

# RÖDHAKEN

DAGVATTENUTREDNING FASTIGHET RÖDHAKEN 6 OCH 7

UPPRÄTTAD: 2017-06-19

GRANSKNINGSHANDLING



Upprättad av

Gunnar Croon/Magnus  
Melander

Granskad av

Lars Nilsson

Godkänd av

Lars Nilsson

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
1.1	Syfte.....	3
1.2	Underlag.....	3
2	Befintliga förhållanden.....	4
2.1	Områdesbeskrivning.....	4
2.1.1	Befintliga träd.....	6
2.2	Geoteknik/geohydrologi.....	6
2.3	Befintlig avvattning.....	6
2.3.1	Befintliga dagvattenledningar.....	7
2.4	Recipient.....	8
3	Framtida förhållanden.....	8
3.1	Planförslag.....	8
3.2	Dimensionering.....	9
3.2.1	Förutsättningar för dagvattenhantering.....	9
3.2.2	Beräkning av dimensionerande regnintensitet.....	9
3.2.3	Beräkning av dimensionerande flöden.....	9
3.2.4	Beräkning av erforderligt behov av fördröjning.....	10
3.2.5	Skyfall - sekundära avrinningsvägar.....	10
3.3	LOD – Lokalt Omhändertagande av Dagvatten.....	11
3.3.1	Fördröjningsmagasin.....	11
3.3.2	Skelettjordsanläggning med trädplantering.....	12
3.3.3	Regnbäddar.....	12
3.3.4	Öppna lösningar i tät bebyggelse.....	13
3.3.5	Vattenutkastare.....	14
3.3.6	Permeabel asfalt och gräs armering.....	14
3.3.7	Gröna tak.....	14
3.4	Höjdsättning.....	15
3.5	Förslag dagvattenhantering.....	15
3.6	Dagvattenhantering i byggskedet.....	17

4	Föroreningsbelastning.....	17
4.1	Påverkan på miljökvalitetsnormen (MKN) för vatten .....	18
4.1.1	Planens påverkan på recipienten Storsjön.....	18
5	Slutsats .....	19

## Sammanfattning

Dagvattenutredningen visar att dagvattenflödet minskar från planområdet efter exploatering. Riktlinjen i dagvattenutredningen är att ett 2-årsregn ska kunna fördröjas inom planområdet. Detta innebär att en dagvattenvolym på ca 70 m<sup>3</sup> ska fördröjas. Som lösning föreslås flera åtgärder vilka innefattar regnbäddar, skelettjordar och svackdike. Som exempel krävs det ca 350 m<sup>2</sup> skelettjord för att nå riktlinjen men en mer trolig lösning är att minska ytan skelettjord, för att tillämpa andra lösningar parallellt. Geologin inom området gör att föreslagna fördröjningsytor inte kommer att kunna infiltrera dagvatten i någon större omfattning. Fördröjningsytorna ska i första hand placeras inom kvartersmark. Projekterad höjdsättning av marknivån bör ta hänsyn till planerat underjordiskt garage. Höjdsättning av mark bör även beakta tjäle/snösmältning då huvuddelen av avrinningen kommer att ske via ytavrinning.

Vid skyfall finns ett befintligt underjordiskt garage vilket kan vara i riskzonen. I och med exploateringen kommer det befintliga underjordiska garaget få samma eller bättre förutsättningar p.g.a. en effektivare dagvattenhantering. Som lösning föreslås Tegelbruksvägens utformning ses över, så att det inte är ett instängt område vid det befintliga underjordiska garaget. Rådande planförslag kan också ha en instängd yta i det sydöstra hörnet, vilken bör ses över vid höjdsättning. Föroreningsbelastningen kommer att minska efter exploatering, oavsett vilken fördröjnings-/reningsåtgärd som utförs. Detta innebär att miljö kvalitetsnormen (MKN) kommer att kunna följas.

## 1 Inledning

### 1.1 Syfte

I stadsdelen Tegelman i Östersund planeras nybyggnation av flerbostadshus på ett befintligt handelsområde. Syftet med uppdraget är att utföra en dagvattenutredning före och efter exploatering för ett 20-årsregn. Förslag ska lämnas på LOD (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten) i största möjliga mån, men utredningen bör visa LOD för ett 2-årsregn. Konsekvenser för byggnader och infrastruktur vid skyfall med återkomsttiden på 100-år ska också redovisas.

### 1.2 Underlag

Följande underlag har använts i arbetet med utredningen:

- Grundkarta, erhållen av Östersund kommun (dwg)
- Karta med befintligt VA-system, erhållen av Östersund kommun (dwg)
- Skiss Rödhaken 170517, erhållen av Östersund kommun (dwg)
- Planerat underjordiskt garage, erhållen av Östersund kommun (pdf)
- Andra befintliga ledningar inom planområdet, erhållen från ledningskollen (dwg)
- Publikation P110, Svenskt Vatten 2016
- MUR rapport 2017-05-03, Sweco Civil AB

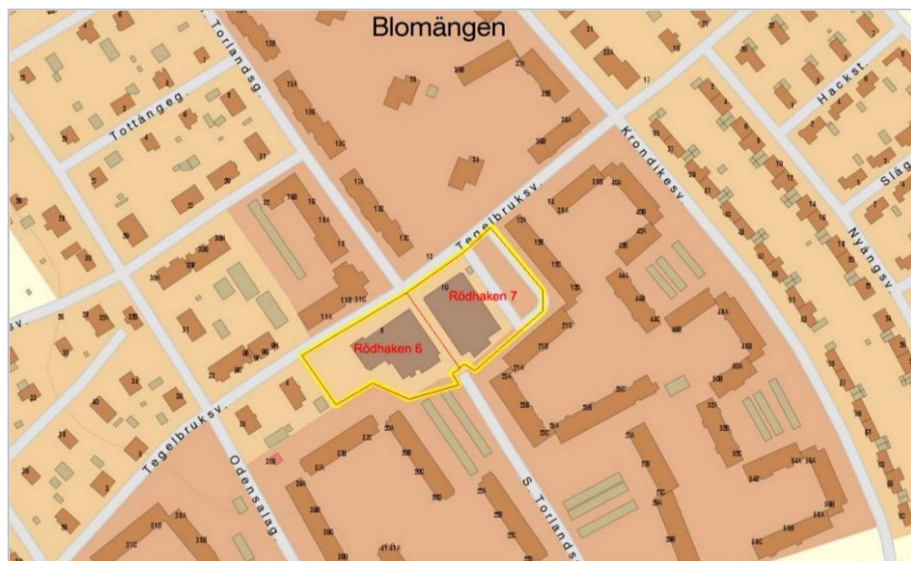
Generella krav/riktlinjer/principer

- Föreslagna dagvattenlösningar ska innebära att avrinningen från planområdet inte ökar vid ett 20-årsregn jämfört med dagsläget.
- Utredningen bör visa lösningar och ytor som krävs för att tillvarata ett 2-årsregn.

