

---

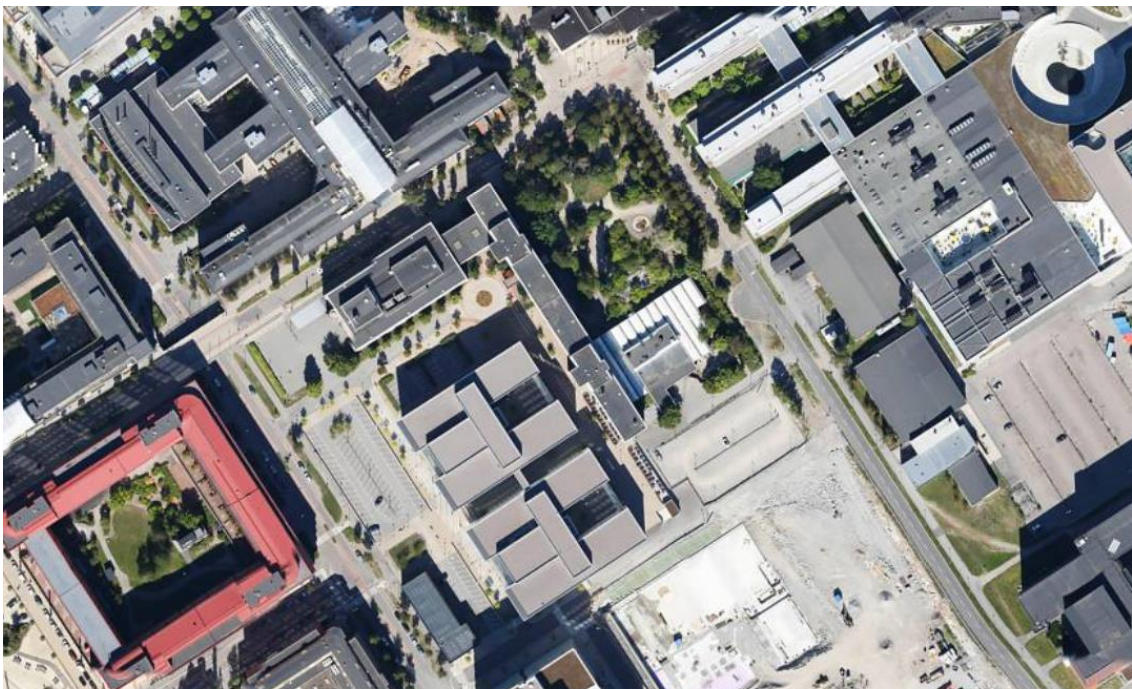
# RAPPORT

---

AP FONDENS FASTIGHETS NMR 63 KB

## **Dagvattenutredning för Hekla 1**

UPPDRAGSNUMMER 1143780000



2016-03-09, REV. 2016-12-16, REV. 2018-03-02

SWECO ENVIRONMENT AB  
DAGVATTEN, SJÖAR & VATTENDRAG

**UPPDRAGSLEDARE** MADELENE AGNARSSON  
**HANDLÄGGARE** MADELENE AGNARSSON  
**KVALITETSGRANSKARE** PER BOHOLM

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>1 Bakgrund och syfte</b>	<b>4</b>
<b>2 Underlag</b>	<b>4</b>
<b>3 Riktlinjer och krav</b>	<b>4</b>
<b>4 Områdesbeskrivning och förutsättningar</b>	<b>6</b>
4.1 Nuläge .....	6
4.2 Recipient och miljö kvalitetsnormer .....	10
4.3 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden .....	11
<b>5 Efter ombyggnad</b>	<b>13</b>
<b>6 Metod</b>	<b>15</b>
6.1 Indata.....	15
6.2 Flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar .....	18
6.3 Föroreningsberäkningar.....	18
6.4 Klimatanpassning .....	18
<b>7 Resultat</b>	<b>19</b>
7.1 Flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar .....	19
7.2 Föroreningsberäkningar.....	20
7.3 Klimatanpassning .....	21
<b>8 Föreslagen dagvattenhantering</b>	<b>22</b>
<b>9 LOD på kvartersmark</b>	<b>24</b>
9.1 Kassettmagasin .....	25
9.2 Träddrad med skelettjord .....	26
9.3 Gröna tak.....	27
9.4 Genomsläpplig beläggning .....	28
9.5 Höjdsättning för dag- och dränvatten från kvartersmark .....	29
<b>Bilaga 1</b>	<b>30</b>
Flödesberäkningar per delavrinningsområde .....	30
Föroreningsberäkningar per delavrinningsområde.....	31

2(32)

RAPPORT  
2016-03-09, REV. 2016-12-16, REV. 2018-03-02

DAGVATTENUTREDNING FÖR HEKLA 1

## Sammanfattning

I denna utredning beskrivs dagvattenhanteringen inför ny- och ombyggnationen av kvarteret Hekla 1 i Kista. Enligt tidigare utredningar har befintligt dagvattensystem en begränsad kapacitet och flödena från Hekla 1 bör inte öka efter ny- och ombyggnationen. Flödesberäkningarna visar att de planerade sedumtaken bidrar till en reduktion av dagvattenflöden och flödena efter ny- och ombyggnationen utan klimatfaktor minskar jämfört med före ombyggnad. Det klimatkompenserade dagvattenflödet från området blir dock högre efter ny- och ombyggnationen jämfört med före, även med sedumtak (beräknat med tjocklek 20-40mm) och ytterligare fördröjning av 100 m<sup>3</sup> dagvatten erfordras varav 40 m<sup>3</sup> på allmän platsmark och 60 m<sup>3</sup> inom kvartersmark. Dagvattnet på allmän platsmark kan fördröjas i skelettjord till träden och kvartersmarkens dagvatten kan fördröjas i exempelvis kassetmagasin under kvartersgatan eller parkeringen i kvarteret. Om de gröna taken utförs med större substrattjocklek än de beräknade eller andra hårdgjorda ytor görs permeabla kan fördröjningsvolymen reduceras därefter.

Resultaten av föroreningsberäkningarna visar att föroreningsbelastningen vid ombyggnation utan reningsåtgärder ökar för ett flertal ämnen såsom fosfor (P), Koppar (Cu) och Kadmium (Cd) Krom (Cr), Nickel (Ni) och Kvicksilver (Hg) ligger kvar på samma nivå som innan ombyggnationen. Om däremot åtgärder som sedumtak och avledning av gaturvatten till trädtrader anläggs minskar den årliga föroreningsbelastningen på Edsviken och detaljplanen försvårar inte Edsvikens möjlighet att uppnå MKN utan underlättar snarare recipientens väg till God kemisk och ekologisk status.

Vid extremregn när ledningsnätets kapacitet är överstigen behöver marken vara höjdsatt så att bebyggelse är beläget högre och omgivande kvartersmark och gator är belägna lägre. Detta för att bebyggelsen inte ska ta skada vid stora regn. Vid undersökning av höjdsättningen så finns två instängda områden längs med Isafjordsgatan. När vattnet börjar stiga i dessa lågpunkter så rinner vattnet vidare till ytterligare en lågpunkt på Färögatan. Extremregnen kommer därför inte att svämma upp på kvartersmarken inom Hekla (i så fall endast en mindre del av parkeringen i anslutning till gata framför hus 4). Då hårdgöringsgraden är i princip densamma efter ombyggnationen kommer lågpunkten i Färögatan inte heller belastas mer än vad den görs idag.

## 1 Bakgrund och syfte

I kvarteret Hekla 1 i Kista planerar Vasakronan att riva ett par befintliga byggnader och bygga nya kontorshus och hotell med tillhörande omkringliggande gator och parkeringar.

I och med detta har Sweco fått i uppdrag att utreda hur dagvattnet kan hanteras inom planområdet. Flödes-, volyms- och föroreningsberäkningar samt förslag på principlösningar för en hållbar dagvattenhantering har genomförts. Den senaste revideringen (2018-02-07) bygger på yttranden från Länsstyrelsen och Stockholm Vatten.

## 2 Underlag

Följande underlag har använts i utredningen:

- Situationsplan, White & Vasakronan, 2016-02-08
- Grundkarta, 2015-12-21
- Ledningskarta, 2016-01-27
- Jordartskarta SGU, 2016-01-20
- Jordmäktighetskarta kv Hekla, J&W, 1975-03-26
- Miljöteknisk undersökning av mark och grundvatten inom fastigheterna Hekla 1 och 2, Golders Associates, 2002-05
- PM Dagvattenhantering Kvarteren Modemet, Bredbandet, Hårddisken, 2013-12-09
- PM Modellering Kista – Kvarteret Hekla, Sweco, 2007
- Uppdelning allmän platsmark, fastighetsmark, Exploateringsavtal bilaga 2, 2017-11-20

## 3 Riktlinjer och krav

Stockholm stad och Stockholm Vatten har tagit fram en dagvattenstrategi i syfte att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar inriktning. Strategin gäller vid all nybyggnation liksom åtgärder i den befintliga miljön och bygger på lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark och allmän mark. Målen med dagvattenhanteringen är att

- Förbättra vattenkvaliteten i stadens vatten genom
  - åtgärder nära källan såsom val av byggnadsmaterial
  - lokala dagvattenlösningar
  - rening i samlande anläggningar

4(32)

