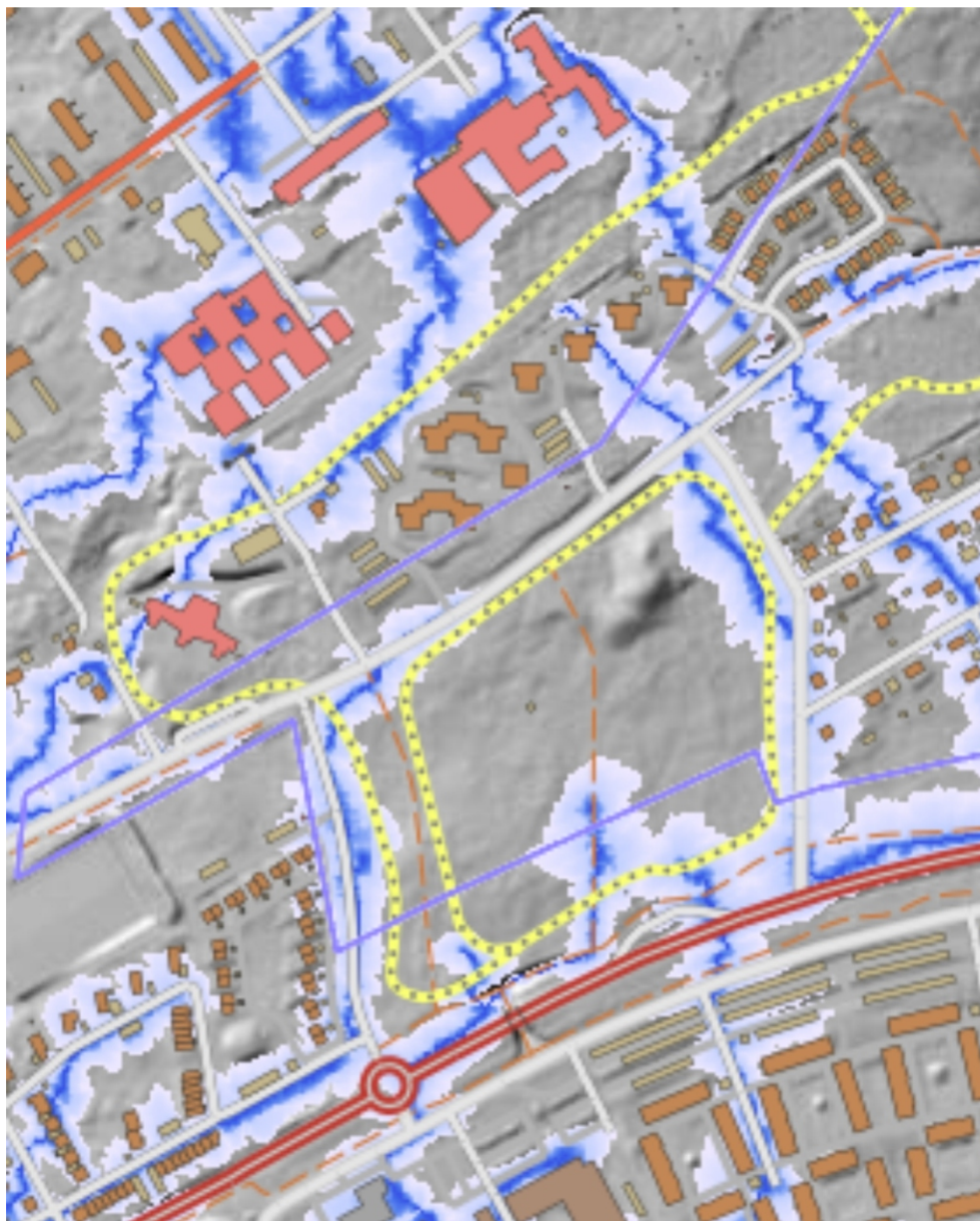


# Dagvattenplan för Remonthagen, Östersund



Skogsstyrelsens markfuktighetskarta. Det blå strecket utgör gräns för vattenskyddsområde.

2023-03-15

Ivar Sander

Stefan Bydén

# Dagvattenplan för Remonthagen, Östersund

Konsult:

## **Melica**

Fiskhamnsgatan 10

44133 Göteborg

Telefon 031-85 71 00

Organisationsnummer: 716444-4734

## **Medarbetare**

Stefan Bydén 0706 72 20 80

Ivar Sander 0704 38 86 88

## **Beställarens kontaktperson**

Saga Walldén, Planarkitekt

## **Underlag**

- Svenskt Vatten publikation P110, 2016
- Riktlinjer för dagvattenhantering, Östersunds kommun, 2020-10-20
- EG BASKARTA MED HÖJDKURVOR - MIXFÄRG Shape, 2022-12-13
- Markteknisk undersökningsrapport DP Remonthagen Sweco 2022-11-25
- Projekterings PM Geoteknik DP Remonthagen Sweco 2022-11-25
- MTU Remonthagen med avseende på förekomst av PFAS, petroleumkolväten och metaller. Norkonsult. 2023-01-27.

# Innehåll

|                                                    |           |                                     |    |
|----------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------|----|
| Sammanfattning                                     | 4         | B3                                  | 38 |
| Inledning                                          | 6         | B4                                  | 39 |
| Vattenområde                                       | 7         | Föroreningsmodellering Alternativ B | 40 |
| Markförhållanden                                   | 8         | Flödesvägar efter åtgärd            | 41 |
| Nederörd                                           | 9         | Modellering av flöden               | 42 |
| Vattenflöden                                       | 10        | Släckvatten                         | 44 |
| Hantering av dagvatten                             | 12        | Byggfasen                           | 44 |
| A. Behandling av allt vatten inom skissade området | 12        | Källor                              | 45 |
| B. Överflyttning av vatten österut                 | 12        |                                     |    |
| Behandlingslösningar                               | 13        |                                     |    |
| Rening                                             | 13        |                                     |    |
| Biofilter                                          | 13        |                                     |    |
| Skelettjord                                        | 15        |                                     |    |
| Kulvert                                            | 15        |                                     |    |
| Makadamdiken                                       | 16        |                                     |    |
| Dagvattenkassetter                                 | 17        |                                     |    |
| Filtermagasin                                      | 17        |                                     |    |
| Reningsdamm                                        | 18        |                                     |    |
| Alternativbeskrivningar                            | 20        |                                     |    |
| <b>Alternativ A</b>                                | <b>20</b> |                                     |    |
| Områdesbeskrivningar                               | 20        |                                     |    |
| A1                                                 | 20        |                                     |    |
| A2                                                 | 21        |                                     |    |
| A3                                                 | 22        |                                     |    |
| A4                                                 | 23        |                                     |    |
| A5                                                 | 24        |                                     |    |
| A6                                                 | 25        |                                     |    |
| Föroreningsmodellering Alternativ A                | 26        |                                     |    |
| <b>Alternativ B</b>                                | <b>27</b> |                                     |    |
| Fördröjning och överföring åt öster                | 27        |                                     |    |
| Översvämningsytorna                                | 29        |                                     |    |
| Alternativ överföring i kulvert                    | 32        |                                     |    |
| Områdesbeskrivningar                               | 36        |                                     |    |
| B1                                                 | 36        |                                     |    |
| B2                                                 | 37        |                                     |    |

## Sammanfattning

Denna dagvattenplan har två alternativ där vattnet antingen leds ner genom staden (A) eller att huvuddelen av vattnet leds österut mot Semsån (B).

Förutom det föreslagna planområdet så får dagvattenssystemet hantera ett in-flöde norrifrån, från befintlig bebyggelse.

Enligt StormTac har dagvattnet från området i dagsläget halter av fosfor, kväve, bly, zink, kadmium, slam, olja, BaP, TBT och arsenik över riktvärdet. Efter behandling i dagvattenssystemet ligger alla beräknade halter utom BaP och arsenik på en lägre nivå och under Östersunds förslag till riktvärden. BaP-halten ligger under gränsvärdet för dricksvatten och arsenikhalten ligger precis på riktvärdet för alternativ A men ligger under för alternativ B.

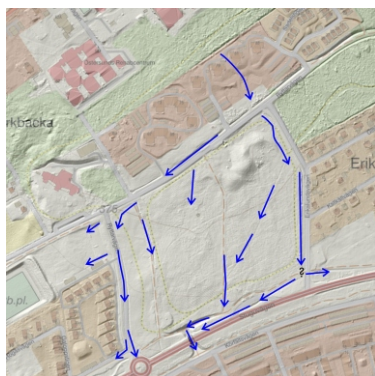
Marken innehåller metallhalter som överstiger gränsen för känslig markanvändning, KM. Moränlera har ofta halter av metaller som överstiger KM. Kombinationen moränlera och sluttning gör att infiltrationsmöjligheterna är mycket små.

Dämpningen och rening av dagvattnet sker med biofilter, skelettjord vid planterade träd, dagvattenkylvert med filter och makadamdiken samt eventuellt med damm. Med de föreslagna lösningarna minskar belastningen på recipienten jämfört med läget innan för bägge alternativen, mera för alternativ B.

Området ligger nära vattendelaren mellan direktavrinning till Storsjön och Rannåsbäcken. För att minska belastningen på stadens dagvattenssystem har planen en möjlig överföring av flöden österut mot Rannåsbäcken, alternativ B. Då kan man kraftigt minska högfölodena. I huvuddelen av området kan minst ett hundraårsregn dämpas. De riktigt höga flödena dämpas med översvåmningsmarker som används för regn som överstiger tvåårsregnet.

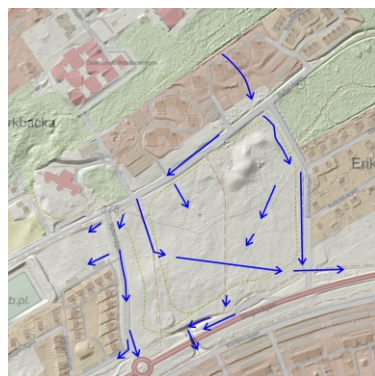
En damm på området kan bidra med rening av dagvattnet, hantering av släckvatten, flödesutjämning, tillgång till bevattningsvatten till odlingarna efter nödvändig rening, visuell glädje, vattenlekmöjlighet och habitat för groddjur.

Släckvatten hanteras i huvuddelen av området genom att utloppet i stora dammen i alternativ B eller lilla dammen i alternativ A stryps. Utloppet går via en munk med intag under vattenytan och därmed hindrar att flytande föroreningar lämnar dammen. Släckvatten från de södra två kvarteren kan hanteras på den fördröjningsyta eller damm som föreslås där. Även då behöver utloppet gå via en munk där utloppet kan stoppas. I det västra området får släckvattnet ledas ner i väggroppen under parkeringen vilken även fungerar som utjämningsmagasin och reningsmagasin för dagvattnet. Även här med stypbart utlopp. I dagvattenkylverterna och dagvattenkassetterna sätter man in stängbara utlopp.



Till vänster: Högföloesvägar före åtgård och efter alternativ A.

Till höger: Högföloesvägar efter alternativ B.



I alla områden finns kapacitet att kvarhålla mycket mer än de cirka 50 m<sup>3</sup> släckvatten som uppstår i 97% av bränderna.

## Inledning

Remonthagen ligger i en sydsluttning på ett gammalt militärövningsområde i Östersunds östra del. Området är planerat för bebyggelse i västra och norra delen medan den centrala och sydöstra delen ska kvarstå som öppen mark. Planarbete pågår.

### Riktlinjer för dagvattenhantering

Enligt Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (Östersunds kommun, 2020) gäller följande för nya detaljplaner inom kommunen:

- Öppna dagvattenlösningar ska prioriteras framför slutna lösningar. Detta för att skapa bättre rening, ökad kapacitet, översvämningsutjämning, bättre grundvattenbildning vid ökad infiltration samt bidra till ett grönare samhälle.
- Inom planområdet ska rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 gälla för fördröjning av dagvatten. Detta innebär att dagvattnet ska fördröjas motsvarande 10-årsregn för gles bostadsbebyggelse, 20-årsregn för tät bostadsbebyggelse och 30-årsregn för centrum- och affärsområden.
- Inom varje fastighet ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas.
- Den fysiska planeringen ska genomföras så att ny bebyggelse och nya anläggningar ej påverkar omkringliggande bebyggelse, infrastruktur och markområden negativt vid normala eller kraftiga regnhändelser (100-årsregn).
- En klimatfaktor på 1,25 ska användas vid samtliga regnscenarier för att ta hänsyn till framtida regnhändelser.
- Vid genomförande av detaljplaner ska dagvattnet minst renas ner till befintlig situation inom planområdet idag.
- Hänsyn ska tas till platsspecifika förutsättningar i samtliga riktlinjer ovan.

### Översiktsplan 2040

Följande ställningstaganden gällande dagvatten finns i kommunens översiktsplan för år 2040 (Östersunds kommun, 2014):

- När kommunalt avloppsvatten och dagvatten är renat och släpps till sjöar och vattendrag ska det vara så rent så att recipienten kan nå god ekologisk och kemisk status enligt EU:s vattendirektiv.
- Klimatförändringarna innebär ökad dagvattenmängd. Detta behöver man ta om hand i öppna system och fördröjande lösningar.
- Man ska eftersträva att minska andelen hårdgjorda ytor i tät bebyggelse.
- Alla nya eller reviderade detaljplaner ska säkerställa att det finns tillräckligt med grönytor (naturliga eller skapade) för ett lokalt omhändertagande av dagvatten. Det gäller både kvartersmark och allmän plats.
- Ansvaret för dagvattenhanteringen delas av fastighetsägare och Miljö- och samhällsnämnden.

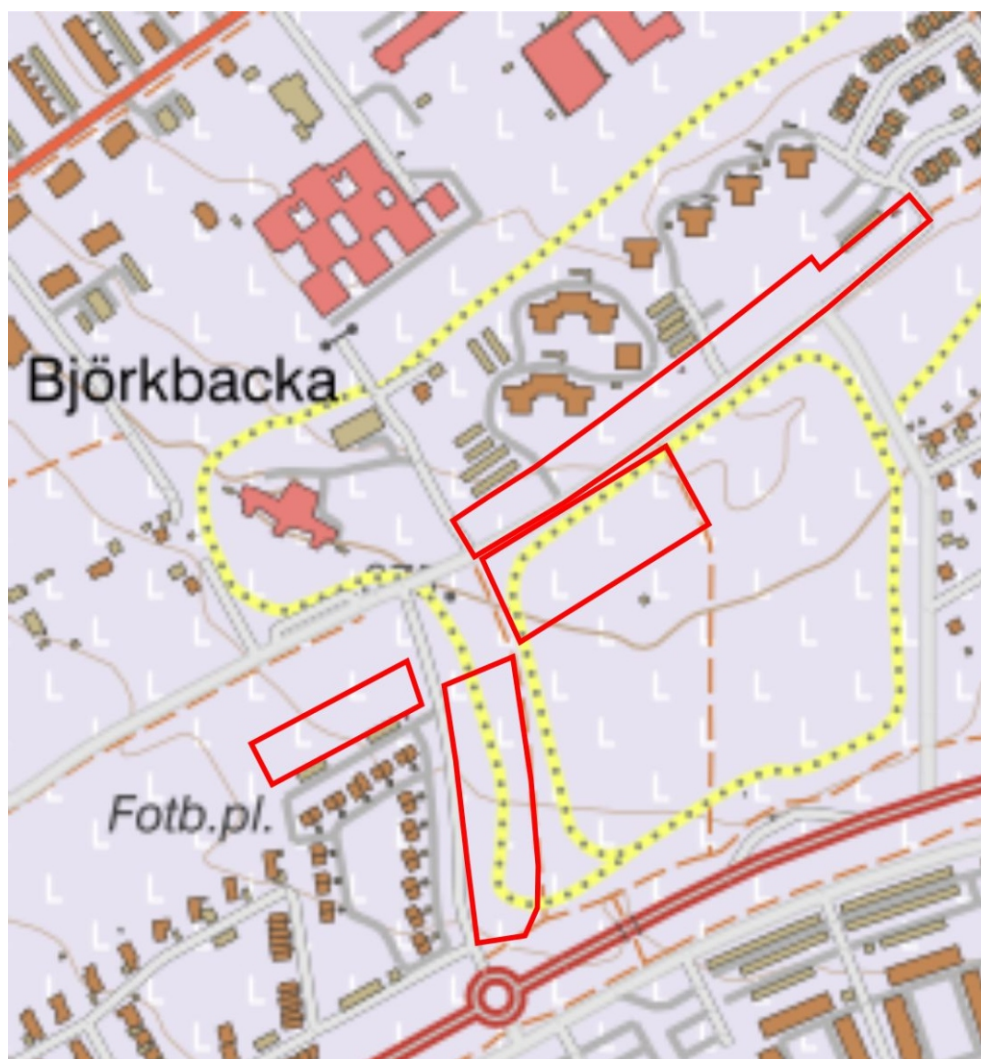
### Vattenplan för storsjön

- Följande ställningstaganden gällande dagvatten finns i Länsstyrelsens Vattenplan för Storsjön (Länsstyrelsen, 2016):

- Vid planering och lovhantering ska för hållbart omhändertagande av dagvatten 100-årsregn vara dimensionerande.
- Både i befintliga miljöer och vid ny exploatering ska möjlighet för kontrollerad ytavrinning och ett hållbart omhändertagande av dagvatten skapas.
- Den fysiska planeringen ska samverka till att skapa sammanhängande stråk för öppen dagvattenhantering och koppla samman dessa med planeringen av gröna strukturer (mångfunktionella ytor).
- Kommunerna bör sträva efter att rena förorenat dagvatten innan det släpps ut till känslig recipient.
- Identifiera och avsätta lämpliga markområden där dagvattensystemet tillfälligt kan bräddas vid översvämningar.