## 2 Befintliga förhållanden

### 2.1 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger i stadsdelen Tegelplan i Östersund, mellan Tegelbruksvägen och Södra Torlandsgatan. Detaljplaneområdet innefattar fastigheterna Rödhaken 6 och 7, som består av två handelslokaler och är sammanlagt ca 0,79 ha stort, se Figur 1. Området är relativt flackt med en markyta som varierar från ca +344 till +346 m och sluttar i huvudsak i västlig riktning.



Figur 1. Planområdet. modifierad bild tagen från lantmateriet.se.

Den östra fastigheten Rödhaken 7 har sin parkeringsyta i nordost. På parkeringen har en rännal anlagts på den östra delen och parkeringsplatser på den västra sidan av parkeringen vid intilliggande ICA butik, är en lågpunkt, se Figur 2.



Figur 2. Parkering på fastigheten Rödhaken 7, till vänster östra delen och till höger västra delen.

Mellan handelslokalerna på Rödhaken 6 och 7 är markytan sänkt, där lutning till största delen sker mot Tegelbruksvägen i norr, se Figur 3.



Figur 3. Yta mellan handelslokalerna på Rödhaken 6 och 7, med Tegelbruksvägen bakom bild.

Fastigheten Rödhaken 6 har sin parkeringsyta på den sydvästra sidan av handelsbyggnaden. Parkeringsytan har tre lågpunkter, där två ligger på parkeringen med anslutna brunnar, se Figur 4. Den tredje lågpunkten är infarten till parkeringen, där lutning sker mot Tegelbruksvägen i norr, se Figur 5.



Figur 4. Parkering på fastigheten Rödhaken 6 med två lågpunkter mellan parkeringsplatserna.



Figur 5. Lågpunkt vid infart till parkeringen på fastigheten Rödhaken 6.

### 2.1.1 Befintliga träd

Fördelen med att lämna kvar de befintliga träden, är givetvis estetiska men också gynnsamt för buller, föroreningar och dagvattenhanteringen. För dagvattenhantering tar träd dels upp vatten och dels fördröjer de vattendnedkomsten, med hjälp av trädkronorna. Det befintliga planområdet har få träd och det är egentligen bara en pil, se Figur 6, som skulle kunna bevaras. Enligt planförslaget ska ytan vara en grönyta med trädplantering på fastigheten Rödhaken 6.



Figur 6. Befintligt träd på fastigheten Rödhaken 7 som skulle kunna bevaras (bild från google.maps.com).

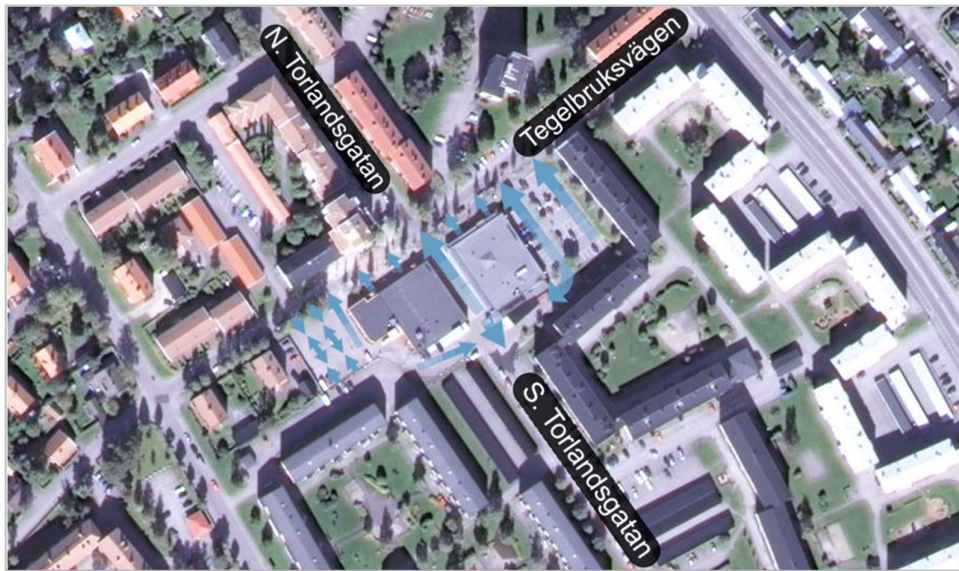
## 2.2 Geoteknik/geohydrologi

Generellt består hela området av samma typ av markförhållanden, där jordlagerföljden är fyllning på siltig morän, på krossad skiffer på berg.

Jordlagerföljden kan övergripande beskrivas bestå av 0,5 m fyllningsmaterial av främst grus som underlagras av 2-3 m siltig morän, med inslag av krossad skiffer. Under moränen finns ett 1 - 3 m mäktigt lager med krossat skifferberg ovan berg. Djup till berg bedöms variera mellan 3,7 - 5,6 m och inget grundvatten har påträffats vid borrproverna.

## 2.3 Befintlig avvattnings

Parkeringen på fastighet Rödhaken 7 är uppdelad i två delar, där de östra delarna avvattnas med en rännal lutande i nordlig riktning, vilken ansluts till en dagvattenbrunn i Tegelbruksvägen. De västra delarna av parkeringen avvattnas till parkeringar mittemot ICA handlare, där dagvatten blir stående någon centimeter innan det avrinner mot Tegelbruksvägen i norr och mot Södra Torlandsgatan i söder. Se Figur 7 för uppskattad flödesriktning från planområdet.



