

CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN A CITY – EFFECTS OF AND ADAPTATION TO MORE EXTREME WEATHER THAN TODAY

EN STAD I ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT – EFFEKTER AV OCH ANPASSNING TILL NYTT VÄDER



¹ Stadens vattensystem vid institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser inom DRIZZLE – centrum för dagvattenhantering, Luleå tekniska universitet, 971 87 Luleå

² NCC Herrjärva torg 4, 170 67 Solna

³ Miljöförvaltningen i Stockholms stad, Box 8136, 104 20 Stockholm

E-post: lisa.oborn@associated.ltu.se, robert.furen@associated.ltu.se.

Lisa Öborn^{1,3} och Robert Furén^{1,2}

Abstract

Today, we face major challenges when adapting our societies to meet the future climate changes as extreme weather events. The effects of climate changes with extreme weather events can result in rising sea levels and extreme floods with devastating consequences for people and environments. The water sector has a key role in managing a number of these challenges. However, the complexity of the climate issue together with the structure of our systems for managing water issues and infrastructure, is making management of these challenges more difficult. A theoretical case study of the urban water management in Riddarfjärden, Lake Mälaren, with its exposed location in a very sensitive environment in central Stockholm, shows the complexity and challenges that climate change may pose for water management in urban environments. The study shows a number of key factors in facilitating the creation of a sustainable and climate-adapted society. There are needs of trying new and innovative technical solutions, something that requires clear strategies and division of responsibilities, as well as models for financing and clear targets and goals. Risk based design and strategies for robust urban storm water systems could contribute to increased resilience to the effects of climate change in our future cities. To achieve this, the entire industry must contribute experience and expertise, from politicians to universities and research, from principals at all levels to users through planning, production and administration.

Keywords: Climate change adaptation, Flooding, High sea levels, Robust stormwater management, sustainable stormwater management, Lake Mälaren - Riddarfjärden.

Sammanfattning

Vi står idag inför stora utmaningar med att anpassa våra samhällen för att möta kommande klimatutmaningar i form av extrema väderhändelser. Dessa klimatförändringar och väderhändelser kan resultera i höjda havsnivåer och extrema översvämningar med förödande konsekvenser för människor och miljöer. Vattensektorn befinner sig i en nyckelroll för att hantera ett flertal av dessa utmaningar. Denna hantering försvåras dock av klimatfrågans komplexitet, men även genom några av våra system för hantering av vattenfrågor och infrastruktur. Genom en teoretisk fallstudie av vattnets väg genom Riddarfjärden i Mälaren, med sitt utsatta läge i en mycket känslig miljö i centrala Stockholm, visas på den komplexitet och de utmaningar som klimatförändringar kan komma att innebära för hantering av vatten i urbana miljöer. Studien

visar på ett flertal nyckelfaktorer för att förenkla skapandet av ett hållbart och klimatanpassat samhälle. Det finns ett behov av att pröva nya innovativa tekniska lösningar, något som kräver tydliga strategier och ansvarsfördelning, modeller för finansiering och tydliga målbilder. Riskbaserad dimensionering och strategier för robusta dagvattensystem kan bidra till att ge städer ökad motståndskraft mot klimatförändringarnas effekter. För att åstadkomma detta måste hela branschen bidra med erfarenheter och kompetens, från politiker till universitet och forskning, från huvudmän i alla led till brukare via planering, produktion och förvaltning.

Inledning

Klimatförändringar kan komma att medföra flera potentiella problem, vilka beror på vart i världen vi befinner oss. I svenska städer är några av de klimatförändringsrelaterade problemen värmeböljor, höga flöden i vattendrag samt skyfall och översvämning.

Flera olika aspekter bidrar till att risken för översvämningar i en stad ökar i framtiden. Två orsaker som bidrar till höga flöden och på så sätt även till ökad risk för översvämningar är en ökning av hårdgjorda ytor till följd av ökad urbanisering samt klimatförändringar. I och med urbanisering förändras exempelvis vattnets kretslopp från den naturliga till en urban hydrologisk cykel. I båda kretsloppen faller nederbörden som regn eller snö, vattnet infiltrerar i marken och bildar grundvatten eller rinner ut i sjöar och hav som värms upp av solen så att vattenånga stiger, när ångan kyls av bildas moln med små vattendroppar som sedan faller ut som nederbörd. I staden är marken i stor utsträckning hårdgjord vilket gör att nederbörden inte längre kan infiltrera i marken och bilda grundvatten, se figur 1, istället rinner vattnet av på markytan och ansamlas i lågpunkter som riskerar att översvämmas.

