



CHALMERS



Dagvattenlösningar för kuperade områden

Med Tureholm som studieunderlag

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

CORNELIA HOFGREN
NIKLAS NILSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD
AVDELNINGEN FÖR VATTEN MILJÖ TEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2024
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Dagvattenlösningar för kuperade områden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Cornelia Hofgren

Niklas Nilsson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Vattenmiljöteknik

Chalmers Tekniska Högskola

Göteborg, 2023

Dagvattenlösningar för kuperade områden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

CORNELIA HOFGREN

NIKLAS NILSSON

© CORNELIA HOFGREN, NIKLAS NILSSON, 2024

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2024

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Vattenmiljöteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Upphovsrätt: Hökerums byggs illustration över tänkta byggnationer för Tureholm, Trosa kommun.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2024

Dagvattenlösningar för kuperade områden

Med Tureholm som studieunderlag

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

CORNELIA HOFGREN

NIKLAS NILSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Vattenmiljöteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Syftet med denna studie är att undersöka effektiva lösningar för ett lokalt omhändertagande av dagvatten i kuperade områden. Där fokus för undersökningarna grundar sig i en ekologisk samt en ekonomisk aspekt. Studien utgår ifrån Hökerum Byggs nyproducerade område i Tureholm, Trosa kommun. Området står framför en omfattande nybyggnation där cirka 100 bostäder ska byggas. Det medför en betydande påfrestning på omhändertagandet av dagvatten. Därav behövs det implementeras en ny lösning för att lokalt kunna ta hand om det dagvatten som inte längre kan infiltreras. Detta för att förhindra översvämningar samtidigt som det minskar påfrestningen på det befintliga dagvattensystemet. Utöver undersökningarna gällande Tureholm undersöks även olika kommuner samt fastighetsägare lokaliserade på västkusten respektive östkusten, det för att kunna särskilja eventuella likheter och skillnader. Med en anledning som grundar sig i den skilda nederbördsprofilen som de olika kusterna upplever.

Studiens resultat kommer baseras på modelleringar av området samt olika litterastudier. Genom en modellering kan olika typer av lösningar tillämpas och testas för att resultera i den bästa möjliga. Det kommer i sin tur medföra en ökad förståelse för området vilket visar sig användbart vid implementering av den resulterade lösningen. Utifrån resultatet från studien visade sig en dagvattendamm vara lämpligast för området. Lösningen begränsas till ett mindre bostadsområde med tätare bebyggelse.

Nyckelord:

Dagvatten, Dagvattenhantering, ekologiskt hållbar, ekonomiskt hållbar, kuperade områden, Nederbördsprofil

Stormwater solutions for elevated areas

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

CORNELIA HOFGREN

NIKLAS NILSSON

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of water engineering and environment
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate effective solutions for local disposal of stormwater in elevated areas. Where the main focus of the investigations is on an ecological and an economic aspect. The study is based on Hökerum Byggs newly produced area in Tureholm, Trosa. The area faces a new extensive construction where around 100 new homes will be built. This puts a significant strain on the management of stormwater. There for a new solution needs to be implemented in order to locally take care of the stormwater that no longer can be infiltrated. The purpose of the solution is to prohibit the risk of flooding while reducing the strain of the existing stormwater system. In addition to the surveys regarding Tureholm. Different municipalities and property owners, located on the west and east coast will be studied to show the similarities and differences. With a reason that is based on the different profile in rain.

The results from the study will be based on modeling of the area and literature studies. Through modeling, different types of solutions can be applied and tested in order to achieve the best possible outcome. This will in turn lead to an increased understanding of the area, which is proven useful when implementing a solution. Based on the result of the studies a stormwater dam was proven most suitable for the area. However, the solution will be limited to small residential areas with denser housing.

Key words:

Stormwater management, ecological sustainability, economic sustainability, elevated areas

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	I
ABSTRACT	II
Innehållsförteckning.....	III
Förord.....	V
Beteckningar	VI
1 Inledning	1
1.1 Syfte.....	1
1.2 Frågeställningar.....	2
1.3 Avgränsningar.....	2
2 Bakgrund.....	3
3 Hur påverkar städers nederbördsprofil deras agerande.....	5
3.1 Nederbördsundersökning.....	5
3.2 Områden med mycket nederbörd.....	6
3.2.1 Göteborg.....	6
3.3 Områden med begränsad nederbörd.....	7
3.3.1 Gotland och Öland	7
3.4 Områden med medelnederbörd	7
3.4.1 Trosa.....	7
4 Vilka krav och kriterier främjar en hållbar dagvattenhantering	9
4.1 Kriterier för dagvattenhantering.....	9
4.1.1 Föroreningar.....	9
4.1.2 Kostnadseffektivitet	10
4.1.3 Omfattning för volym och flöde.....	10
4.2 Företaget och kommunens prioritet i de tre kriterierna	11
4.2.1 Företaget, i detta fall Hökerum Bygg.....	11
4.2.2 Kommun	11
4.2.3 Trosas bestämmelser för årsregn.....	12
5 Hur kännedom och modellering bidrar till en lyckad åtgärd	13
5.1 Hantering av modeller för områden.....	13
5.2 Modellering för Tureholm	14
5.2.1 SCALGO Live.....	14
5.2.2 Rationella metoden.....	14
5.3 Förslag på generella åtgärder.....	15
5.3.1 Sedimentationsdammar/fördröjningsmagasin.....	16
5.3.2 Regnträdgårdar/biofilter	16
5.3.3 Multifunktionella ytor.....	17
5.3.4 Svackdiken.....	17
5.3.5 Träd som en del av dagvattenhantering.....	17
6 Dagvatten, en börda eller outnyttjad resurs.....	18
6.1 Östkustens hantering av dagvatten.....	18
6.1.1 Kalmar kommun	18
6.1.2 Trosa kommun.....	18
6.2 Västkustens hantering av dagvatten	19

6.2.1	Göteborgs stad	19
6.2.2	Varbergs kommun.....	19
6.3	<i>Kommuner som inte arbetar med dagvatten.....</i>	<i>20</i>
6.4	<i>Fastighetsägares arbete.....</i>	<i>20</i>
7	Metod.....	21
7.1	<i>Litteraturstudier.....</i>	<i>21</i>
7.2	<i>Modelleringsverktyg</i>	<i>21</i>
7.3	<i>Ställda intervjufrågor.....</i>	<i>21</i>
8	Resultat.....	22
8.1	<i>Flödes resultat från Tureholm.....</i>	<i>22</i>
8.2	<i>Lösningen för Tureholm</i>	<i>23</i>
9	Diskussion.....	24
9.1	<i>Hur påverkar städers nederbördsprofil deras agerande.....</i>	<i>24</i>
9.2	<i>Vilka krav och kriterier främjar en hållbar dagvattenhantering.....</i>	<i>24</i>
9.3	<i>Utmaningen med kuperade områden.....</i>	<i>25</i>
9.4	<i>Dagvatten som börda inte resurs.....</i>	<i>26</i>
9.5	<i>Felkällor.....</i>	<i>27</i>
10	Slutsats	28
10.1	<i>Generell slutsats.....</i>	<i>28</i>
10.2	<i>Specifik slutsats.....</i>	<i>28</i>
11	Bilagor.....	29
12	Litteraturförteckning.....	37

Förord

Efter tre år på Chalmers är detta vårt sista projekt som genomförs på programmet Samhällsbyggnadsteknik, högskoleingenjör. Examensarbetet har utförts på intuitionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik på avdelningen för vattenmiljöteknik. Omfattningen av arbetet är 15 högskolepoäng och har utspelat sig över fyra månader.

Vi vill börja med att tacka vår handledare Jesper Knutsson. Jesper som med sin kunskap har väglett oss genom detta examensarbete med olika synvinklar, idéer och hjälpt oss utveckla samt klarlägga våra frågor och funderingar.

Vi vill även tacka Jesper Svensson på Hökerum Bygg som under projektets gång bistått med information om området i Tureholm. Vidare vill vi ta i akt att tacka Jesper Persson från Kretslopp och Vatten för att tagit sig tiden att boka in ett möte med oss och visa sitt stora intresse i dagvattenfrågan.

Utöver det vill vi även rikta ett stort tack till alla de kommuner och fastighetsförvaltare som tagit sig tid att motivera och svara på alla våra ställda frågor. Det har hjälpt oss få en överblick över den rådande dagvattensituationen i olika kommuner.

Trevlig läsning, hoppas ni upplever denna studie intressant och lärorik

Cornelia Hofgren
Niklas Nilsson

Göteborg maj 2024

Beteckningar

De beteckningar som används i rapporten förklaras nedan.

q_{dim}	Dimensionerade flödet [l/s]
A	Avrinningsområdets area [ha]
φ	Avrinningskoefficienten [-]
$i(t_r)$	Dimensionerade regnet [l/s * ha]
t_r	Regnets varaktighet [
kf	Klimatfaktor

1 Inledning

I framtiden förväntas en ökning av både nederbörd och regnintensitet (Naturvårdsverket, 2024). Det medför en ökad påfrestning på det system som ska ta hand om dagvattnet. Dagvattenhantering innebär att man tar hand om den nederbörd som samlas på hårdgjorda ytor i städer eller bostadsområden. De vatten som hamnar på hårdgjorda ytor rinner vidare till närmsta brunn eller dike. Det fenomenet kallas vanligtvis för ytavrinning och de som ligger till grund för resultatet i studien. Vanligtvis samlas dagvattnet upp i gatubrunnar och leds bort till en recipient. Dock blir det allt mer vanligt att fördröja och ta hand om vattnet lokalt. Det innebär att man anlägger olika åtgärder som till exempel en multifunktionell yta eller ett svackdike som har till uppgift att fördröja vattnet tills mängden nederbörd har minskat. För att ta hand om de vatten som hamnar i brunnar finns de främst två olika sätt. Det ena är genom ett duplikat system vilket innebär att spillvatten och dagvatten transporteras i separata ledningar (SMHI, 2021). När dagvattnet kommer in i ledningen transporteras det bort till närmaste recipient utan rening medan spillvattnet transporteras till närmaste reningsverk. Ett annat alternativ kallas för kombinerat system. I ett kombinerat system transporteras både spillvatten och dagvatten i samma ledning. Det innebär att både dagvattnet och spillvattnet renas. Dock medför detta att vid ett regn med stor nederbörd blir det en ökad påfrestning på reningsverken samt ledningsnätet. Det medför att man breddar en del av vattnet för att underlätta för ledningar samt reningsverk. Vilket resulterar i att förorenat spillvatten släpps ut i nära recipienter.

Vid dimensionering av ett ledningsnät eller en ny sträckning tar man både kvantitet samt kvalitet i beaktning. Det innebär att när man dimensionerar den nya ledningen tas det även hänsyn till vilka föroreningar som kan förekomma i avrinningsområdet. För att kunna dimensionera en ledning behöver man även bestämma vilket typ av regn man ska dimensionera efter. Det innebär att man väljer exempelvis ett 50 årsregn och dimensionerar sina ledningar efter det. Anledningen till att man inte dimensionerar efter ett skyfall är på grund av den stora kostnad som hade förekommit då rördimensioner och hantering hade blivit allt för kostsamma.

När vattnet inte längre kan infiltrera på ett naturligt sätt ökar påfrestningen på de system som har för uppgift att ta hand om dagvattnet (NCC, 2024). För att minska påfrestningen är det lämpligt att ta hand om vattnet lokalt. Det innebär att vattnet leds till olika anläggningar i området, det kan vara en dagvattendamm eller ett specifikt område som designats för att översvämma vid kraftigt skyfall. Utöver det kan det även vara lämpligt att införa trög avledning, vilket innebär att vattnet leds sakta över gräsbeväxta diken dock behöver inte lösningen inte begränsas till en anläggning. (Persson, m.fl., 2009).

1.1 Syfte

Syftet med rapporten är att i största möjliga mån svara på de tidigare presenterade frågeställningarna samt att komma fram till en ekonomisk och ekologisk lösning för området Tureholm, Trosa kommun.

1.2 Frågeställningar

Nedan presenteras de frågeställningar rapporten baseras på. Dessa frågeställningar kommer presenteras djupare under rapportens gång i de kommande kapitlen. Frågeställningarna har formulerats utifrån diskussioner om ämnet i samråd med vår handledare Jesper Knutsson.

- Hur kan vattenförsörjningssituation, nederbördprofil och så vidare, påverka valet av dagvattenlösning?
- Vilka krav och kriterier bör implementeras för att främja en hållbar dagvattenhantering samtidigt som de bidrar till en hög kostnadseffektivitet.
- Hur kan man på ett lokalt sätt optimera dagvattenhanteringen för att få en minskad risk för översvämningar inom kuperade områden? Medför en kuperad terräng möjligheter eller begränsningar?
- Finns det alternativa användningsområden med dagvatten, och i så fall vilka är dem?