## Vattenområde

Området avrinner idag västerut ner genom staden in i vattenskyddsområdet för vattentäkten i Storsjön. Större delen av det tänkta planområdet ligger ändå utanför vattenskyddsområdet. Skyddsområdets gränser finns på omslagssidan.



Geologisk karta över Remonhagen. Bebyggelseområden är inlagda med rött.

Huvudsakliga flödesriktningen går mot söder ner till Stuguvägen där det leds mot sydvästra hörnet av området. Ett delområde i väster avrinner direkt mot väster utan att gå direkt ner mot Stuguvägen. All avrinning åt väster går i dagvattenkultvertar ner mot Storsjön.

Som på många ställen uppnås inte god kemisk ytvattenstatus i Storsjön. Det är bromerad difenyleter och kvicksilver som överskrider i hela landet och dessutom antracen, bly, fluoranten, benso(a)pyren, benso(g,h,i)perulen, PFOS och tributyltenn. Av dessa ämnen hör PAHerna antracen och fluoranten, benso(a)pyren, benso(g,h,i)perulen liksom bly i huvudsak till bilismens påverkan. Tributyltenn kommer i huvudsak från förbjudna och i sötvatten helt onödiga båtbottnfärger. Den ämnesgrupp som borde uppmärksammas här är olika PFAS som PFOS.

Rannåsbäcken, VISS-nummer 70092461443763, uppnår ej god kemisk status för bromerad difenyleter och kvicksilver samt PFOS – Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater.

## Markförhållanden

Hela området täcks av moränlera eller lerig morän. Jorddjupet är mellan 5 och 10 meter utom i öster där det är 3 till 5 meter. Moränleran är en tät jordart med låg flödeshastighet för grundvatten. Porositeten här är nästan helt knuten till de översta decimetrarna av markprofilen. Huvuddelen av avrinningen går därför som markvattenflöde i grässvålen. Då området har en jämn och bra lutning så fungerar denna avvattning bra utan att det blir stående vatten inom området.

## Markmiljöundersökning

En markmiljöundersökning har gjorts på nio platser inom planområdet med analyser på olika djup. Halter som överstiger gränsen för KM har hittats i nio prov. De ämnen som överstiger riktvärdet är metallerna arsenik, kobolt, nickel, kadmium och bly samt PFOS i en punkt.

Vilken halt i avrinnande vatten som dessa metallhalter ger finns det inte underlag för att anta, inga sådana mätningar har gjorts och StormTacs föroreningsbelastning utgår från generella medelvärden för allmänna svenska förhållanden.

### Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

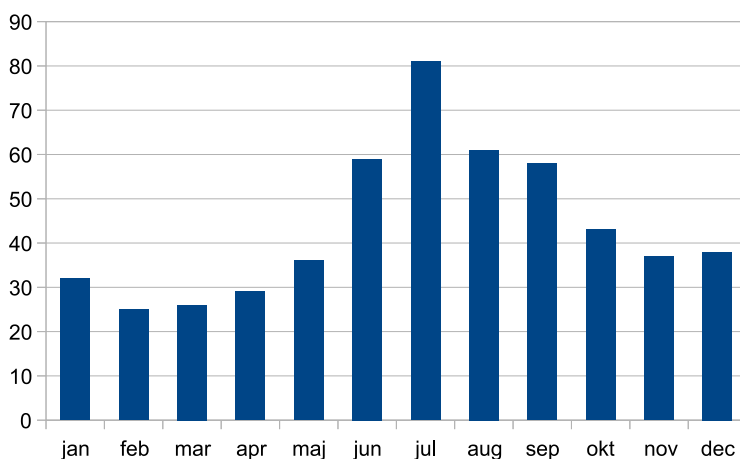
|               | P   | N    | Pb  | Cu | Zn | Cd    | Cr  | Ni  | Hg    | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO | Benz | PBDE 47 | PBDE 99 | PBDE 209 | TBT     | As  | TOC   |
|---------------|-----|------|-----|----|----|-------|-----|-----|-------|-------|-----|---------|--------|------|------|---------|---------|----------|---------|-----|-------|
| Hela utr.omr. | 190 | 1700 | 12  | 19 | 71 | 0.58  | 6.3 | 6.4 | 0.029 | 61000 | 750 | 0.050   | 0.0081 | 0.11 | 0.22 | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00035 | 2.5 | 12000 |
| Total         | 190 | 1700 | 12  | 19 | 71 | 0.58  | 6.3 | 6.4 | 0.029 | 61000 | 750 | 0.050   | 0.0081 | 0.11 | 0.22 | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00035 | 2.5 | 12000 |
| Riktvärde     | 70  | 1300 | 5.0 | 20 | 60 | 0.080 | 8.0 | 15  | 0.070 | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |      | 1.0  |         |         |          | 0.00020 | 1.0 | 12000 |

Föroreningshalter i avrinningen från området före exploatering enligt StormTac.

## Nederörd

Årsnederbörden i Östersund är låg, endast 525 mm. Den är lägst på senvintern och högst i juli.

Medelnederbörd



Nederbörden i Östersund i mm. Från mittresvader.se.

För dagvattenhanteringen är det inte den normala nederbörden som är dimensionerande. I nederbördsmätningar på Frösön har det sedan 1944 varit tre regndygn med en nederbörd över 50 mm. Det skulle då motsvara en återkomsttid på 25 år. Genom uppvärmningen av vår planet får man räkna med mera extrema väder och man brukar lägga på en marginal på 25 procent. Då kan man räkna med en dimensionerande dygnsnederbörd om 70 mm.

|            | Högsta<br>dygnsnederbörd<br>sedan 1944 |    | Marginal<br>25% |    |
|------------|----------------------------------------|----|-----------------|----|
| 2000-07-19 | 53,6                                   | mm | 67,0            | mm |
| 1981-08-13 | 52,6                                   | mm | 65,8            | mm |
| 1980-07-09 | 50,2                                   | mm | 62,8            | mm |

De tre högsta dygnsnederbördena på SMHIs mätstation på Frösön och samma mängder om man lägger på en marginal om 25 procent.

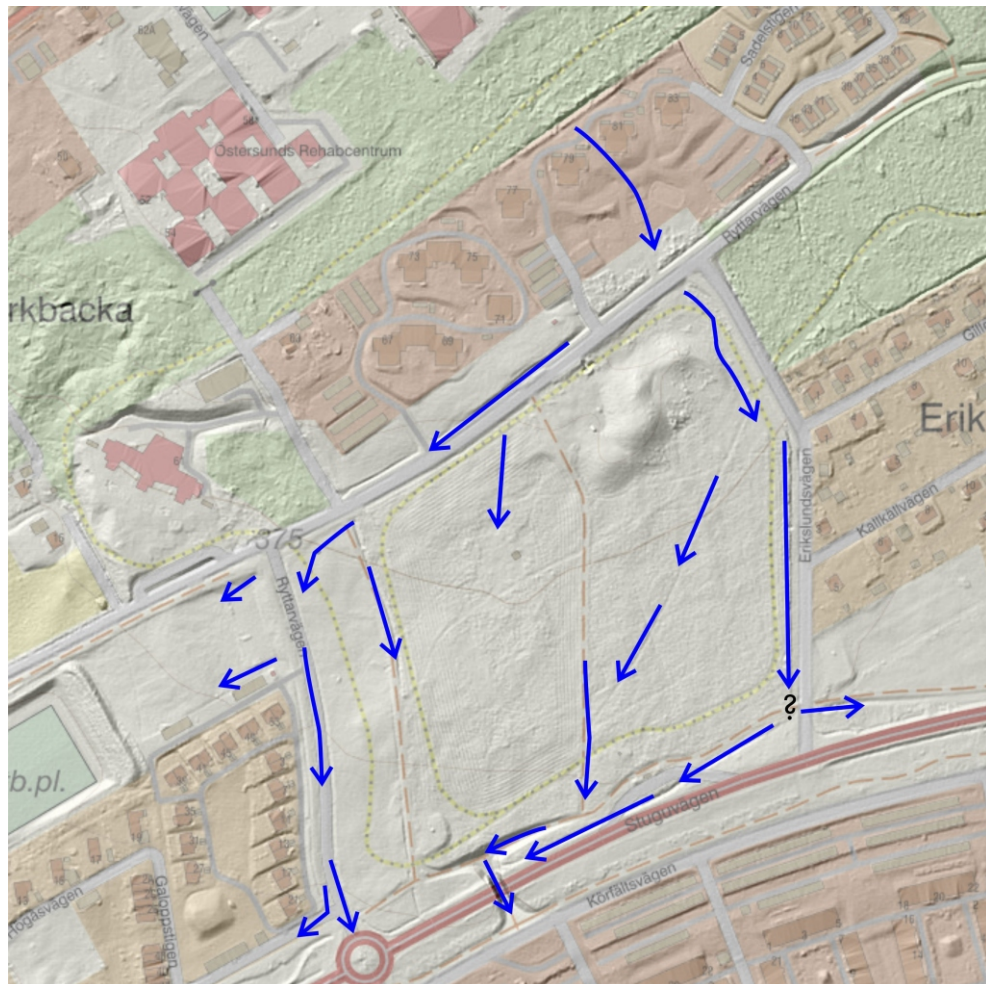
För dagvattenledning är också korta intensiva regn av intresse, regn runt 10 minuter. Då kan regnmängden handla om 15 mm en gång per tio år. Tabeller över olika regnintensiteter finns i Svenskt Vattens publikation P110, dock ej för Östersund.

Rent statistiskt har det på SMHIs mätstationer förekommit ett dygnsregn över 100 mm en gång per tusen mätår. Ett sådant regn bör ha längre återkomsttid i normalt nederbördsfattiga områden som Storsjöbygden.

## Vattenflöden

En viktig fråga för dagvattenssystemen är hanteringen av höga flöden. Ett dagvattenssystem bör kunna hantera minst 70 mm/dygn och om inte kostnaderna blir för höga, 100 mm/dygn. Kostnaderna får i sådana här fall relateras till kostnaderna för de skador som kan uppstå. Vi föreslår nedan att flödena förs över mot öster bland annat för att skadekostnaderna utanför området inte ska bli lika stora från ett sådant regn som om det ska passera stadens bebyggelse på vägen till Storsjön.

Ett regn kan infiltrera effektivt på gräsytor och bättre på grusytor än på asfalt. En gräsvål kan svälja 50–100 mm regn om den är väletablerad. Om marken lutar kommer detta vatten att rinna ganska snabbt neråt längs sluttningen. Däremot kommer det inte att sjunka ner så snabbt till grundvattnet. Jordarten här är moränlera vilken är relativt tät. Det betyder att flacka områden kan bli sumpiga om inte de dräneras. Och om markvattenflödet går upp på ytan så kan flödena bli så höga att de orsakar erosion.



Flödesvägar för högflöden genom området före åtgärder.

**Flöden 2-årsregn**

|                                                            |                         | <b>Hela<br/>utr.omr.</b> | <b>Tot</b>   |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Tot. avrinning. årsmedel (basflöde +<br/>avrinning)</b> | <b>m<sup>3</sup>/år</b> | <b>24000</b>             | <b>24000</b> |
| <b>Tot. avrinning. årsmedel (basflöde +<br/>avrinning)</b> | <b>l/s</b>              | <b>0.77</b>              |              |
| <b>Medelavrinning</b>                                      | <b>l/s</b>              | <b>9.5</b>               |              |
| <b>Dim. flöde</b>                                          | <b>l/s</b>              | <b>130</b>               |              |

**Flöden 20-årsregn**

|                                                            |                         | <b>Hela<br/>utr.omr.</b> | <b>Tot</b>   |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Tot. avrinning. årsmedel (basflöde +<br/>avrinning)</b> | <b>m<sup>3</sup>/år</b> | <b>24000</b>             | <b>24000</b> |
| <b>Tot. avrinning. årsmedel (basflöde +<br/>avrinning)</b> | <b>l/s</b>              | <b>0.77</b>              |              |
| <b>Medelavrinning</b>                                      | <b>l/s</b>              | <b>9.5</b>               |              |
| <b>Dim. flöde</b>                                          | <b>l/s</b>              | <b>260</b>               |              |

Dimensionerande flöden före exploatering för 2-årsregn och 20-årsregn.

# Hantering av dagvatten

Denna dagvattenplan har två alternativ där vattnet antingen leds ner genom staden (A) eller att huvuddelen av vattnet leds österut mot Semsån (B).

## A. Vattnet leds ner genom staden

Gemensamt för alla delområdena är att lokal rening och viss fördröjning i första hand löses med skelettjord vid de träd som planteras och med biobäddar inne på kvartersgårdarna. Dessa alternativ är inte ensamma tillräckliga för att uppfylla kraven att kvarhålla ett 20-årsregn. Biobäddarna klarar ett tvåårsregn i den husnära miljön. Längs Ryttnarvägen får skelettjorden kompletteras med andra lösningar för att klara kvarhållningen av tvåårsregn. För att klara ett tjugoårsregn kompletteras dessa lösningar med makadamdiken, kulvertmagasin och dagvattenkassetter. Se områdesbeskrivningar på sidorna 17–22.

Skyfall kommer att få ledas ner till Stuguvägen och ner genom staden.

## B. Vatten överflyttas delvis österut

För att hantera vattenmängder över ett tvåårsregn går det att som alternativ till lösning inom planområdet leda vatten österut via Remonthagen. Här finns två möjliga lösningar:

- Reningsdamm, med dike efteråt för att flytta vatten österut och kvarhållning av extremflöden på översvämningssmarker.
- Överflyttning av vatten österut via kulvert och kvarhållning av extremflöden på översvämningssmarker.

Kvarhållningen av regn kraftigare än tvåårsregn löses främst med översvämningssmarker ute på hagmarken. Denna lösning kan då hantera ett hundraårsregn. Därvid minskar investeringarna för att ta hand om 20-årsregnet inom planområdet.

I det första alternativet kompletteras överföringen av vatten mot öst med en reningsdamm som även ger ökad biologisk mångfald och en vattenvy. Att leda över vatten via den dammen och ett dike gör att fallhöjden blir lägre än om man använder kulvert som i fall två. Då kan lite mer vatten överföras åt öster genom att överföringen kan börja längre ner på sluttningen.

Översvämningssmagasinen kan lätt dimensioneras så att de klarar regnmängderna i skyfall, mer än hundraårsregn.

Dessa alternativ beskrivs på sidan 24 och framåt.

# Behandlingslösningar

## Rening

Eftersom detta är ett bostadsområde så kommer den mesta föroreningen av dagvatten från bilarna. Det är partiklar från förbränt bränsle, smörjolja och gummi-rester från däckslitage som bidrar mest men även bromsskivor och katalysatorer kan bidra med tungmetaller. Inom inte allt för många år kan vi slippa det mesta av fossilrester och katalysatorer medan däckspartiklar och bromsrester kvarstår. En del föroreningar kommer också med luftnedfall och även där sker en minskning, mest från delen som kommer från bilismen.

Då en stor del av föroreningarna är partikelbundna sker reningen främst på två sätt; genom filtrering när dagvatten infiltrerar i marken och dels genom sedimentation i öppna dammar eller slutna magasin under jord. Då den obebyggda kvartermarken till stor del ska vara vegetationstäckt eller grusad så kan en stor del av reningen ske i det översta markskiktet.

