

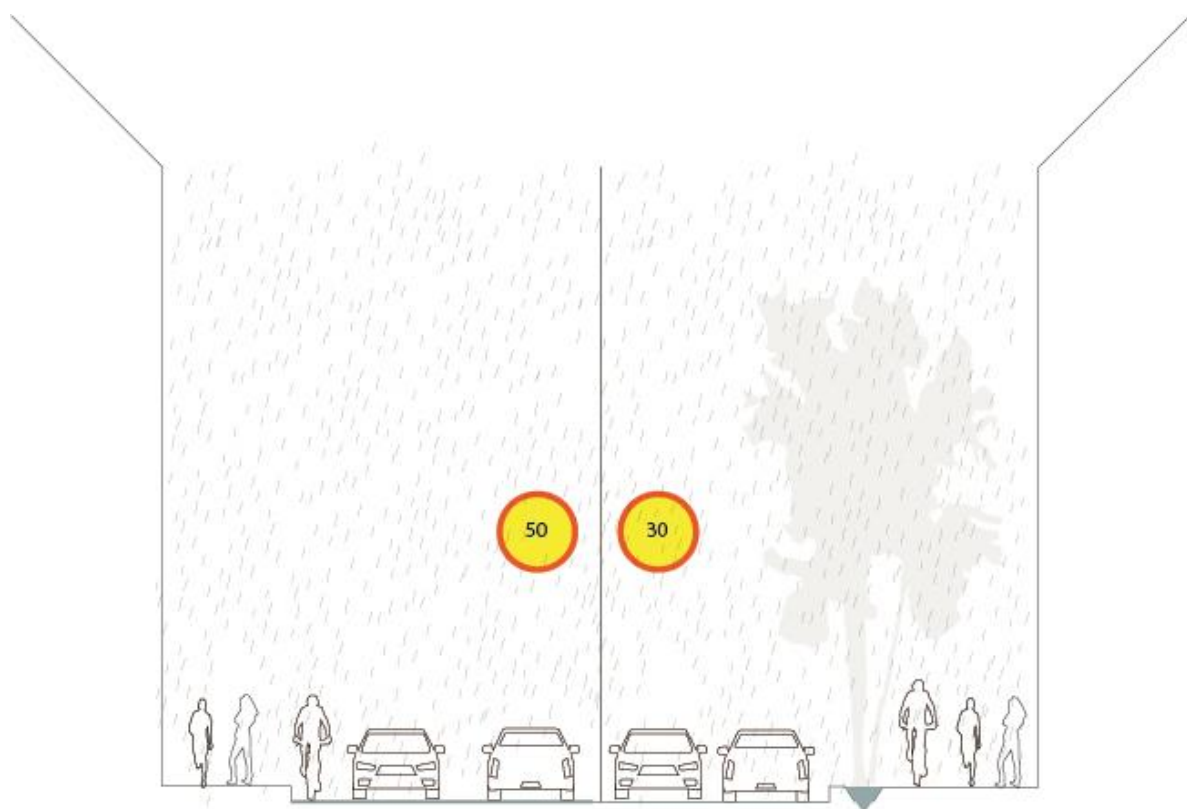
En förändrad dagvattenhantering i Göteborg

- Genom sänkt bashastighet för att möta klimatförändringarna

A changed stormwater management in Gothenburg

- Through lowered base speed in order to face the climate changes

Jacob Norström



Titel: En förändrad dagvattenhantering i Göteborg
- Genom sänkt bashastighet för att möta klimatförändringarna

Engelsk titel: A changed stormwater management in Gothenburg

- Through lowered base speed in order to face the climate changes

Jacob Norström

Handledare: Karl Lövvie, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Arne Nordius, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Jacob Norström

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Klimatförändring, Göteborg, Gatumiljö, Dagvattenhantering, Trafik, Skyfall.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Våra städer står inför stora utmaningar. Klimatförändringarna kommer att leda till en ökad frekvens och magnitud av skyfall som drabbar våra städer. I takt med att städerna växer skapas fler hårdgjorda ytor vilket ökar mängden dagvatten som följd av minskad perkolation. Dagens städer har ofta äldre dagvattenledningar som tenderar att bli överbelastade vid den högre mängden dagvatten som systemen måste hantera vid skyfall. En konsekvens av detta är bland annat bräddning och/eller översvämmade källare.

I samband med samhällets anpassning till klimatförändringarna sker också en förändring av bashastigheten för fordonstrafik i svenska tätorter. 2008 införde regeringen nya hastighetsintervaller som ligger till grund för det förslag om sänkning av bashastighet i tätort som nu är framtaget. Förslaget innebär en sänkning av hastigheten från 50 km/h till 40km/h i tätorten. Förslaget är ett led i samhällets förändrade syn på bilen och dess inverkan på stadsplaneringen.

I Göteborg arbetar staden både med anpassning för de ökade skyfallen till följd av klimatförändringen och planerar för att sänka hastigheten i de centrala delarna av staden. Genom att studera skyfallssimuleringar identifierades Kommendörsgatan vid Majorna i centrala Göteborg som lämpligt för att undersöka om det går att finna synergieffekter mellan klimatförändringarna och sänkningen av bashastigheten. Arbetet visar att det går att finna synergieffekter när Kommendörsgatan anpassas till att bättre hantera dagvattnet i samband med sänkningen av bashastigheten. Sänkningen av hastigheten på Kommendörsgatan från 50 km/h till 40 km/h medgör att 0,85 meter av vägbredden kan användas direkt till dagvattenhantering. Om parkeringsplatser utryms skapas för cykelbanor på båda sidor på gatan samt ytterligare 6,05 meter till exempelvis dagvattenhantering. Stöd för omfördelningen av gatans funktioner går att finna i Göteborg stads policydokument, vilka i likhet med rådande forskning framhäver de positiva egenskaper som blågröna-dagvattenfunktioner bidrar med i städer.

Abstract

Our cities face major transformations. Climate change seems to lead to increased frequency and magnitude of rainfall that will affect our cities. As our cities grow, more impervious materials (i.e. asphalt or concrete) are created, which increases the amount of stormwater as a result of reduced percolation. Today's cities often have older water pipelines that are overloaded by the higher amount of stormwater that the systems need to handle. This results in urban flooding and/or flooded basements. In connection with society's adaptation to climate change, a change in base speed in Swedish urban areas also occurs. In 2008, the government introduced new speed ranges which forms the basis of the government board's proposal to reduce the speed from 50 km/h to 40 km/h in the urban area. The proposal is a part of society's changed view of the car and its impact on urban planning. In Gothenburg, the city is adapting to the increased rainfall due to climate change and plans to lower the speed in its urban area. By studying rainfall simulations, Kommendörsgatan at Majorna in central Gothenburg was identified as appropriate to see if synergies between climate change adaption and the reduction of base speed can be found. The paper shows that synergy effects can be found when Kommendörsgatan is adapted to better manage the stormwater in connection with the reduction of base speed. By reducing the speed of the street from 50 km/h to 40 km/h, 0.85 meters can be used directly for stormwater treatment. Furthermore, the paper shows that a redistribution of the streets functions, where parking spaces are removed space for bicycle lanes on both sides of the street, will create and another 6.05 meters for storm water management. Support for the redistribution of the streets functions can be found in Gothenburg's city council's policy documents, which, in accordance with current research, emphasize the positive features that blue / green water features contribute to cities.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Abstract	4
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och mål	8
1.3 Frågeställning	8
1.4 Material och metod	8
1.5 Avgränsning	9
1.6 Disposition	10
2. Bilismens inverkan på stadsbyggnaden	10
2.1 Bilen som stadsplaneringsverktyg i Sverige	10
2.2 SCAFT, TRÅD och TRAST	11
2.3 Bilen inverkan i dagens samhälle	12
3. Klimatförändringar, nuvarande och kommande påverkan i stadsmiljön	14
3.1 Konsekvenser av klimatförändringarna på dagvattnet	14
3.2 Historiska konsekvenser av skyfall	15
4. Dagvatten	15
4.1 Nuvarande ledningssystem i Sverige	16
4.2 Alternativ till de konventionella ledningssystemen	16
4.3 Strategier för att ta hand om dagvatten	18
4.4 Samverkan av dagvattenstrategier	18
4.5 Biofilter, regnbädd eller raingardens?	19
5. Vägbanebredder	20
6. Göteborg	21
6.1 Göteborg stad och dess klimatanpassning	21
6.2 Göteborg stads trafikstrategier	23
6.3 IWA	25
6.4 Skyfalls- och översvämningskartering	26
7. Analys	27
7.1 Kommendörsgatan	27
7.2 Diskussion	30
7.3 Framtida forskning	35
8. Referenser	36
8.1 Elektroniska källor	36
8.2 Tryckta källor	39

8.3 Elektroniskkorrespondens	41
8.4 Bild och figurförteckning.....	41
8.5 Kartunderlag.....	42

1. Inledning

1.1 Bakgrund

FN:s klimatpanel IPCC fastställer i sin femte utvärderingsrapport att den mänskliga inverkan på klimatet är bevisad, att atmosfären och haven har blivit varmare (IPCC, 2014). En effekt av det varmare klimatet är en ökad frekvens och mängd av nederbörd i Sverige. Därmed finns det ett behov av att anpassa dagvattenhanteringen efter de nya vattenflödena. Samtidigt sker en förändring av städernas gator, vilka tidigare var designade för biltrafik, men nu i allt högre utsträckning börjar anpassas för andra typer av transporter såsom gång, cykel- och kollektivtrafik (Göteborg stad, 2014b). I samband med anpassningen av trafiken kan hastigheten på vägarna sänkas, vägbanorna smalnas av och den vunna vägbredden nyttjas åt förebyggande åtgärder mot framtida nivåer av ökat flöde av dagvatten till följd av fler skyfall.

Dagens städer är starkt präglade av modernismens ideal med exempelvis funktionsuppdelade områden. En av modernismens idéer var att bilen skulle göra människan fri. Idéer kom att prägla utformningen av våra gaturum med till exempel dubbelfiliga stadsgator för att skapa plats för ett ökande antal bilar (Hall, 2014). Diskursen idag är snarare att begränsa privatbilismen. Negativa konsekvenser av bilens övertagande av våra stadsrum som lyfts fram är luftföroreningar, buller och ojämlik gatustruktur. Allt fler städer sänker hastigheterna på sina gator från 50 km/h till 30-40 km/h (Regeringsbeslut 2016-09-01). Sänkningen gör att gaturummet som bilen disponerar kan minskas (Vägverket & svenska kommunförbundet, 2004) (Trafikverket & Sveriges kommuner och landsting, 2012). Vidare har 1900-talets breddning av vägar och förtätning av stadsrummet berövat oss många gröna kvaliteter i städerna. Den nyvunna fria ytan som hastighetssänkningen möjliggör skapar plats för gröna och/eller blå inslag i stadsrummet. Samtidigt som detta sker tvingas städer att anpassa sig till ändrade klimatförändringar eftersom infrastrukturen från mitten av 1900-talet inte längre klarar av att hantera de nya problemen med exempelvis ökad nederbörd som klimatförändringarna för med sig (Ishimatsu et al. 2017).

Göteborg har för avsikt att sänka bashastigheten i staden från 50 km/h till 40 km/h och att anpassa staden till klimatförändringarna. Därmed blir Göteborg ett bra exempel att studera eventuella korrelationer mellan bilismen, klimatförändringar och dagvatten. Arbetet syftar till att visa om det går att lösa problematiken med ökad nederbörd till följd av klimatförändringarna och bilismen genom dagvattenhantering.

Genom att studera hur dagvattnet kan fördröjas genom blågröna lösningar innan dagvattnet når ledningssystemen, syftar uppsatsen till att ta ett helhetsgrepp över några av de problem som dagens urbana samhälle står inför, såsom ökad nederbörd, högre temperatur, föroreningar i dagvattnet och minskade grönytor.