Figur 7. Befintlig avvattning av planområdet.

Mellan fastigheterna Rödhaken 6 och 7 är markytan försänkt vilket leder dagvatten i huvudsak mot Tegelbruksvägen i norr och dagvattenbrunn.

Parkeringen på fastighet Rödhaken 6 är uppdelad på tre delar med avseende på avvattning; norra, södra och östra. Norra och södra delen har lutande parkeringsplatser vilket leder avvattningen mot dagvattenbrunnar, vilket samlar upp dagvatten från hela parkeringen. Infarten till parkeringen avvattnas till viss del mot dagvattenbrunnarna på parkeringen och dels ut mot Torlandsgatan.

De södra delarna av planområdet avvattnas till största del mot Södra Torlandsgatan och dagvattenbrunnar.

Takavvattning från handelslokalerna sker med stuprör direkt till dagvattensystemet.

### 2.3.1 Befintliga dagvattenledningar

Områdets huvudledningar går längst med Tegelbruksvägen  $\varnothing 315-400$  mm och längst med en del av Södra Torlandsgatan  $\varnothing 300$  mm, se Figur 8. Befintlig servis från fastighet Rödhaken 7 ansluts till Södra Torlandsgatan i söder och servis från fastighet Rödhaken 6 ansluts i norr till Torlandsgatan. Inga konflikter har identifierats inom det befintliga dagvattensystemet och det planerade planområdet.



Figur 8. Schematisk bild av befintligt dagvattensystem.



## 2.4 Recipient

Slutlig recipient för planområdets dagvatten är Storsjön som även utgör dricksvattentäkt i Östersunds kommun. Miljökvalitetsnormerna för Storsjön är fastställda enligt följande:

- God ekologisk status 2021
- God kemisk ytvattenstatus med undantag av bromerad difenyleter (PBDE) samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Undantag har även lämnats för Tributyltenn-föreningar som har fått en tidsfrist till år 2021.

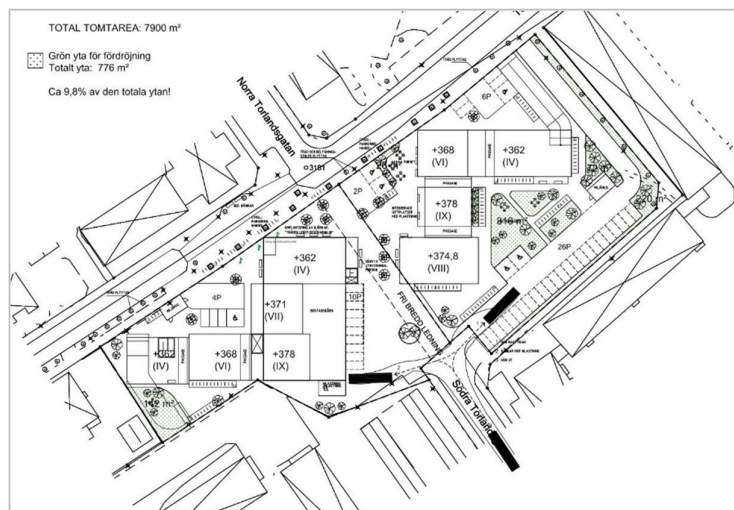


Figur 9. Gult område visar planområdet. Närmsta vattendrag är Brunflovikens vilken ansluter till Storsjön.

## 3 Framtida förhållanden

### 3.1 Planförslag

Det aktuella planförslaget avser nyproduktion av två flerbostadshus, där befintliga handelslokaler kommer att byggas in i bottenplan. Parkering kommer att anläggas i källarplan, vilket medför att grönyta kan ersätta befintlig hårdgjord yta. Illustration av det befintliga planförslaget 170512 visas i Figur 10.



Figur 10. Planerad exploatering enligt planförslag 170512.

## 3.2 Dimensionering

### 3.2.1 Förutsättningar för dagvattenhantering

Vid beräkning har följande parametrar antagits och följts:

- Beräkning av dimensionerat regn sker i enlighet med Svenskt vatten P110.
- Regnintensitet har bestämts utifrån Svenskt Vatten P110, figur 1.25.
- Klimatfaktorn är satt till 1,25 enligt Svenskt Vatten P110 avsnitt 1.8.3 "Bedömning av ökad nederbörd fram till år 2100".

Dessutom förutsätts följande i den här utredningen:

- Ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och mark där det är möjligt och lämpligt.
- Olika typer av öppna lösningar vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand.

Dimensionerande beräkningar är gjorda för ett 20-årsregn. Utöver detta har flöden och genererade dagvattenvolymer beräknats för 5 och 100-årsregn, vid låg och hög regnintensitet.

### 3.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Beräkningar av dimensionerande regn sker enligt Svenskt Vatten publikation P110 med hjälp av Dalström-ekvationen 1 nedan:

$$i = 190 \sqrt[3]{\dot{A}} * \ln tr / tr^{0,98} + 2 \quad (1)$$

där  
i: regnintensitet [l/s\*ha]  
t: regnvaraktighet [min]  
Ā: återkomsttid [mån]

Återkomsttiden sätts till 20 år och ger en regnintensitet vid 10 minuters varaktighet på 287 l/s\*ha.

### 3.2.3 Beräkning av dimensionerande flöden

Det dimensionerande dagvattenflödet  $Q_{dim}$  beräknas med ekvation (2).

$$Q_{dim} = A * \varphi * i * k \quad (2)$$

där  
 $Q_{dim}$ : dimensionerande flöde [l/s]  
A: avrinningsområdets area [ha]  
 $\varphi$ : avrinningskoefficient  
i: regnintensitet [l/s\*ha]  
k: klimatfaktor (sätts till 1,25)

Flödesberäkningar för dagvattenflödet före och efter exploatering presenteras i tabell 1 och 2. Tabellerna redovisar ytor med respektive area och reducerad area. Avrinningskoefficienten,  $\varphi$ , har bestämts enligt Svenskt Vatten P110. Antagande för planförslaget är att område för bostadsgård består till 50% av hårdgjord yta och 50% grönyta. Planteringsyta anses som grönyta.

