

Fördröjning av dagvatten inom befintlig bebyggelse i östra Lund



2016-04-04

på uppdrag av
Dagvattengruppen
Höje å vattenråd

Ekolog 
gruppen

Fördröjning av dagvatten inom befintlig bebyggelse i östra Lund

Rapporten är upprättad av: Siri Wahlström, Bengt Wedding och Johan Krook
Granskning: Tette Alström

Uppdragsgivare: Dagvattengruppen, Höje å vattenråd

Omslagsbild: Exempel på en så kallad regnbädd med kanststenslösning i Munka Ljungby,
Ängelholms kommun. Foto: Johan Krook
Fotograf där ingen angivits: Ekologgruppen

Landskrona 2016-04-04
EKOLOGGRUPPEN

Totalt antal sidor i huvuddokument (inkl. omslag): 51

Antal bilagor: 7

Utskriftsversion: 16-04-04

Wordfil: Rapport_dagvatten_östra_Lund_2016_03_01_ORIGINAL.docx

Innehållsförteckning

	sidan
Sammanfattning	5
Bakgrund – problembeskrivning	7
Uppdraget	8
Metod	8
Indelning av delområden	9
Fältinventering och databearbetning	15
Beskrivning av möjliga åtgärder	16
Öppen fördröjning och rening	16
Översilning/infiltration	16
Vattengenomsläppliga beläggningar	17
Svackdike	18
Krossdike.....	19
Gröna tak	19
Torra dammar	21
Biofilter/Regnbäddar	21
Diken, kanaler och rännor	24
Regntunnor och stenkistor.....	24
Träd- och buskplanteringar	24
Dammar.....	25
Fördröjning och rening under mark	25
Filtermagasin och filterbrunnar för rening	25
Rening	26
Kostnader	27
Resultat	29
Linero: flerfamiljshus	29
Förslag till åtgärder	29
Beräknad flödesutjämning och reningseffekt.....	30
Kostnader	33
Mårtens Fälad: villa-/radhusområde.....	34
Förslag till åtgärder	34
Beräknad flödesutjämning och reningseffekt.....	36
Kostnader	39
Pålsjö: industriområde.....	40
Förslag till åtgärder	40
Beräknad flödesutjämning och reningseffekt.....	41
Kostnader	44
Flödesutjämning och reningseffekt för hela området.....	45
Förändring av hårdgjord yta 1965-2014.....	47
Diskussion	49
Referenser	51

Bilagor

Bilaga 1: Exempel på resultat från StormTac

Bilaga 2: Karta över åtgärder, Linero

Bilaga 3: Tabell över rening, Linero

Bilaga 4: Karta över åtgärder, Mårtens Fälad

Bilaga 5: Tabell över rening, Mårtens Fälad

Bilaga 6: Karta över åtgärder, Pålsjö

Bilaga 7: Tabell över rening, Pålsjö

Sammanfattning

Huvudelen av Lunds dagvatten avvattnas mot Höjeå, vilket innebär att ån periodvis belastas med stora dagvattenflöden. De två största dagvattenutloppen i Höjeå sker vid Knästorps, som ligger i Staffanstorps kommun. Dessa utlopp utgörs av två stora rörledningar som tar emot dagvatten från stora delar av östra Lund. De stora dagvattenutflödena orsakar en betydande erosion i Höje å och tillför ån stora mängder partiklar och andra föroreningar som metaller och oljeföreningar, vilket påverkar vattenmiljön negativt.

På uppdrag av dagvattengruppen inom Höje å vattenråd har möjligheterna att fördröja och rena dagvatten inom befintlig bebyggelse i östra delarna av Lund utretts. Syftet har varit att hitta åtgärder som minskar förorenings- och flödesbelastningen på Höje å. Målsättningen har varit att fördröja dagvattnet så att dagvattenutsläppet i Höje å motsvarar en specifik avrinning om 1,5 l/s·ha.

Två avrinningsområden, totalt ca 1 000 ha, varav ca 410 ha hårdgjord yta, i östra Lund har delats in i totalt 64 olika delavrinningsområden. Dagvattnet från avrinningsområdena avleds till två stora kulvertar som mynnar i Höje å vid Knästorps, Staffanstorps kommun. En jämförelse av arealen hårdgjord yta inom det studerade området visar att den hårdgjorda ytan ökat från 140 ha 1965 till 410 ha 2014.

Detaljberäkningar och åtgärdsförslag för flödesutjämning har tagits fram inom tre av delavrinningsområdena som valts ut som representativa typområden för hela det studerade området. Beräkning av åtgärdernas flödesutjämning samt rening av metaller, sediment och oljeföroreningar i dagvattnet har utförts med modellverket StormTac. Bebyggelse typerna inom de tre typområdena utgörs av flerbostadshus, industriområde respektive villa/radhusområde.

Sammanlagt har 49 olika åtgärder föreslagits inom de tre typområden. Åtgärdsförslagen har fokuserat på små öppna dagvattenlösningar som kan genomföras i befintlig bebyggelse. Dimensioneringen av åtgärderna ger en indikation på vilka volymer och ytor som behövs för att uppnå fördröjningsmålet. Den visar också om det är möjligt att få plats med åtgärderna inom befintlig bebyggelse. Genom att lyfta vattnet till ytan kan mervärden såsom ökad biologisk mångfald och större variation i parkmiljöer uppnås. Åtgärdernas lägen redovisas i kartbilagorna 2, 4 och 6.

Resultaten visar att det finns möjligheter att inom befintlig bebyggelse skapa en lokal fördröjning av dagvattnet som förbättrar såväl kvaliteten på dagvattnet samt minskar flödesbelastningen på recipienten Höje å. Det uppsatta målet för fördröjning har inte uppnåtts med de ytliga åtgärder som är föreslagna och beräknade, men med kompletterande åtgärder får det anses möjligt att uppnå det uppsatta målet.

Anläggningskostnaderna för samtliga åtgärder inom de tre typområdena har uppskattats till ca 14 mkr. Det motsvarar 280 miljoner kronor om kostnaderna räknas upp för hela det studerade området. Den uppskattade kostnaden för anläggning av tre stora fördröjningsdammar som föreslogs i föregående utredning uppgår till ca 16 miljoner kronor. Ur en kostnadssynpunkt får därför alternativet med tre dammar ses som mer fördelaktigt. Då det i dag inte är möjligt att anlägga dammarna på grund av att marken inte är tillgänglig återstår dock att genomföra lokala åtgärder inom avrinningsområdena med huvudsaklig lokalisering till allmän platsmark.

Genom en uppskalning av beräkningarna och åtgärdsförslagen inom typområdena till hela det studerade området kan följande slutsatser dras:

- Genomförs öppna dagvattenlösningar i motsvarande omfattning som i typområdena inom hela östra Lund kan den ytliga avrinningen från ett regntillfälle som uppkommer vart 10:e år minskas med nästan 50 %.
- Uttransporten av metaller, sediment och oljeföreningar har grovt beräknats till att kunna minska med mellan ca 10 – 45 % om föreslagna åtgärder genomförs i hela det studerade området.
- Kostnaden för att genomföra de öppna dagvattenlösningarna i hela östra Lund har grovt uppskattats till ca 280 mkr. Det bör understrykas att kostnaderna är baserade på anläggning vid nybyggnation och att de sannolikt blir högre i befintlig bebyggelse.

Generella slutsatser och förslag till kompletterande studier:

- Att målsättningen om fördröjning inte uppnåtts beror på att de korta vattenvägar till dagvattenbrunnar, som är vanlig förekommande inom befintlig bebyggelse idag, är svåra att bryta för att istället avleda dagvattnet till lämpliga ytor där det finns utrymme och praktisk möjlighet till en fördröjning. Stora markområden är inte tillgängliga då de är privatägda och en del grönområden är topografiskt för högt belägna i förhållande till avrinningsytorna.
- Fördröjningsåtgärder på privat mark skulle kunna vara möjliga, men kräver samarbete med och information till privata fastighetsägare. I utredningen har åtgärderna i största möjliga mån placerats på kommunal mark.
- För att uppnå målet föreslås en komplettering med ytterligare flödesdämpande åtgärder som går att anlägga inom befintlig bebyggelse men inte har beräknats i denna utredning såsom trädplanteringar på parkeringar och utmed gator, gröna tak och i mån av plats även fler ytliga magasin samt underjordiska magasin.

Bakgrund – problembeskrivning

Huvudelen av Lunds dagvatten avvattnas mot Höjeå, vilket innebär att ån periodvis belastas med stora dagvattenflöden. De två största dagvattenutloppen i Höjeå sker vid Knästorp, som förövrigt ligger i Staffanstorps kommun. Dessa utlopp utgörs av två stora rörledningar med en rördiameter på över två meter som tar emot dagvatten från stora delar av östra Lund. Ledningarna kom till genom en förrättning 1968, ”Lunds stad avvattning, område II, år 1968” då Lunds stad fick tillstånd att bygga egna ledningar till Höje å för att avleda dagvatten från Lunds östra delar. Den sträcka av Höje å där de båda kulvertarna mynnar förvaltas av ett torrlägningsföretag; ”Höjeån av år 1896-1897”.

Dagvattenutflödena i Höje å orsakar stora problem i samband med framförallt kraftiga sommarregn eller i samband med snösmältning. De höga flödena orsakar en betydande erosion i Höje å, vilket bidrar till en ökad transport av partiklar som längre ned avsätts och kan orsaka problem. Partikeltransporten är också stor från dagvattenutflödena, som även innehåller en mängd andra föroreningar såsom metaller och oljeföreningar som påverkar vattenmiljön negativt. Uppgifter från boende intill dagvattenkulvertarna vittnar bland annat om återkommande utsläpp av oljeföreningar och avloppsluktande vatten. Bräddpunkter för orenat avloppsvatten som blandar sig med dagvatten förekommer på flera ställen i dagvattensystemet. Att fördröja och rena dagvattenutsläppen från Lund till Höje å är en av de viktigaste utmaningarna för att kunna förbättra statusen i ån.



Figur 1 En av de två dagvattenkulvertarna som mynnar i Höje å vid Knästorp

I utredningen ”Dagvattenutsläppen till Höjeå vid Knästorp – Förslag till dagvattenmagasin. Ekologgruppen 2015”, på uppdrag av Dagvattengruppen inom Höje å vattenråd, redovisas beräkningar på hur stora vattenvolymer från de nämnda dagvattenledningarna, som måste fördröjas för att vid högvattenflöden reducera flödena så att de motsvarar en specifik avrinning från området på 1,5 l/s/ha. Utredningen redovisar också vilka möjligheter det finns att åstadkomma

fördröjningsmagasin i anslutning till de båda dagvattenledningarna mellan utloppen i Höjeå och Lunds stad. Tre lägen där det är tekniskt möjligt att anlägga fördröjningsmagasin med erforderliga volymer redovisas. Marken där fördröjningsmagasinen är föreslagna är emellertid i praktiken inte tillgänglig på grund av andra intressen avseende markanvändningen.

För att åstadkomma en fördröjning och rening av dagvattnet måste man således gå längre upp i ledningssystemet och åtgärda utsläppen närmare källan, vilket innebär att åtgärderna måste ske inom befintlig bebyggelse.

Vid nyexploatering av mark idag är man vanligen noggrann med att sörja för att dagvattnet flödesutjämnas och renas på olika sätt. Det kan ske genom att avrinningen fördröjs inom utbyggnadsområdena till exempel genom val av lämpligt takmaterial och markbeläggningar (LOD) eller genom en öppen fördröjning som till exempel svackdiken eller dagvattendammar inom allmän platsmark. Dagvattnet från äldre stadsbebyggelse är däremot allvarligt försummat när det gäller hanteringen och fördröjs ofta inte alls, trots att det svarar för merparten av dagvattenutflödena. Detta gäller i högsta grad de äldre dagvattensystemen i Lunds stad och de dagvattensystem som utreds här, där i stort sett ingen fördröjning förekommer.

Istället för att dagvattnet ska ses som ett problem både inom och utom verksamhetsområdet bör det ses som en resurs. Det kan användas för att skapa en variation i grönområden när vattenytor tidvis bildas i torrdammar och diken. På vintern kan de frusna vattenspeglarna användas som skridskoisor och under sommaren är de torra gräsytorerna tillgängliga för till exempel grillning och fotboll. Öppna dagvattenlösningar som svackdiken och biofilter ger både möjlighet till ökade rekreativvärden och biologisk mångfald i en alltmer förtätad tätort där avståndet till naturen blir allt större. Genom att skapa öppna dagvattenlösningar ökar tillgången på mindre naturområden. Vatten, träd och växtlighet bidrar både till en ökad biologisk mångfald och ökat välmående hos närboende.

Uppdraget

Då tidigare undersökningar har visat att praktiska förutsättningar saknas för att fördröja dagvattnet i större dagvattenmagasin innan det rinner ut i Höjeå, har i föreliggande utredning möjligheterna att fördröja dagvattnet i befintlig bebyggelse inom de östra delarna av Lund undersökts. Utredningen har inriktats på olika typer av åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) med målsättningen att kunna åstadkomma motsvarande fördröjning som beräknats kunna uppnås med de tre stora dagvattenmagasinen, det vill säga ett utsläpp till Höje å som motsvarare en specifik avrinning på 1,5 l/s ha. Syftet med utredningen har förutom att åstadkomma en fördröjning av vattenflödena även inriktats på en rening av dagvattnets innehåll av föroreningar.

Utredningen har utförts av Ekologgruppen i Landskrona AB, på uppdrag av Dagvattengruppen inom Höje å vattenråd.

Metod

De båda avrinningsområdena delades upp i 64 delavrinningsområden med hjälp av höjddata och dagvattenledningsnätets sträckning och karakteriserades därefter med avseende på typ av bebyggelse och andelen hårdgjord yta. Tre *typområden* valdes ut för att representera de olika karaktärsområdena flerbostadshusområde, radhus- och villaområde samt industriområde. De olika typområdena har använts för att kunna beskriva vilka åtgärder som kan vara lämpliga inom olika typer av bebyggelse samt visa på vilka problem och vilken fördröjnings- och reningspotential det finns för dem. Typområdena har också använts för att applicera beräknad flödesdämpning och reningspotential på hela det studerade området.

Inom de tre typområdena undersöktes de praktiska möjligheterna att fördröja och rena dagvattnet. Genom kompletterande fältinventering av de tre typområdena valdes lämpliga lägen och åtgärder ut. Tekniker som tillämpades fördröjer dagvattnet lokalt (LOD) inom typområdena nära källan, en enkel dimensionering av utvalda åtgärder avseende fördröjning och rening har gjorts med hjälp av en dagvatten- och recipientmodell uppsatt i StormTac. Målsättningen med fördröjningen har varit densamma som i föregående utredning; att fördröja flödet till en specifik avrinning om 1,5 l/s-ha.

Indelning av delområden

Det östra avrinningsområdet, A1, som har en total yta på ca 795 ha (reviderat sedan föregående rapport), delades in i 52 delavrinningsområden av varierande i storlek mellan ca 5 och 35 ha. Det västra avrinningsområdet, A2, med en total area på ca 180 ha, delades in i 12 delavrinningsområden i samma storleksordning (se Figur 2). Indelningen gjordes med hjälp av dagvattenledningarnas sträckning samt högupplöst höjddata från Lunds kommun. Utifrån höjddata skapades flödeslinjer, som visar hur vattnet rinner utefter markytan (se Figur 3). Eftersom vi endast hade tillgång till större, kommunala dagvattenledningar var flödeslinjerna ofta avgörande för indelningen i delavrinningsområden. Dagvattennätet är inte heller alltid helt enkelt att tolka. Det förekommer så kallade bifurkationer, där vattnet kan rinna olika vägar beroende på flöde och vattenstånd i ledningar, brunnar och dagvattenmagasin.

Efter indelningen i delavrinningsområdena tolkades dessa med hjälp av flygbilder (koordinatsatta ortofoton från Lunds kommun, 2014) och delades in i olika klasser baserat på bebyggelsens typ och täthet, i grova drag liktydigt med andel hårdgjord yta. Utifrån flygbildstolkning har samtliga 64 delavrinningsområdena karakteriserats i 6 olika klasser baserade på typ av bebyggelse och andelen hårdgjord yta. Fördelningen i de olika klasserna presenteras i Tabell 1. Utöver de klasser som representeras av de tre detaljstuderade områdena (klass 2, 3 och 4) finns klass 0 som representerar delavrinningsområden vilka mer eller mindre saknar bebyggelse, klass 1 som representerar gles bebyggelse av i huvudsak villor och radhus samt klass 5 som består av mycket tätbebyggda områden på industrimark eller inom stadskärnan samt avgränsade delar av E22.

Tabell 1 Klassindelning av delavrinningsområden baserad på typ av bebyggelse och andelen hårdgjord yta. För varje klass anges antal delavrinningsområden för vart och ett av de två huvudavrinningsområdena A1 och A2 samt relativ andel av den totala ytan.

Klass	Andel hårdgjord yta	Antal, A1	Antal, A2	Andel yta (%)
0	<10 %	2	1	1
1	25 %	5	1	10
2	35 % - Typområde villa och radhus (Mårtens Fälad)	22	1	39
3	40 % - Typområde flerbostadshus (Linero)	12	4	28
4	60 % - Typområde industri/företag (Pålsjö)	6	2	13
5	> 75 %	5	3	9
		52	12	100

Från de klassade detaljområdena valdes tre olika typområden som sen har detaljstuderats. De tre typområdena består av ett område dominerat av flerbostadshus (Linero, 13 ha, se Figur 4), ett område dominerat av villabebyggelse och radhus (Mårtens Fälad, 32 ha, se Figur 5) och ett område dominerat av industri/företagsmark (Pålsjö, 26 ha, se Figur 6).

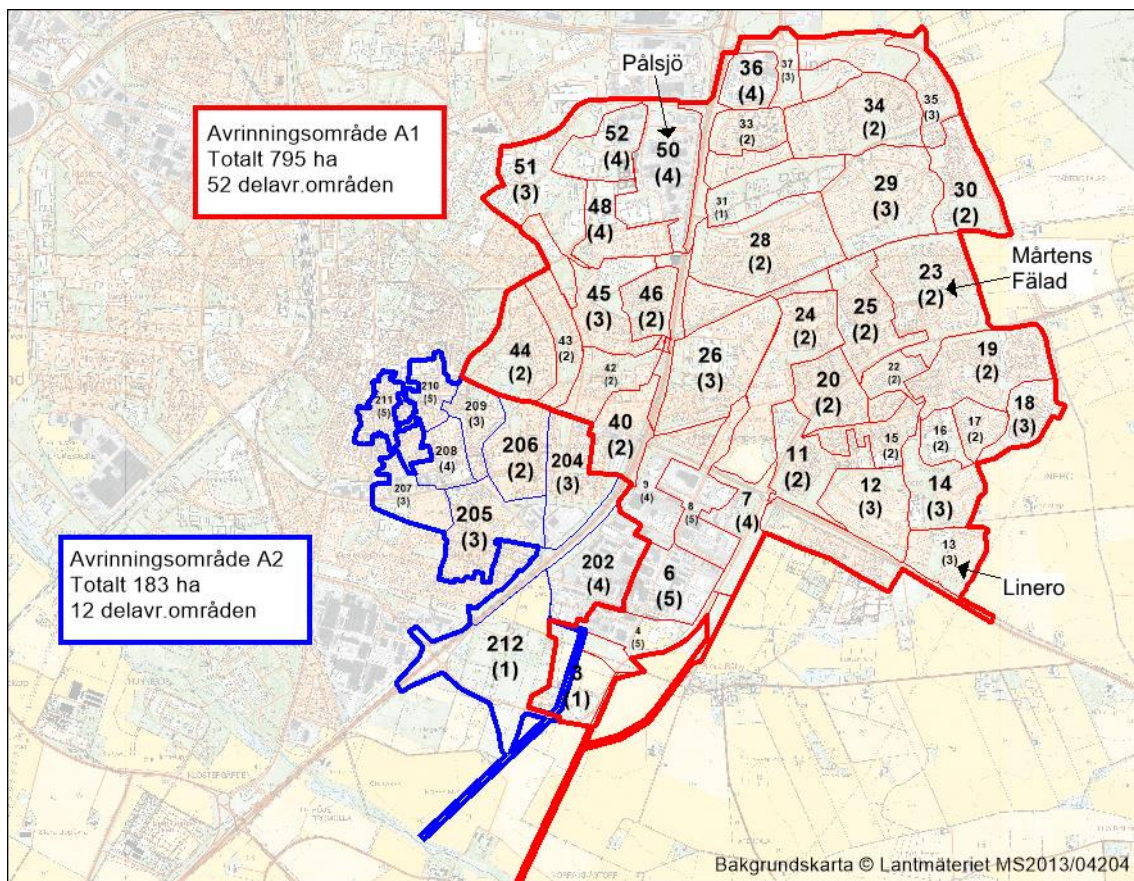
Med hjälp av flygbildstolkning kartlades alla ytor inom de tre typområdena och delades in i fem olika huvudtyper av markanvändning; bilväg, bilparkering, takytor, övrig hårdgjord yta samt grönytor. Grönytor representerar i detta sammanhang all mark som inte är hårdgjord och behöver inte nödvändigtvis vara grön, utan kan till exempel vara en grusbelagd fotbollsplan eller lekplats (se exempel i Figur 4). I Pålsjö gjordes en ytterligare indelning av bilvägar i normal

respektive lågintensiv, och parkeringsplatser delades in i hårdgjord respektive grusbelagd. Små justeringar av indelningen gjordes efter fältinventeringarna, men flygbildstolkningen visade sig i huvudsak vara tillfredställande.