1.2 Syfte och mål

Uppsatsen syftar till att öka förståelsen för hur framtidens gaturum kan förvaltas och omstruktureras för att bemöta de utmaningar som klimatförändringarna, den ökade befolkningen och behovet av andra transportmedel innebär.

Målet för uppsatsen är således att studera hur Kommendörsgatan i Göteborg kan omfördela sin ytanvändning för att möta ovannämnda utmaningar.

1.3 Frågeställning

Arbetet avser att svara på följande frågeställningar:

Hur kan städer anpassa sin dagvattenhantering för att bättre möta klimatförändringarna genom att omfördela ytanvändningen på sina gaturum?

- Kan Kommendörsgatan i centrala Göteborg få en bättre dagvattenhantering genom förändrad ytanvändning av gaturummet till följd av hastighetssänkningen från 50 km/h till 40 km/h?
- Går det att anpassa gatustrukturen på Kommendörsgatan till förmån för cykel, gångtrafikanter och till nackdel för bilen och finns det stöd för omfördelningen av strukturen hos Göteborg stad?

1.4 Material och metod

Uppsatsen inleds med en litteraturstudie som ligger till grund för analysen. Den empiriska delen är en kvantitativ analys av litteraturen på området. Patel och Davidsson menar att den kvantitativ inriktade forskningen riktar sig till att förklara ”vilka är relationerna”, till skillnad från den kvalitativt inriktade forskningen som vill förklara ”vad är detta” (Patel & Davidsson, 2017).

Materialet från litteraturstudien är hämtade från sökningar från SLUs biblioteks söktjänster som Libris och Primo men även söktjänster som Google.se har använts. Även avhandlingar och examensarbeten rörande klimatförändringar, bilens inverkan på stadsrummet och

gatubredder har studerats. Vägbanebredderna är hämtade från en CAD-fil som Göteborg stad har tillhandahållit. Delar av uppsatsen är hämtade från en uppsats som författaren skrivit i en tidigare kurs (LK0175) som behandlade samma ämnesval men där uppsatsen syftade till att svara på frågor rörande Helsingborg stad.

Majoriteten av de källor som använts till arbetet är vetenskapliga artiklar (peer reviewed) mestadels hämtade från internet men även faktaböcker har använts. Övriga källor som använts kommer från kommuner, myndigheter, offentliga utredningar och tjänsteutlåtanden som alla har bedömts som trovärdiga.

1.5 Avgränsning

Arbetet är avgränsat i geografisk mening till Göteborg och Kommendörsgatan i området Majorna. Avgränsningen har skett genom studie av Göteborg stads skyfallskartering där en gata med förutsättning för att få en förändrad gatustruktur valts ut. I urvalet för att ta fram en lämpliga gata togs hänsyn till var dagvattnet ackumuleras (se figur 4) och var ytanvändningen av gaturummet var möjligt att omfördela från bilen till cykel och gångtrafikanter. Arbetet har som fokus att utforska synergieffekterna mellan anpassning till klimatförändringar och ett förändrat fokus på bilen och bilismen i stadsplaneringen. Kostnader eller tekniska beskrivningar tas inte upp i arbetet, utan fokus ligger på att utreda om det är möjligt att skapa plats för dagvattenlösningar på Göteborgs vägar genom fysiska lösningar i gaturummet. Vidare har inte eventuella begränsningar i ledningar undermarken undersökts. Premissen för arbetet är ett scenario med sänkt bashastighet från 50 km/h till 40 km/h.

Branschorganisationen Svenskt Vatten tar fasta på att VA-huvudmannens ansvar ligger på 10-30 års regn, kraftigare nederbörd än så ansvarar kommunen för (Svenskt Vatten, 2016).

Analyserna som ligger till grund för uppsatsen hämtas från Göteborg stad (Dahl, u.å.) där staden simulerat påverkan av ett 100-årsregn och ett 500-årsregn. SMHI definierar ett 100-årsregn som ett regn som har en procents sannolikhet att inträffa under ett enskilt år under 100 år. Dock är den ackumulerade procentsatsen 63 procent under 100-år. Det vill säga: under en 100-årsperiod är sannolikheten att ett 100-årsregn överskrider 63 procent (SMHI, 2018). I uppsatsen avhandlas endast 100-årsregnet. Ett 100-årsregn definierar Göteborgs stad med en varaktighet på 6 timmar, en totalvolym på 101 milliliter och med en delvolym à 30 minuters intervall på 53 milliliter (Dahl, u.å.).

1.6 Disposition

Första delen av litteraturstudien skildrar bilismens inflytande på gatustrukturen i städerna och hur den politiska-/tjänstemannasynten på bilen och de konsekvenser som den synen fört med sig kom att ändras under 1900-talet. I den andra delen av litteraturstudien avhandlas klimatförändringarna, dess påverkan på den framtida nederbörden och de konsekvenser (exempelvis ekonomiska) som de förändringarna kan medföra för våra städer. Den tredje delen tar upp dagvattenfrågan och lyfter fram olika sätt att hantera denna. Den sista delen av studien fokuserar på Göteborg stad och lyfter fram stadens visioner och planer på hur dels dagvattnet ska hanteras, dels frågan om hastighetssänkning på stadsgatorna. Även parkeringspolicy och grönsstrukturpolicy diskuteras i avsnittet.

Fakta från litteraturstudien appliceras på en exempelgata i Göteborg, utvald genom stadens skyfallssimulering. Med gatan som objekt undersöks om arbetets problemformulering kan besvaras.

2. Bilismens inverkan på stadsbyggnaden

För att förstå problematiken kring de hårdgjorda ytorna som genererar allt mer dagvatten är det centralt att få en övergripande bild över bilismen och med den de hårdgjorda ytornas dominans i våra städer. Nästan överallt i våra städer är gående och cyklister förpassade till sidan av vägarna medan bilarna susar förbi. Många menar att bilvägar skär som öppna sår genom våra städer och skapar barriärer mellan människor.

2.1 Bilen som stadsplaneringsverktyg i Sverige

Efterkrigstidens Sverige, skonat från andra världskrigets bombningar, upplevde den högsta biltätheten i hela Europa under 1950-talet. Problem med bland annat bilrelaterade olyckor och trångboddhet ledde till att stadskärnorna fick anpassas till ”framkomlighet och tillgänglighet” där äldre bostadskvarter ersattes med parkeringshus och handelslokaler. Förebilden för stadsplaneringen kom från USA dit flera forskare och politiker reste på studiebesök för att dra lärdomar (Nyström & Tonell, 2012).

I Sverige uppstod bilismens inverkan på stadsbyggnaden ur en politisk vilja. Framför allt från Socialdemokraterna som i efterkrigstiden ville att alla medborgare skulle äga en bil och att hela Sverige skulle bli motoriserat (Wahl & Jonsson, 2008). Det fanns även andra orsaker till viljan att förändra städerna, bland annat trångboddheten, där Miljonprogrammet (1965-1974) kanske är det mest kända exemplet men även för att skapa plats för bilen likt exemplet i USA

då bilrelaterade olyckor och trängsel började bli ett problem i Sverige (Nyström & Tonell, 2012) (Hall, 2014). 1953 revs delar av dåvarande Norrmalm i Stockholm för att bygga den första av fem *Hötorgsskrapor*. 400 byggnader revs och ersattes av 100 nya byggnader för att göra plats för modernismens ideal (Hall, 2014). Göteborg följde samma exempel som Stockholm. Flera äldre områden i centrala Göteborg revs för att göra plats för en mer storskalig byggnation där mindre innergårdar i centrala delar av staden ersattes med storgårdar och storskalig infrastruktur (Göteborg stad, 2014a). Den nya infrastrukturen krävde att allt fler människor nyttjade bilen som transportmedel vilket skapade en stor frihet för individen. Den friheten kom att kräva allt fler trafikleder vilket i sin tur kom att leda till nya planeringsnormer. På 1960-talet kom de statliga parkeringsnormerna som behövde uppfyllas för att få statliga bostadslån. Per Lundin för en utläggning i sin avhandling *Bilsamhället* om att det framför allt var parkeringsnormerna som kom att initiera de stora rivningarna i stadskärnorna. Det fanns helt enkelt inte plats för de högt ställda parkeringsnormerna på kvartersmarken i de centrala delarna av städerna utan rivning av centrumbebyggelse var tvungen att ske för att tillgodose all den parkeringsplats som behövdes (Lundin, 2008).

2.2 SCAFT, TRÅD och TRAST

1969 kom trafikplaneringsprogrammet SCAFT1968 få stor betydelse för den funktionsuppdelade staden. Den tidigare trafikplaneringen på 1950-1960-talen präglades av en vilja att öka rörligheten med bil, cykel och gångtrafik. Det var även i dessa tidiga trafikplaner som kollektivtrafiken började få mer utrymme (Wahl & Jonsson, 2008). SCAFT1968 tog fram riktlinjer för trafikseparering av bil, gång och avskaffande av trottoarer. Exempelvis skulle ingen ha längre än 100 meter från bostaden till parkeringsplatsen vid nybyggnationer, allt för att få ner olyckstalen genom trafikseparering istället för restriktioner av bilismen (Nyström & Tonell, 2012). En konsekvens av trafiksepareringen och nya trafikleder blev att stora avstånd skapades mellan hemmen och målpunkterna. Det tidigare koncentrerade boendet i de centrala delarna av städerna började att ersättas med nybyggnationer i förorterna (Wahl & Jonsson, 2008). I slutet av 1960-talet började de negativa konsekvenserna av ett stadsbyggande med allt för stort fokus på bilen att bli tydliga. Betongförorter, rivna stadskärnor, genomfartsleder och ändlösa parkeringsplatser var många svenskars vardag (Lundin, 2008). I takt med att människor fick upp ögonen för den medvetna planeringen för bilismen började nya riktlinjer och normer växa fram som nu var kombinerade med ett miljötänkande. Biltrafiken skildrades allt mer som negativ och en källa till buller och miljöförstöring (Nyström & Tonell, 2012). Att det skedde en motreaktion mot bilen under

1960-talet har sin grund i de sociala rörelser som kom att prägla 60-talet och forma det svenska samhället. I de nya rörelserna var miljön en av de centrala frågorna som fått sitt uppvaknande genom böcker som *Tyst vår* skriven av författaren och biologen Rachel Carson 1963 (Lundin, 2008).

1982 utkom en ny trafikplaneringsplan i form av TRÅD82 som uppdatering till SCAFT. TRÅD82s implementering i stadsmiljön, avsåg tillskillnad SCAFTs inte kräva den rivning som ofta krävdes för att implementera SCAFTs åtgärder. I TRÅD82 sågs inte bilen som den självklara normen utan alla transportslag (bil, kollektivtrafik, cyklister och gångtrafikanter) skulle ses i relation och kontext till varandra. TRÅD82 präglades av oljekrisen 1973. Oljekrisen kom att skapa en renässans för kollektivtrafiken på grund av de höga bensinpriserna (Wahl & Jonsson, 2008).

I Sverige tog Trafikverket tillsammans med Sveriges kommuner och landsting fram planeringsverktyget ”Trafik för en attraktiv stad” (TRAST) 2004 (ibid.). Syftet med TRAST var att skapa en övergång mellan olika sektorer inom samhällsplaneringen för att få ett helhetsperspektiv i stadsbyggandet och genom det en attraktiv och hållbar stad (TRAST, 2015).