1.3 Avgränsningar

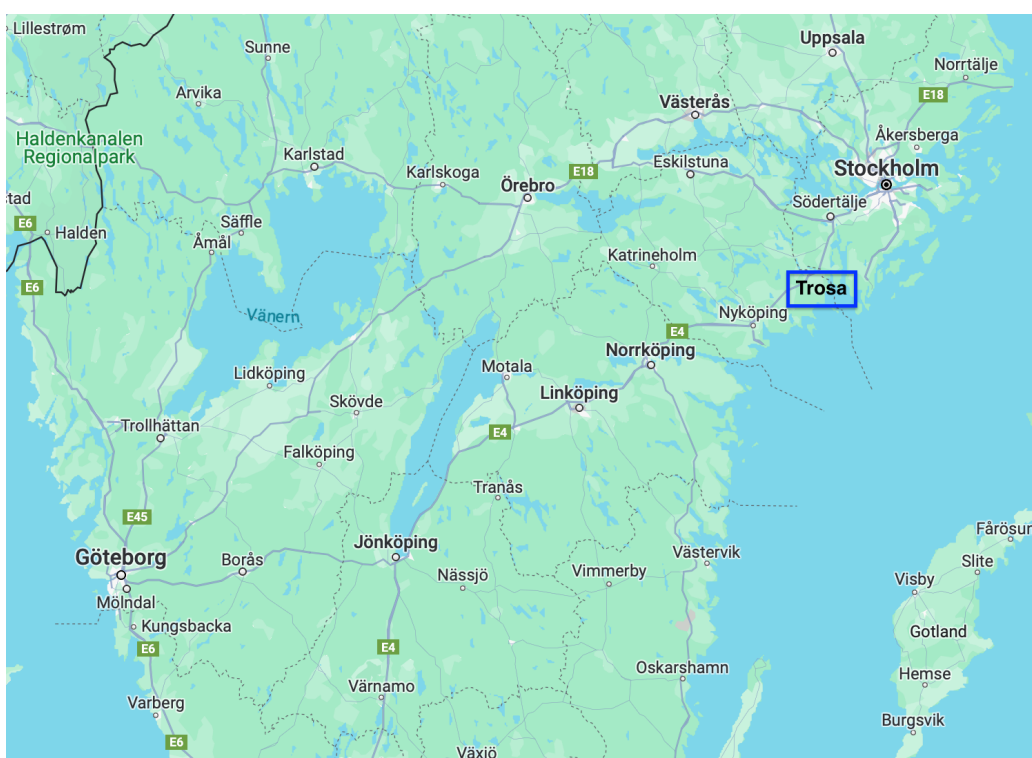
En avgränsning för resultatet kommer vara nödvändig med hänsyn till frågeställningarna. Därav kommer undersökningens resultat avgränsas till området kring Tureholm, Trosa.

Utöver geografien avgränsas även rapporten i sin lösning och är tillämpbar för främst Tureholm men möjligtvis även mindre bostadsområden med tätare bebyggelse. Då de kan i fall med glesare bebyggelse medföra en högre infiltrationsrad samtidigt som det kan betyda att mer vatten behövs ta hand om beroende på underlag och förutsättningar. Därmed anses den inte tillämpbar för större området samt områden med glesare bebyggelse. Med objektets nederbördsprofil i åtanke kan en avgränsning i nederbörd anses lämplig. Detta då Trosa kommun är ett av de områden som upplever mindre nederbörd än till exempel Göteborgs stad, Se kapitel 3 för mer information.

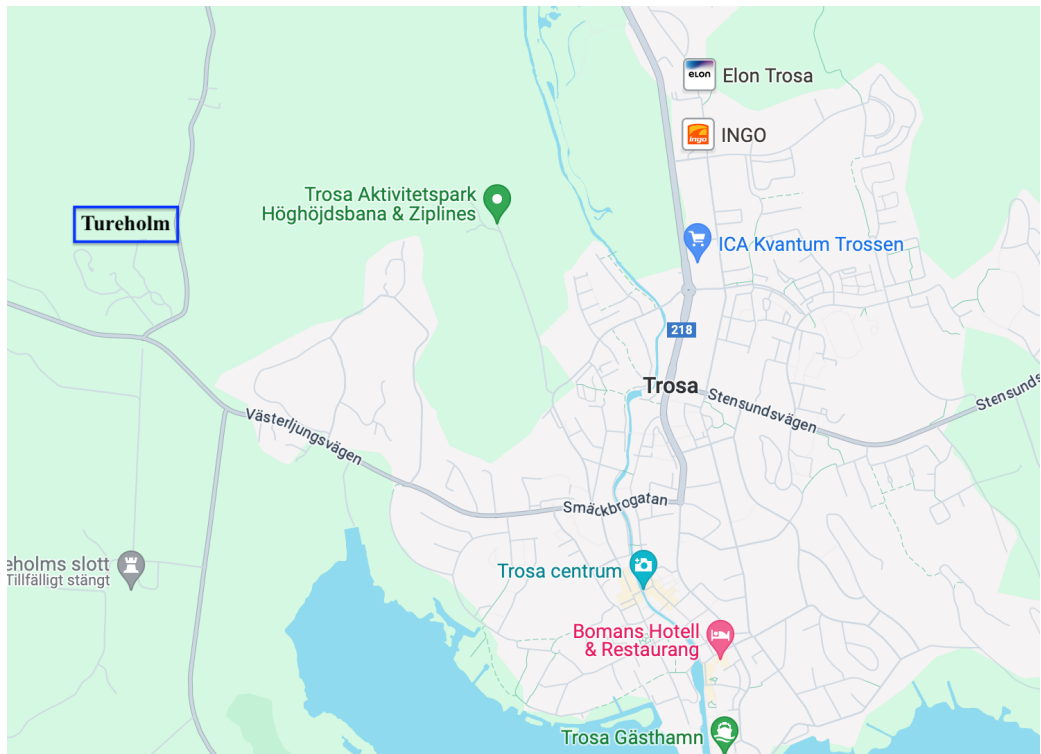
Då arbetet är ett examensarbete på 15 högskolepoäng innebär det en tidsbegränsning. Det medför i sin tur att tiden för att djupt analysera alla lösningar inte funnits. Det innebär att ett visst utrymme för framtida examensarbeten att utvärdera och undersöka de åtgärder som presenteras ytligt.

2 Bakgrund

Studien grundar sig i Trosa kommun, se figur 2.1, genom undersökningar tillsammans med Hökerum Bygg av deras kommande bostadsområde i Tureholm som visas i figur 2.2. Fastighetsägarna är intresserade av att genomföra en utbyggnad i området bestående av främst bostäder. Ambitionen med det kommande projektet är att det ska vara ett långsiktigt ekonomiskt, ekologiskt och socialt hållbart projekt. Planen är att möjliggöra runt 100 bostäder och även andra verksamheter i en begränsad omfattning. Bebyggelsen kommer i första hand bestå utav småhus, i form av villor, kedjehus samt radhus och området kommer ha plats för odling, djurhållning samt lek med mera. Området där bebyggelsen ska ske är kuperat med relativt stora höjdskillnader, vägar och byggnader ska därför följa topografin för att begränsa ingrepp i naturen.



Figur 2.1, visar Trosa kommun, inringat i blått, i relation till Göteborg samt Stockholm



Figur 2.2, visar Tureholm, inringat i blått, i relation till Trosa

I takt med en ökad nederbörd ökar behovet av lokal dagvattenhantering (SMHI, 2024). Det innebär att fler kommuner implementerar lösningar som fördröjer och renar dagvattnet på platsen där det faller. Däribland de olika kommuner finns Trosa. De har kommunicerat att dem i största möjliga mån vill att olika exploitörer implementerar lösningar som bidrar till en lokal hantering av vattnet. Det finns för området, Tureholm, beskrivet att i enlighet med kommunens VA-policy ska dagvatten infiltreras lokalt i största möjliga mån. Delar av den ängsmark som finns kommer att behållas och till viss del innefatta odlingslotter. Det innebär uppförandet av olika lösningar som till exempel en dagvattendamm eller en multifunktionell yta. Genom att använda en hantering som innebär lösningar ovan mark minskar belastningen på de vattenledningar som redan existerar. Det betyder att ett minskat behov för utbyggnation finns.

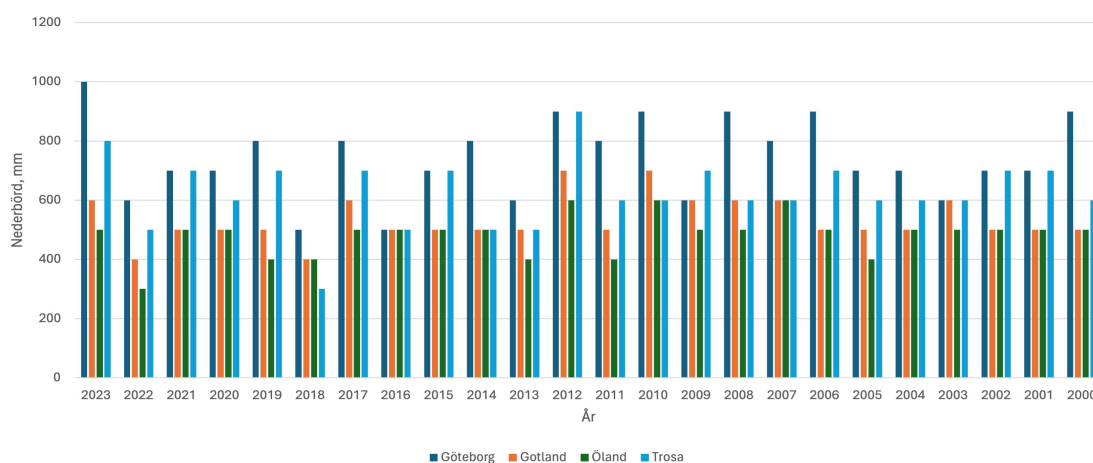
3 Hur påverkar städers nederbördsprofil deras agerande

Traditionellt sett har kraftigt regn och dagvatten betraktats som ett problem, eftersom det kan leda till översvämningar, erosion och förorening av vattendrag. Men med rätt förutsättningar och hantering av dagvattnet kan det också ses som en resurs om man satsar på en förbättrad dagvattenkvalitet och att samtidigt minska vattenbristen i utsatta områden.

3.1 Nederbördsundersökning

I undersökningen studerades ett område på västkusten, Göteborg, samt två områden på östkusten, Gotland och Öland. Tanken bakom valet av dessa områden är att de betraktas som utstickande när det gäller nederbördsmängd jämfört med andra regioner i Sverige. Göteborgs området valdes på grund av dess höga nederbörd i jämförelse med andra städer. Likaså valdes Gotland och Öland, men deras nederbörd är relativt låg jämfört med resten av områdena. Dessa jämfördes senare med Trosa.

Vid en studie av SMHI:s kartor för nederbördens absolutvärde, kan åren från 2000–2023 sammanställas (SMHI, 2024). Områdenas absolutvärde för årsnederbörd angivet i millimeter per år har samlats i figur 3.1 för att ge en överblick på de olika områdenas översiktliga nederbörd över tid. I figur 3.1 kan man observera ett tydligt mönster för de blå staplarna där det vanligtvis är mer nederbörd i Göteborg och därefter Trosa. Gotland och Öland har förhållandevis lite nederbörd, detta förklaras nedan i kommande kapitel 3.2 och 3.3.



Figur 3.1, visar en jämförelse av nederbörd för Göteborg, Gotland, Öland samt Trosa

Utifrån diagrammets sammanställning har ett årsmedel för respektive stad räknats fram under en tid på 23 år. Den minsta skillnaden på ca 120 mm/år kan utläsas mellan Göteborg och Trosa. Den största skillnaden i årsmedel ses på ca 270 mm/år mellan Göteborg och Öland. Se figur 3.2. Av diagrammen att döma styrks agerandet av en närmare kontroll för de fyra städerna. Anledningen grundas i den varierande nederbördsprofilen för respektive område.

	Årsmedel (mm/år)
Göteborg	773,91
Gotland	556,52
Öland	504,35
Trosa	652,17

Figur 3.2, Visar en samanställning över årsmedel för Göteborg, Gotland, Öland samt Trosa.

3.2 Områden med mycket nederbörd

Områden med mycket nederbörd kan kräva att dagvattenlösningen under vissa perioder klarar av att hantera stora mängder vatten och på så sätt minskar risken för översvämningar. Fördröjningsmagasin kan även vara aktuellt i extra utsatta områden för att minska belastningen på dagvattensystemet.