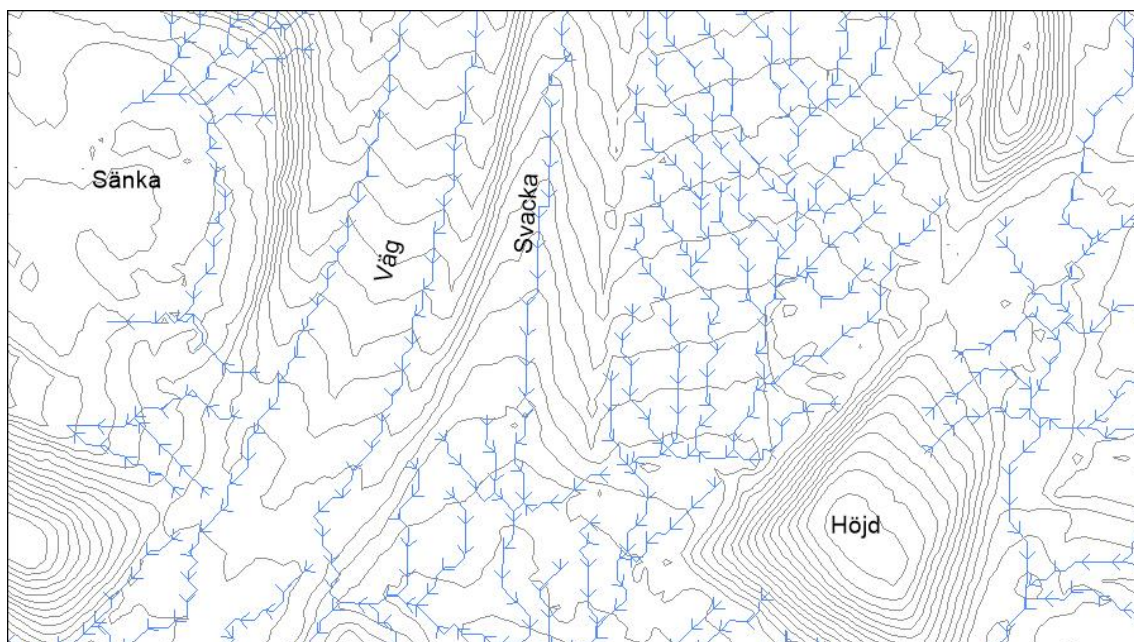
Andelen av olika markanvändning inom de utvalda typområdena har sedan analyserats i GIS-miljö. Fördelningen av markanvändning inom de tre typområdena presenteras i Tabell 2. Av tabellen framgår att fördelningen mellan olika ytor är ganska likartad inom Mårtens Fälad och Linero där det framför allt är andelen ”övrig hårdgjord yta” som skiljer.

Tabell 2 Fördelning av olika markanvändning inom de tre detaljstuderade delavrinningsområdena.

	Mårtens Fälad (klass 2)		Linero (klass 3)		Pålsjö (klass 4)	
	Area (m ²)	andel %	Area (m ²)	andel %	Area (m ²)	andel %
Takyta	51 430	16	17 195	13	60 845	23
Bilväg	23 504	7	6 819	5	34 817	13
Parkering	18 841	6	9 890	7	37 483	14
Övrig hårdgjord yta	24 666	8	17 933	14	28 940	11
Grönyta	197 926	63	80 717	61	101 442	38
Total area	316 364	100	132 553	100	263 509	100



Figur 2 Översikt över de båda avrinningsområdena och deras indelning i delavrinningsområden. Siffrorna anger delavrinningsområdenas nummer och klass (inom parentes). De tre typområdena, vilka detaljstuderas är markerade med namn.



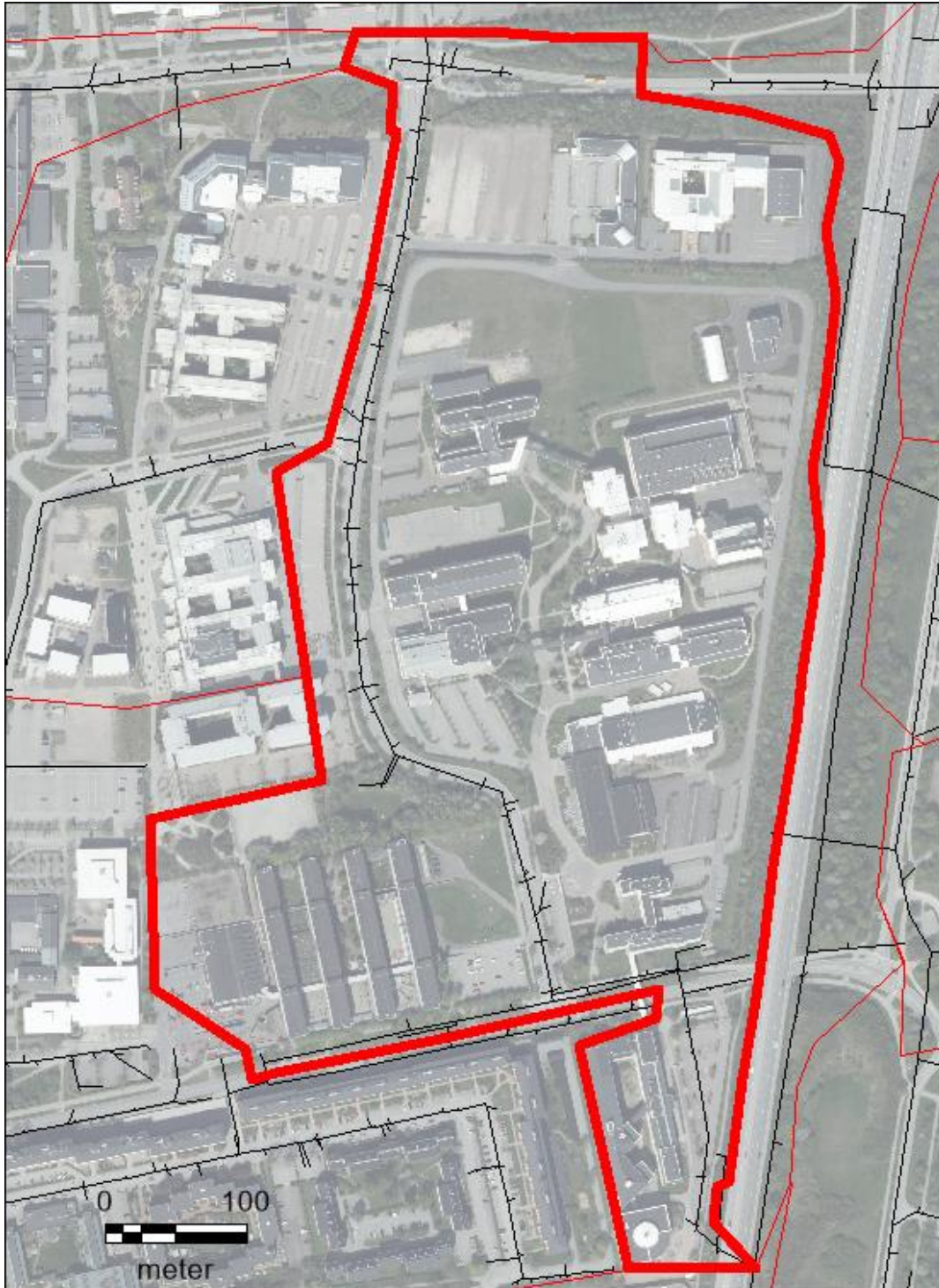
Figur 3 Principen för flödeslinjer (blå riktningmarkerade linjer). Från höjddata, i detta fall högupplöst höjddata från Lunds kommun, beräknas hur vattnet rinner utefter markytan efter vissa bestämda förutsättningar. I figuren visas hur flödeslinjerna förhåller sig till höjdkurvor (grå linjer, 0,2 m ekvidistans)



Figur 4 Delavrinningsområde Linero, typområde för flerbostadshus, klass 3. Ovan: flygbild (Lunds kommun, 2014) med dagvattenledningsnät (svarta linjer), och delavrinningsområdesgränser (röda linjer). Nedan: exempel på delavrinningsområdet med kartlagda ytor (se Bilaga 2, 4 och 6 för samtliga områden)



Figur 5 Delavrinningsområde Mårtens Fälad, typområde för villa- och radhusbebyggelse, klass 2. Med dagvattenledningsnät (svarta linjer), och delavrinningsområdesgränser (röda linjer). Flygbild Lunds kommun, 2014.

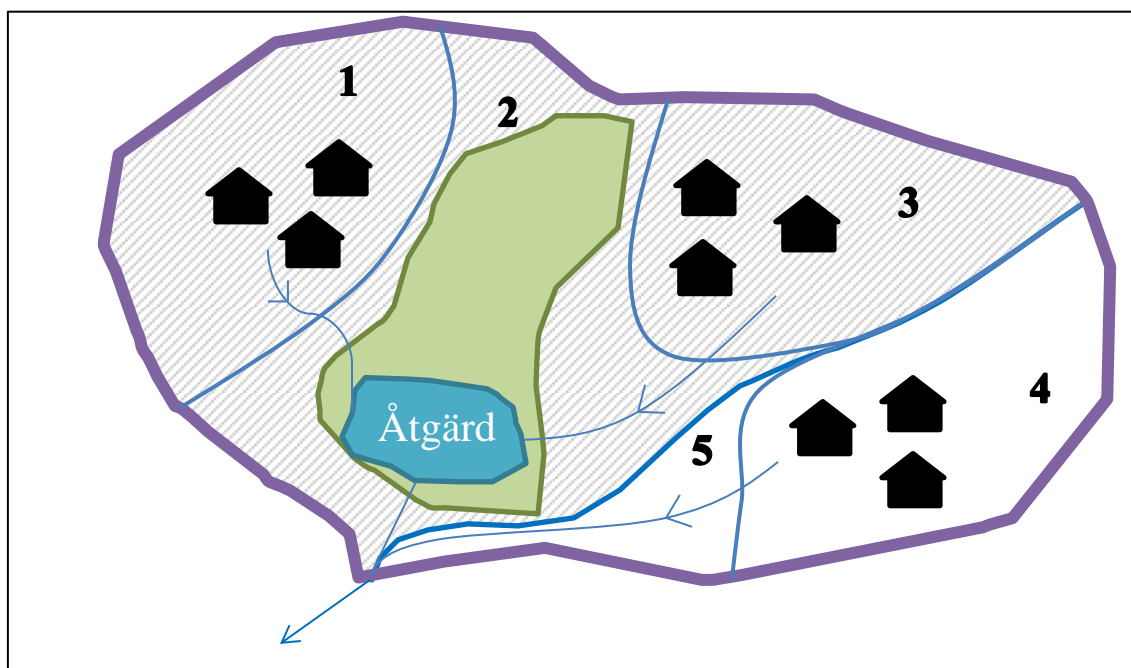


Figur 6 Delavrinningsområde Pålsvädd, typområde för industri- och företagsmark klass 4. Med dagvattenledningsnät (svarta linjer), och delavrinningsområdesgränser (röda linjer). Flygbild Lunds kommun, 2014.

Fältinventering och databearbetning

De tre utvalda typområdena inventerades i fält med avseende på respektive områdes specifika förutsättningar för olika typer av flödesutjämnande åtgärder.

Efter fältinventering delades varje typområde in ytterligare i mellan 26 och 45 *detaljområden* (se bilagorna 2,4 och 6). Denna detaljområdesindelning baseras i huvudsak på lokalisering av möjliga åtgärder samt flödesriktningar inom *typområdet*. Varje detaljområde och dess andel av olika typer av markanvändning och möjliga åtgärder har varit ingångsvärden till beräkningar i StormTac. I vissa fall är flera detaljområden kopplade till en och samma åtgärd. Det område, ett enstaka detaljområde eller flera sammanslagna, som är kopplade till en specifik åtgärd benämns här efter som *delområde*. Se Figur 7 för en visuell beskrivning av de olika områdestyperna.



Figur 7 Exempel som visar betydelsen för typområde (tjock lila linje), detaljområde (tjock blå linje) och delområde (skuggat område). Hela delavrinningsområdet, *typområdet*, utgörs av *detaljområdena* 1, 2, 3, 4 och 5. Endast detaljområdena 1, 2 och 3 kunde kopplas till en åtgärd, tillsammans utgör de ett *delområde*.

StormTac är ett webbaserat modellverktyg för beräkning av dagvatten och dess påverkan på recipienten, både ur ett kvantitativt och kvalitativt perspektiv. I StormTac har en beräkning av dimensionerande 10 års regn för varje åtgärd beräknats. Beräknat 10 års flöde har varit dimensionerande för åtgärden i fokus. Inga fall med klimatfaktorer, vintertid eller extrema situationer, såsom högintensiva regn efter en lång torka, har beräknats.

Det råder i dagsläget ingen konsensus kring vilken klimatfaktor som bör användas, därför låter vi frågan bero till dess att åtgärderna eventuellt blir genomförda. Dimensioneringspraxis idag är att utforma dagvattenanläggningarna för att klara ett tioårsregn. Hur åtgärderna kan hantera extremfall såsom att tioårs regn inträffar efter en lång torka eller på tjäle undersöks vid projektering och i vissa fall kan åtgärden dimensioneras för att fördröja även de fallen. Eftersom en åtgärd som ska hantera extrema fall som ovan ofta blir väldigt kostsamma brukar en kostnadsanalys medföra att de endast dimensioneras för att hantera ett tio års regn på normalfungerande ytor.

Eftersom syftet med arbetet är att minska belastningen på recipienten Höje å har ambitionen för flödesutjämnningen varit att sträva mot att minska flödet så att det motsvarar 1,5 l/s·ha. För den

stora majoriteten av delområdena hamnar utflödet då på mellan 0.2-2 l/s i utflöde. För att förenkla beräkningarna något har därför ett målflöde på 1,0 l/s i utflöde använts. Justeringar har gjorts i de fall målet inte har varit uppnåeligt.

Den omfattande dimensioneringen av flertalet åtgärder har som syfte att visa vad som är möjligt att göra inom befintligt område med tillgängliga utrymmen och åtgärder. Redovisade värden på flödesförändringar är att se som riktvärden då dimensioneringen är generell. Förutsättningar så som jordarnas genomsläpplighet, befintliga el- och vattenledningar samt säkerhetsaspekter är inte medtagna vid dimensioneringen. **Dimensioneringen ger en indikation på vilka volymer och ytor som behövs, samt om det är möjligt att få plats med åtgärderna inom befintlig bebyggelse.**

Samtliga åtgärder är dimensionerade efter en generell dimensioneringspraxis för respektive åtgärd och är inte dimensionerade i detalj. Reningspotentialen är inte optimerad och åtgärderna är i stort anpassade efter att uppta minsta möjliga yta. Djupen som respektive åtgärd upptar varierar därför och eftersom ingen hänsyn har tagits till befintliga elledningar presenteras inte djupen. För flera av åtgärderna finns möjlighet att dimensionera dem grundare och med större yta, vilket generellt innebär att en högre reningskapacitet kan uppnås.

Beskrivning av möjliga åtgärder

I de följande avsnitten ges en kort beskrivning av olika flödesutjämnande och vattenrenande åtgärder som är möjliga att vidta inom befintlig bebyggelse. Flera av dessa åtgärder har föreslagits inom de tre studerade delområdena.

Öppen fördröjning och rening

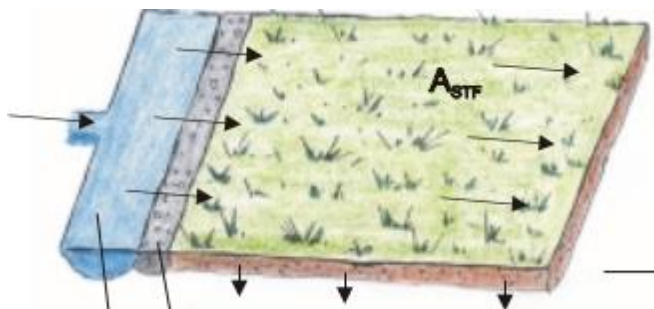
Åtgärdsförslag i denna rapport fokuserar på öppna lösningar som, genom att vattnet hanteras på ytan, främjar biologisk mångfald och rekreation utan att ge avkall på fördröjning och rening.

Översilning/infiltration

Ett kostnadseffektivt sätt att ta hand om dagvatten är att låta det översila och infiltrera över en befintlig vegetationsyta. Vegetationsytan stoppar upp vattnet och ger det en chans att hinna infiltrera marken. Viss rening sker genom att vattnet passerar växtligheten och infiltrerar markprofilen.

Utformningen bör ske så att dagvattenflödet sprids ut över hela ytans bredd genom någon typ av fördelningsanordning, i stället för ett koncentrerat inflöde från en punkt. Bäst effekt erhålls givetvis där de underliggande jordarterna är genomsläppliga. I de studerade områdena domineras jordarterna av lera som har en nästan försumbar infiltrationskapacitet. Endast i norra delen av Mårtens Fälad förekommer ett område med sandiga jordar som skulle kunna utnyttjas som infiltrationsyta.

Även om jordarterna inte är genomsläppliga är det bättre ur en fördröjningssynpunkt att leda ut dagvattnet över öppna gräsytor än att leda ned det i dagvattenssystemets ledningar. Matjordens porvolym och vattenhållande kapacitet ger en viss fördröjning. Vegetationen utgör ett mekaniskt motstånd som bromsar upp flödet och bidrar till sedimentation samt ökad avdunstning. Hur stor magasinvolym matjorden har beror på hur den är uppbyggd: leriga jordar har en lägre genomsläpplighet och håller mer vatten jämfört med sandiga jordar som har högre genomsläpplighet och håller mindre vatten. För att erhålla en god infiltration bör jorden innehålla en viss andel sand och grus, porvolymen kan då uppgå till ca 25 %.



Figur 8 Översilnings-/infiltrationsyta. (Larm 2000)

Där infiltrationskapaciteten är begränsad kan gräsytorna anpassas så att de bildar svackor eller svackdiken (se kapitlet Svackdike). I urskålningen kan en viss vattenvolym fördröjas på ytan innan det avleds genom ett utlopp med lämplig dimension. Dessa åtgärder bör kombineras med infiltrationsbäddar av till exempel makadam som fungerar som magasinvolym/ dräneringsskikt varifrån vattnet avleds via dräneringsrör.

Översilning och infiltration av vatten från takytor kan vara lämplig i till exempel villabebyggelse men även i andra områden där grönytor finns i närheten. En tumregel är att infiltrationsytan bör vara 1-2 gånger takytans storlek. Gräsytor måste luta från bebyggelsen och vattnet bör inte släppas ut närmare huset än cirka 3 meter. Avledningen från stuprörens utkastare kan ske via rännalsplattor av betong med en lutning på 5 cm per meter. Även dagvatten från hårdgjorda ytor såsom uppfarter, gångstigar, hårdgjorda uteplatser, mindre parkeringsplatser, med mera kan avledas mot vegetationsytor eller rabatter där vattnet kan infiltrera.

Översilningsytor har en flödesutjämnande funktion vid mindre regn. En kvadratmeter gräsmatta med ett matjordslager som är 0,15 cm tjockt och med en hålrumsvolym på 25 % har en magasinvolym på ca 40 liter.

Vattengenomsläppliga beläggningar

Istället för asfalt- och betongytor kan genomsläppligt beläggingsmaterial som grus, gles stenbeläggning eller genomsläpplig asfalt användas. Dessa beläggningar har en viss fördröjningseffekt genom att de tillåter vattnet att infiltrera ned i marken. Hålad marksten och så kallade pelleplattor av plast, rasterytor, är försedda med öppna hål som utgör ca 80-90% av ytan. Hålrummen kan fyllas med grus och växtlighet som hjälper till att fördröja och rena vattnet genom infiltration och ökad mekanisk fördröjning. Se exempel Figur 9.

Marksten kan också läggas med större mellanrum som fylls ut med genomsläppligt material, se Figur 9. Där infiltration i marken inte är möjlig eller att man inte vill låta dagvattnet infiltrera till grundvattnet på grund av föroreningsrisken, anläggs först en tjockare överbyggnad av grovkornigt material som förses med dräneringsrör. Förutom en viss infiltrationsvolym kan en avdunstning av dagvattnet, genomsnittligt ca 30 %, (gäller under sommarhalvåret) ske från dessa ytor tack vare den mekaniska fördröjningen. Ytans lutning bör inte vara större än 5 % och endast vatten som faller på ytan beräknas infiltreras.

Ytor som är lämpliga att anläggas med genomsläppliga beläggningar är till exempel parkeringsplatser, gångvägar, ytor med låg trafikhastighet, infartsvägar, uppfarter, parker, trädgårdar och vegetationsytor i behov av förstärkning. På sikt finns risk för att dessa ytor sätts igen och därför bör de inte anläggas inom områden med en hög deposition av partiklar som snabbar på igensättningen.