RAPPORT  
2016-03-09, REV. 2016-12-16, REV. 2018-03-02

DAGVATTENUTREDNING FÖR HEKLA 1

- fokus på ytor med höga koncentrationer av föroreningar
- skyddsanordningar vid risk för olyckor med utsläpp av skadliga ämnen
- Erhålla en robust och klimatanpassad dagvattenhantering genom
  - att maximera andelen genomsläppliga ytor och eftersträva infiltration
  - fördröjning och omhänderta dagvatten lokalt på kvartersmark och allmän mark
  - att åtgärder ska dimensioneras och höjdsättas utifrån förväntade klimatförändringar
  - identifiering av sekundära avrinningsvägar
- Dagvattnet ska användas som en resurs och värdeskapande för staden genom
  - att tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering
  - att använda dagvatten för bevattning av träd och planteringar
  - att integrera öppna dagvattenlösningar i parker och grönområden
  - att använda dagvatten för att skapa attraktiva inslag i stadsmiljön
- Miljömässigt och kostnadseffektiv vid genomförande genom
  - tydlig ansvarsfördelning i varje process
  - att beakta dagvattenfrågan med hänsyn till avrinningsområden
  - att lösningar ska fylla sin funktion och vara effektiva ur ett drift- och underhållsperspektiv
  - att strategins mål och principer ska återspeglas i kraven som staden ställer på olika aktörer

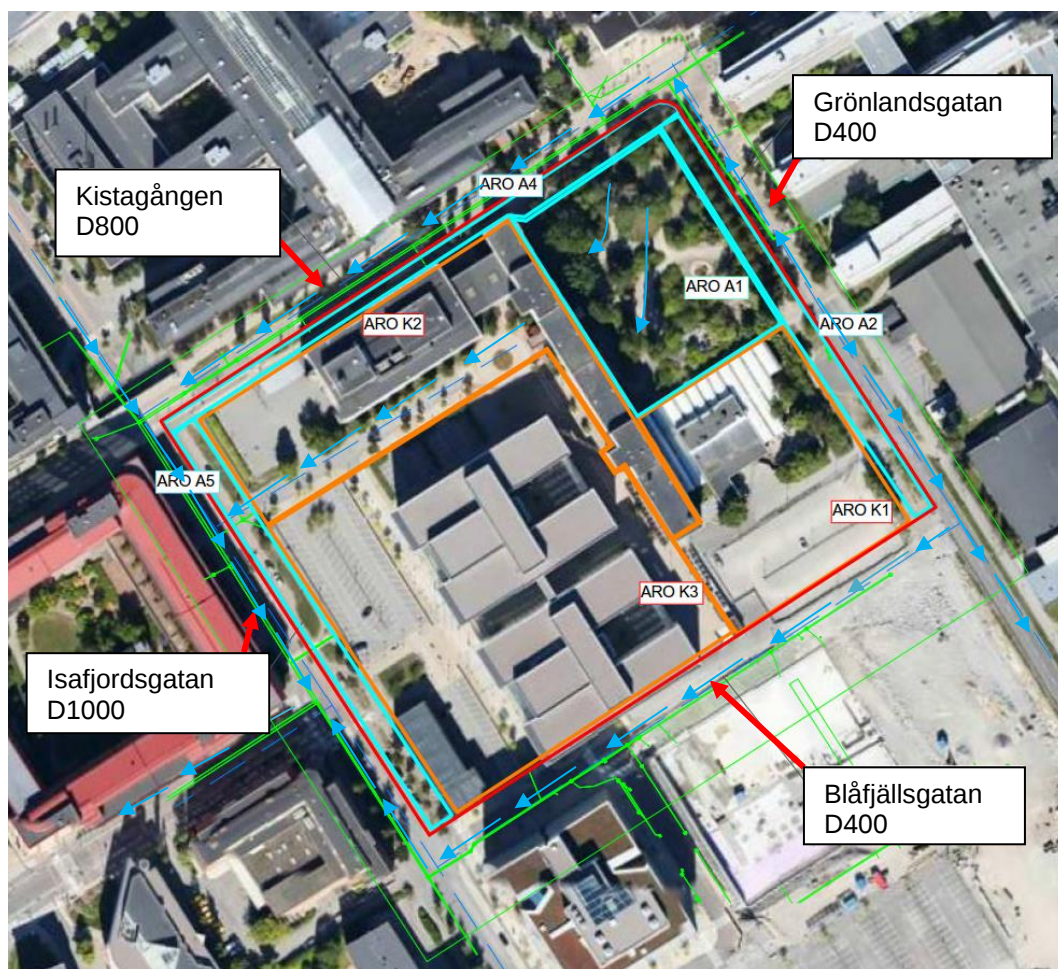
Föreliggande utredning är baserad på dessa principer.

## 4 Områdesbeskrivning och förutsättningar

### 4.1 Nuläge

Hekla 1 är cirka 4 hektar stort och utgörs idag av kontorsbyggnader, lokalgator och ett par parkeringar. I anslutning till området finns även en mindre park, Grönlandsparken. Området sluttar generellt åt sydväst mot Isafjordsgatan. Kvarteret ansluter till Grönlandsgatan och Grönlandsparken i nordost, Kistagången i nordväst och intilliggande kvarteren Modemet, Bredbandet och Hårddisken (under byggnation) via Blåfjällsgatan åt sydost. Kvarteret avvattnas till en dagvattenledning D1000 i Isafjordsgatan via en D400 i Grönlandsgatan, en D400 i Blåfjällsgatan och en D800 i Kistagången. Den största delen av kvarteret avleds idag via serviser till ledningen i Isafjordsgatan men det finns även mindre serviser i omkringliggande gator med oklar anslutning till kvarteret. Området före ombyggnation med befintliga ledningar och avvattningssvågar kan ses i Figur 1. Längs med de omgivande gatorna finns det i flertal partier träd planterade, dagvatten från gatorna verkar dock inte avledas till dessa utan avleds troligen via brunnar direkt på ledning. Befintliga byggnader och parkeringar sedda från Isafjordsgatan visas i Figur 2 och Blåfjällsgatan norrifrån visas i Figur 3.

I Figur 1 redovisas även delavrinningsområdena före exploatering samt vilka delavrinningsområden som tillhör kvartersmark (orange) respektive allmän platsmark (turkos).



**Figur 1.** Flygfoto med utredningsområde (röd), befintliga dagvattenledningar (grön) och avvattningsvägar (blå). Delavrinningsområde allmän platsmark (turkos) och delavrinningsområde kvartersmark (orange).