De tre olika planeringsverktygen SCAFT1968, TRÅD82 och TRAST visar den förändring som skett inom stadsplaneringen under 1900-talet andra hälft. Från att i princip enbart planera för bilen ledde sociala rörelser och världskriser till att förändra normen inom stadsplaneringen från bil- till kollektivtrafik och hållbarhet

2.3 Bilen inverkan i dagens samhälle

Under det senaste seklet ökade världens befolkning fyrfaldigt men jämfört med de motoriserade färdmedlen är ökningen låg då motoriserade färdmedel ökat med en faktor 100. Transportsektorn som helhet står för cirka 30 procent av världens totala energikonsumtion, och en stor del av luft-, jord- och vattenföroreningar. Transportsektorn kräver 25-40 procent av ytan i urbana områden i OECD-länder (varav 95 procent utgörs av vägar och fyra procent tas upp av järnvägen) och nästan tio procent i rurala områden. Siffrorna visar hur sammanflätad vårt samhälle är med bilen och hur beroende vi är av den. Bilens starka ställning till trots diskuteras huruvida världen har nått ”peak car”. Ökandet av bilanvändningen i urbana områden minskar till följd av olika faktorer såsom höjda

bränslekostnader, trängre stadsrum och bland annat ny politik som främjar kollektivtrafik har resulterat i att bilens dominans i urbana områden minskat (Berger et al. 2014). Inte minst märks bilens minskade dominans i Sverige genom Trafikverkets dokument *Styrmedel och åtgärder för att minska transportsystemets utsläpp av växthusgaser – med fokus på transportinfrastrukturen*. I dokumentet påminner Trafikverket om regeringens vision om att Sverige ska ha en fossiloberoende fordonsflotta och vilka förändringar som krävs för att nå dem. Bland annat måste biltrafiken minska, det måste skapas mer funktionsblandade städer, möjligheten för att cykla och gå måste öka och kollektivtrafiken måste förbättras. Anledningen till satsningen på transportsektorn är att den står för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser varav 95 procent härrör från vägtrafiken. Bilen som privattransportmedel behöver minskas till förmån för kollektivtrafik, gång och cykel då bilen i det lokala trafiknätet står för 73 procent av resorna under en mil (Trafikverket, 2016).

Under 1990-talet började studier visa att framför allt ungas tankar om bilen, som statusmarkör och brott mot ungdomen, att ändras. Antalet unga som tar körkort och skaffar bil är färre än tidigare och de som tar körkort gör det senare upp i åldrarna (Wahl & Jonsson, 2008). Trendbrottet hos unga till trots är bilen och bilindustrin fortfarande en maktfaktor i vårt samhälle. Charlotte Wahl och Lisa Jonsson skriver att:

”I Sverige räknar man med att bilismen [...] sysselsätter tio procent av alla yrkesverksamma människor. Samhället har därför blivit känsligt för förändringar som rör bilismen” (Wahl & Jonsson, 2008, s. 22).

Även om det skett en tankeomställning av bilens roll i dagens samhälle är det dock viktigt att poängtera den frigörelse, både personlig och ekonomisk men framför allt geografisk som bilen skapat åt människan (Wahl & Jonsson, 2008). Att förstå bilens roll i var människas hem är centralt för att förstå hur planerare kan börja röra sig mot städer där bilen tar en mindre yta än vad den gör idag.

Bilismens påverkan på planeringen och utformningen av våra städer är tydlig. Inspirationen och modellen kom från USA dit akademiker och tjänstemän reste för att hämta inspiration till lösningen på hur Sverige skulle moderniseras in i 1900-talet. Bilen sågs som dels ett instrument för ett ökande av individens frihet men även som en drivkraft för ekonomin. Flera

olika uppfattningar om hur bilen skulle påverka stadsbilden har rått under andra hälften av 1900-talet, från modernismens ideal till dagens synsätt där bilen allt mer framstår som någonting som bör begränsas, inte minst av miljömässiga skäl. Bilen har spelat en stor roll för de klimatförändringar vi nu ser. Hur kommer de klimatförändringarna att påverka vår stadsmiljö?

3. Klimatförändringar, nuvarande och kommande påverkan i stadsmiljön

IPCC fastställde 2014 klimatförändringarna (IPCC, 2014). Hur påverkar klimatet våra städer idag? Vad visar forskningen på att klimatförändringarna kommer att drabba våra städer i framtiden?

Delar av nedanstående avsnitt är hämtad från en tidigare uppsats som författaren skrivit.

3.1 Konsekvenser av klimatförändringarna på dagvattnet

I artikeln *Storm water management* skriver Haghhighatafshar et al. 2014 hur den globala uppvärmningen kommer att leda till mer frekventa och intensivare regn. Foster och Olsson menar att den förändring av nederbörd som kommer att ske beror på den högre temperaturen i luftlagren som den globala uppvärmningen genererar. Den högre temperaturen gör att luftlagren kan hålla mer relativ fuktighet (vattenånga) och öka risken för kraftigare och frekventare nederbörd. I urbana miljöer med högre andel hårdgjorda ytor kommer den ökade nederbörden att generera mer dagvatten (Olsson & Foster, 2013). Förändringen i nederbörden är problematiskt då dagvattenledningarna inte är designade för att hantera extrem nederbörd (Haghhighatafshar et al. 2014). Stahre skriver i *En långsiktig dagvattenhantering* att den ökade nederbörden skapar en snabbare avrinning och starkare flödestoppar av dagvattnet (Stahre, 2004). I takt med att våra städer växer överbelastas allt oftare dagvattenledningarna vilket kan leda till översvämningar och utsläpp av orenat avloppsvatten vid kraftig nederbörd, även kallat bräddning i kombinerade ledningssystem (Stahre, 2004).

Samtidigt som Haghhighatafshar et al. 2014 lyfter problemen med de framtida klimatförändringarna pekar författarna även på en osäkerhet om det framtida vädret som gör det svårt för politikerna att fatta rätta beslut om klimatåtgärder. Extremväder inträffar relativt sällan vilket skapar svårigheter att vidta nödvändiga åtgärder för att anpassa dagvattensystemen (Haghhighatafshar et al. 2014). Även Olsson et al. skriver att det finns en stor osäkerhet om hur mycket mer nederbörd och extremväder det kommer att bli i framtiden.

Alla projektioner tyder på att det kommer att bli en ökning, dock osäkert hur stor denna ökning kommer att bli (Olsson et al. 2013). Semadeni-Davies et al. framhåller även att framtidens väder är svåra och förutspå och skriver: "futuology is a dangerous game" (Davies - Semadeni et al. 2008).

3.2 Historiska konsekvenser av skyfall

Klimatförändringarna kan leda till fler och intensivare stormar vilket i sin tur kan leda till ökade skador och kostnader för samhället. Under 2014 drabbades Malmö av ett intensivt regn som översteg ett 100-årsregn i dignitet med stora problem som följd såsom översvämmande källare och vägar. Kostnaden för skyfallet i Malmö beräknas till cirka 600 miljoner kronor. Dock hamnar skyfallet i Malmö i skymundan jämfört med skyfallet som drabbade Köpenhamn 2011. Under två timmar föll det lika mycket nederbörd som det normalt faller under två månaders regn under julimånad. De materiella skadorna blev extremt stora och beräknades till ca 600 miljoner euro. Skyfallet i Köpenhamn klassificeras som ett 1000-årsregn. Samma mängd vatten föll även på Orust 2002, dock under tolv timmar jämfört med Köpenhamnsregnets två timmar vilket gör att skyfallet klassificeras som ett 100-årsregn. Skadorna av skyfallet på Orust beräknas ha kostat 123 miljoner kronor (SOU 2017:42). I Danmark har staten tagit fram en plan för översvämningar i samband med bland annat nederbörd. Slutsatserna som Haghighatafshar et al. 2014 drar av planen är att medborgarna ska vara beredd på att hantera 10 cm översvämning utan att det ska orsaka skada på bostaden (Haghighatafshar et al. 2014) (Norström, 2017).

Att klimatförändringarna kommer att drabba våra städer med bland annat kraftiga skyfall med en högre frekvens än vad som sker i dag är troligt. De tre kraftigaste skyfallen under 2000-talet i Norden har kostat samhällen 6,7 miljarder kronor vilket visar på vikten av att våra städer anpassas till klimatförändringarna.

4. Dagvatten

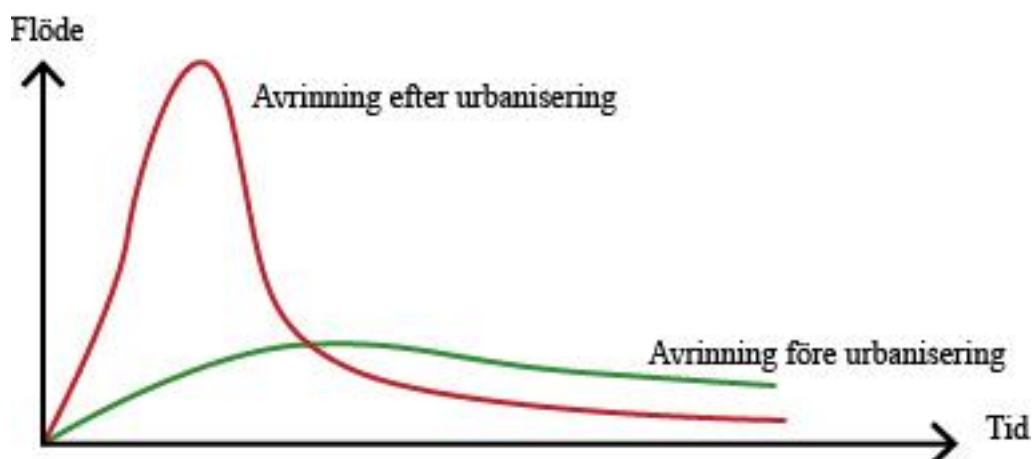
Den nederbörd som når våra hus och gator kallas för dagvatten. I takt med att städer förtätas och grönytor ersätts av hårdgjorda ytor ackumuleras dagvattnet i städernas dagvattenledningar. Ackumulationen kan skapa en överbelastning av ledningarna vid kraftiga flöden och leda till översvämningar och/eller bräddning.

4.1 Nuvarande ledningssystem i Sverige

Dagvatten definieras av Stockholm Vatten som; ”Dagvatten är regnvatten, smältvatten och spolvatten som via diken eller ledningar rinner ut i sjöar, vattendrag eller leds till avloppsreningsverken” (Stockholm Vatten, 2014). Nederbörden hamnar i ledningar och förs bort. Äldre ledningar (före 1950) byggdes gemensamma för både spillvatten och dagvatten. Efter 1960 byggdes ledningarna separerade från varandra i ett duplikatsystem (så kallade kombinerade system). Ett resultat av detta är att våra äldre städers centrala delar har ett gemensamt ledningssystem och de mer perifera delarna har duplikatsystemen (Stahre, 2004). I takt med att städerna växer måste ledningssystemen ta hand om allt mer dagvatten. I Skandinavien är dagvattenledningarna designade för att med hjälp av ledningsrör transportera bort dagvattnet från punkt A till punkt B och därigenom föra bort dagvattnet (Haghighatafshar et al. 2014). Systemet med enbart ledningsrör leder dock till stora problem vid översvämningar eftersom systemen tenderar att bli överbelastade och resultera i breddning (utsläpp av orenat avloppsvatten från reningsverk) eller upptryckning av avloppsvatten i källare vid duplikatsystem (Strahe, 2004). En lösning som lyfts fram är att skapa system som efterliknar naturens dagvattenhanteringssystem i staden genom en långsam transport av dagvattnet via uppsamlingsdammar till exempel gröna tak innan det når ledningsnäten (Haghighatafshar et al. 2014).

4.2 Alternativ till de konventionella ledningssystemen

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap skriver i sin rapport *Pluviala översvämningar* att ”i ett högexploaterat område kommer huvuddelen av årsnederbörden (kanske 80-90 procent) att avrinna i ett snabbt förlopp jämfört med omkring 30-50 procent från ett naturområde, i det senare fallet betydligt mera utjämnat i form av mark och grundavvattning” (MSB, 2013, s. 15), vilket återigen visar att ledningarna måste kunna hantera allt mer dagvatten jämfört med tidigare antaganden. Enligt Peter Strahe har den traditionella lösningen på dagvattenproblematiken varit att konstruera större ledningsrör. Den tekniken är kostsam och det tar tid innan den lösningen når full effekt. Istället lyfter Strahe fram alternativ till de konventionella ledningssystemen. Av figuren nedan framgår förhållandet mellan avrinningen i ett högexploaterat område och avrinningen från naturmark.