*Tabell 1. Dagvattenflöde för planområdet i befintligt skede.*

Delyta	$\varphi$	Area [ha]	Area red. [ha]	$Q_{dim}$ , 2 år [l/s]	$Q_{dim}$ , 20 år [l/s]
Tak	0,9	0,2767	0,2490	42	89
Grönyta	0,05	0,0565	0,0028	0	1
Hårdgjord yta	0,8	0,4568	0,3654	61	131
<b>Totalt</b>		<b>0,7900</b>	<b>0,6173</b>	<b>103</b>	<b>221</b>

*Tabell 2. Dagvattenflöde efter exploatering.*

Delyta	$\varphi$	Area [ha]	Area red. [ha]	$Q_{dim}$ , 2 år [l/s]	$Q_{dim}$ , 20 år [l/s]
Tak	0,9	0,2333	0,2100	35	75
Grönyta	0,05	0,0985	0,0049	1	2
Hårdgjord yta	0,8	0,4582	0,3666	61	132
<b>Totalt</b>		<b>0,7900</b>	<b>0,5815</b>	<b>97</b>	<b>209</b>

Beräkningar visar att dagvattenflödet minskar med ca 6% efter exploatering. Detta beror på att takytan minskat och ersatts med grönyta.

### 3.2.4 Beräkning av erforderligt behov av fördröjning

Målsättningen i uppdraget är att om möjligt, ta hand om dagvattnet lokalt inom fastigheten så långt det är möjligt. Utredningen bör visa vilka ytor och vilka lösningar som är möjliga att kunna tillvara ta mindre regn med återkomsttiden 2 år. Vilket fördröjningsflöde och vilken fördröjningsvolym som krävs för respektive fastighet för att klara målsättningen, presenteras i tabell 3.

*Tabell 3. Erforderligt fördröjningsbehov för att kunna tillvara ta ett 2-årsregn.*

Delområde	Fördröjningsflöde [l/s]	Fördröjningsvolym [m <sup>3</sup> ]
Fastighet 6	47	33
Fastighet 7	51	37
<b>Totalt:</b>	<b>98</b>	<b>70</b>

### 3.2.5 Skyfall - sekundära avrinningsvägar.

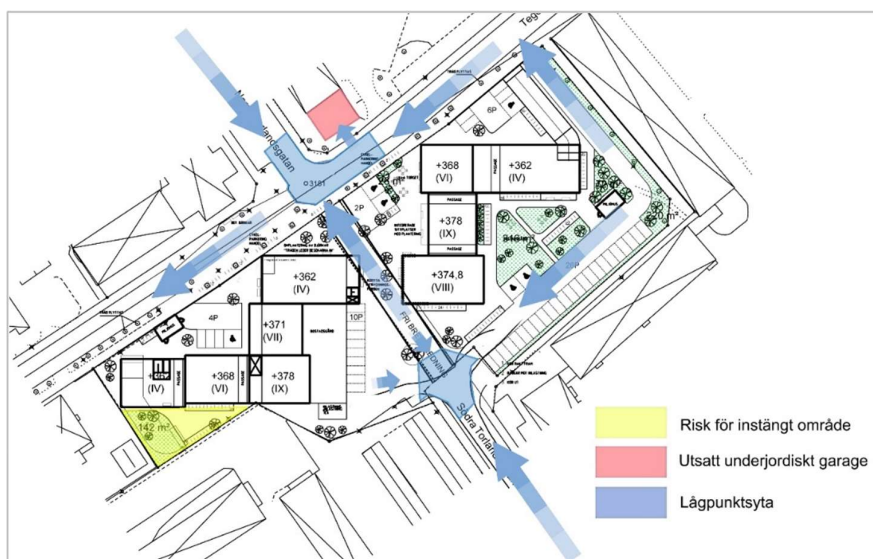
Vid extrema regntillfällen med återkomsttiden 100 år kommer dagvattensystemet inte kunna avleda allt vatten med en gång. Detta gäller både för korta regn med hög intensitet och långa regn med låg intensitet. Vid dessa tillfällen kommer sekundära avrinningsvägar uppstå. Den totala dagvattenvolym för hela planområdet som genereras vid dessa regn, presenteras i tabell 4.

*Tabell 4. Uppskattade värden för dagvattenvolymer vid mycket stora regn.*

	100 årsregn, 10 min	100 årsregn, 6 h	100 årsregn, 12 h
Intensitet	489 l/s*ha	39 l/s*ha	23 l/s*ha
Flöde	355 l/s	28 l/s	17 l/s
<b>Dagvattenvolym, ca.</b>	<b>213 m<sup>3</sup></b>	<b>612 m<sup>3</sup></b>	<b>722 m<sup>3</sup></b>

Utifrån laserdata med befintlig marknivå visar utredningen, se Figur 11, att i de norra delarna av planområdet kommer ytvatten rinna ut mot Tegelbruksvägen. I korsningen Tegelbruksvägen/Norra Torlandsgatan finns en lågpunktsyta som kommer att bli vattenfylld vid skyfall. Intill lågpunktsytan finns ett underjordiskt garage som riskerar att bli översvämmat p.g.a. att nedfarten saknar avskärmande kantsten. Exploateringen kommer att innebära att dagvatten avleds på effektivare sätt från området och översvämningsrisken för det utsatta underjordiska garaget, kommer att minska eller vara oförändrad. Förslagsvis kan en ytlig åtgärd utföras, genom att anlägga en försänkning/dagvattenränna i sydvästlig riktning längs med Tegelbruksvägen.

De södra delarna av planområdet har avrinning mot Södra Torlandsgatan till lågpunktsyta belägen söder om planområdet. I det sydvästra hörnet av planområdet, se Figur 11 (gul markering), finns ett utsatt område. Antingen avrinner dagvatten vid mycket stora regn till grannfastigheten i väster (Rödhaken 2), eller så höjsätter man området så att dagvattnet blir instängt på tomten. Detta skulle skapa en typ av fördröjningsyta. Beroende på utformningen av fastigheterna kan en avledning mellan huskropparna via passagerna mot Tegelbruksvägen vara en lösning. Det kan även vara en möjlighet avleda dagvattnet i östlig riktning mot Södra Torlandsgatan men med nuvarande utformning, så kan det bli svårt att lösa.