Dagvatten har identifierats som en transportväg

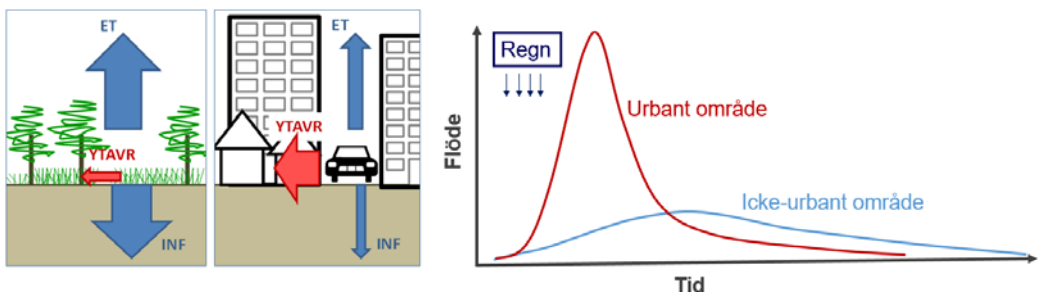
för föroreningar från urbana ytor vidare ut till recipient (Müller m.fl., 2020). Klimatförändringar med ändrade nederbördsmonster som innebär längre torrperioder då exempelvis föroreningar från olika aktiviteter kan ansamlas på stadens hårdgjorda ytor. Om torrperioderna följs av kraftigare nederbörd som både riskerar att översvämma staden och samtidigt skölja med föroreningar via dagvattensystemet ut till recipienten.

I denna artikel kommer Riddarfjärden, en vattenförekomst i Mälaren och dess tillrinningsområde användas som en fallstudie för att beskriva och diskutera vattnets väg i staden i ett framtida klimat med huvudfokus på kvantitet dvs. hantering av ökande flöden snarare än kvalitet så som miljögifter och målen om en god vattenstatus enligt miljökvalitetsnormerna.

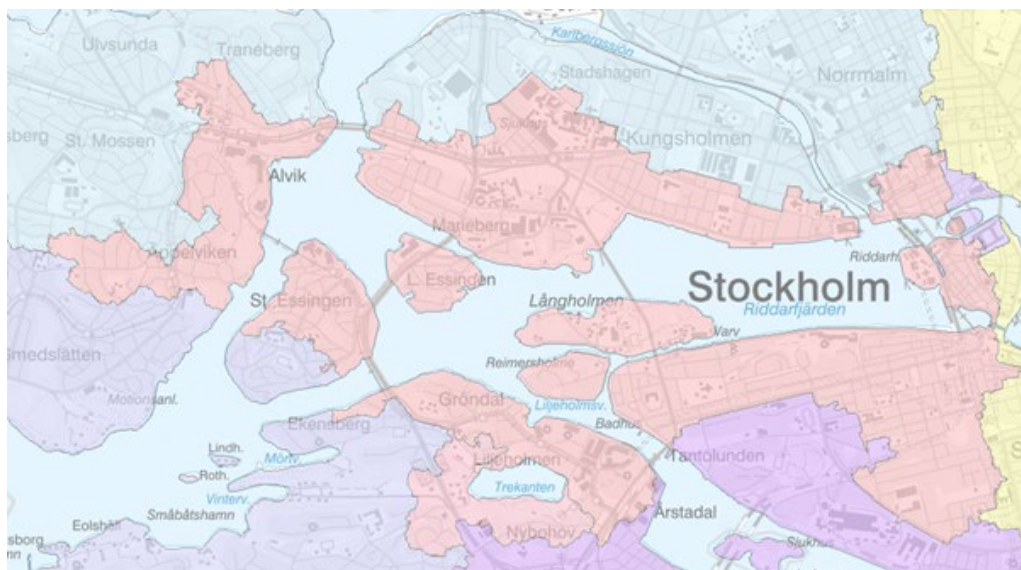
Bakgrund

Riddarfjärden

Riddarfjärden är en vattenförekomst i Mälaren som är belägen i de centrala delarna av Stockholm från Tranebergsbron och Stora Essingen i väst till Riksbron och Centralbron i öst, se figur 2. Riddarfjärden har ett relativt litet tillrinningsområde på ca 111 ha och en sjöyta på ca 145 ha (Stockholms



Figur 1. Vattnets väg i naturmiljö jämfört med urbant område visas i bild till vänster där E1 står för evapotranspiration, YTAVR för ytavrinning och INF för infiltration. I grafen till höger visas skillnaden i avrinning över tid för icke urbant och urbant område.