Figur 1. Figuren visar skillnaden i dagvattenflöde innan respektive efter urbanisering. Författarens skiss efter Stahre (2004).

Principen i alternativen är att fördröja dagvattnet lokalt innan det når ledningssystemet, *lokalt omhändertagande av dagvatten* (LOD) (Strahe, 2004, s. 10). Att koppla en blågrön dagvattenhantering till befintliga ledningar är ett effektivt sätt för kommuner att minska sina kostnader för dagvattenhantering (Ishimutsu et al. 2017). Genom att omhänderta dagvattnet och sänka hastigheten på ytavrinningen minskas risken för kraftiga flöden i dagvattnets riktning samt minskar risken för föroreningar via dagvattnet. Om detta görs genom en öppendagvattenhantering skapas även positiva bieffekter som möjligheter till fler gröna rum i städer. De öppna dagvattenhanteringarna är dessutom mer kostnadseffektiva än konventionella system och som dessutom ger ett lägre koldioxidavtryck under dagvattenlösningarnas livscykel än konventionella system (CIRIA, 2015).

Det finns även stora problem i världen med att dagvattnet i våra urbana städer är ofta förorenat av olika biologiska, kemiska och fysiska ämnen. Förorenat dagvattnet är den främsta transportkällan för föroreningar som når vattentäkter (Zgheib et al. 2012). Vidare har den urbana miljön med dess hårdgjorda ytor och minskade grönytor resulterat i att skapa varmare lokalklimat i städerna (så kallade "urban heat island effect"). Dessa kan leda till en ökad användning av klimatanläggningar (luftkonditionering), obekväma levnadsförhållanden och hälsoproblem under varmare perioder av året. Genom att använda öppendagvattenhantering och träd i den urbana miljön motverkas "urban heat island effect" (CIRCA, 2015).

Våra städer står inför stora förändringar i sin hantering av dagvatten. Stora delar av ledningssystemet som hanterar dagvattnet idag är kombinerade ledningssystem som inte

klarar av den ökade nederbörden som klimatförändringarna kommer att generera. Andra lösningar för att ta hand om dagvattnet krävs och det finns ekonomiska incitament för att implementera dem.

4.3 Strategier för att ta hand om dagvatten

Vad finns det för andra typer av lösningar än det konventionella ledningssystemet för att ta hand om dagvattnet?

I sin bok *En långsiktig hållbar dagvattenhantering* beskriver Peter Strahe fyra typer av strategier för en hållbar dagvattenhantering (även kallat blågröna-dagvattenlösningar):

1. Lokalt omhändertagande på privatmark
2. Fördröjning nära källan (allmän platsmark)
3. Trög avledning
4. Samlad fördröjning

Den första strategin handlar om att fördröja dagvattenavrinningen innan det når ut till det allmänna ledningsnätet. Detta kan ske genom infiltration på gräsmattor, gröna tak, genom perkloreringsmagasin (stenkistor) eller dammar. Fördröjning nära källan beskrivs som att fördröja dagvattenavrinningen innan det når det kommunala ledningsnätet. Fördröjningen kan likna den i strategi 1 med olika typer av infiltrationer, den viktiga distinktionen mellan strategierna är att det sker på allmän platsmark. Den tredje strategin, trög avledning av dagvatten (på allmän platsmark), beskriver Strahe som svackdiken, kanaler eller diken. Systemen beskrivs som öppna avrinningssystem i den bebyggda miljön som ofta ersätter de traditionella ledningssystemen. Slutligen, samlad fördröjning av dagvatten (på allmän platsmark) definieras som större anläggningar som ofta är integrerade i park eller naturområden såsom dammar, våtmarksområden eller sjöar (Strahe, 2004).

4.4 Samverkan av dagvattenstrategier

Enligt Haghighatafshar et al. finns det 2017 fortfarande viss tveksamhet hos beslutsfattare att investera på blågröna-dagvattenlösningar för att ta om hand om skyfall trots dokumenterad effekt. En av orsakerna till detta menar författarna kan vara bristen på forskning och studier av effekterna av blågröna-dagvattenlösningar (Haghighatafshar et al. 2018).

Haghighatafshar et al. bekräftar Peter Strahes strategier då författarna skriver att den bästa tillämpningen för blågröna-dagvattenlösningar är nära källan där dagvattnet kan ledas ut till

närmsta vattendrag. Dock kan det vara svårt i städer på grund av den hårda konkurrensen om ytan på gatorna där exempelvis parkeringsplatser ska konkurrerar med planteringsytor. Istället är det oftast mer lämpligt att dagvattenlösningarna i innerstäderna kopplas ihop med ledningsnätet vilket tar mindre plats än större dagvattenlösningar (exempelvis regnbäddar jämfört översvämningssdammar). I artikeln behandlar Haghigatafshar et al. Augustenborg i Malmö, ett område känt för sin dagvattenhanteringslösning, som efter sin ombyggnad visat sig klara av skyfall bättre än andra delar av Malmö. Artikeln visar att blågröna lösningar är effektiva genom att de fördröjer dagvattnet innan det transporteras vidare till ledningsnäten. Detta kan göras genom olika typer av fördröjning av dagvattnet genom exempelvis svackdiken eller dammar (strategi 2,3,4). Fördröjningen avlastar ledningsnätet nedströms som får ta emot mildare flöden av dagvatten vid skyfall än tidigare (ibid.).

Det effektivaste sättet att minska mängden dagvatten är att minimera andelen hårdgjorda ytor på framför allt privatmark. Den mängden dagvatten som rinner från privatmark måste omhändertas så nära källan som möjligt. Dagvattnet som inte kan omhändertas nära källan bör avledas i öppna dagvattenledningar som minskar fluktuationen i ledningarna genom att flödets hastighet sänks och en del av föroreningarna avskiljs. Slutligen, om dagvattnet inte kan tas om hand i de öppna dagvattenledningarna bör det tas om hand i fördröjningsanläggningar längst ner i flödeskedjan (Strahe, 2004).

4.5 Biofilter, regnbädd eller raingardens?

Biofilter/regnbädd/raingardens är alla tre olika typer av lösningar som efterliknar naturens fördröjning av dagvattnet som behandlats ovan. Biofilter finns i flera olika utföranden men kan och brukar användas till fördröjning av dagvatten. Dagvatten ackumuleras i bädden, filtreras sedan ner genom ett konstruerat jordlager för att sedan rinna ut genom dagvattenledningarna (Kazemi et al. 2011). De första biofiltren anlades i Maryland, USA där tanken var att omhänderta dagvattnet med hjälp av rening och fördröjning istället för att direkt via ledningar skicka ut dagvattnet till vattendragen. Resultat från försöket i Maryland var positiv och fick snabbt en stor spridning till resten av världen (Fridell & Jergmo, 2015). Forskning visar att biofilter kan öka biodiversiteten i urbana områden jämfört med traditionella grönområden såsom gräsmattor (Kazemi et al. 2011). Det är de första 15–25 millimeterna som kan antas fördröjas av ett biofilter. Resterande nederbörd får en senare del av ledningskedjan ta hand om. Vid en studie av ett biofilter i North Carolina, USA visade det sig att biofiltret behandlade 88 procent av den totala nederbörden och resterande tolv procent

bräddades till ledningsnätet. Det studerade biofiltret tog upp cirka fyra procent av en parkeringsyta vilket ligger inom den rekommenderade upptagningsytan på två till tio procent av arean som genererar dagvattnet (Fridell & Jergmo, 2015).

Att anta att en regnbädd/biofilter ska kunna hantera all nederbörd som faller vid ett 100-års regn är följaktligen inte rimligt. För att ta hand om de volymerna krävs en mycket större konstruktion exempelvis *torrdamm* (större sänka med infiltrationsförmåga som kan ta hantera större mängder dagvatten) (Fridell, 2018). Biofilter är istället designade för att jämna ut de flödestoppar som annars sker vid skyfall och som skapar problem i ledningsnäten. Systemet med öppendagvattenhantering bör anläggas hela vägen längs dagvattenkedjan genom LOD-principen och inte enbart i en avslutande del av flödet. Genom att anlägga biofilter/regnbäddar i gatan skapas även en möjlighet att reglera trafikhastigheten genom att anläggningarna byggs ut i vägbanan och fordonen tvingas att sänka hastigheten (så kallade "curb cuts") (CIRCA, 2015).

Biofilter är bara en typ av blågröna dagvattenlösningar som finns. Utvecklingen och implementeringen av dem går snabbt, mycket på grund av det ekonomiska fördelarna biofilter ger jämfört med att gräva ner ledningar. Andra argument är även de andra effekterna som blågröna dagvattenlösningar ger som ökad biodiversitet och sänkning av temperaturen. Det är inte rimligt att de blågröna dagvattenlösningarna ska ta hand om all nederbörd vid skyfall utan endast 15–25 milliliter. Resten får ledningsnäten ta hand om. Den viktiga principen för den här typen av "korta" dagvattenlösningar är att sänka dagvattenflödet så att fluktuationen i rören minskar.

5. Vägbanebredder

Nya hastighetssteg har införts i Sverige. Hur påverkar dessa vägbanebredderna? Finns det synergieffekter att finna i exempelvis hanteringen av dagvatten?

Regeringen införde 2008 nya hastighetssteg i Sverige i intervallet 30 km/h till 120 km/h (Trafikanalys, 2017). Syftet var att uppdatera vägnätet för att säkerställa nollvisionen samt att uppfylla de då gällande transportpolitiska delmålen (Proposition, 2006/07:73). Trafikverket bedömde att de ändrade hastighetsstegen skulle sänka dödligheten på vägarna och sänka koldioxidutsläppen (Trafikverket, 2012). 2012 redogjorde Trafikverket för alliansregeringen ett förslag om sänkt bashastighet i tätorter från 50 km/h till 40 km/h som regeringen valde att

inte ta beslut om (Andersson, 2016). 2016 gav den röd/gröna regeringen i uppgift till myndigheten Trafikanalys att utreda förslaget om sänkt bashastighet i tätorten (Regeringsbeslut 2016-09-01). I utredningen kom Trafikanalys med förslaget att bashastigheten i Sverige borde sänkas från 50 km/h till 40 km/h i tätort, ett förslag som regeringen i skrivande stund inte tagit ställning till. Om regeringen accepterar beslutsförslaget och en ny bashastighet införs i Sverige krävs det inte lika stor omskyltning av hastighetsskyltar som skulle krävts om kommunerna själva beslutar att sänka hastigheten då 40 km/h blir den ”normala” hastigheten innanför tätorten. Det ger ett ekonomiskt incitament för kommunerna att vänta med omskyltningen.

Vägbredden som används är väg- och gatuutformningens (VGU) figur 2.4–4 (Trafikverket & Sveriges kommuner och landsting, 2015) och 3–6 (Vägverket & Svenska kommunförbundet, 2004). Lastbils- och bilbredder är hämtade från Åke Löfqvist, specialist på vägutformning på trafikverket. Bredden på en lastbil är beräknad till 2,6 meter och personbil till 1,8 meter (Löfqvist, 2017). Med vägbanebredden $0,1+2,6+0,35+1,8+0,1=4,95\text{m}$ är det möjligt för en liten lastbil och en personbil att mötas utan hinder i en hastighet på 40 km/h (Trafikverket & Sveriges kommuner och landsting, 2015). För 50 km/h krävs bredden $0,4+2,6+0,6+1,8+0,4=5,8$ (Vägverket & Svenska kommunförbundet, 2004). Hastighetssänkningen frigör alltså $5,8 - 4,95\text{m} = 0,85\text{m}$. Gatan ska också inkludera två gång och cykelbanor (3m) i vardera riktning (Trafikverket & Sveriges kommuner och landsting, 2015). Total vägbanebredd blir således $3\text{m} + 3\text{m} + 4,95\text{m} = 10,95\text{m}$. Det innebär att på den valda gatan ((Kommendörsgatan, 17m bred) (Göteborg stad, 2018)) kan $17-10,95 = 6,05\text{m}$ frigöras för andra funktioner (Norström, 2017).