3.2.1 Göteborg

I Göteborg leds dagvatten bort via ledningsnät placerade i marken (Göteborgs Stad, 2024) . Där de till slut hamnar hos antingen en recipient eller ett reningsverk. Anledningen till att dagvatten hanteras hos reningsverket är för att ledningssystemet i Göteborg delvis består av ett kombinerat system. I det kombinerade systemet leds Göteborgs dagvatten tillsammans med stadens avloppsvatten till reningsverket medan i det duplikata systemen leds separat för att sedan transporteras till närmaste recipient (Göteborgs Stad, 2024).

Utöver hantering med ledningsnät infiltreras en del av vattnet ned i olika högt permeabla ytor. I ett planeringsskede har Göteborgs stad nyligen börjat implementerat aspekter så som ekologi och ekonomi för att öka hållbarheten inom staden (Göteborgs Stad, 2024). Det finns vissa nackdelar med kombinerade system, bland annat att det vid höga flöden sker en bräddning. Det innebär att olika föroreningar och slamprodukter hamnar i vattendrag. Därav är det av stor vikt att Göteborgs stad implementerar olika lösningar som bidrar till fördröjning och rening av de vatten som inte kan infiltreras.

Ett exempel på en av Göteborgs åtgärder kring fördröjning och rening av dagvatten är en sedimentationsdamm som ligger placerad i Järnbrott. Dammen har som uppgift att ta hand om och rena de vatten som kommer från området kring Dag Hammarsköljdsleden (Stadsbyggnadskontoret, 2017). Vattnet från området transporteras dels via ytavrinning samt ledningar för att nå till dammen. Efter dammen transporteras det via diken ut till Välen där det möter västerhavet.

Bortsett från åtgärder på allmänna ytor lägger Göteborgs stad stor vikt vid att fastighetsägare gör det dem kan för att bidra till hanteringen av dagvatten (Göteborgs stad, 2024). De uppmanar befolkningen till att använda gröna tak vid nybyggnation. De uppmanar även till att koppla bort stuprör från ledningsnätet så de vattnet i stället infiltreras i marken. Utöver de beskriver Göteborgs stad att anlägga försänkta

trädgårdar som kan fördröja och låta vattnet infiltrera anses som en god åtgärd för deras befolkning att implementera.

Stor del av det färskvattnet som invånarna i Göteborg använder kommer från Göta Älv (Göteborgs stad, 2024). Vilket innebär att staden inte är lika känslig för vattenbrist som andra städer där grundvatten utgör källa för dricksvattnet. Det kan i sin tur leda till att staden inte heller har samma behov för återvinning av dagvatten.

3.3 Områden med begränsad nederbörd

I områden med begränsad nederbörd kan man utforska möjligheten att använda återvinningssystem för dagvatten som samlar in och återanvänder vattnet.

3.3.1 Gotland och Öland

På Gotland och Öland saknas det så mycket regn att det motsvarar ett helt årsnederbörd. Öland är vanligtvis ett av de torraste områdena i Sverige (Rosell, 2016). Detta beror på de fuktiga Atlantvindarna som tvingas uppåt när de når det småländska höglandet. Luften stiger och kyls ner vilket orsakar nederbörd. Det resulterar i att Öland hamnar i en regnskugga och får ungefär hälften så mycket regn som det småländska höglandet.

På Öland blir relativt lite av det vatten som når ön till grundvatten (Rosell, 2016). Anledningen bakom är att Öland har en kalkrik berggrund och inte mycket ansamlingsjord. Det leder till att vattnet avrinner från ön. Utöver det har växtsäsongen blivit längre vilket gör att mer vatten går åt till vegetation och därmed kommer mindre vatten bli kvar som grundvatten.

Förutom att begränsa klimatförändringarna, för att inte öka avdunstningen ännu mer, finns det andra lösningar. Till exempel så uppmanas invånare på Gotland och Öland att spara vatten, invånarna kan bland annat spara vatten genom att samla regnvatten i tunnor som man sen använder till bevattning i trädgården (Rosell, 2016). På Gotland så kommer en nybyggd avsaltningsanläggning användas om proverna från vattnet blir godkända. Om anläggningens vatten blir godkänt kommer det räcka till 2000–3000 personer. Det finns dock lite problematik med att avsalta havsvatten då det inte innehåller mineraler som är viktigt för hälsan. Dem kan även ha en negativ miljöpåverkan eftersom en koncentrerad saltlösning är tyngre än vattnet och släpps den ut i havet kan den sjunka till botten och störa livet där.

3.4 Områden med medelnederbörd

Då Trosa har ett årsmedel på ca 650 mm per år har staden en nederbörd som i den här undersökningens representerar ungefär medel. Det innebär att kommunen varken upplever en låg eller hög nederbörd och därmed görs det möjligt att använda både grundvatten samt ytvatten som källa för dricksvattentillverkning.

3.4.1 Trosa

Då Trosa till skillnad från Gotland och Öland inte har brist på nederbörd och impermeabla geologiska förutsättningar, utgör dricksvatten inte ett problem.

Därav bildas uppfattningen av att staden varken upplever en vattenbrist eller ett överflöd.

I en intervju med Susanne Wikner (Personlig kommunikation, 13 Maj, 2024) förklaras det att Trosa kommun använder sig av grundvatten och inget ytvatten. Detta trots att Östersjön ligger i anslutning till kommunen. I en undersökning med hjälp av SGU:s karttjänster (SGU, 2024) kan brunnar i området studeras, se bilaga 1. Genom att analysera dricksvattenbrunnar i området sågs en varierad vattenmängd med resultat från 100–3600 liter per timme. I normala fall behöver ett hushåll en vattenmängd på ungefär 100 liter per timme (Sveriges Geologiska Undersökning, 2023).

Fördelen med att använda grundvatten som dricksvatten är att grundvatten ofta har högre kvalitet än ytvatten, detta gör att det inte behövs lika många reningssteg (Svenskt Vatten, 2016). När man renar grundvatten är det vanligt att man behöver ta bort järn och mangan innan filtrering och desinfektering, sedan förs vattnet till vattentornet. Vidare presenterar Svenskt Vatten (2016) att det finns drygt 1450 små grundvattenverk i Sverige som försörjer ca 2000 personer med dricksvatten.

4 Vilka krav och kriterier främjar en hållbar dagvattenhantering

För att bestämma vilket system för hantering av dagvatten som ska användas, måste man ta hänsyn till ett flertal faktorer. Det är viktigt att säkerställa att kraven och kriterierna uppfylls för både området, byggföretaget och kommunen. Dessutom bör dessa behov matchas med vad landskapet och infrastrukturen kräver.

4.1 Kriterier för dagvattenhantering

Dagvattenhantering innehåller olika kriterier som går att vikta olika beroende på vad det finns för behov. De tre huvudkriterierna är föroreningsaspekter, kostnadseffektivitet och vilken volym eller flöde som dagvattenhanteringen ska dimensioneras för.

4.1.1 Föroreningar

Omhändertagandet av föroreningar är en aspekt som ofta förbises. Dagvatten kan innehålla föroreningar från linjekällor så som vägar, jordbruk och järnvägar. Det finns även andra föroreningskällor, däribland finns industrier och korrosion av metalliska byggnadsmaterial. Trafik är en av de absolut största källorna till att olika metaller hamnar i dagvatten (Wiklander, 2017). Begreppet trafik innefattar bland annat avgaser, drivmedel, olja, smörjmedel och vägbeläggningar. I dessa finns metaller så som koppar, bly och zink. De föroreningar som finns i de olika källorna presenteras i figur 4.1.

Källa	Specifik källa	Föroreningar
Trafik	Avgaser	PAH:er, besen, alkylfenoler, kväve
	Motorer	Cr, Ni, Cu
	Bromsbelägg	Cu, Sb, Zn, Pb, Cd
	Bildäck	Zn, Pb, Cr, Cu, PAH:er alkylfenoler, partiklar, ftalater
	Vägbeläggning	Partiklar, PAH:er, flertalet metaller
	Halkbekämpning	Partiklar (sand, grus), NaCl
	Bildvårdsprodukter	Ftalater, alkylfenoler, fluorerade ämnen, fosfor
Byggnadsmaterial	Tunneltvätt	PAH: er, metaller, partiklar
	Galvaniserad och svetsad plåt	Zn, Ni, Cr, Al m.fl.
	Kopparplåt	Cu
	Zinkplåt	Zn
	Ytbehandlad plåt	Zn
	Tak- och fasadfärger	Metaller (Pb, Cr m.fl.), ftalater, alkylfenoler, pesticider, PCB
	Bitumen (asfaltsmassa)	PAH:er, nonylfenol
	PVC och övriga plåtar	Ftalater, nonylfenol
Betong	Nonylfenol, partiklar, Cr	

Figur 4.1, tabell över vilka föroreningar trafik och byggnadsmaterial avger

För att minska föroreningar kan man använda olika system och metoder som ska filtrera bort största andelen av dessa föroreningar. Exempel på de olika sorters system och metoder som finns för att rena dagvatten är bland annat filteringsanläggningar, regnträdgårdar, sedimenteringsdammar, naturliga våtmarker eller diken. Mer om hur dessa generella åtgärder fungerar tas upp i kommande kapitel 5.3.

Filteranläggningars primära syfte är att rena dagvatten genom mekaniska, kemiska och/eller biologiska processer, det finns olika sorters filteranläggningar beroende på ändamål (VA-guiden, 2024). Dessa anläggningar kan vara uppdelade i olika steg med olika funktioner, såsom att avlägsna skräp, olja eller suspenderat material. Hur effektiv filteranläggningen är beror på vilka reningssteg och filter som används. Sedimenteringssteget är ett effektivt reningssteg eftersom det avskiljer cirka 80% av partiklarna. Vissa metaller fångas upp i sedimenteringssteget men inte alla då en del är lösta i jonform och därmed inte kan avskiljas.

4.1.2 Kostnadseffektivitet

För att uppnå en kostnadseffektiv dagvattenhantering behöver man jämföra olika system och dess långvariga samt kortvariga effektivitet samt kostnad över tid. Det är viktigt att överväga om det är mer fördelaktigt med en kostsam åtgärd som är effektiv eller ett billigare alternativ som inte är lika effektivt. En kostnads-nyttö-analys kan användas för att ta reda på de olika alternativen (Blomquist, m.fl., 2016).

Risken som finns för system som byggs ur ett billigt perspektiv för att ta hand om en liten mängd dagvatten är att det kan bli allt kostsammare i längden (Blomquist, m.fl., 2016). Det kan bildas översvämningar som kan skapa dyrare kostnader i form av skadade objekt så som översvämmade hus, bilar och infrastruktur. Vissa översvämningssåtgärder bidrar också till extra om- eller tillbyggnad i rör- och avloppssystemen, vilket medför större kostnader. Framför allt om det är under en storstad eller en äldre del av staden med begränsade möjligheter att genomföra ombyggnad. Gröna lösningar som ligger ovan mark är ofta billigare än de som ligger under jord. Därför är diken och dammar en relativt billig dagvattenhanteringslösning.

4.1.3 Omfattning för volym och flöde

Dagvattenhanteringsens utformning kommer variera beroende på olika faktorer som bland annat, infrastrukturen i form av bostadsområdets storlek, hårdgjorda ytor och grönområden. Det är även avgörande för dagvattenhanteringsens omfattning vilken geologisk karaktär och vilket klimat som området har. I vårt fall så är Tureholm ett relativt litet bostadsområde vilket gör att en lokaldagvattenlösning lämpar sig bäst. Lokala dagvattenhanteringar innebär mestadels gröna infrastrukturlösningar så som till exempel regnträdgårdar, dammar och gröna tak. För en lokal dagvattenhantering handlar det om att man vill ta hand om så mycket som möjligt av dagvattnet på plats för att minska belastningen på avloppsledningsverket. I Tureholm skulle en damm lämpa sig bra men även trädbrunnar skulle kunna fungera som lokal dagvattenfördröjning. Se kapitel 5.3.5 för en djupare förklaring om hur träd används i dagvattenhanteringen.

4.2 Företaget och kommunens prioritet i de tre kriterierna

Företag och kommuner står inför olika krav och kriterier som sträcker sig över föroreningsaspekter, kostnadseffektivitet och kapacitet. För att möta dessa krav behöver det finnas en balans för att säkerställa både effektivitet och ekonomisk hållbarhet. Detta kapitel belyser hur aktörer så som företag och kommunen ställer sig till de huvudkriterier som finns och deras betydelse för dagvattenhanterings framgång.