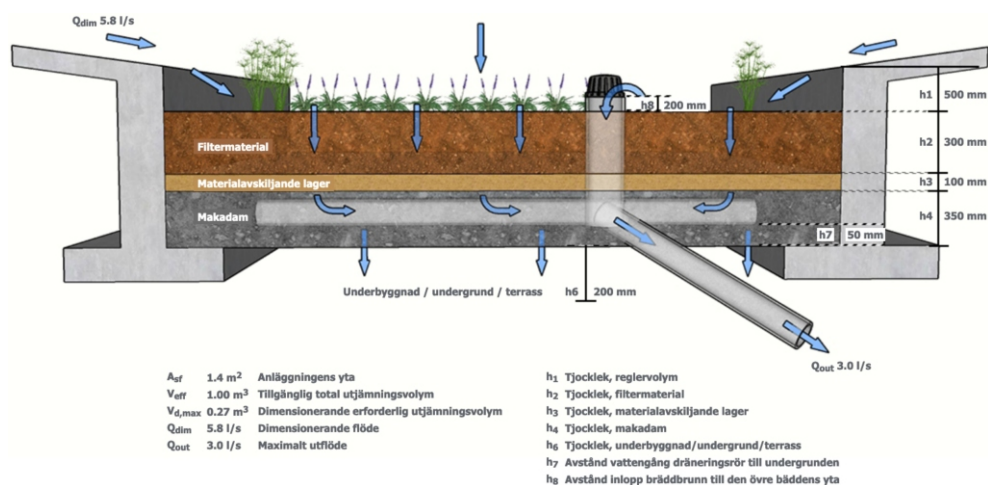
## Biofilter

Inne på gårdarna föreslår vi biofilter som kombinerad renings- och fördröjningsmetod. Dessa filter finns av lite olika utseende men ett exempel finns i figuren nedan. Det blir 1,4 m<sup>2</sup> biofilter per 100 m<sup>2</sup> takyta. I denna variant är materialhöjden totalt 750 mm och porvolymerna:

Filtermaterial: 0,25

Materialavskiljande lager: 0,25

Makadam: 0,4



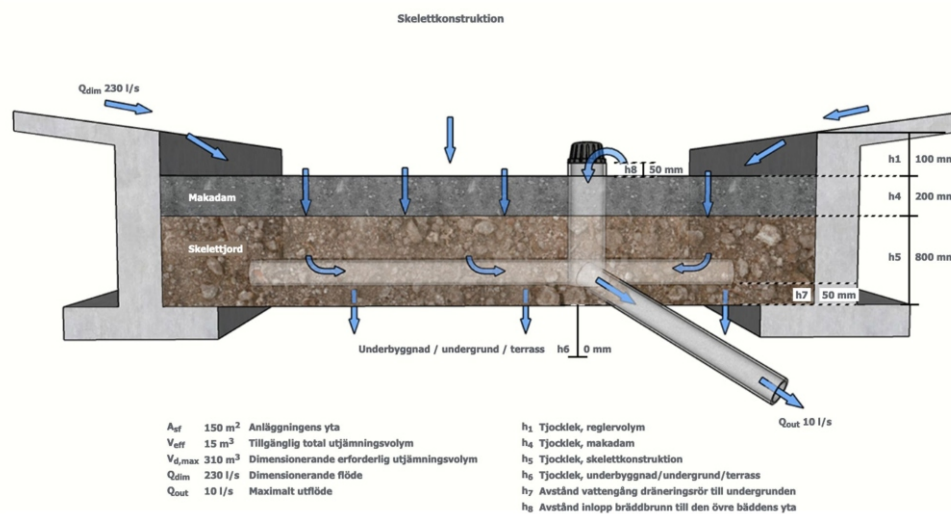
Exempel på ett biofilter. Från StormTac.



Exempel på biofiltrens platsbehov inne på gårdarna. Biofiltren är de små blå fyrkanterna på gårdarna i anslutning till husen.

## Skelettjord

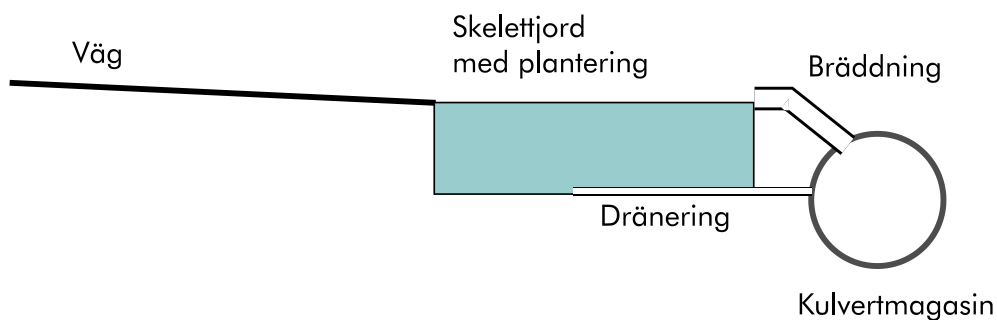
Längs vägen nedanför den norra gruppen dämpas och renas vattnet med skelettjord. Skelettjord är effektiv för rening och ska lämpligtvis användas där träd planteras. Vi räknar med 4 m<sup>2</sup> skelettjord per träd. Längs Ryttarvägen i norr ska cirka 70 träd planteras vilket motsvarar cirka 280 m<sup>2</sup>. Då skelettjorden inte har så stor fri volym klarar den inte magasinering av höga flöden, de 280 m<sup>2</sup> som ligger runt dessa träd motsvarar 28 procent av behovet. Skelettjordens reningsförmåga används mest för det mest förorenade vattnet som kommer först i ett regntillfälle "first flush".



Exempel på skelettjord. Från StormTac.

## Kulvert

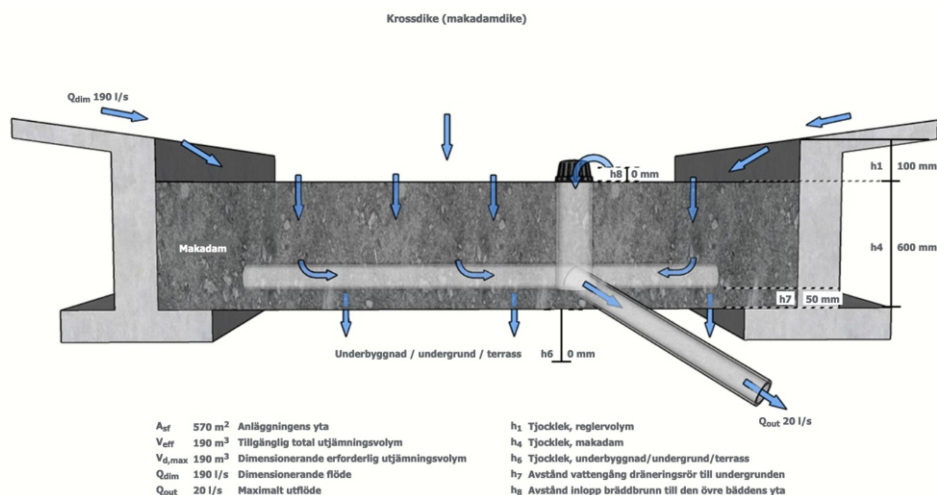
För att klara magasineringen bräddas skelettjorden till ett kulvertmagasin. Denna kulvert har sedan ett strypt utlopp.



Snitt för väg med skelettjord och kulvertmagasin.

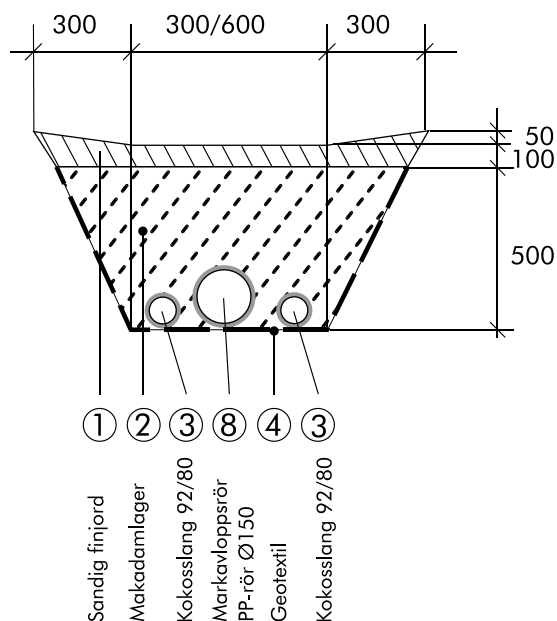
## Makadamdiken

I områden utan planteringar förs vatten bort fördröjt genom makadamdiken. Dessa är lämpligare där lutningen är större och det inte finns trädplanteringar. I botten på makadamdiket ligger dränslangar. I början av sträckan räcker det med en dränledning som efter ett tag dubblas. När flödesbehovet ökar lägger man in en tät ledning. Se figuren nedan som har två dränledningar och en tät ledning.



Exempel på makadamdike i stadsmark. Från StormTac.

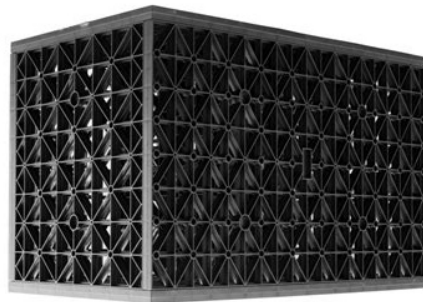
### Typsektion: Makadamdike, brant läge



Exempel på makadamdike i parkmark. Från Sankt Hans deponi i Lund. Makadamdiken leder bort och fördröjer bortledning.

## Dagvattenkassetter

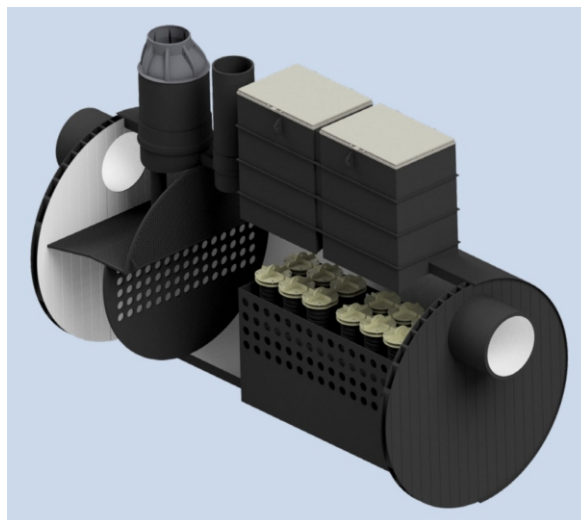
Dagvattenkassetter är moduler i plast som läggs ner under jord. De kan läggas flera i längd, bredd och höjd tills man får tillräcklig magasineringsvolym. De har stor fri volym, ca 95% vilket gör att de är effektiva för högflödeslagring. Kassetterna omges av geotextil som förhindrar att jordpartiklar rinner in i magasinet. De har begränsad reningsförmåga.



En vanlig dagvattenkassett.

## Filtermagasin

Ett filtermagasin kan placeras efter kulvertmagasinen för att skapa tillräcklig rening. Filtret nedan från Uponor finns för flöden från 8 till 450 l/s som funktionsflöde.



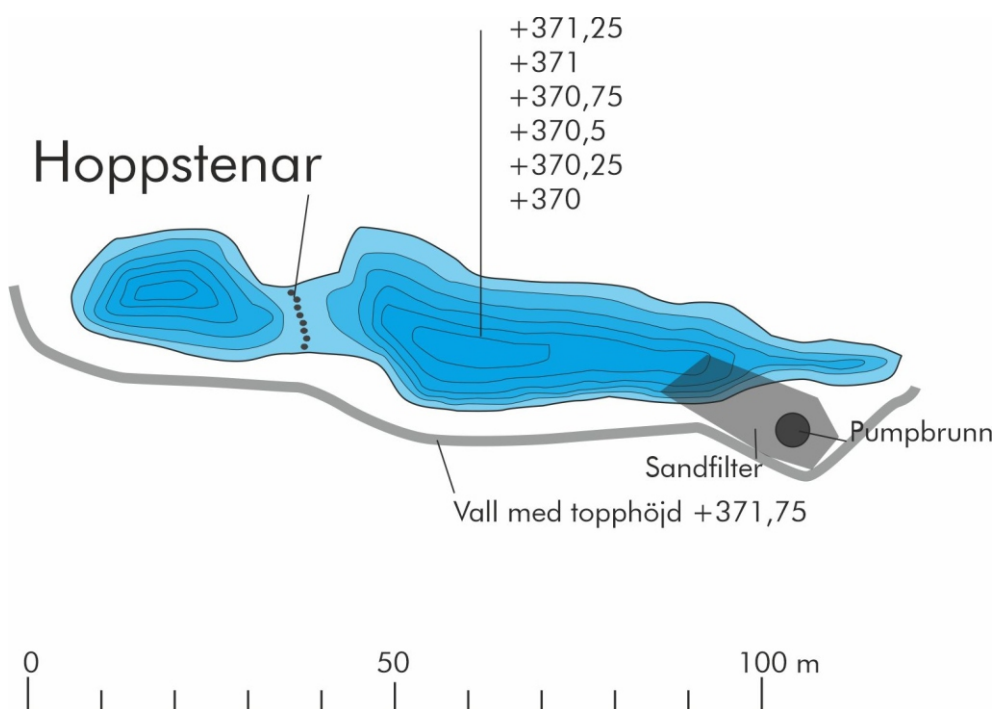
Ett filtermagasin från Uponor.

## Reningsdamm

En dagvattendamm har oftast fler funktioner. Den har en god reningsfunktion som mest behövs för det vatten som kommer från bilytor. Dammen har även en regleringshöjd som utjämnar flödet nedströms. Tillgången till regleringsvolym ger också möjlighet att ta hand om släckvatten. Genom den öppna vattenytan kommer också dammen att bidra till den biologiska mångfalden i området. Öppet vatten är också estetiskt tilltalande och lockar till lek. Lekanvändningen förstärks av de hoppstenar som läggs på den grundare mittdelen av dammen. Grundzonen är egentligen till för att öka reningen i dammen. Vatten i en damm ska också kunna användas för bevattning av odlingarna. Detta vatten renas ytterligare genom att det får passera ett sandfilter innan det pumpas upp till odlingarna.

Vi har förslag på två dammar. Efter den övre reningsdammen leds vattnet i ett dike österut genom den sänka där den största översvämningsmarken ligger. Efter den nedre leds vattnet ner till dagvattennätet och mot Storsjön.

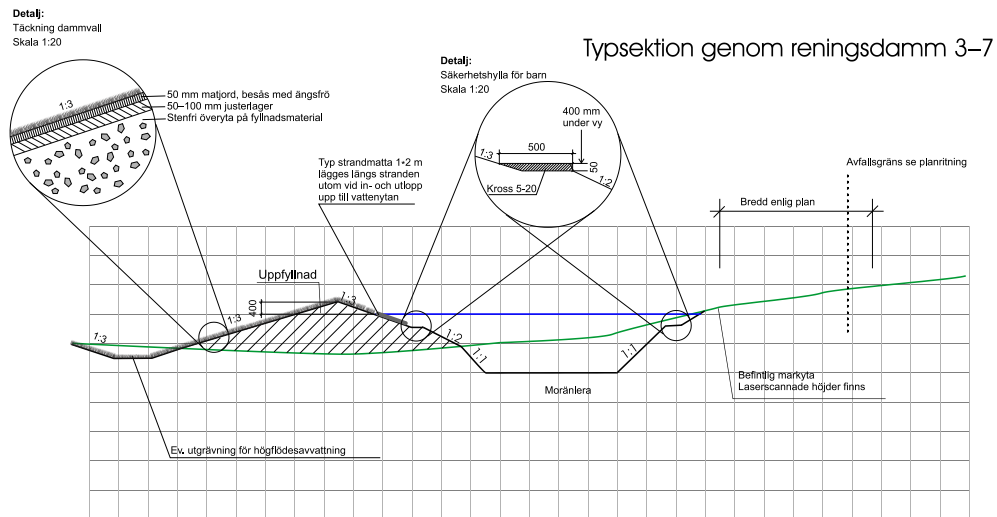
Den potentiella evaporationen i Östersund är 120 mm under maj till juni. Avdunstningen från en vattenyta är högre, ca 200 mm per månad. En damm på 1 000 m<sup>2</sup> skulle då förlora 600 m<sup>3</sup> under dessa månader. Det motsvarar 4,5 mm avrinning från det område som avrinner till dammen. Eller 45 mm nederbörd på 10 % hårdgjord yta inom området. Medelnederbörden för dessa tre månader är 175 mm i Östersund.



Reningsdammen med höjsättning.