De nya hastighetsstegen gör att hastighetssänkningar kan bli verklighet i våra städer. En sänkning från 50km/h till 40km/h genererar att 0,85m av vägbanan kan användas för blågröna dagvattenlösningar. Förändras vägbanan (genom att bilparkeringar tas bort) till att mer vara anpassad till cyklism och gående och inte till bilismen kan 6,05m sparas.

6. Göteborg

6.1 Göteborg stad och dess klimatanpassning

Följande avsnitt syftar till att utreda möjligheterna till att applicera teorierna om hastighetssänkning och dagvattenhantering på Kommendörsgatan i Göteborg stad.

Göteborg är Sveriges näst största kommun med 564 039 invånare år 2017 (SCB, 2018). Topografin präglar stadsbilden av Göteborg. Skärgårdslandskapet med kuperat urberg kommer upp i dagen mellan dalgångarna och består av lermark (Björklund, 1992). Topografin skapar ett flöde av dagvatten från toppen av dalgångarna ner till Göta älv, kusten och dalarna. Likt Sverige i helhet vill Göteborg stad minimera trafikens miljöpåverkan. Göteborg vill anpassa staden till klimatförändringarna och ett av klimatomålen är att sänka stadens koldioxidutsläpp med 30 procent till 2020 från 1990-års nivåer (Göteborg stad, 2009a). För att nå klimatomålet krävs det att persontrafiken minskar med 20 procent till år 2020 (Göteborg stad, 2014b). I takt med anpassningen till klimatförändringarna ska staden bli mer attraktiv. Där anser Göteborg stad och att vatten och grönska har en stor roll som ett led i utformningen av den urbana staden (Göteborg stad, 2009b).

Som ett led i målet att göra staden mer attraktiv har Göteborg stad tagit fram ett grönstrategidokument som behandlar den gröna och blå strukturen i staden. I dokumentet skriver staden att träd-och vegetationsytor nära huskroppar sänker temperaturen och minskar bland annat behovet av uppvärmning (urban heat island effect¹). Kostnaderna för skyfall kan minskas drastiskt genom lokalt omhändertagande av dagvattnet och med hjälp av vegetation. Trädens arkitektoniska element lyfts fram som positiva inslag i staden samt deras förmåga att



Figur 2. Figuren visar Göteborg med omnejd. Pilen pekar ut Kommendörsgatan. © Lantmäteriet.

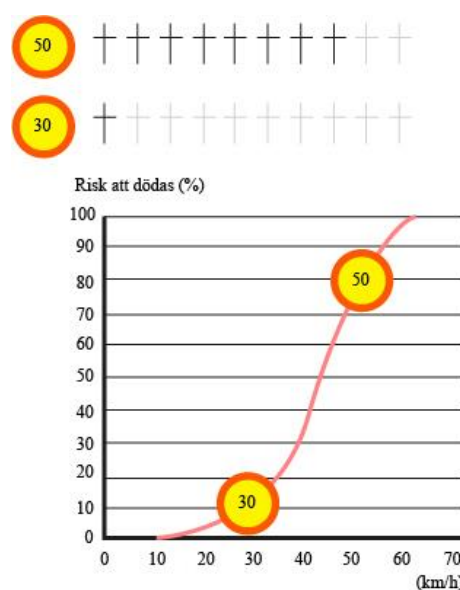
¹ Se avsnitt 4.2

minska blåsten (Göteborg stad, 2014a). Nyttan av ekosystemtjänster i den urbana miljön lyfts även fram och staden bedömer att det finns stora samhällsekonomiska fördelar i den grön- och blåstruktur som erbjuder klimatreglering, bullerdämpning, luft- och vattenhantering och biologisk mångfald. Längs cykelvägar mellan parker och grönområden kan anläggning av träd skapa gröna korridorer. Dessa hjälper växt- och djurliv att sprida sig i staden och korridorerna är även viktiga inslag i den hårdgjorda staden där de som gröna element hjälper till att skapa biologisk mångfald (ibid.). Vegetationens positiva inverkan för rening av förorenat dagvatten lyfts också fram av Göteborg stad där de skriver hur ”Luftföroreningar, som fastnat på hårdgjorda ytor som vägar och tak, sköljs bort med regnvattnet. Leds vattnet till öppna grönytor filtreras vattnet genom marken. Nedbrytande organismer har då möjlighet att fånga upp föroreningarna, istället för att de belastar våra dagvattensystem” (Göteborg stad, 2014a, s. 57).

Slutsatser från genomgången av Göteborg stads blågröna dokument visar på stadens vilja att förändra strukturen och att stadens idéer och mål stöds av den samtida forskningen.

6.2 Göteborg stads trafikstrategier

Ur översiktsplanen har Göteborgs stad tagit fram en trafikstrategi som slår fast tre mål för att utveckla staden. 1. ett lättillgängligt regioncentrum, 2. attraktiva stadsmiljöer och ett rikt stadsliv och 3. nordens logistikcentrum. För att nå målen måste cykel- och gångtrafiken öka på bekostnad av den motordrivna trafiken. För att klara av ökningen måste cykelbanorna byggas ut. Där krävs cykelbanor som både är separerade från den övriga trafiken och prioriterade i vägnätet. Väljer fler cykeln avlastas Göteborgs vägnät från bilen till förmån för kollektivtrafiken. Hastigheten i staden ska vara anpassad till en mänsklig skala för att skapa en attraktiv stadsmiljö, vilket kräver hastighetssänkningar i vissa områden med tätbebyggd miljö. Genom att sänka hastigheten blir färre skadade i trafiken (av figur 3 framgår det att dödligheten i trafiken minskar när hastigheten sänks från 50 km/h till 30 km/h), bullernivån sänks och det blir ett bättre samspel mellan trafikanter som kan leda till en ökad rörlighet på vägarna i staden. Trafikplanen tar även fasta på att staden ska effektivisera



Figur 3. Figuren visar krockvårdskurvan som visar risken för att dödas vid olika hastigheter. Författarens skiss efter Göteborg stad (2014b)

användandet av vägar och gator genom att minska biltrafiken. Minskandet av biltrafiken är tänkt att ske dels genom att påverka behovet (mobility management) men även genom att påverka hur fordonen tar sig fram i staden (transportinformatik) (Göteborg stad, 2014b). Detta betyder att Göteborg stad både vill förändra invånarnas beteende men även att försvåra användningen av bilen i staden.

Likt många andra städer anser Göteborg att det finns problem med bilen ur en ytanvändningssynpunkt och skriver ”fordon med hög hastighet kräver ett större utrymme, vilket medför att motorfordon upptar en förhållandevis stor areal per resande, och än mer om parkering läggs till” (Göteborg stad, 2014b, s. 46). Gaturummet kan omfördelas genom sänkta hastigheter och avsmalnande av körfält till fördel för bredare trottoarer som skapar en stad som är mer ”användarvänlig för barn, äldre och personer med funktionsnedsättning” (ibid.).

Sedan 2008 har flera kommuner tagit fram nya hastighetsprogram för att anpassa sig till de nya reglerna för hastighetsintervall. I Göteborg har staden gjort en hastighetsöversyn över stadens gator med syfte att skapa underlag för attraktiva och rikare stadsliv i staden. Genom hastighetsöversynen kan staden identifiera vilka fysiska åtgärder som krävs för att sänka hastigheten i staden och därmed skapa förutsättningar för säkra, trygga och levande gatumiljöer. I Göteborg stad har huvudgator och lokalgator med uppsamlande funktion inventerats. Av de inventerade gatorna har 90 procent hastighetsbegränsningen 50 km/h. Av dessa gator förslås 24 procent sänkas till 30 km/h, 48 procent sänks till 40 km/h och resterande 19 procent höjs från 50 km/h till 60 km/h. Staden uppskattar att kostnaden för hastighetsförändringen kommer att kosta staden cirka 100 miljoner kronor medan den samhällsekonomiska vinsten (exempelvis bullersänkningar) beräknas till 75 miljoner kronor. Beslutar regeringen om en ändrad bashastighet från 50 km/h till 30 km/h eller 40 km/h landar kostnaden för omskyltningen hos staten i stället för kommunen vilket sparar stora kostnader (Andersson, 2016). I mejlkorrespondens med Jonas Andersson, trafikplanerare vid Göteborg stad, framkommer det att Göteborg stad fokuserar sin hastighetssänkning från 50 km/h till 30 km/h till innerstaden, det vill säga den aktuella gatan i detta arbete inte kommer att få hastigheten sänkt från 50 km/h till 40 km/h i nuläget då gatan inte ligger i innerstaden (Andersson, 2018). Orsaken till detta är enligt lokalpolitiker i Göteborg att kommunen väntar på regeringsbeslutet som avhandlats i avsnittet Vägbanebredder (Sahlberg, 2016).

I Göteborg stads Parkeringspolicy skriver staden att ” Ytor som torg, gröna platser, förgårdar, vissa gator, kajer mm bör frigöras från bilparkering för att de som lever, arbetar och vistas i staden ska ges möjligheter till rekreation och så att Göteborg ska kunna utvecklas som en attraktiv stad” (Göteborg stad, 2009b, s. 13). Staden skriver även att de återigen ska ta det offentliga gaturummet i anspråk. Bland annat genom att se till att bilparkeringen i förstahand sker på kvartersmark (Göteborg stad, 2009b). I statens SOU 2003:67 har utredarna bland annat studerat andelen resande som väljer bil istället för kollektivtrafik. En av undersökningarna visar att om det finns gratis parkeringsplats vid arbetsplatsen tenderar 76 procent att använda bilen som transportmedel och sex procent kollektivtrafik. Vid scenariot väg, gata samt parkeringsavgift visar samma undersökning att 37 procent hade använt bilen och 36 procent använt kollektivtrafik. Slutligen, finns det ingen parkeringsplats visar undersökningen att 16 procent hade använt bil och 55 procent hade använt kollektivtrafik (SOU 2003:67). Att minska bilparkeringar skapar möjlighet för att fler reser med kollektivtrafik, vilket skapar utrymme för fler på vägarna.

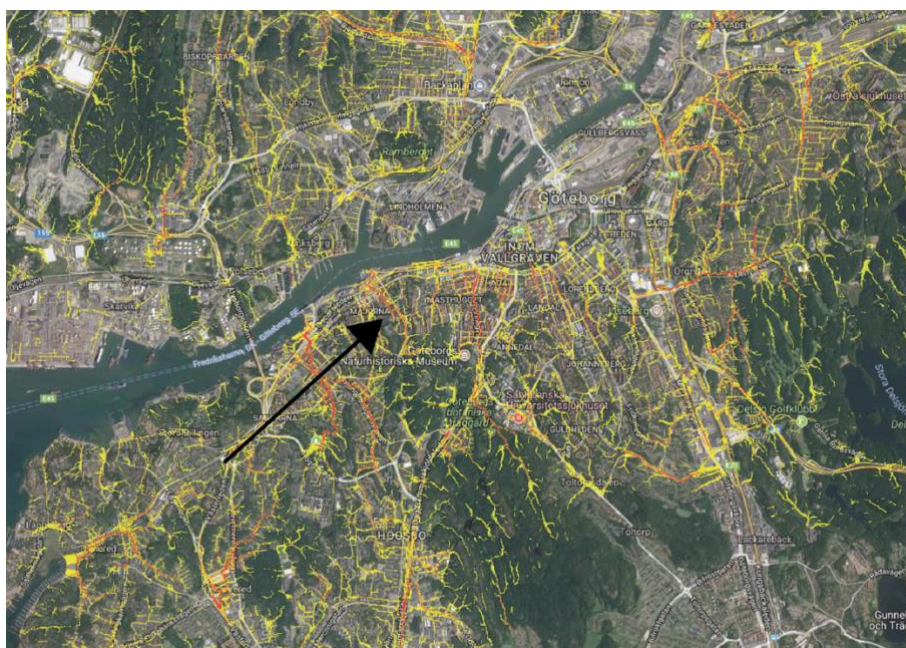
Västra Götalandsregionens befolkningsprognos för åren 2017–2035 visar på en befolkningsökning i Göteborg med 20 procent, från 556 600 invånare 2016 till 665 300 invånare år 2035 (Västragötalandsregionen, 2017). Beaktat att befolkningsökningen skulle generera en trafikökning i Göteborg med 20 procent finns risk att befolkningsökningen skulle leda till trafikstockningar om inte andra trafikslag än bilen premieras, exempelvis kollektivtrafiken.