4.2.1 Företaget, i detta fall Hökerum Bygg

När företaget planerar ett nytt projekt är kostnadseffektiviteten en viktig faktor att ta hänsyn till (F. Ståhl, Personlig kommunikation, 25 april, 2024). När det handlar om dagvattenhantering måste det finnas en balans mellan effektivitet och ekonomi.

F. Ståhl förklarar även att dem inte har en fast kalkyl för dagvattenhantering utan brukar slå ihop kostnader för dagvatten, vägar, belysning, lekplatser med mera. Ståhl fortsätter med att presenterna en kostnad på ca 1000–2000 kronor per kvadratmeter bruttototalarea, dock kan områdets topografi påverka dessa kostnader. I ett kuperat område med mycket berg kan kostnaderna komma att bli högre. I området för Tureholm uppskattades en bruttototalarea på cirka 15 000 kvadratmeter.

En kostnadseffektiv dagvattenhantering är viktig för att möjliggöra projektets framgång och genomförande (F. Ståhl, personlig kommunikation, 25 april, 2024). Om företaget står inför en situation där dagvattenlösningen blir för dyr kan den höga kostnaden för dagvattenhanteringen bli ett hinder för projektets genomförande, och i längden leda till att bostäderna blir för dyra för potentiella framtida köpare.

Kommunen har krav som måste uppfyllas och i vissa fall har även en hantering fastslagits till viss del i en detaljplan som måste följas. Därav har inte exploitören möjlighet att uppföra en dagvattenhantering i vilken omfattning som helst.

4.2.2 Kommun

Kommunen ställs för ett antal olika krav och lagar som måste följas.

Miljöbalken och lagen om allmänna vattentjänster (LAV) sätter krav på vattenkvaliteten och definierar ansvarsförhållandena för dagvatten (Boverket, 2023).

Plan- och bygglagen (PBL) ser till att kommunen har de verktyg som behövs för att planera placeringen av bebyggelse och för att reglera förhållandena för att hantera dagvatten, så mark och vattenområden används optimalt (Boverket, 2023).

I en intervju med J. Persson (Personlig kommunikation, 3 mars, 2024) från Kretslopp och Vatten, vilket är Göteborgs VA-huvudman, förklarar han att deras främsta fokus är att förhindra översvämningar genom att hantera vattenflöden effektivt. Persson förklarar att deras huvuduppgift är att säkerställa att vattenflöden hanteras på ett sätt som minskar risken för översvämningar och skyddar samhället mot skador. Det innebär

att deras prioritet ligger på att kontrollera dagvattnets volym och flöde för att undvika risker och konsekvenser av översvämningar.

När Persson (2024) nämner att de får finansiellt stöd för att ta hand om dessa vattenflöden, betyder det att deras arbete är inriktat på att främst förhindra översvämningar. Det betyder dock inte att de inte är öppna för alternativa dagvattenhanteringslösningar. Deras huvudfokus verkar enligt Persson vara att hantera de mest akuta behoven relaterade till översvämningar, men de kan fortfarande vara öppna för att utforska alternativa metoder på lång sikt, särskilt om dessa kan bidra till en mer hållbar och effektiv vattenhantering över tid.

4.2.3 Trosas bestämmelser för årsregn

Ett exempel på hur kommunen arbetar med dagvatten är i Tureholm där kommunen valt att dimensionera för ett 100-årsregn. Detta på grund utav den utmanade topografin samt geologiska förutsättningar (L. Axelsson, personlig kommunikation, 14 maj 2024). Det innebär att kommunen i de här fallet har satt bestämmelser för en dimensionering som tar hänsyn till översvänningsrisken nedströms. Med det sagt väljer kommunen att sätta bestämmelser kring en högre återkomsttid på grund av områdets förutsättningar att hantera nederbörden i området samt de eventuellt höga vattenflöden som bildas.

5 Hur kännedom och modellering bidrar till en lyckad åtgärd

Uppförandet av en dagvattenlösning kräver en bra kännedom om området. Det innebär en god förståelse om höjdskillnader, markförhållanden och så vidare. Hur man skapar sig god kännedom samt vilka utmaningar man kan förväntas stöta på tas upp i följande kapitel. För att kunna implementera åtgärder i ett område krävs i många fall en modell som åtgärden bygger på. Därav behandlas i detta kapitel hur man upprättar en modell samt generella åtgärder som kan upprättas utefter den information som framställs via en modellering.

5.1 Hantering av modeller för områden

Vid projektering av en ny dagvattenhantering används ofta en ytöversvämningsmodell (Blomquist, m.fl., 2016). Det är en modell som kan delas in i tre olika nivåer. Nivå ett innebär en kartläggning av lågpunkter samt en identifikation av dess rinnvägar och kallas ofta för en lågpunktskartering. Karteringen tar dock ingen hänsyn till varken specifikt regn eller återkomsttid utan verkar endast för att hitta kritiska lågpunkter. Nivå två har som uppgift att lokalisera kritiska områden som löper hög risk för översvämnning. I undersökning tas varken vattendrag eller ledningsnät i åtanke utan modellens syfte är att identifiera områden som översvämmas efter att ledningsnät och vattendrag har nått sin fulla kapacitet. Till skillnad från första nivån tar man hänsyn till regnintensitet samt återkomsttid. I och med det inkluderas även topografiska förutsättningar såsom infiltration, råheten på ytan, lutning och så vidare. Vidare skiljer sig nivå tre från nivå två endast genom att ta hänsyn till befintligt ledningsnät samt andra eventuella system som hjälper till vid hantering av vatten.

För att exempelvis kunna uppföra en ytavrinningsmodell behövs indata. Beroende på vad det är för typ av modell samt hur detaljerad analysen ska vara kan behovet och kvalitén på indata variera. Generellt behövs information som beskriver ledningsnät, avrinningsområde samt belastning från spillvatten (Blomquist, m.fl., 2016). Information om ledningsnätet är viktigt vid modellering för att minimera risker för fel i modellen. Underlaget kan komma i form av GIS-handlingar, CAD-ritningar, skannade markhöjder med mera. Utöver att minimera fel bidrar även dem här typerna av handlingar till att minska en stor del av det manuella arbetet och upprättandet av modellen blir mindre tidskrävande.

Uppförande av avrinningsområde spelar en stor roll för modellen då den utgör grunden för analysen. För området behövs information kring markhöjder samt områdestyp. Underlag för markhöjder fås oftast genom olika typer av kartmaterial men även genom laserscanning av det specifika området. För att bilda en tydligare uppfattning om hur området är uppdelat bestäms områdestypen. Områdestypen baseras på vad det är för typ av område. Alltså vad som utgörs av exempelvis industrier, bostäder eller grönytor. De underlaget fås oftast genom analyser av olika kartmaterial. Belastning från spillvattennätet är en relevant faktor då områden med kombinerade ledningar ska dimensioneras. Analysen av belastning kan genomföras genom debiteringsregistret där man kan utläsa hur mycket spillvatten som kommer från respektive fastighet. Det presenteras i x- och y-koordinater och implementeras i modellen. Resultatet från

modellen beskriver exempelvis vilka ledningar som är underdimensionerade, vilka områden som löder stor risk för översvämning samt mycket mer.

5.2 Modellering för Tureholm

Nedan förklaras den modell som upprättades för området på Tureholm samt en beskrivning av den metoden som beräkningsverktyget baseras på.

5.2.1 SCALGO Live

För att bilda en djupare förståelse om området kring Tureholm i Trosa, upprättades en modell i SCALGO Live vilket är ett webbaserat översvänningsverktyg. SCALGO Live är ett verktyg som baseras på GIS-underlag och används för att kartlägga översvänningsrisker i olika områden (SCALGO Live, 2024). SCALGO Live är ett simpelt och effektivt verktyg som hjälper till att bilda en uppfattning om vart vatten ansamlas för en specifik regnhändelse. Utöver att visa vart vattnet samlas går det även att bilda en uppfattning om hur mycket vatten som samlas samt vilka rinnvägar som skapas. I bilaga 2 visas vart vattnet samlas och vilka vägar det tar för att komma dit. I bilagan går det att utläsa ett djup på ungefär 50mm.

5.2.2 Rationella metoden

Som beräkningsunderlag användes rationella metoden. Det är en beräkningsmodell som används för att bestämma det dimensionerade flödet för objekt med ett avrinningsområde på maximalt 50 hektar (Lyngfelt, 1981). För rationella metoden sätts regnets varaktighet lika med koncentrationstiden för området. Alltså den tiden det tar för regnet att transporteras från den punkt som är lokaliserad längst bort från områdets uttag. Grunden för rationella metoden bygger på att det maximala flödet från ett område framkommer vid den tidpunkt då hela avrinningsområdet är med och bidrar till avrinningen. Eftersom regnets varaktighet sätts lika med koncentrationstiden för området medför det att mindre områden får en lägre varaktighet och därav, enligt beräkningsmodellen, får ett dimensionerande regn med högre densitet än vad ett större område får.

För att beräkna det dimensionerade flöde används följande formel:

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

Där

q_{dim} är det dimensionerade flödet [l/s]

A är avrinningsområdets area [ha]

φ är avrinningskoefficienten [-]

$i(t_r)$ är det dimensionerade regnet [l/s * ha]

t_r är regnets varaktighet

kf är en klimatfaktor

För att bestämma områdets olika avrinningskoefficienter analyserades planförslaget från Hökerum bygg som återfinns i figur 5.1. Utefter bilagan bestämdes det hur mycket av den totala ytan som bestod av tak, asfalterade ytor samt grönområden. Fördelningen av de olika blev följande:

- 0.7 hektar bestod av takytor
- 1.5 hektar bestod av asfalterade ytor
- 7.8 hektar bestod av grönytor

Utefter den fördelningen beräknades det dimensionerade flöde för området.



Figur 5.1, Bild över det planerade området för Tureholm

5.3 Förslag på generella åtgärder

Nedan följer en förklaring för generella åtgärder som kan implementeras för att både rena och fördröja dagvatten. För området genomfördes ett omfattande informationssökning gällande åtgärder inom kuperade områden men inget relevant återfanns. Därav presenteras åtgärderna som främst anses relevanta för områden med en lägre kupering men som i vissa fall även kan implementeras för mer kuperade områden.

5.3.1 Sedimentationsdammar/fördröjningsmagasin

Ett alternativ för hantering av dagvatten är att uppföra en sedimentationsdamm. Det är en damm som har till uppgift att rena dagvatten samtidigt som den hjälper till med fördröjning (Lindgren & Svensson, 2003). Dammen har ett inlopp i ena änden och ett utlopp i andra. I inloppet rinner vatten som i majoriteten av fallen består av ytvatten från ett avrinningsområde lokaliserat i närheten. Avskiljningen av olika föroreningar sker genom olika typer av processer så som sedimentation, kemisk omlagring med mera (Persson & Pettersson, 2006).

Sedimentation är den process där vatten flödar in i dammen och partiklar sedimenterar ned till botten (Persson & Pettersson, 2006). Olika faktorer påverkar effektiviteten hos sedimentationsfasen, faktorer så som partiklar storlek, deras form samt densitet. Vidare har även dammens storlek och utformning en påverkan på hur effektivt sedimentationen sker. Större partiklar med högre densitet kan sedimentera i högre flöden medan mindre partiklar med lägre densitet behöver generellt ett lugnare flöde för att kunna sedimentera. Utöver partiklarnas egenskaper har dammens utformande en stor inverkan på effektiviteten hos en sedimentationsdamm.

I en studie om dagvattendammar (Persson J. , 2000) framkom det att den mest effektiva geometrin är en långsmal utformning samt uppförandet av ö som till ytan är lika stor som ungefär två procent av totala dammens yta. Effekten av en ö bidrog till en ökad blandning av föroreningar i vattnet samtidigt som vattnet tvingades ta en längre väg vilket minimerar risken för genvägar. Studien resulterade i att den mest effektiva dammutformningen var en långsmal geometri med en ö placerad framför inloppet. Djupet på dammen bör vara mellan en halv till två meter samt att släntlutningen på dammen bör vara större än 1:3 (Larm & Blecken, 2019).

För att bilda en kostnadsuppfattning gällande uppförandet av en sedimentationsdamm har en typdamm studerats (Berglund, m.fl., 2022). Typdammen har vissa förutsättningar som är följande:

- En vattenyta på 4000m²
- Lokal massbalans är tillämpad
- Inga föroreningar i marken
- Dammen är lokaliserad i nära tätortsmiljö

Med förutsättningarna presenterade beräknades typdammens kostnad uppgår till cirka 5,4 miljoner kronor. Vilket betyder att upprättandet av en dagvattendamm genererar en kostnad på ungefär 1 350 kr per kvadratmeter vattenyta.

