



UPPSALA
UNIVERSITET



Identifiering av skyfallskänsliga punkter till Västerås kommuns vattentjänstplan

Risk- och sårbarhetsanalys samt lågpunktskartering

Frida Adolfsson Lindahl

UPTEC W23015

Examensarbete 30 hp

26 juni 2023

Referat

Identifiering av skyfallskänsliga punkter till Västerås kommuns vattentjänstplan – risk- och sårbarhetsanalys samt lågpunktskartering

Frida Adolfsson Lindahl

Från om med 1 januari 2024 ska alla kommuner ha en vattentjänstplan. En vattentjänstplan ska innehålla varje kommuns långsiktiga plan för att tillgodose allmänna vattentjänster i framtiden samt åtgärder som behöver vidtas vid skyfall för att skydda VA-anläggningar. Lagändringen infördes 1 januari 2023 vilket har gett kommuner en snäv tidsplan att ta fram denna plan.

Arbetet har undersökt vad vattentjänstplanen i Västerås kommun behöver innehålla för att uppfylla kravet om åtgärder vid skyfall, identifiera punkter i spill- och dagvattennätet som potentiellt är sårbara för skyfall och ge förslag på skyfallsåtgärder. För att uppfylla syftet har en risk- och sårbarhetsanalys utförts för att identifiera punkter i spill- och dagvattennätet som är sårbara för skyfall. Analysen inkluderade en workshop med nyckelpersoner på Mälarenergi Vatten AB och en riskmatris som användes som bedömningsunderlag. Från riskmatrisen identifierades punkter som var potentiellt sårbara för skyfall och en lågpunktskartering utfördes i SCALGO Live på utvalda punkter. De regnhändelser som utfördes i karteringen var 10-, 20- och 100-årsregn. Lågpunktskarteringen jämfördes även med en skyfallskartering med markavrinning och ledningsnät, vilket är en kartering av hög detaljeringsgrad, för att undersöka ifall lågpunktskartering kan vara lämpligt underlag till en vattentjänstplan.

Resultatet av risk- och sårbarhetsanalysen var att sju punkter, som gavs som förslag under workshopen, hade höga riskvärden och var potentiellt sårbara för skyfall. Tre av sju punkter valdes till vidare analys: Branthovda, Skiljebo och Önsta-Gryta, alla belägna i Västerås tätort. Samtliga av dessa tre punkter var i dagvattennätet. Lågpunktskarteringen i SCALGO Live som utfördes över dessa tre punkter visade stora översvämningar vid ett 100-årsregn. Skyfallsåtgärder som föreslogs för platserna var magasinerings ytor och skyfallsled. Vid jämförelse av lågpunktskartering och skyfallskartering med markavrinning och ledningsnät visade skyfallskarteringen en mindre översvämning för Branthovda och Skiljebo. I Önsta-Gryta var skillnaden mellan karteringarna minimal. Detta var då skyfallskarteringens resultat visar på att dagvattenledningarna i området var överbelastade redan vid ett 10-årsregn, vilket liknade villkoret i lågpunktskarteringen att dagvattenledningarna antas vara fulla. Med detta kan endast en lågpunktskartering visa ett områdes potential till att vara sårbara för skyfall, men säger inget om hur spill- eller dagvattennätet påverkas. Dock kan en lågpunktskartering hjälpa till att identifiera områden i tätorter som skulle kunna vara sårbara för översvämningar.

Nyckelord: Skyfall, pluvial översvämning, vattentjänstplan, lagen om allmänna vattentjänster, skyfallskartering, lågpunktskartering, risk- och sårbarhetsanalys, skyfallsåtgärder, SCALGO.

Abstract

Identification of downpour-sensitive points for Västerås municipality's water service plan – risk and vulnerability analysis and low-point mapping

Frida Adolfsson Lindahl

As of January 1st, 2024, all municipalities must have a water service plan. A water service plan must contain each municipality's long-term plan to provide public water services in the future and solutions that need to be taken in the event of a cloudburst to protect water and sewage facilities. The change in law was introduced on January 1st, 2023, which has given municipalities a tight timetable to develop this plan.

The study has investigated what the water service plan in Västerås municipality needs to contain in order to fulfill the requirement for solutions in the event of cloudbursts, identify points in the waste and stormwater network that are potentially vulnerable to cloudbursts, and provide suggestions for torrential rain measures. In order to fulfill the purpose, a risk and vulnerability analysis has been carried out to identify points in the waste and stormwater network that are potentially vulnerable to cloudbursts. The analysis included a workshop, with key individuals at Mälarenergi Vatten AB, and a risk matrix that was used as an assessment basis. From the risk matrix, points that were potentially vulnerable to cloudbursts were identified and a low-point mapping was performed in SCALGO Live at the selected points. The rain events performed in the mapping were 10-, 20- and 100-year rainfalls. The low-point mapping was compared with a cloudburst mapping with land runoff and conduit network, which is a mapping with a high degree of detail, to investigate whether low-point mapping can be a suitable basis for a water service plan.

The result of the risk and vulnerability analysis was that seven points, which were given as suggestions during the workshop, had high-risk values and were potentially vulnerable to cloudbursts. Three out of the seven points were selected for further analysis: Branthovda, Skiljebo, and Önsta-Gryta, all of them located in Västerås city. All of these sensitive points were in the stormwater network. The low-point mapping in SCALGO Live performed over these three points showed major flooding during a 100-year rainfall event. The proposed cloudburst solutions for the sites were storage areas and cloudburst roads. When comparing low-point mapping and cloudburst mapping with ground runoff and conduit networks, the cloudburst mapping showed a minor flood for Branthovda and Skiljebo. In Önsta-Gryta, the difference between the mappings was minimal. This was due to the results of the cloudburst mapping showing that the stormwater pipes in the area were overloaded even with a 10-year rain, which was similar to the condition in the low-point mapping that the stormwater pipes are assumed to be filled. With this, only a low point mapping can show an area's potential for being vulnerable to cloudbursts but does not say anything about how the waste or stormwater network is affected. However, low point mapping can help identify areas in built-up areas that could be vulnerable to flooding.

Keyword: Downpour, pluvial flooding, cloudburst mapping, low-point mapping, risk analysis, water service plan, SCALGO

Department of Earth Sciences, Program for Air, Water and Landscape Science, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala, Sverige. ISSN 1401-5765.

Förord

Med detta arbete avslutar jag mina fem år av studier på Civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet. Projektet var beställt och möjliggjort av Gustav Myhrman på Mälarenergi Vatten AB. Projektet utfördes även på Mälarenergi Vatten AB med handledning av Emelie Lundkvist. Ämnesgranskare var Roger Herbert vid Institutionen för geovetenskaper på Uppsala universitet.

Det finns många sätt att visa tacksamhet på, men i skriven form så finns det bara ett ord: tack. Ett ord med fyra bokstäver, men de få bokstäverna skapar något som är svårt att förklara helt i ord. Med dessa fyra bokstäver som skapar en känsla av uppskattning, glädje och acceptans så finns det många jag vill tacka.

Tack till min handledare Emelie som har, precis som ordet delvis står för, varit en trygg hand att hålla i under arbetets gång. Du har verkligen varit ett stort stöd för mig under detta halvår. Tack till min ämnesgranskare Roger för att du har tagit dig tiden att hjälpa mig ro detta arbete i hamn, från start till slut. Tack till mina kurskamrater och alla som jag har träffat under min universitetsresa. Ni har förgyllt dessa fem år och skapat minnen för livet. Tack till min familj som har stöttat mig genom allt jag har gjort.

Och ett stort tack till alla er som har varit med mig i början, i mitten och slutet av denna resa. Utan er som peppade mig i starten skulle jag aldrig kunna ta mig hit. Utan er som var med i mitten skulle resan inte varit lika händelserik. Och utan er som var med mig i slutet av resan så hade jag inte haft någon som hejade på mig när jag sprang över mållinjen.

Frida Adolfsson Lindahl
Uppsala, 26 juni 2023

De globala målen från Agenda 2030 som berörs i detta arbete är:



Copyright © Frida Adolfsson Lindahl och Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, Uppsala universitet. UPTEC W 23015, ISSN 1401-5765
Digitalt publicerad hos Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Uppsala, 2023.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Klimatet håller på att förändra sig. Detta kan man märka i Sverige genom högre lufttemperaturer och extrema väderhändelser såsom värmeböljor och intensiva regn. Intensiv nederbörd som faller under kort tid kallas även för skyfall, vilket är något som kan bli mer förekommande i framtiden i Sverige. I städer kan skyfall skapa risk för översvämningar som skadar byggnader och hindrar trafik. Anledningen till att översvämningar skapas av skyfall är för att städer har asfalterade vägar och trottoarer som hindrar vatten att tränga ner i marken. Vattnet fastnar då på ytan. Städer har ett dagvattensystem där regnvatten kan transporteras bort, men vid skyfall hinner inte ledningarna alltid med att transportera bort vattnet, vilket då skapar en risk för översvämningar.

I lagen om allmänna vattentjänster har en lagändring gjorts som började gälla i början av 2023. Varje kommun i Sverige ska ha en vattentjänstplan. En vattentjänstplan ska vara en långsiktig plan som innehåller en kommuns plan att se till att alla i kommunen har tillgång till allmänna vattentjänster och förslag på åtgärder som behöver göras vid ett skyfall för att skydda de anläggningar som tillgodoser allmänna vattentjänster. Allmänna vattentjänster är vattenförsörjning och avlopp. Planen ska vara klar i slutet av 2023. I skrivande stund finns inte en mall på vad som ska vara med i en vattentjänstplan. De riktlinjer som finns är de som står i lagändringen. Det är upp till varje kommun att själv bestämma hur detaljerad planen ska vara under denna snäva tidsplan.

Syftet med denna studie har varit att undersöka vad Västerås kommun behöver ha med i sin vattentjänstplan om skyfallsåtgärder för dagvattennätet. Det undersöktes ifall det finns sårbara punkter i dagvattennätet och förslag på åtgärder för att skydda eller säkra upp den punkten. Detta undersöktes med hjälp av en risk- och sårbarhetsanalys samt en lågpunktskartering. Spillvattennätet ska inte påverkas av ett skyfall, dock finns delar av dagvattennätet som sitter ihop med spillvattennätet, även kallat för kombinerade ledningar som kan vara sårbara för skyfall. Därför har även sårbara punkter i spillvattennätet undersökts.

En risk- och sårbarhetsanalys är en analys som ska förebygga risker och förbereda förmågan att hantera kriser. I denna studie användes analysen att hitta platser som var sårbara för skyfall i spill- och dagvattennätet och genom det undersöka risken samt konsekvensen av ett skyfall på den punkten och med det sen ge förslag på en åtgärd som skulle minimera risken eller sårbarheten. Identifieringen av sårbara punkter gjordes genom en workshop tillsammans med relevanta personer på Mälarenergi AB och en riskmatris. Riskmatrisen är en matris där punkter fylldes i och rangordnades efter hur sårbara de var genom ett riskvärde.

Från riskmatrisen från analysen identifierades punkter som var potentiellt sårbara för skyfall och en lågpunktskartering, vilket är en typ av skyfallskartering, utfördes på dessa punkter. En skyfallskartering är en metod som undersöker platser som riskeras att drabbas av översvämningar vid ett skyfall. Med en skyfallskartering kan man se vilka områden som kan potentiellt bli översvämmade efter ett skyfall. I denna studie utfördes en lågpunktskartering som endast använder sig av höjddata för att undersöka lågpunkter där vatten kan ansamlas. De regnhändelser som undersöktes var de som återkommer vart 10:de, 20:de och 100:de år. Lågpunktskarteringen kunde sedan jämföras med en existerande skyfallskartering som tog hänsyn till höjddata, markanvändning och dagvattennätet.

Resultatet av risk- och sårbarhetsanalysen var att det fanns sju punkter som var potentiellt sårbara för skyfall. Tre av dessa punkter låg i tre olika områden som användes i lågpunktskarteringen: Branthovda, Skiljebo och Önsta-Gryta, alla i Västerås tätort. Lågpunktskarteringen visade att alla områden skulle stå i ett vattendjup på över en halv meter ifall det skulle regna ett regn som förekommer vart 100 år. De förslagna åtgärderna på alla områden är att skapa en grönyta där vattnet kan tränga ner i marken, även kallat för en magasineringsyta, för att underlätta för dagvattennätet. I Önsta-Gryta skulle det även behövas en väg där vattnet kan rinna för att nå magasineringsytan. När man jämförde detta med en skyfallskartering med högre detaljeringsgrad var översvämningen inte lika omfattande i Branthovda och Skiljebo. I Önsta-Gryta var jämförelserna lika varandra för att områdets dagvattenledningar har en låg kapacitet och har svårt att leda vidare vatten redan vid ett regn som förekommer vart 10:de år. Men detta skulle inte en lågpunktskartering kunna visa då det inte inkluderar ledningsnätet i sina beräkningar.

Med detta kan man ställa sig frågan ifall det är lämpligt att använda sig utav en lågpunktskartering till en vattentjänstplan. Lagtexten säger att man ska undersöka åtgärder för VA-anläggningar, såsom ledningsnät, vilket en lågpunktskartering inte kan undersöka. Dock kan en lågpunktskartering hjälpa till att välja ut områden i tätorter som skulle kunna vara sårbara med anledningen att de är lågpunkter och med det begränsa undersökningsområdet.

Innehåll

Referat	i
Abstract	ii
Förord	iii
Populärvetenskaplig sammanfattning	iv
1 Inledning	1
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställningar	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Teori	3
2.1 Skyfall	3
2.1.1 Återkomsttid	3
2.2 Översvämningar i urbana miljöer	4
2.2.1 Skyfallsåtgärder i städer	5
2.3 Spill- och dagvatten	6
2.4 Lagstiftning om allmänna vattentjänster	7
2.4.1 Vattentjänstplan	7
3 Metod	9
3.1 Områdesbeskrivning	9
3.2 Risk- och sårbarhetsanalys	10
3.2.1 Workshop	11
3.2.2 Framtagande av underlag till riskbedömning	13
3.2.3 Utförande av riskmatris	13
3.3 Skyfallskartering	15
3.3.1 SCALGO Live	15
3.3.2 Utförande av lågpunktskartering	16
4 Resultat	18
4.1 Workshop och intervjuer	18
4.2 Sårbara punkter	18
4.2.1 Område 1: Kantyxgata, Branthovda	19
4.2.2 Område 2: Tallspinnargatan, Skiljebo	22
4.2.3 Område 3: Blåklockevägen, Önsta-Gryta	25
5 Diskussion	29
5.1 Resultat av lågpunktskartering och jämförelse av karteringar	29
5.2 Åtgärdsförslag	30
5.3 Risk- och sårbarhetsanalys	31
5.4 Lågpunktskartering som metodval	32
5.5 Arbetets utformning	33
5.6 Skyfallsdefinition	33

5.7	Vattentjänstplan	34
5.8	Vidare studier	34
6	Slutsats	36
	Referenser	37
	Bilagor	39

1 Inledning

Klimatförändringarna är något som är svårt att ignorera idag. I IPCC:s sjätte utvärderingsrapport (2023) konstaterades det att det är främst antropogena utsläpp som har orsakat att den globala yttemperaturen har ökat med över 1 °C. De globala utsläppen av växthusgaser fortsätter att öka och även om utsläppen skulle upphöra idag existerar en fördröjande effekt som gör att uppvärmningen kommer att fortskrida (IPCC 2023). Med ett varmare klimat avdunstar mer vatten och medför att atmosfären kan hålla mer vattenånga som skapar kraftigare regn. Ett skyfall är när en stor mängd nederbörd faller under en kort tidsperiod och de förväntas bli mer frekventa och intensiva i framtiden i Sverige (SMHI 2022a). Exempel på detta är skyfallet i Gävle under sommaren 2021 då det föll 100 mm regn under två timmar (Länsstyrelsen Gävleborg 2022).

I urbana miljöer är skyfall ett problem. Dagens städer består främst av hårdgjorda ytor som hindrar vattnet att infiltrera ner i marken (Svenskt Vatten 2011). Dagvattensystem har designats för att leda bort vatten som inte infiltrerar ner i marken, dock blir systemet vanligen överbelastat vid extrema regnfall och kan inte leda bort vattnet under regnhändelsen. Detta resulterar i översvämningar som kan skapa negativa konsekvenser på byggnader och vattennät (MSB 2017). Spillvattennätet i städer ska i teorin inte påverkas av ett skyfall, dock tillkommer tillskottsvatten (vatten som inte är spillvatten) i spillvattennätet under större regnhändelser. Detta kan ske på grund av översvämningar i källarutrymmen som är kopplade till spillvattennätet och läckage in i ledningarna (Clementson et al. 2020). För att förebygga detta och bygga upp ett hållbart samhälle bör VA-anläggningar, såsom reningsverk och ledningsnät, säkras upp mot skyfall. En av de lagar som ska upprätta detta är lagen om allmänna vattentjänster (LAV).

En lagändring gjordes 1 januari 2023 i LAV (SFS 2006:412) som innebär att alla kommuner ska ta fram en vattentjänstplan. En vattentjänstplan ska innehålla varje kommuns långsiktiga plan för att tillgodose allmänna vattentjänster i framtiden samt åtgärder som behöver vidtas vid skyfall för att skydda VA-anläggningar. Västerås kommun är en av kommunerna som ska göra en vattentjänstplan.

För att kunna ta fram åtgärder för skyfall måste sårbara punkter i kommunen kartläggas. Ett vanligt sätt att kartlägga dessa är med en skyfallskartering. En skyfallskartering är ett underlag som visar vilka ytor som blir översvämmade vid ett skyfall. Det finns tre olika metoder att utföra skyfallskarteringar på, beroende på detaljeringsgraden. Ju högre detaljeringsgrad, desto längre tid tar det att utföra karteringen. Lågpunktskartering är den enklare varianten av en skyfallskartering som visar vilka lågpunkter som vatten lägger sig i efter ett skyfall. Det är med antagandet att dagvattensystemet är fullt och marken är mättad eller ogenomtränglig (MSB 2017).