6.3 IWA

2017 gick Göteborg stad med i det internationella nätverket International Water Association (IWA). IWAs roll är att hjälpa städer att säkerställa tillgångar på vatten och avloppstjänster i framtiden och därmed skapa en hållbarare framtid. Av de 17 punkter som IWA har tagit fram för att hjälpa städer att bli mer hållbara lyfter förvaltningen Kretslopp och vatten fram fem punkter som är speciellt aktuella för Göteborg där bland annat punkt 7 *Utforma robusta urbana ytor för att minska översvämningsrisken* och punkt 8 *Möjliggöra attraktiva vattenmiljöer genom synliga blågröna lösningar* som aktuella för detta arbetet (Göteborg stad, 2017).

6.4 Skyfalls-och översvämningskartering

Göteborg stad har tagit fram en skyfalls- och översvämningskartering som tematiskt tillägg till sin översiktsplan för att bättre kunna skapa en hållbar och robust vattenhantering. I skyfallskarteringen har en 2D hydraulisk markavrinningsmodell (skyfallskarteringen) använts och utifrån den simuleringen har staden kartlagt översvämningsutbredning, vattendjup och flödesriktningar. I modelleringen av skyfall har Göteborg stad räknat med ett 100-årsregn och ett 500-årsregn, men som tidigare nämnts under avsnittet 1.5 Avgränsning, kommer uppsatsen endast avhandla 100-årsregnet. I samband med karteringen har företaget Ramboll på uppdrag av Göteborg stad gjort en kostnadsberäkning på vad ett 100-års regn kan medföra staden. Uträkningen visar att skadekostnaden för objekt med hög sannolikhet för översvämming är cirka 2,7 miljarder kronor och vid översvämming av objekt med låg sannolikhet är kostnaden cirka 4,5 miljarder kronor. Med objekt menas till exempel flerbostadshus, småhus, industrier, lokalvägar, motorvägar, spårväg och järnväg (Ramboll, 2015).



Figur 4. Figuren visar Göteborg stads Skyfallskartering för 100-års regn. Pilen pekar på Kommendörsgatan. © Dahl (u.å.).

Sammanfattningsvis visar dokumenten från Göteborg stad att det finns både styrdokument och policydokument som anger att staden ska anpassas till klimatförändringarna. Göteborg stad har tagit fram en modell över var skyfall och översvämmingar kommer att inträffa vid ett 100-årsregn och vid ett 500-årsregn. Det finns stöd för att använda blågröna dagvattenlösningar. Vidare finns det även stöd för att förändra vägstrukturen i Göteborg genom hastighetssänkningar och en förändrad användning av parkeringsplatser.

7. Analys

7.1 Kommendörsgatan

I uppsatsen har bland annat utredningen av Göteborg stads skyfallssimulering pekat ut Kommendörsgatan som en lämplig gata att studera för att besvara frågorna om hastighetssänkning och dagvattenhantering. Syftet med följande avsnitt är således att tillämpa slutsatserna av litteraturstudien ovan på ett praktiskt exempel för att kunna besvara uppsatsens frågeställningar.

Kommendörsgatan är utvald på grund av flera premisser. Dels genom skyfallskarteringen och översvämningskarteringen där figurerna tre och fyra visar på att Kommendörsgatan blir påverkad av höga flöden av dagvatten och det finns ett reellt översvämningshot. Parallellgatan till Kommendörsgatan pekas ut som en problemgata i fråga om bräddning (Angellbratt & Nivert, u.å.). Slutligen finns det stor möjlighet att förändra disponeringen av gaturummet från bilen till dagvattenhantering och gång och/eller cykellösningar.

Kommendörsgatan är en tvåfilig kvartersgata i stadsdelen Majorna i Göteborg. Gatan är en parallellgata till Kaptensgatan och Djurgårdsgatan. Området uppfördes mellan 1900–1930 och kännetecknas av den tydliga avgränsningen mellan den privata kvartersmarken och de offentliga rummen (Göteborg stad, 2014a). Gatan består (i sektion) av trottoar, kantstensparkering, delat körfält, snedparkering samt trottoar (se figur 8). Gatan är kantad av flerfamiljshus av typen landshövdingshus om tre våningar. I den södra delen av gatan ligger en pizzeria, mitt på gatan ligger Djurgårdsgatans förskola och i den norra delen av gatan en kvarterskrog. Det är en urban gata utan grönytor där ytbeläggningen uteslutande består av hårdgjordbeläggning. Hastighetsbegränsningen är 50 km/h.

Översvämningskarteringen (figur 6) visar att högst vattendjup inträffar på innergårdarna åt öster och centralt i gatan. Av Peter Strahes fyra definierade strategier för att omhänderta dagvatten bör den tredje strategin trög avledning av dagvatten tillämpas. I strategin borde en blandning mellan biofilter kombineras med svackdiken som förbinder anläggningarna anläggs längs gatan. Då biofiltren maximalt kan hantera en regnvolym på cirka 15–25 milliliter bör svackdikena utformas med fördröjande egenskaper genom exempelvis dämmen vilka gör att det lättare går att kontrollera flödet av dagvatten (CIRCA, 2015).

Kommendörsgatan kan omhänderta sin del av dagvattnen som genereras på gatan.

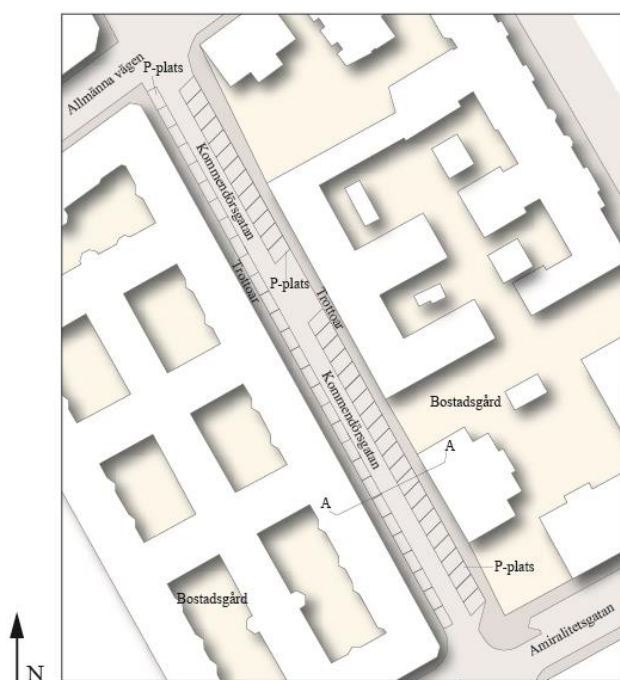


användas för att påverka dagvattenhanteringen. © Dahl (u.å.).



Figur 6. Figuren visar Göteborg stads skyfallskartering där maximalt djup visas för ett 100-årsregn. Figuren visar att högst översvämning nås i de östra bostadsgårdarna. © Dahl (u.å.).

Nedan visas planskisser och sektioner på Kommendörsgatan i Göteborg.



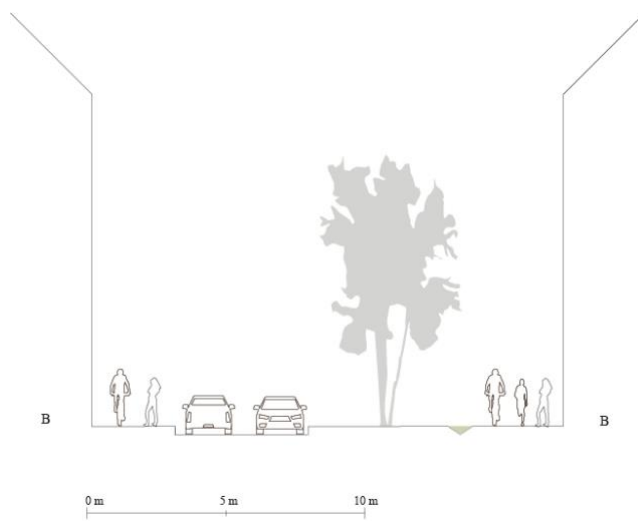
Figur 7. Figuren visar på en planskiss över nuvarande ytanvändning av ett utsnitt av Kommendörsgatan, © Norström, 2018.



Figur 8. Figuren visar på en planskiss över en förändrad ytanvändning av ett utsnitt av Kommendörsgatan, © Norström, 2018.



Figur 9. Sektionen visar hur disponeringen av Kommendörsgatan ser ut idag, © Norström, 2018.



Figur 10. Sektionen visar hur disponeringen av Kommendörsgatan efter omfördelningen av gatan, © Norström, 2018.

7.2 Diskussion

Arbetet syftade till att svara på tre frågeställningar:

Hur kan städer anpassa sin dagvattenhantering för att bättre möta klimatförändringarna genom att omfördela ytanvändningen på sina gaturum?

- Kan Kommendörsgatan i centrala Göteborg få en bättre dagvattenhantering genom förändrad ytanvändning av gaturummet till följd av hastighetssänkningen från 50km/h till 40 km/h?
- Går det att anpassa gatustrukturen på Kommendörsgatan till förmån för cykel, gång och till nackdel för bilen och finns det stöd för omfördelningen av strukturen hos Göteborg stad?

Avsnitt 7.1 om Kommendörsgatan svarar på den första frågeställningen. Svaret på frågeställningen är ja, genom sänkningen av hastigheten sparas 0,85 meter av gatubredd som kan användas till dagvattenhantering. Dock är det inte utrett hur mycket den minskade

gatubredden i siffror kommer att påverka dagvattenhanteringen, det får hänvisas till framtida forskning. Vidare skulle en platsanalys där gatan undersökt på plats contextualisera förslaget än mer. Arbetet behandlar endast Göteborgs stad skyfallskartering ortofoto och CAD-underlag vid analysen av omfördelningen av ytanvändningen på Kommendörsgatan. Genom ett platsbesök skulle portentréer, angränsande grönområden och faktiska behov av exempelvis cykelvägar visat sig. Vid slutsats av analysen bör man således ha detta i åtanke.

Vidare är det möjligen överflödigt med kombinerade gång- och cykelvägar på vardera sida av gatan då trafikflödet på Kommendörsgatan inte har studerats närmare. Behovet av gång- och cykelväg hade möjligen kunnat uppmärksammas vid ett platsbesök. Vid denna typ av omfördelning av vägbanebredd från bilbanan till andra typer av transportmedel eller öppnadagvattenlösningar är det även viktigt att poängtera att det inte alltid finns möjlighet till en sådan omfördelning. I vissa fall kan trafikläget vara så att bilbanebredden behöver ta upp den platsen den tar i dagsläget. I sådana fall är platsbesök nödvändigt för att skapa en förståelse för platsen och se alternativa lösningar.

Platsbesök skulle även kunna visa att anliggande gator är mer lämpliga att ta i anspråk än den gata som exempelvis Göteborg stads skyfallssimulering visade. Alternativ till de ingrepp som redovisats på Kommendörsgatan är exempelvis mer ingenjörsmässiga ingrepp såsom dagvattenkasseter under vägbanan eller helt enkelt större ledningsrör då det är svårt att komma ifrån faktumet att öppnadagvattenlösningar tar relativt stor yta i anspråk. Ledningsrör har visserligen visat sig effektiva med att ta emot stora mängder dagvatten men löser inte problematiken med att minska biltrafiken och som nämnts är dyrare än att anlägga öppnadagvattenlösningar. Dock bör det återigen påpekas att det i vissa fall är försvarbart att gräva ner nya ledningsrör för att få bukt med dagvattenproblematiken den högre kostnaden till trots då det visar sig vara lämpligt på den studerade gatan.