Figur 2. Riddarfjärdens avrinningsområde markerat med rosa (Stockholms stad – Miljödataportalen, u.å.).

miljöbarometer, u.å.). Tillrinningsområdet utgörs till stor del av stadsbebyggelse och fjärden omges mestadels av kajer och bebyggelse men det finns även några naturstränder (däribland Långholmen, Smedsudden och stranden vid Rålambshovsparken).

Utflödet från Riddarfjärden till Saltsjön regleras med dammluckor på två platser: i Norrström och Stallkanalen samt i två slussar: Karl Johanslussen och i gamla slussen vid Karl Johan-statyn. Uppehållstiden varierar mycket under året och är bara 1-2 dagar då dammluckorna är öppna men under sommaren när dammluckorna vanligtvis är stängda är uppehållstiden ungefär 50 dagar (Stockholms miljöbarometer, u.å.). När byggnationen av den nya Slussen är färdig kommer regleringen av Mälaren att ske även via denna.

Vattenomsättningen i Riddarfjärden domineras av det genomströmmande Mälarevattnet då Riddarfjärdens direkta tillrinningsområde är begränsat och flödet från detta är relativt litet. Dessutom är kombinerat ledningsnät dominerande inom området vilket innebär att dagvattnet inom stora delar av avrinningsområdet leds till reningsverk (Henriksdal) och släpps därefter ut i en annan vattenförekomst (Stockholms miljöbarometer, u.å.; Stock-

holms stad - Miljödataportalen, u.å.). I Stockholm leds ungefär hälften av dagvattnet till reningsverk och resterande dagvatten rinner ut i sjöar eller vattendrag.

De ytor som finns tillgängliga för hantering av dagvatten minskar i en tätare stad. Samtidigt som ett förändrat klimat väntas ge större mängder nederbörd och därmed även mer dagvatten som behöver hanteras (Stockholm Vatten och Avfall, 2021).

Klimatförändringar och framtida klimatscenario

Framtida klimatscenario i Stockholms län har beskrivits i SMHI:s rapport "Framtidsklimat i Stockholms län – Klimatologi nr 21" från 2015 (Asp m.fl., 2015). I denna rapport beskrivs dagens och framtidens klimat i Stockholms län baserat på FN:s klimatpanels (IPCC:s) femte utvärderingsrapport (AR5) från 2014. För beräkning av framtida klimatförändringar används olika strålnings-scenarier baserade på antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser, så kallade RCP:er (Representative Concentration Pathways)(SMHI, 2021).

I vår artikel har två olika framtida klimatscenario (RCP 4.5 och RCP 8.5) valts för en diskussion kring de utmaningar klimatförändringarna

kan komma att innebära för oss som arbetar med dagvatten- och hållbarhetsfrågor en urban miljö. Dessa båda klimatscenarioer beskrivs nedan.

RCP 4.5

I klimatscenarioet RCP4,5 antas att strålningsdrivningen stabiliseras vid 4,5 W/m² före år 2100. Detta förutsätter en stringent klimatpolitik, lägre energitintensitet, omfattande skogsplanteringsprogram, minskade arealbehov för jordbruksproduktion, en befolkningmängd på ca 9 miljarder och att utsläppen av koldioxid ökar något från idag men kulminerar omkring 2040 (SMHI, u.å.).

RCP 8.5

RCP 8,5 innebär ökade eller fortsatt höga utsläpp av koldioxid där strålningsdrivningen når 8,5 W/m² år 2100 samt att jordens befolkning ökar till 12 miljarder, ökade anspråk på jordbruksmark, att teknikutveckling fortsätter men går långsamt, ett fortsatt stort beroende av fossila bränslen och ingen tillkommande klimatpolitik. Detta scenario är det som i dagsläget ligger närmast de uppmätta trenderna i koncentration av växthusgaser (Asp m.fl., 2015 och SMHI, u.å.).