**Figur 2. Befintliga byggnader och parkeringen sedda från Isafjordsgatan.**

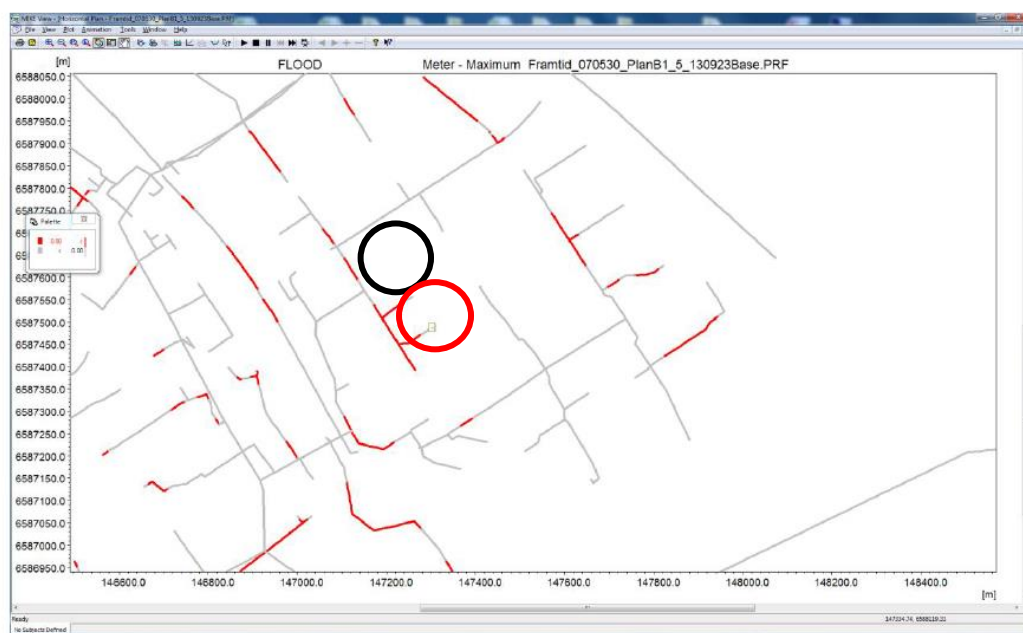


**Figur 3. Blåfjällsgatan norrifrån med kvarteret Modemet till vänster i bild.**

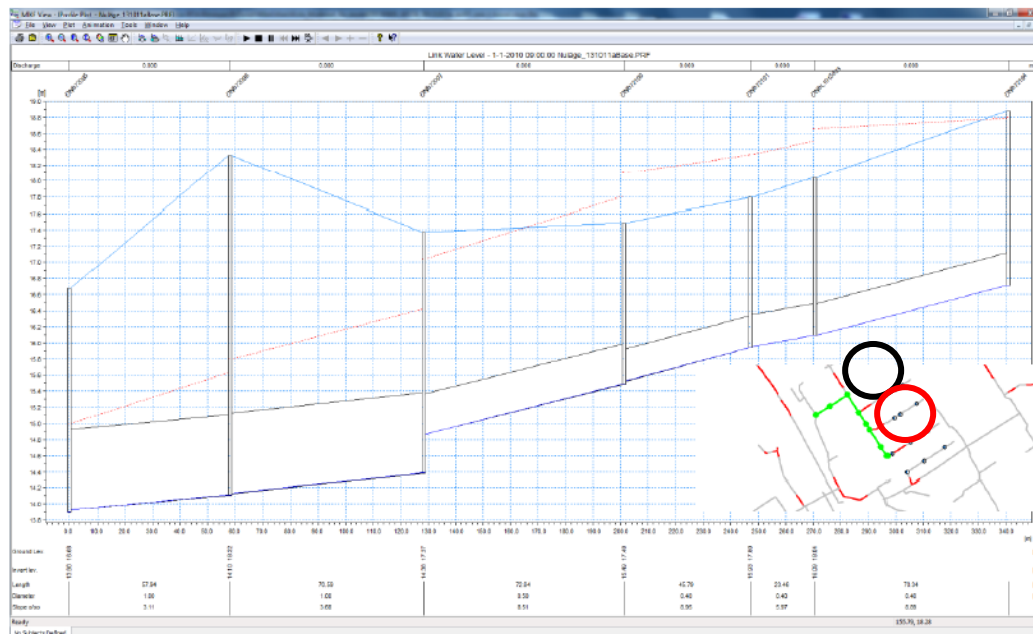
I dagvattenutredningen för kvarteren Modemet, Bredbandet och Hårddisken (Sweco, 2013) utfördes en kapacitetsutredning av dagvattenledningsnätet i samband med exploatering av kvarteren. Som underlag användes Stockholm Vattens befintliga hydrauliska modell över dagvattennätet i Kista från 2001, uppdaterad 2007. Modellen är grovt indelad och inte kalibrerad sedan 2002 vilket gör att resultaten är osäkra och



troligtvis överdrivna med avseende på marköversvämningar i vissa delar. I utredningen från 2013 utfördes kapacitetsberäkningar på befintliga ledningar för ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2 före och efter exploatering av kvarteren Modemet, Bredbandet och Hårddisken. Resultaten visas i Figur 4 och 5.



**Figur 4.** 10-årsregn med klimatkfaktor före exploatering av kv Modemet, Bredbandet och Hårddisken förutom (röd ring) hus 10. Röd = vattnet har stigit över markytan. (Dagvattenhantering Modemet, Bredbandet och Hårddisken 2013). Hekla 1 är markerat med svart ring.



**Figur 5.** Profil på D400/500-ledningen vid Isafjordsgatan (grön markering) vid 10-årsregn med klimatkfaktor med exploatering av de nio husen i kv Modemet, Bredbandet och Hårddisken (röd ring på infälld plan). Röd = vattnet har stigit över markytan. Hekla 1 är markerat med svart på den infällda planen. (Dagvattenhantering Modemet, Bredbandet och Hårddisken 2013)

Resultaten från föregående utredningar visar att ledningen i Isafjordsgatan är överbelastad på vissa sträckor både innan och efter exploatering av kvarteren Modemet, Bredbandet och Hårddisken. Ledningarna i Grönlandsgatan och Kistagången har tillräcklig kapacitet för ett dimensionerande 10-årsregn och påverkas troligtvis inte av exploateringen av kvarteret Modemet, Bredbandet och Hårddisken, med förbehåll för att resultaten inte är kalibrerade.

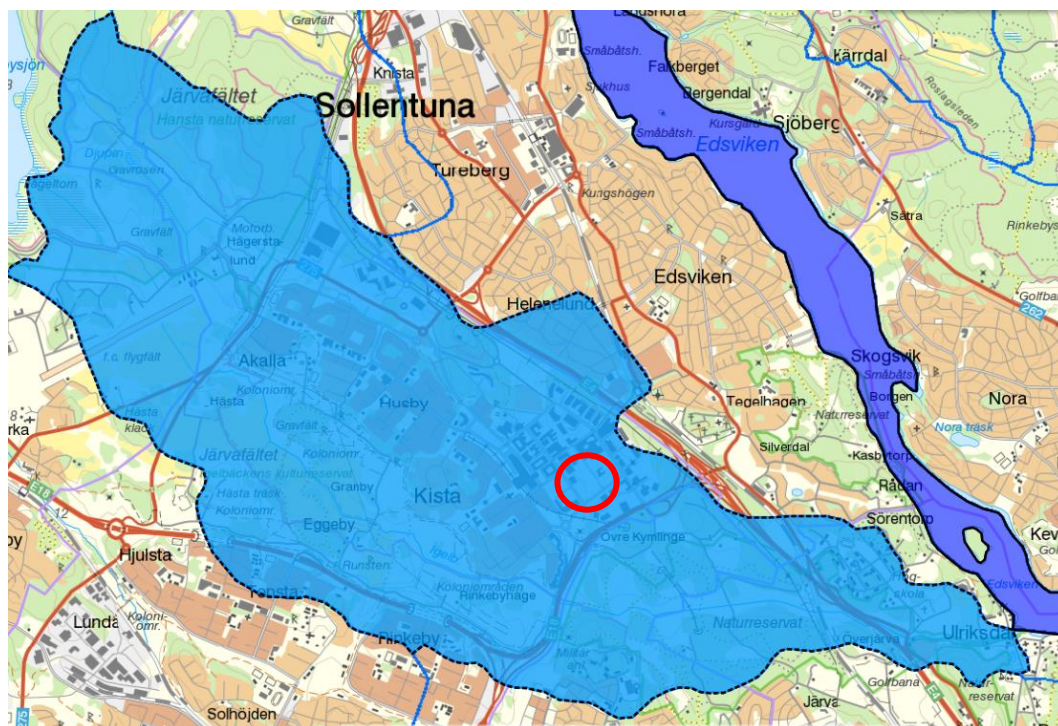
Resultaten är osäkra men tyder på en begränsad tillgänglig kapacitet i befintligt system. Flödena från Hekla 1 bör därmed inte öka efter ombyggnaden utan istället i den mån det är möjligt reduceras för att avlasta det befintliga systemet.

## 4.2 Recipient och miljö kvalitetsnormer

Hekla 1 avvattnas till Edsviken via tunnelsystem, se Figur 6. Miljöproblemen i recipienten omfattar övergödning och miljögifter. Halterna för kvicksilver, antracen, polybromerad difenyleter och tributyltenn överstiger miljö kvalitetsnormerna (MKN). Edsviken har statusklassats till *Dålig ekologisk status* och *Uppnår ej god kemisk status* vid senaste klassningen. (VISS, 2017).

Kraven är att god ekologisk status ska uppnås 2027, dock behöver stora förbättringar skett innan 2021 för att detta skall kunna uppnås. God kemisk status ska uppnås år 2021

med undantag för tribulyttenföreningar och antracen som fått tidsfrist till 2027. Kvicksilver och polybromerad difenyleter är nationellt undantagna dessa krav, dock får halterna inte öka. Förbättringsbehoven för att vattenförekomsten ska kunna följa miljökvalitetsnormerna omfattar en reduktion av tribulyttenföreningar med 0.15mg/kg tv, antracen med 0.17mg/kg tv, totalfosfor med 42% (468 kg P/år) och totalkväve med 26%. (VISS, 2017)



**Figur 6.** Vattenförekomsten Edsviken är markerat med mörkblå, delavrinningsområdet som inkluderar planområdet är markerat med ljusblå och planområdet är markerat med rött.

### 4.3 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden

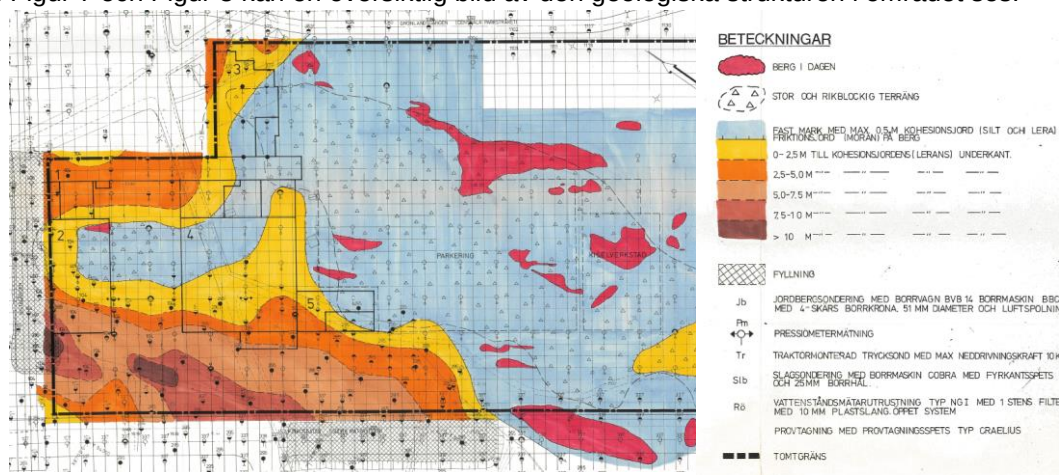
Områdets geologi karaktäriseras av 0-1m fyllning på lera på sand/silt på berg. Lerornas mäktighet varierar och tilltar åt sydväst till upp mot 10 meter. I anslutning till berget återfinns moränlager. Grundvatten har generellt påträffats under leran på 2-3 meters djup.

För kvarteret Modemet, Bredbandet och Hårddisken uppstod problem vid Hus 10 med höga grundvattennivåer vilket troligtvis berodde på att det ursprängda berget bildade ett instängt område med dåliga avledningsmöjligheter för det dagvatten som infiltrerade. För Hekla 1 är förutsättningarna för infiltration bättre då jorddjupet till berg är större och området inte är lika instängt.