Figur 9 Genomsläpplig beläggning. Foto Geraldine Thiere

Avrinningskoefficienten för rasterytor varierar i olika undersökningar mellan 0,2-0,5 och för genomsläpplig asfalt 0,1-0,3, vilket kan jämföras med en traditionellt asfalterad yta där avrinningskoefficienten är 0,80. Avrinningskoefficienten är ett mått på vilken infiltrationsförmåga en yta har, ju lägre avrinningskoefficient desto större andel vatten infiltreras. Infiltrationshastigheten (betonghålsten med gräs) uppges vara 100 mm/timme (Rent dagvatten 2015).

Svackdike

Svackdike är ett flackt gräsbevuxet dike, med eller utan ett underliggande magasin med grövre infiltrationsmaterial, dit dagvattnet avleds. Rening sker i första hand med hjälp av växtligheten i diket medan fördröjning sker med hjälp av mekanisk påverkan från växtligheten, magasinets volym i underliggande makadam samt ytvattenvolym i diket. Diket förses ofta med ett strypt utlopp för att begränsa utgående flöde och således skapa en fördröjningsvolym samt uppnå en högre reningseffekt. Utloppet kompletteras med ett bräddavlopp för större flöden.

Uppbyggnaden av infiltrationsmagasinet består av ett ca 15 cm tjockt lager med sandinblandad matjord överst, därefter ett ca 15 cm tjockt grusskikt (0,5- 4 mm) följt av ett ca 1 m tjockt makadamlager (4-16 mm) där ett dräneringsrör ligger i botten.

Svackdiket ska ha en släntlutning som inte är brantare än 1:4–1:5, med tanke på skötsel och lekande barn, och bottenlutningen bör ligga mellan 2 -10 %. I och med den flacka släntlutningen kan svackdikets dagbredd (avståndet från det ena slänkrönet till det motsatta) variera från ett par meter till mer än 10 m beroende på tillgänglig yta och hur stora flöden som ska hanteras. Ur erosionssynpunkt är ett trapets- eller u-format dike är bättre än v-format.



Figur 10 Svackdike, Mariastaden i Helsingborg. Foto: Lars Erik Widarsson

Det är lämpligt att använda vattentåligt gräs vid anläggning av svackdiken; exempelvis krypven, kärrkavle, ängskavle och rödsvingel. Skötseln av diket kan ske med gräsklippning 1-2 ggr per år. Svackdiken kan även utformas utan en täckande grässvål och endast utgöras av grövre stenmaterial och brukar då benämnas makadam- eller krossdiken.

Krossdike

Diken som fylls med grovt stenmaterial utan ett täckande vegetationsskikt brukar benämnas makadam- eller krossdiken. I botten av diket läggs en dräneringsledning och i diket sätts ett bräddavlopp i ytan i form av en brunn med en gallerförsedd kupol. I krossdiken blir sällan vattnet lika synligt som i svackdiken och de bidrar inte lika mycket till en ökad biologisk mångfald. Det är viktigt att ogräs i krossdiket inte bekämpas med bekämpningsmedel.



Figur 11 Krossdike intill en villagata i Mariastaden, Helsingborg. , foto Lars Erik Widarsson

Gröna tak

Ett vegetationstäckt tak kan fördröja mindre regn. När regnvolyten överstiger takets magasinvolym så är avrinningen i samma storleksordning som från ett vanligt tak. Utformningen av gröna tak varierar från tunna sedummattor (mattor med fetknoppsväxter som tål torka) till mertertjocka jordlager med träd och buskar. Avrinningen minskas genom att vegetationen och jordprofilen tar upp, magasinerar och avdunstar nederbörden.

Gröna tak kan anläggas där takkonstruktionen är dimensionerad för den extra lasten. Gröna tak med sedumväxter klarar en lutning på upp till 27 %, vid brantare lutning finns risk för att taken mot söder torkar så mycket att växterna skadas. Vegetationstäckta tak kan i vissa fall utjämna toppflöden, men i andra fall inte. Kapaciteten beror på det gröna takets tjocklek och takets lutning, men särskilt på flödets dimensionerande varaktighet, återkomsttid och regndjup (taket kan bli mättat och ger då ingen effekt). Ingen utjämning sker vid större nederbörd än 20 mm. Generellt bedöms gröna tak kunna ge en årlig volymsreduktion på mer än 50 % (Rent vatten 2015). I en norsk studie uppmättes den största fördröjningen till 20 mm under en tidsperiod på 30 minuter (Braskerud 2015)



Figur 12 Grönt tak, Augustenborg, Malmö

Torra dammar

Torra dammar utgörs av områden som svämmas över och magasinerar vatten vid större regnmängder. Vid normala nederbördsförhållanden är områdena torra och kan fylla andra funktioner såsom bollplan eller lekplats. Utformningen kan variera men i områden med icke genomsläppliga jordar bör det finnas ett infiltrationsstråk genom dammen med sand och grus samt en dräneringsledning för att garantera att vattnet försvinner. Torra dammar kan anläggas inom större grönytor, gärna där ytorna kan utnyttjas till annan verksamhet när de står utan vatten. Fördröjningsvolymen beräknas utifrån ytan och det beräknade djupet på vattenspegeln vid översvämning.



Figur 13 Grönyta intill dike som fungerar som översvämningssyta vid kraftiga regn (torr damm).

Biofilter/Regnbäddar

Biofilter eller regnbäddar (även kallade växtbäddar och regnrabatter) är avsedda för rening och utjämning av dagvatten. De kan vara utformade som nedsänkta rabatter med vattentåliga växter planterade i ett filtermaterial bestående av sandiga jordar och underliggande grövre fraktioner, exempelvis makadam. Biofiltren kan ta emot vatten från de flesta olika typer av hårdgjorda ytor såsom tak, vägar, parkeringsplatser, skolgårdar med mera. Lämpliga platser kan vara där det idag förekommer vanliga rabatter eller gräsytor i bostadsområden, trädgårdar, parker eller trafikseparerande ytor som mittreor och rondeller. Vägvattnet kan ledas ut i ett biofilter genom öppningar i kantstenarna. Sådana kantstenslösningar kan även användas för andra åtgärdstyper såsom krossdiken, svackdiken eller översilningsytor.

I ett biofilter ska vattnet vid mindre regn långsamt rinna genom filterbädden ner till den underliggande dräneringsledningen. Vid större regn fylls filtermaterialet upp och vattnet flödar förbi filtret ut i kupolbrunnar. Rening sker då endast av det första vattnet som också är det mest förorenade. Försök i Norge (Braskerud m.fl. 2013) med regnbäddar visade att dessa i betydande grad dämpade flödena från störtregn med återkomsttider på 10-50 år. Biofiltrets bräddavlopp placeras så att den översta delen svämmas över innan vattnet avleds. Översvämningssytan görs vanligen 10-30 cm djup. Överskottsvattnet i filtermaterialet bör vara bortdränerat efter 12-48 timmar med tanke vegetationen i växtbädden.



Figur 14 Regntunna och en regnbädd som tar emot vatten från takytor. (Bray m fl. 2015)



Figur 15 Regnbädd med en så kallad kantstenlösning (curb extension) som fungerar som farthinder på en villagata i Munka Ljungby.

Är jordarten genomsläpplig behövs ingen dräneringsslang i botten utan vattnet kan infiltrera ned i jorden. Nedsänkta biofilter bör placeras en bit bort från husfasaden (se Figur 14). Biofilter kan också vara upphöjda över markytan där de tar emot vatten från takytor och vara placerade vid husfasaden. Dessa kan byggas upp som täta betongmagasin fyllda med lämpliga jord- och stenfraktioner samt lämpliga växter. Enklare biofilter kan också anläggas i planteringstunnor.

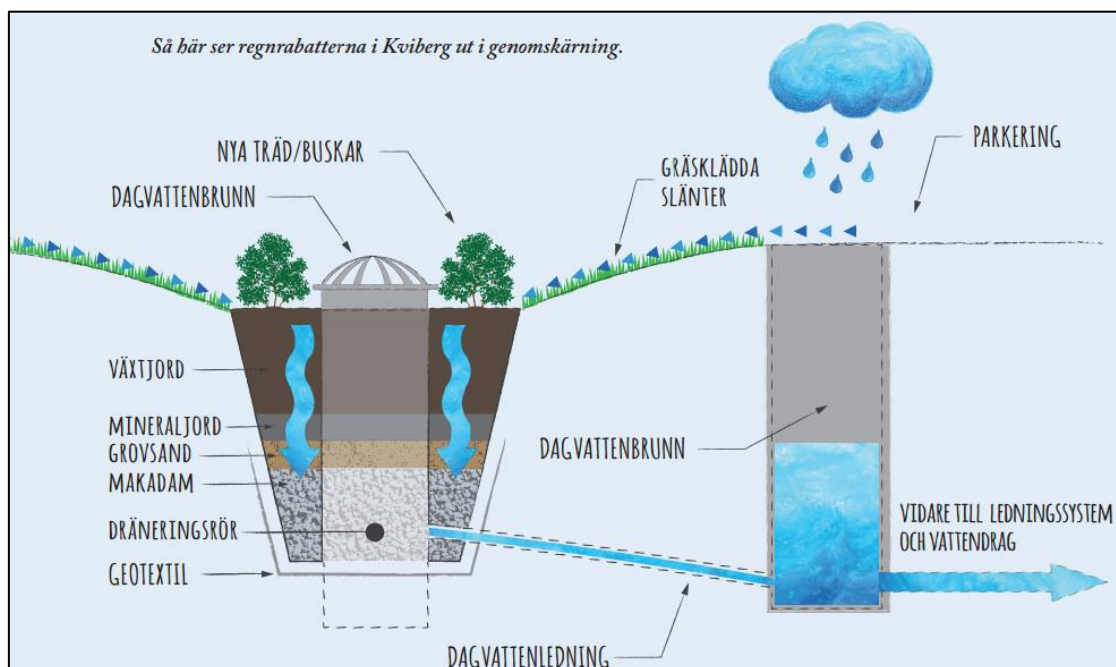
De växtsorter som används i biofiltret ska klara levnadsvillkoren i regnbädden. Med en väl-dränerad jordprofil kommer växterna ha mycket torra förhållanden under delar av året med återkommande, dygnslånga översvämningar. Växter som kan vara lämpliga är knapptåg, flaskstarr, rörflen och knölsyska, fackelblomster, gul svärdsilja, kabbleka, älgört, jättegröe och vattenmynta. I gatumuljöer som halkbekämpas med salt kan salttoleranta växter såsom strandaster och salttåg också användas. Vid plantering av träd kan biofiltret utformas som en så kallad skelettjord vilken består av ett grövre stenmaterial kompletterat med nedspolad jord.

Det finns flera exempel och förslag på filtermaterialens uppbyggnad. I norska försök (Braskerud m.fl. 2013) med regnbäddar var sandinblandningen ca 70-90%, lerinslaget 3-8 %, siltinslaget 12-23% och organiskt material 4-8 %. Det viktiga är att det finns tillräcklig stor andel genomsläppliga jordar, så som sand eller grövre fraktioner, så att infiltrationen går tillräckligt fort.

Tabell 3 Exempel på lagerföljd i ett biofilter med ett total djup om 1-1,6 m (se även Figur 16).

Lagertyp	Djup (m)	Kommentar
Växtjord	0,45 - 1,0	Organisk jord som är sandinblandad. Djupare för buskar och träd.
Mineraljord	0,10	Ger stabilitet
Grov sand (alt geotextil)	0,10	Avskiljande lager mellan jord och makadam
Makadam (2-6 mm)	0,35	Tjänar som dräneringslager i botten på växtbädden och magasinerar viss volym
Dräneringsslang	-	Samlar upp vattnet, dimension Ø110 mm
Sandbädd för dräneringsledning	0,10	
Geotextil	-	Omsluter och isolerar regnrabatten från grundvatteninträngning

Ytan på regnbäddarna anpassas efter hur stor tillrinningsytan är. Som exempel kan nämnas regnbäddar (regnrabatterna) anlagda i Kviberg i Göteborg intill stora parkeringsytor (se Figur 16). Regnrabatternas yta uppgår till 700 m², vilket motsvarar cirka 5 % av parkeringens totala avrinningsyta på 13 500 m². Förhållandet mellan anläggningsarean och avrinningsytan rekommenderas vara 2-6 %



Figur 16 Uppbyggnad av regnrabatter som mottar vatten från stora parkeringsytor i Kviberg, Göteborg stad (Karlsson 2015).



Figur 17 Ränna för dagvatten med hinder för en trögare avledning. Augustenborg, Malmö.

Diken, kanaler och rännor

Diken, bäckar och kanaler kan bli trevliga inslag i många områden och är ett alternativ till att låta vattnet ledas i större rörledningar under mark. Öppna diken och kanaler fungerar som transportvägar för vattnet samtidigt som det i viss mån även kan fördröja vattnet genom att flödeshinder anläggs och/eller genom att de kan utgöra flödesutjämnande magasin. Rännor i markytan kan utformas med små hinder så att vattenflödet går långsammare, så kallad trög avledning, vilket innebär en viss fördröjning (se exempel Figur 17).

Regntunnor och stenkistor

Ett enkelt sätt att ta hand om regnvattnet från taket är att låta det rinna ut i en tunna (se Figur 18). Särskilda fällbara utkastare kan monteras på stuprören i lagom höjd för att kunna samla upp vattnet i tunnan. Vattnet kan sedan användas till bevattningen av trädgården. Regntunnorna bör kunna rymma 100-200 liter vatten. Vid en millimeter regn ger varje kvadratmeter tak 1,0 liter vatten.

Alternativ till en regntunna kan vara en stenkista, det vill säga en grop i marken som fylls med grov sten. Gropen bör vara 0,5 m³ per stuprör och den bör ligga minst 2 m från husgrunden. Över gropen kan det vara gräs.

Träd- och buskplanteringar

Trädens lövverk har en god förmåga att fånga upp och avdunsta nederbörd. Trädens rötter suger dessutom upp vatten som bidrar till att markens magasineringsskapacitet regenereras. Träd och buskar utmed gator och andra hårdgjorda ytor bidrar därmed till att reducera dagvattenflödena samtidigt som de skapar biologiska och estetiska mervärden.

I en modellberäkning (Deak Sjöman 2013) visas att ett tillskott av 20 % träd på en parkeringsplats med ett hektars asfaltyta, reducera ytavrinningen med 40 % under ett normalt skyfall och med 20 % under ett 10-årsregn. Träd inom befintliga grönytor ger en betydligt mindre reduktion



Figur 18 Regntunna, foto: Geraldine Thiery (från Tomellilla kommuns projekt "Skörda regnvatten")

av ytavrinningen än träd som planteras där det finns hårdgjorda ytor. Träd visar sig dock ha en något större reduktion (1-3%) av avrinningen än en gräsmatta beroende på trädens stora bladmassa som bidrar till ett större uppfångande av vatten och en ökad evapotranspiration. Detta gäller endast under vegetationsperioden när träden bär löv. På platser som har en hög grad av hårdgjord yta och där utrymmet är begränsat, kan träd fungera som ett effektivt alternativ eller komplement till andra åtgärder. Den flödesutjämnande effekten av träd och buskar ingår inte StormTac beräkningsverktyg för flödesutjämnning och rening av föroreningar.

Dammar

Dagvattendammar utformas så att de kan magasinera vatten vid stor nederbörd genom att vattennivån kan stiga i dammen. Hur stor vattenståndshöjningen kan bli avgörs av nivåförhållandena på platsen (marknivå och vattengång för inkommande ledningar) samt önskat normalvattendjup i dammen. Dammar med en allt för grund normalvattenyta tenderar att växa igen fort.

Dagvattendammar kräver ett förhållandevis stort utrymme jämfört med andra åtgärder. Vidare har de inkommande ledningarnas nivå i förhållande till markyta stor betydelse för hur kostnadseffektiva magasinerna kan bli. Djupa dammar medför stora schaktvolymer och blir också mer utrymmeskrävande om dammens slänter skall hålla en acceptabel lutning med tanke på barnsäkerhet och estetiska aspekter. Ur reningssynpunkt är det bra att om möjligt leda in hela flödet till dammen, det ger en högre absolut avskiljning av föroreningar och en större kostnadseffektivitet. Är flödesvariationerna extremt stora bör dammen utformas som en sidodamm för att undvika ursköljning av sediment. I dammar är det ur reningssynpunkt viktigt med en väl utvecklad vegetation. En rätt dimensionerad damm kan ge mervärden i form av rekreation och en ökad biologisk mångfald.

Fördröjning och rening under mark

Där det inte finns plats att anlägga öppna dagvattenmagasin kan fördröjningsmagasinen läggas under mark.

- **Underjordiska dagvattenmagasin:** Både plast och betongrör kan användas som magasin. Betongrör som är armerade kan bära större laster än plaströr i de fall dagvattenmagasinen ligger ytligt.
- **Infiltrationsmagasin:** Infiltrationsmagasin används framförallt från takytor där vattnet inte kan ledas ut på öppna vegetationsytor. Magasinen består av en grop i marken som täcks in av en geotextilduk och därefter fylls med grovt stenmaterial dit dagvattnet leds. Geotextilduken skall hindra finare partiklar att ta sig in i magasinet och minska porvolymen. Porvolymen för makadam som används till denna typ av anläggning brukar vara 30 %. Infiltrationsmagasinet kan förses med ett bräddavlopp till dagvattennätet.
- **Dagvattenkassetter:** Ett alternativ till ett infiltrationsmagasin är dagvattenkassetter i plast. Hålvolymer i dessa är 95 %, vilket innebär en väsentligt större volym per ytenhet jämfört med en traditionell användning av makadammagasin. Om grundvattenytan ligger högt måste magasinet precis som biofilter tätas med en gummiduk.

I föreliggande åtgärdsrapport har underjordiska åtgärder inte beräknats.

Filtermagasin och filterbrunnar för rening

Flera olika typer av underjordiska filter i brunnar eller kassetter finns för att i huvudsak rena dagvattnet från föroreningar såsom metaller eller oljeföreningar. Filtermaterialet varierar och kan bestå av t ex geotextil med olika plastenheter, jord, lecakulor, kalksten eller sand. Flera olika specialkomponerade filter finns också på marknaden idag för att ta om hand olika typer av

föroreningar, där filtermaterialet kan bestå av t ex järnhydroxid, aluminiumsilikat, polonit, zeolit eller organiskt material bland annat barkflis. Filterbrunnar kan användas vid biltvättar, bensinmackar, industriområden med mera, där föroreningsbelastningen kan antas vara högre än normalt. Särskilt lämpliga att använda är dessa reningsfilter vid dagvattenutsläpp i vattenskyddsområden eller till känsliga vattendrag och sjöar. Reningsgraden för metaller och oljeföroreningar kan uppgå till 80-95%. Filtren kräver regelbunden tillsyn och filtermaterialet måste bytas, vanligtvis en gång om året. När det är förbrukat måste det deponeras. En del filtermaterial är biologiskt nedbrytbara.

Rening

Reningseffekten för de ovan beskrivna flödesutjämnande åtgärderna varierar och beror på många olika faktorer, bland annat storleken på dagvattenflödet in i anläggningen, uppehållstiden i anläggningen, dagvattnets koncentration av föroreningar, anläggningens yta och volym, infiltrationsdjup, använt material i infiltrationsbädden och förekomsten av vegetation.

I detta arbete har åtgärderstypernas reningseffekt beräknats i StormTac. Den beräknade reningen för de olika åtgärderna i StormTac bygger på schablonvärden för dels de ingående koncentrationerna av föroreningar i dagvattnet från olika typer av områden, och dels på den procentuella reningseffekten. Schablonvärdena för koncentrationerna i dagvattnet och reningseffekten bygger på många olika studier i utlandet och i Sverige. Reningseffekten för föroreningar presenterade i t Tabell 4 har analyserats.

Tabell 4 Ämnen och föreningar som förekommer i dagvatten och vars reningseffekt har beräknats.

Ämne	Förklaring/ exempel på källor
P Fosfor	Trafik (bilavgaser, vägbeläggning, sandning, fordons- och gatutvätt), odling, markläckage
N Kväve	Trafik, Atmosfäriskt nedfall, odling, markläckage
Pb Bly	Trafik (bromsbelägg, balansvikter på däck, bilbatterier)
Cu Koppar	Trafik (bromsbelägg), Byggnadsmaterial (takytor)
Zn Zink	Trafik (bromsbelägg, kaross, däck), Byggnadsmaterial (takytor, belysningsstolpar, räcken)
Cd Kadmium	Trafik (däck, vägbanan, sandning, fordonstvätt, gatutvätt), Byggnadsmaterial (i förzinkade ytor), Atmosfäriskt nedfall
Ni Nickel	Trafik (kaross, däck, vägbanan)
Hg Kviksilver	Atmosfäriskt nedfall
SS Suspenderad substans,	Trafik (vägbanan, sandning)
Oil Oljeindex	Oljeföroreningar med fler än 10 kolatomer. Trafik (bensin, ej oljeutsläpp och slitage av däck)
PAH16 Polyaromatiska kolväten	Trafik (bilavgaser, vägbanan, däck, oljeläckage)
BaP Bensopyren	Ett av de polyaromatiska kolvätena som ingår i PAH16. Vedeldning

Valet av parametrar i Tabell 4 grundar sig på att för dessa ämnen finns det någorlunda tillförlitlig data vad gäller schablonhalter i dagvatten och reningseffekt för olika åtgärder. Krom har till exempel uteslutits på grund av tveksamt underlag för reningseffekten. I Tabell 5 redovisas exempel på schablonvärden för den procentuella reningseffekten för olika åtgärdstyper (StormTac 2015).