Figur 11. Sekundära avrinningsvägar vid mycket stora regn. Det utsatta underjordiska garaget har inte en ökad risk i och med exploateringen.

### 3.3 LOD – Lokalt Omhändertagande av Dagvatten

Förutsättningar för fullständig LOD inom planområdet är begränsat p.g.a. de befintliga markförhållandena. Dock kan en stor andel av dagvattnet omhändertas lokalt genom fördröjnings-/reningslösningarna nedan.

#### 3.3.1 Fördröjningsmagasin

Där öppna fördröjningslösningar inte är tillämpliga på grund av markförhållanden rekommenderas anläggning av underjordiska fördröjningsmagasin t.ex. dagvattenkassetter. Dagvattenkassetter har en hålrumsvolym upp till ca 95 % vilket innebär ett betydligt mindre volymbehov jämfört med en anläggning av makadammagasin. Kassetterna finns i olika utseenden och storlekar beroende på leverantör. Volymen fylls upp genom ett strypt utlopp och töms långsamt under en längre tid. Sediment och föroreningar samlas och läggs fast. Därför måste magasinen rensas med jämna mellanrum. Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. En geotextilduk placeras runt kassetterna för att hålla bort smuts och jord från magasinet. Underhåll varierar beroende på val av produkt och utformning, magasin med inspektions- och spolningsmöjlighet rekommenderas.



Figur 12. Dagvattenkassetter (www.rehau.com)

### 3.3.2 Skelettjordsanläggning med trädplantering

Skelettjord har utvecklats för att träd ska kunna utvecklas till trivselskapande element i hårdgjord miljö. Skelettjord är en volym av grov ensartad makadam (100-150 mm) som innehåller ca 25-30 % hålrum fyllda med luft samt fuktighets- och näringshållande växtjord. Konstruktionen måste utföras så att den både garanterar ett bra rotningsutrymme och samtidigt uppfyller de krav som ställs på bärighet för tung trafik. För att klara av regntillfällen större än dimensionerande regnintensitet måste anläggning förses med dräneringsledning i botten för att avleda överskottsvattnet. Dräneringsledningen i sin tur måste kopplas till närmaste anslutningspunkt.

Trädplantering längs med gator medför flera fördelar med avseende på dagvattenhantering. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar.

Rotsystemen suger dessutom åt sig vatten från kringliggande mark vilket leder till att markens magasineringkapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Förutom detta kan träd omhändertata mindre mängder föroreningar.

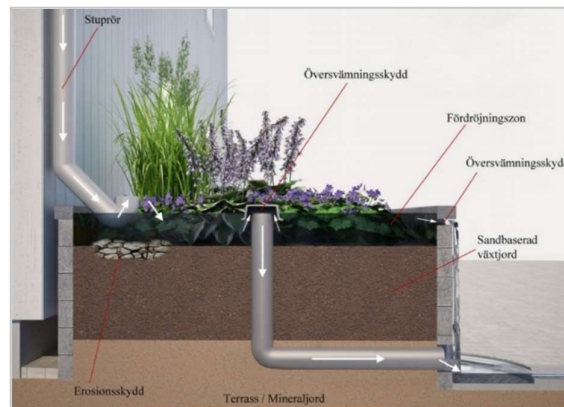


Figur 13. Makadamlager och utplacering av trädgallerram, foton: Björn Embrèn, Anders Ohlsson Sjöberg.

### 3.3.3 Regnbäddar

Regnbäddar används för att infiltrera dagvatten från närliggande ytor som tak och hårdgjorda markytor. Dock lämpar sig detta område bättre för upphöjda växtbäddar som kan ses i figuren nedan. Ett tillägg till utformningen som kan vara bra är en dräneringsledning som sakta tömmer bädden efter stora regn i de fall marken består av lera. Även nedsänkta regnbäddar går att använda beroende på fastighetens lutningsförhållande. Det ställs krav på att växterna ska klara perioder av både torra och höga vattennivåer då regnbädden inte har någon permanent vattenspegel. Med en välkomponerad vegetationsmix fås regnbäddar som fyller en teknisk funktion med fördröjning och rening men också ett vackert inslag i närområdet. De bör dock inte placeras direkt över några ledningsstråk. Regnbäddar byggs upp så att i stort sett allt dagvatten kan magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället. Regnbädden har endast en synlig vattenspegel i samband med kraftiga regn. Då

bädden är planterad med växter medför detta att den dessutom har en mycket större förmåga att avdunsta vatten än exempelvis en steril infiltrationsbädd av makadam.



Figur 14. Upphöjd regnbädd (Movium Fakta #2 2015)



Figur 15. Till vänster, nedsänkt regnbädd med inlopp genom nedsänkt kantsten. (sigmacivil.se). Till höger, regnbädd med trädplantering i anslutning till parkering, foto: Björn Embrén.

### 3.3.4 Öppna lösningar i tät bebyggelse

Öppna rännor kan ge fördröjning då vattenytan tillåts variera i höjdd. Utflödet, till exempel ett konventionellt ledningssystem eller fördröjningsanläggning, regleras förslagsvis med vattentrappor eller vattenspiel. De öppna dagvattenanläggningarna skapar ett mervärde för friluftslivet i kvarteret och ger därmed ett rekreativt värde. Öppna dagvattenanläggningar kan dessutom användas för att sprida kunskap om vatten till barn vilket ger ett pedagogiskt värde. Exempel på lokala, öppna elementen redovisas i figuren nedan.



Figur 16. Exempel på dagvattenelement, till höger Wikimedia Commons, Jorchr och till vänster flowforms.se.

### 3.3.5 Vattenutkastare

Enklaste lösningen till LOD är att förse stuprör med vattenutkastare som fördelar dagvattnet över en grönyta innan det når dagvattenbrunnarna med hjälp av rännalar. Små regn kan på detta sätt helt omhändertas lokalt, beroende på storleken hos grönytor som ackumulerar dagvattnet. Vid mycket stora regn fungerar utkastare som en fördröjare av det första vattnet vilket minskar belastningen på dagvattensystemet.