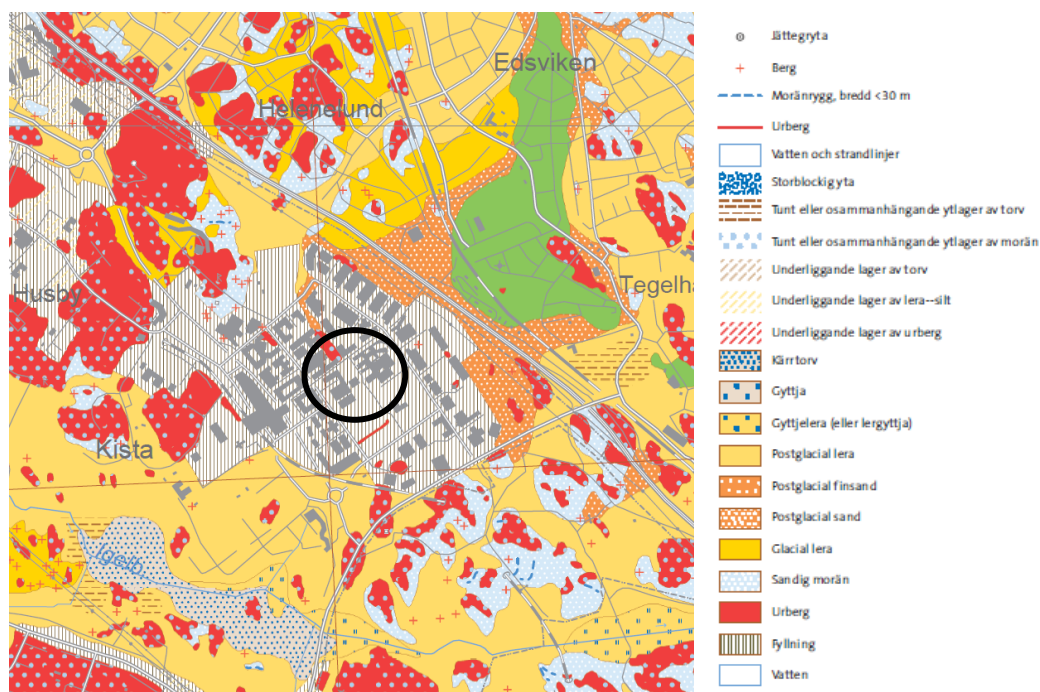


Vid lokalt omhändertagande av dagvatten i områden som består av lera och silt är det viktigt att se till att överskottsvatten som inte infiltrerar kan avledas till dagvattennätet och att LOD-lösningar dräneras korrekt för att undvika stående vatten en längre tid. Vid exploatering av områden med kohesionjordar är det samtidigt viktigt att inte ta bort alla möjligheter för infiltration av dagvattnet och dränera ut för mycket grundvatten då dessa områden är mer känsliga för sättningar som en följd av sänkt grundvattennivå.

I Figur 7 och Figur 8 kan en översiktlig bild av den geologiska strukturen i området ses.



Figur 7. Jordmaktighetskarta kv Hekla, J&W, 1975



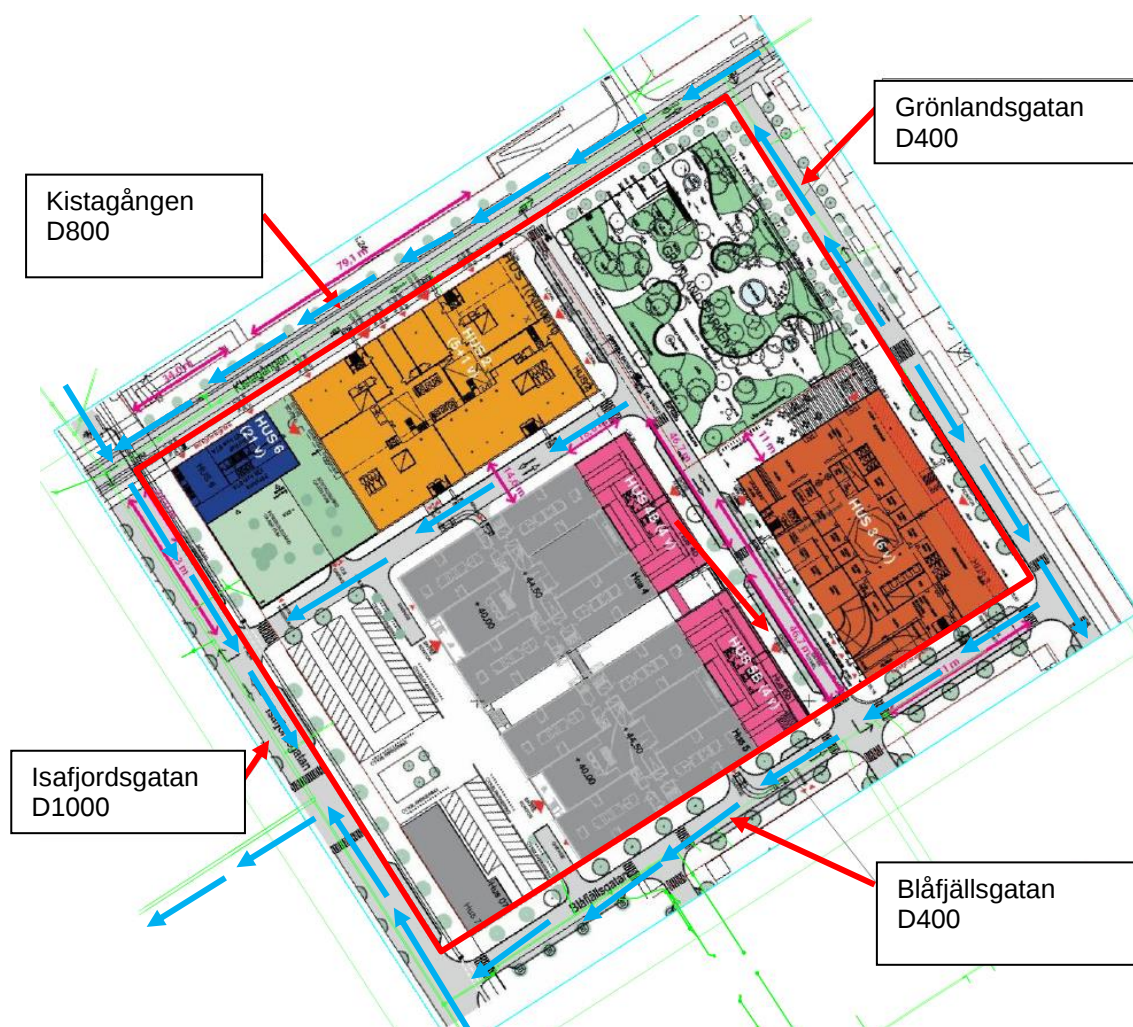
Figur 8. Jordartskarta från SGU, 2016. Planområdet är markerat med svart.

## 5 Efter ombyggnad

I kvarteret planeras det för nya kontorshus och hotell med tillhörande omkringliggande gator och parkeringar. Lokalgatorna planeras att utformas med trädtrader och parkeringsfickor omlott. En viss del av kvartersmarken kommer vid exploateringen att övergå till allmän platsmark, därav tillkommer delavrinningsområde A3, se Figur 10 och Tabell 1, 2 och 3 för jämförelse av ytor.

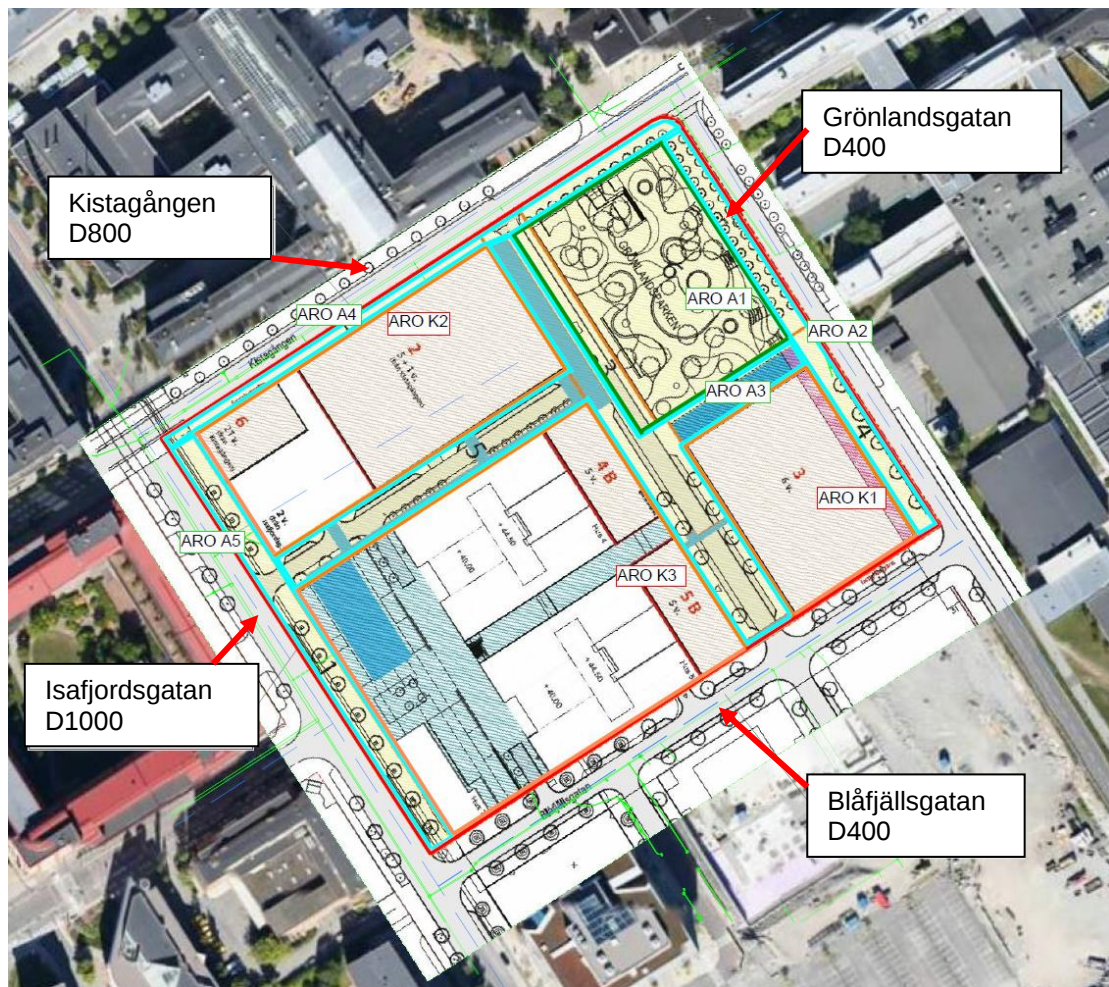
På hustak 4 och 5 anläggs inte sedum utan solceller, resterande takytor (hus 2a, 2b och hus 3) anläggs med sedum till uppskattningsvis 70%.

