M. Utan LOD i avrinningsområdet efter exploatering, blir den fodrade arean på anläggning ca 2050 m². Med fullt utbyggt LOD i avrinningsområdets nyexploaterade och omvandlade delar samt med LOD i Planiavägen och längs Järlaleden minskar behovet av sedimenteringsytan till 1800 m².

Beräkningarna visar att halterna i utloppsvattnet, det vill säga efter rening, blir lägre för fallet med LOD och samma slutsats kan dras avseende föroreningsbelastningen. Alla ämnen förutom Hg och BaP understiger riktvärdena 1M efter rening. Hg och BaP anses dock inte vara styrande för den föreslagna sjöförlagda sedimenteringsytans storlek då data avseende dessa parametrar är något osäkra.

Vid anläggande av den i viken föreslagna sedimentationsvolymen kommer metaller och fosfor att sedimenteras och i viss mån bindas till partiklar. Sedimenteringshastigheten och hur mycket som kan bindas styrs bland annat av vattnets hastighet och uppehållstiden i anläggningen. För att öka reningseffekten bör en så lång rinnsträcka som möjligt skapas.

Den samlade årsavrinningen minskar efter exploatering och ännu mer efter exploatering med LOD, jämfört med före exploatering. Detta beror på reduceringen av hårdgjorda ytor inom planområdet.

För dimensionerande fördröjningsvolym, för att uppnå motsvarigheten till naturmarksavrinning, har det beräknats fordrade växtbädds- och skelettjordsareor. Dessa LOD-lösningar kommer inte att åtgärda rådande översvämningssproblem, utan här fordras andra mer storskaliga åtgärder inom befintliga områden, vilka beskrivs i en utredning som tagits fram av Sweco parallellt med denna.

I takt med ökad exploatering i Järlasjöns tillrinningsområde och för att uppnå en i medeltal sänkt fosforhalt från 28 µg/l till 24 µg/l i sjöns ytvattenmassa så erfordras åtgärder, både för tillkommande bebyggelse eller infrastruktur och för befintliga områden. Omfattningen av åtgärder och om de placeras uppströms, i eller i nära anslutning till recipienten kan diskuteras.

Beräkningarna visar att föreslagna åtgärder som mest kan reducera sjöns fosforhalt till ca 26 µg/l, efter exploatering med rening genom LOD inom området och med en integrerad sedimenteringsanläggning i promenadstråket i Kyrkviken. 20 kg avskiljs i det fallet. För att klara målet 24 µg/l behöver ytterligare 22 kg/år avskiljas. Denna avskiljning görs med fördel i övriga kringliggande område i sjöns närhet, detta eftersom fosforbelastningen från sjöarna uppströms beräknats vara betydligt mindre. Det bedöms vara rimligt att klara denna minskade belastning med relativt enkla åtgärder, en väg att gå vidare är att kartlägga övrig belastning från de största utsläppen och studera vilket ytbehov för åtgärder som behövs.