Tabell 5 Schablonvärden för olika åtgärders procentuella reningseffekt. Värdena bygger på medianvärden från flera olika undersökningar där belastningen in och ut ur anläggningen är beräknad utifrån flödesviktad mätdata (StormTac 2015)

Anläggningstyp	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Ni	Hg	SS	oil	PAH16	BaP
Översilningsyta	40	25	45	50	50	55	45	20	70	80	70	70
Torr damm	20	25	80	30	45	80	60	10	55	75	60	60
Våt damm	55	35	75	65	50	80	85	30	80	80	70	75
Våtmark	50	30	80	55	60	80	25	30	85	95	70	70
Dike, vägdike	30	10	40	25	55	35	51	10	70	85	15	15
Svackdike	30	40	70	65	65	65	50	15	70	85	60	60
Krossdike	60	55	85	85	85	85	90	45	90	90	60	60
Makadamfyllt underjordiskt magasin,	35	45	75	70	70	60	55	40	80	75	55	55
Skelettjord (makadam och jord)	55	48	83	75	80	85	83	50	85	75	75	75
Biofilter med växter	65	40	80	65	85	85	75	50	80	60	85	85
Permeabel asfalt	65	75	70	75	95	70	65	45	90	85	75	75
Sandfilter	50	35	70	40	70	80	90	45	75	80	80	80

Kostnader

I Tabell 6 nedan anges uppgivna eller uppskattade kostnader för olika åtgärder. Variationerna är stora och förutsättningarna på platsen är avgörande för kostnaden. Bland annat blir kostnaderna avsevärt lägre om åtgärderna utförs inom nyexploaterade områden jämfört med inom befintlig bebyggelse och gatumiljö. I nyexploaterade områden behöver till exempel inga konflikter uppstå med befintliga ledningar (el, tele, fiber, fjärrvärme mm) och masshanteringen kan många gånger hanteras inom området, vilket innebär att dyra transporter av schaktmassorna undviks. Till exempel kan nämnas att kostnaden för att plantera träd i en ny miljö beräknas vara 50 % lägre än att plantera i befintlig miljö.

Tabell 6 Exempel på kostnader för olika dagvattenåtgärder. I angiven kostnad ingår anläggningskostnader och material men inte utredning och projektering.

Åtgärd	Exempel på kostnad	Referens
Beläggning av hålsten eller med genomsläppliga fogar	364- 476 kr/m ²	I Ritzman 2013
Genomsläpplig asfalt	235-420 kr/m ²	I Ritzman 2013
Svackdike 50 m med underliggande makadambädd och dränering	2000 -2500 kr/m	Svensson 2016
Gröna tak (den ”gröna” uppbyggnaden)	300-600 kr/m ²	http://www.klimatanpassning.se
Makadamdiken/ krossdike	2500 kr/m	Norconsult AB. 2011
Torra dammar	500-900 kr/m ³	Norconsult AB. 2011
Regnbädd/Biofilter 700 m ² (arbetskostnader+ material)	2 500-3 000 kr/m ²	Karlsson 2015,Göteborgs stad
Regnbädd/Biofilter 10-20 m ²	8500 kr/m ²	Svensson 2016
Trädplantering i befintlig gatumiljö	95 000 kr/träd	Embrén 2015, Stockholms stad
Omplantering av träd i skelettjord	65 000 kr/träd	Embrén 2015, Stockholms stad
Öppen födröjningsdamm (massor transporteras bort)	200 -400 kr/m ³	egen uppskattning
Dagvattenkassetter	8500 kr/m ³	Ramböll 2014

Resultat

Linero: flerfamiljshus

Området är lokaliserat precis norr om Dalbyvägen vid tätorten Lunds östra gräns, se Figur 2. I området finns en mindre areal bilväg med låg belastning men desto fler grönytor, se Figur 4. Samtliga bostadshus i området består av två-tre våningshus som är byggda på 70-talet. Hårdgjorda ytor inom området består till stor del av parkeringsytor samt gång- och cykelvägar. Mellan husgårdarna ligger grönytor som till viss del upptas av kolonilotter eller ytor avsedda för rekreation med kullar, boulebana och lusthus. På husgårdarna mellan husen finns inslag av lekplatser och buskage men de är till allra största del asfalterade. Samtliga stuprör leds direkt ner i marken till ledningsnätet förutom vid vissa cykelskjul. Inom området är höjdskillnaden ca 10 m, med en huvudlutning från norr till söder, men också från öster till väster

Förslag till åtgärder

Vid valet av åtgärder för Linero lades fokus på att åtgärderna antingen skulle förhöja det rekreativa värdet i området eller smälta in i befintliga grönområden. För att öka rekreativvärdet är tanken att dagvattnet med flera öppna vattendrag och rännor transporteras från bostadshusen till en fördröjningslösning. Stuprör som idag leder direkt ner i marken till ledningsnätet bryts för att istället leda dagvattnet vidare på ytan.

Den stora arealen grönytor, i kombination med deras placering i förhållande till områdets lutning, har gjort det möjligt att anlägga flera större torrdammar inom området. Placeringen underlättas också av att en stor andel av områdets grönytor ligger på kommunalt ägd mark. Biofilter har lagts vid parkeringar för att säkra reningen samt förbättra det visuella intrycket. Linero består till stor del av bostadsrättsområden och beräknade åtgärder har lokaliserats på kommunal mark där det är möjligt, se Figur 19. Undantag är brytning av stuprör vid vissa bostadshustak så att vattnet kan ledas till fördröjningsanläggningarna, rännor och diken som ska leda vattnet vidare, biofilteren vid de nordöstra parkeringsytorna samt fyra privatägda gräsmattor som beräknas kunna fungera som infiltrationsytor respektive torrdamm.

Som komplement kan bostadsrättsföreningar bidra genom att byta ut asfalterade ytor där de inte behövs mot mer permeabla ytor, låta vatten ledas till nedsänkta rabatter innan de bräddar mot brunnar samt installera regntunnor. Insamlat regnvatten kan sedan användas för exempelvis bevattning av rabatter.

Inga beräkningar är gjorda för underjordiska dagvattenmagasin eller dagvattenkassetter. Det finns idag bra underjordiska lösningar som kan kompletteras med till exempel oljeavskiljare, men då förloras det rekreativa värde som uppkommer när vattnet lyfts upp i ytan.



Figur 19 Översikt över kommunala områden samt planerade åtgärder inom Linero. Färgade områden motsvarar kommunala ytor, blåa markeringar presenterar beräknade åtgärder och vattenledningssystem. Jämför gärna med Bilaga 2.



Figur 20 Förslag på anläggningsyta för torrdamm i Linero



Figur 21 Exempel på anläggningsyta för ett biofilter i Linero



Figur 22 Befintlig utkastare från ett garagetak i Linero



Figur 23 Befintlig ränna och hastighetssänkande åtgärd i Linero

Beräknad flödesutjämning och reningseffekt

Flödesutjämning

Efter fältbesök, där lämpliga områden för åtgärder valts ut, har åtgärderna kopplats till delområden (ett eller flera detaljområden). Fördröjnings- och reningseffekten för varje enskild åtgärd har därefter uppskattats genom beräkningar i StormTac. För att kunna representera en total förbättring för hela området och till slut hela östra Lund har även en beräkning för hela området gjorts. Den areal och markanvändning som berörs av åtgärder (delområde) samt motsvarande

siffror för hela typområdet presenteras i Tabell 7. På Linero har 82 % av typområdets arealer kunnat kopplas till en åtgärd.

Tabell 7 Markanvändning inom typområdet Linero

	Hela (ha)	Delområden (ha)	Andel delområden
Hela området	13.26	10.82	82 %
Tak, hus	1.49	1.35	91 %
Tak, övriga	0.23	0.23	100 %
Parkering	0.99	0.9	91 %
Bilväg	0.68	0.25	36 %
Hårdgjord yta	1.79	1.36	76 %
Grönyta	8.07	6.74	83 %

De åtgärder som har dimensionerats samt vilka detaljområden som är kopplade till respektive åtgärd är presenterade i Tabell 8. Området domineras av lerjordar. Därför bör ytor som beräknats som infiltrationsytor kompletteras med ett avledande dräneringsstråk (svackdike, krossdike eller dräneringsledning).

Tabell 8 Sammanställning av 13 dimensionerade åtgärder inom typområdet Linero, inflödet motsvarar det flöde som leds in i åtgärden och utflödet det flöde som leds ut från åtgärden efter fördröjning och rening. Flöden, dammvolymer och anläggningsytor är beräknade i StormTac.

Detaljområde	Åtgärdstyp	Utflöde (l/s)	Inflöde (l/s)	Anläggningsyta (m ²)	Dammvolym (m ³)
5, 6	Biofilter	1	48	120	-
13	Biofilter	1	56	140	-
3, 7, 9	Torrdamm	5	51	-	-
12	Infiltrationsyta	1	10	63	-
17	Infiltrationsyta	1	11	68	-
24	Infiltrationsyta	1	13	77	-
19, 20, 25	Torrdamm	5	92	-	160
8, 11, 14, 15, 16,21, 22, 23, 27, 40, 41, 43, 44, 45	Torrdamm	12	200	-	430
29	Svackdike	1	13	29	-
36, 37, 38	Torrdamm	1	93	-	110
30, 31	Torrdamm	1	26	-	60
35, 42	Torrdamm	1	37	-	70
32	Biofilter	1	33	160	-
Sammanlagd dikeslängd		690 m			

I Tabell 9 presenteras en sammanställning av total fördröjning för delområdena samt hela typområdet. I sammanställningen redovisas flödesförändringen för området före och efter åtgärd samt en jämförelse med 1.5 l/s/ha. Resultatet visar att det finns potential för fördröjning inom området via ytliga åtgärder.

Tabell 9 Sammanställning av den totala födröjningseffekten för typområdet Linero. Födröjningseffekten visas som förändringen i flöde (l/s) och specifik avrinningskoefficient (l/s·ha) från före och efter anläggningen av åtgärder. För jämförelse presenteras även de flöden 1.5 l/s·ha motsvarar från typ- respektive delområden. Flödena (l/s) är beräknade i StormTac

Areal	Före åtgärd		Efter åtgärd		1.5 l/s·ha (l/s)
	(l/s)	(l/s·ha)	(l/s)	(l/s·ha)	
DELOMRÅDEN (10.57 ha)	860	81	35	3	16.2
HELA OMRÅDET (13.26 ha)	1 100	83	275	21	19.9

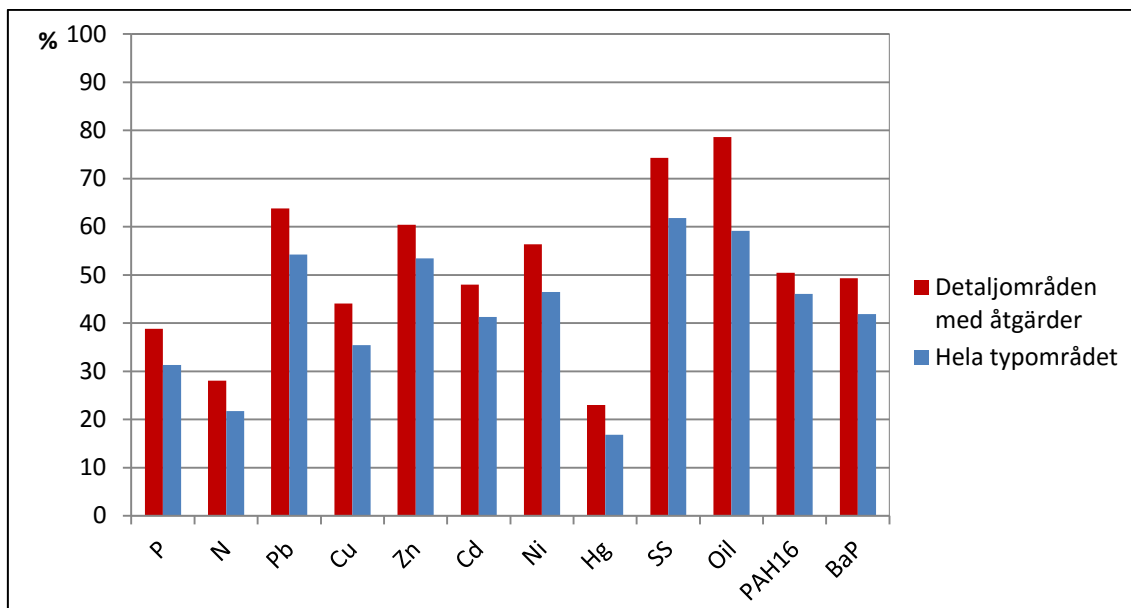
Reningsseffekt

De föreslagna åtgärderna inom Linero beräknas ha en betydande effekt på vattnets metallinnehåll där reningen för flera metaller ligger runt 30-50 %. Reningen av oljeföreningar (Oil, PAH16, BaP) uppvisar en ännu högre reningsgrad, i storleksordningen 40-60%.

Av Tabell 10 framgår beräknad belastning och rening för hela typområdet. Skillnaden mellan reningen för hela typområdet och reningen inom delområdena är förhållandevis liten (se Figur 24), vilket beror på att det inom Linero har funnits relativt gott om plats för åtgärder, och de flesta detaljområdena är kopplade till någon form av åtgärd.

Tabell 10 Föroreningsbelastning och reningseffekt av samtliga åtgärder inom typområdet Linero som är beräknade i StormTac

Ämne	Belastning, typområdet Linero (kg/år)	Rening (kg/år)	Rening
P	6,0	1,9	31 %
N	68,0	15	22 %
Pb	0,31	0,17	54 %
Cu	0,89	0,32	35 %
Zn	3,3	1,8	53 %
Cd	0,018	0,0074	41 %
Ni	0,15	0,070	46 %
Hg	0,0017	0,00029	17 %
SS	1900	1175	62 %
Oil	18	11	59 %
PAH16	0,017	0,0078	46 %
BaP	0,00064	0,00027	42 %



Figur 24 Procentuell reningsgrad av dagvattnet för delområden respektive hela typområdet Linero som är beräknad i StormTac.

Kostnader

Kostnaden för åtgärderna inom typområdet Linero uppskattas till strax under 5 miljoner kronor (se Tabell 11). Uppskattningen av kostnaden för enskilda åtgärder grundar sig i flera fall på projekt som utförts inom nyexploaterade områden. Kostnaden för motsvarande åtgärder i befintlig bebyggelse blir sannolikt betydligt högre. Dessutom tillkommer kostnader för utredning och projektering.

Tabell 11 Uppskattade kostnader för föreslagna åtgärder inom typområdet Linero

Detaljområde	Åtgärdstyp	Yta (m ²)	Volym (m ³)	a` pris (kr/m ² -m ³)	Kostnad totalt (kr)
5, 6	Biofilter	120	-	8500	1 020 000
13	Biofilter	140	-	8500	1 190 000
3, 7, 9	Torrdamm		-		
12	Infiltrationsyta	63	-		0
17	Infiltrationsyta	68	-		0
24	Infiltrationsyta	77	-		0
19, 20, 25	Torrdamm	-	160	900	144 000
8, 11, 14, 15, 16,21, 22, 23, 27, 40, 41, 43, 44, 45	Torrdamm		430	900	387 000
29	Svackdike	29	-	1250	36 250
36, 37, 38	Torrdamm	-	110	900	99 000
30, 31	Torrdamm	-	60	900	54 000
35, 42	Torrdamm	-	70	900	63 000
32	Biofilter	160	-	8500	1 360 000
	Dike 690 m		1380	300	414 000
SUMMA					4 767 250

Mårtens Fälad: villa-/radhusområde

Typområdet är lokaliserat precis norr om Sandbyvägen vid tätorten Lunds östra kant, se Figur 2. Bebyggelsen är blandad med både friliggande hus och täta radhusområden samt enstaka flerbostadshus, se Figur 5. Grönytorna mellan husen är begränsade och är i huvudsak koncentrerade till en större gräsmatta i mitten av området samt en stor, kuperad grönyta i den sydöstra delen. Området genomkorsas av bilvägar och flera hus har en egen uppfart med garage. Vid radhusområdena finns större parkeringar och en stor andel hårdgjorda ytor mellan husraderna. Höjdskillnaden inom området är ca 11 m. Områdets generella lutning är från nordost mot sydväst, men med högre områden belägna i sydost och nordväst med lutning in mot områdets mitt.

Förslag till åtgärder

Vid valet av åtgärder för Mårtens Fälad lades fokus på att åtgärderna antingen skulle förhöja det rekreativa värdet i området eller smälta in i befintliga grönområden. Befintliga rabatter och grönytor används med fördel framför att bryta upp asfalt. De gröna ytorna har används i den mån det är möjligt till infiltrationsytor, svackdiken samt en torrdamm. Vid vissa parkeringar har befintliga rabatter gjorts om till krossdiken eller biofilter. I villaområdena med sina breda gator har biofilter med kantstenslösningar föreslagits. Biofilter vid väggkanten har inte bara en renande effekt på vägdaygattnet utan också en hastighetsdämpande påverkan på trafiken.

Stora delar av området, 54 %, är privatägt genom bostadsrättsföreningar eller privata fastighetsägare och beräknade åtgärder har lokaliserats på kommunal mark där det är möjligt, se Figur 25. Undantagen är åtgärder som är utförda på eller i anknytning till privata parkeringsytor i området, där åtgärderna har lagts i befintliga rabatter eller grönytor.

Eftersom området är tätbebyggt med korta vattenvägar till brunnar och få ytor tillgängliga för åtgärder, har flera detaljområden lämnats utan åtgärd. Detta eftersom det inte har varit möjligt att skapa en åtgärd med tillgängliga ytor utan att göra intrång på privat mark eller bryta upp stora områden med asfalt. En stor del av områdets (kommunala) grönytor ligger dessutom illa till i förhållande till områdets allmänna lutning (flödesriktning) och har därför inte kunnat utnyttjas för lämpliga åtgärder.

Som kompletterande räkneexempel har samtliga takytor ersatts med gröna tak, se Tabell 14. Dimensionerande återkomsttid har då ändrats från 10 år till 5 år. Försök har visat att gröna tak inte har någon märkbar fördröjande effekt vid regn med längre återkomsttid än 5 år. Gröna tak har även olika fördröjande effekt efter tjocklek och har inte möjlighet att fördröja vatten efter det att takets jordprofil är vattenfylld.

Som komplement till föreslagna åtgärder kan bostadsrättsföreningar bidra genom att byta ut asfalterade ytor där de inte behövs mot mer permeabla ytor, låta vatten ledas till nedsänkta rabatter innan de bräddar mot brunnar samt installera regntunnor. Insamlat regnvatten kan sedan användas vid exempelvis bevattning av rabatter. Ett räkneexempel där allt vatten från takytor samlas upp i regntunnor redovisas i Tabell 14.



Figur 25 Översikt över kommunala områden samt beräknade åtgärder inom Mårtens Fälad. Färgade områden motsvarar kommunala ytor, blåa markeringar presenterar beräknade åtgärder och vattenledningssystem. Jämför gärna med Bilaga 4.

Inga beräkningar är gjorda för underjordiska dagvattenmagasin eller dagvattenkassetter. Det finns idag bra lösningar som kan kompletteras med till exempel oljeavskiljare, men då förloras det rekreativa värde som uppkommer när vattnet lyfts upp till ytan.



Figur 26 Utrymme för svackdike i Mårtens fälad



Figur 27 Exempel på hur ytorna ser ut bland husen i Mårtens fälad



Figur 28 Parkering i Mårtens fälad, bostadsområdet Modersmålet. Här föreslås en anläggning av ett krossdike.



Figur 29 Gräsyta med svacka i centrala Mårtens fälad. Förslag på åtgärd är att leda vatten hit via diken och rännor samt förstora sänkan.

Beräknad flödesutjämning och reningseffekt

Flödesutjämning

Efter fältbesök, där lämpliga områden för åtgärder valts ut, har lämpliga åtgärder kopplats till ett delområde. Fördröjnings- och reningseffekten för varje enskild åtgärd har därefter beräknats i StormTac. För att kunna representera en total förbättring för hela området och till slut hela östra Lund har även en beräkning för hela området gjorts. Den areal och markanvändning som berörs av åtgärder samt motsvarande siffror för hela typområdet Mårtens Fälad presenteras i Tabell 12. På Mårtens Fälad har 24 % av typområdet kunnat kopplas till en fördröjande åtgärd.

Tabell 12 Markanvändning inom typområdet Mårtens fälad

	Hela (ha)	Delområden (ha)	Andel delområden
Hela området	31.64	7.73	24 %
Tak, hus	4.64	1	22 %
Tak, övriga	0.5	0.08	16 %
Parkering	1.88	0.93	49 %
Bilväg	2.35	0.87	37 %
Hårdgjord yta	2.47	0.51	20 %
Grönyta	19.79	4.35	22 %

De åtgärder som har beräknats samt vilka detaljområden som är kopplade till respektive åtgärd är presenterade i Tabell 13.

Tabell 13 Sammanställning av 13 dimensionerade åtgärder inom typområdet Mårtens fälad, inflödet motsvarar det flöde som leds in i åtgärden och utflödet det flöde som leds ut från åtgärden efter fördröjning och rening. Flöden, dammvolymer och anläggningsytor är beräknade i Stormtac.