Roller och ansvarsfördelning

Arbetet med klimatanpassning är fördelat på olika samhällsnivåer, från global nivå med exempelvis FN:s klimatkonvention och Parisavtalet, FN:s klimatpanel IPCC, EU kommissionen, Europeiska miljöbyrån och Agenda 2030, via nationell och regional nivå ända ner till den lokala nivån med kommunala miljöprogram, handlingsplaner och strategier för klimatanpassning (Klimatanpassning.se, 2020).

På den nationella nivån i Sverige är det regeringen och riksdagen samt flera olika myndigheter som på olika sätt har ansvaret för arbetet med klimatanpassning tillsammans med Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI. Inom vattenområdet är det tre olika myndigheter som är utpekade av regeringen för arbetet med de tre olika vattenrelaterade EU direktiven. Livsmedelsverket är den myndighet som ansvarar för dricksvattendirektivet, Myndigheten för samhälls-

skydd och beredskap (MSB) är den myndighet som ansvarar för översvämningsdirektivet och för vattendirektivet ansvarar vattenmyndigheterna med Havs- och vattenmyndigheten (HaV) som vägledande och rådgivande myndighet (Larsson, 2020 och Klimatanpassning.se, 2020).

På regional nivå är det främst Länsstyrelserna men till viss del även Regionerna som samordnar och ansvarar för klimatanpassningsarbetet. På lokal nivå arbetar kommunerna med klimatanpassning och i Stockholms Stad, som är den kommun där Riddarfjärden är belägen, finns ett antal olika handlingsplaner och strategier med koppling till exempelvis skyfallshantering och klimatanpassning. Kommunfullmäktige i Stockholm Stad antog i maj 2020 ett nytt miljöprogram för perioden 2020-2023. I miljöprogrammet lyfts 7 prioriterade områden och mål för dessa fram. Ett av dessa (mål 3) är ett klimatanpassat Stockholm. Arbetet syftar till att Stockholm utvecklas till en stad som har kapacitet och är väl förberedd för att hantera konsekvenserna av ett förändrat klimat. Det handlar både om direkta och indirekta effekter av ett förändrat klimat med exempelvis höga vattennivåer och flöden, skyfall, värmeböljor och långvarig torka (Stockholms stad - Stadsledningskontoret, 2020). Arbetet med dessa frågor har även konkretiserats i ett flertal handlingsplaner som även de antagits i kommunfullmäktige där ibland Klimathandlingsplan (2020-2023), Handlingsplan för god vattenstatus (2015) och Dagvattenstrategi (2015).

Med alla dessa myndigheter, strategier och planer kan det uppfattas som att det är en tydlig fördelning av ansvaret för arbetet med vattenfrågor och direktiv, men som diskuterats i artikeln "Vem värnar våra vatten? – en pandemisk parallell" av Rolf Larsson (2020) är det kanske inte så enkelt och tydligt ändå. I artikeln lyfts med översvämningsfrågor fram som ett exempel. MSB ansvarar för arbetet med översvämningsdirektivet. Boverket har ansvar för klimatanpassningen som relaterar till översvämningsfrågor i byggd miljö (Larsson, 2020), men även kommunerna har ansvar både när det gäller ny bebyggelse i och med detaljplaneprocessen och genom VA-huvudmannens ansvarar för regn med

upp till 10-30 års återkomsttid. Detaljplaner lokaliseras till lämplig mark utifrån bland annat översvämningsspektiv och skyfallsvägar, men utrymme och åtgärder för klimatanpassning i befintlig bebyggelse är inte alltid så lätt att få till.

Framtida klimats påverkan på Riddarfjärden Gemensamt för de båda klimatscenarier är att årsmedeltemperaturen och nederbörd kommer att öka. En sammanfattning av hur klimatscenarier RCP 4,5 och RCP 8,5 skulle påverka Riddarfjärden beskrivs nedan.

Årsmedeltemperaturen bedöms öka med 3 °C för scenario enligt RCP 4,5 och 5 °C vid scenario RCP 8,5, från årsmedeltemperatur på ca 6,6 °C för referensnormalperioden 1961-1990 (SMHI, u.å.). Detta skulle innebära att årsmedeltemperaturen i Stockholm vid RCP 4,5 får en ny årsmedeltemperatur på 9,6 °C och därigenom närmar sig dagens årsmedeltemperatur i Berlin på 10,1 °C. För RCP 8,5 skulle Stockholms årsmedeltemperatur bli ca 11,6 °C vilket ungefär motsvarar dagens årsmedeltemperatur i Paris på 11,7 °C (climate-data.org, u.å.). Dock kan noteras att redan 2020 var årsmedeltemperatur för Stockholm kommun (SMHIs mätstation Observatorielunden) rekordhöga 9,7°C.