Om grönyta som t.ex. översilningsyta och växtplantering inte finns att tillgå intill fastigheten, kan öppna rännor anläggas. Öppna rännor syftar i första hand till att transportera dagvatten till planerade grönytor eller dike. Dessa går att anlägga med galler, så kallade markrännor, för att på så vis göra körbara. Öppna rännor kan vara estetiskt tilltalande och har lägre anläggningskostnad än ett ledningsförbundet system.



Figur 17. Vattenutkastare och dagvattenrännor, bilder från steriks.se.

### 3.3.6 Permeabel asfalt och gräs armering

Permeabel asfalt är en typ av asfalt som har små öppna hålrum, där dagvatten kan infiltrera till underliggande lager. Dock finns ett relativt stort skötselbehov då ytan måste högtrycksspolas för att inte hålrummen ska sättas igen. Studier visar att ytan kan omhänderta upp till 50- och 100-års regn, dock är kravet att ytan ska kunna omhänderta dimensionerande 10-årsregn med årliga rengöringar. Gräsarmering har många användningsområden, där de vanligaste användningsområdena är anläggning på garageuppfarter eller runt träd. Fördelen är att ytan är körbar samtidigt som den grönskar.

### 3.3.7 Gröna tak

En annan lösning för att minska avrinning är s.k. gröna tak. Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t ex sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasinerar enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom ökas initialförlusten vid varje regntillfälle med ca 6-10 mm beroende på vald tjocklek och lutning på taket. Detta innebär att även kraftiga regn kan utjämnas under den första avrinningstiden. Dock kommer hela nederbördsvolymen avrinna efter att taket blivit mättat.



Figur 18. Anläggning av gröna tak till vänster och färdigt tak på miljörum till höger, bilder från vegtech.se.

### 3.4 Höjdsättning

För att säkerställa god avrinning och minskad risk för uppdämning av dag- och dräneringsvatten bör lägsta golvnivå i planerade byggnader sättas med hänsyn till lutning av intilliggande mark så att lokala lågpunkter, i vilka dagvatten kan ansamlas, i möjligaste mån undviks. Lägsta golvnivå ska vara högre än gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten för att en tillfredsställande avledning av dag- och dräneringsvatten ska kunna erhållas. Höjdsättning av trottoarer mot husen bör sättas så att inte vatten rinner mot fasaderna och blir stående. Ny bebyggelse bör ha en höjdskillnad på minst 0,3 m mellan lägsta golvnivå och gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten.

Det två planerade underjordiska garagen bör infarten ha en höjdsättning på ett sådant sätt, att yttlig avrinning ner i garagen minimeras.

Hänsyn bör också tas till snösmältning tillsammans med tjäle då eventuella fördröjningsytor inte kommer att kunna infiltrera dagvatten. Ytavrinningen kommer att öka vilket bör tas i beaktning för byggnader.

### 3.5 Förslag dagvattenhantering

#### Takdagvatten

Om möjligt bör takytor avleda dagvatten till närliggande grönyta eller regnbädd. Ett alternativ för nybyggnationen på Rödhaken 6, se Figur 19, är att avleda takvatten till den upphöjda bostadsgården, som antingen har en förhöjd regnbädd, enligt avsnitt 3.3.3, eller en nedsänkt regnbädd till bottenplan. En nedsänkt regnbädd skulle kunna innebära att ytan för regnbädden skulle göra anspråk på bottenplan, då det krävs en viss höjd för att skapa en volym för att kunna fördröja dagvattnet. Översvämningskydd från regnbädden skulle sedan kopplas på dagvattensystemet. En förhöjd regnbädd skulle även kunna vara möjlig för de två takytorna i sydvästra hörnet, alternativt avleds dagvatten till planerad grönyta genom dagvattenränna. Dock är det viktigt att planerad markyta höjdsätts, så att dagvatten avleds från grönytan i det sydvästra hörnet, förslagsvis i östlig riktning.

För fastigheten Rödhaken 7 bör takvatten kunna avledas till takytan längst i öst, där dagvattnet leds vidare till förhöjd regnbädd i den planerade planteringen. Hårdgjord yta runt byggnaden ska luta bort från fasaden vilket kommer att innebära att planerad grönyta skulle kunna magasinera en stor del av genererat vägdagvatten. Detta innebär också att grönytorna bör vara utan kantsten och vara höjdsatt lägre än den hårdgjorda ytan.

Gröna tak skulle också kunna användas som fördröjning för det dimensionerande 2-årsregnet. Djupa intensiva tak (210 mm), kan magasinera ett 2-årsregn på 10-minuter. Detta kan vara en lösning för planerad takyta för t.ex. miljöhusen.



Figur 19. Ett förslag till dagvattenhantering, där takvatten leds till regnbädd och grönyta.



### Vägdagvatten

En lösning för området är att anlägga ett svackdike eller fördröjningsmagasin för omhändertagande av dagvatten. Dock är möjligheterna till detta begränsade eftersom man vill samla upp vägdagvatten från en så stor yta som möjligt, för avledning till magasinet/diket. För det nuvarande planförslaget föreslås att ett svackdike anläggs i nordost längst med Södra Torlandsgatan, se Figur 20. Den del av Södra Torlandsgatan som ligger inom planområdet bör därefter höjsätts, så att dagvatten avrinner mot diket som leder ut till Tegelbruksvägen.



Figur 20. Förslag till dagvattenhantering med svackdike.

En annan möjlighet är att bygga upp ett dagvattensystem med brunnar, för hela planområdet, vilka samlar upp genererat dagvatten/dräneringsvatten vilket leds till ett grunt förlagt fördröjningsmagasin. Denna typ av lösning har ingen större reningseffekt eftersom ingen infiltration sker.