Lämplig lokalisering av fördröjningsmagasin är i kvarteretsgatan eller under parkering innan anslutning till ledningen i Isafjordsgatan. Den planerade utformningen av kvarteret visas i Figur 9.



**Figur 9.** Situationsplan Hekla 1 med utredningsområde (röd), befintliga dagvattenledningar (grön) och avvattningsvägar (blå).





**Figur 10** Avrinningsområden efter ombyggnad. Delavrinningsområden på allmän platsmark är markerade i orange linje samt gul skraffering. Delavrinningsområden på kvartersmark är markerade med turkos linje samt grön skraffering.

## 6 Metod

I denna utredning har dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 18.1.1, använts för beräkningar av flöden, föroreningar och fördröjningsvolym. Resultaten av dessa beräkningar har sedan legat till grund för föreslagen dagvattenhantering. Som indata till beräkningsmodellen används en uppskattad rinnsträcka, flödes hastighet och angiven markanvändning för området. Markvändningen före och efter exploatering har uppskattats utifrån flygfoto och planskiss på planerade ytor. Vid beräkning av dagvattenflöden har avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts.

### 6.1 Indata

Markanvändning före och efter ombyggnad samt efter ombyggnad med åtgärder redovisas i Tabell 1, 2 och 3. Före ombyggnad är totala ytan för kvartersmark ca 2,75 ha och består till största delen av takytor och hårdgjord mark. Allmän platsmark har en total yta på ca 0,95 ha och består av Grönlandsparken och omgivande lokalgator.

Efter ombyggnad så övergår ca 0,45 ha från kvartersmark till allmän platsmark. Avrinningsområde A3 finns till exempel inte före exploatering. På allmän platsmark ökar ytan för lokalgator med just denna del (ca 0,45 ha). På kvartersmark ökar den totala takytan till ca 1,7 ha, medan den totala ytan hårdgjorda ytor minskar till ca 0,5 ha.

Aro K3 innehållande hus 4 och 5 har efter ombyggnad med åtgärder en sammanlagd takyta på 0.8 ha medan resterande yta är hårdgjord markyta. ARO K2 inbegriper takyta belagd med sedum vilket är 71 % av takyta på hus 2a, 2b och inom ARO K1 är sedum belagd upp till 78 % på hus 3, se Tabell 3. Grönlandsparken har fortfarande en area på 0.5 ha. Lokalgatorna som är kantade med träd har beräknats att dagvatten kan ledas till dessa och rening kan ske i skelettjord. För flödesberäkningarna har avrinningskoefficienten för sedumtak antagits till  $\phi=0,70$  medan för föroreningsberäkningarna har avrinningskoefficienten för sedumtak antagits till  $\phi=0,31$ . Detta då intensiteten vid ett 10-årsregn är mycket högre och en större del kommer avrinna från taken när sedumbeläggningen är mättad. Föroreningsbelastningen beräknas utifrån årlig nederbörd och den största mängden föroreningar tillkommer recipienterna vid små regn då sedumtaken inte hinner bli lika mättad.

**Tabell 1** Indata till beräkningar före ombyggnation.

Kvartersmark före ombyggnad	ARO K1	ARO K2	ARO K3	Summa		
Hårdgjord yta, $\phi=0.80$	0,35	0,2	0,6	1,15		
Grön yta $\phi=0.1$	0.1		0,1	0,2		
Takyta, $\phi=0.90$	0,2	0,4	0,7	1,3		
Lokalgator, $\phi=0.80$		0,1		0,1		
Summa	0.65	0.7	1.4	2,75		
Allmän platsmark före ombyggnad	ARO A1	ARO K2	ARO A3	ARO A4	ARO A5	Summa
Grön parkyta, $\phi=0.15$	0.5					0.5
Lokalgator, $\phi=0.80$	-	0.15	-	0.1	0.2	0.45
Summa	0.5	0.15	-	0.1	0.2	0.95

**Tabell 2.** Indata till beräkningar efter ombyggnation.

Kvartersmark efter ombyggnad	ARO K1	ARO K2	ARO K3	Summa		
Hårdgjord yta, $\phi=0.80$	-	0.1	0.4	0.5		
Grön yta $\phi=0.1$	-	-	0.1	0.1		
Takyta, $\phi=0.90$	0.4	0.5	0.8	1.7		
Summa	0.4	0.6	1.3	2.3		
Allmän platsmark efter ombyggnad	ARO A1	ARO A2	ARO A3	ARO A4	ARO A5	Summa
Grön parkyta, $\phi=0.15$	0.5					0.5
Lokalgator, $\phi=0.80$	-	0.1	0.5	0.1	0.2	0.9
Summa	0.5	0.1	0.5	0.1	0.2	1.4

**Tabell 3.** Indata till beräkningar efter ombyggnation med sedumtak och träd i skelettjord i lokalgator.

Kvartersmark efter ombyggnad med sedumtak	ARO K1	ARO K2	ARO K3	Summa		
Hårdgjord yta, $\phi=0.8$	-	0.1	0.4	0.4		
Grön yta $\phi=0.1$	-	-	0.1	0.1		
Takyta, $\phi=0.9$	-	0.1	0.8	0.9		
				0.8		
Takyta med delvis sedumtak 20-40mm,	0.4	0.4	-			
*Varav yta för sedumtak $\phi=0.7$	0.3	0.3		0.6		
*Varav takyta $\phi=0.9$	0.1	0.1		0.2		
Summa	0.4	0.6	1.3	2.3		

Allmän platsmark med gatuträd	ARO A1	ARO A2	ARO A3	ARO A4	ARO A5	Summa
Grön parkyta, $\phi=0.15$	0.5	-	-	-	-	0.5
Lokalgator med träd, $\phi=0.8$	-	0.1	0.5	0.1	0.2	0.9
Summa	0.5	0.1	0.5	0.1	0.2	1.4

## 6.2 Flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar

Beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden har utförts för fallen före och efter exploatering för ett 10-minuters 10-årsregn. Behov av fördröjning av dagvatten har beräknats utifrån att området maximalt ska avleda ett dagvattenflöde till det allmänna dagvattensystemet motsvarande det dimensionerande flödet före exploatering/ombyggnation. Avrinningskoefficient för sedumtaken 20-40 mm har satts till 0.70 (se kap 8).

Enligt Svenskt Vatten och SMHI förväntas dimensionerande flöden och fördröjningsvolymerna öka framöver samt att regionala skillnader i nederbördsintensitet kommer att uppstå. För att minimera risker för översvämning dimensioneras dagvattensystemet för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1.25.

## 6.3 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet har utförts för planområdet före och efter ombyggnad samt efter ombyggnad med åtgärder. Beräkningar efter ombyggnad inbegriper att anlägga sedumtak på hus 2 och 3 samt att avleda gatuvatten till trädtrader med skelettjordar för rening. (Avrinningskoefficient för sedumtaken 20-40 mm har satts till 0.31 som indata till föroreningsberäkningarna) Schablonhalter för kontor- och handelsområde har använts. Vid belastningsberäkningar (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymen som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år. Endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet) avses.

I rapporten redovisas föroreningsbelastning (kg/år) före och efter ombyggnation samt efter ombyggnation med åtgärder. Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (Susp; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och bensapyren (BaP).

Föroreningsberäkningarna har inte beräknats med klimatfaktor. En studie gjordes 2013 från Luleå universitet angående klimatförändringar och urbaniseringens effekt på dagvattenkvalitet. I studien visade det sig då att förändringen i dagvattenkvaliteten orsakade av klimatförändringar är små jämfört med effekterna av förändringar i markanvändning<sup>1</sup>.

## 6.4 Klimatanpassning

För att studera effekten av ett extremregn har höjdsättningen av mark och gator studerats. Ett extremregn innebär att kapaciteten i ledningsnätet är överstigen och dagvatten kommer då följa höjdsättningen av mark. Höjdsättningen behöver därför vara sådan att bebyggelsen placeras högre och gator och avledande stråk lägre.