## Dammsäkerhet

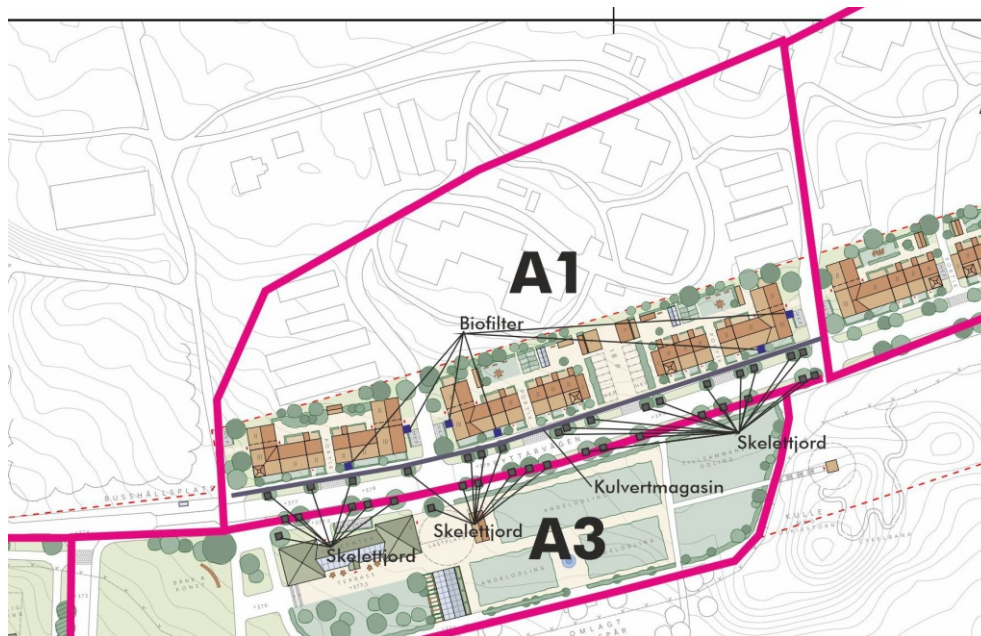
För att göra dammar säkrare för små barn är det lämpligt att lägga en säkerhetshylla några decimeter under markytan. Hyllan ska vara plan och ha grovt material som inte är halt. Staket är ingen bra lösning då det lätt blir öppningar som små barn tar sig igenom men som kan hindra vuxna.



Damm med säkerhetshyllor. Från Sankt Hans deponi, Lund.

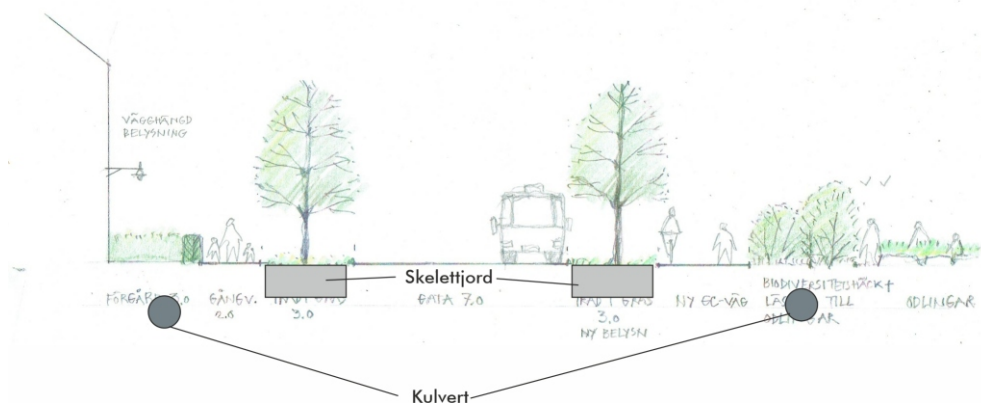
# Alternativbeskrivningar

## Områdesbeskrivningar Alternativ A

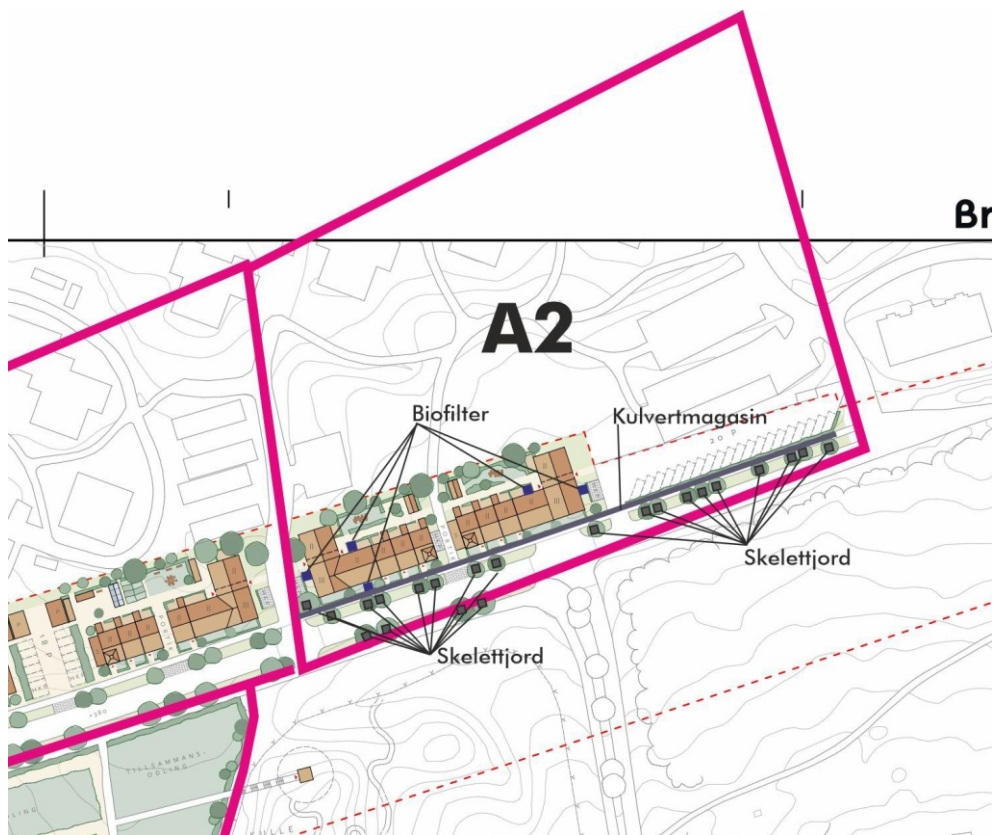


### A1

A1 är den västra delen av området norr om Ryttnarvägen. Omhändertagandet av dagvatten består här av biofilter som tar en del av takvattnet och skelettjord kring de planterade träderna som tar det mesta av reningen. Skelettjorden breddar sedan till ett kulvertmagasin som fördröjer utflödet. För att klara magasineringen av ett tvåårsregn behöver kulverten ta  $110 \text{ m}^3$  och för ett 20-årsregn krävs en volym om  $300 \text{ m}^3$ . En dagvattenkulvert med 200 m längd behöver ha tvärsnittet  $\varnothing 850 \text{ mm}$  för ett tvåårsregn och  $\varnothing 1400 \text{ mm}$  för ett 20-årsregn. Från kulvertmagasinet leds vattnet i makadamdiken till utloppet ur området vid Stuguvägen. Utflöde i öppna diken skulle lätt orsaka erosion i den lutande terrängen.



Sektion vid Ryttnarvägen där dagvattenkulvertarna placeras på kvartersmark.

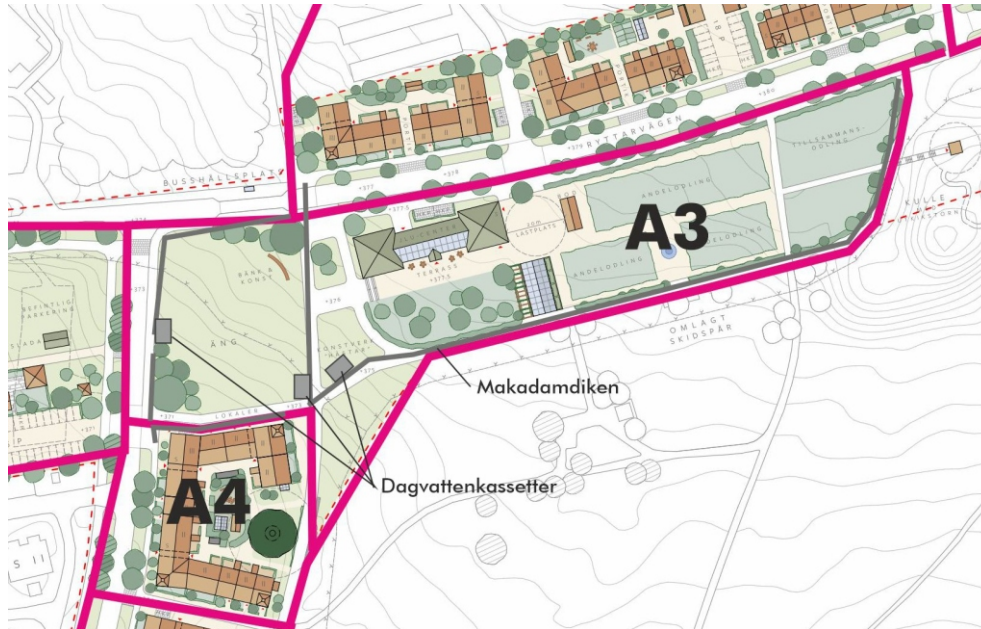


## A2

A2 är den östra delen av området norr om Ryttnarvägen. Omhändertagandet av dagvatten består här av biofilter som tar en del av takvattnet och skelettjord kring de planterade träden som tar det mesta av reningen. Skelettjorden breddar sedan till ett kulvertmagasin som fördröjer utflödet. För att klara magasineringen av ett tvåårsregn behöver kulverten ta  $110 \text{ m}^3$  och för ett 20-årsregn krävs en volym om  $320 \text{ m}^3$ . En dagvattenkulvert med 170 m längd behöver ha tvärsnittet  $\text{Ø}900 \text{ mm}$  för ett tvåårsregn och  $\text{Ø}1600 \text{ mm}$  för ett 20-årsregn.

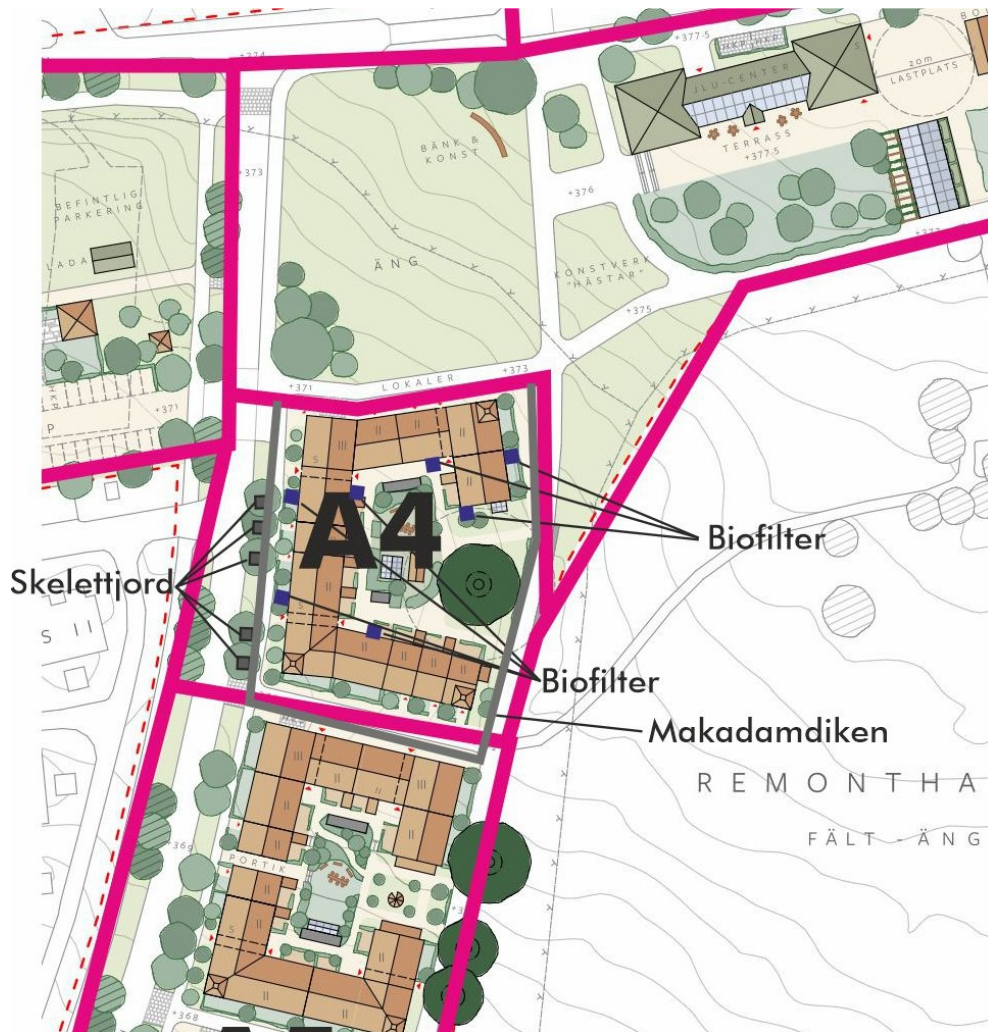
Se även sektion på sid 19.

## A3

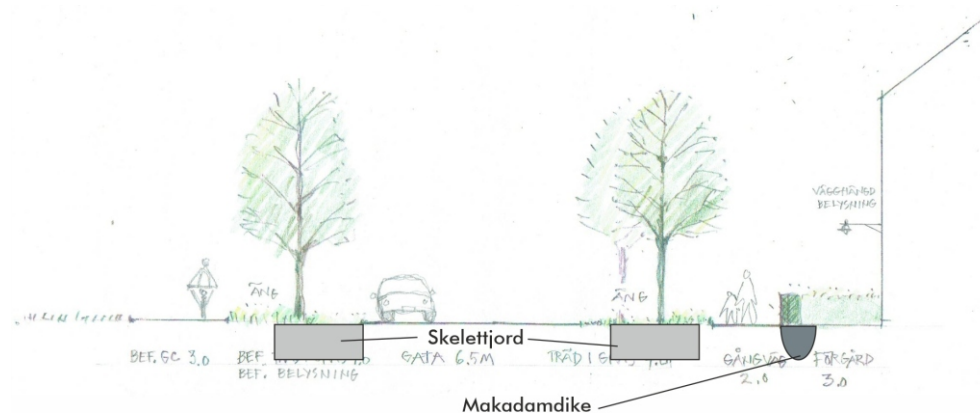


A3 är området med växthus, odlingar och en äng. Här samlas och leds vattnet undan i makadamdiken. För att fördröja högflödesvatten kompletteras makadamdiken med dagvattenkassetter. För att klara ett tvåårsregn behöver magasineringen ta  $59 \text{ m}^3$  och för ett 20-årsregn krävs en volym om  $190 \text{ m}^3$ . Makadamdikena kan ta  $50 \text{ m}^3$  med en tvärsnittsarea om  $0,25 \text{ m}^2$ . Då behövs kassetter som tar  $9 \text{ m}^3$  för ett tvåårsregn och  $140 \text{ m}^3$  för ett 20-årsregn. För ett tvåårsregn är det då onödigt med kassetter, det är bättre att öka makadamdikenas tvärsnittsarea. Lutningen ut från området gör det svårt med öppna diken där det är svårare att bromsa flödet.

## A4



A4 är det översta av kvarteren längs Ryttarvägens nedre del. Här sker rening och kvarhållning av takvatten i biofilter och vägdagvatten tas till skelettjord vid de planterade träden. Makadamdiken fördröjer och leder undan vattnet. Det krävs då  $18 \text{ m}^3$  och för ett 20-årsregn krävs en vattenvolym i makadamdike om  $60 \text{ m}^3$ .