En lämplig lösning för fördröjning inom planområdet är skelettjordar. En grov uppskattning, är att det krävs ca 350 m<sup>2</sup> skelettjord för att kunna tillvara ta den dimensionerande fördröjningsvolymen på 70 m<sup>3</sup>. Om denna skelettjord ska fördelas på respektive fastighet innebär det att Rödhamnen 6 och 7 behöver ca 165 m<sup>2</sup> respektive 185 m<sup>2</sup> skelettjord. Figur 21 visar hur stor area det är och var skelettjordar skulle kunna vara tänkbara. Fördröjningsytorna ska i första hand vara inom kvartersmark, men i en detaljprojektering kan det bli aktuellt att nyttja allmän platsmark, om det visar sig vara mer lämpade för ändamålet. På samma sätt skulle ett system av regnbäddar kunna anläggas dit vägdagvatten kan avrinna.



Figur 21. Förslag till dagvattenhantering med skelettjordar, där föreslagen totalyta är ca 350 m<sup>2</sup>.

### Slutsats dagvattenhantering

En dikeslösning är möjlig i det nordöstra hörnet av planområdet, intill Södra Torlandsgatan. Detta innebär dock att markytan bör höjdsätts så att vägdagvatten avrinner mot diket. Skelettjordar är mer flexibla och kan placeras mer strategiskt med avseende på avrinning, där regnbäddar också kan vara ett alternativ. Takdagvatten bör kunna tas om hand genom regnbäddar och gröna tak, samt avledning till grön yta. En trolig systemuppbyggnad, är att flera av föreslagna lösningar används på olika platser inom planområdet, vilket får utredas vidare i detaljprojekteringen.

Vid snösmältning och tjäle kan infiltrationsförmågan anses var obefintlig. Detta innebär att regnbäddar och skelettjordar inte kommer att infiltrera och dagvatten kommer att passera utan fördröjning/rening, med ytavrinning. Ett svackdike kan konstrueras så att utloppet är högre beläget än lägsta punkt, vilket medför att dagvatten kan bli stående i diket. Ett dike kan därför till en viss grad magasinera dagvatten vid tjäle. Skötselplaner ska tas fram för valda dagvattenlösningar vid detaljprojektering.

### 3.6 Dagvattenhantering i byggskedet

Vid byggskedet bör slamavskiljning ske, för rening av partiklar i schaktvattnet. Även oljeavskiljare kan behövas om oljeföroreningar förekommer. Hänsyn bör också ta till länsvatten för att inte överbelasta det befintliga nätet, samt förhindra utsläpp av föroreningar. Efter att den hårdgjorda ytan färdigställts kan man med fördel installera brunnfilter under den första tiden. Anledningen är att nylagd asfalt avger en stor del olja den första tiden.

## 4 Föroreningsbelastning

Beräkningar är gjorda för att få en uppfattning av föroreningsbelastningen i befintliga och framtida förhållanden, se tabell 5 och 6. Vid beräkningar har årsnederbörden satts till 700 mm då en klimatkompensation lagts till på 25 %, enligt P110. Data för årsnederbörd är hämtad från SMHI, vilket gäller för Östersund med ett medelvärde för åren 1961-1990. Normalperioderna är oftast 30-årsperioder, där 1961-90 är den i dagsläget gällande standardnormalperioden. Beräkningar har utförts med programmet Stormtac, där en jämförelse har gjorts för en framtida situation där exploateringsområdet förses med ca 350 m<sup>2</sup> skelettjord, enligt avsnitt 3.5.

Tabell 5. Föroreningsbelastning med avseende på koncentrationer, grönt fält avser minskning av förorening.

Förorening	Enhet	Befintligt -utan rening	Exploatering -utan rening	Exploatering -med skelettjord	Reningseffekt
P	ug/l	91	92	48	48%
N	ug/l	1300	1600	730	54%
Pb	ug/l	17	9,4	2,4	74%
Cu	ug/l	25	18	4,3	76%
Zn	ug/l	88	54	12	78%
Cd	ug/l	0,54	0,44	0,083	81%
Cr	ug/l	9,7	6,2	1,1	82%
Ni	ug/l	3,9	3,3	0,75	77%
Hg	ug/l	0,03	0,027	0,015	44%
SS	ug/l	86000	56000	12000	79%
Oil	ug/l	440	320	46	86%
PBDE 47	mg/l	0,37	0,39	0,19	51%
PBDE 99	mg/l	0,42	0,44	0,22	50%
PBDE 209	mg/l	15	15	7,4	51%
TBT	mg/l	1,9	1,9	0,92	52%

Tabell 6. Föroreningsbelastning med avseende på mängder, grönt fält avser minskning av förorening.

Förorening	Enhet	Befintligt -utan rening	Exploatering -utan rening	Exploatering -med skelettjord	Reningseffekt
P	kg/år	0,26	0,25	0,22	12%
N	kg/år	3,8	3,5	3,3	6%
Pb	kg/år	0,036	0,036	0,011	69%
Cu	kg/år	0,061	0,06	0,02	67%
Zn	kg/år	0,066	0,065	0,054	17%
Cd	kg/år	0,0015	0,0013	0,00038	71%
Cr	kg/år	0,019	0,019	0,0048	75%
Ni	kg/år	0,0062	0,0058	0,0034	41%
Hg	kg/år	0,0001	0,0001	0,000068	32%
SS	kg/år	78	75	53	29%
Oil	kg/år	0,1	0,1	0,1	9%
PBDE 47	mg/år	0,0005	0,0005	0,0005	0%
PBDE 99	mg/år	0,0006	0,0006	0,0001	90%
PBDE 209	mg/år	0,021	0,021	0,021	0%
TBT	mg/år	0,0028	0,0026	0,0026	0%

#### 4.1 Påverkan på miljö kvalitetsnormen (MKN) för vatten

Förorenat dagvatten kan försämra statusen på den slutliga recipienten vilket i sin tur kan förhindra uppfyllandet av miljö kvalitetsnormerna. Dagvatten innehåller bland annat kväve, fosfor, metaller, partiklar och oljeföroreningar som kan försämra kvaliteten på vattnet och livsbetingelser för vattenlevande växter och organismer. En huvudregel i vattenförvaltningen är att en recipients status inte får försämrats av verksamheter, planer, projekt eller liknande. Detta har av EU-domstolen förtydligats med att ingen enskild kvalitetsfaktor får försämrats.