Vattentjänstplanen ska vara godkänd senast 31 december 2023. Idag finns det dock ingen vägledning till vad planen ska konkret innehålla, detaljeringsgrad eller hur en godkänd vattentjänstplan ska ser ut. Svenskt Vatten (2022) har tagit fram i ett meddelande med deras rekommendationer. Med denna snäva deadline har Sveriges kommuner en stor utmaning framför sig att ta fram material till planen i tid.

1.1 Syfte

Detta examensarbete syftar till att undersöka vad vattentjänstplanen i Västerås kommun behöver innehålla för att uppfylla nya lagkravet i lagen om allmänna vattentjänster om åtgärder vid skyfall för att skydda dagvattennätet. Åtgärder för att skydda spillvattennätet undersöks om det finns en påverkan av skyfall. För att undersöka detta ska punkter som är sårbara för skyfall identifieras i Västerås spill- och dagvattennät (där kombinerade ledningar inkluderas) genom en risk- och sårbarhetsanalys. Med hjälp av analysen ska även möjliga åtgärder för de sårbara punkterna undersökas. Arbetet undersöker även ifall en lågpunktskartering kan vara en lämplig metod för att bistå med underlag till en vattentjänstplan.

1.2 Frågeställningar

Följande frågeställningar ska besvaras i studien:

1. Vad behöver Västerås kommuns vattentjänstplan innehålla för att uppfylla kraven om åtgärder av skyfall?
2. Hur kan sårbara punkter identifieras i Västerås kommuns spill- och dagvattennät och vilka är dessa punkter?
3. Vilka åtgärder kan vidtas för att säkra upp spill- och dagvattennätet mot skyfall i Västerås kommun vid dessa punkter?
4. Är lågpunktskartering en lämplig metod för att bistå med underlag till en vattentjänstplan?

1.3 Avgränsningar

Avgränsningarna i detta projekt är att undersöka sårbara punkter i spillvattennätet, dagvattennätet och kombinerade ledningsnätet i Västerås kommun där endast skyfalls påverkan undersöks. I spillvattennätet och kombinerade nätet undersöks endast ledningar, pumpar och rör som leder till reningsverket. Reningsverket inkluderas ej. I dagvattennätet undersöks ledningar, pumpar och rör som leder till recipienten eller fördröjningsytor.

2 Teori

För att få en djupare förståelse till arbetets studieområde förklaras centrala begrepp i detta avsnitt. Dessa begrepp är skyfall, återkomsttid, översvämningar samt spill- och dagvatten. Bakgrund om lagstiftningen av allmänna vattentjänster och vattentjänstplanen kommer även att presenteras. Till slut beskrivs även hur åtgärder för skyfall kan se ut i urbana miljöer.

2.1 Skyfall

Ett skyfall är när en stor mängd nederbörd faller under en kort tidsperiod. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) definierar skyfall som nederbörd som är minst 50 mm per timme eller minst 1 mm per minut. Detta kan jämföras med en medelmåttig regnskur som SMHI definierar som är 2-10 mm per timme (SMHI 2021a,b). Skyfall är vanligast under sommarhalvåret då det är en större temperaturgradient mellan mark och atmosfär som gör att mer fuktig luft stiger och bildar regnmoln (Dahlström 2010).

Skyfall är den största orsaken till översvämningar i urbana miljöer. Städer består av en stor mängd av hårdgjorda ytor där vatten inte kan infiltrera ner i marken. Detta gör att ytavrinningen ökar medan infiltrationen minskar och med det kan översvämningar uppstå. Städernas dagvattensystem, som finns för att avleda dagvatten, kan i samband med skyfall överbelastas. Översvämningarna kan ge negativa konsekvenser såsom skada på bebyggelse och infrastruktur ifall vatten blir stående länge (MSB 2017). Skyfall kan även orsaka jordskred och erosion (SMHI 2022a).

I framtiden förväntas skyfall bli vanligare (IPCC 2023; MSB 2020). Med ett varmare klimat kommer mer vatten att avdunsta, skapa fuktig luft som kyls ner och skapa nederbörd (Dahlström 2010). I Sverige har ett varmare klimat lett till att nederbörden ökat i majoriteten av landet (SMHI 2022b). I en rapport från SMHI (2017) konstateras det att ingen trend av ökning eller minskning i skyfall har lyckats identifieras historiskt mellan 1996–2017, men rapporten visar på att skyfall kan öka i framtiden. Skyfallen förväntas då att öka med 10 – 40 % i Sverige beroende på framtida klimatscenario. Detta bygger på en jämförelse av klimatmodeller mellan 1961–1990 och 2071–2100 (Olsson et al. 2017).

2.1.1 Återkomsttid

Ett vanligt mått som används för skyfall är återkomsttid. Återkomsttid är ett mått som beskriver hur ofta man kan förvänta sig en vädersituation. Begreppet brukar uttryckas i år, exempel 100-årshändelse (SMHI 2021c). Det är vanligt att återkomsttid används vid dimensionering av anläggningar, byggnader och vattennät. I Sverige är det minimikrav att dimensionera ny bebyggelse för 100-årsregn. För dagvattennätet ansvarar VA-huvudmannen för att nya ledningar ska klara av 30-årsregn i centrumområden, 20-årsregn i tät bostadsbebyggelse och 10-årsregn i gles bostadsbebyggelse (Svenskt Vatten 2019). VA-huvudman är den som tillgodoser en kommun med allmänna vattentjänster (SFS 2006:412 u.å.). Vanligtvis är VA-huvudmannen kommunen själv eller ett kommunalt ägt bolag.

Sannolikheten av att en händelse sker beräknas genom ekvation 1, där P är sannolikheten och T är återkomsttiden.

$$P = 1/T \quad (1)$$

Om återkomsttiden är 100 år är sannolikheten för händelsen 1% per år. Ju längre återkomsttid som är vald, desto mindre sannolikhet är det att det kommer att ske. För att få en sannolikhet över en längre tid används en återkomsttid med ackumulerad sannolikhet. Ackumulerad sannolikhet används när man undersöker en väderhändelse, i detta fall ett skyfall, som sker under en period av tid (Svenskt Vatten 2019; Ängelholms kommun 2019). Till exempel ifall man undersöker hur stor sannolikhet är för en 100-årshändelse att inträffa inom 50 år.

Väderhändelsen i denna rapport är regn och då behandlar återkomsttiden regnvolym och varaktighet. Detta gör att återkomsttiden kan variera även om regnvolymen är densamma då varaktigheten kan variera. Med hjälp av Dahlströms (2010) formel som är baserad på statistik och långa serier av vädermätningar beräknas mängden regn och varaktighet som återkomsttiden har, se uträkningar för olika återkomsttid och varaktighet i tabell 1. Till exempel, ett 100-årsregn med varaktigheten 60 minuter har en regnmängd på 55 mm. För att anpassa regnmängden till ett förändrat klimat kan en klimatkfaktor läggas till (Svenskt Vatten 2019). En klimatkfaktor är ett tal som tas fram för att dimensionera regnmängden till ett utvalt klimatscenario för att ta hänsyn till klimatförändringarna. Detta tal multipliceras med regnhändelsen (MSB 2013).

Tabell 1: Sammanställning av återkomsttiden 10, 20, 50 och 100 år med varaktigheten mellan 10 minuter och 24 timmar enligt Dahlström (2010). Volymen av regn är avrundad till närmaste heltal.

	Återkomsttid			
	10 år	20 år	50 år	100 år
10 min	14 mm	17 mm	23 mm	29 mm
20 min	21 mm	23 mm	35 mm	44 mm
1 h	26 mm	32 mm	43 mm	55 mm
2 h	31 mm	39 mm	52 mm	65 mm
6 h	42 mm	51 mm	68 mm	85 mm
12 h	51 mm	62 mm	81 mm	100 mm
24 h	65 mm	77 mm	98 mm	119 mm

2.2 Översvämningar i urbana miljöer

Översvämningar uppstår när en stor vattenmängd inte kan infiltrera eller trängas undan och vattnet blir stående. Översvämningar som orsakas av nederbörd kallas för pluviala översvämningar (ibid.). Pluviala översvämningar är en vanlig konsekvens vid skyfall i tätorter då urbana miljöer vanligen består utav hårdgjorda ytor där vatten inte kan filtrera ner i marken (MSB 2017). Exempel på hårdgjorda ytor är asfalterade och stenlagda vägar. Även hårt packade grusvägar är en hårdgjord yta (Boverket 2021). Dagvattensystem finns till för att leda bort dagvatten, men vid skyfall blir systemet vanligtvis överbelastat (MSB 2017).

Det finns kända fall av skyfall i städer i Sveriges klimatzon från de senaste 15 åren. Exempel på detta är översvämningen i Köpenhamn och Fredriksberg, Danmark juni 2011 som orsakades av att 150 mm regn föll under cirka 2 timmar. Vissa delar av Köpenhamns gator täcktes av en halvmeter vatten och lokaler blev vattenfyllda då stadens VA-system inte klarade av att föra undan den extrema vattenmängden på kort tid (Carlander 2016). Detta skyfall var extremt för

Skandinaviens klimatzon och definierades som ett 1000-årsregn (MSB 2017). Kostnaderna för de skador som skyfallet orsakade låg mellan 9,4 och 16 miljarder svenska kronor (Carlander 2016).

Ett annat exempel är skyfallet i Gävle augusti 2021 då lite över 100 mm regn föll under 2 timmar och totalt föll 150 mm regn under två dygn. Regnhändelsen i helhet motsvarar ett 1000-årsregn. Skadorna av skyfallet var främst materiella där majoriteten var privat egendom. Kostnaderna för skadorna uppskattades till mellan 500 - 1000 miljoner kronor. VA-nätet blev överbelastat av detta skyfall och Gästrike Vatten (VA-huvudmannen i Gävle kommun) lyckades hålla igång funktionaliteten av deras VA-anläggningar med omprioriteringar och extrainsatser (Länstyrelsen Gävleborg 2022). Dagvatten- och spillvattennätet påverkades kraftigt då många dagvattenpumpar slutade fungera. Dagvattennätet var inte dimensionerat för regnhändelsen vilket medförde att vatten inte kunde ledas bort. Spillvattennätet hade även sprickor där dagvatten kunde läcka in vilket gjorde att även det nätet överbelastades (Jansson & Beckman Ljung 2022).

Västerås drabbades av skyfall 8 juli 2012 då Mälarenergis nederbördsstation uppmätte ca 50 mm regn under 90 minuter, vilket motsvarar ett 30-årsregn. Det skyfallet orsakade översvämningar i källarutrymmen och marköversvämning i nordöstra Västerås (DHI 2019). SMHI:s nederbördsstation låg utanför zonen där skyfallet slog till och har därav ingen rapport av ett skyfall. Dygnsvärdet för 8 juli 2012 enligt SMHI var 22,5 mm regn (SMHI 2023a).

2.2.1 Skyfallsåtgärder i städer

Med ett förändrat klimat kommer skyfall bli vanligare och det är oundvikligt att pluviala översvämningar kommer att ske i Sverige (MSB 2017). Dagvattensystemet i städer är gjort för att avleda normalregn men är inte dimensionerat för mer än 30-årsregn. Vid ett 100-årsregn fylls dagvattensystemet och kan inte leda bort vatten vilket gör att markytor däms tillfälligt och skapar översvämningar (MSB 2013). Dessa översvämningar skapar enbart problem ifall de skapar en värdeförlust, vilket det vanligen gör i urbana miljöer (DHI 2017). Det som kan göras för att förebygga, planera och minimera skador av skyfall är att leda bort vatten ytledes och skapa ytor där vatten kan stå (MSB 2017).

Efter skyfallet i Köpenhamn 2011 har kommunen arbetat fram en skyfallsplan med blågröna lösningar. Blågröna lösningar refererar till att leda bort blått och grönt vatten. En del av skyfallsplanen som är även en del av Köpenhamns kommuns klimatanpassningsplan var att utöka kapaciteten av kommunens VA-system (Carlander 2016).

De större typerna av skyfallsåtgärder i Köpenhamn stad och generellt för städer för att minimera översvämning är:

- **Skyfallsled/väg** - en led som är menat att föra bort vatten från lågpunkter där vatten vanligen ansamlas.
- **Fördröjningsväg** - en väg där vatten kan fördröjas på väg till recipient, till exempel diken med grönska.
- **Magasineringsyta** - en yta där vatten kan stå utan att ta skada på bebyggelser vid skyfall, till exempel ett grönområde där vatten kan filtrera ner.
- **Styrning** - höjning av markyta för att styra vattnets väg vid ett skyfall.

En skyfallsled kan användas för att styra undan vatten under kraftigt regn genom att vägar lutar in i mitten av vägen. Dessa vägar kan vara cykel- och bilvägar som hjälper till att leda vattnet till grönytor eller recipient (Carlander 2016). Fördröjningsvägar har funktionen att fördröja vatten genom planteringar längs gator. Planteringarna ser till att buffra vatten som sedan kan röra sig mot recipient eller dagvattenbrunnar (ibid.). Magasineringsytor har som syfte att buffra och magasinera vatten ner till marken. I städer kan dessa ytor vara parker, dagvattendammar och andra ytor som kan ta emot en stor mängd vatten utan att skapa skada (ibid.).

Andra åtgärder som kan minimera att bebyggelse tar skada vid ett skyfall och skapa ett robust nät är förnya och dimensionera ut dagvattenledningar, separera kombinerade ledningar till duplikatsystem och åtgärda felkopplade ledningar (Carlander 2016; NSVA 2023a).

2.3 Spill- och dagvatten

Spillvatten, ibland kallat för avloppsvatten, är förorenat vatten från hushåll och industri. Exempel på detta är det vatten som spolat ner från diskho, dusch och toalett. Spillvatten ska renas innan det förs vidare ut till en recipient (Svenskt Vatten 2022b).

Dagvatten är regn och smältvatten som rinner tillfälligt från markytor. Exempel på markytor är tak och gator (hårdgjorda ytor). Dagvatten behöver inte renas i reningsverk utan kan genomgå en enklare rening, som till exempel genom en dagvattendamm, innan det släpps ut till recipient (Roslagsvatten 2020). Gamla delar av ledningsnät i städer kan vara kombinerade ledningar där spill- och dagvatten rinner i samma ledningar. I Västerås kommun är cirka 4 % av systemet kombinerade ledningar (Mälarenergi 2021). Dessa ledningar transporterar de kombinerade vattnet till reningsverket innan det hamnar i recipienten (Svenskt Vatten 2019). Sedan 1950-talet har kombinerade ledningar fasats ut och duplikatsystemet (spillvatten och dagvatten i separata ledningar) är idag standard (Malmö stad 2018; Räddningsverket 1997).

Vid ett skyfall kan flödena av dagvatten orsaka skador. De stora vattenmängderna kan orsaka erosion, skred och ras som kan påverka ledningar, brunnar och pumpar. Dimensionen av dagvattennätet varierar beroende på bebyggelse och ålder på ledningarna. Om skyfallet överstiger kapaciteten av dagvattensystemet fylls alla ledningar och systemet blir överbelastat. Ett skyfall ska i teorin enbart påverka dagvattennätet, men det är vanligt att spillvattennätet även påverkas. Kombinerade ledningar blir belastade och för med nederbörden till reningsverk. Vid översvämningar kan källarutrymmen bli påverkade och nederbörd rinner ned i brunnarna som är kopplade till spillvattennätet (Länsstyrelserna 2011; MSB 2020). Det vatten som inte är spillvatten i spillvattennätet kallas för tillskottsvatten (Clementson et al. 2020).

I reningsverk kan flödet bli så stort att bräddning blir nödvändigt. Bräddning är när spillvatten tillfälligt går igenom reningsverket utan att renas. Vanligtvis sker detta endast vid skyfall och då spillvatten är utspätt med regnvatten (NSVA 2023b). Detta leder till att avloppsvatten kan hamna i recipienten orenat. Det finns även risk att avloppsvatten trycks bakåt i ledningar ifall nätet är överbelastat och orsaka sanitära problem (MSB 2020).

2.4 Lagstiftning om allmänna vattentjänster

I Sverige finns det lagstiftningar som skyddar Sveriges vatten, både allmänna vattentjänster och naturvatten. De lagstiftningar som kommer att belysas i denna rapport är Vattendirektivet, Miljöbalken och Lagen om allmänna vattentjänster.

EU:s ramdirektiv för vatten, även kallat för Vattendirektivet (2000/60/EG), antogs 2000 av EU:s medlemsländer. Vattendirektivet syftar till att skapa ett entydigt skydd för Europas vatten för att säkra god vattenkvalité till nästkommande generationer (Europeiska unionen u.å.). I Sveriges infördes vattendirektivet in i svensk lagstiftning år 2004 i miljöbalken (5 kap), vattenförvaltningsförordningen (2004:660) och förordning (2017:868) med länsstyrelseinstruktion.

Miljöbalkens syfte är att främja hållbar utveckling. Med dess bestämmelser reglerar och skyddar balken alla vattentjänster, där VA-anläggningar och dess verksamhet inkluderas (SFS 1998).