Detaljområde	Åtgärdstyp	Utflöde (l/s)	Inflöde (l/s)	Anläggningsyta (m ²)	Dammvolym (m ³)
2	Biofilter, väg	20	67	77	-
3	Biofilter, väg	10	23	26	-
5	Biofilter, väg	20	100	120	-
7	Krossdike	15	26	39	-
8	Biofilter	7	35	40	-
9	Torrdamm	6	46	-	110
14	Krossdike	1.5	16	36	-
15	Krossdike	2	19	40	-
16	Biofilter	2	21	52	-
17	Svackdike	1	65	150	-
19	Biofilter, väg	10	34	49	-
20	Svackdike	5	51	100	-
25	Svackdike	1	21	69	-
Sammanlagd dikeslängd		240 m			

I Tabell 14 presenteras en sammanställning av total fördröjning för delområdena samt hela typområdet. I sammanställningen redovisas flödesförändringen för området före och efter åtgärd samt en jämförelse med kravet på 1.5 l/s/ha. I Tabell 14 redovisas även fördröjningspotentialen med gröna tak och regntunnor vid samtliga tak inom området.

Resultatet visar att det finns potential för en viss fördröjning inom området via ytliga åtgärder. Området är tätbyggt vilket har medfört att flera detaljområden inte är kopplade till åtgärder och fördröjningen uppnår därför inte kravet. En komplettering med underjordiska eller ytliga dagvattenmagasin kan därför vara att föredra i denna typ av område. Till exempel kan magasinerna läggas under parkeringsplatser, vägar, korsningar med mera. Kraven är att vattnet ska kunna transporteras dit och ledningar i marken ledas om.



Figur 30 Befintligt dike i sydöstra delen av Mårtens fälad. Förslag på åtgärd är att leda dagvatten från taken till diket.

Tabell 14 Sammanställning av den totala fördröjningseffekten för typområdet Mårtens fälad. Fördröjningseffekten visas som förändringen i flöde (l/s) och specifik avrinningskoefficient (l/s·ha) från före och efter anläggningen av åtgärder. För jämförelse presenteras även de flöden 1.5 l/s·ha dimensionering motsvarar från typ- respektive delområden. Flöden före och efter anläggning är beräknade i StormTac.

Areal	Före åtgärd		Efter åtgärd		1.5 l/s·ha (l/s)
	(l/s)	(l/s·ha)	(l/s)	(l/s·ha)	
DELOMRÅDEN (7.73 ha)	360	47	100	13	12.2
HELA OMRÅDET (31.64 ha)	1 300	41	1 040	33	47.5
GRÖNA TAK (5 års återkomsttid)	1 100	35	930	29	47.5
REGNTUNNOR (10 års återkomsttid)	1 300	41	820	26	47.5

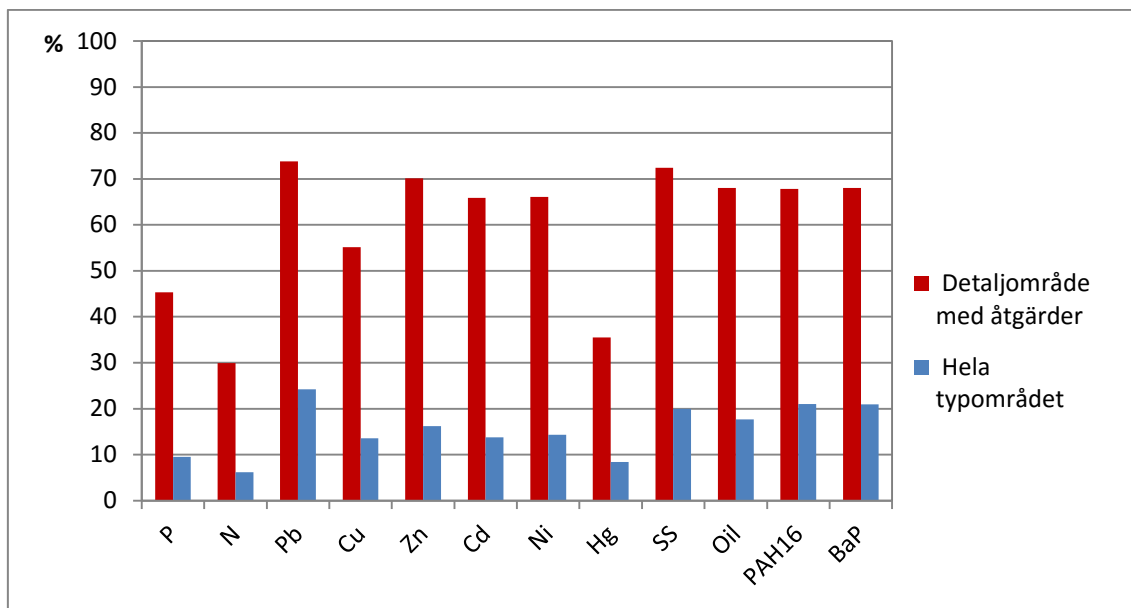
Räkneexemplen med gröna tak på samtliga taktytor respektive regntunnor som samlar upp allt vatten från taktytor inom området visar att åtgärderna kan ha en stor påverkan på utflödet från området. Hur realistiskt det är att allt vatten från taktytor samlas upp i regntunnor går att diskutera men exemplet visar att privata fastighetsägare kan bidra till ökad fördröjning på ett enkelt men effektivt sätt. Beräkningen med gröna tak är förenklad men visar att det även där finns potential att öka fördröjningen inom området på ett tilltalande sätt. Inga nya ytor behöver heller tas i anspråk utan taken får en dubbelfunktion.

Reningseffekt

De föreslagna åtgärderna inom Mårtens fälad beräknas rena vattnets innehåll på metaller i storleksordningen 10-20 % och för oljeföreningar (Oil, PAH16, BaP) runt 20 %. Svårigheten att hitta ytor för fördröjning inom området innebär också en förhållandevis stor skillnad mellan uppnådd rening inom delområden och reningen för hela typområdet Mårtens fälad, se Figur 31.

Tabell 15 Beräknad föroreningsbelastning och reningseffekt av samtliga åtgärder inom Mårtens Fälad enligt StormTac

Ämne	Belastning, typområdet Mårtens fälad (kg/år)	Rening (kg/år)	Rening
P	14	1,3	10 %
N	160	9,9	6 %
Pb	0,64	0,15	24 %
Cu	2,0	0,27	14 %
Zn	8,6	1,4	16 %
Cd	0,046	0,0063	14 %
Ni	0,37	0,053	14 %
Hg	0,0034	0,00029	8 %
SS	4600	919	20 %
Oil	36	6,4	18 %
PAH16	0,039	0,0082	21 %
BaP	0,0014	0,00029	21 %



Figur 31 Beräknad procentuell reningsgrad av dagvattnet för delområden respektive hela området Mårtens Fälad

Kostnader

Kostnaden för åtgärderna inom Mårtens Fälad kan uppskattas till ca 4 miljoner kronor. Uppskattningen av kostnaden för enskilda åtgärder grundar sig i flera fall på projekt som utförts inom nyexploaterade områden. Kostnaden för motsvarande åtgärder i befintlig bebyggelsemiljö blir sannolikt betydligt högre. Dessutom tillkommer kostnader för utredning och projektering.

Tabell 16 Uppskattade kostnader för föreslagna åtgärder inom typområdet Mårtens Fälad

Detaljområde	Åtgärdstyp	Yta (m ²)	Volym (m ³)	a` pris (kr/m ² -m ³)	Kostnad totalt (kr)
2	Biofilter, väg	77	-	8500	654 500
3	Biofilter, väg	26	-	8500	221 000
5	Biofilter, väg	120	-	8500	1 020 000
7	Krossdike	39	-	2500	97 500
8	Biofilter	40	-	8500	340 000
9	Torrdamm	-	110	900	99 000
14	Krossdike	36	-	2500	90 000
15	Krossdike	40	-	2500	100 000
16	Biofilter	52	-	8500	442 000
17	Svackdike	150	-	1250	187 500
19	Biofilter, väg	49	-	8500	416 500
20	Svackdike	100	-	1250	125 000
25	Svackdike	69	-	1250	86 250
	Dike 240 m		480	300	144 000
SUMMA					4 023 250

Pålsjö: industriområde

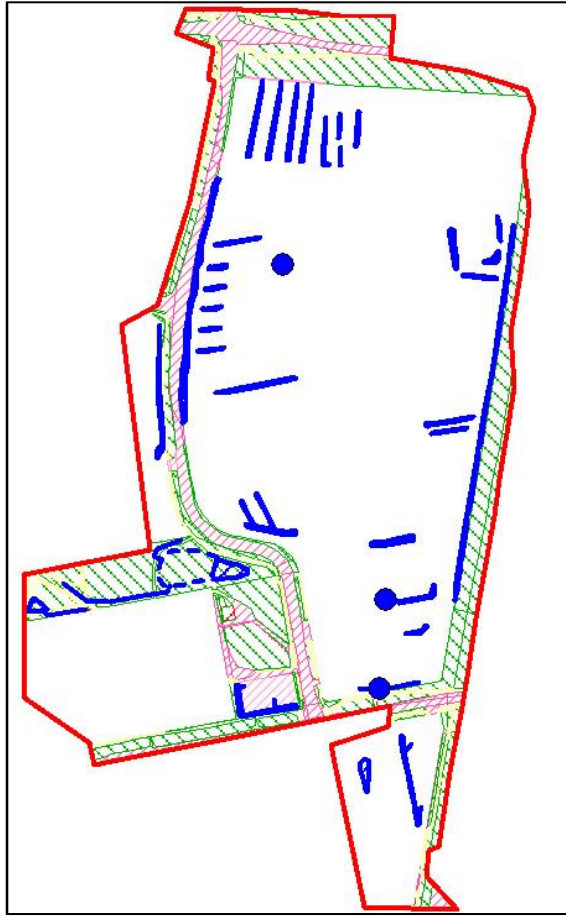
Typområdet är lokaliserat precis väster om E22:an intill forskarbyn Ideon Village, se Figur 2. Huvuddelen av området har tidigare ägts och förvaltats av läkemedelsföretaget Astra Zeneca AB men är idag ägt och förvaltats av Medicon Village AB. Eftersom företagen inom området arbetar inom forskning med laboratorie- och kontorsverksamhet finns det stora byggnadskomplex men begränsad andel tung godstrafik inom området. Mellan husen finns det grönområden, cykel- och gångvägar, mindre bilvägar och flera större parkeringar, se Figur 6. Höjdskillnaden inom området är 22 m med en huvudsaklig lutning från norr till söder.

Förslag till åtgärder

Vid valet av åtgärder för Pålsjö lades fokus på att åtgärderna skulle utnyttja befintliga grönytor och diken i området. Inom typområdet Pålsjö utgörs endast 25 % av ytan av kommunalt ägd mark. Därför har flera åtgärder lagts på privat mark, se Figur 32. Den största andelen privat mark i området ägs av Medicon Village AB.

Flera av husen har inbyggda stuprör som gör det svårt att fånga upp takvattnet, fokus har därför lagts på att försöka åtgärda så många parkeringar som möjligt inom området. Den största gröna ytan inom området ligger topografiskt högt upp vilket gör den mycket svår att nyttja ur åtgärdssynpunkt. Övriga gröna ytor har används i den mån som är möjligt till en infiltrationsyta, svackdiken, biofilter samt en torrdamm. Vid flera parkeringar har befintliga rabatter och gräsytor gjorts om till krossdiken respektive svackdiken. Som kompletterande räkneexempel har samtliga parkeringsytor ersatts med permeabla ytor, se Tabell 19.

Inga beräkningar är gjorda för underjordiska dagvattenmagasin eller dagvattenkassetter. Det finns idag bra underjordiska lösningar som kan kompletteras med till exempel oljeavskiljare men då förloras det rekreativa värde som uppkommer när vattnet lyfts upp i ytan.



Figur 32 Översikt över kommunala områden samt beräknade åtgärder inom Pålsjö. Färgade områden motsvarar kommunala ytor, blåa markeringar presenterar beräknade åtgärder och vattenledningssystem. Jämför gärna med Bilaga 6.



Figur 33 Exempel på stuprörskonstruktion i ett parkeringshus i Pålsjö. Vattnet från övre plan leds via brunnar och rännor direkt ner i ledningsnätet istället för att utnyttja den fördelaktiga höjdnivån för att omhänderta dagvattnet i en ytlig lösning.

Beräknad flödesutjämning och reningseffekt

Flödesutjämning

Efter fältbesök, där lämpliga områden för åtgärder valts ut, har lämpliga åtgärder kopplats till ett delområde. Fördröjnings- och reningseffekten för varje enskild åtgärd har därefter beräknats i StormTac. För att kunna representera en total förbättring för hela området och till slut hela östra Lund har även en beräkning för hela området gjorts. Den areal och markanvändning som berörs av åtgärder samt motsvarande siffror för hela typområdet Pålsjö presenteras i Tabell 17. I typområdet Pålsjö har 29 % av ytan kunnat kopplas till en fördröjande åtgärd.

Tabell 17 Markanvändning inom typområdet Pålsjö

	Hela (ha)	Delområden (ha)	Andel delområden
Totalt	26.3	7.74	29 %
Tak, hus	6.01	0.93	15 %
Tak, övriga	0.01	0.01	100 %
Parkering	3	2.14	71 %
Parkering grus	0.75	0.75	100 %
Väg, stor	2.44	0.43	17 %
Väg, liten	1.04	0.57	54 %
Hårdgjordyta	2.89	0.48	17 %
Grönyta	10.14	2.43	24 %



Figur 34 Grusparkeringen som ligger norr om Medicon Village området. Föreslagna åtgärder är anläggning av fler krossdiken

De åtgärder vars effekt som har beräknats samt vilka detaljområden som är kopplade till respektive åtgärd är presenterade i Tabell 18. Området domineras av lerjordar, därför bör ytan som beräknats som infiltrationsyta kompletteras med ett avledande dräneringsstråk (svackdike, krossdike eller dräneringsledning).



Figur 35 Befintligt krossdike på grusparkeringen som visas i Figur 34.

Tabell 18 Beräknade åtgärder inom typområdet Pålshö. Värderna för de totalt 23 stycken åtgärderna är beräknade i StormTac

Detaljområde	Åtgärdstyp	Utflöde (l/s)	Inflöde (l/s)	Anläggningsyta (m ²)	Dammvolym (m ³)
1	Torrdamm	1	28	-	36
2	Biofilter	1	14	40	-
3	Krossdike	1	9.3	26	-
4	Krossdike	1	39	90	-
5	Biofilter	1	17	37	-
6	Krossdike	1	46	560	-
7	Krossdike	1	65	520	-
8	Krossdike	5	55	150	-
10	Svackdike	5	47	140	-
11	Svackdike	1	24	78	-
12	Svackdike	1	34	63	-
13	Krossdike	1	17	47	-
14	Krossdike	1	7.8	26	-
15	Infiltrationsyta	1	8.4	23	-
16	Torrdamm	1	44	-	70
17	Torrdamm	1	110	-	630
18	Svackdike	1	81	680	-
21	Skelettjord	1	34	110	-
31	Krossdike	5	66	260	-
32	Krossdike	1	24	110	-
33	Krossdike	1	49	210	-
34	Krossdike	1	32	120	-
35	Krossdike	1	32	130	-

I Tabell 19 presenteras en sammanställning för delområden samt hela området. Sammanställningen redovisar flödesförändringen för området samt en jämförelse med 1.5 l/s-ha. I Tabell 19 redovisas även födröjningspotentialen med permeabla ytor på parkeringar inom området.



Figur 36 Exempel på parkeringsyta inom Medicin Villages område. Totalt finns ca 16 st parkeringsytor för arbetande och besökande inom området, alla utom en är asfalterade. Föreslagna åtgärder för parkeringsytan på bilden är ett svackdike på den södra sidan om parkeringen.



Figur 37 Scheelevägen söderut. Föreslagen åtgärd är krossdiken längs vägen, både mellan cykelvägen och bilvägen samt den västra sidan om bilvägen.

Resultatet visar att det finns potential för en viss fördröjning inom området via mindre åtgärder. Topografin kombinerat med begränsat antal grönytor och tak utan synliga stuprör har medfört att flera detaljområden inte har blivit kopplade till åtgärder och fördröjningen uppnår därför inte kravet. En komplettering med underjordiska eller ytliga dagvattenmagasin kan därför vara att föredra i denna typ av område.

Tabell 19 Sammanställning av den totala fördröjningen för området Pålsjö efter beräkningar i StormTac

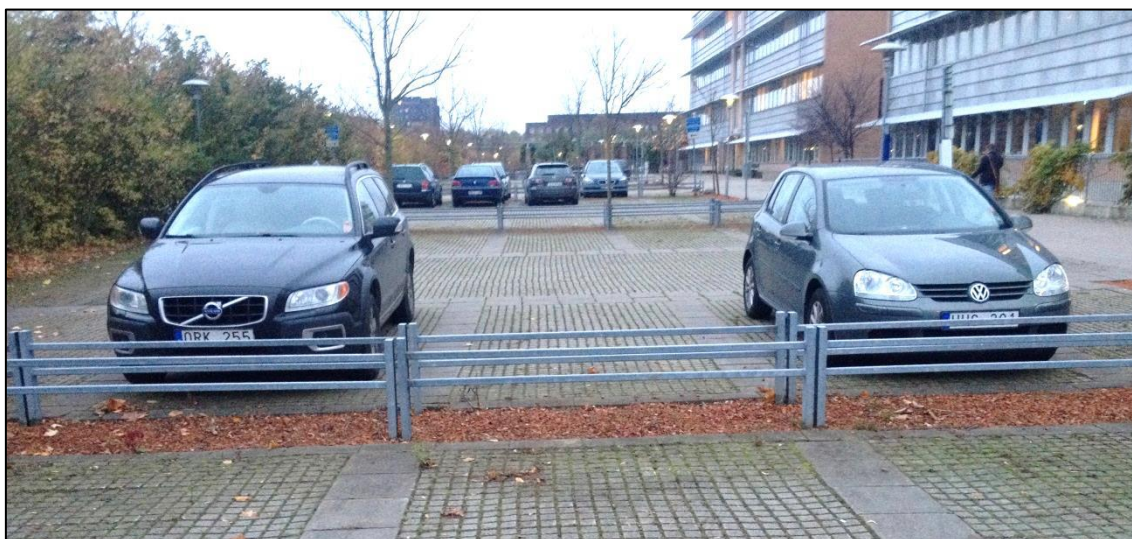
Areal	Före åtgärd		Efter åtgärd		1.5 l/s·ha
	(l/s)	(l/s·ha)	(l/s)	(l/s·ha)	(l/s)
DELOMRÅDEN (7.74 ha)	260	34	35	4.5	11.6
HELA OMRÅDET (26.30 ha)	1 400	53	1 175	45	39.4
PERMEABLA YTOR (10 års återkomsttid)	1 400	53	1 300	34	39.4

Räkneexemplet där samtliga parkeringsytor inom området ersätts med permeabla ytor visar att förändringen har en positiv påverkan på fördröjningen inom området. Permeabla ytor hinner procentuellt infiltrera störst andel av ett regn vid lågintensiva eller korta regn då marken inte är mättad. Precis som för naturmark och grönytor kan avrinningskoefficienten för permeabla ytor motsvara den för asfalt när marken är vattenmättad. Räkneexemplet ovan visar därför bara ett optimalt tillfälle då vattnet har möjlighet att infiltrera under hela regnets varaktighet.

Reningseffekt

De föreslagna åtgärderna inom Pålsjö beräknas rena vattnets innehåll på metaller i storleksordningen 20- 40 % och för oljeföreningar (Oil, PAH16, BaP) runt 30 %. Den relativt stora reduktionen av bly hänger samman med att åtgärderna i stor utsträckning har fokuserat på att ta om hand dagvatten från parkeringsplatser där också schablonhalterna för bly är högre än för övriga områden.

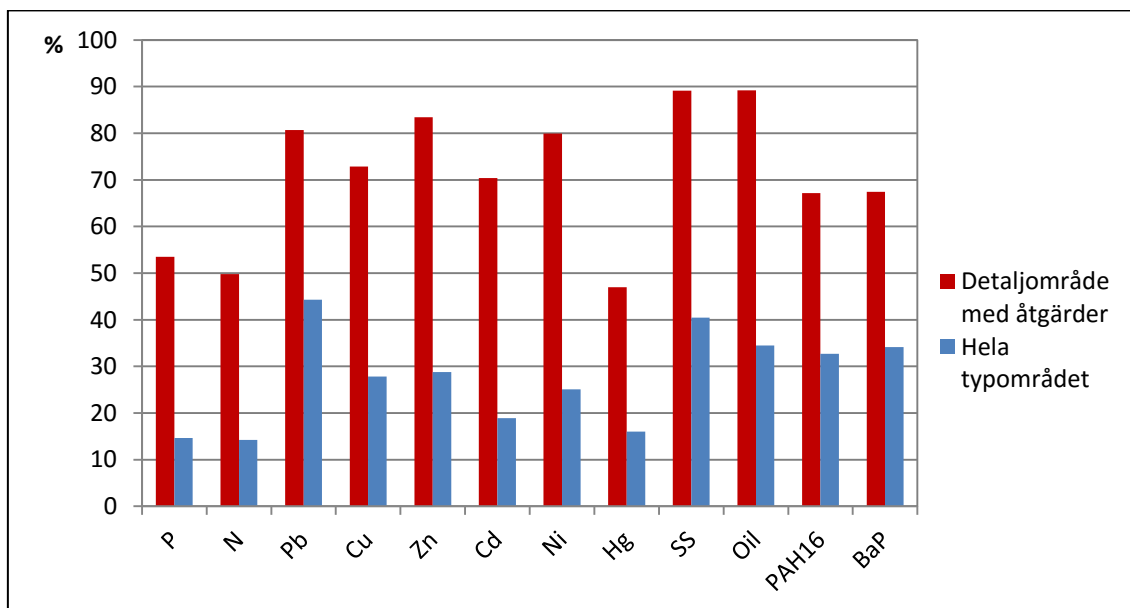
Även inom detta område har svårigheten att hitta ytor för flödesutjämning och rening gett utslag som en förhållandevis stor differens mellan uppnådd rening inom delområden och reningen för hela pområdet Pålsjö (se Figur 39).