##### 4.1.1 Planens påverkan på recipienten Storsjön

Slutlig recipient för planområdets dagvatten är Storsjön som även utgör dricksvattentäkt i Östersunds kommun. Miljö kvalitetsnormerna för Storsjön är fastställda enligt följande:

- God ekologisk status 2021
- God kemisk ytvattenstatus med undantag av bromerad difenyleter (PBDE) samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Undantag har även lämnats för Tributyltenn-föreningar som har fått en tidsfrist till år 2021.

Storsjöns ekologiska status är bedömd som måttlig. Detta beror på att fiskpopulationen i viss mån bedömts vara skadad samt att det finns tecken på försurningsproblem. Vidare finns brister i form av att spridningsförutsättningarna för växter och djur längs med vattenförekomsten är begränsade, att vattenståndet varierar till följd av reglering, samt att närområdet runt vattenförekomsten och förekommande svämplan påverkats av mänsklig aktivitet så att dess naturliga funktioner begränsats. De ämnen där beräkningar utförts och som kan påverka den ekologiska statusen är fosfor, kväve och partiklar. Samtliga av dessa bedöms öka i dagvattnet efter exploatering. Fosfor och kväve är främst kopplat till näringspåverkan med risk för övergödning och syrefattiga förhållanden. Storsjön har dock inte några problem med detta idag och några problem bör inte heller uppstå även om mängderna i dagvattnet från området ökar. Partiklar kan påverka siktdjup, ljusförhållanden samt bottenstrukturs sammansättning. I och med att sjön är reglerad bör dock erosion från omgivande stränder redan ha påverkat bottenstrukturs negativt.

Storsjön uppnår ej god kemisk status, vare sig ämnen som överskrids överallt räknas med eller inte. Halter av bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg) överskrids i alla yt- och kustvatten i Sverige. De höga halterna av Hg kommer från atmosfärisk deposition från långväga globala utsläpp. Det har sedan ackumulerats i humuslagret på marken varifrån det sker kontinuerligt läckage till ytvatten. Problemet med PBDE beror också på långväga luftburna transporter av föroreningar. Bedömningen är att problemet med dessa ämnen har en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att lösa det. Därför har det beslutats om att dessa ämnen omfattas av ett undantag. Att recipienten inte uppnår god kemisk status även utan överallt överskridande ämnen beror på halter av tributyltenn (TBT) i vatten och sediment som överskrider gränsvärdet. Tributyltenn har länge använts i båtbottnfärger men är inte ett ämne som normalt förekommer i dagvatten. Beräkningar har utförts för bly, kadmium, nickel, krom och kvicksilver där mängden i dagvattnet ökar för samtliga ämnen. Förutom krom ingår dessa ämnen bland de prioriterade ämnen som används för att bedöma vattenförekomstens kemiska status. En screening av miljögifter i Storsjön genomfördes 2012-2013 av länsstyrelsen i Jämtlands län. Vid denna låg halterna av bly, kadmium, nickel och kvicksilver under gränsvärdet med god marginal (Länsstyrelsen Jämtlands län 2014).

Storsjön ingår även bland de vatten som ska skyddas enligt förordningen om fisk- och musselvatten. De ämnen som regleras enligt dessa bestämmelser samt där beräkningar också utförts är koppar, zink, och oljekolväten. Samtliga av dessa ämnen ökar i dagvattnet efter exploatering. Vid den screening som utfördes 2012-2013 låg värdena på koppar och zink långt under gränsvärdet för laxfiskvatten (Länsstyrelsen Jämtlands län 2014). Olja undersöktes inte i screeningen. Storsjön utgör även dricksvattentäkt vilket ställer krav på dricksvattenkvaliteten. Kraven ställs på det utgående vattnet från reningsverket, men ju mindre föroreningar som förekommer i råvattnet, ju lättare är det att uppnå god kvalitet på dricksvattnet. Sammanfattningsvis kan konstateras att de flesta av de beräknade ämnena minskar i dagvattnet efter exploatering, utan att någon reningsåtgärd utförs. I de fall där koncentrationen ökar (K,N och PBDE), är ökningen så pass liten att den kan anses försumbar. Anledningen att övergödningsämnen N och P ökar, är p.g.a. att grönytan ökar, vilket medför att växtämnena avger kväve och fosfor. Samtidigt binder växter också upp kväve och fosfor, vilket innebär att den totala mängden minskar per år, tabell 6. Ifall någon typ av reningsåtgärd utförs inom planområdet, kommer detta vara gynnsamt för att bidra till att MKN uppnås enligt planen.

#### Referenser

Länsstyrelsen Jämtlands län. 2014. Screening av miljögifter i Storsjön 2012-2013. Diarienummer 502-8188-2014.

## 5 Slutsats

I och med exploateringen kommer dagvattenflödet minska från planområdet. Förutsättningar för fullständig LOD inom planområdet är begränsat p.g.a. de befintliga geologiska förhållandena. Möjligheterna till fullständig infiltration och/eller anslutning till naturligt vattendrag ut ur området, är ej möjligt. För att kunna fördröja ett mindre regn med återkomsttiden på 2 år, krävs en fördröjningsvolym på ca 70 m<sup>3</sup>.

Fördröjnings-/reningsåtgärder föreslås bestå av flera lösningar. Takdagvatten kan omhändertas med antingen med gröna tak, regnbäddar och/eller avledning till grönyta. Vägdagvatten kan avledas till svackdike och skelettjordar. Vilken lösning som är bäst lämplig får utredas i detaljprojekteringen. Vid skyfall bedöms ett befintligt underjordiskt garage vara i riskzonen för översvämning, Risken blir lika stor eller mer sannolikt mindre i och med exploateringen p.g.a. en effektivare dagvattenhantering. Planområdet har i sydväst ett område som riskerar att bli instängt och bör ses över vid höjdsättning av området. Höjdsättning av planerat underjordiskt garage bör också ses över för att minimera risken att dagvatten rinner ner i garaget genom infarten. Hänsyn bör även tas till tjäle och snösmältning, vid höjdsättningen, då ytavrinningen ökar vid dessa tillfällen.

Föroreningsbelastningen för recipient efter exploatering kommer innebära en minskad belastning av alla kontrollerade föroreningar och MKN kommer att kunna uppfyllas.