<sup>1</sup> Borris, Matthias. 2013. Influential factors in simulations of future urban stormwater quality, Luleå University of Technology



## 7 Resultat

### 7.1 Flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar

Dagvattenflöden före och efter ombyggnad visas i Tabell 4. Ytorna inom respektive delavrinningsområde före och efter ombyggnad inte är jämförbara, detta då ytor övergår mellan kvartersmark till allmän platsmark och förändrar delavrinningsområdenas storlek. På grund av detta har flödet beräknats för hela planområdet före ombyggnad och dessa jämförs med flödet beräknat för hela planområdet efter ombyggnad (utan och med klimatkompensationsfaktor 1.25). Fördröjningsvolymen per delavrinningsområde har sedan delats upp med hänsyn till procenten av den reducerade arean.

Resultaten visar sedumtakens bidrag till en reduktion av dagvattenflöden jämfört med situationen utan och flödena med sedumtak utan klimatkompensationsfaktor är densamma jämfört med före ombyggnad. Det klimatkompenserade dagvattenflödet från området blir dock högre efter ombyggnad jämfört med före ombyggnad även med sedumtak och ytterligare fördröjning erfordras. Beräkningar av fördröjningsvolym visas i Tabell 5.

För beräkningar av flöden per delavrinningsområde se Bilaga 1.

**Tabell 4** Beräknade dimensionerande flöden före respektive efter ombyggnad för hela planområdet.

		Utan sedumtak		Med sedumtak	
		10-årsflöde efter ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad, klimatkompensationsfaktor 1.25 (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad, klimatkompensationsfaktor 1.25 (l/s)
Totalt flöde hela planområdet	10-årsflöde före ombyggnad (l/s)				
Totalt flöde planområdet	600	620	780	600	750

**Tabell 5.** Erfordrad fördröjningsvolym efter ombyggnad med åtgärder.

10-årsregn	Utan sedumtak		Med sedumtak	
	Efter ombyggnad	Efter ombyggnad med åtgärder (klimatkompensationsfaktor 1.25)	Efter ombyggnad	Efter ombyggnad med åtgärder (klimatkompensationsfaktor 1.25)
Fördröjningsvolym hela detaljplanen (m <sup>3</sup> )	50	110	0	100
Varav fördröjningsvolym hus 3 (m <sup>3</sup> ) (11 % av total fördröjningsvolym)	6	10	0	10
Varav fördröjningsvolym resten av kvartersmark (m <sup>3</sup> ) (51 % av total fördröjningsvolym)	44	60	0	50
Varav fördröjning i skelettjord på allmän plats (38 % av total fördröjning)		40	0	40

19(32)

Om de gröna taken utförs med större substrattjocklek än de beräknade eller andra hårdgjorda ytor görs permeabla kan fördröjningsvolymen reduceras därefter. Förslag på flödesreducerande åtgärder och fördröjningslösningar för kvarteret kan ses i kapitel 9. För dimensionering av kassetmagasin se kapitel 8.

## 7.2 Föroreningsberäkningar

Föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet har beräknats för tre fall; (1) före ombyggnad, (2) efter ombyggnad samt (3) efter ombyggnad med sedumtak och avledning av gatuvatten till trädader.

Resultatet av beräkningarna för hela området redovisas i Tabell 6. För beräkningar av föroreningsbelastning per delavrinningsområde se Bilaga 1.

Resultatet av belastningsberäkningarna visar att om inte sedumtak eller skelettjord anläggs kommer den årliga mängden av fosfor (P), Koppar (Cu) och Kadmium (Cd) öka. Krom (Cr), Nickel (Ni) och Kvicksilver (Hg) ligger kvar på samma nivå som innan ombyggnationen.

Om däremot sedumtak och träd i skelettjord anläggs inom planområdet kommer belastningen för alla ämnen att minska. Vid anläggande av dessa dagvattenåtgärder innebär det att detaljplanen inte försvårar Edsvikens möjlighet att uppnå MKN utan snarare underlättar recipientens väg mot God ekologisk och kemisk status.

**Tabell 6** Föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt planområdet efter exploatering med LOD.

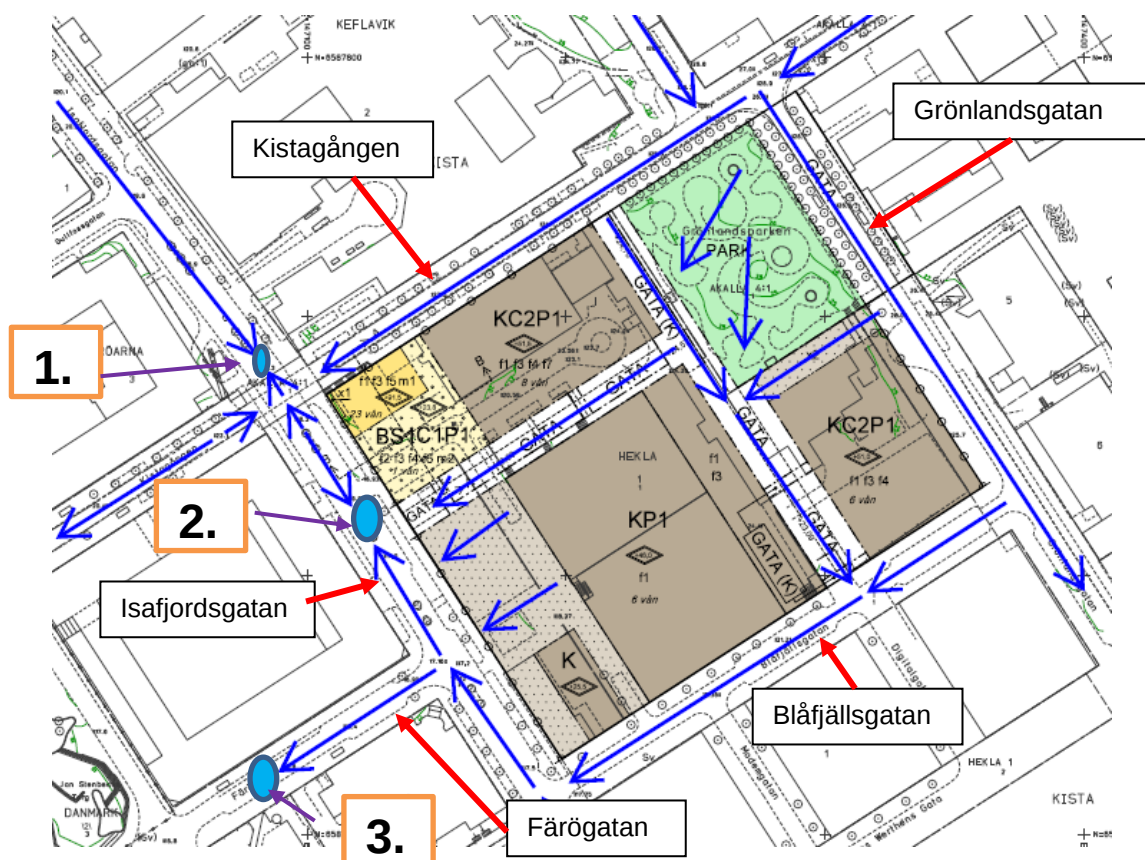
Ämne	Enhet	Före ombyggnad	Efter ombyggnad	Efter ombyggnad med sedumtak och skelettjord i gata
P	kg/år	3,92	3,87	2,94
N	kg/år	29,8	32,6	24,0
Pb	kg/år	0,44	0,39	0,31
Cu	kg/år	0,48	0,49	0,36
Zn	kg/år	2,08	1,97	1,55
Cd	kg/år	0,012	0,015	0,010
Cr	kg/år	0,20	0,20	0,15
Ni	kg/år	0,11	0,11	0,08
Hg	kg/år	0,002	0,002	0,001
Susp	kg/år	1596	1569	1132
Olja	kg/år	20,2	19,9	14,9
PAH	kg/år	0,014	0,013	0,010
BaP	kg/år	0,002	0,002	0,0015

### 7.3 Klimatanpassning

Höjdsättningen på mark har studerats för att undersöka var vattnet rinner när ledningsnätets kapacitet överstigs, se Figur 11. Som pilarna visar så kommer vatten från Grönlandsgatan avvattnas ut från området i sydöstlig riktning, resten av området rinner mot två lågpunkter på Isafjordsgatan (lågpunkterna är markerade med blåa fyllda cirklar och numrerade 1.-2.). När vattnet stiger i lågpunkt 1. och 2. ligger tröskelhöjderna så att vattnet kommer rinna vidare till Färögatan och lågpunkt 3. Vattnet kommer inte att svämma upp på kvartersmark inom Hekla 1 (isåfall endast en mindre del av parkeringen i anslutning till gata framför hus 4). Vattnet i lågpunkt 3 kommer troligen stiga i sydvästlig riktning längs med Färögatan. Då hårdgöringsgraden är i princip densamma före och efter ombyggnad kommer lågpunkt 3 inte bli mer belastad än vad den är idag.