Figur 38 Exempel på en befintlig infiltrerbar yta inom Pålsjöområdet.

Tabell 20 Beräknad föroreningsbelastning och reningseffekt av samtliga åtgärder inom Pålsjö enligt StormTac

Ämne	Belastning, typområdet Pålsjö (kg/år)	Rening (kg/år)	Rening
P	16	2,3	15 %
N	180	26	14 %
Pb	0,98	0,43	44 %
Cu	2,6	0,72	28 %
Zn	11	3,2	29 %
Cd	0,056	0,011	19 %
Ni	0,46	0,12	25 %
Hg	0,0047	0,00075	16 %
SS	6500	2631	40 %
Oil	52	18	34 %
PAH16	0,063	0,021	33 %
BaP	0,0022	0,00075	34 %



Figur 39 Beräknad procentuell reningsgrad av dagvattnet för delområden respektive hela området Pålsjö

Kostnader

Kostnaden för åtgärderna inom Pålsjö uppskattas till ca 5 miljoner kronor. Uppskattningen av kostnaden för enskilda åtgärder grundar sig i flera fall på projekt som utförts inom nyexploaterade områden. Kostnaden för motsvarande åtgärder i befintlig bebyggelse blir sannolikt betydligt högre. Dessutom tillkommer kostnader för utredning och projektering.

Tabell 21 Uppskattade kostnader för föreslagna åtgärder inom typområdet Pålsjö

Detaljområde	Åtgärdstyp	Yta (m ²)	Volym (m ³)	å-pris (kr/m ² -m ³)	Kostnad totalt (kr)
1	Torrdamm	-	36	900	32 400
2	Biofilter	40	-	8500	340 000
3	Krossdike	26	-	2500	65 000
4	Krossdike	90	-	2500	225 000
5	Biofilter	37	-	8500	314 500
6	Krossdike	560	-	2500	1 400 000
7	Krossdike	520	-	2500	1 300 000
8	Krossdike	150	-	2500	375 000
10	Svackdike	140	-	1250	175 000
11	Svackdike	78	-	1250	97 500
12	Svackdike	63	-	1250	78 750
13	Krossdike	47	-	2500	117 500
14	Krossdike	26	-	2500	65 000
15	Infiltrationsyta	23	-		0
16	Torrdamm	-	70	900	63 000
17	Torrdamm	-	630	900	567 000
18	Svackdike	680	-	1250	850 000
21	Skelettjord	110	-	8500	935 000
31	Krossdike	260	-	2500	650 000
32	Krossdike	110	-	2500	275 000
33	Krossdike	210	-	2500	525 000
34	Krossdike	120	-	2500	300 000
35	Krossdike	130	-	2500	325 000
SUMMA					5 023 750

Flödesutjämning och reningseffekt för hela området

Resultaten från de tre typområdena har använts för att beräkna vilken flödesutjämning och rening som skulle kunna uppnås för hela det studerade området, om motsvarande åtgärder utfördes inom samtliga delavrinningsområden. För områden som klassats som klass 2-4 har en arealfaktor använts för att räkna om värden från respektive typområde. För områden som klassats som 0 har belastningen satts till 0 (dessa områden utgör dessutom endast 1 % av den totala ytan). Uppskattningar för områden inom klass 1 baseras på beräkningar från Mårtens Fälad (klass 2), men har utöver arealskorrektion reducerats med en faktor 0,71 grundad på andelen hårdgjord yta. Områden inom klass 5 baseras på beräkningar från Pålsjö (klass 4), men har utöver arealskorrektion utökats med en faktor 1,33 grundad på andelen hårdgjord yta. Resultatet för den beräknade flödesutjämningen för hela området presenteras i Tabell 22, samt för reningseffekten i Tabell 23.

Tabell 22 Beräknad förändring i specifik avrinning för de båda avrinningsområdena om föreslagna åtgärder i typområdena skulle appliceras i samtliga delavrinningsområden.

	Area	Hårdgjord yta	Avrinning, 10 års regn	
	(ha)	(ha)	(l/s, ha)	
			<i>Utan åtgärd</i>	<i>Efter åtgärd</i>
Område A1	795	334	55	32
Område A2	183	81	58	31
SUMMA:	978	415	56	32

I den tidigare utredningen (Ekologgruppen, 2015) beräknades den magasinvolym som skulle krävas för att begränsa utflödet till 1,5 l/s och ha vid ett regn motsvarande 5 års återkomsttid och 2 timmars varaktighet. I runda tal motsvarar det ett regn med en återkomsttid på 10 år och en varaktighet av 30 min. Resultaten angående flödesutjämning i denna utredning är av olika anledningar inte jämförbar (bland annat på grund av olika beräkningsmetodik), men det är uppenbart att man med i denna utredning föreslagna åtgärder, inte kan nå upp till den flödesdämpning som efterfrågas. Åtgärderna som föreslagits är vad som kan anses realistiskt inom respektive typområde, men som nämnts finns det möjlighet för ytterligare flödesdämpande åtgärder, men då kanske främst i form av underjordiska eller (där plats finns) ytliga magasin eller att åtgärder även genomförs på privat mark i större utsträckning.

Tabell 23 Beräknad årlig belastning och reningseffekt för olika föroreningar för de båda avrinningsområdena om föreslagna åtgärder i typområdena skulle appliceras i samtliga delavrinningsområden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1												
Belastning (kg)	384	4359	19,8	57,6	238	1,26	10,3	0,103	133606	1104	1,20	0,043
Reduktion (kg)	63	540	7,7	13,5	68	0,27	2,6	0,013	48715	376	0,37	0,013
Reduktion (%)	16	12	39	23	29	22	25	13	36	34	31	31
A2												
Belastning (kg)	89	1008	4,9	13,7	56	0,29	2,4	0,025	32007	268	0,30	0,011
Reduktion (kg)	17	149	2,1	3,7	18	0,07	0,7	0,004	13552	105	0,10	0,004
Reduktion (%)	19	15	44	27	33	24	29	15	42	39	34	34
Totalt												
Belastning (kg)	473	5367	24,7	71,2	294	1,55	12,7	0,128	165613	1372	1,50	0,054
Reduktion (kg)	80	689	9,8	17,2	86	0,34	3,3	0,017	62267	481	0,47	0,017
Reduktion (%)	17	13	40	24	29	22	26	13	38	35	32	31

Den uppräknade transporten och reningen av metaller för hela delavrinningsområdena A1 och A2 är naturligtvis en mycket grov uppskattning. Vid en jämförelse med de transporterade mängder av metallerna koppar, zink, kadmium, bly och nickel i Höjeå 2014, som redovisats i recipientkontrollen för Höje å 2014, (se Tabell 24) är den beräknade transporten av dessa metaller i föreliggande studie i ungefär samma storleksordning.

I en studie av halter och transporter av metaller i dagvattnet från Lund 2002 (Nitare 2003) undersöktes två dagvattenkulvertar. Provtagning skedde med automatiska tidsintegrerade provta-

gare som tömdes varje vecka under ett år. Den ena provtagningspunkten; ”Råbykulvert”, utgörs av den kulvert som avvattnar område A1. Den beräknade transporten i denna kulvert för metallerna kadmium, zink, koppar, bly och nickel ligger något lägre än de ovan angivna transporterna för område A1. Det konstaterades i undersökningen från 2002 att de uppmätta halterna var lägre än de schablonhalter som fanns för dagvatten vid denna tid. Det förklaras med att dagvattnet späds ut med grundvatten och dräneringsvatten från åkermark.

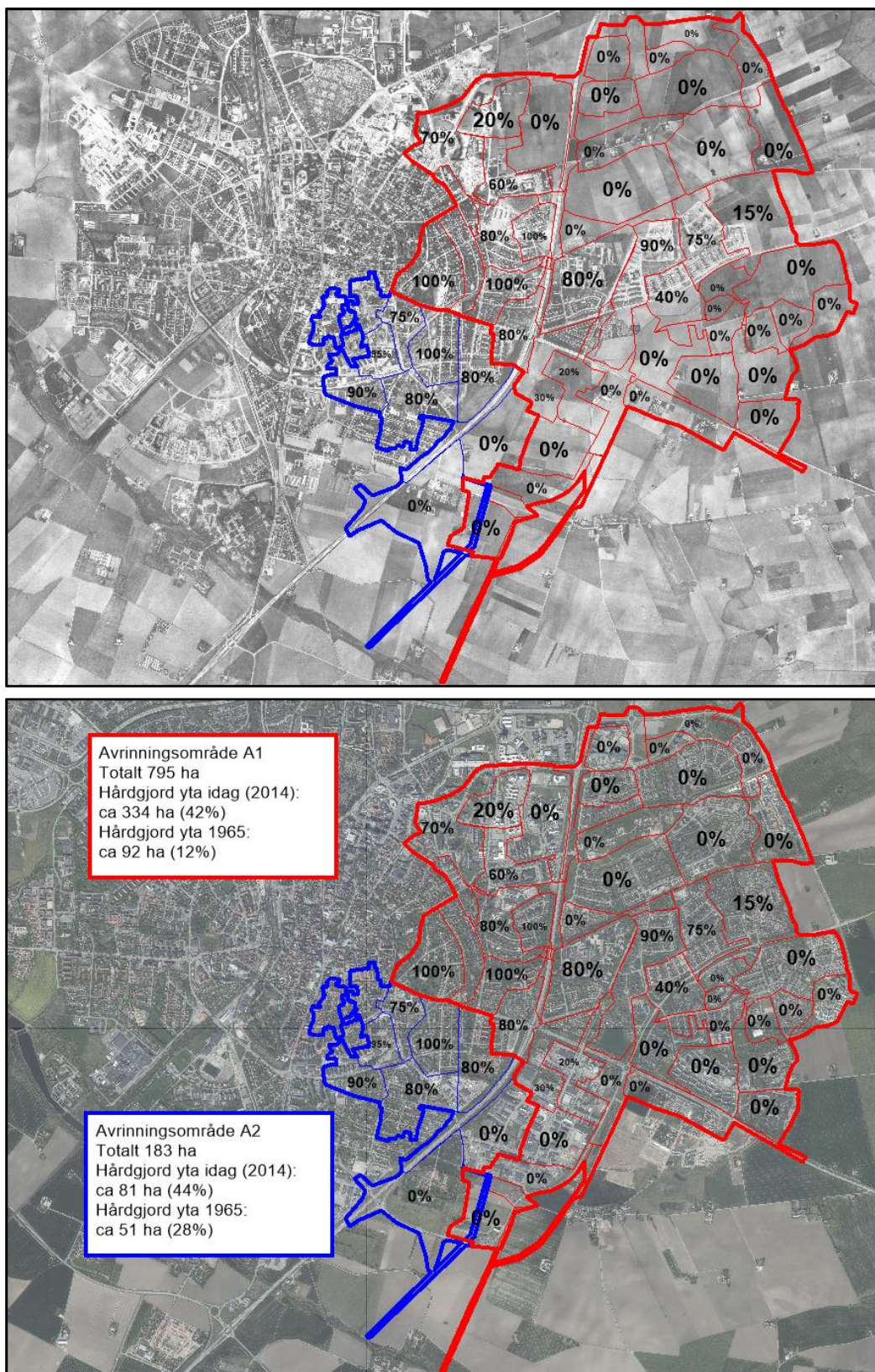
Tabell 24 Årlig transport av metaller i Höjeå vid Bjällerup (provpunkt 10) och Trolleberg (provpunkt 21) 2014. Ekologgruppen 2015a

Provpunkt	10 Bjällerup	21 Trolleberg
Koppar, Cu (kg)	59	219
Zink, Zn (kg)	87	896
Kadmium, Cd (kg)	0,89	2,0
Bly, Pb (kg)	18	65
Nickel, Ni (kg)	47	106

Förändring av hårdgjord yta 1965-2014

Via klassindelningen (se Figur 2) har, för varje delavrinningsområde, beräknats en areal hårdgjord yta. För att undersöka den hårdgjorda ytans förändring under de senaste 50 åren inom de två avrinningsområdena gjordes, genom flygbildstolkning, en uppskattning av hur stor andel av ytan inom varje delavrinningsområde som var hårdgjord (och ansluten till dagvattennätet) 1965 jämfört med idag. Andelstalen multiplicerades med områdenas hårdgjorda yta idag, och vi fick på så sätt en jämförelse för hela områdena.

Idag är drygt 40 % av ytan inom de båda avrinningsområdena hårdgjord. Motsvarande siffra 1965 var 28 % (A2) respektive 12 % (A1). Den största skillnaden består naturligtvis i att stora delar av områdena, framför allt område A1 var outbyggt 1965. Skillnaden inom de delområden som var fullt bebyggda redan 1965 är små. Totalt har den hårdgjorda ytan i denna del av Lund ökat med ca 270 ha, från ca 140 ha 1965 till ca 410 ha 2014, se Figur 40.



Figur 40 Jämförelse mellan hårdgjord yta 1965 (ovan) och 2014 (nedan). Procentsiffrorna inom delavrinningsområdena visar hur stor andel av den yta som är hårdgjord idag som var hårdgjord (och sannolikt ansluten till dagvattennät) redan 1965. Flygbilder från Lunds kommun 1965 och 2014.

Diskussion

Resultaten visar att det finns möjligheter att inom befintlig bebyggelse skapa en lokal fördröjning av dagvattnet som förbättrar såväl kvaliteten på dagvattnet samt minskar flödesbelastningen på recipienten Höje å. Det finns en del utrymme inom den befintliga bebyggelsen tillgänglig för åtgärder i markytan och en stor arsenal med lösningar som gör det teoretiskt och praktiskt möjligt att skapa fördröjning i systemet. Den initiala målsättning att fördröja dagvattnet till 1,5 l/s·ha har dock inte uppnåtts med de ytliga åtgärder som är föreslagna och beräknade, men med kompletterande åtgärder får det anses möjligt att uppnå det uppsatta målet.

De tre typområdena skiljer sig åt vad det gäller kemisk belastning, flödesbelastning, andel hårdgjorda ytor, andel kommunal mark och fördelning av ytor över området. Det innebär att förutsättningarna för vilka åtgärder som är lämpliga och genomförbara varierar. Linero och Mårtens Fälåd är relativt lika varandra i andel kommunal mark (41 respektive 46 %), andel gröna ytor (61 respektive 63 %), andel takyta (13 respektive 16 %), andel parkering (7 respektive 6 %) och andel väg (5 respektive 7 %). Skillnaden ligger i hur ytorna är fördelade över respektive område vilket i sin tur påverkar antalet möjliga åtgärder samt deras placering och utbredning.

I Linero är grönytorna jämnt fördelade över området och skapar därmed möjligheter att kapa befintliga vattenvägar och leda om vatten till åtgärderna. Stora grönytor ligger dessutom bra till topografiskt. I Mårtens Fälåd ligger den största andelen grön yta (och kommunal mark) i kanten av området som även ligger högt topografiskt. Dessa ytor är därför svåra att utnyttja för lämpliga åtgärder. Eftersom resterande ytor till stor del är hårdgjorda och ligger på privatägd mark samtidigt som vattnet rinner till brunnar inom bostadsområdena, är det svårt att utan intrång på privat mark komma åt vattnet. I Linero är det således lättare att genom åtgärder på kommunal mark göra stor skillnad, medan det i Mårtens Fälåd är av stor vikt att nå ett samarbete och informationsutbyte med fastighetsägarna för att åstadkomma åtgärder.

Industriområdet Pålsjö skiljer sig tydligt från de två andra områdena. Endast 25 % av området är kommunal mark och 38 % gröna ytor medan hela 23 % är takyta, 14 % parkering och 13 % väg. De högre andelarna hårdgjorda ytor kombinerat med att de till stor del återfinns på ett privatägt område gör att åtgärderna, för att kunna bryta vattenvägarna och göra en märkbar skillnad på dagvattenutflödet, måste anläggas inom en privatägd fastighet.

Totalt har 49 stycken åtgärder föreslagits och beräknats för de tre typområdena. Den uppskattade kostnaden för dessa åtgärder uppgår till ca 14 miljoner kronor, vilket motsvarar 280 miljoner kronor om kostnaderna räknas upp till hela det studerade området. I de uppskattade kostnaderna för åtgärderna ingår inte utredning eller projektering och kostnader tillkommer sannolikt på grund av att åtgärderna utförs i befintlig bebyggelse. Den uppskattade kostnaden för anläggning av tre stora fördröjningsdammar som föreslogs i föregående utredning uppgår till ca 16 miljoner kronor. Ur en kostnadssynpunkt får därför alternativet med tre dammar ses som mer fördelaktigt. Då det i dag inte är möjligt att anlägga dammarna på grund av att marken inte är tillgänglig återstår att genomföra lokala åtgärder inom avrinningsområdena med huvudsaklig lokalisering till allmän platsmark.

Med de åtgärder som har föreslagits uppnås teoretiskt en stor procentuell rening av dagvattnet. Det bör påpekas att ingående värden är generella schabloner för dagvattnets innehåll av föroreningar och reningsgraden för olika åtgärdstyper, vilket medför att resultaten ska ses som uppskattningar. Av resultaten kan man dock dra slutsatsen att det finns goda möjligheter uppnå en stor förbättring för recipienten genom en minskad föroreningsbelastning om de föreslagna åtgärderna genomförs. En grov uppskattning av reningen i de tre tidigare utredda dagvattenmagasinen visar på en bättre reningsgrad i dessa jämfört med om de föreslagna åtgärderna i denna utredning tillämpas i motsvarande grad på hela det avrinningsområde som avbördas till de föreslagna dammarna

Ytterligare flödesdämpande åtgärder som går att anlägga inom befintlig bebyggelse men inte har beräknats i denna utredning är bland annat trädplanteringar på parkeringar och utmed gator, gröna tak och i mån av plats även fler ytliga magasin samt olika typer av underjordiska magasin.

Vilken effekt nya träd- och buskplanteringar i större omfattning skulle kunna ha på fördröjningen av dagvattnet inom befintlig bebyggelse i Lund borde utredas vidare. Träd- och buskplanteringar har dessutom ytterligare fler positiva effekter genom att de skuggar under varma dagar och skapar skydd mot vind (energibesparande för byggnader) samt bidrar till en ökad biologisk mångfald i stadsmiljön.

Utmaningar

Eftersom bostadsområdenas dagvattensystem har anlagts för att skapa korta vattenvägar till dagvattenbrunnarna för vidare transport i underjordiska ledningssystem är det en utmaning att kapa dessa och skapa nya ytliga vattenvägar som avleder dagvattnet till ytor lämpliga för fördröjning eller att fördröja vattnet i befintliga vattenvägar. För att förändra vattenvägarna krävs ett samarbete med fastighetsägare då många åtgärder kräver ingrepp på privata fastigheter. Plats som är tillgänglig för åtgärder har i denna utredning i huvudsak antagits vara kommunal. För att det ska vara möjligt att få tillgång till marken där åtgärden ska anläggas och möjligt att få anläggningen till stånd är det lämpligt att kommunal mark används.

Privat mark är svårare att få tillgång till och ur kostnadssynpunkt är sannolikt få fastighetsägare benägna att anlägga fördröjningsåtgärder på sin tomt utan bidrag från kommunen. Informationskampanjer till villa- och radhusägare där det ges konkreta förslag på enklare åtgärder som fördröjer dagvattnet på den egna tomten så som regntunnor, växtbäddar, trädgårdsdammar eller val av markbeläggning, är en viktig åtgärd och kan bidra till en bättre dagvattenhantering i dessa områden.

Hur väl typområdena representerar resterande delar av östra Lund går att utreda vidare. Den bedömning som är gjord är baserad på bebyggelsetyp och andel hårdgjord yta inom området och tar inte hänsyn till hur topografin inom området påverkar möjligheterna för anläggning av åtgärder eller vilka tillgängliga ytor och andra möjligheter för anläggning av åtgärder det finns. Ytterligare utvärdering av typområdenas tillämpbarhet och komplettering av flera typområden vore av intresse.

Genomförda kostnadsuppskattningar är i huvudsak baserade på prisangivelser från olika genomförda projekt och erfarenheter med varierande förutsättningar. Lokala avvikelser mellan liknande åtgärder har därför inte fångats upp i uppskattningen. Ytterligare kostnader som inte har uppskattats är underhåll och skötsel av anläggningarna, hur anläggningarna kommer att påverka befintliga ledningssystem och vad kostnaden för anläggning av kompletterande underjordiska magasin är. Befintliga ledningssystem är dimensionerade att vara självrensande vid högre flödena och när flödestopparna kapas kan självrensningen bli sämre. Å andra sidan kan befintliga system också vara underdimensionerade och lokala fördröjningsåtgärder kan då ha en positiv inverkan på det befintliga ledningsnätet.