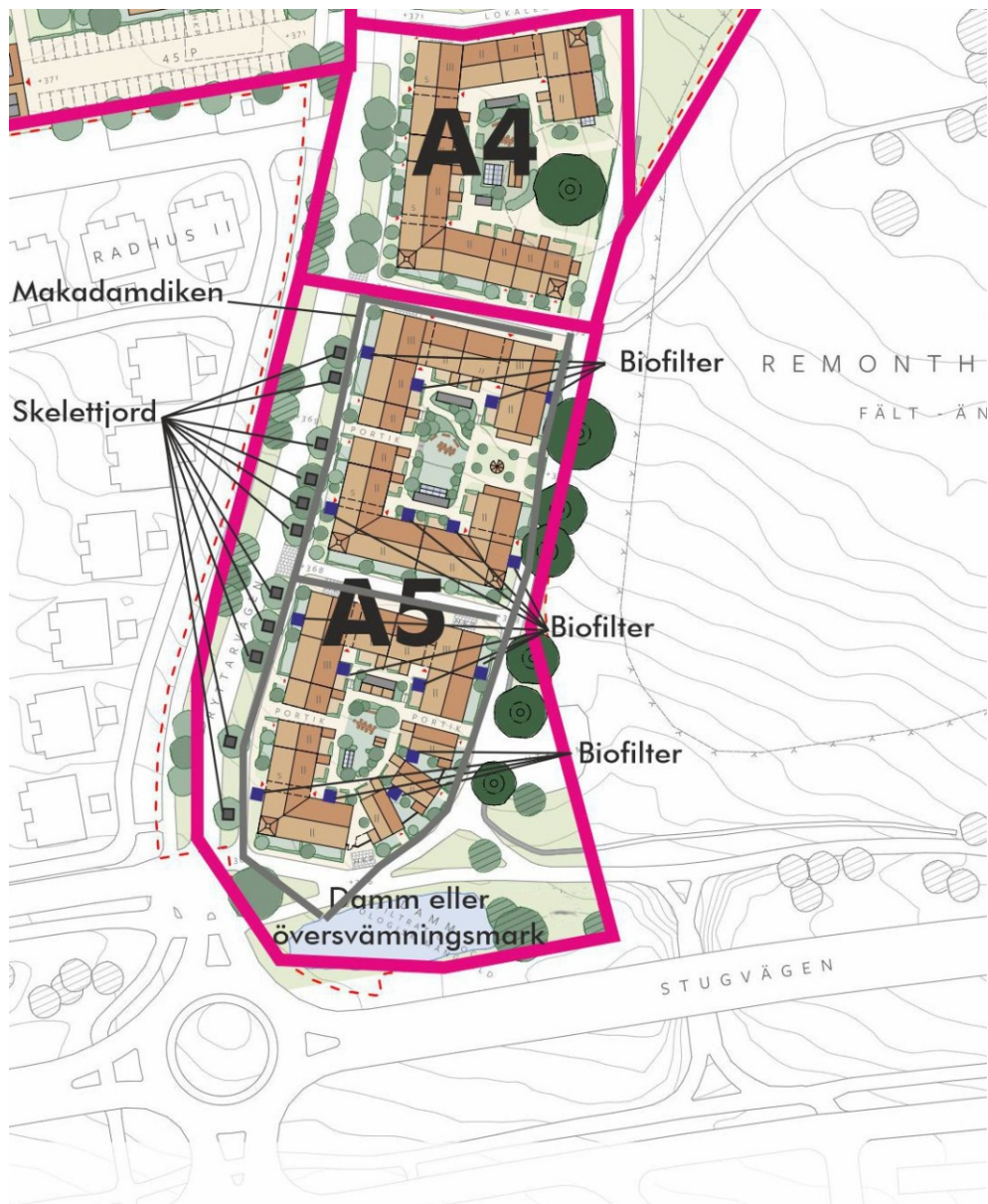
Sektion genom Ryttarevägens södra del där makadamdiket läggs i kvartersmark.

Sektion genom Ryttarevägens södra del där makadamdiket läggs i kvartersmark.

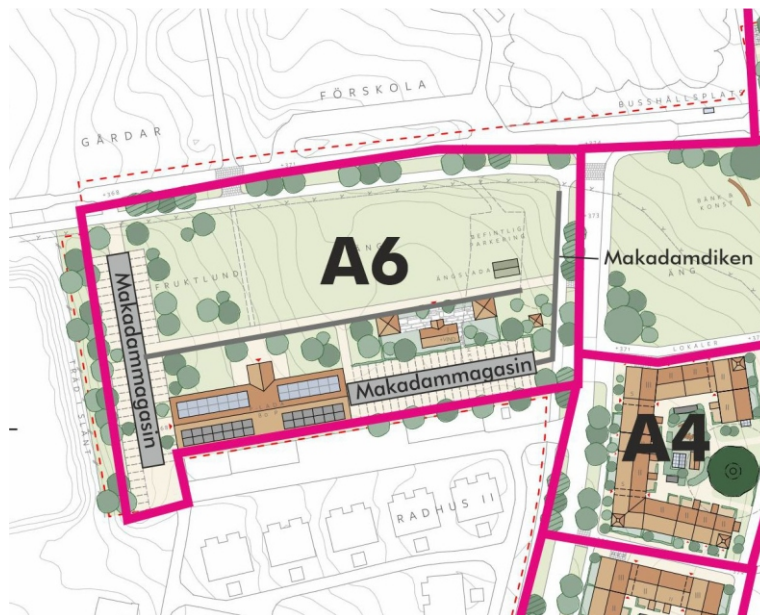
Då längden makadamdike är 170 m krävs ett tvärsnitt på  $0,8 \text{ m}^2$  för dessa diken för att hålla ett 20-årsregn. Det räcker med ett tvärsnitt på  $0,25 \text{ m}^2$  för ett tvåårsregn.

## A5

A5 är de nedersta kvarteren längs Ryttnarvägens nedre del. Här sker rening och kvarhållning av takvatten i biofilter och vägdagvatten tas till skelettjord vid de planterade träderna. Makadamdiken fördröjer och leder undan vattnet. Det krävs då  $200 \text{ m}^3$  vattenvolym för ett 20-årsregn. Med en längd om 250 m krävs makadamdiken med en tvärsnittsarea om  $1,8 \text{ m}^2$ . En mindre volym makadamdiken krävs om det går att bygga en damm med regleringsvolym nere vid Stuguvägen eller bara en översvämningssmark. En damm kommer också att förbättra reningen.



## A6



A6 är det västra området som hydrologisk är separerat från övriga. I detta område hittar vi ingen bra plats för en damm. Den södra delen av området utgörs dessutom av parkering vilket gör att föroreningsbelastningen är högre där. Då denna parkering ligger lägst i området går det inte utan pumpning skapa öppna lösningar. För att få bra rening och magasinering för området föreslår vi ett makadammagasin om 150 m<sup>3</sup> fri volym. Med en fri volymandel i makadamen på 40 % och ett djup på en halv meter åtgår en yta om 750 m<sup>2</sup> för detta. Magasinet läggs i centrum av parkeringssträckan. Undergrunden för bärlagret till parkeringsplatserna på sidan läggs med en lutning mot magasinet. Reningen skulle kunna åstadkommas med ytligare svackdike men magasineringen av ett 20-årsregn är svårare att hantera. Om man flyttar den västra parkeringen mot väster och då inför en rad parkering till på den gröna ytan kan man ersätta makadammagasinet med en torr damm som är 50 m lång, en meter djup och fem meter bred liggande längs slänten ner mot fotbollsplanen.



Tvärsnitt geom reningsmagasin under parkeringen.

## Föroreningsmodellering Alternativ A

Vid modellering med StormTac överstiger halterna av fosfor, kväve, bly, zink, koppar, kadmium, slam, olja, BaP, TBT och arsenik riktvärdet utan rening. För de två översta delområdena ligger även efter reningen några halter över riktvärdena. För hela planområdet ligger dock halterna under satta riktvärden. Halten arsenik ligger på gränsvärdet då jordarna har höga arsenikhalter. Halterna av Bens(a)pyren ligger över Östersunds gränsvärde men under Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten. Se tabell nedan och bilaga med körning i StormTac. En exploatering med föreslagna reningsåtgärder bedöms inte hindra uppnående av MKN.

### Summa föroreningshalt $\mu\text{g/l}$ före exploatering

| Kommentar     | P   | N    | Pb  | Cu | Zn | Cd    | Cr  | Ni  | Hg    | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO | Benz | PBDE 47 | PBDE 99 | PBDE 209 | TBT     | As  | TOC   |
|---------------|-----|------|-----|----|----|-------|-----|-----|-------|-------|-----|---------|--------|------|------|---------|---------|----------|---------|-----|-------|
| Hela utr.omr. | 190 | 1700 | 12  | 19 | 71 | 0.58  | 6.3 | 6.4 | 0.029 | 61000 | 750 | 0.050   | 0.0081 | 0.11 | 0.22 | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00035 | 2.5 | 12000 |
| Total         | 190 | 1700 | 12  | 19 | 71 | 0.58  | 6.3 | 6.4 | 0.029 | 61000 | 750 | 0.050   | 0.0081 | 0.11 | 0.22 | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00035 | 2.5 | 12000 |
| Riktvärde     | 70  | 1300 | 5.0 | 20 | 60 | 0.080 | 8.0 | 15  | 0.070 | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |      | 1.0  |         |         |          | 0.00020 | 1.0 | 12000 |

### Föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) (dagvatten+basflöde) efter exploatering utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetstilla cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

| Kommentar | P   | N    | Pb  | Cu | Zn | Cd    | Cr  | Ni  | Hg    | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO  | Benz  | PBDE 47 | PBDE 99 | PBDE 209 | TBT     | As  | TOC   |
|-----------|-----|------|-----|----|----|-------|-----|-----|-------|-------|-----|---------|--------|-------|-------|---------|---------|----------|---------|-----|-------|
| A1        | 230 | 1900 | 12  | 26 | 87 | 0.58  | 10  | 8.2 | 0.022 | 84000 | 590 | 0.042   | 0.0081 | 0.016 | 0.073 | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00031 | 2.5 | 17000 |
| A2        | 240 | 1700 | 16  | 24 | 93 | 0.76  | 7.6 | 8.3 | 0.035 | 77000 | 990 | 0.068   | 0.0088 | 0.13  | 0.079 | 0.00018 | 0.00023 | 0.015    | 0.00023 | 2.7 | 14000 |
| A3        | 110 | 2800 | 4.3 | 13 | 37 | 0.27  | 6.1 | 3.2 | 0.027 | 31000 | 330 | 0.020   | 0.0087 | 0.094 | 0.88  | 0.00016 | 0.00019 | 0.015    | 0.00041 | 2.5 | 8800  |
| A4        | 72  | 1600 | 4.8 | 17 | 50 | 0.42  | 8.3 | 3.6 | 0.018 | 16000 | 260 | 0.013   | 0.012  | 0.089 | 0.078 | 0.00018 | 0.00022 | 0.015    | 0.00025 | 2.5 | 10000 |
| A5        | 82  | 1600 | 5.0 | 15 | 33 | 0.31  | 6.7 | 3.4 | 0.030 | 12000 | 460 | 0.017   | 0.015  | 0.060 | 0.076 | 0.00018 | 0.00022 | 0.015    | 0.00027 | 2.3 | 12000 |
| A6        | 83  | 1500 | 3.6 | 13 | 38 | 0.28  | 5.3 | 2.6 | 0.018 | 22000 | 190 | 0.014   | 0.0077 | 0.11  | 0.50  | 0.00016 | 0.00020 | 0.015    | 0.00040 | 2.5 | 11000 |
| Total     | 170 | 1800 | 10  | 20 | 67 | 0.51  | 7.6 | 6.0 | 0.027 | 54000 | 600 | 0.039   | 0.0094 | 0.084 | 0.25  | 0.00017 | 0.00021 | 0.015    | 0.00030 | 2.5 | 13000 |
| Riktvärde | 70  | 1300 | 5.0 | 20 | 60 | 0.080 | 8.0 | 15  | 0.070 | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |       | 1.0   |         |         |          | 0.00020 | 1.0 | 12000 |

### Summa föroreningshalt $\mu\text{g/l}$ efter exploatering och rening

| Kommentar | P   | N    | Pb   | Cu  | Zn  | Cd    | Cr   | Ni   | Hg     | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO   | Benz  | PBDE 47  | PBDE 99  | PBDE 209 | TBT      | As   | TOC   |
|-----------|-----|------|------|-----|-----|-------|------|------|--------|-------|-----|---------|--------|--------|-------|----------|----------|----------|----------|------|-------|
| A1        | 37  | 1500 | 0.95 | 3.6 | 6.2 | 0.029 | 0.79 | 0.75 | 0.011  | 4800  | 31  | 0.0050  | 0.0011 | 0.0042 | 0.025 | 0.000058 | 0.000072 | 0.0050   | 0.00010  | 1.2  | 6100  |
| A2        | 120 | 1500 | 1.6  | 4.3 | 9.5 | 0.043 | 0.88 | 1.2  | 0.019  | 7300  | 74  | 0.012   | 0.0014 | 0.040  | 0.032 | 0.000073 | 0.000090 | 0.0060   | 0.000092 | 1.6  | 5400  |
| A3        | 42  | 970  | 0.88 | 3.7 | 5.3 | 0.031 | 1.4  | 0.68 | 0.011  | 7600  | 18  | 0.0052  | 0.0031 | 0.034  | 0.32  | 0.000057 | 0.000070 | 0.0054   | 0.00015  | 0.65 | 3200  |
| A4        | 28  | 580  | 0.46 | 2.5 | 2.5 | 0.021 | 0.61 | 0.24 | 0.0065 | 3900  | 13  | 0.0015  | 0.0036 | 0.027  | 0.024 | 0.000055 | 0.000068 | 0.0046   | 0.000078 | 0.61 | 3600  |
| A5        | 18  | 230  | 0.25 | 1.2 | 1.7 | 0.016 | 0.33 | 0.17 | 0.0063 | 2100  | 23  | 0.00084 | 0.0027 | 0.011  | 0.014 | 0.000033 | 0.000041 | 0.0028   | 0.000050 | 0.25 | 1300  |
| A6        | 50  | 690  | 0.50 | 2.9 | 10  | 0.097 | 1.3  | 1.2  | 0.0071 | 7500  | 39  | 0.0035  | 0.0035 | 0.048  | 0.22  | 0.000072 | 0.000089 | 0.0068   | 0.00018  | 0.88 | 4900  |
| Total     | 63  | 1100 | 0.99 | 3.4 | 6.9 | 0.040 | 0.91 | 0.83 | 0.012  | 6000  | 42  | 0.0065  | 0.0021 | 0.027  | 0.093 | 0.000061 | 0.000075 | 0.0053   | 0.00011  | 1.0  | 4600  |
| Riktvärde | 70  | 1300 | 5.0  | 20  | 60  | 0.080 | 8.0  | 15   | 0.070  | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |        | 1.0   |          |          |          | 0.00020  | 1.0  | 12000 |

Modellering i StormTac med de sex delområdena i alternativ A. Reningssystemen beskrivs i områdesbeskrivningen. Riktvärdena är Östersunds.

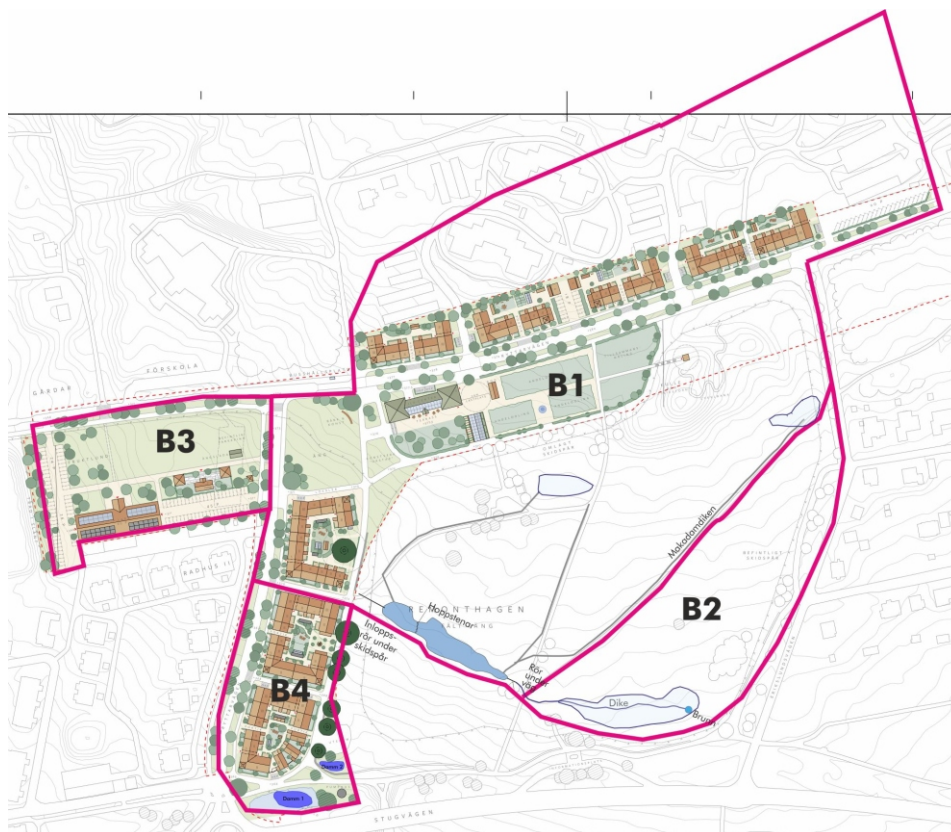
## Alternativ B

### Fördröjning och överföring åt öster

Lösningen som är nämnd ovan berör det skissade området och är bara dimensionerad för att klara ett 20-årsregn med klimatfaktorn 1,25. Om man kan utnyttja Remonthagens parkområde har man möjlighet att minska kostnader för fördröjning inom kvartersmark och vilket kan vara viktigare, så finns en möjlighet att ta hand om skyfall genom översvämningsytor och överledning av vatten åt öster så det inte behöver ledas ner i det då överlastade dagvattennätet genom staden.