Det finns inget krav på att ett 100-årsregn ska omhändertas inom en detaljplan, endast att höjdsättningen inom planen medger att inga instängda områden skapas eller att situationen nedströms inte förvärras. Detta är dock kommunens ansvar. Om fördröjning av ett 100-årsreg från planområdet ska ske behöves ett dagvattenmagasin på ca 680 m<sup>3</sup>, detta kan anläggas under parkeringen framför hus 4 dvs ca halva parkeringen för att klara detaljplanområdet. Markparkeringen lämpar sig att anlägga dagvattenmagasin på då grundvatten ligger på ca + 14 m och parkeringsytan på ca +17,5 m. Underkant på kassetterna hamnar då på +15 m och överkant på ca +16,5. Med en höjd på dagvattenmagasinet på 1,5 m behövs en area på ca 450 m<sup>2</sup> med dagvattenmagasin för att klara 100-årsregn. Dagvattenmagasinet behöver dock klara att bilar står ovanpå kassetterna. Inloppet behöver då anläggas i anslutning till lågpunkt 2.

Dock så kommer det vid ett sådant stort regn som ett 100-årsregn att komma vatten från ett mycket större område som leds dit via vägarna så lågpunkterna på Isafjordsgatan riskerar ändå att översvämmas vilket får behandlas i ett större sammanhang för Kista



**Figur 11** Avrinning vid extremregn då ledningsnätets kapacitet är överstigen. Blå pilar visar på flödesriktning och blå fyllda cirklar visar på lågpunkter där vatten kan ställa sig.

## 8 Föreslagen dagvattenhantering

Då Edsviken har dålig ekologisk status finns inget utrymme för försämring genom att tillföra en högre belastning av speciellt näringsämnen. Detta kan åtgärdas genom flödesreducerande åtgärder och/eller reningsanläggningar. Inom detaljplanen för Hekla 1 har båda föreslagits. Om de föreslagna åtgärderna implementeras kommer belastningen till Edsviken att minska.

För att reducera avrinningen från husen kommer hus 2 och 3 till stor del bestå av sedum (ca 70 %). Sedumen gör att den årliga avrinningen från taken blir mindre (avrinningskoefficient för sedum  $\phi=0.31$  vid små regn) och därmed minskar den årliga belastningen till recipient. Vid regn med längre återkomsttid blir sedumtaken dock mättade ganska fort och reduktionen av flödet blir mycket mindre (avrinningskoefficient för sedum  $\phi=0.7$  vid regn med längre återkomsttid).

I lokalgatorna som inom detaljplanen föreslås att trädrader anläggs i skelettjord så att dagvatten från gator och gångbanor kan ledas till träden för fördröjning och rening. Funktion av skelettjordar beskrivs i avsnitt 9.

De hårdgjorda ytorna samt parkeringarna framför hus 4 och 5 föreslås också ledas till träd i skelettjord alternativt nedsänkta växtbäddar. Då kan ytterligare reduktion av föroreningsbelastningen ske. Dock behöver höjdsättningen av dessa ytor ses över samt placeringen av växtbäddar/träd i skelettjord.

För att flödena inte ska öka från detaljplanen vid ett klimatkompenserat 10-årsregn behöver fördröjning ske inom detaljplanen. Sammanlagt behöver 100 m<sup>3</sup> fördröjas varav 60 m<sup>3</sup> på kvartersmark och 40 m<sup>3</sup> på allmän platsmark.

På allmän platsmark kan fördröjning av dagvatten ske i skelettjorden för träden. Skelettjord har en porositet på ca 30 % vilket innebär att för att kunna rena och fördröja den volym som bildas extra på lokalgatorna så krävs minst en volym på ca 120 m<sup>3</sup> skelettjord. Varje träd beräknas behöva 15 m<sup>3</sup> skelettjord, vilket i detta fall innebär att minst 8 träd i skelettjord bör planteras längs med lokalgatorna.

Kvartersmarken inom detaljplanen ska fördröja resterande 60 m<sup>3</sup> varav 10 m<sup>3</sup> i lokalgatan utanför hus 3 och resterande volym (50 m<sup>3</sup>) i parkeringen framför hus 4. Dagvattnet kan fördröjas och infiltreras i underjordiska kassettmagasin, som utgörs av volymseffektiva plastbackar med en lagringskapacitet på 95 %. För den totala volymen som ska fördröjas vid hus 4 och 5 på 50 m<sup>3</sup>, behövs därför kassettmagasin med en total volym på 55 m<sup>3</sup>. Vid hus 3 behövs ett kassettmagasin med kapaciteten 11 m<sup>3</sup>.





**Figur 12** Beskrivning av dagvattenhantering i figur samt läge.

## 9 LOD på kvartersmark

Syftet med LOD är att reducera flöden, vattenvolymer och föroreningar så nära källan som möjligt. Att kombinera flera olika åtgärder är ett hållbart sätt att hantera dagvatten som kommer att ge god reduktion av både föroreningshalter och vattenmängder. Till fördelar med gröna LOD-lösningar hör:

- Minskade toppflöden och minskad översvämningsrisk
- Reduktion av årsavrinningen
- Förbättrad vattenkvalitet - fastläggning av föroreningar i jord och upptag i växter
- Minskad andel hårdgjord yta - asfalt ersätts med växtbegrädd mark som minskar avrinningen
- Estetiska värden och en trivsammare närmiljö
- Biologisk mångfald
- Förbättrad luftkvalitet - CO<sub>2</sub> upptag och partikelreduktion
- Växter mår bättre av ökad vattentillförsel - minskat bevattningsbehov
- Bullerdämpning
- Kan utnyttjas i pedagogiska sammanhang
- Synliggörande av dagvatten och vattenprocesserna bidrar till ökad acceptans
- Ökat ekonomiskt värde (på fastigheter med grönska)

### 9.1 Kassettmagasin

Kassetterna är stapelbara och kan monteras i flera lager. En ytterligare fördel är att de lätt kan inspekteras och rensas vid behov samt har en hög belastningshållfasthet vilket innebär att de är körbara. Kassetterna bör anläggas med minst 0,8 meters täckning och avståndet mellan underkant dagvattenkassett och högsta grundvattenyta behöver vara minst 1 m. Vid behov kan magasinet anläggas under grundvattenytan, men behöver då utformas som en tät anläggning och med tillräcklig täckning som motverkar bottenuppträckning. Kassettmagasinet avstånd till byggnad bör vara minst 5 m. Om avståndet är mindre kan anläggningen utformas med tätskikt mot huset alternativt görs hela anläggningen tät. För exempel på dagvattenkassetter, se Figur 13.



**Figur 13.** Exempel på dagvattenkassetter.

## 9.2 Trädrad med skelettjord

Gatudagvattnet kan avledas till trädrader med skelettjord. Träd med skelettjordar kan användas i syfte att fördröja och rena dagvatten från GC-vägar, gator och parkeringsytor innan avledning. Skelettjordar bidrar till såväl fördröjning som infiltration och växtupptag av vatten. Utöver fördröjning sker även viss rening av dagvattnet genom fastläggning och nedbrytning av bland annat partiklar, kväveföreningar och olja. Hårdgjorda ytor avvattnas till uppsamlingsbrunnar med sandfång som sedan fördelar vattnet ut i ett så kallat luftigt bärlager varpå vattnet sipprar ner i själva skelettjorden. Alternativet är att vattnet fördelas via dränledning eller perkolationsbrunnar. Om trädraden är nedsänkt från marknivå kan vattnet även ledas in ytligt via släpp i kantsten eller ytlig bevattningsbrunn. Då dagvattnet inte kan eller får infiltrera till omkringliggande mark bör anläggningen göras tät med dränledning i botten. Vid anläggande av skelettjord fordras även bräddlösning för avledning till tät dagvattenledning vid stora regn.



**Figur 14.** Trädrad med skelettjord Hammarby Sjöstad t.v. Trädrad Norra Djurgårdsstaden t.h.

### 9.3 Gröna tak

Gröna tak består ofta av moss- och sedumarter där mossor har visat sig vara extra effektiva på grund av sin stora bladytan och förmåga att ta upp vatten och föroreningar via bladen. Det är viktigt att de gröna taken sköts och underhålls, att konstruktionen anpassas för den extra tyngden och att tätningen och dräneringen utförs på ett korrekt sätt. Avrinningskoefficienten skiljer sig för de olika typerna av gröna tak beroende på substrattjocklek. Ett tjockare substratlager kan hålla och fördröja en större mängd vatten än ett tunt innan det blir mättat. Följande avrinningskoefficienter för olika substrattjocklekar har tagits fram från ett 15 min regn som genererar 300 l/s, ha, vilket kan översättas till ett svenskt 50-årsregn<sup>2</sup>. I utredningen har dock ett 10-årsregn analyserats och för dessa återkomsttider bör avrinningskoefficienterna för de gröna taken vara något lägre, vilket ger en marginal. I beräkningarna i denna utredning antas det att de gröna taken består av sedum 20-40mm om inget annat anges.

<sup>2</sup> Guidelines for the planning, execution, and upkeep of green roof, FLL, 2002  
<http://www.greenroofsouth.co.uk/FLL%20Guidelines.pdf>



**Tabell 7.** Avrinningskoefficienter och reduktion av dagvattenflöden för gröna tak med olika substrattjocklek.

Substratets tjocklek	Typ av substrat	Avrinningskoefficient vid en taklutning på 0-15°	Reduktion av dagvattenflöden jämfört med konventionellt tak
20-40mm	Sedum-mossa	0.70	20%
60-100mm	Sedum-mossa-säsongsväxter	0.50	45%
150-250mm	Gräsmatta-buskar	0.30	65%

Bild på grönt tak kan ses i Figur 15.