Då den största uppvärmningen väntas ske under vintern skulle detta innebära en markant kortare snö och isperiod, samt att mer nederbörd skulle komma i form av regn än snö. Även antalet värmeböljor förväntas öka då antalet varma dagar blir fler. Med en varmare atmosfär följer högre avdunstning och där med ökar även nederbörden, dvs. årsmedelnederbörden förväntas öka i det framtida klimatet. För RCP 4,5 väntas årsmedelnederbörden öka med ca 20 % och för RCP 8,5 med upp mot 30 % men ökningen är inte jämnt fördelat över året. Störst ökning väntas under vinter och vår då RCP 8,5 förväntas kunna ge en ökning av nederbörd med upp till 40 %. Även dygns- och entimmes nederbörd förväntas öka med upp till 30 % för RCP 8,5, vilket skulle ge en ökning i vintertillrinning för Riddarfjärden på ca 50 % (SMHI, u.å. och Asp m.fl., 2015). Framtidsscenarioer visar på högre vinterflöden och minskade eller avsaknad av vårfloedstoppar.

Utöver förändringar temperatur och nederbörd medför ett förändrat klimat stigande havsnivåer och även ökande variation mellan år och över årstider vilket medförmer frekvent förekomst av extrema väderhändelser (SMHI, u.å.). Skulle flera händelser sammanträffa, som till exempel om Östersjön skulle ha en extremt hög nivå samtidigt som tillrinningen till Riddarfjärden är extrem från hela Mälarens avrinningsområde. Sker detta dessutom medan Stockholm utsätts för extrem nederbörd är riskerna överhängande för att nya rekordnivåer för Mälarens högsta vattenstånd kommer att noteras samt stora risker för negativa konsekvenser för samhället.

Konsekvenser för Riddarfjärden

Vattengenomströmningen i Riddarfjärden påverkas, som tidigare nämnts, till stor del av vattennivåerna i Mälaren och flöden från dess stora avrinningsområde. Detta innebär att Riddarfjärden kan få en större tillrinning i och med ökad nederbörd vid regn med exempelvis återkomsttid på 10, 20 respektive 100 år i jämförelse med andra lokala sjöar eller vattendrag i Stockholmsområdet. Flödena till och vattennivån i Riddarfjärden påverkas av eventuella klimatanpassningsåtgärder inom dess avrinningsområde så väl som klimatanpassningsåtgärder som genomförs, eller inte genomförs, i uppströms avrinningsområden.

En viktig faktor för vattennivåerna i Riddarfjärden är Mälarens tappningskapacitet till Östersjön, något som kan komma att få ökad vikt vid framtida klimatscenarier. MSB har i rapporten ”Konsekvenser av en översvämning i Mälaren” från 2018 beskrivit risken för översvämning i Mälaren idag som hög. Detta då tillrinningen till Mälaren ibland kan vara högre än kapaciteten för avtappning. Mälarens medelvattennivå ligger idag på +0.87 meter över havet (m ö. h.). Vid vattennivåer upp till nivån +1,4 m ö. h är det i huvudsak jord- och skogsbruk samt naturvårdsområden som riskerar skada, men vid vattennivåer över +1,4 m ö. h kan samhällsviktig verksamhet komma att slås ut, till exempel el, dricksvatten och avloppsrening men även bebyggelse så som byggnader och vägar riskerar att påverkas. Vid nivåer över +1,7 m ö. h berörs

större mängder av befolkningen, boende och arbetande kring Mälarens stränder och anslutande lågpunkter. Hundraårsnivån för Mälaren ligger idag på cirka +1,9 m ö. h, en nivå som skulle få stora konsekvenser för anslutande delar av bland annat Kungsholmen och Gamla Stan (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2018).