Eftersom området är stort och avvattnas i flera riktningar, är det fördelaktigt att betrakta det som flera mindre delområden med separata anläggningar för fördröjning och rening. En indelning i fyra delområden (B1–B4) har gjorts utifrån markens höjdförhållanden och för att största möjliga andel av området ska ges utlopp åt öst för att minska belastningen på stadens dagvattennät. Vattnet går då till ett dike längs Stuguvägen. Den yta som byter avrinningsområde, områdena B1–B2, är 12,7 ha stort. Avrinningen ner till stadens dagvattensystem minskar då radikalt och når långt ifrån upp till ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25. Vattnet leds i stället österut men med en fördröjning som klarar ett hundraårsregn med ett strypt utflöde om 12 l/s.

Varje delområde ges en fördröjningsanläggning, förslagsvis i form av en öppen damm/översvämningsyta. De anläggningarna töms genom utlopp som stryps till ett visst flöde. Delområde B1 och B2 ges utlopp till befintligt dike vid hörnet Stugvägen/Erikslundsvägen.



De fyra delområdena för dagvattenhantering med överföring åt öster från delområde B1 och B2 i Remonthagen.

| Åt sydöst (B1 + B2) 100 år |      |                        | Åt väst (B3)      |      |                        |
|----------------------------|------|------------------------|-------------------|------|------------------------|
| Reducerad area             | 2,79 | ha                     | Reducerad area    | 0,43 | ha                     |
| Rinntid                    | 20   | minuter                | Rinntid           | 10   | minuter                |
| Klimatfaktor               |      |                        | Klimatfaktor      | 1,25 |                        |
| Avtappning                 | 44   | l/s                    | Avtappning        | 9    | l/s                    |
| Avtappning                 | 15,8 | l/s, ha(red)           | Avtappning        | 20,9 | l/s, ha(red)           |
| Återkomsttid               | 1200 | månader                | Återkomsttid      | 240  | månader                |
| Specifik volym             | 721  | m <sup>3</sup> ha(red) | Specifik volym    | 327  | m <sup>3</sup> ha(red) |
| Erforderlig volym          | 2010 | m <sup>3</sup>         | Erforderlig volym | 141  | m <sup>3</sup>         |

| Åt sydöst (B1 + B2) 20 år |      |                        | Åt syd (B4)       |      |                        |
|---------------------------|------|------------------------|-------------------|------|------------------------|
| Reducerad area            | 2,79 | ha                     | Reducerad area    | 0,5  | ha                     |
| Rinntid                   | 20   | minuter                | Rinntid           | 10   | minuter                |
| Klimatfaktor              | 1,25 |                        | Klimatfaktor      | 1,25 |                        |
| Avtappning                | 8    | l/s                    | Avtappning        | 7    | l/s                    |
| Avtappning                | 2,9  | l/s, ha(red)           | Avtappning        | 14   | l/s, ha(red)           |
| Återkomsttid              | 240  | månader                | Återkomsttid      | 240  | månader                |
| Specifik volym            | 710  | m <sup>3</sup> ha(red) | Specifik volym    | 381  | m <sup>3</sup> ha(red) |
| Erforderlig volym         | 1928 | m <sup>3</sup>         | Erforderlig volym | 190  | m <sup>3</sup>         |

Magasinsberäkning med hänsyn till rinntid för de tre utflödena åt sydost, sydväst och väst.

För varje utlopp från utredningsområdet har en erforderad fördröjningsvolym beräknats enligt magasinsberäkning med hänsyn till rinntid (Svenskt Vatten P110). Klimatfaktor 1,25 har tillämpats och vald återkomsttid för bräddning är 20 år. Resultande magasinvolym och avtappningsflöden redovisas i tabellen ovan. Ifall dammarna görs mindre, måste utloppsflödet vara större. Omvänt gäller även att dammarna måste göras större ifall utloppsflödet ska vara mindre. Mängden dagvatten som fördröjs i fastigheternas egna anläggningar (motsvarande ett 2-årsregn), är försumbar vid de regntillfällen som är dimensionerande för de fem större fördröjningsmagasinen.

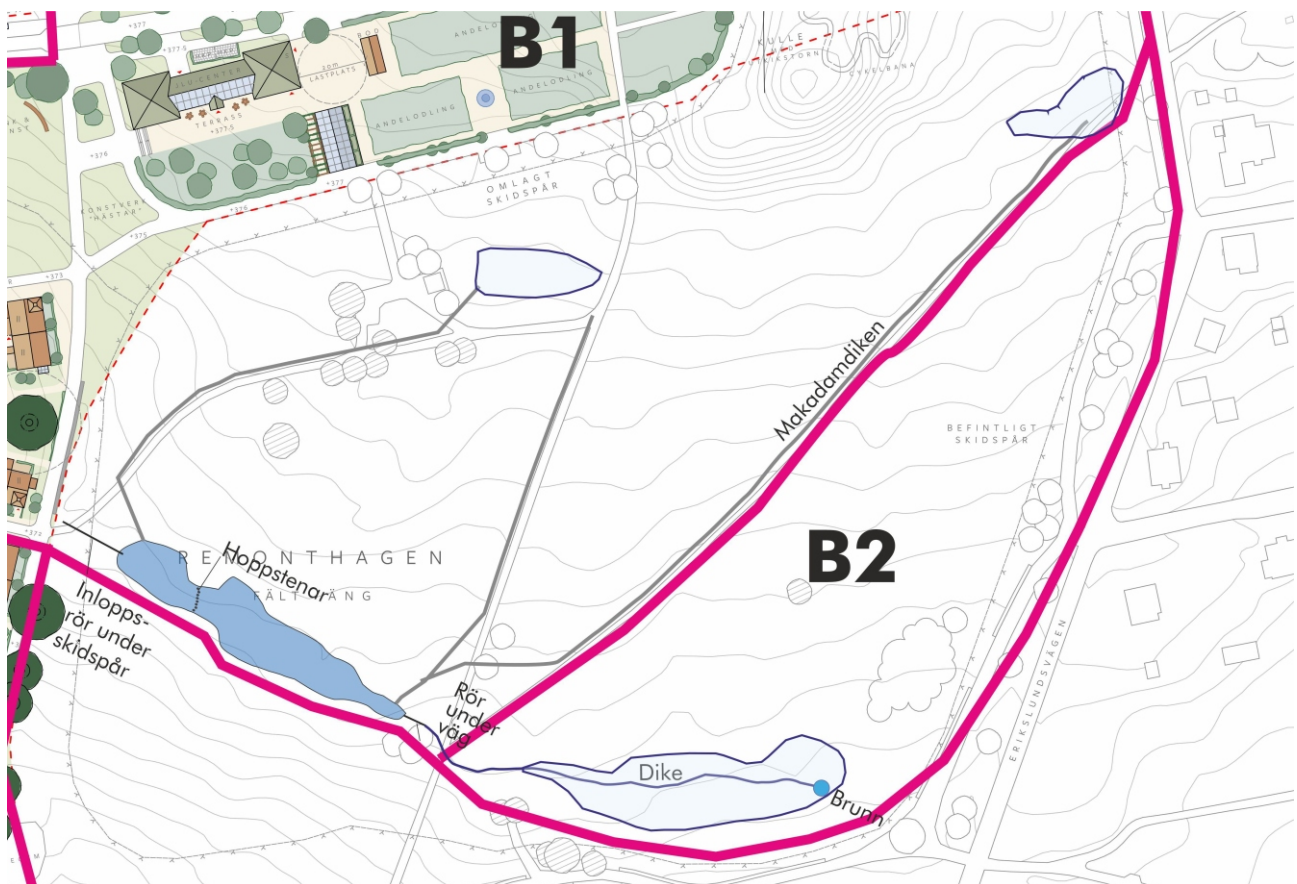
För att hantera högföden anläggs fyra översvämningssmarker. De har strypta utlopp som gör att när tillflödet överstiger det årligt högsta flödet stiger vattnet på översvämningssmarken. Då detta sker ytterst sällan så skiljer sig inte markens användande från övriga marker. De två övre dammarna tillförs vatten genom makadamdiken eller öppna diken. Om vattnet tillförs i makadamdiken behövs kulpbrunnar där överskottsvatten kan stiga upp i översvämningssmarken. Kommer tillfört vatten i öppna diken behövs ingen brunn. Då rinner vatten ner genom gräsvålen till det dränerande makadamdiket.

Översvämningssmarkerna dräneras genom makadamdiken längs stigar på slänten. Dessa diken är främst till för att minska erosionsskador på stigarna. Längre ner i slänten samlas detta vatten i överföringen åt öster.

Denna överföring skulle spara in 400 m<sup>3</sup> kulvertvolym, 140 m<sup>3</sup> dagvattenkassetter och 40 m<sup>3</sup> makadamdikesvolym om man i delområdena bara ska hantera 2-årsregn och inte ett 20-årsregn. Dessutom kan denna lösning kvarhålla drygt ett hundraårsregn. Det finns alltså marginal att minska översvämningssytorna om det skulle spara pengar.

## Översvämningssytorna

De tre övre översvämningssytorna är enkelt uppbyggda och ska normalt sett inte märkas mer än som en lågpunkt i terrängen genom att de i stort sett alltid är torra. Genom att den sluttande marken med moränlera har dålig infiltrationskapasitet så rinner normalt allt vatten genom grässvålen. Ett instängt översvämningssområde måste ha en dränering i botten så att vattnet inte blir stående mer än en dag. Om tillloppen till de övre magasinerna sker med makadamdiken ska en kupolbrunn sättas på ledningen uppströms strypningen så att vatten kan stiga upp på marken. Om tillledningen går på ytan behövs inte kupolbrunnen. Tömningstiden för de olika fördröjningsmagasinen är mellan 5 och 24 timmar.



Förslag till hantering av dagvattnets överföring åt öster. Den mörkare dammen är ständigt vattenfylld medan de ljusare översvämningssmarkerna har vatten när flödet är över det högsta årsmedelflödet.

Möjliga ytor och volymer för reningsdamm och översvämningssytor. Tillsammans skulle de klara dubbla flödet i ett 20-årsregn om alla utförs. Det finns alltså här marginal för skyfallshantering och inte bara omhändertagande av ett 20-årsregn. Nedre dammen ligger i område B2 Och de andra i område B1.

#### Översvämningssytor uppmätta

|       |                      |
|-------|----------------------|
| Nedre | 2 000 m <sup>2</sup> |
|       | 1 250 m <sup>3</sup> |

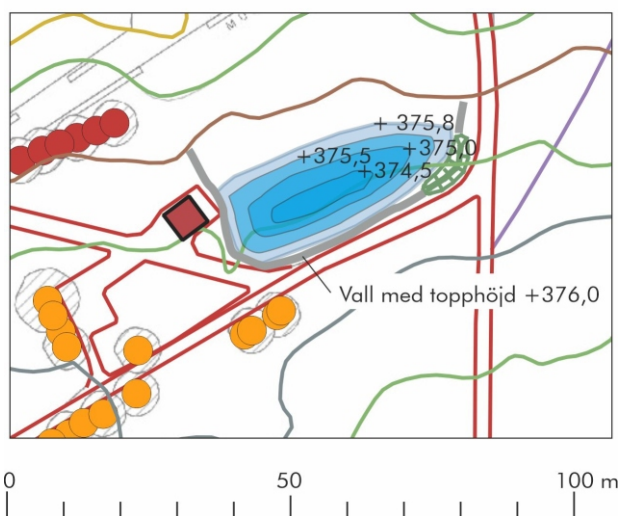
|             |                    |
|-------------|--------------------|
| Övre västra | 490 m <sup>2</sup> |
|             | 375 m <sup>3</sup> |

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Övre östra | 420 m <sup>2</sup> |
|            | 250 m <sup>3</sup> |

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| Reningsdamm | 1 100 m <sup>2</sup> |
|             | 140 m <sup>3</sup>   |

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Summa regleringsvolym | 2 015 m <sup>3</sup> |
|-----------------------|----------------------|

Övre västra översvämningssytan



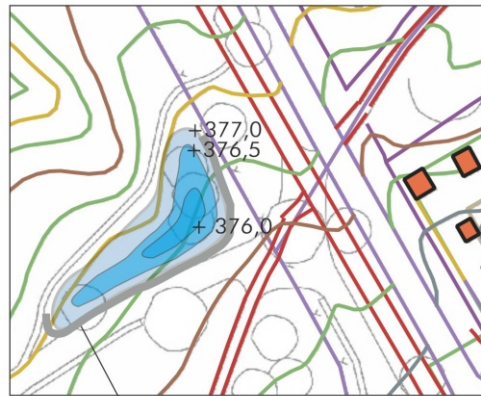
Den västra av de övre utjämningsytorna ligger rakt nedanför odlingarna.

Vattnet avleds från den största översvämningssytan genom en brunn med ett flöde strypt till 12 l/s. och vidare under vägen till diket längs Stuguvägen. En ledning under Erikslundsvägen behöver ha en diameter på Ø200 mm och en lutning på 2 ‰ för att klara detta flöde.

Den samlade fördröjningsvolymen för det vatten som ska ledas österut är på cirka 2 000 m<sup>3</sup>.

I parkmiljö är makadamdiken ett bra sätt att kunna leda undan vattenflöden. På ytan kan det ofta vara svårt att se var diket går men ibland sänker man ner dikesytan fem-tio centimeter under omgivande mark. Framst för stigar som går parallellt med sluttningar är detta bra.

Övre östra översvämningsytan



Vall med topphöjd +377,0



Den övre östra utjämningsytan. Formen på dessa ytor anpassas till stigdragning.

Under botten läggs dränslang som tömmer magasinet inom tre dygn



Dränering av en översvämningsmark. Dräneringen leds sedan till damm eller nedre översvämningsmagasin. Se karta på sid 25.

## Alternativ överföring i kulvert

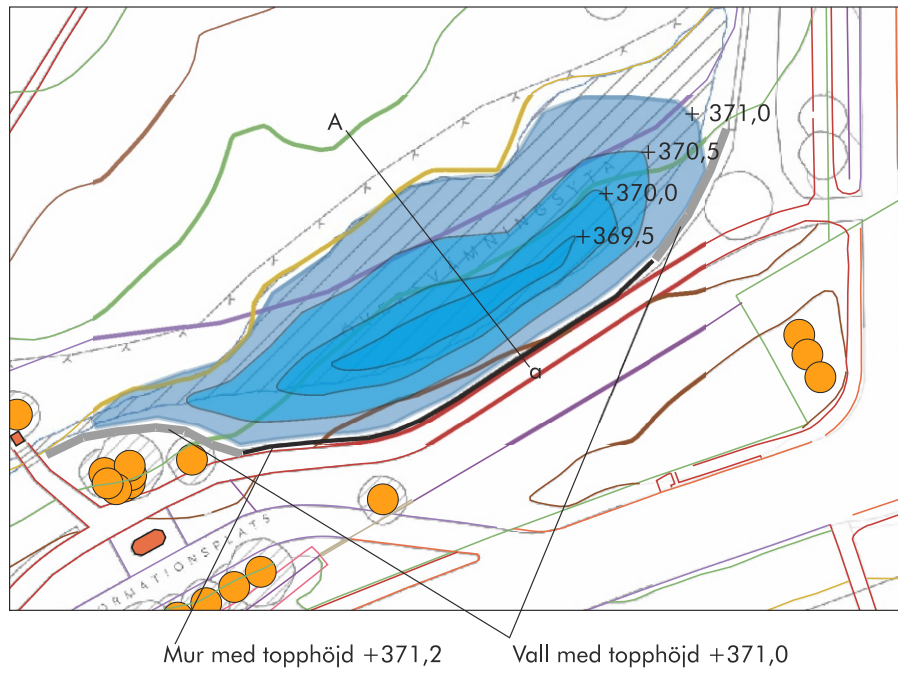
Vårt huvudalternativ för att föra över vatten åt öster är en reningsdamm med viss utjämnning, och ett dike med ett utjämningsmagasin.

Dammen kan ersättas med ett öppet dike eller med en kulvert. Då förlorar man viss flödesutjämnning, man förlorar rening, estetiskt inslag i landskapsbilden, biotoper för vattenanknutna arter som groddjur, lekmöjlighet och ett vattenmagasin till odlingen. Diket kommer under stor del av året vara torrt men ska klara ett flöde om 60 l/s om man dimensionerar för ett 50-årsregn. Ett 20-årsregn ger ungefär 50 l/s. Samma flöde ska en kulvert klara och den får då ha dimensionen Ø 400 mm med den lutning som en överledningen med en start högre upp i backen har.