5.3.2 Regnträdgårdar/biofilter

Ett biofilter, även kallat regnträdgård, är en typ av plantering som utformas med syftet att rena och förbättra vattenkvaliteten för ett avrinningsområde (Prince George's County, 2007). Vidare beskriver manualen hur filtret utnyttjar de kemiska, biologiska och fysikaliska processer som finns hos olika växt- och jordtyper. Beväxtlighet inom filtret är av avsevärd vikt då de är genom växterna som vattnet renas (Water by design, 2014). Vegetationen i filtret tar upp olika näringsämnen samtidigt som de bidrar till en ökad biologisk tillväxt, något som är avgörande för minskandet av föroreningar. Utöver det bidrar även växtligheten till en ökad porositet i jorden vilket leder till en minskad

risk för ytbeläggningar. Vid val av vegetation är det viktigt att ha i åtanke att växtligheten kommer utsättas för långa torrperioder samt periodiska översvämningar. Därav är det viktigt att välja växter som kan motstå detta.

5.3.3 Multifunktionella ytor

En multifunktionell yta är till exempel ett torg som både fungerar som samlingsyta under torrare perioder men som tillåts svämma över under perioder med intensivt regn (AI, 2022). Torgets yta ligger lägre än det generella området vilket medför att vattnet naturligt samlas där för att uppehållas. De multifunktionella ytorna behöver inte endast bestå av torg utan kan uppföras på exempelvis en skatepark, en basketplan eller andra öppna områden där ytan kan försänkas.

5.3.4 Svackdiken

Ett svackdike är en slänt som svagglutar samtidigt som det är beklätt med gräs (Göteborgs stad, 2022). Syftet med diket är att avleda och fördröja vatten från dess tillrinningsområde. Anläggningen utformas med intentionen av att underlätta för avrinningsområden lokaliserade nedströms. För att minska risken för bräddning och översvämning av områden lokaliserade i närheten av diket, placeras brunnar som är kopplade till närliggande dagvattensystem. Fördröjningsförmågan hos ett svackdike är starkt kopplat till dess lutning samt vegetationen i diket. Detta då en flackare lutning medför en lägre hastighet samt att en tätare vegetation tillsammans med flackare lutningen medför en ökad fördröjningskapacitet. Att uppföra ett svackdike innebär en investeringskostnad på ungefär 360kr/m (Vatteninformationssystem Sverige, 2012).

5.3.5 Träd som en del av dagvattenhantering

Fördröjning och infiltration med hjälp av träd är en relativt ny metod där man ser till att träden ökar sin egen evaporations process (Nässlander & Bruhn, 2023). Evaporationsprocessen är en sammanslagning av evaporation, interception, transpiration samt guttation. De delar som maximeras är interception och transpiration. Interception innebär att vatten som avdunstar från trädkronan innan det når marken medan man med transpiration syftar till de vatten som tas upp av rötter. För dagvattenhantering är det främst interception och transpiration som bör fokuseras mest på. För att maximera trädens interception är det viktigt att trädkronans yta blir så stor som möjligt. För att bibehålla trädets livlighet och ökad tillväxt bör inte friska träd beskäras i onödan. Ytterligare en åtgärd som kan implementeras är att öka antalet träd i klungor, genom att plantera fler träd ökar antalet bladverk där vatten kan ansamlas och dunsta från. Förutom att bidra till en ökad interception bidrar även en ökad livlighet till en högre transpiration hos träden. Ett alternativ till en ökad transpiration är att under sommartid leda dagvatten som faller på tak och andra hårdgjorda ytor till träden där de infiltreras och suges upp av träden. Genom att leda vattnet till träden ökar både transpirationsdelen samt interception delen av evapotranspirations processen.

6 Dagvatten, en börda eller outnyttjad resurs

Under senare tid har nederbörden ökat (SMHI, 2022) vilket medför ett ökat behov av hantering. Nederbörden kan variera markant beroende på vart i landet kommunen ligger. Därav ställs det olika krav på olika kommuner och arbetet bakom hanteringen kan variera markant. I det här kapitlet undersöks det hur kommunerna på östkusten arbetar och hanterar dagvatten jämfört med kommuner på västkusten. Jämförelsen grundas på skillnaden i nederbörd och förutsättningar för påfyllning av grundvatten. För östkusten kommer Kalmar och Trosa undersökas medan för västkusten kommer Göteborgs stad och Varbergs kommun att undersökas.

6.1 Östkustens hantering av dagvatten

I följande del av kapitlet kommer de undersökas hur Kalmar och Trosa kommun arbetar med dagvatten. Om de använder några alternativa metoder för hantering.

6.1.1 Kalmar kommun

K. Eriksson (personlig kommunikation, 28 februari, 2024) förklarar att Kalmars kommun använder dagvatten för bevattning av växtlighet. Regnvatten samlas i dagvattendammen där det i ett av sedimentationsstadien pumpas upp i en tank för att sedan distribueras. Majoriteten av vattnet som pumpas upp används för att bevattna träd och planteringar under etableringsfasen, vilket representera av de tre första åren. Eriksson beskriver även hur olika torrperioder påverkar beteendet av bevattningen. Vid torrare perioder finns det mindre dagvatten att tillhandahålla därav kompletterar kommunen genom att använda en del av det renade avloppsvattnet för att kompensera mot den sjunkande mängden vatten i dammen. Det medför att kommunen fortsatt slipper använda färskvatten för bevattning.

K. Eriksson (personlig kommunikation, 28 februari, 2024) Fortsätter förklara att användandet av dagvatten till bevattning har minskat då man efter mätningar fann olika oönskade ämnen. Källan till ämnena tros komma från transporten till dagvattendammen då transportsträckan passerar olika industrifastigheter.

6.1.2 Trosa kommun

Den andra kommunen som undersöks är Trosa som också löper hög risk för vattenbrist under sommarhalvåret (Å. Westlund, personlig kommunikation, 5 mars, 2024). Dock har kommunen i dagens läge inte valt att lägga så stort fokus på en alternativ hantering av dagvatten. Kommunen har tidigare under sommarhalvåret gått ut med uppmaningar till befolkningen att själva samla regnvatten i tunnor som kan användas till bevattning.

6.2 Västkustens hantering av dagvatten

I kommande del förklaras det hur Göteborgs stad samt Varberg kommun arbetar med dagvatten. Hur deras effektiva lösningar ser ut samt hur kommunerna tänker kring hantering.

6.2.1 Göteborgs stad

För västkusten valdes Göteborgs stad som en av de kommuner som undersökts. Där förklarar J. Persson (Personlig kommunikation, 3 mars, 2024) att dagvatten som resurs inte är en av kommunens huvudfrågor, utan man arbetar för det mesta endast med rening av eventuella föroreningar i vattnet. Vidare förklarar Persson att kommunen använder sig av regnbäddar och dagvattendammar som har för uppgift att rena de vatten som kommer från gator. Alltså satsar Göteborgs stad på i största möjliga mån hantera dagvatten lokalt, även om det för alla fall inte är möjligt. Utöver det framkom det även att Göteborgs stad har en skild plan gällande skyfall där de använder sig av ytor som vid hög nederbörd kan svämmas över, för att bidra till en enklare hantering.

Persson fortsätter beskriva svårigheterna med hanteringen av vattnet på grund av Göteborgs storlek. Han påpekar att enheten för dagvatten inte får den uppmärksamhet som behövs för att på ett effektivt sätt kunna hantera det vatten som faller ned. Det innebär att exploateringen av staden går före många dagvattenfrågor. Anledningen bakom tros vara den utveckling som staden kräver. Då dammar och diken tar stor plats prioriteras de bort för att i stället anlägga bostäder och andra byggnader som genererar en inkomst för staden.

6.2.2 Varbergs kommun

Utöver Göteborgs stad valdes även Varbergs kommun som studeringsunderlag. Kommunen använder sig främst av dagvattendammar som har som syfte att samla och rena de vatten som kommer (J. Bergström, Personlig kommunikation, 27 mars, 2024). J. Bergström förklarar att huvudsyftet med dammarna är att fördröja vattnet innan det senare led ned i dagvattenbrunnar som sedan leder bort vattnet från platsen. Utöver dagvattendammar har kommuner under senare tid börjat anlägga regnbäddar i kombination med trädplantering som placeras utmed gatorna. Där bäddarna kan bidra till en trögare avrinning samtidigt som det hjälper till att rena en del av vattnet. De dagvatten som finns inom kommunen har i dagsläget inte i någon större utsträckning ett alternativt användningsområde dock påpekar J. Bergström att vattenmagasin kan vara en riktning för kommunen. Där vattnet kan komma att användas för bevattning och eventuellt till spolning av toaletter men det är inget som kommunen fastslått utan mer ett alternativ för framtiden. VA-enheten ansökte om lov för att hämta vatten ur de dagvattendammar som finns i kommunen under en torrperiod 2018. Tanken var att vattnet skulle användas till bevattning av diverse plantager men enheten fick dessvärre ett nej från kommunen. Under den perioden användes i stället vatten från en bergs täkt och under senare år har vatten från mynningen av Viskan. Vidare förklaras svårigheterna att hitta ett alternativt användningsområde för vattnet då de vid planering oftast ses som ett bekymmer. Problemen som uppstår kan kopplas till hur ytor och vägar ska utformas? Hur stor del av ytan får en damm ta upp? Hur påverkar valet av lösning,

alternativt användningsområde, biologisk mångfald? Det medför att i planeringsstadiet lyfts inte de alternativa lösningarna på samma sätt då de i många fall utgör en för stor utmaning.

6.3 Kommuner som inte arbetar med dagvatten

Utöver de kommuner som nämnts ovan har flertalet kommuner kontaktats samt undersökts för att bilda en bredare uppfattning om ämnet. Dessvärre är det många kommuner i landet som inte har en generell plan eller ett intresse kring att återanvända dagvatten som resurs. Norrköpings kommun använder endast växtbäddar för att rena dagvatten från vägar, utöver det nämns inga åtgärder kring att använda dagvatten som resurs (A. Bellner, Personlig kommunikation, 6 mars, 2024). Kungälv och Borgholm var två av de kommuner som inte uttalade sig i undersökningen angående frågan.

6.4 Fastighetsägares arbete

För att utöka förståelsen om hur olika aktörer arbetar med dagvatten undersöktes två fastighetsbolag, Vasakronan och HSB. För Vasakronan undersöktes Celciushuset och för HSB undersöktes HSB Living Lab.

Vasakronans Celcius huset är ett projekt som placerats i Uppsala Science Park där visionen var att främja innovation och samarbete samtidigt som hållbarheten i projektet var av högsta prioritet (Vasakronan, 2024). När det gäller dagvattenhanteringen för fastigheten lyser tankarna om hållbarhet igenom. P. Fagerman (Personlig kommunikation, 10 april, 2024) beskriver hur deras hantering fungerar. Vatten från takavrinning samlas i ett yttremagasin som placerats i marken utanför byggnaden. Där efter pumpas vattnet genom ett sandfilter och behandlas med UV-ljus för att få bort en del mikroorganismer. Efter det stadiet pumpas vattnet till en inre tank där det förvaras innan det pumpas ut till olika toaletter i huset.

HSB Living Lab är ett liknande projekt som Vasakronans Celsius hus. Det är innovativt projekt där nya lösningar testas. När det gäller dagvattenhantering används växtbäddar både för rening och fördröjning (HSB Living Lab, 2024). De regnvatten som hamnar på fastighetens tak leds ned till två växtbäddar. När vattnet kommer i bäddarna används olika typer av jord och växtmaterial både för att rena vattnet från föroreningar men också fördröja det. Fördröjningen av vattnet görs för att jämna ut flödet och minska belastningen på de dagvattennät som finns. Under projektets gång har olika typer av biofilter testats och utvärderats.

7 Metod

Arbetet kring rapporten utgår från området Tureholm beläget i Trosa kommun. Där återfinns ett delvis bebyggt område med skogs och ängsmark. Planen är att genomföra en nyproduktion i form av ett bostadsområde. Geologin i området beskrivs med omfattande kupering samt med stora delar berg med ett tunt lager av moränlera.

7.1 Litteraturstudier

Utöver undersökningar gällande området i Tureholm har olika litteraturstudier genomförts. Där både böcker samt tidigare rapporter studerats. Informationssökningen har skett via Google Scholar, Scopus samt via Chalmers bibliotek.