Skillnaden i vattennivå mellan Mälaren och Saltsjön är nödvändig dels för möjligen att tappa vatten ur Mälaren men även för att undvika inträngning av saltvatten. Bygget av nya Slussen kommer ge ökad tappningskapacitet från Mälaren i jämförelse dagsläget då kapaciteten ökas från ca 800 m³/s till ca 2000 m³/s vilket medför att riskerna för höga vattenstånd och översvämning minskar (Stockholms miljöbarometer, u.å.). Detta tillsammans med den pågående landhöjningen i Stockholm bidrar till att motverka effekter av stigande havsnivåer. En landhöjning på ca 5,2 mm/år och en havsnivåhöjning på ca 3,8 mm/år ger en nettosänkning av havsnivån i Stockholmstrakten fram till ca år 2050 varefter havsnivåhöjningen sannolikt kommer att bli större än landhöjningen (Stensen m.fl., 2010).

Vi kan konstatera att klimatförändringar oavsett grad troligtvis kommer att medföra rubbningar av den hydrologiska cykeln med stora konsekvenser för samhället som blir särskilt kännbara i redan hårt exploaterade miljöer. Hur höga Mälarens nivåer kommer att bli i extrema fall och vilka konsekvenserna blir där av går inte exakt att förutspå. Utan att frossa i potentiella katastrofer konstateras att Riddarfjärden och dess avrinningsområde kommer påverkas och att framtida översvämningar troligen kommer bli mer och mer frekventa samt att de är förknippade med risker för boende, näringsidkare och olika tekniska system. Fastigheter, verksamheter och en stor del av infrastrukturen är anlagt under en tid då landhöjning och Mälarens avtappningskapacitet har ansetts ge ett tillräckligt skydd mot översvämningar. Idag vet vi att dessa förhållanden inte kommer att råda för evigt utan att samhället måste anpassas till ett mer extremt klimat än vad vi har idag.

Vi vet inte till vilken grad eller i vilken omfattning klimatförändringarna kommer att påverka oss

i framtiden, men vi kan utifrån SMHIs klimatscenarier med stor sannolikhet anta att översvämningar, värmeböljor och skyfall kommer bli allt vanligare och mer extrema i framtiden. Detta kommer att ställa stora krav på klimatanpassning av våra städer, där bland annat fastigheter, infrastruktur, tekniska system och viktig samhällsservice måste anpassas och förberedas för att säkerställa en trygg och säker stad för människor och miljö under överskådlig tid.

Klimatanpassning i VA-sektorn

Vi står inför stora utmaningar med framtida klimatförändringar därför är det av stor vikt att samhället, forskare och privata aktörer på alla nivåer gemensamt arbetar för att genomföra åtgärder för klimatanpassning och riskbedömningar av exempelvis de översvämningar som kommer att inträffa i framtiden så att konsekvenserna kan minimeras till en acceptabel nivå. En viktig del i arbetet med att hantera klimatförändringar handlar om att minska nationella och internationella utsläpp men en annan viktig del är att samhället på lokal nivå kommer tvingas till stora anpassningar.

Många av de stora utmaningar vi står inför har kopplingar till VA-sektorn. Hanteringen av alla typer av vatten i en stad är en komplex fråga och utöver traditionella utmaningar med flöden och föroreningar med risk för att skada människors hälsa, miljön och teknisk infrastruktur råder stora osäkerheter kring framtiden. När och hur kommer de första riktigt extrema händelserna att inträffa? Att inte veta när något skall ske kan medföra en risk i sig, till exempel för att åtgärder och investeringar skjuts på framtiden. För många av de städer som kommit långt med sitt åtgärdsarbete har en extremväderhändelse varit det som satt fart på arbetet. Att vi i förväg inte vet till vilken grad eller på vilket sätt verkligt extrema händelser kommer att ske gör det även svårare att hitta rätt nivåer och metoder för design av åtgärder.

I dagsläget används vanligen ett deterministiskt synsätt vid dimensionering av dagvattensystem som baseras på regn-återkomsttider. I Sverige används vanligen 10, 20 eller 30 årsregn för dimensionering av dagvattensystem och 100 årsregn för

skyfallshantering med en klimatfaktor på 1,25 (Svenskt Vatten 2016, 2011). Detta är ett förenklat tillvägagångssätt som inte tar hänsyn till komplexiteten i dagvattensystem och potentiell påverkan på värdefulla tillgångarna inom området.