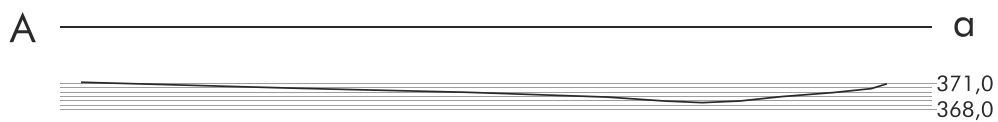
En överföring över ängen med kulvert kan kombineras med en översvämningsyta i sydöstra hörnet av Remonthagen dit vattnet kan släppas upp med en gallerbrunn. Med bara den nedersta utjämnningen kan man ändå komma ner till en kulvert under vägen med dimensionen Ø 200 mm.

Det behövs fyra anslutningsbrunnar på vägen. Över kulverten dras ett makadamdike som kan avleda det vatten som strömmar som markvatten nedför slän-

# Nedre översvämningssytan

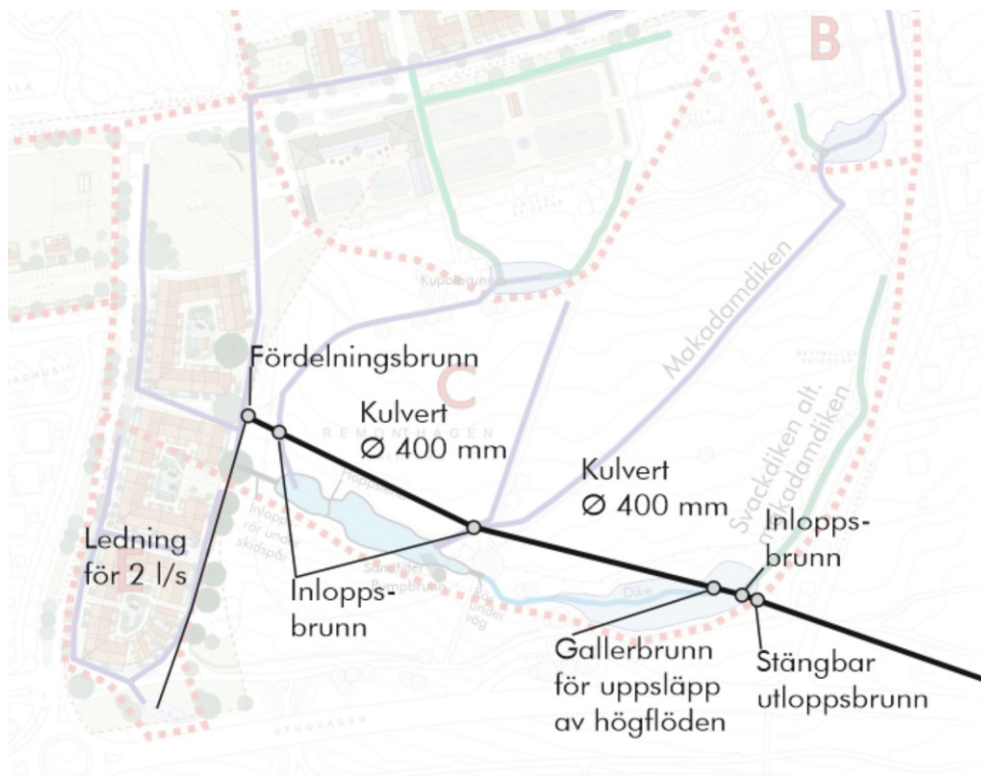


Den större utjämningsdammen vid utloppet i sydost.

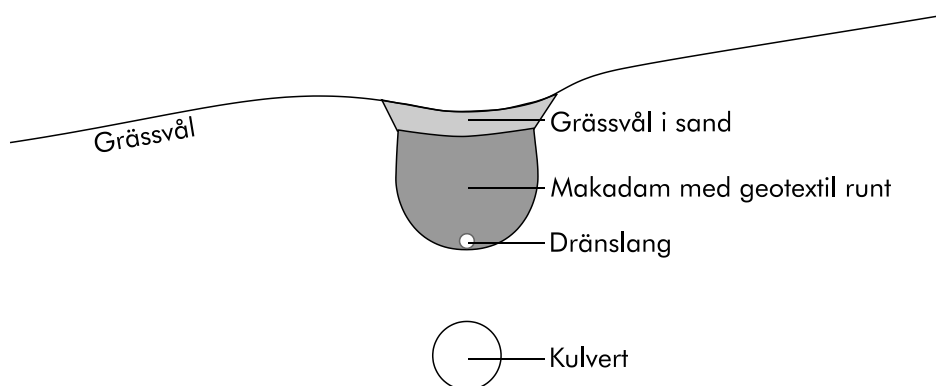


Snitt A-a i figuren ovan.

ten. Brunnarna ska både kunna ta in vatten från makadamdiket och även kunna släppa upp vatten till magasinet i makadamen.



Kulvert i stället för damm och dike för att leda över vatten mot öster.



Snitt genom kulvert och makadamdike. Vid varje passerad brunn förs dränvattnet ner i kulverten.



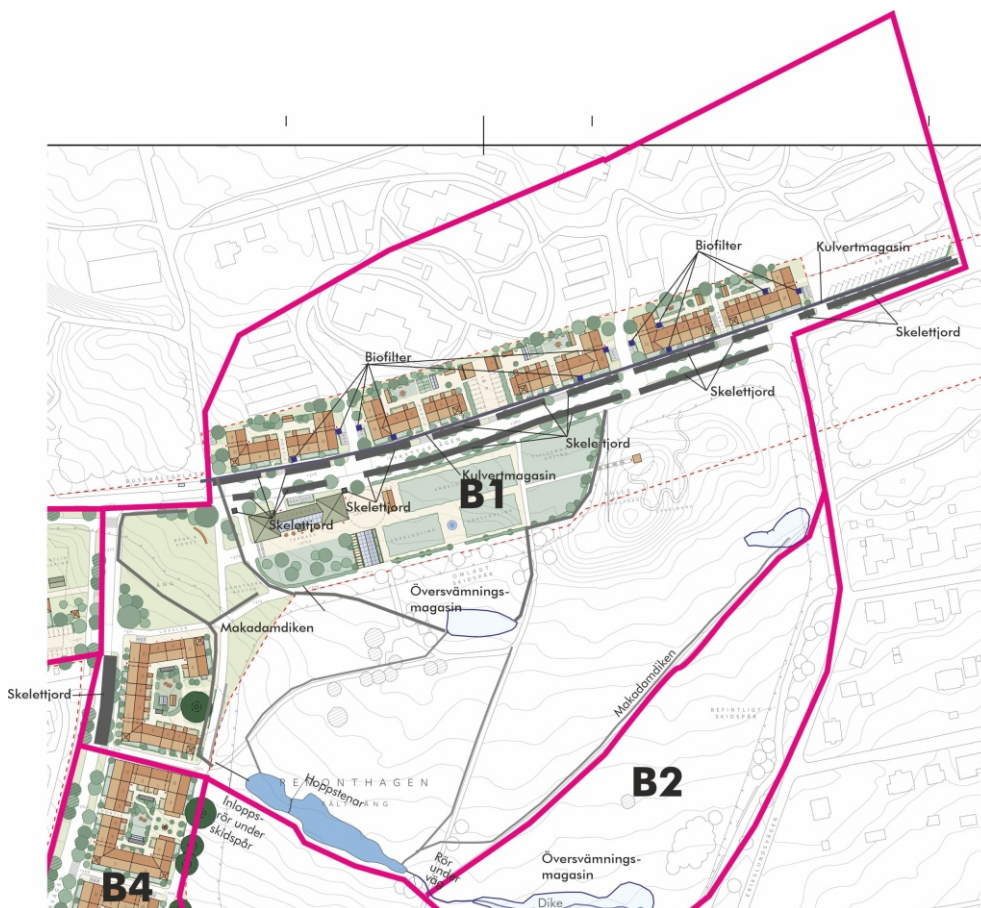
En stig med ett makadamdike på högra sidan vilket tar hand om de stora flödena som kan komma nerför backen. Från Sankt Hans deponi/park i Lund.



Den nedre utjämningsytan som utjämnar flödet från delområde A5/B4.

# Områdesbeskrivningar Alternativ B

## B1



B1 är huvuddelen av området. Omhändertagandet av dagvatten består här av biofilter som tar en del av takvattnet och skelettjord kring de planterade träderna som tar det mesta av reningen. Skelettjorden breddar sedan till ett kulvertmagasin som fördröjer utflödet. För att klara magasineringen av ett tvåårsregn uppe vid Rytta revägen behöver kulverten ta  $220 \text{ m}^3$ . En dagvattenkulvert med 370 m längd behöver ha tvärsnittet  $\varnothing 900 \text{ mm}$ .

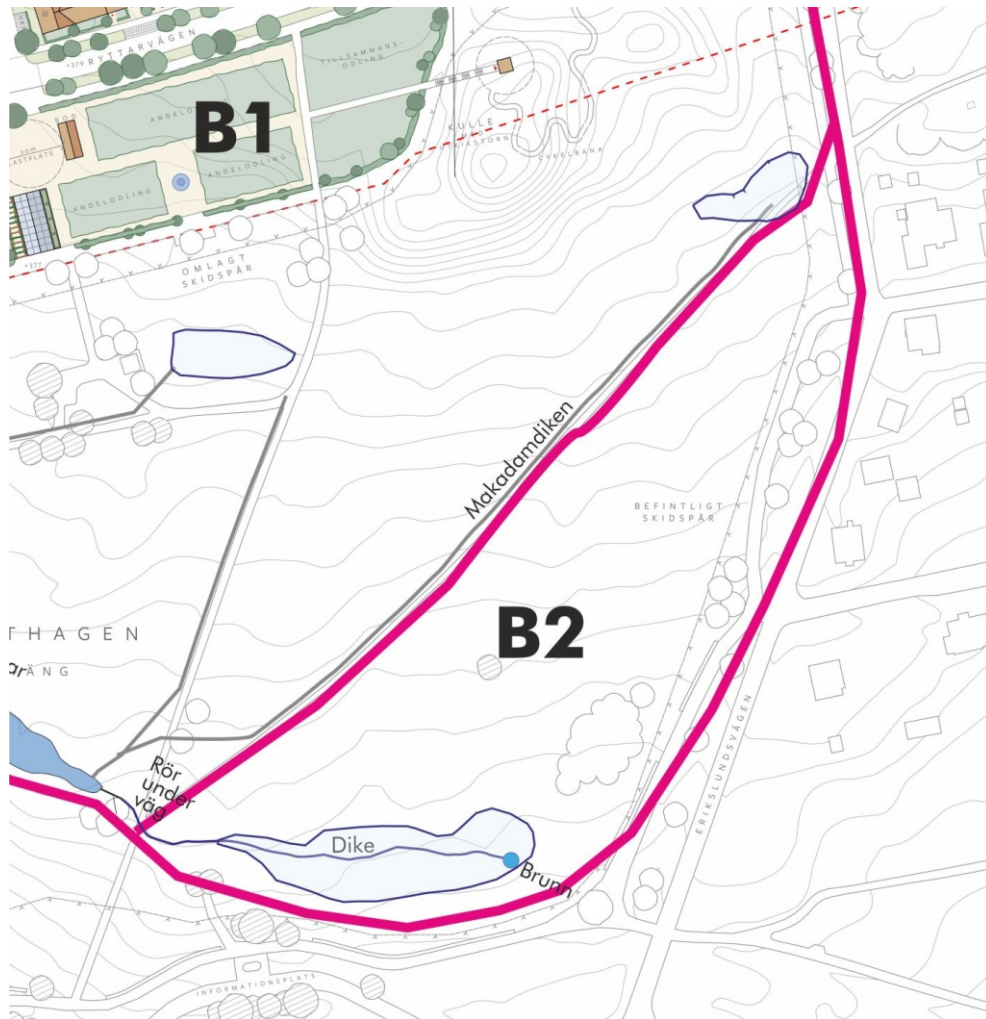
Nedanför Rytta revägen ligger växthus, odlingar och en äng. Här samlas och leds vattnet undan i makadamdiken. För att klara ett tvåårsregn behöver magasineringen ta  $59 \text{ m}^3$ . Makadamdikena kan ta  $60 \text{ m}^3$  med en tvärsnittsarea om  $0,3 \text{ m}^2$ .

Sedan tillkommer det översta av kvarteren längs Rytta revägens nedre del. Här sker rening och kvarhållning av takvattnet i biofilter och vägdagvatten tas till skelettjord vid de planterade träderna. Makadamdiken fördröjer och leder undan vattnet. Det krävs då  $18 \text{ m}^3$ . Då längden makadamdike är 170 m krävs ett tvärsnitt på  $0,25 \text{ m}^2$  för ett tvåårsregn.

Se även sektion på sid 19.

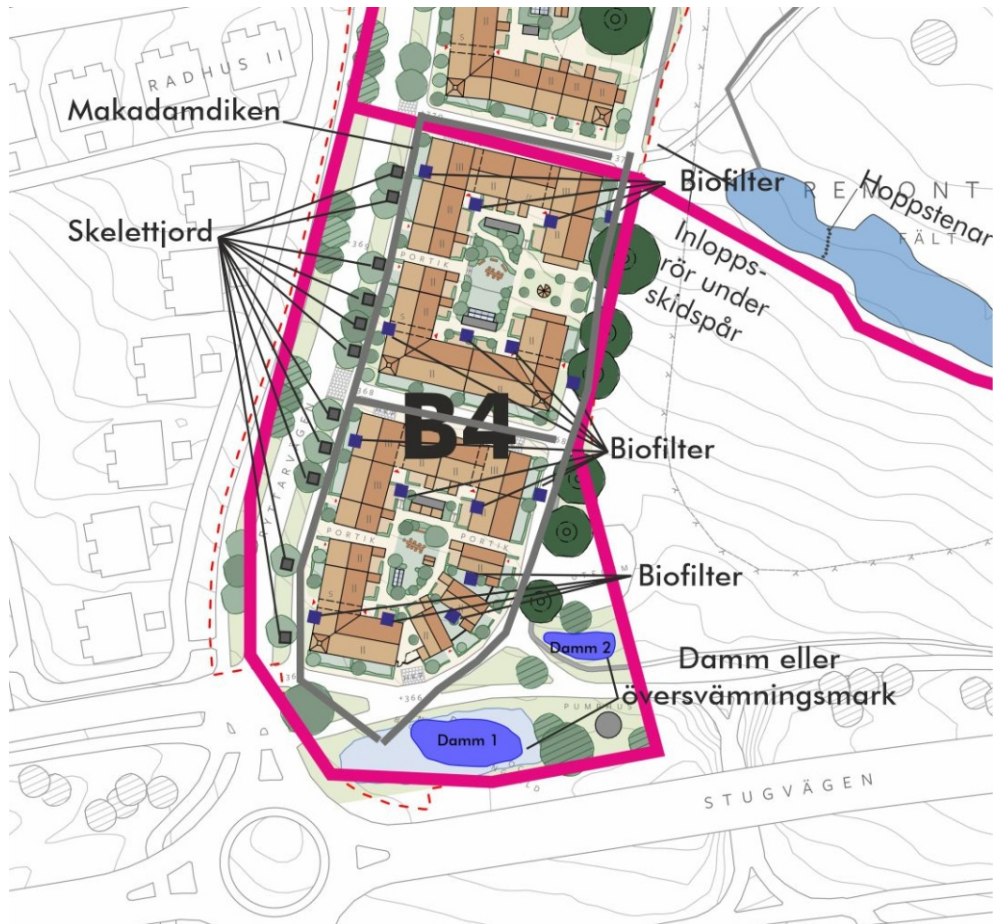
## B2

B2 är en del av Remonthagen vars vatten inte kan renas i dammen. Å andra sidan sker ingen exploatering i detta område. Däremot kan vatten från detta område också kvarhållas vid häftig nederbörd och ledas bort åt öster.



38

## B4



B4 är de nedersta kvarteren längs Ryttsvägens nedre del. Här sker rening och kvarhållning av takvatten i biofilter och vägdagvatten tas till skelettjord vid de planterade träden. Makadamdiken fördröjer och leder undan vattnet. Det krävs då 200 m<sup>3</sup> vattenvolym för ett 20-årsregn. Med en längd om 250 m krävs makadamdiken med en tvärsnittsarea om 1,8 m<sup>2</sup>. En mindre volym makadamdiken krävs om det går att bygga en damm med regleringsvolym nere vid Stuguvägen eller bara en översvämningssmark. En damm kommer också att förbättra reningen.