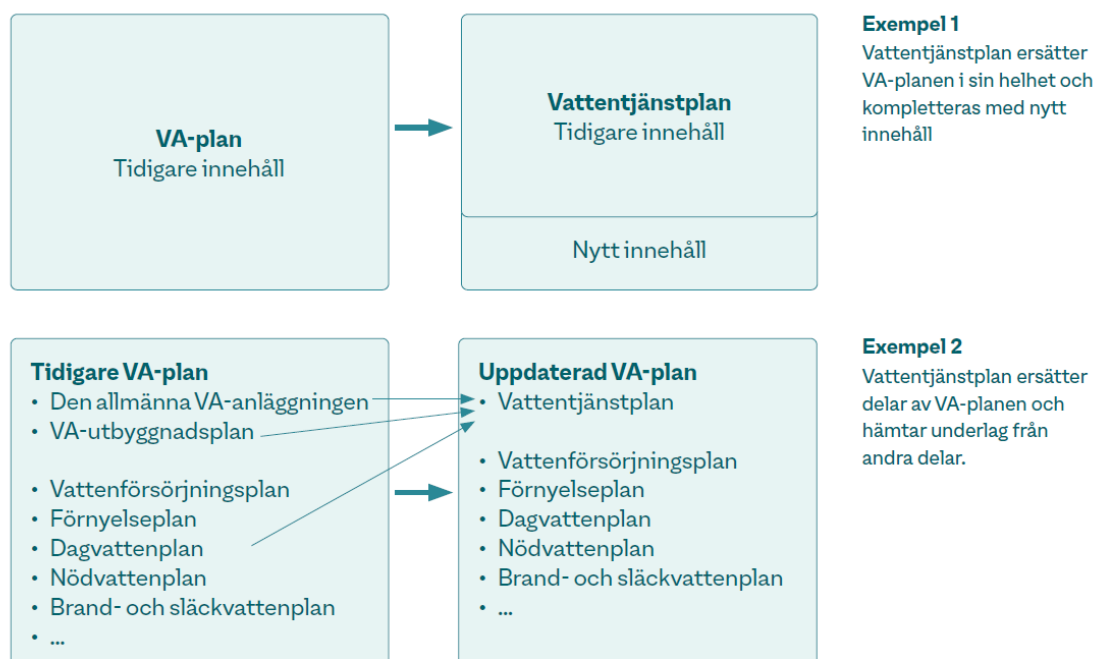
Lagen om allmänna vattentjänster (LAV) (2006:412) är den lagstiftning som konstaterar att kommuner har skyldighet att uträtta allmänna vattentjänster. Lagens syfte är att säkerställa att vattentjänster, såsom avlopp och vattenförsörjning, existerar och utförs med hänsyn till miljö och samhället (SFS 2006:412).

2.4.1 Vattentjänstplan

En lagändring utfördes i LAV i 6§ den 1 januari 2023. Lagändringen innebär att varje kommun ska ha en vattentjänstplan. En vattentjänstplan ska enligt lagändringen innehålla kommunens långsiktiga plan för att tillgodose allmänna vattentjänster (dricks-, spill- och dagvatten) samt åtgärder som behöver vidtas för VA-anläggningar vid skyfall. När en vattentjänstplan ska antas eller revideras ska samråd ske med intressenter såsom fastighetsägare och myndigheter i enlighet med 6 kap miljöbalken. Sedan ska förslaget till planen finnas öppen för granskning under minst fyra veckor innan kommunfullmäktige fattar beslut (SFS 2006:412).

Vattentjänstplanen ska vara klar och godkänd för varje kommun den 31 december 2023. I skrivandets stund har ingen myndighet fått i uppdrag att ta fram en vägledning eller underlag för att underlätta kommunernas arbete i framtagandet av denna plan. Svenskt Vatten (2022), Sveriges branschorganisation för VA-organisationer, tog fram ett meddelande (M152) som kan fungera som en vägledning. I meddelandet har två exempel tagits fram till hur en vattentjänstplan kan formas. Exempel ett är att kommunen tar en befintlig VA-plan och gör om den till en vattentjänstplan med tillägg för att komplettera med nytt innehåll. Exempel två är att kommunen hämtar underlag från befintlig VA-plan och att vattentjänstplanen endast ersätter en viss del av VA-planen (se figur 1).

En VA-plan är kommunens plan för att långsiktigt säkerställa avlopp och vattenförsörjningen. Det existerar inget lagkrav för denna plan, vilket gör att alla kommuner inte har en sådan. Med Svenskt Vattens vägledning kan en del av VA-planen ingå i vattentjänstplanen, och eventuellt helt ersätta VA-planen (Strand 2023a; Svenskt Vatten 2022a).



Figur 1: Svenskt Vattens förslag och vägledning av utformning av en vattentjänstplan. Exempel 1 visar på att vattentjänstplanen ska ersätta tidigare VA-plan. Exempel 2 visar på att vattentjänstplanen ersätter endast delar av tidigare VA-plan. Bild tagen från Svenskt Vatten 2022a.

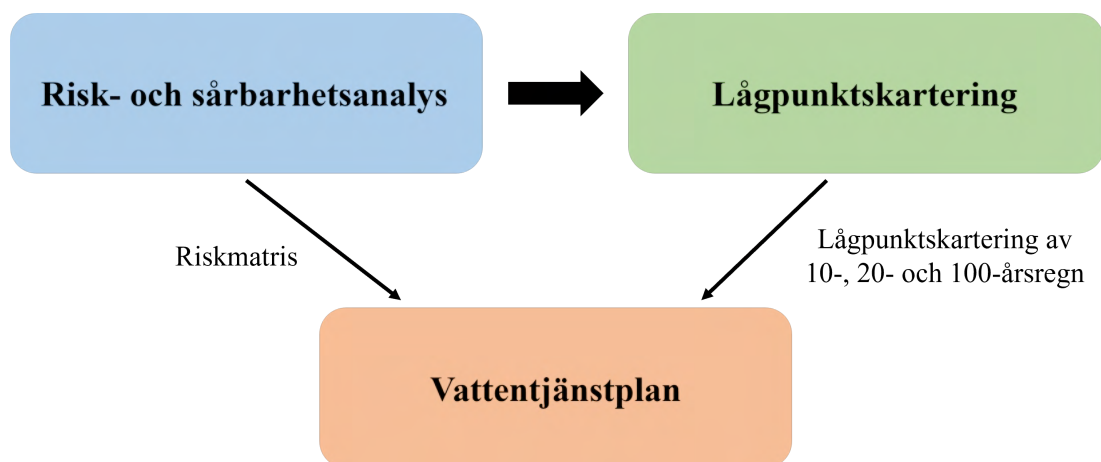
Fokuset i denna rapport ligger på 6 § b andra stycket i LAV: ”En vattentjänstplan ska också innehålla kommunens bedömning av vilka åtgärder som behöver vidtas för att de allmänna VA-anläggningarna ska fungera vid en ökad belastning på grund av skyfall.” Det rekommenderas i meddelandet från Svenskt Vatten (2022) att vattentjänstplanen ska innehålla en definition av skyfall, en bedömning av hur vattenförsörjningen och VA-nätet kan påverkas av skyfall, de ackumulerade regnhändelser som ligger i grund till dimensioneringen av dagvattenledningarna och en bedömning av vilka åtgärder som bör vidtas. De föreslår att det görs en skyfallskartering som en bedömning till hur samhällsviktiga verksamheter kan påverkas av skyfall. Vilken detaljeringsgrad som skyfallskartering ska ha nämns inte.

I Västerås kommun har Mälarenergi AB ansvaret att ta fram kommunens vattentjänstplan. Mälarenergi AB är ett infraservicebolag som ägs av Västerås stad. Mälarenergi består av fem dotterbolag där Mälarenergi Vatten AB är en av dem. Mälarenergi Vatten AB är Västerås kommuns VA-huvudman. Sedan 1 april 2022 ansvarar Mälarenergi Vatten AB för vattentjänster i Västerås, Surahammars och Hallstahammars kommun (Mälarenergi 2023). Mälarenergi AB ska ta fram vattentjänstplaner för samtliga kommuner.

I skrivandets stund har tre kommuner i Sverige tagit fram en vattentjänstplan för samrådshandlingar: Trosa kommun, Dals-Eds kommun och Sollentuna kommun (Dals-Eds kommun 2023; Sollentuna kommun 2023; Trosa kommun 2023).

3 Metod

För att uppnå rapportens syfte tillämpades två olika metoder: en risk- och sårbarhetsanalys samt en lågpunktskartering (se figur 2). Risk- och sårbarhetsanalysen användes för att identifiera potentiella sårbara punkter i spill- och dagvattennätet. Från den metoden togs en riskmatris fram som kan användas som bedömningsunderlag till vattentjänstplanen. Från riskmatrisen valdes potentiella punkter ut som användes sedan för att utföra en lågpunktskartering. Lågpunktskarteringen undersökte utbredningen av översvämningen som ett skyfall kan orsaka vid punkten. De regnhändelser som användes var 10-, 20- och 100-årsregn. Lågpunktskarteringen kan även användas som bedömningsunderlag till en vattentjänstplan. Till sist gjordes jämförelse mellan rapportens lågpunktskartering och DHI Sverige AB:s (DHI) (2017) skyfallskartering för att kunna undersöka lågpunktskarteringens låga detaljeringsgrad med en skyfallskartering med hög detaljeringsgrad.



Figur 2: De två huvudmetoderna: Risk- och sårbarhetsanalys samt lågpunktskartering. Dessa metoder kan bidra med bedömningsunderlag till en vattentjänstplan.

3.1 Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet omfattades av Västerås kommun, även kallat för Västerås stad. Västerås kommun är del av Västmanland län och ligger i huvudavrinningsområdet Norrström (SMHI 2023b; Västerås stad 2022). Vattendistriktet är Norra Östersjön där bland annat Uppsala, Stockholm, Örebro och Södertälje inkluderas (SMHI 2023b). I kommunen hämtas dricksvatten från Mälaren, vilket också är kommunens största recipient. Genom Västerås tätort rinner Svartån som är kommunens största och främsta vattendrag samt en av de större recipienterna (se figur 3). Svartån mynnar ut i Mälaren.



Figur 3: Karta över Västerås tätort. Tätorten är största orten i Västerås kommun. Kommunen avgränsas av Mälaren i söder och inkluderar Skuturna i norr (SCALGO Live 2023).

3.2 Risk- och sårbarhetsanalys

En risk- och sårbarhetsanalys (RSA) är en analys som ska förebygga risker och förbereda förmågan att hantera kriser. Syftet med att utföra en RSA är att öka beredskap samt förebygga de skador och konsekvenser som riskerna medför. En RSA byggs på tre frågor: *Vad kan hända? Hur sannolikt är det? Vad blir konsekvenserna?*

För detta arbete baserades utförandet av RSA på en vägledning från Umeå universitet (u.å.). Vägledningen var riktad för processer och IT-system, därav anpassades RSA:n för att undersöka sårbara punkter i spill- och dagvattennätet som kan få konsekvenser vid skyfall. De sex steg som utfördes var:

- 1. Utse analysledare.** Analysledare var författaren av rapporten.
- 2. Bjud in och håll en workshop.** En workshop utfördes där nyckelpersoner på Mälarenergi var inbjudna. Sju personer tackade ja men totalt var det fyra som deltog. Under workshopen beskrev syftet med RSA till de som medverkade och gav dem lämplig information för att de skulle kunna ta fram lämpliga punkter/platser som uppfyllde syftet (se 3.2.1). Under workshopen ställdes fem frågor som besvarades genom individuella svar som sedan diskuterades i grupp. Semistrukturerade intervjuer hölls i efterhand med de tre nyckelpersoner som inte kunde medverka under workshopen.
- 3. Framtagande av underlag till riskbedömning.** Underlaget från workshopen samlades in och strukturerades upp i ämnesområden. Underlag togs fram från tidigare skyfallskartering,

historiska händelser av skyfall i Västerås 2012 och en överblick av ett 100-årsregn i SCALGO Live (ett GIS-baserat verktyg, se 3.3.1). Begränsningar av det insamlade materialet gjordes även i detta steg (se 3.2.2).

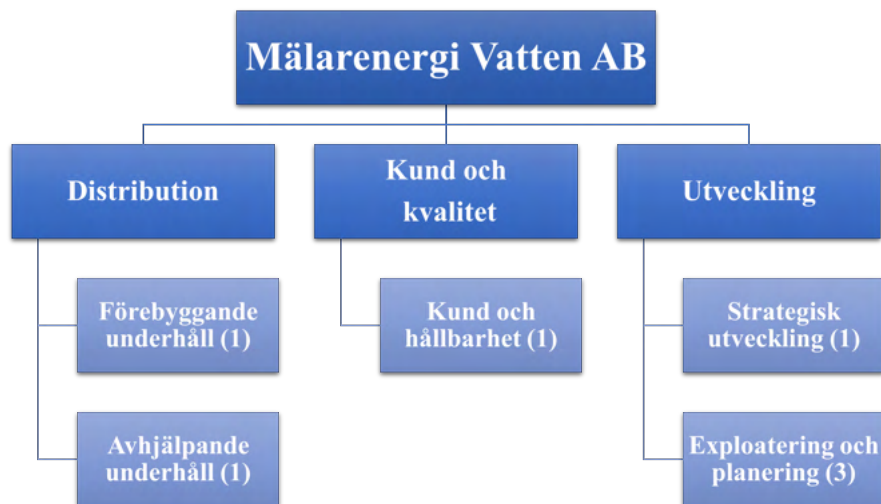
- 4. Identifiering av sårbarheter.** Identifieringen utfördes med hjälp av en riskmatris och de insamlade underlagen. Det som identifierades var platserna som var sårbara för skyfall samt vilka hot och sårbarheter existerar som kan ge negativa konsekvenser.
- 5. Riskbedömning.** Bedömning av sannolikheten att platsen/punkten blir drabbat av ett skyfall på en skala 1–4 gjordes under detta steg. Det undersöktes även vad blir konsekvenserna ifall ett skyfall sker, även här med en skala på 1–4.
- 6. Riskhantering.** Åtgärdsförslag gjorde för att minimera eller eliminera risken för översvämningar på platsen/punkten och ny bedömning av riskerna gjordes för platsen/punkten med åtgärden. I detta fall gjordes uppskattning av risken då implementeringen av åtgärden inte hann undersökas.

Steg 4–6 sammanställdes i en riskmatris i excel (se 3.2.3). Riskmatrisen var uppdelad i tre delar: 1. identifiering (steg 4), 2. riskbedömning (steg 5) och 3. riskhantering (steg 6). Riskmatrisen visas i bilaga B.

3.2.1 Workshop

Huvudsyftet med att hålla en workshop var att få hjälp med identifiering och information om punkter som är sårbara för skyfall i dag- och spillvattennätet. Det finns en del punkter dokumenterad av Mälarenergi från innan men det saknades heltäckande och översiktlig information. Detta finns vanligen hos medarbetare med sin kunskap och kompetens, i huvuden på nyckelpersoner. Workshopen hade även som syfte att undersöka åtgärder som har gjorts för skyfall och förslag på åtgärder på de punkter som diskuterades.

En inbjudan gick ut till nyckelpersoner på Mälarenergi Vatten AB för att medverka i en workshop. En bild på inbjudan visas i bilaga A. 11 nyckelpersoner var inbjudna, varav 7 tackade ja. Under workshopen var det 4 av 7 som kunde medverka medan de resterande 3 blev intervjuade i efterhand. Dessa nyckelpersoner kom från 3 av 4 organisationsområden i Mälarenergi Vatten AB:s organisation: *Distribution* (2 personer), *Kund och Kvalitet* (1 person) och *Utveckling* (4 personer). De ansvarsområden som deltagarna har i sina arbetsuppgifter var utveckling av vattentjänstplanen, skadeståndsärenden av spillvattenledningar, förnyelseplanering, dagvattenplanering, underhållsledare och avhjälpande underhåll. Figur 4 visar indelningen av ansvarsområden under de tre organisationsområdena.



Figur 4: En del av Mälarenergi Vatten AB:s organisationskarta. Av Mälarenergi Vatten AB:s fyra huvudområden medverkade personer från tre av dem på workshopen: Distribution, Kund och Kvalitet och Utveckling. I parentesen står hur många som medverkade. Under huvudområdena visas avdelningarna som personer deltog ifrån.

Frågorna som ställdes under workshopen (och intervjuerna) var:

1. Vad är skyfall? Hur skulle du definiera det?
2. Var har det historiskt sett funnits problem med översvämningar i spill- och dagvattennätet?
3. Vilka åtgärder har gjorts för att skydda eller minimera risken för skador av skyfall i spill- och dagvattennätet?
4. Vilka punkter i dagvattennätet är sårbara idag för skyfall? Var? Varför?
5. Vilka punkter i spillvattennätet är sårbara idag för skyfall? Var? Varför?

Första frågan hade som syfte att undersöka deltagarnas syn på skyfall i form av en bakgrundskalibrering. Resterande frågor var ställda för att samla in information till en riskmatris.

Syftet med riskanalysen beskrevs i starten av workshopen till deltagarna. Lämplig information gavs även för att kunna lyfta upp sårbara punkter och risker som uppfyllde syftet. Under workshopen fick alla deltagare tillgång till post-it lappar och penna. När en fråga ställdes fick var och en formulera svaret själva i tystnad på en eller flera post-it lappar. När gruppen kände sig nöjd presenterades alla lappar under diskussion av gruppen. Post-it lapparna sattes upp på en white-board där analysledaren hade möjlighet att skriva tillägg bredvid post-it lappar i samråd med gruppen. När gruppen kände sig nöjd med diskussionen presenterades nästa fråga och processen startade om. Anteckningar av diskussionen togs även av en andra part (handledaren av detta projekt). Anteckningarna var främst i form av stödord och användes som ett komplement till post-it lapparna.

De deltagare som tackade ja till workshopen men inte kunde medverka intervjuades. Intervjuerna skedde antingen via videosamtal eller i person. Intervjuerna var semistrukturerade, vilket är intervjuer med intervjufrågor, men diskussion och följdfrågor är välkomnat (Bryman 2016). Deltagarna fick information om syftet och fick även besvara samma frågor som de som medverkade på workshopen. Under intervjuerna slopades post-it lapparna och en dialog mellan deltagare och analysledare skedde i stället. Anteckningar togs av analysledare.

3.2.2 Framtagande av underlag till riskbedömning

I detta steg av RSA hämtades data in som skulle vara underlag för identifiering och riskbedömning.

Från workshopen samlades information in genom post-it lappar, anteckningar och bilder av white-boarden med anteckningar bredvid post-it lapparna. Dessa gav en stor grund till steg 4 (identifiering av sårbarheter) och steg 5 (riskbedömning).

Tidigare skyfallskartering gjord av DHI (2017) togs med i detta steg som underlag för att identifiera sårbara punkter. I DHI:s rapport från 2017 kartlades pluviala översvämningar i Västerås tätort för att sedan 2019 utföra en konsekvensanalys och strukturplan för skyfallshanteringen i Västerås tätort (DHI 2017). Resultatet av skyfallskarteringen fanns att finnas i Vabas (Mälarenergi Vatten AB:s databas över ledningsnätet) tillsammans med ledningsnätet.