Problematiken kring kriterier för att designa dagvattensystem diskuteras i en artikel av Haghghatafshar m.fl., (2020) med titeln ”Paradigm shift in engineering of pluvial floods: From historical recurrence intervals to risk-based design for an uncertain future” där författarna menar att nuvarande designmetod är en ohållbar praxis som inte kan hantera den extrema osäkerhet som är förknippad med dagvattenhantering och möjlighet att hantera översvämningar i ett förändrat klimat och samhälle. Istället förespråkar författarna utveckling av ett riskbaserat synsätt. En riskbaserad design metod behöver utvecklas som tar hänsyn till osäkerheter, komplexiteten i klimat frågan och avrinning i stadsmiljö (Haghghatafshar m.fl., 2020).

Viktiga aspekter är då att:

- System skall fungera väl även vid extremt höga flöden och kraftiga regn
- Minimera risk för påverkan av känsliga områden med viktig infrastruktur samt att bestämma vilka störningar som kan anses acceptabla och till vilken nivå.
- Systemen har bra och tillräckligt snabb återhämtningsförmåga, även här måste det beslutas om vad som anses som en acceptabel tid för påverkan.
- Val av metod, rätt funktion på rätt plats avseende kvalitet och kvantitet.
- Hela livscykeln, från anläggning, via drift & underhåll till avveckling av en anläggning.

I samband med översvämningarna efter orkanen Katrina i New Orleans slogs stora delar av elnätet ut, något som fick förödande konsekvenser för bland annat sjukvård och räddningsarbete i New Orleans även långt efter att vattnet sjunkit undan (Walker, 2012). Detta visar på vikten av att ha robusta system som kan hantera extrema förhållanden, viktigt är även att dessa system har en god återhämtningsförmåga om de skulle kollapsa. Det

finns idag ett stort utbud av både beprövad och ny teknik för hantering av dagvatten. Oavsett val av metoder är det av vikt att mötet mellan teori och praktik blir lyckat varför rätt kompetens och ett arbetsklimat som uppmuntrar till innovativa lösningar en bra grund. Ett sätt att främja innovationer och mötet mellan teori och praktik kan vara en ökad andel entreprenader i samverkan där man arbetar tillsammans mot gemensamma mål.

För att tekniska lösningar skall vara långsiktigt hållbara är det viktigt att det finns genomtänkta lösningar för hela livscykeln avseende funktion och materialval, att de är korrekt uppförda i byggskedet, att det från början finns en tanke för omhändertagande av material och avfall från drift & underhåll samt demontering av anläggningar. Det är därför viktigt att hela kedjans nyckelpersoner har tillräckligt med kompetens. Särskilda krav på utbildning eller certifiering för arbete med blå- grön infrastruktur kan vara att överväga. För att nå långsiktiga hållbarhetsmål inom VA-sektorn behövs tydliga strategier som gör det enkelt att göra rätt. För att samla och nå ut till berörda parter behövs en politiskt och finansiellt samlad strategi. För att åstadkomma detta behövs en genomtänkt och fungerande plan för vattenförvaltning (Jiménez m.fl., 2020) med strävan mot långsiktigt hållbar, robust och uthållig hantering av våra vattenresurser. Här behövs branschens aktörer med stöd av lagstiftning, genom policies och värderingar för att skapa dessa konkreta mål och strategier.

Sammanfattande diskussion

Vi står inför stora utmaningar med att anpassa våra samhällen för att möta framtida klimatutmaningar. Dessa utmaningar försvåras av komplexiteten i själva frågan men även genom vårt sätt att hantera frågan, med otydlig ansvarsfördelning, brister i finansiering, förvaltning och utförande. Forskning bör därför tillsammans med erfarenhet av arbete med dessa frågor, såväl teoretiskt som praktiskt, bidra ökad kunskap om tekniska lösningar. De berörda aktörerna bör även arbeta med hur vi minskar komplexiteten i systemen och skapa tydliga målbilder för att öka möjligheten att hantera dessa frågor på ett ansvarsfullt sätt.

Vi, författarna till denna artikel, har genom ett resonemang kring Riddarfjärden identifierat ett flertal nyckelfaktorer som vi anser kan förenkla skapandet av ett hållbart klimatanpassat samhälle, där de viktigaste är att förutsättningar skapas för att pröva nya innovativa tekniska lösningar. För detta krävs tydlighet i ansvarsfördelning och finansiering för hela processerna från utveckling till anläggande och drift, samt politisk vilja att förändra. Riskaspekten bör beaktas i alla led inklusive dimensionering. Strategier där alla berörda aktörer samarbetar behövs för att skapa robusta system som bidrar till att ge städer ökad motståndskraft mot extrema väderhändelser. Där är en del utformningen av robusta dagvattensystem som minimerar risker och är integrerade i en cirkulär ekonomi. Ett stort ansvar vilar därför på oss som idag är verksamma i olika delar av vattensektorn att förmedla vår kunskap och bidra till ett framtida klimatsäkert samhälle, men även på våra folkvalda som har ett stort ansvar i att ge oss de bästa tänkbara förutsättningarna för att hantera dessa utmaningar. Blå-gröna dagvattenlösningar och långsiktig hållbarhet får inte bara bli ord utan måste överföras till verkligheten i en ansvarstagande framgångsrik process för hanteringen av vårt utmanande framtida klimat.