Se även sektion på sid 22.

## Föroreningsmodellering Alternativ B

Vid modellering med StormTac överstiger halterna av fosfor, kväve, bly, kadmium, slam, olja, BaP och arsenik riktvärdet något utan rening. För de två översta delområdena ligger även efter reningen några halter över riktvärdena. För hela planområdet kommer dock halterna under satta riktvärden. I delområde B2 överstiger halterna av fosfor, kadmium och arsenik gränsvärdena. Det området exploateras inte och får därför inga reningsåtgärder. Totalsumman för de flesta ämnen är lägre i alternativ B än i A. Halterna av Bens(a)pyren ligger över Östersunds gränsvärde men under Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten. Se tabell nedan och bilaga med körning i StormTac. En exploatering med föreslagna reningsåtgärder bedöms inte hindra uppnående av MKN.

### Summa föroreningshalt $\mu\text{g/l}$ före exploatering

| Kommentar | P   | N    | Pb  | Cu | Zn | Cd    | Cr  | Ni  | Hg    | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO  | Benz | PBDE 47 | PBDE 99 | PBDE 209 | TBT      | As  | TOC   |
|-----------|-----|------|-----|----|----|-------|-----|-----|-------|-------|-----|---------|--------|-------|------|---------|---------|----------|----------|-----|-------|
| B1 - B5   | 170 | 1700 | 10  | 16 | 59 | 0.49  | 5.2 | 5.1 | 0.023 | 52000 | 590 | 0.038   | 0.0073 | 0.095 | 0.18 | 0.00015 | 0.00019 | 0.015    | 0.000070 | 2.4 | 11000 |
| Total     | 170 | 1700 | 10  | 16 | 59 | 0.49  | 5.2 | 5.1 | 0.023 | 52000 | 590 | 0.038   | 0.0073 | 0.095 | 0.18 | 0.00015 | 0.00019 | 0.015    | 0.000070 | 2.4 | 11000 |
| Riktvärde | 70  | 1300 | 5.0 | 20 | 60 | 0.080 | 8.0 | 15  | 0.070 | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |       | 1.0  |         |         |          | 0.00020  | 1.0 | 12000 |

### Föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) (dagvatten+basflöde) efter exploatering utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetslita cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

| Kommentar | P   | N    | Pb  | Cu  | Zn | Cd    | Cr  | Ni  | Hg     | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO  | Benz  | PBDE 47 | PBDE 99 | PBDE 209 | TBT     | As  | TOC   |
|-----------|-----|------|-----|-----|----|-------|-----|-----|--------|-------|-----|---------|--------|-------|-------|---------|---------|----------|---------|-----|-------|
| B1        | 180 | 1900 | 11  | 19  | 67 | 0.51  | 6.8 | 6.0 | 0.024  | 60000 | 580 | 0.039   | 0.0078 | 0.077 | 0.21  | 0.00016 | 0.00020 | 0.015    | 0.00038 | 2.5 | 12000 |
| B4        | 82  | 1600 | 5.0 | 15  | 33 | 0.31  | 6.7 | 3.4 | 0.030  | 12000 | 460 | 0.017   | 0.015  | 0.060 | 0.076 | 0.00018 | 0.00022 | 0.015    | 0.00027 | 2.3 | 12000 |
| B3        | 83  | 1500 | 3.6 | 13  | 38 | 0.28  | 5.3 | 2.6 | 0.018  | 22000 | 190 | 0.014   | 0.0077 | 0.11  | 0.50  | 0.00016 | 0.00020 | 0.015    | 0.00040 | 2.5 | 11000 |
| B2        | 110 | 1700 | 4.0 | 7.6 | 25 | 0.20  | 1.7 | 1.5 | 0.0045 | 25000 | 120 | 0.0052  | 0.0048 | 0.050 | 0.043 | 0.00012 | 0.00015 | 0.015    | 0.00068 | 2.0 | 6400  |
| Total     | 160 | 1800 | 8.9 | 17  | 58 | 0.45  | 6.3 | 5.1 | 0.023  | 49000 | 500 | 0.032   | 0.0083 | 0.076 | 0.22  | 0.00016 | 0.00020 | 0.015    | 0.00039 | 2.4 | 12000 |
| Riktvärde | 70  | 1300 | 5.0 | 20  | 60 | 0.080 | 8.0 | 15  | 0.070  | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |       | 1.0   |         |         |          | 0.00020 | 1.0 | 12000 |

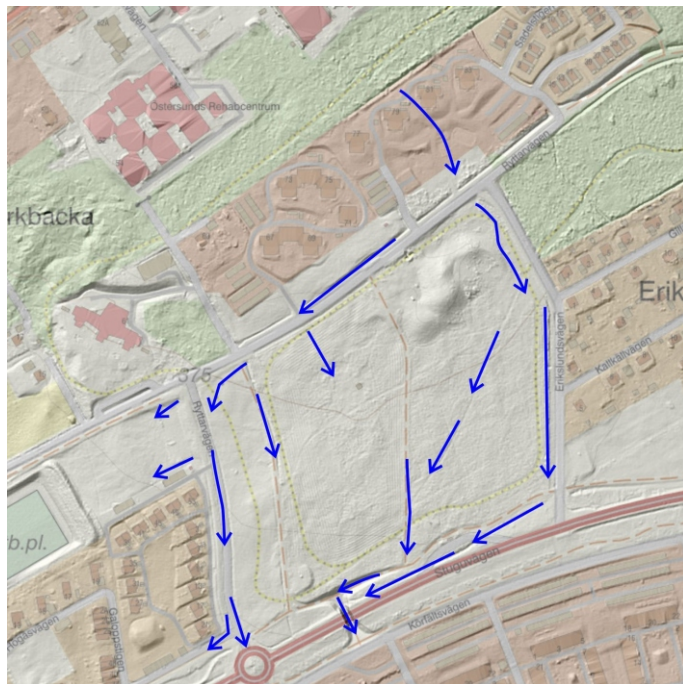
### Summa föroreningshalt $\mu\text{g/l}$ efter rening

| Kommentar | P  | N    | Pb   | Cu  | Zn  | Cd    | Cr   | Ni   | Hg     | SS    | Oil | BaP     | ANT    | FLUO  | Benz  | PBDE 47  | PBDE 99  | PBDE 209 | TBT      | As   | TOC   |
|-----------|----|------|------|-----|-----|-------|------|------|--------|-------|-----|---------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|------|-------|
| B1        | 59 | 990  | 1.6  | 6.3 | 13  | 0.061 | 1.0  | 0.93 | 0.012  | 6800  | 29  | 0.0034  | 0.0011 | 0.012 | 0.050 | 0.000038 | 0.000047 | 0.0035   | 0.000088 | 0.72 | 5700  |
| B4        | 43 | 1200 | 1.4  | 7.1 | 9.0 | 0.062 | 2.0  | 1.00 | 0.018  | 5600  | 54  | 0.0021  | 0.0041 | 0.019 | 0.036 | 0.000083 | 0.00010  | 0.0070   | 0.00013  | 1.4  | 11000 |
| B3        | 50 | 690  | 0.50 | 2.9 | 10  | 0.097 | 1.3  | 1.2  | 0.0071 | 7500  | 39  | 0.0035  | 0.0035 | 0.048 | 0.22  | 0.000072 | 0.000089 | 0.0068   | 0.00018  | 0.88 | 4900  |
| B2        | 84 | 1000 | 1.4  | 5.3 | 16  | 0.11  | 0.73 | 0.67 | 0.0031 | 7800  | 5.9 | 0.0021  | 0.0014 | 0.015 | 0.013 | 0.000036 | 0.000044 | 0.0045   | 0.00020  | 0.60 | 1900  |
| Total     | 58 | 980  | 1.4  | 6.0 | 13  | 0.068 | 1.1  | 0.94 | 0.012  | 6800  | 31  | 0.0032  | 0.0017 | 0.017 | 0.063 | 0.000046 | 0.000057 | 0.0042   | 0.00011  | 0.80 | 5900  |
| Riktvärde | 70 | 1300 | 5.0  | 20  | 60  | 0.080 | 8.0  | 15   | 0.070  | 25000 | 500 | 0.00017 | 0.10   |       | 1.0   |          |          |          | 0.00020  | 1.0  | 12000 |

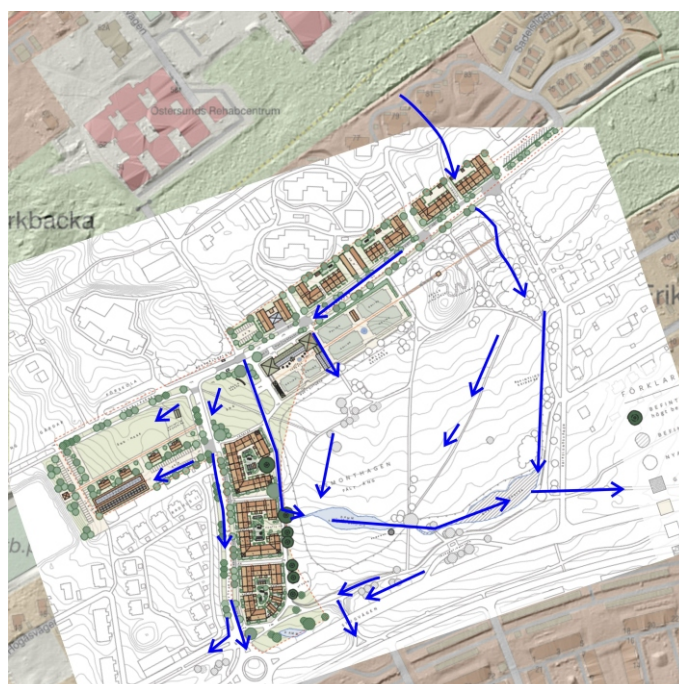
Modellering i StormTac med de fyra delområdena i alternativ B. Riktvärdena är Östersunds.

## Flödesvägar efter åtgärd

Efter åtgärd kan i alternativ B det mesta vattnet ledas över österut genom kulvert och makadamdike. Om det lägger sig en tätande isbark på marken får vattnet svårare att komma ner i makadamdikena och mer vatten kan gå mot sydväst.



Flödesvägar för högflöden efter exploatering enligt alternativ A då lokalt omhändertagande av 20-årsregn tillämpas. Den gäller även vintertid om isbark stänger vattnets väg ner i makadamdiken. Sällsynt men möjligt.



Flödesvägar i alternativ B efter åtgärder och överflyttning av vatten åt öster.

# Modellering av flöden

I StormTac har dimensionerande flöden modellerats. För indata se sid 11.

## Flöden alternativ A befintligt 2-årsflöde

|                                                 |                    | A1<br>Hela<br>utr.omr. | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|------------------------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 24000                  | 24000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.77                   |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 9.5                    |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 130                    |       |

## Flöden alternativ A befintligt 20-årsflöde

|                                                 |                    | A1<br>Hela<br>utr.omr. | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|------------------------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 24000                  | 24000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.77                   |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 9.5                    |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 260                    |       |

## Flöden alternativ A planerat 2-årsflöde

|                                                 |                    | A1<br>A1 | A2<br>A2 | A3<br>A3 | A4<br>A4 | A5<br>A5 | A6<br>A6 | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 6800     | 9000     | 4100     | 1400     | 3400     | 3400     | 28000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.22     | 0.28     | 0.13     | 0.046    | 0.11     | 0.11     |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 2.8      | 4.0      | 1.5      | 0.62     | 1.5      | 1.3      |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 110      | 140      | 89       | 33       | 80       | 67       |       |

## Flöden alternativ A planerat 20-årsflöde

|                                                 |                    | A1<br>A1 | A2<br>A2 | A3<br>A3 | A4<br>A4 | A5<br>A5 | A6<br>A6 | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 6800     | 9000     | 4100     | 1400     | 3400     | 3400     | 28000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.22     | 0.28     | 0.13     | 0.046    | 0.11     | 0.11     |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 2.8      | 4.0      | 1.5      | 0.62     | 1.5      | 1.3      |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 230      | 300      | 190      | 71       | 170      | 140      |       |

Dimensionerande flöden för alternativ A. 2-årsflöden och 20-årsflöden. Modellerade av StormTac.

#### Flöden alternativ B befintligt 2-årdflöde

|                                                 |                    | B1 - B5 | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 33000   | 33000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 1.0     |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 12      |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 150     |       |

#### Flöden alternativ B befintligt 20-årsflöde

|                                                 |                    | B1 - B5 | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 33000   | 33000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 1.0     |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 12      |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 320     |       |

#### Flöden alternativ B planerat 2-årsflöde

|                                                 |                    | B1    | B4   | B3   | B2    | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|-------|------|------|-------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 26000 | 3400 | 3400 | 2400  | 35000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.82  | 0.11 | 0.11 | 0.076 |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 9.8   | 1.5  | 1.3  | 0.57  |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 420   | 80   | 67   | 30    |       |

#### Flöden alternativ B planerat 20-årsflöde

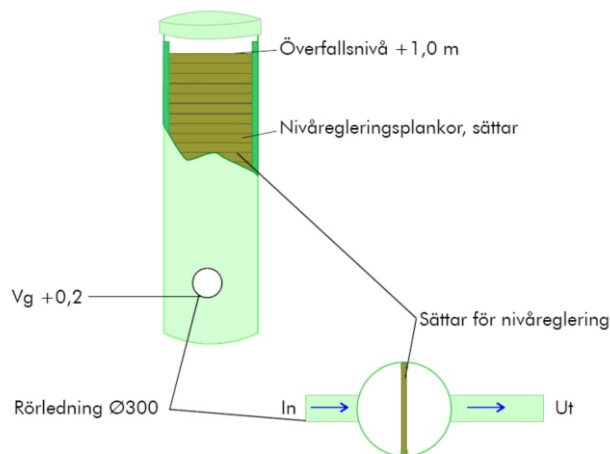
|                                                 |                    | B1    | B4   | B3   | B2    | Tot   |
|-------------------------------------------------|--------------------|-------|------|------|-------|-------|
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 26000 | 3400 | 3400 | 2400  | 35000 |
| Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.82  | 0.11 | 0.11 | 0.076 |       |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 9.8   | 1.5  | 1.3  | 0.57  |       |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 890   | 170  | 140  | 63    |       |

Dimensionerande flöden för alternativ B. 2-årsflöden och 20-årsflöden. Modellerade av StormTac.

## Släckvatten

Släckvatten hanteras i huvuddelen av området genom att utloppet i stora dammen i alternativ B eller lilla dammen i alternativ A stryps. Utloppet går via en munk med intag under vattenytan och därmed hindrar att flytande föroreningar lämnar dammen. Dammen har en regleringsvolym om 140 m<sup>3</sup>. Släckvatten från de södra två kvarteren kan hanteras på den fördröjningsyta eller damm som föreslås där. Även då behöver utloppet gå via en munk där utloppet kan stoppas. I det västra området får släckvattnet ledas ner i vägkroppen under parkeringen vilken även fungerar som utjämningsmagasin och reningsmagasin för dagvattnet. Även här med stypt utlopp. I dagvattenkulverterna och dagvattenkassetterna sätter man in stängbara utlopp.

I alla områden finns kapacitet att kvarhålla mycket mer än de cirka 50 m<sup>3</sup> släckvatten som uppstår i 97% av bränderna.



Principiell munkbrunn för vattenreglering.

## Byggfasen

Det är en fördel om man anlägger dagvattenanläggningarna så tidigt som möjligt i byggprocessen. Då kan den hantera avrinningen från byggområdena, ett avrinningsvatten med ofta höga slamhalter, speciellt här där marken utgörs av moränlera. Makadamdiken som leder bort vatten kan ofta grävas tidigt. I område A6 kan makadammagasinen som utgör reningsfunktionen byggas tidigt. Om detta görs behövs inga speciella arrangemang. Översvämningssytorna kan också användas för översilning av dagvatten under byggperioden.

## Källor

<https://www.mittresvader.se/l/sverige/klimat-ostersund-temperaturer-vattentemperatur.php>

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html>

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-markgeokemi-atlas.html>

<https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>

<https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

Svenskt Vatten publikation P110, 2016

Riktlinjer för dagvattenhantering, Östersunds kommun, 2020-10-20

EG BASKARTA MED HÖJDKURVOR - MIXFÄRG Shape, 2022-12-13

Markteknisk undersökningsrapport DP Remonthagen Sweco 2022-11-25

Projekterings PM Geoteknik DP Remonthagen Sweco 2022-11-25

MTU Remonthagen med avseende på förekomst av PFAS, petroleumkolväten och metaller. Norkonsult. 2023-01-27.

Colebrooks diagram

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA54917789>  
2023-02-07.

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA14033922>  
2023-02-07.