Referenser

- Braskerud, B., Paus, K., Ekle, A. NVE rapport nr 3-2013 *Anlegging av regnbed.*
- Braskerud, B. 2015. Heavy rainfall and runoff from green roofs vegetated with sedum. VATTEN- Journal of Water management and Research 71:45-53. Lund 2015.
- Bray, B., Gedge, D., Grant, G. & Leuthvilay, L. 2015. UK. *Rain Garden guide.*
<http://raingardens.info/>
- Bäckström, M., 2002. *Grassed Swales for Urban Storm Water Drainage.* Luleå: Luleå Tekniska Universitet.
- Deak Sjöman, J. 2013. *Ytvatten och dagvattenhantering I bostadsområden - mer än bara yta.* Movium fakta nr 1, 2013. SLU
- Dromberg, P. 2009. Brunnsfilter för rening av dagvatten. Rapport nr 5: 2009. Stockholm vatten.
- Ekologgruppen 2015a. *Recipientkontrollen i Höje å 2014.* Höje å vattenråd
- Ekologgruppen 2015b. *Dagvattenutsläppen till Höjeå vid Knästorp.* Förslag till dagvattenmagasin. På uppdrag av Dagvattengruppen, Höje å vattenråd.
- Embrén, B, 2015. *Träd i stadsmiljö,* <http://klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/trad-i-stadsmiljo-fordjupning-1.87628> Stockholms stad
- Fridell, K. and Jergmo, F. 2015. *Regnbäddar- biofilter för behandling av dagvatten.* Movium fakta nr 2, 2015. SLU
- Karlsson, L. 2015, *Regnrabatter i Göteborg,* Göteborgs stad
<http://klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/regnrabatter-i-goteborg-fordjupning-1.95164>
- Larm, T. 2000. *Utformning och dimensionering av dagvattenanläggningar;* VA Forsk 2000-10. VAV AB.
- Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T. 2014. *Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Inventeringar av dagvattenlösningar för urbana miljöer. Översikt och fördjupningsdel.* Vinnova.
- Linköpings kommun. 2014. *Dagvatten. Lokalt omhändertagande av regn- och dräneringsvatten, så kallat dagvatten (LOD). Råd, tips och inspiration för avvattning av byggnader och marktytor.* Tekniska verken
- Malmberg J. 2015. *Gröna tak,* Scandinavian Green Roof Institute
<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/grona-tak-1.93598>
- Nitare M. 2003. *Mätningar med avseende på metaller och näringsämnen i Lunds dagvatten.* Tekniska förvaltningen, VA-Verket/ Miljö- och kvalitetssektionen. Lunds kommun.
- Norconsult AB. 2011. *Angereds torg. Dagvattenutredning till detaljplan.* Göteborgs stad
- Rent Dagvatten. 2015. Presentation vid kurs sept 2015 i Lund.
- Ramböll. 2014. *PM Dagvattenutredning. Dagvattenutredning - Detaljplan för Önnared 54:1.* Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad
- Ritzman, A. 2013. *Genomsläpplig beläggning.* Kandidatarbete. Landskapsingengöringsprogrammet. Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp 2013
- Stahre, P. 2008. *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden.* VA-SYD
- StormTac.2015. *Beräknad generell reningseffekt (%) i några olika typer av dagvattenanläggningar utifrån databas i Storm Tac.* <http://stormtac.com/StormTacData.php>. StormTac_data base.xls. Uppdaterad 2015-12-03.
- StormTac.2015. *Schablonhalter för dagvatten och basflöde.*
<http://stormtac.com/StormTacData.php> StormTac_Standars conc.xls v. 2015-10.
- Svenskt vatten. 2011. *Hållbar dag- och dränvattenhantering.* Publikation P 105.
- Svensson, M. 2016. JKN-Entreprenad AB. Kostnadsuppskattning gällande regnbäddar och svackdiken.

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Nederbörd		730	mm/år
Avrinningsområde	A	0.42	ha
Rinnsträcka	s	100	m
Återkomsttid	N	10	år
Klimatfaktor	f_c	1.00	

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff.	Avr.koeff.	Dagvatten	Grundvatten	Utredn. omr. (dim. flöde)
			ha	ha	ha
Parkering	0.85	0.80	0.15	0.15	0.15
Takyta	0.90	0.90	0.070	0.070	0.070
Blandat grönområde	0.10	0.10	0.17	0.17	0.17
Gång & cykelväg	0.85	0.80	0.030	0.030	0.030
Totalt			0.42	0.42	0.42

1.2 Utdata

Volymavrinningskoefficient	ϕ_v	0.55	
Dim. avrinningskoefficient	ϕ	0.53	
Basflöde, årsmedel	Q_b	0.012	l/s
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	0.054	l/s
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	0.066	l/s
Basflöde, årsmedel	Q_b	380	m ³ /år
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	1700	m ³ /år
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	2100	m ³ /år
Medelavrinning	Q_m	0.68	l/s
Dim. flöde	Q_{dim}	48	l/s
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	11	min
Rinnhastighet	v	0.15	m/s

2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dagvattenledning

Lutning	0.0050
Material	Betong, gjutjärn, stål

Dike & kanal

Mannings skrovlighetskoefficient	n	0.040	s/m ^{1/3}
Längslutning	S	0.045	
Släntlutning, 1:X	Z _c	1.0	
Bottenbredd	W _{b,c}	1.5	m
Flödesdjup	h _{r,c}	0.40	m
Längd	L _c	40	m

Flödesutjämning

Utflöde, max	Q _{out2}	1.0	l/s
Reducerad flödesfaktor	f _{Qred}	0.67	

2.2 Utdata

Dagvattenledning

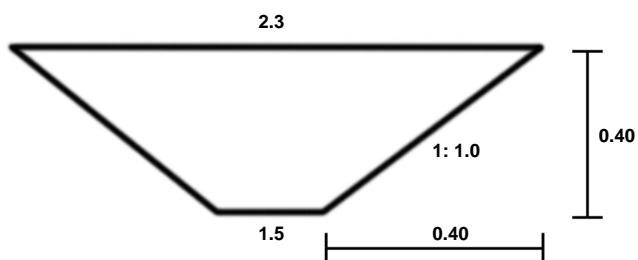
Ledningsdimension	∅	1200	mm
Ledningskapacitet	Q _{cap}	2800	l/s

Dike & kanal

Mannings tal	M	25	m ^{1/3} /s
Tvårsnittsarea	A _{cross,c}	0.76	m ²
Våt omkrets	P	0.29	m
Flödeskapacitet	Q _{cap,c}	1800	l/s
Vattehastighet	v _c	2.3	m/s
Volym	V _c	30	m ³

Flödesutjämning

Utjämningsvolym, effektiv	V _d	87	m ³
Dim. varaktighet vid dim. V _d	t _r	1400	min



3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

	Faktor*
Parkering	5.0
Takyta	5.0
Blandat grönområde	5.0
Gång & cykelväg	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10. Enhet: -.

3.2 Utdata

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (µg/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Beräkning	C	110	1100	15	25	100	0.43	8.5	3.4
Riktvärde	C _{cr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15

		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Beräkning	C	0.032	74000	450	0.87	0.030
Riktvärde	C _{cr,sw}	0.030	40000	400		0.030

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
0.23	2.3	0.031	0.052	0.21	0.00089	0.018	0.0070

Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
0.000067	160	0.93	0.0018	0.000063

Föroreningshalter (µg/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Parkering	94	1089	28	38	133	0.42	14	3.9	0.048	131643	747	1.6	0.056
Takyta	160	898	1.9	14	141	0.75	3.8	4.3	0.0039	25269	3.4	0.41	0.0093
Blandat grönområde	63	916	2.5	6.2	13	0.11	0.79	0.69	0.0060	21346	76	0	0
Gång & cykelväg	140	1911	3.3	22	31	0.28	6.5	3.7	0.074	6907	713	0.12	0.0092

Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Parkering	0.095	1.1	0.028	0.038	0.13	0.00042	0.014	0.0039	0.000048	133	0.76	0.0016	0.000057
Takyta	0.079	0.44	0.00094	0.0071	0.069	0.00037	0.0019	0.0021	0.0000019	12	0.0017	0.00020	0.0000046
Blandat grönområde	0.024	0.35	0.00093	0.0023	0.0048	0.000040	0.00030	0.00026	0.0000023	8.0	0.028	0	0
Gång & cykelväg	0.028	0.39	0.00066	0.0044	0.0063	0.000056	0.0013	0.00075	0.000015	1.4	0.14	0.000024	0.0000019

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike

Andel av reducerad avrinningsyta	n_0	5.0	%
Utflöde, max	Q_{out}	1.0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	400	mm
Tjocklek, växtbädd	h_2	450	mm
Tjocklek, grov sand	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	400	mm
Tjocklek, skelettjord	h_5	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	100	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	100	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	350	mm
Porandel, växtbädd	n_2	0.25	
Porandel, makadam	n_4	0.33	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	K_2	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	K_4	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	K_6	8.0	mm/h
Släntlutning, 1:X	z	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	

4.2 Utdata

Anläggningens yta	A_{stf2}	120	m^2
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H_{tot2}	1.4	m^2
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	$V_{d3}+V_{d4}$	38	m^3
Tillgänglig total utjämningsvolym	V_{stftot}	82	m^3
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Ja	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	

Reningseffekter (%)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
74	53	94	84	96	97	0	86
Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
65	90	75	94	94			

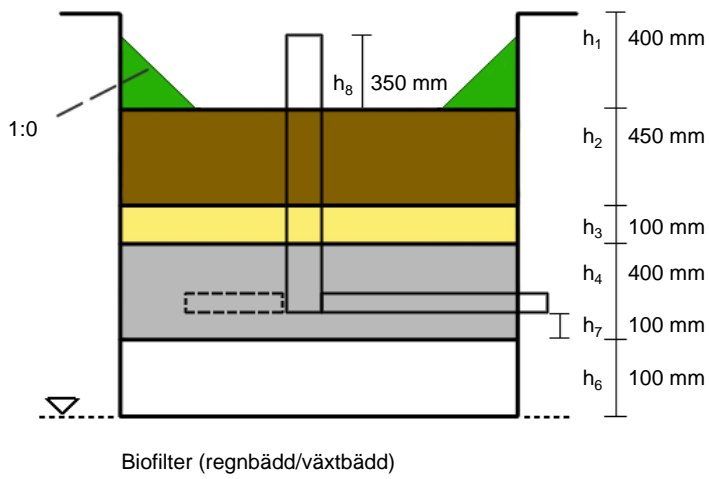
Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter rening

Föroreningshalter (µg/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Beräkning	C_{re}	29	520	0.90	4.0	4.0	0.011	9.0	0.47
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l			
Beräkning	C_{re}	0.011	7700	110	0.049	0.0017			
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	0.030	40000	400		0.030			

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) efter rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
0.060	1.1	0.0019	0.0084	0.0084	0.000023	0.019	0.00098
Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år			
0.000024	16	0.23	0.00010	0.0000035			



5. Recipient

5.1 Indata

Avrinningsområde

	Ytvatten	Grundvatten
	ha	ha
Villaområde	147.70	147.70
Radhusområde	5.70	5.70
Flerfamiljshusområde	1.30	1.30
Skogsmark	148.00	148.00
Ängsmark	3.00	3.00
Våtmark	8.80	8.80
Totalt exkl. recipient	310	310
Totalt inkl. recipient	350	350

Recipient

Recipientens vattenyta	A_{rec}	32.20	ha
Recipientens vattenvolym	V_{rec}	640000	m ³

5.2 Utdata

Föroreningshalter i recipient

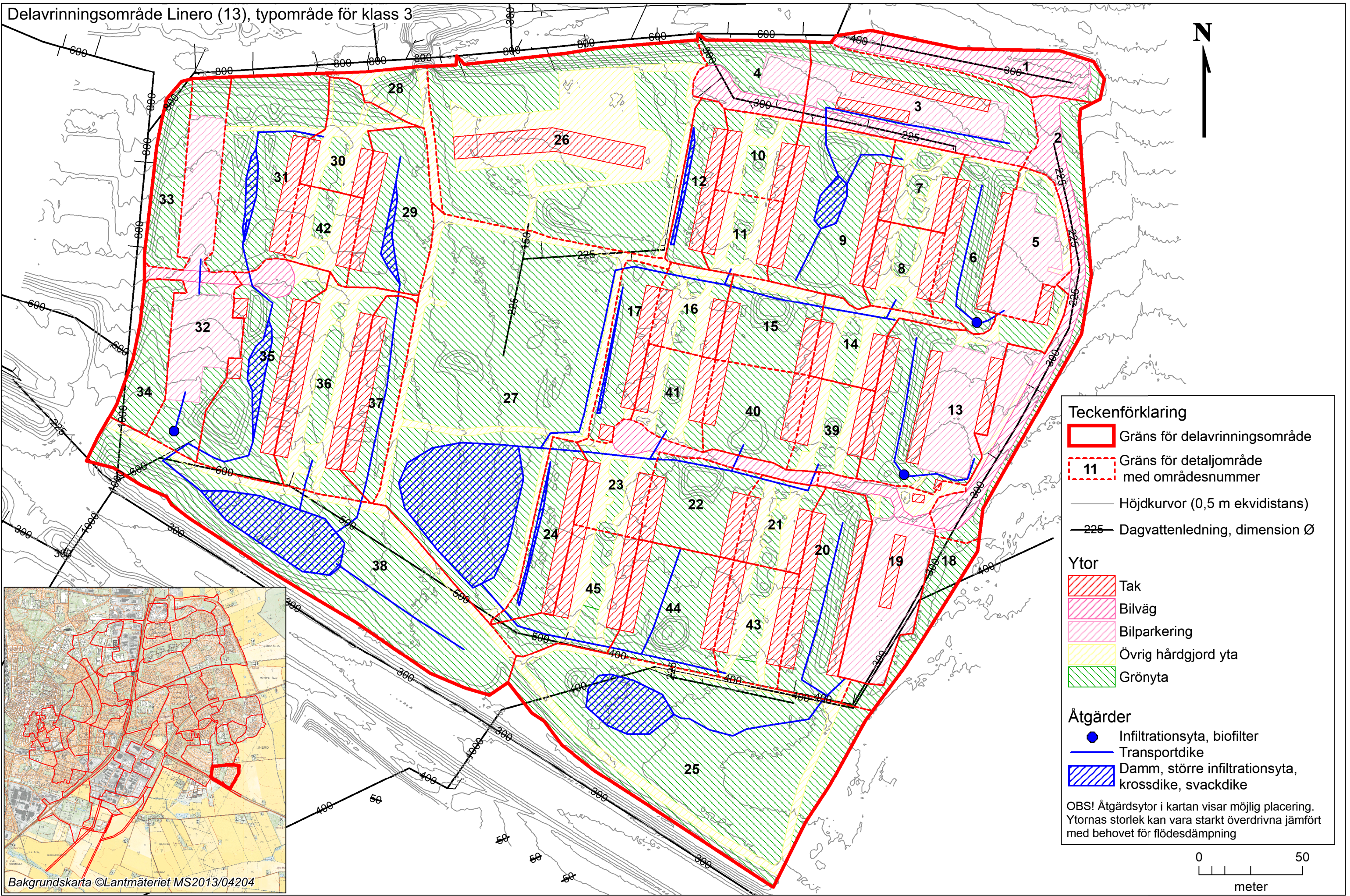
Föroreningshalter (µg/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Beräkning/mätdata	C_{rec}	59	920	0.44	1.8	3.7	0.023	0.47	2.8
Halt efter rening	$C_{rec,after}$	59	920	0.44	1.8	3.7	0.023	0.47	2.8
Riktvärde	$C_{cr,rec}$	20	400	1.2	0.50	5.5	0.080	3.4	4.0
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l			
Beräkning/mätdata	C_{rec}	0.0019	8600	0.30	0.093	0.019			
Halt efter rening	$C_{rec,after}$	0.0019	8600	0.30	0.093	0.019			
Riktvärde	$C_{cr,rec}$	0.050	6000	1000		0.00017			

Föroreningsmängder till recipient

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Total belastning	L_{in}	97	1500	4.3	9.9	37	0.20	1.7	3.0
Acceptabel belastning	L_{acc}	33	640	12	2.8	56	0.70	12	4.4
Reningsbehov	ΔL	27	320	0	0	0	0	0	0
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
		kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år			
Total belastning	L_{in}	0.012	19000	170	0.20	0.018			
Acceptabel belastning	L_{acc}	0.31	13000	580000	0	0.00018			
Reningsbehov	ΔL	0	0	0	0.096	0.020			

Delavrinningsområde Linero (13), typområde för klass 3



Teckenförklaring

- Gräns för delavrinningsområde
- 11 Gräns för detaljområde med områdesnummer
- Höjdkurvor (0,5 m ekvidistans)
- 225 Dagvattenledning, dimension Ø

Ytor

- Tak
- Bilväg
- Bilparkering
- Övrig hårdgjord yta
- Grönyta

Åtgärder

- Infiltrationsyta, biofilter
- Transportdike
- Dam, större infiltrationsyta, krossdike, svackdike

OBS! Åtgärdsytor i kartan visar möjlig placering. Ytoras storlek kan vara starkt överdrivna jämfört med behovet för flödesdämpning

Linero - beräknad rening

Tabellen visar beräknad belastning (kg/år), baserad på schablonvärden från StormTac, före och efter åtgärd för de detaljområden som berörs av respektive åtgärd. Summeringen är gjord dels för alla detaljområden som har en planerad åtgärd samt (längst ner) för hela delavrinningsområdet, inklusive de detaljområden som saknar åtgärd.

Detalj- område	Åtgärd		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
			kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
5,6	Biofilter	före	0,23	2,3	0,031	0,052	0,21	0,00089	0,007	0,000067	160	0,93	0,0018	0,000063
		efter	0,06	1,1	0,0019	0,0084	0,0084	0,000023	0,00098	0,000024	16	0,23	0,0001	0,0000035
13	Biofilter	före	0,28	2,6	0,031	0,056	0,26	0,0011	0,0083	0,000069	160	0,94	0,0019	0,000066
		efter	0,073	1,2	0,0019	0,0091	0,01	0,000029	0,0012	0,000024	17	0,23	0,00011	0,0000037
3,7,9	Torr damm	före	0,47	5,1	0,032	0,077	0,33	0,0016	0,013	0,00012	200	1,4	0,002	0,000069
		efter	0,32	4	0,019	0,053	0,17	0,001	0,0067	0,00011	71	0,28	0,0017	0,000058
12	Infiltrationsyta	före	0,059	0,46	0,0011	0,0054	0,042	0,00023	0,0014	0,0000024	12	0,018	0,00012	0,0000026
		efter	0,041	0,32	0,00032	0,0028	0,023	0,000098	0,00053	0,0000019	3	0,0032	0,000034	0,00000077
17	Infiltrationsyta	före	0,06	0,48	0,0011	0,0055	0,043	0,00024	0,0014	0,0000025	12	0,019	0,00012	0,0000026
		efter	0,041	0,33	0,00032	0,0028	0,022	0,000095	0,00053	0,000002	3	0,0033	0,000033	0,00000075
24	Infiltrationsyta	före	0,073	0,56	0,0013	0,0067	0,053	0,00029	0,0017	0,000003	15	0,021	0,00014	0,0000033
		efter	0,051	0,4	0,00039	0,0035	0,029	0,00012	0,00067	0,0000024	3,8	0,0039	0,000043	0,00000098
19,20,25	Torr damm	före	0,63	7,4	0,052	0,11	0,4	0,002	0,016	0,00019	290	2,2	0,0028	0,0001
		efter	0,43	5,8	0,03	0,077	0,21	0,0013	0,0084	0,00016	99	0,44	0,0023	0,000084
8,11,14,15, 16,21,22,2 3,27,40, 41,43,44,	Torr damm	före	1,8	20	0,039	0,21	0,84	0,0053	0,043	0,00046	290	4,4	0,0024	0,00009
		efter	1,2	15	0,023	0,15	0,43	0,0034	0,022	0,00040	99	0,87	0,002	0,000075
29	Svackdike	före	0,076	0,7	0,0017	0,007	0,046	0,00026	0,0015	0,000004	18	0,038	0,00012	0,0000026
		efter	0,051	0,55	0,001	0,0048	0,024	0,00017	0,00079	0,0000035	6	0,0075	0,000096	0,0000022
36,37,38	Torr damm	före	0,51	5,8	0,012	0,061	0,22	0,0014	0,012	0,00013	84	1,2	0,00061	0,000024
		efter	0,35	4,5	0,007	0,042	0,11	0,00092	0,0059	0,00011	29	0,24	0,00051	0,000020
30,31	Torr damm	före	0,2	2,1	0,0046	0,023	0,095	0,00059	0,0045	0,000042	34	0,4	0,00026	0,0000089
		efter	0,13	1,6	0,0026	0,015	0,043	0,00037	0,0021	0,000035	11	0,071	0,00021	0,0000072
35,42	Torr damm	före	0,24	2,5	0,0048	0,027	0,13	0,00076	0,0058	0,000052	46	0,48	0,00036	0,000012
		efter	0,15	1,8	0,0027	0,018	0,058	0,00048	0,0028	0,000044	15	0,085	0,00029	0,0000099
32	Biofilter	före	0,21	2,7	0,052	0,074	0,25	0,00084	0,0081	0,0001	260	1,5	0,0029	0,0001
		efter	0,062	1,3	0,0053	0,013	0,018	0,000058	0,0014	0,000039	33	0,43	0,00027	0,0000098
Summa, åtgärdade detaljområden														
Summa	före		4,8	53	0,26	0,71	2,9	0,016	0,12	0,0012	1581	14	0,016	0,00054
Summa	efter		3,0	38	0,10	0,40	1,2	0,0081	0,054	0,0010	406	2,9	0,0077	0,00028
Reducerad mängd			1,9	15	0,17	0,32	1,8	0,0074	0,070	0,00029	1175	10,7	0,0078	0,00027
Relativ rening (%)			39	28	64	44	60	48	56	23	74	79	50	49
Summa, hela delavrinningsområdet														
Hela delområdet (kg/år)	före		6,0	68,0	0,31	0,89	3,3	0,018	0,15	0,0017	1900	18	0,017	0,00064
Reducerad mängd			1,9	14,8	0,17	0,32	1,8	0,0074	0,070	0,00029	1175	11	0,0078	0,0
Relativ rening (%)			31	22	54	35	53	41	46	17	62	59	46	42

Delavrinningsområde
Mårtens fäläd (23),
typområde för klass 2

Teckenförklaring

- Gräns för delavrinningsområde
- 11 Gräns för detaljområde med områdesnummer
- Höjdkurvor (0,5 m ekvidistans)
- 225— Dagvattenledning, dimension Ø

Ytor

- Tak
- Bilväg
- Bilparkering
- Övrig hårdgjord yta
- Grönyta

Åtgärder

- Infiltrationsyta, biofilter
 - Transportdike, svackdike
 - Dam, större infiltrationsyta, krossdike, svackdike
- OBS! Åtgärdsytor i kartan visar möjlig placering. Ytomars storlek kan vara överdrivna jämfört med behovet för flödesdämpning



Mårtens Fälad - beräknad rening


Tabellen visar beräknad belastning (kg/år), baserad på schablonvärden från StormTac, före och efter åtgärd för de detaljområden som berörs av respektive åtgärd. Summeringen är gjord dels för alla detaljområden som har en planerad åtgärd samt (längst ner) för hela delavrinningsområdet, inklusive de detaljområden som saknar åtgärd.