**Figur 15.** Exempel på grönt tak.

## 9.4 Genomsläpplig beläggning

Om det är möjligt är det rekommenderat att ersätta hårdgjorda ytor inom området med genomsläppliga beläggningar, exempelvis på parkeringarna, i syfte att öka infiltrationsmöjligheterna, se Figur 16. De genomsläppliga beläggningarna bör inte läggas i branta partier eftersom infiltrationen då oftast koncentreras till en mindre del av ytan med igensättning som följd. Till genomsläppliga beläggningar hör pelleplattor, markplattor, permeabel asfalt, stenmjöl, grus och smågatsten. Dessa beläggningar har ej inkluderats i beräkningarna.





**Figur 16.** Exempel på permeabla beläggningar i Stockholm och Oslo.

## 9.5 Höjdsättning för dag- och dränvatten från kvartersmark

Dagvattensystemet dimensioneras vanligtvis efter ett 10-årsregn i stadsmiljö. Vid större regn såsom 100-årsregn kommer dock ledningssystemets kapacitet att överstigas och dagvattnet kommer att behöva avrinna ytligt ut från området (lokala översvämningar i lågpunkter kommer sannolikt att bildas). Genom en genomtänkt höjdsättning där kvartersmark placeras högre än gaturummet och genom att undvika instängda områden kan gatorna användas som sekundära avvattningsvägar då ledningssystemet går fullt. Dränvatten måste också avledas på ett säkert sätt. Höjdsättningen av dagvattenanläggningarna är ett viktigt moment i dimensioneringen för att klara av att avvattna ett område både vid normala regntillfällen samt vid kraftiga regn.

## Bilaga 1

### Flödesberäkningar per delavrinningsområde

Dagvattenflöden före och efter ombyggnad för allmän platsmark och kvartersmark redovisas i Tabell 8 och Tabell 9. Observera att flödena före och efter exploatering för delavrinningsområdena A2, A3, K1, K2 och K3 inte är jämförbara då ytor övergår från kvartersmark till allmän platsmark och avrinningsområdena därmed förändras.

**Tabell 8.** Beräknade dimensionerande flöden före respektive efter ombyggnad för allmän platsmark.

Allmän platsmark	10-årsflöde före ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad, klimatkfaktor 1.25 (l/s)
A1	17	17	21
A2	27*	18	23
A3	-	91	114
A4	18	18	23
A5	36	36	46

\*Ej jämförbara värden med efter exploatering då delavrinningsområdenas areor skiljer sig åt i för stor grad.

Resultaten efter ombyggnad samt efter ombyggnad med åtgärder kan jämföras då de bygger på samma delavrinningsområden. Resultatet visar att sedumtaken bidrar till en reduktion av dagvattenflöden jämfört med situationen utan sedum och flödena utan klimatkfaktor minskar jämfört med före ombyggnad. Det klimatkompenserade dagvattenflödet från området blir dock högre efter ombyggnation jämfört med före ombyggnad även med sedumtak och ytterligare fördröjning erfordras.

**Tabell 9** Beräknade dimensionerande flöden före respektive efter ombyggnad för kvartersmark.

		Utan åtgärder		Med åtgärder	
Kvartersmark	10-årsflöde före ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad, klimatkfaktor 1.25 (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad (l/s)	10-årsflöde efter ombyggnad, klimatkfaktor 1.25 (l/s)
K1	41*	82	103	64	80
K2	119*	121	151	109	136
K3	255*	239	239	239	299

\*Ej jämförbara värden med efter exploatering då delavrinningsområdenas areor skiljer sig åt i för stor grad.

## Föroreningsberäkningar per delavrinningsområde

Föroreningsbelastningar före och efter ombyggnad samt efter ombyggnad med åtgärder för allmän platsmark och kvartersmark redovisas i Tabell 10, 11 och Tabell 12. Efter ombyggnad med åtgärder inkluderar sedumtak på hus 2a, 2b och 3 samt trädrader i lokalgator. Observera att föroreningsberäkningarna före och efter exploatering för delavrinningsområdena A2, A3, K1, K2 och K3 inte är jämförbara då ytor övergår från kvartersmark till allmän platsmark och avrinningsområdena därmed förändras. Däremot är den totala belastningen före ombyggnad, efter ombyggnad och efter ombyggnad med åtgärder korrekt då den bygger på hela detaljplanen.

**Tabell 10** Föroreningsbelastning (kg/år) före ombyggnation beräknad per delavrinningsområde samt totalt.

Ämne	K1 (Kg/år)	K2 (Kg/år)	K3 (Kg/år)	A1 (Kg/år)	A2 (Kg/år)	A3 (Kg/år)	A4 (Kg/år)	A5 (Kg/år)	Total (Kg/år)
P	0,77	0,98	1,8	0,05	0,1	-	0,07	0,15	<b>3,92</b>
N	4,9	6,1	12	0,9	2	-	1,3	2,6	<b>29,8</b>
Pb	0,09	0,12	0,22	0,002	0,003	-	0,002	0,003	<b>0,44</b>
Cu	0,09	0,12	0,22	0,005	0,017	-	0,012	0,02	<b>0,48</b>
Zn	0,43	0,55	1	0,012	0,03	-	0,02	0,04	<b>2,08</b>
Cd	0,003	0,004	0,007	0,0001	0,0002	-	0,0001	0,0003	<b>0,01</b>
Cr	0,04	0,05	0,09	0,001	0,006	-	0,004	0,008	<b>0,20</b>
Ni	0,02	0,03	0,05	0,001	0,004	-	0,002	0,005	<b>0,11</b>
Hg	0,0003	0,0004	0,0007	0,00001	0,00006	-	0,00004	0,00008	<b>0,002</b>
SS	310	390	730	13	51	-	34	68	<b>1596</b>
Oil	3,9	5	9,4	0,1	0,6	-	0,4	0,8	<b>20,2</b>
PAH	0,003	0,004	0,007	0	0,0001	-	0,00007	0,0001	<b>0,014</b>
BaP	0,0005	0,0006	0,0011	0	0,000008	-	0,000005	0,00001	<b>0,002</b>

**Tabell 11** Föroreningsbelastning (kg/år) efter ombyggnation beräknad per delavrinningsområde samt totalt.

Ämne	K1 (Kg/år)	K2 (Kg/år)	K3 (Kg/år)	A1 (Kg/år)	A2 (Kg/år)	A3 (Kg/år)	A4 (Kg/år)	A5 (Kg/år)	Total (Kg/år)
P	0,57	0,86	1,7	0,05	0,07	0,4	0,07	0,15	<b>3,87</b>
N	3,4	5,4	11	1	1,3	6,6	1,3	2,6	<b>32,6</b>
Pb	0,07	0,1	0,2	0,002	0,002	0,01	0,002	0,004	<b>0,39</b>
Cu	0,07	0,1	0,21	0,01	0,01	0,06	0,01	0,02	<b>0,49</b>
Zn	0,32	0,48	0,97	0,01	0,02	0,11	0,02	0,04	<b>1,97</b>
Cd	0,002	0,003	0,0061	0,0001	0,0001	0,0007	0,0001	0,0003	<b>0,01</b>
Cr	0,03	0,044	0,088	0,001	0,004	0,02	0,004	0,008	<b>0,20</b>
Ni	0,016	0,024	0,049	0,001	0,002	0,012	0,002	0,005	<b>0,11</b>
Hg	0,0002	0,0004	0,0007	0,00001	0,00004	0,0002	0,00004	0,00008	<b>0,002</b>
SS	230	340	680	13	34	170	34	68	<b>1569</b>
Oil	3	4,4	8,8	0,1	0,4	2	0,4	0,8	<b>19,9</b>
PAH	0,0023	0,0034	0,0067	0	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	<b>0,013</b>
BaP	0,0003	0,0005	0,001	0	0,000006	0,00003	0,000006	0,00001	<b>0,002</b>

**Tabell 12** Föroreningsbelastning (kg/år) efter ombyggnation med åtgärder beräknad per delavrinningsområde samt totalt.

Ämne	K1 (Kg/år)	K2 (Kg/år)	K3 (Kg/år)	A1 (Kg/år)	A2 (Kg/år)	A3 (Kg/år)	A4 (Kg/år)	A5 (Kg/år)	Total (Kg/år)
P	0,31	0,59	1,7	0,05	0,02	0,21	0,02	0,04	<b>2,94</b>
N	2,1	3,8	11	0,9	0,5	4,2	0,5	1	<b>24,0</b>
Pb	0,036	0,069	0,2	0,002	0,0003	0,005	0,0003	0,0006	<b>0,31</b>
Cu	0,037	0,071	0,21	0,005	0,001	0,028	0,001	0,002	<b>0,36</b>
Zn	0,18	0,33	1,0	0,01	0,002	0,05	0,002	0,003	<b>1,55</b>
Cd	0,001	0,002	0,006	0,0001	0,00001	0,0003	0,00001	0,00002	<b>0,01</b>
Cr	0,016	0,03	0,088	0,0012	0,0013	0,0119	0,0013	0,0027	<b>0,15</b>
Ni	0,009	0,02	0,05	0,001	0,0004	0,006	0,0004	0,0009	<b>0,08</b>
Hg	0,0001	0,0002	0,0007	0,00001	0,00001	0,0001	0,00001	0,00003	<b>0,001</b>
SS	120	230	680	13	3	77	3	6	<b>1132</b>
Oil	1,6	3	8,8	0,11	0,08	1,04	0,08	0,16	<b>14,9</b>
PAH	0,001	0,002	0,007	0	0,000004	0,0002	0,000004	0,000007	<b>0,010</b>
BaP	0,0002	0,0004	0,001	0	0,0000003	0,00001	0,0000003	0,0000006	<b>0,0015</b>