Från en av intervjuerna uppmärksammades det att det existerade en karta där fastigheter som drabbades av översvämningar under skyfallet 2012 var markerade. Detta användes som en del av beslutsunderlaget.

För att underlätta vilka punkter som sedan skulle väljas ut för vidare analys skapades avgränsningar i detta steg. Första avgränsningen var att endast titta på punkter i Västerås tätort då de inte var några nämnda punkter utanför tätorten och annan information om det hittades ej. Nästa begränsning var att titta på punkter nordöst om E18 i Västerås tätort (se figur 5). Denna avgränsning bestämdes då det fanns mer historik om skyfall i dessa områden.



Figur 5: Karta över Västerås tätort där avgränsningen visas av de röda markeringarna.

3.2.3 Utförande av riskmatris

En riskmatris användes för att utföra steg 4–6 i RSA. Riskmatrisen baserades på en mall från vägledningen från Umeå universitet (u.å.) och gjordes i excel. Matrisen var uppbyggd i tre delar:

1. Identifiering
2. Riskbedömning
3. Riskhantering

I identifieringen undersöktes följande kolumner: plats/punkt, vilken form av ledningar som var berörda (dag-, spill-, eller kombinerade ledningar), sårbarhet/hot och källa.

I riskbedömningen undersöktes följande kolumner: konsekvenser av sårbarhet/hot, konsekvens, sannolikhet, riskvärde, fortsatt analys (ja/nej) och anledning till fortsatt analys. Konsekvensen betygsattes från 1–4 (ingen eller försumbar, måttlig, betydande och allvarlig konsekvens) En försumbar konsekvens bedömdes som en översvämning som inte skadar något. En måttlig konsekvens bedömdes som en översvämning som påverkade eller kunde skada upp till 10 fastigheter. En betydande konsekvens bedömdes som en översvämning som kunde påverka eller skada över 10 fastigheter och en allvarlig konsekvens bedömdes som en översvämning som kunde påverka eller skada upp till 10 fastigheter och/eller samhällsviktig verksamhet. Sannolikheten betygsattes från 1–4 (osannolikhet, liten sannolikhet, stor sannolikhet och mycket stor sannolikhet) och bedömdes efter hur sannolikt det var att ett skyfall kunde drabba platsen/punkten. Sannolikheten baserades på diskussioner från workshoppen och undersökning av regnhändelsen i SCALGO Live.

Från detta multiplicerades konsekvens och sannolikheten för att få ut ett riskvärde. Det är det värdet som gav ett avgörande ifall platsen/punkten skulle ha en fortsatt analys och fortsätta vidare till riskhanteringen. I figur 6 visas alla värden som riskvärdet kan ta, där 1 är lägsta värdet och 16 är högsta värdet. Lågpunktskartering gjordes på valda platser/punkter som kom vidare till fortsatt analys.

Konsekvens	Allvarlig (4)	4	8	12	16
	Betydande (3)	3	6	9	12
	Måttlig (2)	2	4	6	8
	Ingen eller Försumbar (1)	1	2	3	4
	Sannolikhet	Osannolikhet (1)	Liten sannolikhet (2)	Stor sannolikhet (3)	Mycket stor sannolikhet (4)

Figur 6: Riskvärden som tas fram genom att multiplicera utvalt värde av konsekvensen och utvalt värde av sannolikheten. Lägsta numret som riskvärdet kan ta är 1 och högsta är 16.

I riskhanteringen valdes lämpliga skyfallsåtgärder till de punkter/platser som blev valda till fortsatt analys. De åtgärder som kunde föreslås var skyfallsled, fördröjningsväg, magasineringsyta

och styrning (se 2.7). Det var analysledaren som avgjorde vad som var en lämplig åtgärd genom att undersöka punkten/platsen SCALGO Live.

3.3 Skyfallskartering

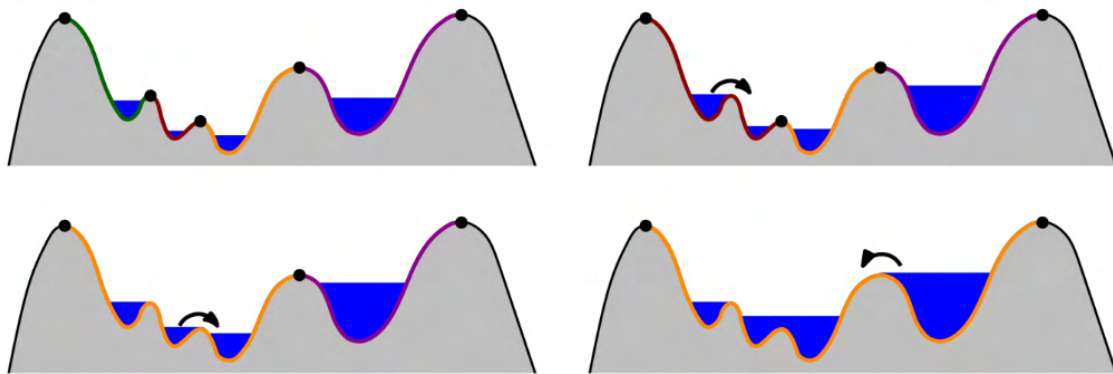
Skyfallskartering är en klimatanpassningsåtgärd som undersöker de platser som kan drabbas av översvämningar vid kraftiga skyfall. Det finns främst tre olika karteringar: kartering av lågpunkter, kartering av markavrinning samt kartering av markavrinning och ledningsnät. I detta arbete utfördes en lågpunktskartering, vilket är en kartering av låg detaljeringsgrad.

En lågpunktskartering tar endast hänsyn till topografin och det underlag som behövs är detaljerad höjdkarta som är korrigerad med byggnader. Karteringen identifierar lågpunkter som kan bli översvämmade vid skyfall. De begränsningar som existerar för denna metod är att det inte inkluderar hydrologiska processer såsom ytavrinning och flödes hastighet av vatten. Karteringen kan visa teoretiska flödesvägar men visar inte flödes hastigheten som kan tas fram i en kartering med markavrinning (MSB 2017).

Lågpunktskartering valdes som metod då det fanns en tro att det inte existerade en skyfallskartering hos Mälarenergi Vatten AB i början av detta arbete. Det fanns även ett intresse att använda sig utav verktyget SCALGO Live där en lågpunktskartering kan utföras. Det visade sig sedan att det tidigare har gjorts en kartering av markavrinning och ledningsnät över Västerås tätort av DHI Sverige AB (DHI) (2017). En kartering av markavrinning och ledningsnät är en kartering med hög detaljeringsgrad och är lämplig vid detaljerade studier (ibid.). Karteringen utfördes i MIKE 21 och MIKE Urban. De regnhändelser som undersöktes i den karteringen var 10-årsregn, 20-årsregn (vilket även var ett 10-årsregn med klimatkoefficient 1,25) och 100-årsregn (DHI 2017). Med denna kartering blev det möjligt att göra en jämförelse av resultatet mellan en lågpunktskartering och en skyfallskartering med markavrinning och ledningsnät.

3.3.1 SCALGO Live

Lågpunktskarteringen i denna rapport utfördes med hjälp av SCALGO Live. SCALGO Live (härefter SCALGO) är ett GIS-baserat verktyg som använder sig av höjddata för att beräkna lågpunkter i landskapet där vatten kan ansamlas och skapa översvämningar. Verktyget använder sig av topografidata för att beräkna lågpunkter och kan visa var instängda ytor existerar. Om en lågpunkt är fylld kommer de vatten som inte får plats i lågpunkten att fylla nästkommande lågpunkt nedströms och därav utöka avrinningsområdet som lågpunkterna befinner sig i. Detta illustreras i figur 7. Det tas inte hänsyn till markinfiltration eller ledningsnät, utan antagandet är att ledningsnätet är fullt och marken är redan mättad. SCALGO är ett statiskt verktyg och tar inte med tidsaspekt i beräkningarna. Med det visar SCALGO översvämningar som existerar efter en regnhändelse. SCALGO kan visa vattnets väg från lågpunkt till lågpunkt via rinnvägar, detta är då utan markens infiltrationsförmåga (SCALGO 2023a).



Figur 7: Illustrationer som visar hur SCALGO hanterar vattenansamlingar. På illustrationerna visas hur vatten (färgat i blått) samlas i lågpunkter under en extrem regnhändelse. I den övre vänstra illustrationen är ingen av sänkorna fulla och alla lågpunkter är aktiva och har ett eget avrinningsområde som illustreras med de olika färgerna på kurvorna. I den övre högra illustrationen är den gröna lågpunkten full, och vattnet från den gröna lågpunkten är nu en del av den röda lågpunkten avrinningsområdet. I den nedre vänstra illustrationen är även den röda lågpunkten full och bidrar nedströms till den orange avrinningsområdet. Slutligen, i den nedre högra illustrationen är den lila fördjupningen också full och bidrar nedströms till det orangea avrinningsområdet (SCALGO 2023a).

SCALGO är upprättad i koordinatsystemet SWEREF99 och höjdsystemet RH2000. Höjddata var erhållen från Lantmäteriets markhöjdmodell i upplösningen 1x1 m (2022-12-15), vilket är också den markhöjdmodell som Västerås kommun använder sig utav. Höjdmodellen var även korrigerade efter byggnader baserat på data från Lantmäteriet (SCALGO 2023b).

3.3.2 Utförande av lågpunktskartering

För lågpunktskarteringen togs följande fram för varje punkt/plats:

- Översvämningsutbredning för 10-, 20- och 100-årsregn
- Rinnvägar till och från lågpunkt
- Avrinningsområde (*watersheds*)
- Tröskelvärde för lågpunkten

De regnhändelser som analyserades var 10-, 20- och 100-årsregn med varaktigheten 60 minuter. Dessa regnhändelser valdes då dagvattenledningarna ska dimensioneras för 10- och 20-årsregn i gles och tät bostadsbebyggelse samt att bebyggelse som byggs idag dimensioneras för ett 100-årsregn (Svenskt Vatten 2019). Från tabell 1 som baseras på Dahlströms (2010) beräkningar hämtades regnvolymer som användes i SCALGO. I tabell 2 visas återkomsttiden, varaktigheten och regnvolymer som användes för karteringen.

Tabell 2: Tabell över återkomsttid, varaktighet och regnvolymer för 10-, 20- och 100 årsregn.

Återkomsttid	Varaktighet	Nederbörd
10 år	60 min	26 mm
20 år	60 min	32 mm
100 år	60 min	55 mm

Översvämningsutbredningen färgades beroende på vattendjupet av översvämningen. De riktvärden som användes var (DHI 2017):

- **< 0,1 m** - Definieras ej som översvämning, pöl.
- **0,1 - 0,3 m** - Besvärande framkomlighet.
- **0,3 - 0,5 m** - Ej möjlighet att ta sig fram med motorfordon, risk för stor skada.
- **> 0,5 m** - Stora materiella skador, risk för hälsa och liv.

Översvämningar med ett vattendjup under 0,1 m bortsågs i SCALGO genom att sätta vattendjupsgränsen (*water depth*) till 10 cm. Vattendjup mellan 0,1 till 0,3 meter färgades grönt, vattendjup mellan 0,3 till 0,5 meter färgades gult och vatten över 0,5 meter färgades rött.

Verktyget *Watersheds* i SCALGO användes för att definiera avrinningsområden i aktiva lågpunkter, rinnvägar mellan dem samt tröskelvärde. Med ökad mängd regn blev avrinningsområdena färre och större, som figur 7 illustrerar. Rinnvägarna som kom från områden under 1 hektar visades ej för att se rinnvägar från större områden. Tröskelvärde är den mängd regn som behövdes för att fylla en lågpunkt. Detta togs fram genom att markera en aktiv lågpunkt och öka regnmängden tills en rinnväg skapades till en annan lågpunkt.

När lågpunktskarteringen av platserna/punkterna var klara jämfördes dem med resultatet från DHI:s (2017) skyfallskartering. Detta gjordes genom att ta fram karteringarna över valda punkter och sätta dem sida vid sida. Från skyfallskarteringen (ibid.) existerade även en konsekvensanalys (DHI 2019) av karteringen som användes som underlag vid jämförelsen för att förklara några av skillnaderna mellan karteringarna.

4 Resultat

Resultatet undersöker punkter/platser som eventuellt kan vara sårbara punkter för spill- och/eller dagvattennätet. Med hjälp av RSA:n identifierades potentiella sårbara punkter, där resultatet baserades främst på workshopen och de semistrukturerade intervjuerna. En lågpunktskartering med ett 10- 20- och 100-årsregn utfördes på tre av de utvalda punkterna.

4.1 Workshop och intervjuer

Under workshopen och intervjuerna var syftet att identifiera punkter i spill- och dagvattennätet som kunde vara potentiellt sårbara för skyfall. Under diskussioner kom följande fram: Alla punkter finns sig i Västerås tätort. För spillvattennätet är det en svårighet att undersöka sårbarheter med hjälp av en kartering och många sårbara punkter som diskuterades hade inte en direkt koppling till skyfall. Kombinerade ledningar diskuterades under frågor med spillvattennätet då de leder vatten till reningsverk. På grund av att dagvatten och spillvatten är i samma ledning blev områden med kombinerade ledningar identifierade som sårbara punkter. För dagvattennätet var de flesta punkter områden som påverkades av skyfallet 2012 eller lokala punkter där exempel en gatubrunn påverkades. Generellt sades det att sårbara punkter för dagvattennätet är de ställen där underhåll av rännstensbrunnar, diken och dammar inte utförs i den utsträckning som det behövs, men det nämndes inga specifika punkter. Tillsammans med workshopen och förberedelser som gjordes kunde 36 punkter/platser identifieras till riskmatrisen.

4.2 Sårbara punkter

Resultatet av riskmatrisen var att av 36 platser/punkter var sju lämpliga till fortsatt analys: Betonggatan, Svarvargatan, Tallspinnargatan, Kantyxgatan, Blåklockevägen, sjukhusområdet i Västerås och Högby skogsfjäll. Dessa platser hade riskvärdena, i ordning med förgående, 6, 6, 8, 12, 12, 12 och 6 (se tabell 3). Betonggatan, Svarvargatan, Kantyxgatan, Blåklockevägen och Högby skogsfjäll definierades som sårbara punkter i dagvattennätet. Sjukhusområdet definierades som sårbar punkt för både dag- och spillvattennätet. Tallspinnargatan definierades som en sårbar punkt för spillvattennätet med kombinerade ledningar.

De punkter som inte kom vidare till fortsatt analys valdes bort med följande anledningar: deras riskvärdet var lägre än 6, primära orsaken till sårbarheten var inte skyfall eller punkten låg inte i avgränsningsområdet (se 3.2.2). Av de sju utvalda punkterna analyserades tre punkter i en lågpunktskartering: Tallspinnargatan, Kantyxgatan och Blåklockevägen (se figur 8). Högby skogsfjäll och sjukhusområdet i Västerås exkluderades då byggnationer sker i dagsläget på platserna. Betonggatan och Svarvargatan exkluderades då de hade lägre värden än resterande punkter. Härefter kommer platser/punkter hänvisas som områden då lågpunktskarteringen kommer att vara över områden med punkterna i sig.

Tabell 3: Tabell av de fem punkter/platser som var lämpliga för fortsatt analys, vilket ledningsnät som berörs av skyfall, deras riskvärde och vilka som det gjordes en lågpunktkartering på.

Punkt/Plats	Ledningar	Riskvärde	Kartering
Betonggatan	Dag	6	Nej
Svarvargatan	Dag	6	Nej
Tallspinnargatan	Kombinerade	8	Ja
Kantyxgatan	Dag	12	Ja
Blåklockevägen	Dag	12	Ja
Sjukhusområdet	Dag & Spill	12	Nej
Högby skogsfjäll	Dag	6	Nej



Figur 8: Karta över Västerås tätort med de sju sårbara punkterna markerade med ett X. De grå X:en markerar de punkter som hade ett riskvärde på 6 eller över men inte gick vidare till fortsatt analys medan de blåa X:en markerar de punkter som gick vidare till fortsatt analys. SCALGO (2023).

4.2.1 Område 1: Kantyxgata, Branthovda

Område 1 är ett bostadsområde som är belägen i en lågpunkt. Bostadsområdet består av radhus, garage och grönområde mellan radhusen. Ledningsnätet i området är duplikat. Detta område definierades från RSA:n som en sårbar punkt för dagvattennätet.

I figur 9 visas kartering av ett 10-, 20- och 100-årsregn över område 1. Vid ett 10-årsregn har området redan översvämningar med vattendjup över 50 cm (markerat i rött). Det höga vattendjupet befinner sig främst över en grönyta vid en gång- och cykelbana söder om bostadsområdet. Vid ett 20-årsregn har större delar av området ett vattendjup på 50 cm och bostäder är en del av det området. 5 gator av radhus är i översvämningen. Vid ett 100-årsregnet är fyra gator översvämmade med vattendjup över 50 cm och hela kvarteret är drabbat av översvämningen.

Förslag på skyfallsåtgärd för område 1 är en magasineringsyta söder om bostadsområdet. I

figur 9 har en blå romb placerats ut på förslagen plats som idag är en grönyta. För att avgöra hur stor magasineringssytan bör vara och dess kapacitet bör en konsekvensanalys utföras.