Detalj- område	Åtgärd		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
			kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
2	Biofilter,väg	före	0,33	3,7	0,023	0,056	0,24	0,0011	0,0098	0,000096	150	1,1	0,0014	0,00005
		efter	0,15	2,4	0,0044	0,021	0,05	0,00017	0,0024	0,00005	46	0,46	0,00028	0,00001
3	Biofilter,väg	före	0,11	1,3	0,007	0,018	0,082	0,00039	0,0034	0,000032	51	0,35	0,00046	0,000016
		efter	0,053	0,85	0,0015	0,0073	0,019	0,000068	0,0009	0,000017	16	0,16	0,0001	0,0000035
5	Biofilter,väg	före	0,53	5,9	0,027	0,082	0,35	0,0018	0,016	0,00016	200	1,7	0,0018	0,000065
		efter	0,26	4,1	0,0062	0,034	0,088	0,00034	0,0045	0,000092	68	0,79	0,00043	0,000016
7	Krossdike	före	0,099	1	0,023	0,033	0,13	0,00043	0,0037	0,00004	110	0,62	0,0013	0,000047
		efter	0,032	0,56	0,002	0,0079	0,011	0,000021	0,00055	0,000016	19	0,19	0,00012	0,0000041
8	Biofilter	före	0,14	1,4	0,029	0,042	0,17	0,0006	0,005	0,000051	140	0,78	0,0017	0,000059
		efter	0,07	1	0,0073	0,018	0,045	0,00013	0,0015	0,00003	50	0,38	0,00044	0,000015
9	Torr damm	före	0,51	5,4	0,012	0,057	0,24	0,0015	0,011	0,000099	92	0,96	0,00066	0,000022
		efter	0,34	4,2	0,0069	0,039	0,13	0,00096	0,0057	0,000086	32	0,19	0,00055	0,000018
14	Krossdike	före	0,062	0,6	0,012	0,018	0,075	0,00028	0,0022	0,000021	59	0,32	0,00071	0,000025
		efter	0,027	0,26	0,0023	0,0029	0,012	0,000045	0,0003	0,00001	5,8	0,038	0,00025	0,0000086
15	Krossdike	före	0,081	0,85	0,013	0,021	0,082	0,00032	0,0027	0,000029	63	0,4	0,00076	0,000027
		efter	0,037	0,38	0,0027	0,0036	0,014	0,000055	0,0004	0,000015	7,1	0,053	0,00028	0,0000098
16	Biofilter	före	0,088	0,92	0,019	0,028	0,11	0,00038	0,0032	0,000034	93	0,51	0,0011	0,000039
		efter	0,023	0,44	0,0012	0,0045	0,0042	9,9E-06	0,00044	0,000012	9,6	0,13	0,000062	0,0000022
17	Svackdike	före	0,37	4,3	0,01	0,04	0,15	0,00098	0,0072	0,000064	81	0,64	0,00036	0,000012
		efter	0,25	3,4	0,0058	0,028	0,079	0,00063	0,0037	0,000055	28	0,13	0,0003	0,000010
19	Biofilter,väg	före	0,17	2	0,011	0,027	0,12	0,00056	0,0048	0,000047	79	0,52	0,00065	0,000023
		efter	0,051	1	0,00071	0,006	0,0081	0,000016	0,00067	0,000018	12	0,15	0,000045	0,0000016
20	Svackdike	före	0,29	3,1	0,0068	0,032	0,14	0,00084	0,0062	0,000055	52	0,54	0,00036	0,000012
		efter	0,2	2,5	0,004	0,022	0,075	0,00055	0,0033	0,000049	19	0,11	0,00031	0,000010
25	Svackdike	före	0,17	2,5	0,017	0,037	0,099	0,00045	0,0052	0,000081	98	0,92	0,00084	0,000034
		efter	0,12	2	0,0099	0,026	0,058	0,00029	0,0029	0,000072	37	0,21	0,00073	0,000029
Summa, åtgärdade detaljområden														
Summa	före		3,0	33	0,21	0,49	2,0	0,010	0,08	0,0008	1268	9	0,012	0,00043
Summa	efter		1,6	23	0,05	0,22	0,6	0,0033	0,027	0,0005	350	3,0	0,0039	0,00014
Reducerad mängd			1,3	10	0,15	0,27	1,4	0,0063	0,053	0,00029	919	6,4	0,0082	0,00029
Relativ rening (%)			45	30	74	55	70	66	66	35	72	68	68	68
Summa, hela delavrinningsområdet														
Hela delområdet (kg/år)	före		14,0	160,0	0,64	2	8,6	0,046	0,37	0,0034	4600	36	0,039	0,0014
Reducerad mängd			1,3	9,9	0,15	0,27	1,4	0,0063	0,053	0,00029	919	6	0,0082	0,0
Relativ rening (%)			10	6	24	14	16	14	14	8	20	18	21	21

Delavrinningsområde Pålsvö (50), typområde för klass 4

Teckenförklaring

 Gräns för delavrinningsområde

 11 Gräns för detaljområde med områdesnummer

 Höjdkurvor (0,5 m ekvidistans)


 225 Dagvattenledning, dimension Ø

Ytor

 Tak


 Bilväg


 Bilparkering


 Övrig hårdgjord yta

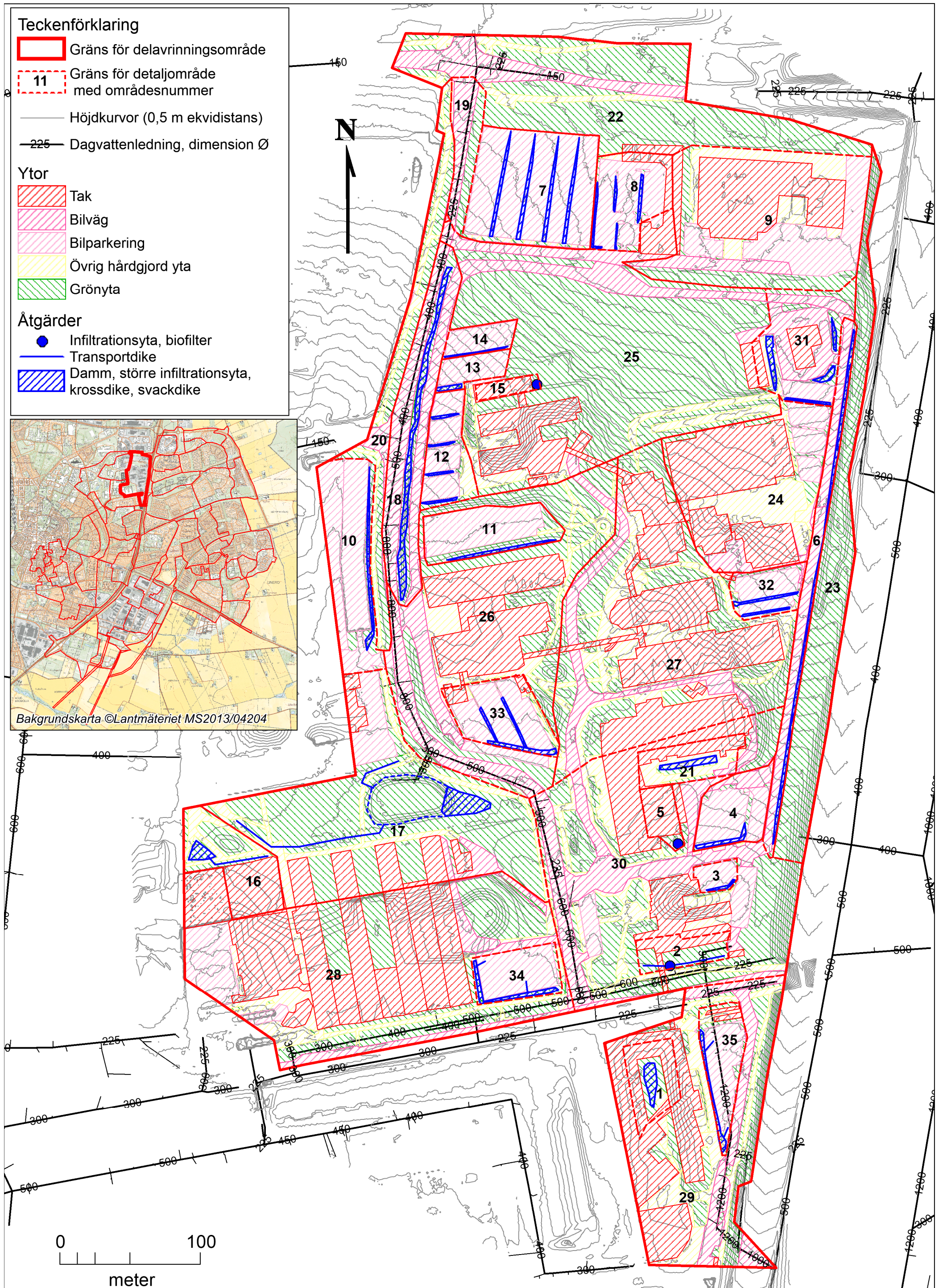
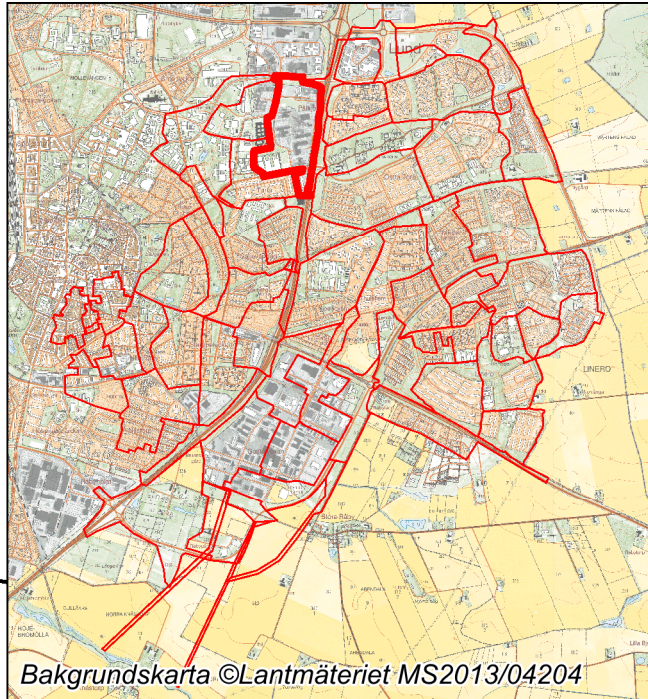
 Grönyta

Åtgärder

 Infiltrationsyta, biofilter

 Transportdike

 Damm, större infiltrationsyta, krossdike, svackdike



Pålsjö - beräknad rening

Tabellen visar beräknad belastning (kg/år), baserad på schablonvärden från StormTac, före och efter åtgärd för de detaljområden som berörs av respektive åtgärd. Summeringen är gjord dels för alla detaljområden som har en planerad åtgärd samt (längst ner) för hela delavrinningsområdet, inklusive de detaljområden som saknar åtgärd.

Detalj-område	Åtgärd		P kg/år	N kg/år	Pb kg/år	Cu kg/år	Zn kg/år	Cd kg/år	Ni kg/år	Hg kg/år	SS kg/år	Oil kg/år	PAH16 kg/år	BaP kg/år
1	Torr damm	före	0,15	1,0	0,0022	0,014	0,12	0,00066	0,0039	0,000009	25	0,061	0,00035	0,0000085
		efter	0,10	0,76	0,0012	0,0095	0,056	0,00042	0,0019	0,0000076	7,9	0,011	0,00029	0,0000069
2	Biofilter	före	0,079	0,54	0,0012	0,0071	0,062	0,00033	0,0019	0,000003	14	0,015	0,00017	0,0000039
		efter	0,020	0,25	0,00009	0,001	0,0023	0,000014	0,00029	0,000001	1,3	0,0037	0,000011	2,6E-07
3	Krossdike	före	0,033	0,39	0,0095	0,013	0,045	0,00014	0,0013	0,000016	45	0,25	0,00053	0,000019
		efter	0,014	0,16	0,0015	0,0018	0,0061	0,00002	0,00014	0,000008	3,4	0,025	0,00017	0,000006
4	Krossdike	före	0,150	1,90	0,0330	0,049	0,16	0,00055	0,0056	0,000075	170	1,1	0,0018	0,000067
		efter	0,065	0,84	0,0063	0,0079	0,026	0,000089	0,00075	0,000038	17	0,13	0,00064	0,000023
5	Biofilter	före	0,092	0,53	0,0011	0,0082	0,08	0,00042	0,0024	0,000002	15	0,0036	0,00023	0,0000053
		efter	0,024	0,25	0,00007	0,0013	0,0031	0,000011	0,00034	0,000001	1,5	0,00089	0,000013	0,0000029
6	Krossdike	före	0,23	4,0	0,0059	0,036	0,067	0,00044	0,0071	0,000120	100	1,2	0,00022	0,000016
		efter	0,11	1,9	0,0013	0,0067	0,012	0,000081	0,0011	0,000067	13	0,17	0,000084	0,0000063
7	Krossdike	före	0,24	3,2	0,0620	0,09	0,31	0,00095	0,01	0,000120	310	1,8	0,0034	0,00013
		efter	0,084	1,1	0,0056	0,009	0,028	0,000095	0,0005	0,000043	0	0,088	0,00069	0,000025
8	Krossdike	före	0,18	1,90	0,0400	0,058	0,22	0,0008	0,0067	0,000073	190	1,1	0,0023	0,000082
		efter	0,076	0,79	0,0064	0,0082	0,03	0,00011	0,00074	0,000034	14	0,11	0,00074	0,000026
10	Svackdike	före	0,27	3,1	0,0760	0,1	0,36	0,0011	0,011	0,000130	360	2	0,0042	0,00015
		efter	0,070	1,5	0,0038	0,018	0,012	0,000023	0,0015	0,000045	38	0,5	0,00021	0,0000076
11	Svackdike	före	0,15	1,8	0,0420	0,057	0,2	0,00064	0,0058	0,000072	200	1,1	0,0023	0,000083
		efter	0,10	1,5	0,0250	0,041	0,12	0,00042	0,0032	0,000064	74	0,26	0,002	0,000072
12	Svackdike	före	0,13	1,6	0,0290	0,043	0,14	0,00049	0,0047	0,000064	140	0,91	0,0016	0,000059
		efter	0,034	0,75	0,0015	0,0074	0,0049	9,8E-06	0,00066	0,000022	15	0,22	0,000081	0,0000029
13	Krossdike	före	0,059	0,68	0,0170	0,023	0,081	0,00026	0,0024	0,000029	80	0,46	0,00096	0,000034
		efter	0,024	0,28	0,0027	0,0032	0,011	0,000036	0,00026	0,000014	6	0,045	0,0003	0,000011
14	Krossdike	före	0,029	0,38	0,0074	0,011	0,037	0,00011	0,0012	0,000014	37	0,2	0,00041	0,000015
		efter	0,011	0,15	0,00094	0,0012	0,0041	0,000013	0,000093	0,000006	1,7	0,015	0,00011	0,0000041
15	Infiltrationsyta	före	0,046	0,27	0,00059	0,0042	0,04	0,00021	0,0012	0,000001	7,6	0,0026	0,00012	0,0000026
		efter	0,039	0,23	0,00025	0,003	0,031	0,00015	0,00065	0,000001	3,9	0,00075	0,00005	0,0000011
16	Torr damm	före	0,24	2,0	0,0040	0,026	0,16	0,00093	0,0062	0,000036	35	0,31	0,00048	0,000014
		efter	0,16	1,5	0,0022	0,017	0,071	0,00058	0,0029	0,00003	11	0,051	0,00038	0,000011
17	Torr damm	före	0,80	8,7	0,040	0,11	0,47	0,0025	0,02	0,00020	250	2,1	0,0024	0,000083
		efter	0,46	5,2	0,019	0,06	0,075	0,0015	0,0063	0,00014	51	0,11	0,0016	0,000057
18	Svackdike	före	0,47	7,1	0,026	0,092	0,35	0,00088	0,019	0,00022	220	2,2	0,0011	0,000045
		efter	0,27	4,1	0,012	0,047	0,048	0,00050	0,0055	0,00016	45	0,11	0,00069	0,000030
21	Skelettjord	före	0,18	1,8	0,0032	0,022	0,1	0,0006	0,0047	0,000048	24	0,44	0,0003	0,000011
		efter	0,069	0,69	0,00044	0,0027	0,012	0,000074	0,00043	0,000021	1,3	0,036	0,000088	0,0000032
31	Krossdike	före	0,33	4,5	0,0160	0,053	0,18	0,00092	0,0098	0,000130	150	1,3	0,00093	0,000038
		efter	0,12	1,7	0,0017	0,0055	0,017	0,000095	0,00063	0,000054	4,3	0,083	0,00024	0,0000098
32	Krossdike	före	0,093	1,2	0,021	0,031	0,1	0,00035	0,0034	0,000046	100	0,66	0,0012	0,000043
		efter	0,032	0,41	0,0019	0,0031	0,0094	0,000035	0,00017	0,000017	0,8	0,033	0,00027	0,0000097
33	Krossdike	före	0,19	2,1	0,042	0,061	0,22	0,00077	0,0069	0,000082	200	1,2	0,0024	0,000086
		efter	0,065	0,74	0,0038	0,0061	0,020	0,000077	0,00034	0,000031	2,9	0,061	0,00057	0,000020
34	Krossdike	före	0,11	1,3	0,032	0,044	0,15	0,00049	0,0045	0,000055	150	0,86	0,0018	0,000064
		efter	0,042	0,50	0,0037	0,0048	0,016	0,000054	0,00032	0,000023	5,7	0,059	0,00048	0,000017
35	Krossdike	före	0,12	1,4	0,027	0,040	0,14	0,00049	0,0045	0,000056	130	0,81	0,0015	0,000055
		efter	0,044	0,52	0,0026	0,0040	0,013	0,000049	0,00026	0,000022	2,8	0,045	0,00038	0,000013
Summa, åtgärdade detaljområden														
Summa	före		4,4	51	0,54	1,0	3,8	0,015	0,14	0,0016	2953	20	0,031	0,0011
Summa	efter		2,0	26	0,10	0,27	0,63	0,0045	0,029	0,00085	322	2,2	0,010	0,00036
Reducerad mängd			2,3	26	0,43	0,72	3,2	0,0106	0,115	0,00075	2631	17,9	0,0206	0,00075
Relativ rening (%)			53	50	81	73	83	70	80	47	89	89	67	67
Summa, hela delavrinningsområdet														
Hela delområdet (kg/år)	före		16	180	0,98	2,6	11	0,056	0,46	0,0047	6500	52	0,063	0,0022
Reducerad mängd			2,3	25,6	0,43	0,72	3,2	0,0106	0,115	0,00075	2631	18	0,0206	0,0
Relativ rening (%)			15	14	44	28	29	19	25	16	40	34	33	34