Svaret på den andra frågeställningen visar även arbetet att svaret på den frågan är ja. Arbetet har visat att det finns utrymme för att omfördela gatustrukturen till förmån för andra trafikslag än bilen samt att det finns starkt stöd för detta i Göteborg stads dokument. Vidare visar även arbetet att det finns synergieffekter att finna när städer får sänkt bashastighet kombinerat med deras anpassning till klimatförändringarna.

Att anpassa våra städer till klimatförändringarna blir allt mer akut. Det visar senaste årens statistik från de stora skyfallen i Malmö 2014, Köpenhamn 2011 och på Orust 2002. Dessa skyfall beräknas ha kostat 6,7 miljarder kronor, och all forskning visar på att skyfallen kommer att inträffa med en högre frekvens och större magnitud än tidigare. Göteborgs stads egen utredning visar att ett 100-årsregn kan medföra kostnader på 2,7 miljarder kronor för staden. Det finns osäkerheter med framtida klimatprognoser som flera källor i arbetet poängterat. De stora kostnaderna som nämns ovan visar dock på att de konsekvenser som kan drabba de städer som inte anpassar sig för framtida skyfall. Utredningen från skyfallet i Danmark 2011 visar även på hur den förändrade nederbörden kan komma att drabba privatpersoner då det danska förslaget går ut på att öka det personliga ansvaret. Utredningen föreslår nämligen att privatpersoner själva ska kunna ta hand om större översvämningar i sina källare än tidigare. Det är inte otänkbart att kommande svenska regler följer de danska och för att inte privatpersoner ska drabbas av stora kostnader till följd av översvämmade källare är det av stor vikt att kommuner tar ansvar för sin dagvattenhantering.

Arbetet visar på hur efterkrigstidens Sverige blev påverkat av de förändringar som skedde i bland annat USA där bilen sågs som ett föremål för att göra människan fri, skapa välbefinnande och var en symbol för ett modernt framgångsrikt samhälle. Det senare syns inte minst i Sverige. Effekterna av bilismens intåg i våra städer har visat sig bli ett av problemen som dagens generation stadsplanerare hanterar idag. Ett exempel på det förändrade synsättet är regeringens och kommunernas vilja att minska hastigheten på gatorna i staden för att få ner olyckstalen, minska utsläppen och ändra dispositionen av gatorna till förmån för andra trafikslag såsom cykel och gångtrafikanter. Befolkningsökningen i Göteborg på 20 procent som beräknas till 2035 kommer att leda till trafikstockningar om ingenting görs. Genom att förändra gatustrukturen på stadens gator (som visas på Kommendörsgatan) där regnbäddar får lov att ta parkeringsplatser och även gå ut i vägen ("curb cuts") skapar en stad som inte enbart gynnar privatbilismen. De smalare gatorna sänker hastigheten och bristen på parkeringsplatser kan minska viljan till att äga en bil, vilket är i linje med Göteborgs stads Trafik- och Parkeringspolicy. På så sätt omfördelas utrymmet på Göteborgs vägar från privatbilismen till kollektivtrafik/cyklism, vilket kommer lindra trafikstockningarna.

Det är viktigt att poängtera att metoden med minskad vägbredd är *en* typ av lösning för trafikproblemen i Göteborg stad. Andra lösningar för att förhindra trafikstockningar såsom att bygga ut vägnätet finns. Dock genererar en satsning på bilismen hårdgjorda ytor i form av

asfalt, kullersten eller cement löser en sådan satsning på en utbyggnad av vägnätet inte problemen med dagvattenhanteringen och gynnar inte heller kollektivtrafiken.

Arbetet visar att det finns synergieffekter att hämta i stadsplaneringen genom att kombinera hanteringen av dagvattnet med den ändrade dispositionen av gaturummet. Regnbäddar och andra öppna dagvattenlösningar fungerar både mot översvämningar och bidrar till att sänka temperaturen, förbättra biodiversiteten² och skapar grönområden i staden. Utöver dessa effekter visar även forskningen att det finns ekonomiska incitament³ från staden att anlägga regnbäddar då de är billigare att konstruera än att gräva ner nya ledningsrör till dagvattnet.

Arbetet visar även att det ofta går att kombinera en anpassning av dagvattenhanteringen med en önskan att anpassa gatuutrymmet för andra transportörer såsom cyklister eller gångtrafikanter. Huruvida parkeringsplatserna i vardera riktning av körbanan bör tas bort kan diskuteras. Enligt Göteborg stads Parkeringspolicy vill staden att parkeringen i första hand ska ske på kvartersmark och att staden ska återta det offentliga rummet, vilket går i hand med arbetets förslag. I förslaget som uppsatsen visar har vissa delar av gatan fått ha kvar sina parkeringsplatser där det mellan var tredje eller var fjärde parkeringsplats skapats plats för ett biofilter kombinerat med svackdike. Uppgifter från Göteborg stad visar att aktuella styr- och policydokument stödjer en förändring av Kommendörsgatan i nämnd riktning med dagvattenfördröjning, avsmalning av vägbanan och borttagning och parkeringsplatser. Vad som inte framkommit under arbetet är hur prioriterat förslaget är för staden. Dock visar underlaget från Göteborg stad att de åtgärder som enligt arbetet krävs på Kommendörsgatan går att finna stöd för i flera av stadens dokument då flera synergieffekter kan aktualiseras genom anläggandet av regnbädd, avsmalnandet av gatan och exempelvis anläggandet av cykelbanan. Enbart dagvattenomhändertagande kommer inte att lösa översvämningssproblematiken på Kommendörsgatan då de dagvattenlösningar som arbetet tar upp inte är menade att hantera all den nederbörd som skyfallen genererar. Istället finner de öppna dagvattenlösningarna sin funktion i att minska fluktuationen i ledningarna, stärka biodiversiteten i staden, hjälpa till att rena dagvatten från föroreningarna, minska effekten av ”urban heat island effect” och skapa trafikdämpande strukturer på gatan. För att verkligen nå dagvattenproblematiken och översvämningssriskerna på Kommendörsgatan krävs det insatser längs hela dagvattenkedjan.

² Se avsnitt 4.5

³ Se avsnitt 4.2

Resultatet visar att det finns 6,05 meter vägbana att spara vid Kommendörsgatan som kan användas till åtgärder för att minska påverkan från skyfall och översvämningar. I exemplet skapas 0,85 meter utrymme genom sänkning av hastigheten från 50 km/h till 40 km/h. Resterande 5,2 meter skapas genom att parkeringsplatserna på var sida om sida om körbanan tas bort. Som nämnts i arbetet är det inte rimligt att designa regnbäddar som ska klara av att hantera all den nederbörd som exempelvis ett 100-årsregn skapar utan regnbäddar dämpar fluktuationen som skapas i ledningarna. För att fullt ut klara av nederbörden från ett 100-årsregn krävs andra åtgärder som arbetet inte behandlar. Arbetet visar att det finns potential i att förebygga klimatförändringarna genom att omfördela ytanvändningen på gatorna i våra städer. De 0,85 meterna som visade sig kunna användas till dagvattenhanteringen på Kommendörsgatan borde kunna gå att finna på väldigt många andra gator där en hastighetssänkning är möjlig. Framför allt om regeringen går vidare med sitt förslag om sänkt bashastighet i tätort. Dock ser inte alla gator likadana ut och det kan skilja sig åt hur mycket eller hur lite gatuutrymme som kan omfördelas. I arbetet har vägbanebredderna för 50 km/h och 40 km/h studerats men vid sänkning av hastigheten till 30 km/h frigörs ännu mer vägbana som kan användas till exempelvis dagvattenhantering. Dock är varje gata unik och på vissa gator är det möjligt att bredare cykelbanor eller bussfiler ska anläggas istället för att satsa på dagvattenhantering. Det är således viktigt att analysera vilka funktioner som behövs ta fram på den studerade gatan. I vissa fall där en gata identifierats som en potentiellt översvämningsdrabbad gata bör det studeras om gatan angränsar till ett grönområde som är bättre lämpat för att ta hand om dagvattnet än att bygga om gatan. Således är platsbesök viktiga för att kunna analysera och ta fram exempel på hur just de aktuella gatorna kan omfördelas.

Den övergripande frågeställningen ”Hur kan städer anpassa sin dagvattenhantering för att bättre möta klimatförändringarna genom att omfördela ytanvändningen på sina gaturum?” besvarar arbetet genom bland annat att konstatera följande. Omfördelning av stadens gator kan göras genom avsmalning av vägbanebredder genom att använda VGU 2.4-4 då det visat sig på Kommendörsgatan att vägbanebredden är överdimensionerad vid sänkning av hastigheten från 50 km/h till 40 km/h. Vidare går det även att finna argument för att minska parkeringsplatserna i våra städer och genom det minska biltrafiken, vilket kan gynna dagvattenhanteringen. Dock bör det poängteras att dagvattenhantering inte alltid behöver vara

det som är mest premierat vid nyvunna ytor i stadsrummet, utan andra typer av funktioner kan vara eftersträfvade såsom cykelvägar.

7.3 Framtida forskning

Under efterforskningen till arbetet var det svårt att finna exempel på öppna dagvattenlösningar som visade på bevisade effekter vid skyfall på en exemplifierad gata. Det finns ett exempel i Augustenborg som tas upp i arbetet, men i Augustenborg tas hela området upp, inte en gata som avhandlas i arbetet. Utredningar som visar på effekter av dagvattenlösningar (exempelvis svackdiken eller regnbäddar) på gator är alltså eftersträvansvärt. Vidare vore en platsstudie av Kommendörsgatan eftersträvsamt för att se huruvida de föreslagna förändringarna är lämpliga eller ej. Avgränsningen av uppsatsen gör det svårt för Göteborg stad att använda resultatet i framtida stadsplanering, varför en intressant framtida studie kopplat till kostnader och möjligheter till faktiskt genomförande av uppsatsens slutsatser vore både akademiskt intressant och eventuellt samhällsnyttigt.

8. Referenser

8.1 Elektroniska källor

Andersson Jonas. (2016). *Information om uppdraget Sänkt hastighet i staden*, lägesrapport.

Trafikkontoret, Göteborg stad. TN §115/16. Tillgänglig:

[http://www4.goteborg.se/prod/Intraservice/Namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/F184922450DFB54AC1257F93003708F8/\\$File/\\$%20115.1%20TNInfo%20Sankt%20hastighet%20i%20staden.pdf](http://www4.goteborg.se/prod/Intraservice/Namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/F184922450DFB54AC1257F93003708F8/$File/$%20115.1%20TNInfo%20Sankt%20hastighet%20i%20staden.pdf) (2018-04-20).

Angelbratt Alexandra, Nivert Glen. (u.å.). *Bräddning i Göteborg – systematiskt arbetssätt*,

Tillgänglig: <http://www.svensktvatten.se/globalassets/utbildning/konferenser-och-seminarier/nam17/dag--och-braddvatten/6-braddning-i-goteborg---systematiskt-arbetssatt-glen-nivert-o-alexandra-angelbratt-goteborg.pdf> (2018-04-10).

CIRIA. (2015). *The SUDS manual* [Elektronisk]. London. Tillgänglig:

https://www.ciria.org/Resources/Free_publications/SuDS_manual_C753.aspx (2018-04-23).

Fridell Kent, Jergmo Fredrik. (2015). *Regnbäddar – Biofilter för behandling av dagvatten*.

Movium (#2, 2015). Tillgänglig:

http://www.movium.slu.se/system/files/news/11238/files/movium_fakta_2-2015_rangbaddar-slutlig.pdf (2018-04-10).