7.2 Modelleringsverktyg

Vidare har modeller i det webbaserade översvämningsverktyget SCALGO undersöks för att bilda en uppfattning om vattenföringen i området. För flödesberäkningar har verktyget Stormcalc använts. Vilket är ett Excel baserat verktyg som används för att kontrollera föroreningar samt beräkna dimensionerade flöden. Flöden i verktyget beräknas med hjälp av rationella metoden som förklaras längre fram i rapporten.

7.3 Ställda intervjufrågor

Därefter har även olika intervjuer samt mejlkontakt etablerats

De frågor som ställt via mejlkonversationer är följande:

- Hur hanterar ni dagvatten över olika årstider?
- Använder ni dagvatten till ett alternativt användningsområde?
- Utgör dagvatten en viktig fråga i er kommun?

Vidare har även specifika följdfrågor för olika kommuner förekommit.

De frågor som ställs i intervjuerna var följande:

- Vad använder ni dagvatten till?
- Hur hanterar ni rening av vattnet?
- Finns det risk att färskvattnet sinar så att dagvatten behöver användas som resurs?
- Hur ser det ut med nederbörd hos er?
- Hur gör ni för att främja hållbarhet inom dagvatten?
- Vilken lösning är mest kostnadseffektiv?

8 Resultat

I det här kapitlet behandlas de resultat som visats efter att modellering samt beräkningar genomförts för de studeringsområde rapporten baserats på.

8.1 Flödes resultat från Tureholm

I en del av syftet med rapporten var att presentera en dagvattenlösning för de bostadsområde som ska byggas i Tureholm, Trosa. För att kunna presentera en lösning behövs ett dimensionerande flöde att basera lösningen på. Som tidigare presenterats upprättades en modell i SCALGO som användes som underlag för att identifiera avrinningsområden. Genom att analysera bilaga 2, som representerar SCALGO modellen av området. Finner man två markanta avrinningsområden.

Ett avrinningsområde visas på vänster sida samt ett på höger sida. De olika avrinningsområdena har markerats med ett respektive två samt visas i figur 8.1, där område ett är ca 3,5 hektar medan område två är ungefär 6,5 hektar. Där konstaterades att ett avrinningsområde lokaliserades samt att en naturlig samlingsyta för vattnet på den äng som ligger ungefär mitt i området, se bilaga 4. Markfördelningen för vardera område samt de dimensionerade flödena presenteras i bilagorna 5–8 och sammanställs i figur 8.2. Av figur 8.2 går det att utläsa att det totala flödet, för ett dimensionerande regn på 100 år, innan exploatering blev 362 l/s medan det efter exploatering blev 917 l/s.



Figur 8.1, illustrerar de olika avrinningsområdena

Område	Före exploatering [l/s]	Efter exploatering [l/s]
1	129	291
2	233	626
Summa	362	917

Figur 8.2, sammanställer flöden för respektive område ur bilagor 5–8

8.2 Lösningen för Tureholm

Lösningen för Tureholm resulterar i en dagvattendamm som tänkt vara placerad ungefär mitt i området. Anledningen bakom valet att anlägga en dagvattendamm är att det finns en naturlig samlingsyta för områdets avrinning. Utöver det, är uppförandet av en dagvattendamm relativt simpel att uppföra i relation till övrigt presenterade åtgärder. Vattnet kommer dels naturligt ledas till dammen samt att vissa diken kommer införas för att bistå vattnets rinnväg vid vägar och andra gator. Med hjälp av Stormcalc i Excel kan dammens slutgiltiga volym beräknas fram. Som tidigare nämnt i kapitel 5.3.1 bör inte dammen vara djupare än 2 meter samtidigt som den inte bör vara grundare än 0,5 meter. Vidare framgår det i samma kapitel att kostnaden för uppförandet av en damm har ett schablonvärde på 1 350 kronor per kvadratmeter vattenyta. I bilaga 9, går det att utläsa att den slutgiltiga volymen för dammen blev cirka 90 kubikmeter. Med det tidigare nämnda angående djup i åtanke medför det att den dammens vattenyta blir cirka 180 kvadratmeter stor, då med ett djup på en halv meter. Det innebär en anläggningskostnad på cirka 243 000 kronor, med hänsyn till förutsättningarna presenterade i kapitel 5.3.1. Informationen om 1000–2000 kr per kvadratmeter brutto total area presenterades i kapitel 4.2.1 och innefattar både vägar samt dagvattenhantering. Tillsammans med bruttototalarean från kapitel 4.2.1 så beräknas den totala budgeten till ca 15–30 miljoner, dock med hänsyn till avgränsningen finns inget underlag gällande vägar med mera därav mederför det en problematik i att utvärdera den ekonomiska aspekten i lösningen.

9 Diskussion

I detta kapitel diskuteras de olika slutsatser som kan dras efter de olika undersökningar som genomförts.

9.1 Hur påverkar städers nederbördsprofil deras agerande

I rapportens första kapitel undersöktes fyra städers nederbördsprofil över åren 2000–2023, städerna valdes utifrån deras höga eller låga nederbörd i jämförelse med resterande städer i Sverige. Studien av SMHI:s kartor sammanställdes i ett diagram där vi såg att skillnaden hade en trend som sträckte sig över alla 23 åren. Där Gotland och Öland låg på en lägre nederbörd medan Trosa befann sig i mitten och Göteborg hade mest nederbörd. Men vad berodde detta på och hur tog sig kommunerna an de olika nederbördsmängderna i sitt dagliga arbete.

Geologi och topografi spelar en betydande roll när det kommer till nederbördsprofil och behovet av åtgärder för att hantera vattenresurser på olika platser. På Gotland och Öland, har den geologiska strukturen en direkt inverkan på vattenbalansen och tillgången på vatten. En intressant observation är också hur den geologiska strukturen kan påverka väderfenomen, såsom när fuktiga Atlantvindar tvingas uppåt när de når det småländska höglandet. Denna geografiska dynamik resulterar i att Öland får en förändrad nederbördsprofil, i detta fall mindre nederbörd.

Att städer får mindre nederbörd påverkar grundvattennivån och det gör att dem måste hitta andra lösningar för att få tag på dricksvatten. Gotland har sett möjligheten i att använda avsaltat havsvatten. På individnivå uppmanas invånare att spara vatten och återanvända regnvatten till att vattna i trädgården. Det verkar inte vara många kommuner eller städer som använder sig av regn och dagvatten annars i hemmet. Därför kommer städernas nederbördsprofil inte påverka valet av dagvattenhantering i den utsträckning som finns.

9.2 Vilka krav och kriterier främjar en hållbar dagvattenhantering

I detta kapitel presenteras tre huvudkategorier som är föroreningsaspekter, kostnadseffektivitet och vilken volym eller flöde som dagvattenhanteringen ska dimensioneras för. Dessa tre kriterier går att vikta olika beroende på behov, lagar, regler, kostnad och vad som efterfrågas. I kapitlet presenteras de olika kriterierna och hur företag och kommun ställer sig till dessa.

För det första är föroreningarna i dagvatten en viktig aspekt. Dagvatten kan innehålla en mängd olika föroreningar från olika källor såsom vägar, jordbruk, industrier och korrosion av byggnadsmaterial. Att minska dessa föroreningar kräver effektiva system och metoder som filteranläggningar och naturliga våtmarker. Det är bra att notera att olika metaller och andra föroreningar kan ha olika avskiljningsnivåer beroende på reningsmetod, vilket kan påverka valet av dagvattenhanteringssystem.

Trots att många av kommunerna har behov av att hantera dagvatten på ett mer hållbart sätt, kan det finnas ekonomiska förhinder som ligger till grund för en utebliven åtgärd.

Det är inte ekonomiskt fördelaktigt för kommunerna att implementera de återvinnande åtgärderna då de endast har som uppgift att uppföra lösningar som bidrar till en minskad översvämningsrisk. Det fungerar på liknade sätt för företagen då det kostar mycket att implementera omfattande dagvattenhanteringslösningar.

Vidare visade undersökningen att kommunen i fallet för Tureholm tog höjd vid valet av dimensionerande regn för området. Detta för att skydda de fastigheter och vägar som finns nedströms. Att kommunen bestämmer att en högre återkomsttid medför en avsevärt högre kostnad för de företag som har till uppgift att exploatera området. Dock är det av stor betydelse för närliggande fastigheter att dagvattenhantering är utformad efter rätt förutsättningar, i detta fall ett 100-årsregn.

Slutligen är det viktigt att ta hänsyn till den faktiska omfattningen av dagvattenhanteringen när man väljer ett system. Detta beror på olika faktorer såsom geologiska förhållanden, klimat, storleken på bostadsområdet och fördelningen mellan hårdgjorda ytor och grönområden. Lokala dagvattenlösningar, såsom regnträdgårdar och dammar, är lämpliga för mindre bostadsområden för att minska belastningen på det allmänna avloppsledningsnätet.

9.3 Utmaningen med kuperade områden

Under arbetet med rapporten bestod en del att undersöka upprättandet av modeller. Under genomförandet av undersökningen uppdagades det att en ytavrinningsmodell bestod av tre nivåer. I varje nivå lades ett lager till och modellen utvecklades för varje steg. Under tiden som undersökningen genomfördes bildades en uppfattning om att det i många fall är en komplicerad process att uppföra en modell för ett område. Därav förlöpte undersökningen om en enklare process. Det var så det webbaserade verktyget SCALGO hittades. SCALGO är ett verktyg där all information gällande kartor, höjdskillnader och information om markförhållanden redan finns. Det medför att modellen blir avsevärt mycket simplare och processen går fortare. För projektet användes SCALGO för att utvärdera de område som agerade studeringsunderlag. Dock medför det en förenklad process där ingen djupdykning inom modellprocessen gjordes. Det innebär att de tre nivåerna som en ytavrinningsmodell består av i stor del redan var genomförda. Dock medförde tidsbegränsningen för arbetet att en mer detaljerad modell kunde haft en större inverkan i att ett mer representativt resultat.

Vidare fanns ambitionen om att presentera olika lösningar som fungerar mest effektivt på områden med hög kuperingsgrad. Dock genomfördes en omfattande informationssökning som dessvärre resulterade i att inga relevanta dokument eller böcker hittades. Därav valdes en mer generell approach till lösningen av problemet. I och med den bristande informationen kring kuperade området tillåter vi oss att spekulera kring svårigheterna med kupering. Våra egna tankar grundat ur den information vi har tagit del av ger oss uppfattningen av att ett område med högre kuperingsgrad medför en mer svårinfiltrerad topografi. Utöver det bidrar även områdets lutning till en högre vattenflödes hastighet och det i kombination med områdets geologiska förutsättningar medför en högre grad ytavrinning än infiltration. Det innebär att vattnet som inte infiltrerar skapar ett problem för fastigheter placerade nedströms.

I kapitlet förklaras några åtgärder mer ingående med en prisindikation på två av de fem lösningar som presenterades. Anledningen bakom var den bristande tiden samt otillräckliga informationen kring ämnet. Däremot kunde fem olika lösningar presenteras varav fyra är metoder som under en längre tid testat och presenterat goda resultat.

I den sista delen av kapitlet om åtgärder utvärderades en relativt ny metod där träd används för att bistå den befintliga infrastrukturen som har till uppgift att ta hand om vattnet. En metod som är simpel att implementera men som det fortfarande finns lite för lite information kring för att kunna genomföra en ordentlig utvärdering. Det är även anledningen till att metoden inte implementeras i lösningen då det saknar relevanta underlag som stödjer teorin. Vidare hade en närmare utvärdering gällande kostnader varit relevant. Dock fanns inte tiden till att utföra en sådan beräkning utan schablonvärden samt värden från tidigare rapporter fick agera underlag då en kostnad skulle presenteras.

9.4 Dagvatten som börda inte resurs

I det sista kapitlet av rapporten utgick undersökningarna på att jämföra olika kommuner och fastighetsägare på västkusten samt östkusten. Efter att undersökningen genomfördes bildades en uppfattning om att hantering av dagvatten för kommunerna inte skiljer sig avsevärt oavsett om de ligger placerade på västkusten med generellt hög nederbörd, eller om de är placerade på östkusten som generellt upplever mindre nederbörd. Genomgående fanns en röd tråd där många av de undersökta kommunerna använder dagvatten som en källa för bevattning av växter.

En kommun där man inte använde dagvatten till bevattning är Varberg. På kommunens VA-avdelning fanns det ambitioner om att plocka vatten från en av sedimentationsdammarna men där fick dem dessvärre avslag. Ytterligare en kommun som skiljde sig i den här frågan var Kalmar kommun. Där man tidigare tagit vatten ur sista stadiet i en sedimentationsdamm men på grund av ändrade förhållanden var man tvungen att flytta uttaget till första stadiet. Det medförde att stora mängder föroreningar återfanns i det vattnet som användes för att vattna med. Utöver det bildades känslan av att kommuner i dagsläget inte har kommit tillräckligt långt för att kunna utnyttja dagvatten som en resurs.