Referenser

- Svenskt vatten (2016) Avledning av dag-, drän- och spillvatten, Publikation P110.
- Svenskt vatten (2011) Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Publikation P104.
- Larsson, R. (2020) Vem värnar våra vatten? – en pandemisk parallell / a critical view of water management in Sweden – same same as with Corona?. VATTEN-Journal of Water Management and Research 76:4.
- Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Berglöv, G., Björck, E., Johnell, A., Mårtensson, J.A., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H., Sjökvist, E. (2015) Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier, KLIMATOLOGI Nr.
- climate-data.org (u.å.) Klimat Europa: Temperaturer, klimat grafer, klimat tabeller för Europa - Climate-Data.org [WWW Document]. URL <https://sv.climate-data.org/europa/> (accessed 5.7.21).
- Haghighatafshar, S., Becker, P., Moddemeyer, S., Persson, A., Sörensen, J., Aspegren, H., Jönsson, K. (2020) Paradigm shift in engineering of pluvial floods: From historical recurrence intervals to risk-based design for an uncertain future. Sustainable Cities and Society 61, 102317. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102317>
- Jiménez, A., Saikia, P., Giné, R., Avello, P., Leten, J., Liss Lymer, B., Schneider, K., Ward, R. (2020) Unpacking Water Governance: A Framework for Practitioners. <https://doi.org/10.3390/w12030827>
- Klimatanpassning.se (2020) Klimatanpassning i Sverige – en översikt | Klimatanpassning.se [WWW Document]. URL <https://www.klimatanpassning.se/vem-gor-vad/overblick-klimatanpassning/klimatanpassning-i-sverige-en-oversikt-1.161178> (accessed 5.5.21).
- Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., Viklander, M. (2020) The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. Science of the Total Environment 709, 136125. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2018) Översyn av områden med betydande översvämningsrisk: enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker.
- SMHI 2021. RCP scenarier | SMHI [WWW Document]. URL <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914> (accessed 5.6.21).
- SMHI (u.å.) Klimatscenarier | SMHI [WWW Document]. URL <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier/info/haag#mod> (accessed 2.25.21a).
- SMHI (u.å.) Klimatscenarier | SMHI [WWW Document]. URL <http://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier/europe/rcp85/year/temperature> (accessed 5.7.21b).
- Stensen, B., Andréasson, J., Bergström, S., Dahné, J., Eklund, D., German, J., Gustavsson, H., Hallberg, K., Martinsson, S., Nerheim, S., Wern, L. (2010) Regional klimatsammanställning-Stockholms län. Rapport Nr 2010-78.
- Stockholm Vatten och Avfall (2021) Dagvatten | Stockholm Vatten och Avfall [WWW Document]. URL <http://www.stockholmvattnenochavfall.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/#/nulage-risker> (accessed 5.4.21).
- Stockholms miljöbarometer (u.å.) Mälaren - Riddarfjärden, indikatorer - Stockholms miljöbarometer [WWW Document]. URL <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/riddarfjarden/indicators/> (accessed 4.29.21a).
- Stockholms miljöbarometer (u.å.) Nya Slussen - ökad avtappning från Mälaren - Stockholms miljöbarometer [WWW Document]. URL <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/riddarfjarden/nya-slussen-okad-avtappning-fran-malaren/> (accessed 5.7.21b).
- Stockholms stad - Miljödataportalen (u.å.) Miljödataportalen - Stockholms stad [WWW Document]. URL <http://miljodataportalen.stockholm.se/> (accessed 5.3.21).
- Stockholms stad - Stadsledningskontoret (2020) Miljöprogram 2020-2023.
- Walker, G. (2012) Environmental justice: Concepts, evidence and politics, Environmental Justice: Concepts, Evidence and Politics. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203610671>