Göteborg stad. (2009a). *Översiktsplan för Göteborg*. Tillgänglig:

<http://goteborg.se/wps/wcm/connect/d1f790ad-263d-4a42-ad8f-8777f65a094c/Del1.pdf?MOD=AJPERES> (2018-04-10).

Göteborg stad. (2009b). *Parkeringspolicy för Göteborg stad*. Tillgänglig:

http://goteborg.se/wps/wcm/connect/4d6c6191-662e-4087-ad91-7d9a8bbc805d/Parkeringspolicy_091008.pdf?MOD=AJPERES (2018-04-10).

Göteborg stad. (2014a). *Grönstrategi för en tät och grön stad*. Tillgänglig:

https://goteborg.se/wps/wcm/connect/0bbf9fb8-a6a9-43bf-9548-34e7697d8f0e/Grönstrategi_20140324.pdf?MOD=AJPERES (2018-04-10).

Göteborg stad. (2014b). *Trafikstrategier för en nära storstad*. Tillgänglig: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/32f1301c-7e10-4f6d-a0fa-ee4f1c2f3f3a/Trafikstrategi_Slutversion_swe_web_140402.pdf?MOD=AJPERES (2018-04-04).

Göteborg stad. (2017). *IWA:s principer för "Water wise cities"*. Tjänsteutlåtande 2017-03-08 (Diarienummer 0199/17). Kretslopp och vatten. Göteborgstad. Tillgänglig: [http://www5.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/samrumportal.nsf/93ec9160f537fa30c12572aa004b6c1a/e202b03c7dc763f1c125810700249aa9/\\$FILE/TU_Miljo_170425_10_Bilaga_3.pdf](http://www5.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/samrumportal.nsf/93ec9160f537fa30c12572aa004b6c1a/e202b03c7dc763f1c125810700249aa9/$FILE/TU_Miljo_170425_10_Bilaga_3.pdf) (2018-04-10).

Haghighatafshar Salar, Nordlöf Beatrice, Roldin Maria, Gustafsson Lars-Göran, Jansen Cour Jesla, Jönsson Karin. (2018). *Efficiency of blue-green storm water retrofits for flood mitigation – conclusions drawn from a case study in Malmö Sweden*. (207:60-69). Journal of Environmental Management. Tillgänglig: https://ac.els-cdn.com/S0301479717310939/1-s2.0-S0301479717310939-main.pdf?_tid=55755199-efe2-4f96-b080-09d9f96a3b48&acdnat=1523955647_1c287c70c423a2f0c82307a049a25d8c (2018-04-17).

Kazem Fatemeh, Beecham Simon, Gibbs Joan. (2011). *Streetscape biodiversity and the role of bioretention swales in an Australian urban environment*. (101:139-148). Landscape and urban planning. Tillgänglig: https://ac.els-cdn.com/S0169204611000648/1-s2.0-S0169204611000648-main.pdf?_tid=7455c461-0140-4d08-841d-c62e42c9ae80&acdnat=1523619821_7b9992761e8fc054bf4b306c8d37723d (2018-04-13).

Proposition 2006/07:73. *Nya hastighetsgränser*. Tillgänglig: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/nya-hastighetsgranser_GU0373 (2018-04-18).

Ramboll. (2015). *Risikartläggning av skyfallssimulering centrala Göteborg*. Rapport. Tillgänglig: http://goteborg.se/wps/wcm/connect/bf06f9ce-890e-4dbd-85bd-917698df9d40/1_Risikartläggning_av_skyfallssimulering.pdf?MOD=AJPERES (2018-04-13).

Regeringsbeslut 2016-09-01. *Uppdrag att utreda Sänkt hastighet i tätort*. N2016/05491/TS. Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2016/09/uppdrag-att-utreda-sankt-bashastighet-i-tatort/> (2018-04-13).

Sahlberg Anders. (2016). *Göteborg vill sänka hastigheten i staden*. Göteborgsposten. 14 juni. Tillgänglig: <http://www.gp.se/nyheter/g%C3%B6teborg/g%C3%B6teborg-vill-s%C3%A4nka-farten-i-staden-1.2714326> (2018-04-18).

SCB. (2018). Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/kommuner-i-siffror/#?region1=1480®ion2=> (2018-04-18).

SMHI. (2018). *Återkomsttider*. SMHI. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/aterkomsttider-1.89085> (2018-04-10).

SOU 2003:67. *Kollektivtrafik med människan i centrum*. Slutbetänkande. Stockholm. Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/49bbb4/contentassets/1a02d77d8119430985e0fb81c866863e/-del-1-missiv---kapitel-4> (2018-04-17).

SOU 2017:42. *Vem har ansvaret?* Betänkande av Klimatanpassningsutredningen. Stockholm: Elanders Sverige AB. Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/49c4a3/contentassets/7931dd4521284343b9224e9322539e8d/vem-har-ansvaret-sou-201742> (2018-04-10).

Stockholm Vatten. (2014). *Dagvatten*. Tillgänglig: <http://www.stockholmvatten.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/> (2017-01-02).

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten, Del 1 – Policy och funktionskrav för samhällets avvattning*, Första utgåvan, 2016. Tillgänglig: http://vav.griffel.net/filer/p110_del1_jan2016.pdf (Hämtad den 10 april 2018).

Trafikanalys. 2017:16. *Sänkt bashastighet i tätort*. Tillgänglig: <https://www.trafa.se/vagtrafik/sankt-bashastighet-i-tatort-7041/> (2018-04-18).

Trafikverket. (2016). *Styrmedel och åtgärder för att minska transportsystemets utsläpp av växthusgaser – med fokus på transportinfrastrukturen*. Tillgänglig:

https://www.trafikverket.se/contentassets/46ae019ed896490ebb95185b6e846c24/styrmedel_a_tgarder_minska_utslipp_vaxthusgaser_2016-02-22_slutversion-3.pdf (2018-04-13).

Trafikverket. (2012). *Utvärdering av nya hastighetsgränser*. Trafikverket. Slutrapport.

Tillgänglig: <https://trafikverket.ineko.se/se/tv17260> (2018-04-18).

Västragötalandsregionen. (2017). *Befolkningsprognos Västra Götaland 2017–2035*. Rapport. Tillgänglig:

<https://alfresco.vgregion.se/alfresco/service/vgr/storage/node/content/workspace/SpacesStore/df193a68-5c4e-46ef-81f8-209a2128c505/Befolkningsprognos%202017-2035.pdf?a=false&guest=true> (2018-05-01).

Zgheib Sally, Moilleron Régis, Chebbo Ghassan. (2012). *Priority pollutants in urban stormwater: Part 1 – Case of separate storm sewers*. (46:6683-6692). Water Research.

Elsevier. Tillgänglig:

https://ac.els-cdn.com/S0043135411007846/1-s2.0-S0043135411007846-main.pdf?_tid=005ef5ea-0425-4f10-90e1-d15cd5afc6e1&acdnat=1523618858_eb90f12003759320c13224c2562a49d1 (2018-04-18).

8.2 Tryckta källor

Björklund Gunilla. (1992). *Göteborg – Natur*. Marklund Kari (red). I: *Nationalencyklopedin*. Bd. 8, 263. Höganäs. Bra böcker.

Davies – Semadeni Annette, Hernebring Claes, Svensson Gilbert, Gustafsson Göran – Lars. (2008). *The impacts of climate change and urbanisation on drainage in Helsingborg, Sweden: Suburban stormwater*. (350:114-125). Journal of Hydrology.

Gerald Berger, Peter H. Feindt, Erling Holden & Frieder Rubik. (2014). *Sustainable Mobility—Challenges for a Complex Transition*, *Journal of Environmental Policy & Planning*, 16:3, 303-320, DOI: 10.1080/1523908X.2014.954077

Haghighatafshar Salar, Jansen Jes La Cour, Aspegren Henrik, Lidström Viveka, Mattsson Ann, Jönsson Karin. (2014). *Storm water management in Malmö and Copenhagen with*

regards to climate change scenarios. (70:159-168). Journal of Water Management and Research.

Hall, Peter. (2014). *The City on the Highway. Cities of Tomorrow – An Intellectual History of Urban Planning and Design Since 1880.* 4: a uppl. Chichester. Blackwell Publishing Ltd. 326-384.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Synthesis rapport.

Ishimatsu K, Ito K, Mitani Y, Tanaka Y, Sugahara Y, Naka Y. (2017). *Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning.* Landscape Ecol Eng (2017) 13:205–212. DOI 10.1007/s11355-016-0309-3

Lundin Per. (2008). *Bilsamhället – ideologi, expertis och regelskapande i efterkrigstidens Sverige.* Tryck Instant Book. Stockholm.

MSB. (2013). *Pluviala översvämningar – konsekvenser vid skyfall över tätorter. En kunskapsöversikt.* Karlstad. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Norström Jacob. (2017). *Dagvattenhantering, klimatförändringar och sänkta hastigheter i Helsingborg.* LK0175.

Nyström Jan, Tonell Lennart. (2012). *Planeringens grunder – en översikt.* 3. Uppl. Lund; Studentlitteratur AB.

Olsson Jonas, Amagachi Hideo, Alsterhag Elin, Dåverhög Maria, Adrian Erik-Per, Kawamura Akira. (2013). *Adaption to climate change impact on urban storm water: a case study in Arvika, Sweden.* (116:231-247). Climate Change.

Olsson Jonas, Foster Kean. (2013). *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige.* Nr 6 2013. SMHI.

Patel Runa, Davidsson Bo. (2017). *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Upplaga 4:9. Studentlitteratur AB: Lund.

Stahre Peter. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering*, Planering och exempel. Svenskt vatten: Stockholm.

Vägverket, Svenska kommunförbundet. (2004). *Råd för vägar och gators utformning*. Vägar och gators utformning – sektion tätort – gaturum. Publikationsnummer 2004:80. Vägverket

Trafikverket, Sverige kommuner och landsting. (2012). *Råd för vägar och gators utformning*. Råd för vägar och gators utformning – sektion tätort – gaturum. Publikationsnummer 2012:180. Trafikverket

TRAST, Sveriges Kommuner och Landsting, Trafikverket, Boverket. (2015). *Trafik för en Attraktiv Stad – underlag till handbok*, utgåva 3.

Wahl Charlotte, Jonsson Lisa. (2008). *Trafikens uppkomst och drivkrafter*. Christer Hydén (red.). *Trafiken i den hållbara staden*. Malmö, Holmbergs.

8.3 Elektroniskkorrespondens

Andersson Jonas. (2018). Trafikplanerare, Göteborg stad, 2018-04-12.

Fridell Kent. (2018). Universitetsadjunkt vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning SLU, 2018-04-30

Löfqvist Åke. (2016). Specialist vägutformning, Trafikverket, 2016-12-23.

8.4 Bild och figurförteckning

Figur 1. Figur skapad av Jacob Norström efter Stahre. (2004).

Figur 2. Bakgrundsbild: ”GSD- Ortofoto färg, 1m. © Lantmäteriet. (2018)”.

Figur 3. Figur skapad av Jacob Norström efter Göteborg stad. (2014b).

Figur 4. Skyfall, 100-årsregn: © DHI på uppdrag av Göteborg stad. (2018).

Figur 5. Skyfall, 100-årsregn: © DHI på uppdrag av Göteborg stad. (2018).

Figur 6. Översvämning, 100-årsregn: © DHI, på uppdrag av Göteborg stad. (2018).

Figur 7. Plan skapad av Jacob Norström, CAD-fil från Göteborg stad. (2018).

Figur 8. Plan skapad av Jacob Norström, CAD-fil från Göteborg stad. (2018).

Figur 9. Sektion skapad av Jacob Norström, CAD-fil från Göteborg stad. (2018).

Figur 10. Sektion skapad av Jacob Norström, CAD-fil från Göteborg stad. (2018).

8.5 Kartunderlag

CAD-fil. Göteborg stad. (2018).