Dock märktes det att fastighetsförvaltarna Vasakronan och HSB ligger i framkant gällande alternativ användning. Framför allt Vasakronan som använder dagvatten från takavrinning för att spola i toaletter. HSB utnyttjar inte dagvattnet i samma mån med tar hjälp av regnträdgårdar och gröna tak för att fördröja och rena de vatten som faller ned. Efter en noggrannare undersökning av HSB Living Lab framkom det att fastigheten är en fastighet lämpad för test. Med det i åtanke finns fortfarande möjligheten att det i framtiden testas en lösning där dagvatten agerar en mer central del än vad det i dagens läge gör.

Efter all kontakt med olika kommuner och fastighetsbolag bildades känslan av att kommunerna inte är, i samma mån som fastighetsbolagen, intresserade av att utnyttja dagvattnet. I den personliga kontakten med Jesper Persson på Kretslopp och Vatten i Göteborgs Stad framkom det att en tänkbar anledning till att återanvändningen av

dagvatten inte är en större fråga kan bero på att de i allra flesta fall endast får betalt samt uppmanas till att transportera bort eller hantera vattnet som finns i området. Därav finns det inget ekonomiskt utrymme till att implementera en lösning som till exempel spolning med dagvatten. Vilket i sin tur kan leda till en sämre utvecklingstakt kring frågor som rör återbruk av vatten.

9.5 Felkällor

I och med att den lösning som presenteras grundar sig i information där undersökningen inte preciserats för områden där en omfattande kupering förekommer utan grundar sig i författarnas egna tankar och idéer kring hantering av dagvatten. Medför det en felkälla som är av vital del att nämna.

Vidare har ingen gedigen kostnads kalkyl genomförts för varje lösning vilket medför att en kostnadsnyttoanalys inte kunnat jämföras. Anledningen bakom tappet i information gällande detta är den tidsomfattning som arbetet utgår ifrån samt att det inte kunnat hittas någon relevant information för var och en av de presenterade lösningarna.

Ytterligare en felkälla som behöver beröras är att vid analysen av området samt vid bestämningen av de olika areorna för tak, vägyta samt gräsyta användes en bildanalys då inga precisa värden fanns att få tag i. Det medför att verkligheten kan avvika från de vi presenterat. Vidare baseras även kostnadsuträkningen för dagvattendammen på schablonvärden presenterade i en rapport där de räknas fram under specifika förutsättningar. Det i sin tur medför en osäkerhet gällande den kostnadsuträkning som genomförs, vilket kan leda till att den faktiska kostnaden för uppförande inte ligger i linje med den som presenterats. Vidare kan även uträkningen för dammens storlek anses som en felkälla då den egentligen lämpar sig för en sedimentationsdamm. Verktuget stormcalc tar heller inte hänsyn till lutning. Det vill säga att mindre vatten infiltrerar i takt med en brantare lutning. Därav kan resultatet påverkas och mer vatten kan behövas tas om hand.

En annan felkälla till rapporten grundar sig i att de framtagna värden gällande nederbördsprofiler i området togs fram genom att analysera kartmaterial från SMHI vilket medför en osäkerhet till resultatet av analysen.

10 Slutsats

Nedan presenteras generella slutsatser samt specifika slutsatser för projektet. De generella slutsatserna berör en större översikt, medan de specifika slutsatserna berör det kommande bostadsområdet i Tureholms dagvattenhantering.

10.1 Generell slutsats

Det är inget nytt att kraftig nederbörd och översvämningar ses som en börda mer än än resurs. Trots att varje stad har vissa utmaningar samt olika mängd nederbörd verkar det finnas en trend bland kommuner där många av dem vi intervjuat ännu inte har kommit långt när det gäller att implementera alternativa lösningar för dagvatten.

Potentialen för dagvatten är stor men då det är dyrt att grundligt rena samt dyrt att implementera återanvändning av dagvatten finns det andra lösningar som prioriteras högre. Dessa lösningar av högre prioritet är främst de dagvattenhanteringslösningar som för bort överblivet vatten samt i vissa fall renar. Kostnaden anses dock inte vara det enda problemet, uppfattningen av att det finns en bristande kunskap samt intresse inom resurshantering av dagvatten hos kommuner präglar rapporten.

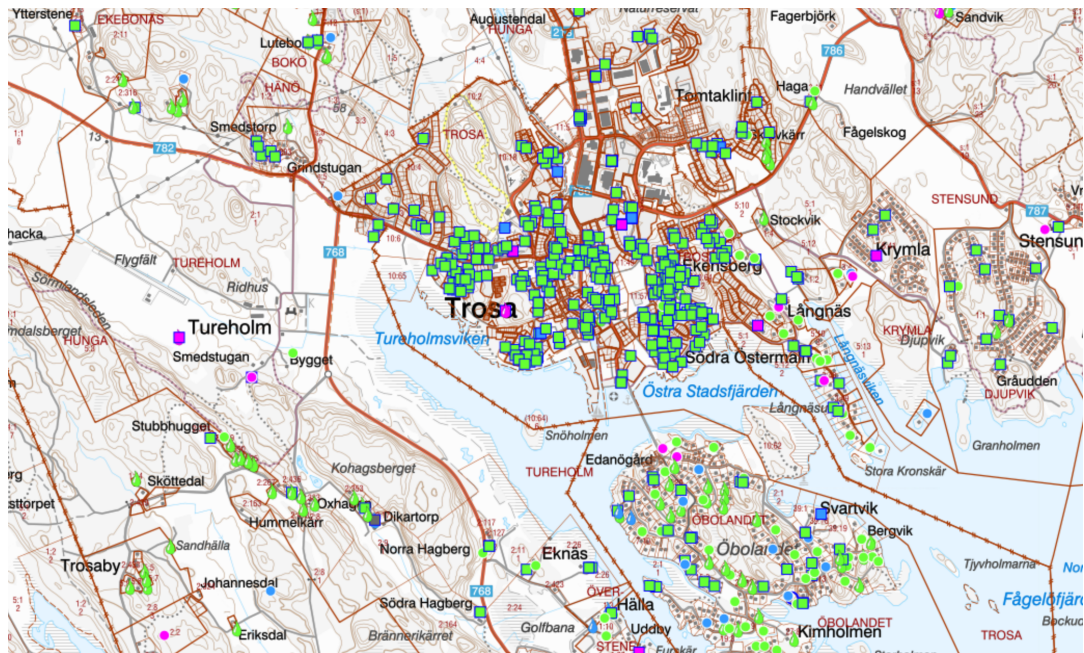
Det finns alternativa användningsområden för dagvatten, även om dessa inte är vanligt förekommande. Användningsområdena exemplifieras i Vasakronans implementering av dagvatten för spolning av toaletter i Celsiushuset. Dock framgår det av undersökningen att kommuner inte kommit lika långt som fastighetsförvaltarna. Grunden till det kan eventuellt ha sin rot i skillnaden som finns mellan uppdragen som kommun och fastighetsförvaltare. En kommun har en skyldighet att uppfylla de krav som ställs via miljöbalken samt lagen om allmänna vattentjänster vilket eventuellt kan minska de utrymme som finns för implementering av alternativa användningsområden. En fastighetsförvaltares agerande drivs eventuellt av lönsamhet eller ett driv av att förändra en marknad. Därmed kan fastighetsförvaltarna möjligen uppleva ett större utrymme och kan på så sätt implementera en åtgärd som använder dagvatten som resurs.

10.2 Specifik slutsats

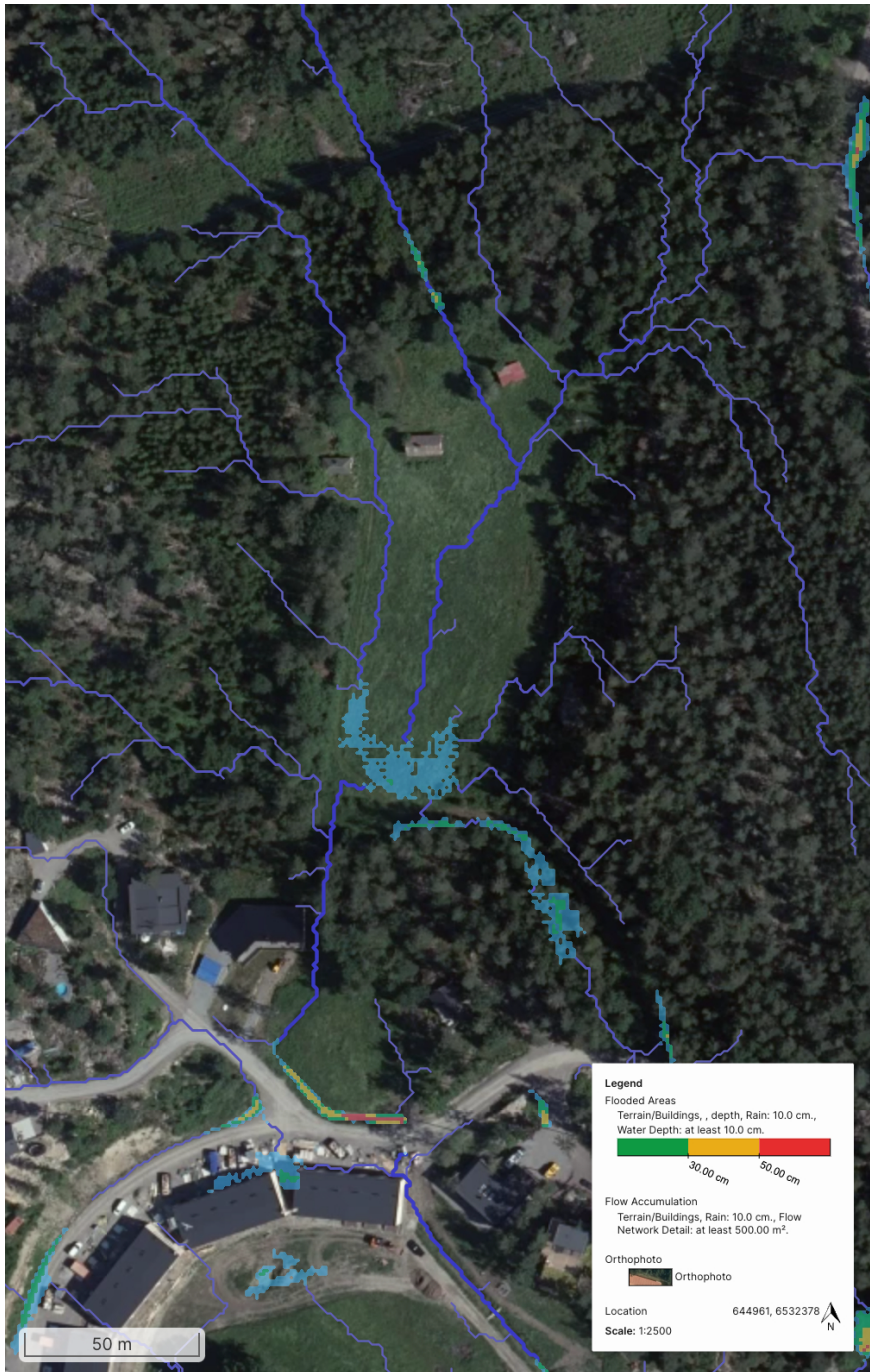
I denna undersökning har vi sett att lösningen för ett kuperat område innefattar en höjning av årsregn då ytavrinningen från området innebär en översvänningsrisk för områden placerade nedströms.

Slutsatsen för området i Tureholm visar på att en dagvattendamm kommer gynna de inblandade parterna mest. Dels via dess placering då de visar sig som tidigare nämnt vara en naturlig samlingspunkt för vattnet i området. Utöver dess placering visar sig lösningen ha ekonomiska fördelar som ligger i linje med Hökerum Byggs intressen, då vi anser att 250 000 kr är en relativt rimlig summa ställt mot budgeten på 15–30 miljoner kr.