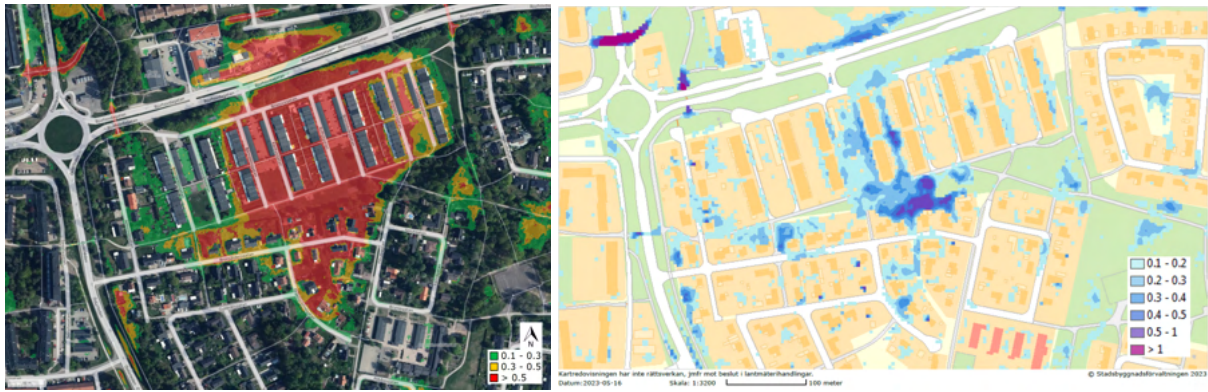
Figur 9: Lågpunktskartering över område 1 med översvämningar från 10-, 20- och 100-årsregn. Varaktigheten är 60 minuter. Vattendjup mellan 0,1-0,3 meter är färgat i grönt, vattendjup mellan 0,3-0,5 meter är färgat i gult och vatten över 0,5 meter färgades rött. Blå romb markerar den förslagna platsen för en magasineringssyta. Skala 1:2200 för 10- och 20-årsregnen, 1:2600 för 100-årsregnet. SCALGO Live (2023).

I figur 10 visas områdets avrinningsområde (visas i violett) och rinnvägar (blåa streck) vid ett 100-årsregn i den vänstra figuren. Avrinningsområdets area är 1,22 km³. De rinnvägar som visas är hur vatten ansamlas till och från lågpunkten. I detta fall kommer vatten från norr och öster och rinner sedan söderut. I den högra figuren är lågpunkts avrinningsområde markerat i grönt. Figuren visar lågpunkts tröskelvärde som är vid 57 mm regn (motsvarar ca 115-årsregn). En rinnväg skapas i sydöstra delen av lågpunkten och den går hela vägen till recipienten Mälaren. När lågpunkten är fylld har den en volym på 53 153 m³.



Figur 10: Område 1 med med översvämningar av 55 mm regn (figur till vänster) och 57 mm regn (figur till höger). Figuren till vänster visar rinnvägar som kommer från områden som är 1 ha eller större i är markerad som blåa streck. Avrinningsområdena i figuren är markerade i grönt, gult, blått och violett. Område 1 ligger i det violetta avrinningsområdet. I den högra figuren visas lågpunkts tröskelvärde. Tröskelvärdet för att lågpunkten ska bli full är 57 mm regn och en rinnväg (markerad i blått) skapas som leder till recipienten. Skala 1:2900, SCALGO Live (2023).

I figur 11 visas en jämförelse mellan skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät och lågpunktskarteringen gjord av DHI (2017) över område 1, båda med ett 100-årsregn. Skyfallskarteringen med markavrinning och ledningsnät visar en översvämning som inte har samma utbredning som i lågpunktskartering, men har en översvämning på över 0,5 meter vattendjup över grönytan mellan cykelvägen och bostadsområdet i söder.



Figur 11: Jämförelse av lågpunktskartering (vänster) och skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät (höger) över område 2. Båda karteringar visar återkomsttiden 100 år. Skala på vänstra kartering är 1:1700. SCALGO Live (2023) och DHI (2017).

4.2.2 Område 2: Tallspinnargatan, Skiljebo

Område 2 är ett bostadsområde bestående av villor. Söder om bostadsområdet finns ett skogsområde och motorvägen E18. Mellan E18 och bostadsområdet finns en förhöjning som skapar en vall. Ledningsnätet i området är duplikat. Uppströms finns det kombinerade ledningar. Detta område definierades av RSA:n som en sårbar punkt för dagvattennätet med kombinerade ledningar uppströms.

I figur 12 visas kartering av översvämningar vid 10-, 20- och 100-årsregn. Vid ett 10-årsregn är översvämningen främst över en grönyta söder om bostadsområdet och stora delar har ett vattendjup som är över 50 cm (markerat i rött). En del av gatan har översvämningar upp till 50 cm men inte över det. Vid ett 20-årsregn finns det ingen större spridning av översvämningen, dock har vattendjupet ökat på gatan. Vid ett 100-årsregnet är grönytan söder om bostadsområdet och gatan norr om grönområdet översvämmat tillsammans med grönområde norr om gatan.

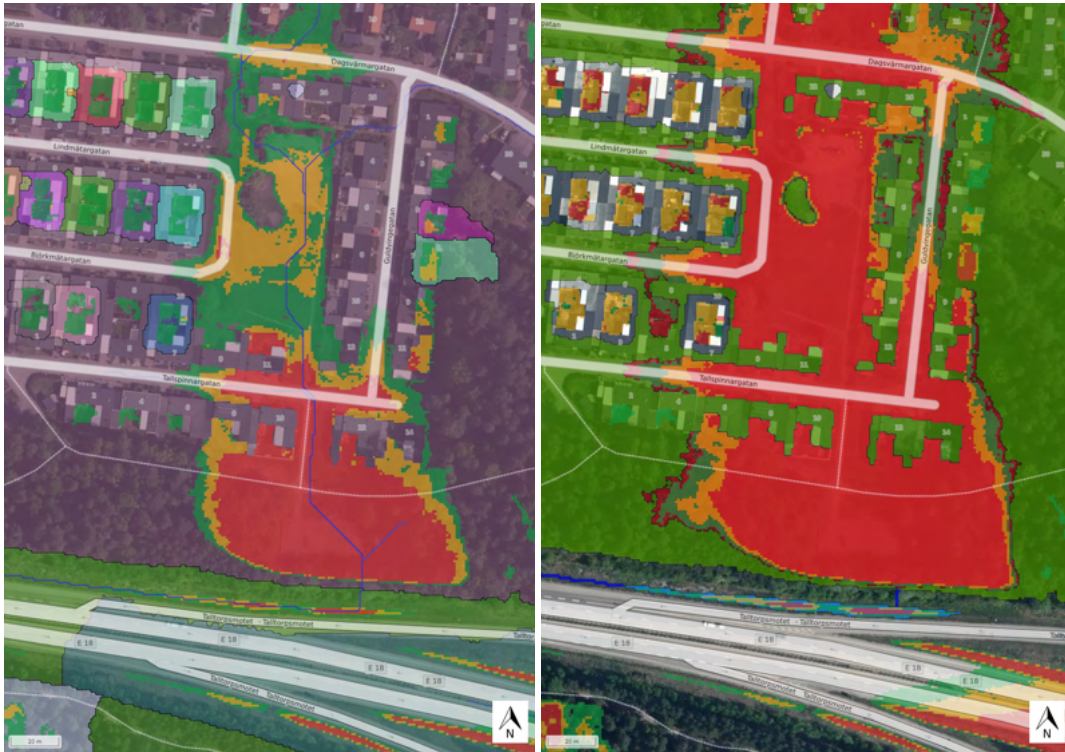
Förslag på skyfallsåtgärd för område 2 är en magasineringsyta söder om bostadsområdet. I figur 12 har en blå romb placerats ut på förslagen plats som är idag en grönyta/grusplan. För att avgöra hur stor magasineringsytan bör vara och dess kapacitet bör en konsekvensanalys utföras.



Figur 12: Lågpunktskartering över område 2 med översvämningar från 10-, 20- och 100-årsregn. Varaktigheten är 60 minuter. Vattendjup mellan 0,1-0,3 meter är färgat i grönt, vattendjup mellan 0,3-0,5 meter är färgat i gult och vatten över 0,5 meter färgades rött. Blå romb markerar den förslagna platsen för en magasineringsyta i karteringen för 100-årsregn. Skala 1:920 för 10- och 20-årsregnen, 1:2000 för 100-årsregnet. SCALGO Live (2023).

I figur 13 visas områdets avrinningsområde (visas i grönt) och rinnvägar (blåa streck) vid ett 100-årsregn i den vänstra figuren. Avrinningsområdets area är 0,18 km³. De rinnvägar som

visas är hur vatten ansamlas till och från lågpunkten. Vatten kommer från norr och rinner sedan sydväst. I den högra figuren visas lågpunktens tröskelvärde. 164 mm regn (motsvarar ungefär ett 2790-årsregn) är lågpunktens tröskelvärde. En rinnväg skapas i södra delen av lågpunkten som rinner sydöst. Rinnvägen går hela vägen till recipienten Mälaren. Det gröna markerade området är den area som vatten ansamlas från uppströms till lågpunkten. När område 2:s lågpunkt är fylld har den en volym på 28 757 m³.



Figur 13: Område 2 med med översvämningar av 55 mm regn (figur till vänster) och 164 mm regn (figur till höger). Figuren till vänster visar rinnvägar som kommer från områden som är 1 ha eller större i är markerad som blåa streck. Avrinningsområdena i figuren är markerade i grönt, gult, blått och violett. Område 2 ligger i det violetta avrinningsområdet. I den högra figuren visas lågpunktens tröskelvärde. Tröskelvärdet för att lågpunkten ska bli full är 164 mm regn och en rinnväg (markerad i blått) skapas som leder till recipienten. Skala 1:1100, SCALGO Live (2023).

I figur 14 visas en jämförelse mellan skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät och lågpunktskarteringen gjord av DHI (2017) över område 2. I skyfallskarteringen med markavrinning och ledningsnät är översvämningen inte lika påtaglig som i lågpunktskarteringen. Det syns en översvämning över grusytan söder om bostadsområdet, men vattendjupet ligger under 0,5 meter i jämförelse med lågpunktskarteringen där det är över 0,5 meter.



Figur 14: Jämförelse av lågpunktskartering (vänster) och skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät (höger) över område 2. Båda karteringar visar återkomsttiden 100 år. Skala på västra karteringen är 1:1700. SCALGO Live (2023) och DHI (2017).

4.2.3 Område 3: Blålockevägen, Önsta-Gryta

Område 3 är en lågpunkt med bostadsområde bestående av villor. Söder om bostadsområdet finns en gång- och cykelväg som går ner i en tunnel öster om området. Ledningsnätet i området är duplikat. Detta område definierades från RSA:n som en sårbar punkt för dagvattennätet.

I figur 15 visas kartering av översvämningar vid 10-, 20- och 100-årsregn. Vid ett 10-årsregn är lågpunkten redan fylld med stora delar av området (villor, gator samt gång- och cykelväg) som står i ett vattendjup över 50 cm (markerat i rött). Detta gäller även för karteringen av 20- och 100-årsregnet, detta ses genom att översvämningen inte sprids utan är desamma.

Förslag på skyfallsåtgärd för område 3 är en magasineringssyta öster om bostadsområdet på en grönyta som existerar där och en skyfallsled som går från norr ner till magasineringssytan. I figur 15 har en blå romb placerats ut på förslagen plats för magasineringssytan och blå streck har placerat ut på förslagen plats för skyfallsleden. För att avgöra hur stor magasineringssytan bör vara och dess kapacitet bör en konsekvensanalys utföras. Desamma gäller även ifall en skyfallsled kan implementeras på förslagen väg.



Figur 15: Lågpunktskartering över område 3 med översvämningar från 10-, 20- och 100-årsregn. Varaktigheten är 60 minuter. Vattendjup mellan 0,1-0,3 meter är färgat i grönt, vattendjup mellan 0,3-0,5 meter är färgat i gult och vatten över 0,5 meter färgades rött. Blå romb markerar den förslagna platsen för en magasineringsyta. Blå streck visar den förslagna platsen för en skyfallsled. Skala 1:2300 samtliga bilder. SCALGO Live (2023).

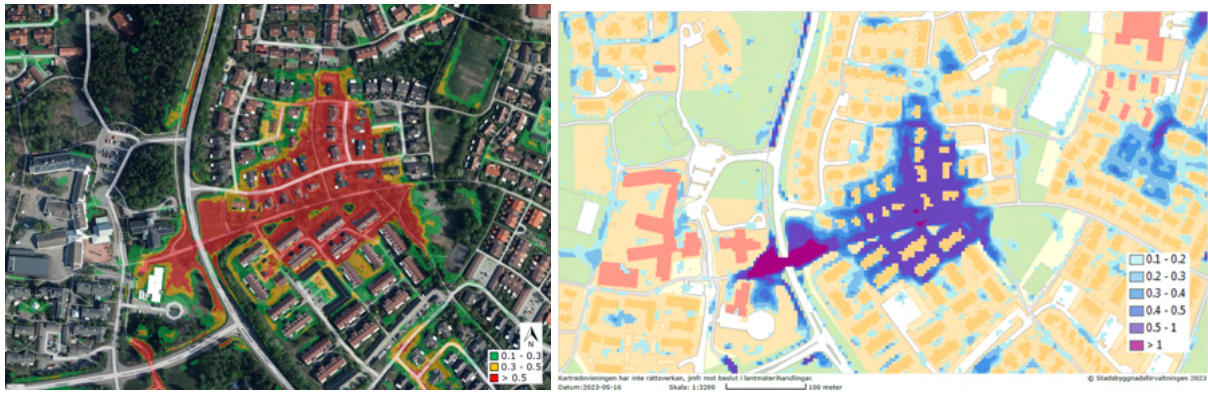
I figur 16 visas lågpunkts avrinningsområde (visas i grönt) och rinnvägar (blåa streck) vid ett 100-årsregn i den vänstra figuren. Avrinningsområdets area är $0,18 \text{ km}^3$. De rinnvägar som visas

är hur vatten ansamlas till och från lågpunkten. Vatten kommer från norr och öster och rinner västerut. Den högra figuren visar tröskelvärde för lågpunkten som är 26 mm regn (10-årsregn). Det skapas en rinnväg i västra delen av lågpunkten som rinner till recipienten Svartån. Det gröna markerade området är den area som vatten ansamlas från uppströms till lågpunkten. När område 3:s lågpunkt är fylld har den en volym på 34 846 m³.



Figur 16: Område 3 med med översvämningar av 55 mm regn (figur till vänster) och 26 mm regn (figur till höger). Figuren till vänster visar rinnvägar som kommer från områden som är 1 ha eller större i är markerad som blåa streck. Avrinningsområdena i figuren är markerade i grönt och violett. Område 3 ligger i det gröna avrinningsområdet. I den högra figuren visas lågpunktens tröskelvärde. Tröskelvärde för att lågpunkten ska bli full är 26 mm regn och en rinnväg (markerad i blått) skapas som leder till recipienten. Skala 1:2900, SCALGO Live (2023).

I figur 17 visas en jämförelse mellan skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät och lågpunktskarteringen gjord av DHI (2017) över område 3. Skyfallskarteringen med markavrinning och ledningsnät visar en översvämning med liknade utbredning som lågpunktskarteringen med vattendjup på över 0,5 meter över majoriteten av översvämningen.



Figur 17: Jämförelse av lågpunktskartering (vänster) och skyfallskarteringen med markavrinning samt ledningsnät (höger) över område 3. Båda karteringar visar återkomsttiden 100 år. Skala på vänstra karteringen är 1:3000. SCALGO Live (2023) och DHI (2017).

5 Diskussion

I detta avsnitt lyfts resultatet fram tillsammans med diskussion om metodval. Resultatet diskuteras med tre fokusområden: områdena, jämförelsen och åtgärdsförslagen. Metodvalen som diskuteras är risk- och sårbarhetsanalysen och lågpunktskarteringen i SCALGO. För att få en förståelse till vad resultatet kan användas till diskuteras lågpunktskarteringens roll i en vattentjänstplan och de olika definitioner som ett skyfall kan ha. Med det diskuteras om utformningen av arbetet där läsaren kan få en förståelse till hur arbetet har formats och påverkats under tidens gång med en lagändring som är relativt ny.

5.1 Resultat av lågpunktskartering och jämförelse av karteringar

Från risk- och sårbarhetsanalysen (RSA) och workshopen var det tre områden som valdes för vidare analys: Branthovda, Skiljebo och Önsta-Gryta. Dessa tre punkter låg i lågpunkter, vilket var väntat. I lågpunktskarteringen var det två av dessa lågpunkter, Branthovda och Skiljebo, som hade höga tröskelvärden för sitt avrinningsområde. Tröskelvärdet är den regnmängden som behövs för att vatten ska tippa över från lågpunkten till nästa avrinningsområde nedströms. Innan ett område har nått sitt tröskelvärde blir vatten stående i närmaste lågpunkt, vilket kan skapa översvämningar i urbana miljöer. Tröskelvärdet för Branthovda och Skiljebos avrinningsområde låg på över 55 mm regn (100-årsregn med varaktigheten 60 minuter). Detta är ett högt tröskelvärde just för att det behövs mer än ett 100-årsregn för vatten ska rinna vidare till recipienten. I Branthovda är det redan åtta radhus som står i ett vattendjup som är över en halv meter vid ett 100-årsregn. I Skiljebo är det 5 fastigheter som är i samma situation vid 100-årsregn. En översvämning som är mer än en halv meter djup skapar stor risk för materiella skador på byggnader och vägar samt en stor risk för skada på hälsa och liv (DHI 2017). Önsta-Grytas avrinningsområdes tröskelvärde var lägre med ett 10-årsregn, trots det var täckte översvämningen över 20 fastigheter och majoriteten av dessa var översvämmade med en halv meter vatten eller mer.

I figur 9 syns det att översvämningen i Branthovda har en utbredning över bostadsområdet som täcker åtta till tio radhus och blir djupare ju större regnmängden är. När man jämför lågpunktskarteringen med skyfallskarteringen av DHI (2017) är översvämningen i området inte i närheten av så stor vid ett 100-årsregn i skyfallskarteringen (se figur 11). Översvämningen i skyfallskarteringen drabbar främst en grönyta och två rader av radhus till skillnad från lågpunktskarteringen där fem radhuslängor har översvämningar över 0,5 meter djup. Detta kan bero på att dagvattenledningarna i området har en varierande kapacitet, där vissa ledningar blir fyllda vid ett 10-årsregn och andra vid ett 20-årsregn och därav kan leda bort vatten i varierande grad (DHI 2019).

I figur 12 syns en översvämning i Skiljebo som täcker fem till sju fastigheter och en gräsyta söder om bostadsområdet. Söder om gräsytan finns en hög vall som skiljer området från vägen E18. Vallen stänger in vattnet och det finns ingen rinnväg ner till recipienten. Detta skapar en lågpunkt med en hög tröskel på 164 mm regn (motsvarar cirka 2790-årsregn). Att 164 mm regn skulle inträffa kan låta högst osannolikt (sannolikhet på 0,0036 %), men Köpenhamnsregnet 2011 var ett 1000-årsregn där det regnade 150 mm på två timmar. I jämförelsen med skyfallskarteringen ser man att översvämningarna inte är lika stora eller djupa och befinner sig på grönytor och instängda områden (se figur 14). Maximala djupet från DHI:s (2017) kartering ligger under en halv meter.

I figur 13 av Skiljebo syns 16 små avrinningsområden i övre vänster hörnet. Dessa syns även som avskilda avrinningsområden vid tröskelvärde (164 mm) i figur 13 och vid den regnmängden är hela Västerås en del av ett och samma avrinningsområde. De små avrinningsområdena består utav innergårdar omgivna av byggnader vilket skapar instängda områden. Det finns ingen information om det existerar rinnvägar ut från dem i höjddatan eller i verktyget "Hydrological Corrections" i SCALGO som korregerar vägkorsningar, järnvägar, dammar och byggnader med rinnvägar där vatten kan rinna. Områdena är mindre än 500 m² och har en översvämning på ett medel 26 m³ vatten vid ett 100-årsregn. Om det skulle existera rinnvägar från dessa avrinningsområdena från dem skulle påverkan vara minimal gentemot den existerande översvämningen som har volymen 8946 m³.

I Önsta-Gryta täcker översvämningen 20 fastigheter med ett vattendjup på över en halv meter redan vid ett 10-årsregn (se figur 15). Detta är även avrinningsområdets tröskelvärde. Det syns även i jämförelsen med skyfallskarteringen från DHI (2017) att området inte klarar av ett 100-årsregn och stora delar av bostadsområdet har kraftiga översvämningar. Detta kan vara på grund av att dagvattenledningarnas kapacitet är låg i området och kan inte hantera ett 10-årsregn (DHI 2017). Detta skulle dock inte framgå i lågpunktskarteringen utan endast i en skyfallskartering som inkluderar ledningsnät. Av detta skäl är lågpunktskarteringen ett bra verktyg att identifiera de lågpunkter som finns i en urban miljö men ger inte hela bilden av verkligheten.

Lågpunktskarteringen och skyfallskarteringen av DHI (2017) skiljer sig även åt då de använder två olika 100-årsregn. DHI:s skyfallskartering är beräknat med ett CDS-regn med återkomsttiden 100 år. Ett CDS-regn består av flera blockregn (regn med maximala medelintensiteten under vald varaktighet) med varierande varaktighet. Med ett CDS-regn kan man simulera ett regn som är lågintensivt i början och slutet och har sin topp med intensiv nederbörd i mitten av simuleringen. Detta används för att spegla ett mer verkligt händelseförlopp av ett skyfall där den intensiva stunden av regnet är i mitten av varaktigheten och mynnas sedan ut (MSB 2017). CDS-regnet i DHI:s simuleringar hade total varaktigheten 6 timmar med en topp mellan andra och tredje timmen. Detta skiljer sig från 55 mm regn som man statistiskt applicerar som regnmängd för ett 100-årsregn med varaktigheten 60 minuter i SCALGO:s lågpunktskartering. Den enkla detaljeringsgrad som en lågpunktskartering har skalar bort en verklig bild av regnförloppet för att göra det mer användarvänligt. Därför ska man vara medveten om den förenkling som en lågpunktskartering kan medföra som verktyg.

5.2 Åtgärdsförslag

De förslagna åtgärderna är magasineringssytor i samtliga undersökningsområden. I Önsta-Gryta kan även en skyfallsled anläggas för att styra vattnet mot magasineringssytan. Bedömningen av lämpliga åtgärder var gjord av analysledaren med bedömningsgrund från teori och workshop. Med detta sagt ska dessa enbart ses som förslag. Det har inte utförts en konsekvensanalys för att undersöka ifall åtgärderna är lämpliga för platserna. Bedömningen var grundad på diskussioner från workshopen om åtgärder som har utförts i Västerås tätort samt information insamlat till teorin till arbetet. Ett exempel på åtgärd som diskuterades under workshopen var magasinering av ytvatten som har utförts i Mälarparken i Västerås.

Det finns även möjlighet att implementera småskaliga åtgärder som kan göra nätet mer robust mot skyfall. I teorin (se 2.7) nämns förnyelse av dagvattenledningar och separation av

kombinerade ledningar till duplikatsystem. Genom att göra dessa åtgärder kan man skapa ett dagvattennät som har den kapaciteten som VA-huvudmannen ska ansvara för. En intressant diskussion från workshopen som inte kunde fångas upp i detta arbete var hur man kan arbeta förebyggande med att rusta upp ledningsnätet. Förslaget är att man ska skapa en rutinkontroll på ledningarna och det kan se ut så här: 1. Filma rören (spolning av dem), 2. Gräva, 3. Överläckagekontroll, 4. Strumpa rören och 5. Anslutningskontroll. Om detta sker av ledningsnätet inom en viss tidsram (förslagsvis 5–10 årsintervall) kan det bli lättare att säkra vattenledningsnätet och se till att dagvattennätet kan hantera en 10, 20 eller 30-årsregn beroende på bebyggelsestäthet. Detta kan även medföra att man hittar läckage i spillvattenledningar och hindrar att överskottsvatten tränger in. Med detta förslag behövs rutiner och resurser hos en VA-huvudman. Andra åtgärdsförslag som dök även upp under workshopen var bakvattenskydd, som hindrar vatten att rinna bakåt i ledningarna, vid särskilt drabbade fastigheter och att dimensionera dagvattenledningar för längre återkomsttider.

Det finns fler områden som kan undersökas som inte kom med till fortsatt analys. Sjukhusområdet och Högby Skogsfjäll var två områden som inte kom vidare till fortsatt analys då det sker byggverksamhet i områdena idag. Två andra områden som är två stora lågpunkter i Västerås med bostadsområden är Vallby och Rönnby. Områdena ligger i västra Västerås tätort och exkluderades på grund av avgränsningen som gjordes i förberedelsen i RSA:n.

5.3 Risk- och sårbarhetsanalys

Risk- och sårbarhetsanalysen (RSA) var en lämplig analysmetod för detta arbete. Det fanns tydliga steg och en bedömningsmall i form av en riskmatris som var ett bra underlag till beslut. Vägledningen från Umeå universitet (u.å.) som användes som mall i detta arbete var inte anpassad för att undersöka platser, utan svagheter inom IT och säkerhet. Därmed gjordes anpassningar av materialet som kom från vägledningen. Det gjordes främst ändringar i riskmatrisen där kolumner döptes om samt konsekvens och sannolikhetsvärden reviderades för att kunna göra en bättre bedömning för skyfall.

Workshopen var en stor källa till information och kunskap som bar RSA:n och arbetet framåt. Mycket av bedömningarna som gjordes sedan är baserat på diskussioner som skedde under workshopen. Det blev även tydligt för mig som analysledare att det är olika perspektiv som styr i frågan om skyfall och översvämningar i en stad. En oväntad upptäckt var att höra deltagarnas tidsperspektiv. I majoriteten av deltagarnas vardagliga arbete finns inte mycket spelrum att prioritera framtida problem såsom skyfall medan en vattentjänstplan ska planera åtgärder för minst 12 år framåt (Sveriges Kommuner och Regioner u.å.). Dessa diskussioner var givande för det gav mig ett större perspektiv och insikt hur svårt det kan vara att arbeta proaktivt med att säkra nätet. Diskussionen kan även hamnat i tidsperspektivet som är dagsläget då frågorna som ställdes var om tidigare problem med översvämning och vad de tror är sårbara punkter för skyfall idag.

En annan stor diskussion som genomsyrade många av frågorna var vem som är ansvarig för vattnet som orsakade problem vid punkten/platsen. VA-huvudmannen har som ansvar att upprätthålla allmänna vattentjänster till kommunen vid normala flöden, men ansvaret för översvämningar och ombyggnationer i kommunen för att skapa skyfallsåtgärder ligger på kommunen. Det är svårt att dela upp vatten efter ansvar för vatten tar inte hänsyn till det. Diskussionen gav inget konkret material till RSA:n men var givande för mig som analysledare för att förstå problematiken av att an-

svaret för vatten såsom nederbörd och dess påverkan inte är så självklart som man skulle kunna tro.

I workshopen ställdes frågan ”Var har det historiskt sett funnits problem med översvämningar i spill- och dagvattennätet?”. Denna fråga var missvisande då många punkter som togs upp under denna fråga var inte kopplade till skyfall. Exempel på de problem som leder till översvämningar var rötter i ledningar, felkoppling av ledningar samt spill- och dagvattenledningar på samma nivå. Många punkter blev därav exkluderade i RSA på grund av detta. Det går givetvis att argumentera mot detta för punkterna blir svagheter i nätet ifall ett skyfall skulle drabba dem just på grund av nuvarande problem. Punkterna exkluderades ändå för att åtgärderna för att lösa problem skulle inte vara skyfallsrelaterade, utan exempelvis fräsa bort rötter och justera felkopplade ledningarna.

Det som kan övervägas är ifall det borde funnits ett slutsteg i RSA:n som innefattar att bjuda in nyckelpersonerna till ännu en workshop och diskutera resultatet av analysen. Detta är något som skulle behöva göras för att styrka resultatets trovärdighet och skapa transparens i analysen. Nu är det endast jag som analysledare med rådgivning från handledare som har gjort bedömningar genom hela RSA:n.

Sammanfattningsvis var workshopen ett givande steg i RSA:n men det skulle behövt fler frågor i workshopen som fångade in ett framtidsperspektiv för att kunna undersöka platser/punkter som är sårbara för när skyfallet kommer i framtiden. De diskussioner som inte uppfyllde syftet var också givande då de gav en större förståelse till analysledare om problematiken om skyfall hos en VA-huvudman.

5.4 Lågpunktskartering som metodval

Utförandet av lågpunktskarteringen i SCALGO var smidigt att utföra. Med en hemsida som är lätt att navigera igenom blir förståelsen av systemet och tolkningen av resultatet extra viktigt. Det är lätt att aktivera olika verktyg och lager i SCALGO utan att veta innebörden av allt man gör. Steget att lära sig detta är inte lika stort såsom att lära sig utföra en tvådimensionell (2D) hydraulisk modell i MIKE21 eller ArcGIS för att utföra en kartering. Nackdelen är att man endast kan utföra en lågpunktskartering som har en låg detaljeringsgrad och är statisk, men den stora fördelen är att man kan göra det med få medel. Allt material som behövs finns redan klart för en användare att använda. Detta gör att SCALGO är ett smidigt verktyg för lågpunktskartering.

En annan stor fördel att använda sig utav SCALGO är att på ett tidseffektivt sätt har man möjligheten att analysera olika regnhändelser, vilket ger användaren en överblick av hur mycket regn som behöver för att skapa risk för översvämning i ett område. Dock måste man komma ihåg att den största nackdelen med metoden är att den är statiskt och inte är en tvådimensionell hydraulisk modell. Med en hydraulisk modell kan man analysera strömningshastigheter och flöden i rinnvägarna som också kan orsaka problem för ett samhälle och varaktigheten av en översvämning. En hydraulisk modell har även möjligheten att undersöka hur mycket av regnhändelsen som går ner i dagvattenledningar och infiltrerar i marken. Med detta kan en hydraulisk modell ge en bättre spegling av verkligheten.

Det är svårt att hitta punkter i spill- och dagvattennätet som är sårbara för skyfall utifrån en lågpunktskartering. Antagandet vid en lågpunktskartering är att dagvattennätet är fullt och kan inte ta emot vatten. Värt att nämna är att dagvattenledningar som blir fulla behöver inte

vara en svaghet, utan ledningarna är dimensionerade för olika regnhändelser. En ledning som är dimensionerat för ett 10-årsregn ska inte kunna klara av ett 100-årsregn inom loppet som det regnar. Men det är en svaghet ifall det är dimensionerat för ett 10-årsregn men kan endast klara av ett 5-årsregn. Detta går dock inte att se genom en lågpunktskartering. Metoden kan snarare användas som ett hjälpmedel eller bedömningsunderlag till vilka områden som potentiellt skulle kunna ha problem vid ett skyfall då det till exempel är en lågpunkt.

Därmed bör man ställa frågan ifall det är lämpligt att använda sig utav en lågpunktskartering till en vattentjänstplan. Lagtexten säger att man ska undersöka åtgärder för VA-anläggningar vilket en lågpunktskartering inte kan undersöka. Dock kan en lågpunktskartering hjälpa till att välja ut områden i tätorter som skulle kunna vara sårbara för att de är lågpunkter för att begränsa undersökningsområdet.

5.5 Arbetets utformning

I början av detta arbete var lagändringen i LAV relativ ny och det fanns inte mycket information att hitta om vad en vattentjänstplan bör innehålla. Av den information som fanns i februari 2023 gjordes en bedömning av metodval för att finna sårbara punkter och eventuellt tillhandahålla lämpligt material till Västerås kommuns vattentjänstplan. Med tiden har vägledning, meddelanden och tolkningar av lagändringen tillkommit som jag inte har hunnit ta hänsyn till i arbetet. Det kommer även finnas mer information när detta når läsaren om vad en vattentjänstplan ska innehålla och dess detaljeringsgrad. Med den givna informationen som finns vid det tidpunkten som läsaren läser detta skulle arbetet eventuellt ha sett annorlunda ut i syfte och frågeställningar.

Det fanns en intention att undersöka åtgärder för spill- och dagvattennät separat, men det upptäcktes efter diskussioner under workshopen att det är svårt att separera sårbara punkter efter vilket nät som blir påverkat med den valda metoden i arbetet. Det var även svårt att undersöka påverkan som ett skyfall kan göra på spillvattennätet när det inte är menat att det ska påverkas. Med detta skapades en ny möjlighet att jämföra en existerande skyfallskartering med lågpunktskarteringen som gjordes över de valda punkterna men det gav utmaningar i form av avgränsning och val av syfte.

5.6 Skyfallsdefinition

Den främsta definitionen av skyfall som finns i Sverige kommer från SMHI. Den refererar till en vattenmängd och varaktighet. Svenskt Vattens publikationer som VA-huvudmän använder sig utav baseras på beräkningar på Dahlströms beräkningar. SMHI:s definition av skyfall (50 mm regn under en timme) motsvarar ett 77-årsregn enligt beräkningar av Dahlström. Detta visar på den problematik som existerar med att definiera ett skyfall. Varaktigheten är en viktig parameter för skyfall för det är en stor mängd vatten som faller på kort tid. Ett intensivt regn kan vara i 10 minuter, men även i en timme. En regnmängd på 23-26 mm kan med det vara ett 10-, 20- eller 50-årsregn beroende på vilken varaktighet som regnet har. Det skapar en annan problematik då varaktigheten skiljer sig mellan skyfall.

För en VA-huvudman är det rimligt att se ett skyfall som den nederbörd dagvattenledningarna inte ska klara av att ta emot. I en ideal värld ska dagvattennätet ta hand om nederbörd mellan 10- till 30-årsregn (beroende på bebyggelsestäthet) men med tillskottsvatten, läckage,

dämningar och med ej full kapacitet av ledningsnätet är det svårt för nätet att nå den ideala bilden. Bilden är dock inte så svart och vit som den beskrivs. Ett fungerande dagvattennät består av dagvattenledningar men även av diken, grönytor och områden som fördröjer vatten eller där infiltration av vatten kan ske. Det är en utmaning i urbana miljöer att se till att vatten har möjlighet att fördröjas eller filtrera ner i marken med byggnader och hårdgjorda ytor.

Många åtgärder som har utförts för skyfall och dagvatten i Västerås kommun är gjorda då något redan har hänt. Det är tydligt att det är en resursfråga att skapa åtgärder mot framtida händelser då prioritering är att finna lösningar på de platser som redan har översvämningar idag, oavsett vad det orsakas utav. Idag är det ett krav i detaljplaner av byggnationer att det ska existera en dagvattenutredning, men det finns inget krav på redan existerande byggnader och detaljplaner.

5.7 Vattentjänstplan

Enligt lagändringen ska det finnas en vattentjänstplan i varje kommun efter den 31 december 2023 (SFS 2006:412 u.å.). Lagändringen gick igenom 20 juni 2022 (Sveriges Kommuner och Regioner u.å.), vilket gör att Sveriges kommuner har fått en snäv tidsplan att hålla sig till. I brist av riktlinjer på detaljeringsnivå blir det kommunerna som får ansvara för att säkerställa kvalitén av planen på ett lämpligt sätt. Detta medför att planerna som tas fram kommer att skilja sig åt mellan kommuner. De vattentjänstplaner som är i nuläget ute på remiss för samråd har till exempel valt att utföra skyfallskarteringar med olika detaljeringsgrad för att komma fram till deras skyfallsåtgärder.

Det finns inget som säger vad som händer ut i fall en vattentjänstplan inte blir klar innan 31 december 2023 (ibid.). Detta skapar möjligheten för en kommun att avvakta och se hur andra kommuner lägger upp sin vattentjänstplan för att få inspiration. Det kan vara en taktik att lägga mer tid och resurser för att införa en mer detaljerade, men försenade, skyfallsåtgärder i sin vattentjänstplan. Planen ska dock omprövas av kommunen vart fjärde år och då har kommuner möjligheten att uppdatera planen. Trosa kommun som la ut sin vattentjänstplan på remiss i mitten av mars har haft ambitionen att det får vara ”good enough” då det är den första vattentjänstplanen som görs i kommunen (Strand 2023b). Denna ambitionsnivå är den mest realistiska att eftersträva och om en kommun inte har en skyfallskartering kan en lågpunktskartering just vara ”good enough”.

5.8 Vidare studier

I detta arbete undersöktes inte alla potentiella sårbara punkter för skyfall då det fanns en tidsplan att ta hänsyn till. De punkter/platser som kan undersökas i vidare studier är Rönnby och Vallby. Åtgärderna i detta arbete är även förslag och det behövs mer underlag och undersökningar för att utvärdera ifall dessa åtgärder är lämpliga för platsen. Därför skulle det vara intressant att genomföra en konsekvensanalys på skyfallsåtgärderna och även undersöka vilka småskaliga åtgärder som även skulle kunna implementeras.