11 Bilagor



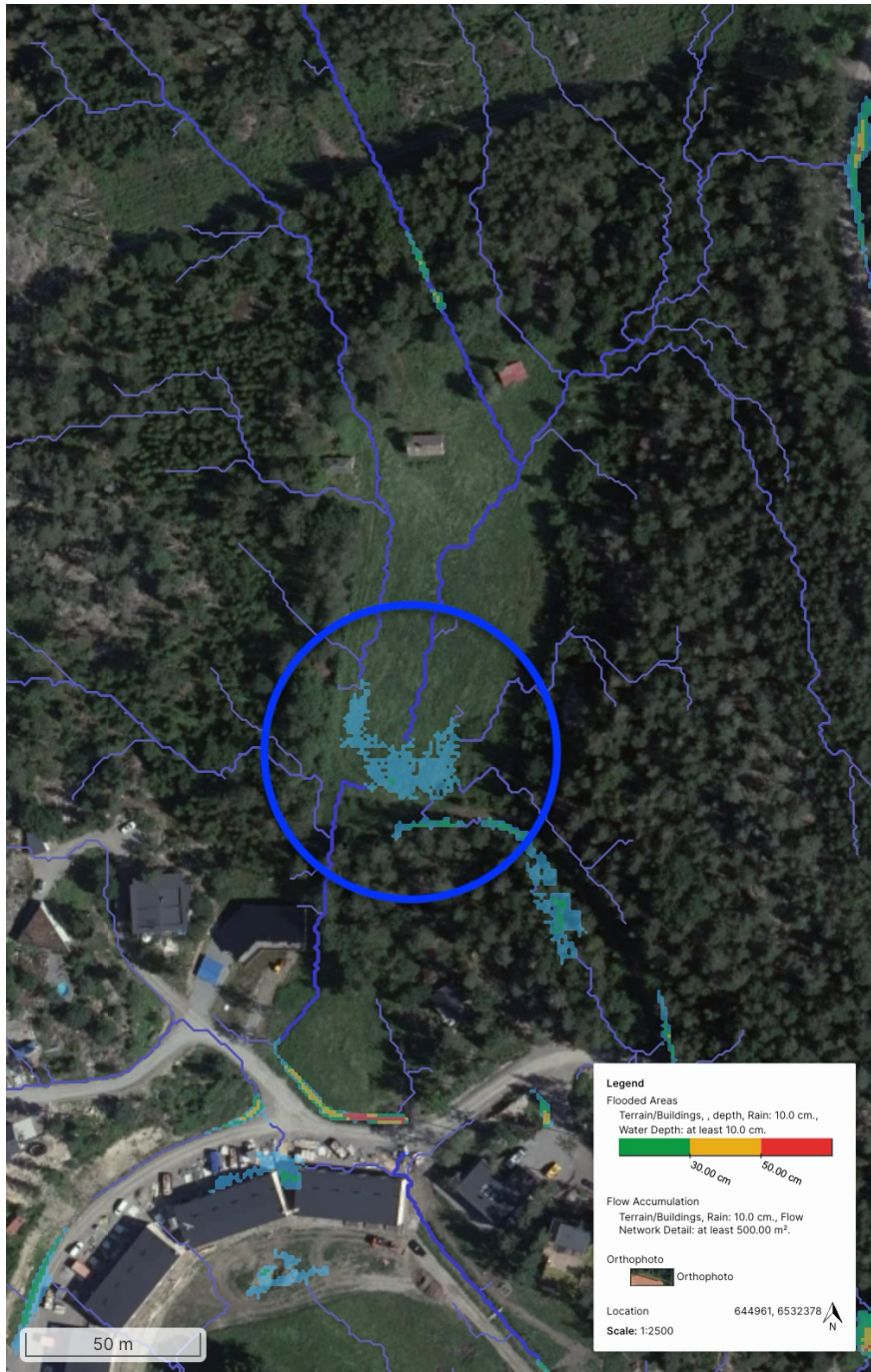
Bilaga 1, visar urklipp från SGU:s karttjänst över brunnar för området kring Trosa



Bilaga 2, visar hur vattnet ansamlas för ett regntillfälle med 100mm nederbörd.



Bilaga 3, visar de olika delavrinningsområdena samt längsta rinnsträcka



Bilaga 4, bild över Tureholm med den naturliga samlingspunkten inriggat i blått

Avrinningsområde 1		
Yta	Area	Reducerad dim. Area (ha)
Takyta	0,21	0,1916
Väg (asfalterad)	0,36	0,3035
Gräsyta	2,93	0,2930
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Total area	3,5	0,788
Koncentrationstid (tr)	23	min
Årsmedelnederbörd	652	mm
Återkomsttid	100 år	
Regnintensitet	295,1	l/(ha s)
Klimatfaktor	1,25	
Qdim	290,7	l/s

Bilaga 5, visar markfördelningen samt det dimensionerade flödet för avrinningsområde 1 efter exploatering.

Avrinningsområde 1		
Yta	Area	Reducerad dim. Area (ha)
Gräsyta	3,50	0,3500
Gräsyta	0,00	0,0000
Gräsyta	0,00	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Total area	3,5	0,350
Koncentrationstid (tr)	23	min
Årsmedelnederbörd	652	mm
Återkomsttid	100 år	
Regnintensitet	295,1	l/(ha s)
Klimatfaktor	1,25	
Qdim	129,1	l/s


Bilaga 6, visar markfördelningen samt det dimensionerade flödet för avrinningsområde 1 innan exploatering.

Avrinningsområde 2		
Yta	Area	Reducerad dim. Area (ha)
Takyta	0,36	0,3214
Väg (asfalterad)	1,08	0,9185
Gräsyta	5,06	0,5061
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Total area	6,5	1,746
Koncentrationstid (tr)	24	min
Årsmedelnederbörd	652	mm
Återkomsttid	100 år	
Regnintensitet	286,9	l/(ha s)
Klimatfaktor	1,25	
Qdim	626,2	l/s

Bilaga 7, visar markfördelningen samt det dimensionerade flödet för avrinningsområde 2 efter exploatering.

Avrinningsområde 2		
Yta	Area	Reducerad dim. Area (ha)
Gräsyta	6,50	0,6500
Gräsyta	0,00	0,0000
Gräsyta	0,00	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Gräsyta	0,0000	0,0000
Total area	6,5	0,650
Koncentrationstid (tr)	24	min
Årsmedelnederbörd	652	mm
Återkomsttid	100 år	
Regnintensitet	286,9	l/(ha s)
Klimatfaktor	1,25	
Qdim	233,1	l/s

Bilaga 8, visar markfördelningen samt det dimensionerade flödet för avrinningsområde 2 innan exploatering.

Dimensionering sedimenteringsdamm		
Specifik effektiv permanentvolym (m3/ha)	35	
Suspended solids (in)	65,15	mg/l
Reducering	47,9%	
Suspended solids (ut)	34	mg/l
Slutlig volym damm	89	m3

Bilaga 9, visar den slutgiltiga volymen för dammen markerat med blått.

12 Litteraturförteckning

- Al, S. (2022). Multi-functional urban design approaches to manage floods: examples from Dutch cities. *Journal of urban design*, 27(2), ss. 274-275.
- Berglund, A., Jönsson, R., Andersson, J., & Persson, J. (2022). *Kostnader och erfarenheter vid anläggning, drift och underhåll av dagvattendammar*. Göteborg: Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad.
- Blomquist, D., Hammarlund, H., Härle, P., & Karlsson, S. (2016). *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem*. Bromma: Svenskt Vatten .
- Boverket. (den 13 september 2023). *Boverket*. Hämtat från Flera lagar reglerar dagvatten: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/flera-lagar-reglerar-dagvatten/>
- Göteborgs stad. (den 14 April 2022). *12EA3.3 Svackdike*. Hämtat från tekniskhandbok Göteborgs stad: <https://tekniskhandbok.goteborg.se/12-projektering/12e-dagvatten-skyfall-och-hogvatten/12ea-dagvatten/12ea3-fordrojnings-och-reningsanlaggningar/12ea3-3-svackdike/>
- Göteborgs stad. (den 3 Maj 2024). *Göteborgs stad*. Hämtat från Gör plats för vattnet - Villa och radhus: <https://goteborg.se/wps/portal/start/bygga-bo-och-leva-hallbart/vatten-och-avlopp/dagvatten-och-skyfall/gor-plats-for-vattnet/villa-och-radhus>
- Göteborgs stad. (den 4 April 2024). *Göteborgs stad*. Hämtat från Varifrån kommer ditt dricksvatten?: <https://goteborg.se/wps/portal/start/bygga-bo-och-leva-hallbart/vatten-och-avlopp/dricksvatten/varifran-kommer-ditt-dricksvatten>
- Göteborgs Stad. (den 11 04 2024). *goteborg.se*. Hämtat från Dagvatten och skyfall i stadsplaneringen: <https://goteborg.se/wps/portal/start/bygga-bo-och-leva-hallbart/vatten-och-avlopp/dagvatten-och-skyfall/dagvatten-och-skyfall-i-stadsplaneringen>
- HSB Living Lab. (den 10 April 2024). *HSB Living Lab*. Hämtat från nnovativ dagvattenhantering på HSB Living Lab: <https://www.hsb.se/hsblivinglab/projekt-i-huset1/testbaddar-for-utvardering-av-dagvattenanlaggningar/>
- Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Bromma: Svenskt Vatten AB.
- Lindgren, Å., & Svensson, T. (2003). *Vägdagvattendammar – en undersökning av funktion och reningseffekt*. Borlänge: Vägverket.
- Lyngfelt, S. (1981). *Dimensionering av dagvattensystem*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Nässländer, G., & Bruhn, F. (2023). Hur maximerar vi trädens dagvattenhantering? *Utemiljö*, ss. 20-21.
- Naturvårdsverket. (den 11 Januari 2024). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Klimatförändringarnas effekter i Sverige: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/>
- Naturvårdsverket. (den 13 Februari 2024). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Bilaga 1 - Dagvattenhanteringen idag :

- <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/34e231a6ea91468ba0168816d8e3abd1/bilaga-1-dagvattenhanteringen-idag.pdf>
- NCC. (den 13 Februari 2024). *NCC*. Hämtat från Klimatanpassad dagvattenhantering: <https://www.ncc.se/vart-erbjudande/infrastruktur/mark-och-anlaggning/dagvattenhantering/>
- Persson, J. (2000). *The hydraulic performance of ponds of various layouts*. Göteborg: Urban Water.
- Persson, J., & Pettersson, T. (2006). *Dagvattendammar - Om provtagning, avskiljning och dammhydraulik*. Borlänge: Vägverket, enhet Samhälle och Trafik, avdelning Vägteknik.
- Persson, P., Gallardo, I., Kallioniemi, K., & Foltyn, A.-M. (2009). *PlanPM Dagvatten*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne Län.
- Prince George's County. (2007). *Bioretention Manual*. Maryland: Department of Environmental Resources.
- Rosell, E. (den 24 juli 2016). *Supermiljöbloggen*. Hämtat från Torka på Öland och Gotland kommer att bli vanligare när klimatet förändras: <https://supermiljobloggen.se/nyheter/torka-pa-oland-och-gotland-kommer-att-bli-vanligare-nar-klimatet-forandras/>
- SCALGO Live. (den 3 Maj 2024). *Vi är SCALGO*. Hämtat från SCALGO: <https://scalgo.com/sv/om-oss>
- SGU. (den 10 Maj 2024). *Sveriges Geologiska Undersökning*. Hämtat från Jordartskarta: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon.html>
- SMHI. (den 20 December 2021). *SMHI*. Hämtat från Markavvattning - Så leds vatten bort: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/mansklig-paverkan/markavvattning-sa-leds-vatten-bort-1.89795>
- SMHI. (den 3 Juni 2022). *SMHI*. Hämtat från Klimatindikator - nederbörd: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887>
- SMHI. (den 22 Januari 2024). *meteorologiska observationer*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=core>
- Stadsbyggnadskontoret. (2017). *Dagvattenutredning Olof Asklunds gata*. Göteborg: Göteborgs stad.
- Svenskt Vatten. (den 19 maj 2016). *Produktion av dricksvatten*. Hämtat från Svenskt Vatten: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/produktion-av-dricksvatten/>
- Sveriges Geologiska Undersökning. (den 31 Januari 2023). *Anläggning av brunn*. Hämtat från Sveriges Geologiska Undersökning: <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/anlaggning-av-brunn/>
- VA-guiden. (den 03 05 2024). *Tekniska filteranläggningar*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/tekniska-filteranlaggningar/>
- Vasakronan. (den 10 April 2024). *Celsius*. Hämtat från Vasakronan: <https://vasakronan.se/projekt/celsius/#hallbart>
- Water by design. (2014). *Bioretention Technical Design Guidelines*. Brisbane: Healthy Waterways Ltd.

Vatteninformationssystem Sverige. (den 26 11 2012). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Svackdiken:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000787>

Wiklander, M. (augusti 2017). *Föroreningar i dagvatten*. Hämtat från Naturvårdsverket:

<https://www.naturvardsverket.se/4ac3b9/contentassets/c359cc8a4bec41b398ae0bc866460014/fororeningar-i-dagvatten.pdf>



CHALMERS