SCALGO Live införde en ny funktion med markavrinning 1 juni 2023, vilket kan då skapa kartering av högre detaljeringsgrad än en lågpunktskartering. Med detta kan det bli möjligt att utföra en skyfallskartering med markavrinning i ett användarvänligt verktyg som SCALGO Live

är. Dock behövs det ändå göras en bedömning ifall det är lämpligt att utföra en sådan kartering till en vattentjänstplan.

För Mälarenergi AB ska material för skyfallsåtgärder tas fram till Surahammar och Hallstahammar kommun som i dagens läge inte har en existerande skyfallskartering till deras vattentjänstplaner. Där kan en lågpunktskartering vara just good enough"inför deras första vattentjänstplan.

6 Slutsats

I detta arbete undersöktes sårbara punkter för skyfall i spill- och dagvattennätet med hjälp av en lågpunktskartering i Västerås kommun. Detta resultat jämfördes med en skyfallskartering med markavrinning och ledningsnät för att undersöka ifall en lågpunktskartering kan vara lämpligt bedömningsmaterial i Västerås kommun vattentjänstplan. Slutsatserna som kan dras ifrån arbetet är följande:

1. Det finns i skrivande stund ingen vägledning till vad en vattentjänstplan ska konkret innehålla, detaljeringsgrad eller hur säkerställande av kvalitén ska gå till. Det är upp till varje kommun att finna en lämplig nivå. Svenskt Vatten rekommenderar att en vattentjänstplan ska innehålla dessa delar för att uppfylla 6b § andra paragrafen: en bestämmelse av vilken regnhändelse som betraktas som ett skyfall (där SMHI:s definition rekommenderas), en bedömning hur VA-anläggningar kan påverkas av skyfall, vilken återkomsttid som dagvattennätet är dimensionerat för och förslag på skyfallsåtgärder för VA-anläggningar. En skyfallskartering av valfri detaljeringsgrad kan bistå med viktigt underlag till planen. Dock visar en lågpunktskartering inte en helhetsbild av verkligheten.
2. Från en risk- och sårbarhetsanalys identifierades sårbara punkter för skyfall i områdena Branthovda, Skiljebo och Önsta-Gryta i Västerås tätort. Dessa tre områden är lågpunkter med bostadsområden.
3. Magasineringsytor och skyfallsled är förslag på större åtgärder för områdena Branthovda, Skiljebo och Önsta-Gryta. Det existerar flertal småskaliga åtgärder som kan utföras för att öka kapaciteten av dagvattennätet i området, men
4. En lågpunktskartering kan vara en lämplig metod beroende på hur karteringen ska användas till vattentjänstplanen. Lagtexten säger att man ska undersöka åtgärder för VA-anläggningar vilket en lågpunktskartering inte kan undersöka. Dock kan en lågpunktskartering hjälpa till att välja ut områden i tätorter som skulle kunna vara sårbara då de är lågpunkter för att begränsa undersökningsområdet.

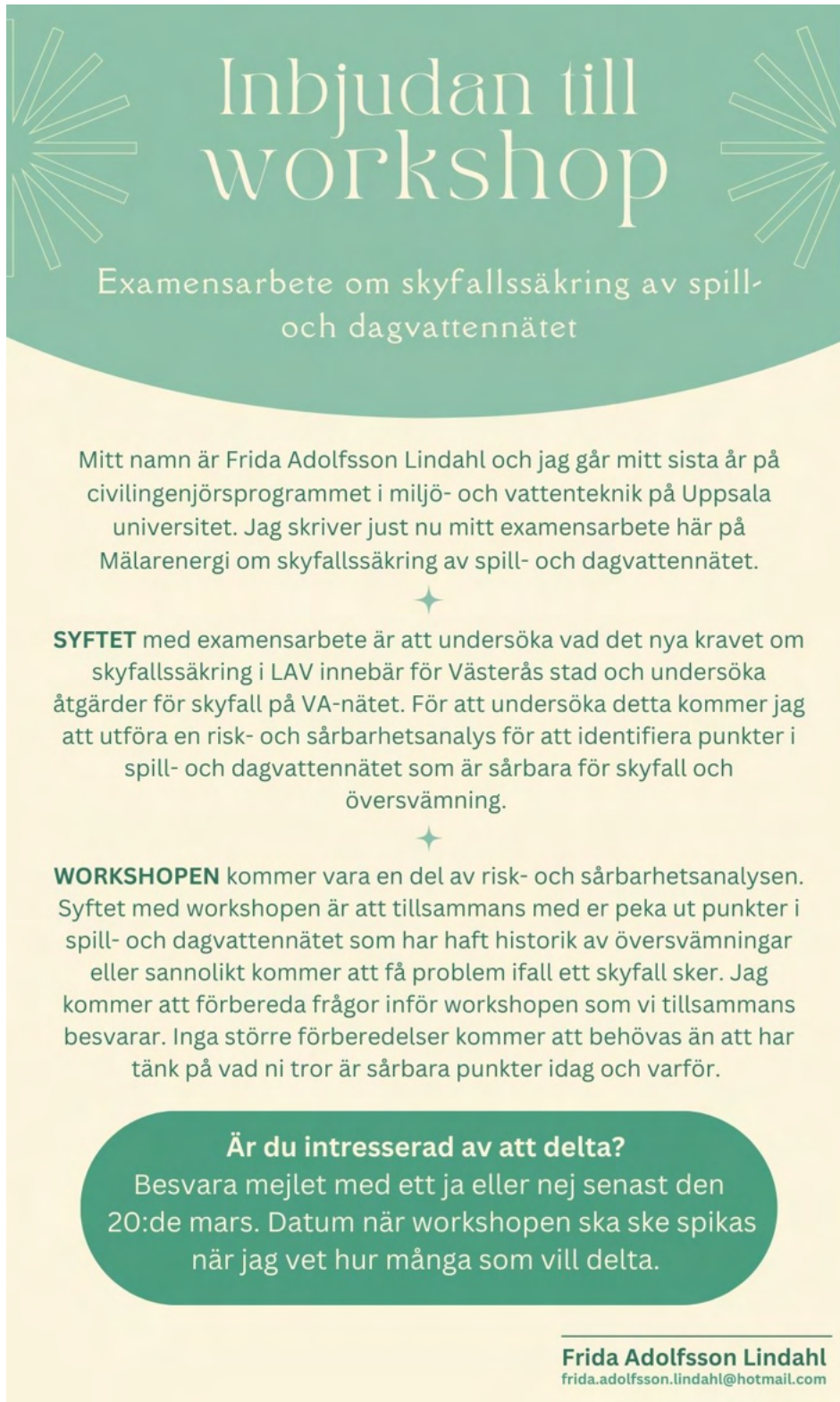
Referenser

- Boverket, (2021). *Hårdgjorda ytor - PBL kunskapsbanken*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/platser/hardgjorda/>.
- Bryman, A., (2016). *Social research methods*. Femte upplagan. Oxford: Oxford University Press.
- Carlander, F., (2016). *Skyfallsförebyggande åtgärder : exempel från arbete i Köpenhamns och Fredriksbergs kommuner*. Tekn. rapport. MSB.
- Clementson, I., Alenius, E. & Gustafsson, L.-G., (2020). *Tillskottsvatten i avloppssystem-nya tankar om nyckeltal*. Tekn. rapport. Bromma: Svenskt Vatten. Tillgänglig: www.svensktvatten.se.
- Dahlström, B., (2010). *Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse*. Tekn. rapport. Svenskt Vatten Utveckling.
- Dals-Eds kommun, (2023). *Vattentjänstplan - Samrådshandling*. Tekn. rapport.
- DHI, (2017). *Västerås - kartläggning av skyfall*. Tekn. rapport. Tillgänglig: www.dhi.se.
- DHI, (2019). *Skyfallshantering i Västerås Stad Konsekvensanalys och strukturplan*. Tekn. rapport. Malmö. Tillgänglig: www.dhi.se.
- Europeiska unionen, (u.å.). *Vattendirektiv 2000/60/EG*. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=celex:32000L0060>.
- IPCC, (2023). *IPCC Sixth Assessment Synthesis Report (AR6)*.
- Jansson, L. & Beckman Ljung, G., (2022). *Gästrike Vatten AB Grundläggande granskning 2021*. Tillgänglig: www.gavle.se.
- Länsstyrelsen Gävleborg, (2022). *Utredning av skyfall och översvämningar i Gävleborgs län, augusti 2021*.
- Länsstyrelserna, (2011). *Händelsescenario för Risk-och sårbarhetsanalys. Skyfall i nutid och framtid*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/2004-skyfall-i-varmland-1.12656>.
- Malmö stad, (2018). *Handlingsplan för skyfallsåtgärder i Malmö stad*.
- MSB, (2013). *Pluviala översvämningar : konsekvenser vid skyfall över tätorter, en kunskapsöversikt*. Tekn. rapport.
- MSB, (2017). *Vägledning för skyfallskartering : tips för genomförande och exempel på användning*.
- MSB, (2020). *Händelsescenario skyfall*. Tekn. rapport.
- Mälarenergi, (2021). *Miljörapport Kungsängens reningsverk 2021*. Tekn. rapport. Västerås.
- Mälarenergi, (2023). *Koncernöversikt*. Tillgänglig: <https://www.malarenergi.se/om-malarenergi/malarenergi/organisation/>.
- NSVA, (2023a). *NSVAs arbete mot översvämningar*. Tillgänglig: <https://www.nsva.se/rad-och-tips/oversvamningar/nsvas-arbete-mot-oversvamningar/>.
- NSVA, (2023b). *Bräddning och nödutsläpp*. Tillgänglig: <https://www.nsva.se/vatten-och-avlopp/spillvatten/braddning-och-nodutslapp/>.
- Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L. & Yang, W., (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat Analyser av observationer och framtidsscenarioer. KLIMATOLOGI Nr, vol. 47*.
- Roslagsvatten, (2020). *Vad är dagvatten?* Tillgänglig: <https://roslagsvatten.se/dagvatten>.
- Räddningsverket, (1997). *Spill-och dagvatten ledningssystem*. Tekn. rapport. Karlstad: Räddningstjänstavdelningen.
- SCALGO, (2023a). *SCALGO Live Documentation - Analysis - Flash Flood Map*. Tillgänglig: <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/analysis/flash-flood-map>.

- SCALGO, (2023b). *SCALGO Live Documentation - Country Specific - Sweden - SCALGO*. Tillgänglig: <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/country-specific/sweden>.
- SFS, (1998). *Miljöbalk (1998:808)*. Tillgänglig: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808.
- SFS 2006:412, (u.å.). *Lag om allmänna vattentjänster*.
- SMHI, (dec. 2021a). *Skyfall och rotblöta*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn/rotblota-1.17339>.
- SMHI, (2021b). *Nederbördsintensitet*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbord/nederbordsintensitet-1.19163>.
- SMHI, (2021c). *Återkomsttider*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085>.
- SMHI, (2022a). *Klimatindikator - extrem nederbörd*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-extrem-nederbord-1.29819>.
- SMHI, (2022b). *Sveriges klimat har blivit varmare och blötare*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/sveriges-klimat-har-blivit-varmare-och-blotare-1.21614>.
- SMHI, (2023a). *Meteorologiska observationer Västerås, historisk data*.
- SMHI, (2023b). *Vattenwebb*. Tillgänglig: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- Sollentuna kommun, (2023). *Vattentjänstplan för Sollentuna kommun - samrådsversion*. Tekn. rapport. Sollentuna. Tillgänglig: https://www.sollentuna.se/contentassets/104f3f5982d34e47999b%20866e28ecbc37/vattentjanstplan-for-sollentuna-kommun-20230424_samradsversion.pdf.
- Strand, M., (2023a). *Skillnaden mellan vattentjänstplan och VA-plan? VA-guiden*. Tillgänglig: <https://vaguiden.se/2022/12/skillnaden-mellan-vattentjanstplan-och-va-plan/>.
- Strand, M., (2023b). *Är vattentjänstplanen i Trosa kommun snart i hamn? VA-guiden*. Tillgänglig: <https://vaguiden.se/2023/05/ar-vattentjanstplanen-i-trosa-kommun-snart-i-hamn/>.
- Svenskt Vatten, (2011). *Publikation 104 - Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avlopp*. Tekn. rapport. Solna.
- Svenskt Vatten, (2019). *Publikation 110 - Avledning av dag-, drän-och spillvatten*. Tekn. rapport. Solna.
- Svenskt Vatten, (2022a). *Vägledning vid framtagande av vattentjänstplan - komplettering av VA-plan*.
- Svenskt Vatten, (2022b). *Avloppsfakta*. Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/avloppsfakta/>.
- Sveriges Kommuner och Regioner, (u.å.). *Cirkulär 23:13 Nya regler om kommunens ansvar att ordna allmänna vattentjänster och om vattentjänstplaner ()*. Tillgänglig: www.skr.se.
- Trosa kommun, (2023). *Vattentjänstplan 2023-2035 - Samrådshandling*. Tekn. rapport. Trosa. Tillgänglig: https://cms.trosa.se/wp-content/uploads/2023/03/vattentjanstplan-2023-hela_230313-1.pdf.
- Umeå universitet, (u.å.). *Vägledning - Risk och sårbarhetsanalys ()*.
- Västerås stad, (2022). *Kommunfakta*. Tillgänglig: <https://www.vasteras.se/kommun-och-politik/kommunfakta.html>.
- Ängelholms kommun, (2019). *Skyfallskartering Ängelholm kommun*. Tillgänglig: www.sweco.se.

Bilagor

Bilaga A: Inbjudan till workshop

The poster is divided into two main color sections: a teal top section and a light yellow bottom section. The teal section contains the title 'Inbjudan till workshop' in a large, white, serif font, flanked by two stylized sunburst graphics. Below the title is the subtitle 'Examensarbete om skyfallssäkring av spill- och dagvattennätet' in a smaller, white, sans-serif font. The yellow section contains three paragraphs of text, each separated by a small teal star icon. The first paragraph is an introduction. The second paragraph, under the heading 'SYFTET', describes the purpose of the thesis. The third paragraph, under the heading 'WORKSHOPEN', describes the workshop. At the bottom of the yellow section is a teal rounded rectangle containing the question 'Är du intresserad av att delta?' and the response instructions. In the bottom right corner of the yellow section, the author's name and email are listed.

Inbjudan till
workshop

Examensarbete om skyfallssäkring av spill-
och dagvattennätet

Mitt namn är Frida Adolfsson Lindahl och jag går mitt sista år på civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik på Uppsala universitet. Jag skriver just nu mitt examensarbete här på Mälarenergi om skyfallssäkring av spill- och dagvattennätet.

✦

SYFTET med examensarbete är att undersöka vad det nya kravet om skyfallssäkring i LAV innebär för Västerås stad och undersöka åtgärder för skyfall på VA-nätet. För att undersöka detta kommer jag att utföra en risk- och sårbarhetsanalys för att identifiera punkter i spill- och dagvattennätet som är sårbara för skyfall och översvämning.

✦

WORKSHOPEN kommer vara en del av risk- och sårbarhetsanalysen. Syftet med workshopen är att tillsammans med er peka ut punkter i spill- och dagvattennätet som har haft historik av översvämningar eller sannolikt kommer att få problem ifall ett skyfall sker. Jag kommer att förbereda frågor inför workshopen som vi tillsammans besvarar. Inga större förberedelser kommer att behövas än att har tänk på vad ni tror är sårbara punkter idag och varför.

Är du intresserad av att delta?
Besvara mejlet med ett ja eller nej senast den 20:de mars. Datum när workshopen ska ske spikas när jag vet hur många som vill delta.

Frida Adolfsson Lindahl
frida.adolfsson.lindahl@hotmail.com

Figur B1: Inbjudan till workshop som var en del av RSA

Bilaga B: Riskmatris

Steg 1: Identifiering				Steg 2: Riskbedömning					Steg 3: Riskhantering							
Plats/Punkt	Dag/Spill/ Komb.	Sårbarhet/Hot	Källa (workshop, tidigare skyfallsk., intervju, scalgö)	Konsekvens av sårbarhet/hot (risker)	Konsekvens	Samtidighet	Riskvärde	Fortsatt analys?	Anledning	Åtgärdsförslag Vad kan göras för att eliminera, begränsa eller beakta riskerna och dess sårbarheter?	Ansvaret för åtgärd Vem/vilka ansvarar för åtgärderna?	Ägare risk Vem äger risken och har övergripande ansvar för att åtgärderna genomförs?	Tidplan När ska åtgärderna vara genomförda?	Konsekvens	Samtidighet	Riskvärde
Betonggatan, Stenby	Dag	Problematik av att entré blir översvämd vid små mängder vatten pga att entrén är nersänkt. Det existerar redan dämmar och översvämningssystem men ett sådant kan ev. behövs. Mycket problem på denna yta	Workshop, intervju, historiska översväm.	Skada på byggnad då vatten blir stående vid entrén	2	3	6	Nej	Liten punkt med mycket problem, dock lösbar i arbetet så länge ej med denna. ME är redan medvetna om punkten och har provat olika åtgärder							
Mälarparken	Dag	Vatten ansamlas i parken	Workshop	Vatten blir stående på grönyta	1	3	3	Nej	Menat att bli översvämd							
Kapelbacken	Dag	Vatten ansamlas i boken och översvämmar den	Workshop	Vatten blir stående på grönyta	1	3	3	Nej	Skapar inga större skador, SCALGO visar inte på några större översvämningar							
Vinkelvägen, Hökensås	Dag	S & D på samma nivå	Workshop	Vatten ansamlas i korsningen mot hökåsvägen	2	2	4	Nej	Utänför avgränsningen							
Hökensås, Norra Hökåsväg, bokvägen	Dag	fastigheter är kopplade till DV med skyfall. Om gatan används som skyfallväg trycker det upp i gator/vägar i gator. Det skapas en pump som pumpar upp till en högre nivå. Det kommer vi ha problem med långt framöver - utmaning Linda. Området från 50-60-talet. Detta händer 2012, för då kom det mycket nederbörd. Användning med skyfall	Workshop		1	2	2	Nej	Område med mycket grönytor runt omkring, inga vattennivåer över 50 cm vid 100-årsregn							
Svarvargatan	Dag	Liknade problem som ovan + ingen pump	Workshop		2	3	6	Nej	Liten punkt							
Hästövsgatan	Dag	Stadens Väg under järnvägen, grop. Där dagvatten djupa stannar. Pumpen, för litan? Eller så kan det vara ett eldådet sitter för lågt. Om det inte är vägen, har mycket ska vi inte göra. Pumpen målar inte med Men ME har driftansvar. I avställda ska vi lägga till att pumpstationer så dittra ska ha en larmfunktion. Men bygga om ska dom staden göra	Workshop	Vägen under järnvägen blir översvämd och ingen trafik kan ta sig fram	1	3	3	nej	Skapar inga skador på nätet eller fastigheter, påverkar endast trafik.							
Bäckby cykeltunnel	Dag	liknade som ovan	Workshop		1	3	3	Nej								
ESB Korsängsmotet	Dag	Det kommer upp dagvatten, kan bero på att det är för kort avstånd mellan vägen och lösningen på vägen. Vid korsningsmotet. Ledningen går så djupt, eftersom den måste gå under vägen	Workshop, SCALGO		1	3	3	Nej	Inte tillräckligt stor konsekvens							
Abborregatan	Dag	felkopplat linje på fastigheten som får översvämning av dagvatten. Inte självklart, men fastighetsägarna ansvar. Men det blir översvämningar liksom	Workshop				0	Nej	Problem för dagvatten, men ligger i detta fall på fastighetsägaren och inte kommunen eller ME							
Tidö LTA	Spill	Lågpunkt, tillgängligt LTA betyder lätt trycklopp och innebär att spillvattnet transporteras i tryckta ledningar som följer terrängen. Varje fastighetsägare pumpar då sitt skoppe från en LTA tank med en LTA pump in i den tryckta huvudledningen	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
Rönby, Släggastargatan	Spill	Rutinspölsning räcker ej, Sjövattnet kommer upp	Workshop, SCALGO				0	Nej	Orsaken är inte skyfall							
Kasirgatan, Viksång	Spill	2021, Rötter som växer i vägen. Rötter i spelledning - övervägning i vädet. Fråst och strumpat!	Workshop				0	Nej	Orsaken är inte skyfall							
Utgårdgatan, Irsta	Spill	vet ej anledningen	Workshop	vet ej			0	Nej	Vet ej anledningen							
Malmabergsgatan, Haga	Spill	Kombinerat system som är påkopplat uppströms. Kan vara bortbyggt nu?	Workshop		2	2	4	Nej	inga stora översvämningar i SCALGO vid detta område							
Gejersgatan, Korsängsgården	Spill	kombinerat system	Workshop		1	1	1	Nej	inga stora översvämningar i SCALGO vid detta område							
Kruskällargatan, Karlöfald	Spill	felkopplingar men också problem med fett. Luft översvämning två år i rad.	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
Skjölbo, Tallingsnargatan och byrögatan	Komb	kombinerat system, 2012, ej dimensionerat för 10 årsregn, tvååra på ansvarslågan, separat/kombinerat system	Workshop, SCALGO, skyfallkartering, historiskt 2012	Stora områden blir översvämda av skyfall pga lågpunkter och kombinerade system i området eller uppströms.	2	4	8	Ja	Lågpunkter med bostadsområden	Magasineringyta för ca 4 000 m ²	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	1	4	4
Brantövs, Brantövsgratan, Kantygatan, Kultygatan	Komb	komb, 2012, ej dimensionerat för 10 årsregn, tvååra pga ansvarslågan, separat/kombinerat system	Workshop, SCALGO, historiskt 2012	Stora områden blir översvämda av skyfall pga lågpunkter och kombinerade system i området eller uppströms.	3	4	12	Ja	Lågpunkter med bostadsområden	Magasineringyta för ca 10 000 m ²	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	1	4	4
Haga	Komb	kombinerat system, 2012	Workshop, historiskt 2012	Vilior blir översvämda	1	2	2	Nej	Inga större översvämningar i området via SCALGO							
biskö, norr om tätorten	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
aroslund, Aroslund, norr om tätorten	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
sankt örjansgatan, Aroslund	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
bågvägen, normaln	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
rektorsgatan, stan	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
fodlingsgatan, aroslund	Komb	kombinerat system	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
Kronvägen, omberget	Komb	kombinerat system, kommer upp vatten. Det kombinerade systemet är inte dimensionerat för 10 årsregn. Dimensionerat för 7 Kalla med Linda - översvämning fast 8 årsregn	Workshop				0	Nej	Utänför avgränsningen							
Spill/dagvattenledningar genom lasarettet	Spill/dag	Spill vid skyfall 2012, dessa ledningar ligger för grunt? Stora mängder som går igenom dem, alla områden som är anslutna. Ligger i krypsgrunden, har ingen stabilitet. Alla områden är fästa med stög på ledningen, om de ger vika så hoppar det lä. Det var det som händer först. Diskussion om vem är ansvarig för det egentligen.	Workshop				0	Nej	Området byggs om just nu							
Björnvägen	Spill	spill i tunneln	Workshop				0	Nej	Orsaken är inte skyfall							
Områden nordöst om E18 i Västerås tätort	Dagvatten	Historiskt från skyfall 2012	Workshop, skyfallkartering	Många lågpunkter inom det området	2	4	8	Ja	Angränsar området till detta!							
Skjölbo, Högy skogsfjäll	Dagvatten	Ansamlas dagvatten, grönyta som nu byggs bostäder	Intervju	Kan lätt bli översvämningar i området vid skyfall	2	3	6	Nej	Området byggs om just nu, en översvämningyta är planerad ett byggs där							
Billockevägen, Örnsta-Gryta	Dagvatten	"I ett fåtal områden skapas större översvämningdjup (0,5 m) till följd av marköversvämningar. Dessa återfinns ofta i inåstängda lågpunkter bit ned i systemet. Exempel på större problemområden vid ett 10-årsregn är"	skyfallkartering, SCALGO	Över 20 fastigheter kommer bli påverkade av översvämningar vid låga mängder regn	3	4	12	Ja	Stort område som är i en lågpunkt som ansamlar vatten snabbt	Magasineringyta för ca 10 000 m ² och en skyfallhöjd som leder till den	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	2	4	8
Sjukhusområdet	Spill/dag	Spill-dagvattenledningen genom lasarettet! Den är strumpfogad men den stöps ut delar vid skyfall. Just nu bygger leder man om dessa ledningar.	Intervju	Samhällsviktig verksamhet	4	3	12	Nej	Byggs pågår just nu i området							
Högbyvägen	Dagvatten	se ovan	skyfallkartering	Endast några få villor påverkas, har inget vatten över 50 cm vid 100-årsregn	1	1	1	Nej								
Viksång, Kaserngatan	Dagvatten	se ovan	skyfallkartering	se ovan	1	1	1	Nej								
retortgatan	Dagvatten	se ovan	skyfallkartering	se ovan	1	2	2	Nej								

Figur B2: Riskmatris i helhet. Nedan finns riskmatrisen uppdelad för läsning.

Step 1: Identifiering			Step 2: Riskbedömning					Step 3: Riskhantering							
Plats/Punkt	Dag/Spill/Komb.	Sårbarhet/Hot	Källa (workshop, tidigare skyfalls-sk., intervju, scalgo)	Konsekvens av sårbarhet/hot (risker)	Konsekvens	Risikvärde	Fortsatt analys?	Anledning	Åtgärdsförslag	Ansvarig för åtgärd	Ägare risk	Tidplan	Konsekvens	Samolikhet	Risikvärde
Betonggatan, Stenby	Dag	Problematik av att entré blir översvämmad vid små mängder vatten pga att entrén är nersänkt. Det existerar redan dammar och översvämningsyta men ett dike kanske ev. behövs. Mycket problem på denna yta	Workshop, intervju, historiska översvämn.	Skada på byggnad då vatten blir stående vid entrén	2	3	6	Nej	Liten punkt med mycket problem, dock tidsbrist i arbetet så hann ej med medvetna om punkten och har provat olika åtgärder	Vad kan göras för att eliminera, begränsa eller bevakna riskerna och dess sårbarheter?	Vem äger risken och har övergripande ansvar för att åtgärderna genomförs?	När ska åtgärderna vara genomförda?			
Mälarparken	Dag	Vatten ansamlas i parken	Workshop	Vatten blir stående på grönyta	1	3	3	Nej	Menat att bli översvämmade						
Kapellbacken	Dag	Vatten ansamlas i bakken och översvämmar den	Workshop	Vatten blir stående på grönyta	1	3	3	Nej	Skapar inga större skador, SCALGO visar inte på några större översvämnningar						
Vinkelvägen, Hökåsen	Dag	S & D på samma nivå	Workshop	Vatten ansamlas i korsningen mot hökåsvägen	2	2	4	Nej	Utanför-avgränsningen						
Hökåsen, Norra Hökåsväg, bokvägen	Dag	fastigheter är kopplade till DV med självfall. Om gatan används som skyfallsväg trycker det upp i golnbrunnar i graget. Det skaas en pump som pumpar upp till en högre nivå. Det kommer vi ha problem med långt framöver – utmaning Linda. Område från 50-60-talet. Detta hände 2022, för då kom det mycket nederbörd. Anslutning med självfall.	Workshop		1	2	2	Nej	Område med mycket grönytor runt omkring, inga vattennivåer över 50 cm vid 100-årsregn						
Svarvargatan	Dag	Liknade problem som ovan + ingen pump	Workshop		2	3	6	Nej	Liten punkt						
Hästhovsgatan	Dag	Stadens: Väg under järnvägen, grop. Där dagvatten öppnar stannar. Pumpen, för liten? Eller så kan det vara att elskäppet sitter för lågt. Om det inte är väran, hur mycket ska vi inte göra. Pumpen maktar inte med. Men ME har driftansvaret. I avtalet ska vi lägga till att pumpstationer vi drifrar ska ha en larmfunktion. Men bygga om ska dom staden göra.	Workshop	Vägen under järnvägen blir översvämmad och ingen trafik kan ta sig fram	1	3	3	nej	Skapar inga skador på nätet eller fastigheter, påverkar endast trafik.						
Bäckby cykeltunnel	Dag	Det kommer upp dagvatten, kan bero på att det är för kort avstånd mellan vägen och hjässan på röret. Vid korsningskolan. Ledningen går så djupt, eftersom den måste gå under vägen	Workshop, SCALGO		1	3	3	Nej	Inte tillräckligt stor konsekvens						
E18 Korsängsmotet	Dag	felkopplat inne på fastigheten som får översvämning av dagvatten. Inne självfall, men fastighetsägarens ansvar. Men det blir översvämnningar likväl.	Workshop				0	Nej	Problem för dagvatten, men ligger i detta fall på fastighetsägaren och inte kommunen eller ME						

Steget 1: Identifiering				Steget 2: Riskbedömning				Steget 3: Riskhantering						
Plats/Punkt	Dag/Spill/ Komb.	Sårbarhet/Hot	Källa (workshop, tidigare skylfisk, intervju, scalgoo)	Konsekvens av sårbarhet/hot (risker)	Risikvärde	Fortsatt analys?	Anledning	Åtgärdsförslag	Ansvarig för åtgärd Vem/vilka ansvarar för åtgärderna?	Ägare risk Vem äger risken och har övergripande ansvar för att åtgärderna genomförs?	Tidplan När ska åtgärderna vara genomförda?	Konsekvens	Sannolikhet	Risikvärde
Tidö LTA	Spill	Lägpunkt, fyllbyggt LTA betyder lätt tryckslöpp och innebär att spillvattnet transporteras i trycksatta ledningar som följer terrängen. Varje fastighetsägare pumpar då sitt avlopp från en LTA-tank med en LTA-pump in i den trycksatta huvudsamman.	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen	Vad kan göras för att eliminera, begränsa eller bevara riskerna och dess sårbarheter?						
Rönby, Släggastargatan	Spill	Rutinspöling täcker ej. Spillvattnet kommer upp	Workshop, SCALGO	-	0	Nej	Orsaken är inte skylfall							
Kasärngatan, Viksång	Spill	2021. Rötter som väte i vägen. Rötter i spillledning — översvämning i viadukt. Fräst och strumpat!	Workshop	-	0	Nej	Orsaken är inte skylfall							
Utgårdsgatan, Irsta	Spill	vet ej anledningen	Workshop	vet ej	0	Nej	Vet ej anledningen							
Malmabergsgatan, Haga	Spill	Kombinerat system som är pakopplat uppströms. Kan vara bortbyggt nu?	Workshop	2	2	Nej	Ingen större översvämning i SCALGO							
Geijersgatan, Korsängsgården	Spill	kombinerat system	Workshop	1	1	Nej	Inga stora översvämningar i SCALGO vid detta område							
Krutkällargatan, Karisdal	Spill	felkopplingar men också problem med fett. Haft översvämning två år i rad.	Workshop		0	Nej	Utanför avgränsningen							
Skiljebo, Tallspinnargatan och björkgatan	Komb	kombinerat system, 2012, ej dimensionerat för 10 årsregn, tvååriga pga ansvarsfrågan, separerat/kombinerat system	Workshop, SCALGO, skylfiskskärning, historiskt 2012	Stora områden blir översvämmade av skylfall pga lågpunkter och kombinerade system i området eller uppströms.	8	Ja	Lägpunkter med bostadsområden	Magasineringsyta för ca 4 000 m ²	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	1	4	4
Branthovda, bronysgatan, Kantygatan, Kullyxgatan	Komb	komb, 2012, ej dimensionerat för 10 årsregn, tvååriga pga ansvarsfrågan, separerat/kombinerat system	Workshop, SCALGO, historiskt 2012	Stora områden blir översvämmade av skylfall pga lågpunkter och kombinerade system i området eller uppströms.	12	Ja	Lägpunkter med bostadsområden	Magasineringsyta för ca 10 000 m ²	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	1	4	4
Haga	Komb	kombinerat system, 2012	Workshop, historisk 2012	Villor blir översvämmade	2	Nej	Inga större översvämningar i området via SCALGO							
Blåsbo, norr om tätorten	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							
aroslövågen, Aroslanda, norr om tätorten	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							
sankt örjansgatan, Aroslanda	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							
bågevägen, norrmalm	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							
rektorsgatan, stan	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							
flodisgatan, aroslanda	Komb	kombinerat system	Workshop	-	0	Nej	Utanför avgränsningen							

Steget 1: Identifiering			Steget 2: Riskbedömning					Steget 3: Riskhantering									
Plats/punkt	Dag/Spill/ Komb.	Sårbarhet/Hot	Källa (workshop, tidigare skyfalls-, intervju, scargo)	Konsekvens av sårbarhet/hot (risker)	Risikvärde	Sannolikhet	Konsekvens	Fortsatt analys?	Anledning	Åtgärdsförslag	Ansvarelig för åtgärd	Ägare risk	Tidplan	Konsekvens	Sannolikhet	Risikvärde	
Abborregatan	Dag	felkopplat inne på fastigheten som får översvämning av dagvatten. Inne självfäll, men fastighetsägarens ansvar. Men det blir översvämningar likväl.	Workshop	-	0	Nej		Problem för dagvatten, men ligger i detta fall på fastighetsägaren och inte kommunen eller ME									
Kronvägen, orrberget	Komb	kombinerat system, kommer upp vatten. Det kombinerade systemet är inte dimensionerat för 10 årsregn. Dimensionerat för 7 kolla med Linda – översvämning last 8-årsregn	Workshop	-	0	Nej		Utanför avgränsningen									
Spill/dagvattenledningar genom lasaret	Spill/dag	Stops ut vid skyfallet 2012, dessa ledningar ligger för grunt? Stora mängder som går igenom den, alla eroder som är anslutna, ligger i kryppgrunden, har ingen stabilitet. Alla censurer är fästa med stag på ledningen, om de ger vika så hoppar det isär. Det var det som hände förut. Diskussion om vem är ansvarig för det oeventyret.	Workshop	-	0	Nej		Området byggs om just nu									
Björnövågen	Spill	spill i tunneln	Workshop	-	0	Nej		Orsaken är inte skyfall									
Områden nordöst om E18 i Västerås tätort	Dagvatten	Historiskt från skyfallet 2012	Workshop, skyfallskartering	Många lägpunkter inom det området	2	4	8	Ja	Avgränsar området till detta								
Skullebo, Högby skogsfjäll	Dagvatten	Ansamlas dagvatten, grönyta som nu byggs bostäder	Intervju	Kan lätt bli översvämningar i området vid skyfall	2	3	6	Nej	Området byggs om just nu, en översvämningssyta är planerad att byggas där								
Blåklöckevågen, Önska-Gryta	Dagvatten	"I ett fåtal områden skapas större översvämningssjölup (>0.5 m) till följd av marköversvämningen. Dessa återfinns ofta i instängda lägpunkter bit ned i systemet. Exempel på större problemområden vid ett 10-årsregn är"	skyfallskartering, SCALGO	Över 20 fastigheter kommer bli påverkade av översvämningar vid låga mängder regn	3	4	12	Ja	Stort område som är i en lägpunkt som ansamlar vatten snabbt	Magasineringsyta för ca 10 000 m ² och en skyfallslid som leder till den	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	besvaras ej i arbetet	2	4	8	
Sjukhusområdet	Spill/dag	Spill-dagvattenledningen genom lasaret! Den är strumpinlagad men den slops ut delar vid skyfall. Just nu bygger leder man om dessa ledningar.	Intervju	Samhällsviktig verksamhet	4	3	12	Nej	Bygga på just nu i området								
Högbyvägen	Dagvatten	se ovan	skyfallskartering	Endast några få villor påverkas, har inget vatten över 50 cm vid 100-årsregn	1	1	1	Nej									
Vikåäng, Kaserngatan	Dagvatten	se ovan	skyfallskartering	se ovan	1	1	1	Nej									
retortgatan	Dagvatten	se ovan	skyfallskartering	se ovan	1	2	2	Nej									