



Göteborgs Stad
Stadskansliet

Extrema vädersituationer ***- Hur väl rustat är Göteborg? -***

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Sammanfattande slutsatser	1
2. Inledning.....	4
2.1 Rapporten.....	4
2.2 Uppdraget.....	4
2.3 Bakgrund.....	4
2.4 Utredningens organisation	5
2.5 Utredningens huvudmoment	6
2.6 Utredningens avgränsningar	6
2.7 Andra pågående processer – regionalt, nationellt och i Europa.....	7
2.8 Kommunens och dess verksamheter, nationellt och enskilt ansvar	8
2.9 Sannolikheter och prognosbegrepp.....	10
3. Klimatunderlag.....	11
3.1 Extrema vädersituationer	11
3.2 Klimatförändring globalt och regionalt.....	12
3.3 Närmare studier av extrema vädersituationer och klimatförändringar i Göteborgsregionen	13
4. Stadsbyggnad	19
4.1 Geoteknik.....	19
4.2 Markanvändning – konstruktioner	22
5. Energiförsörjning.....	28
5.1 Eldistributionsnät	28
5.2 Fjärrvärme	30
5.3 Gasnät	32
6. Optofibernät	34
6.1 Sammanfattande analys.....	34
6.2 Beskrivning	34
6.3 Extremt väder och klimatförändringar	34
6.4 Åtgärder	34
7. Rå- och dricksvatten.....	35
7.1 Sammanfattande analys.....	35
7.2 Beskrivning	35
7.3 Extremt väder.....	36
7.4 Klimatförändringar.....	39
7.5 Åtgärder	39
8. Avlopp.....	41
8.1 Sammanfattande analys.....	41
8.2 Beskrivning	41
8.3 Extremt väder.....	44
8.4 Klimatförändringar.....	46
8.5 Åtgärder	46
9. Avfall och nedlagda deponier.....	48
9.1 Sammanfattande analys.....	48
9.2 Beskrivning avfallssystemet generellt.....	48
9.3 Deponier och nedlagda deponier.....	49
9.4 Kompostering.....	50
9.5 Omlastningsstationer/sorteringsanläggningar	50
9.6 Farligt avfall.....	50
9.7 Återvinningscentraler	50
9.8 Sävenäs avfallskraftvärmeverk	51
9.9 Holmen.....	51
10. Transportnät	52

10.1 Sammanfattande analys.....	52
10.2 Beskrivning	53
10.3 Extremt väder och klimatförändringar	55
10.4 Åtgärder	60
11. Stadsdelen Styrö	61
11.1 Beskrivning	61
11.2 Geoteknik och markanvändning	61
11.3 Avlopp - spillvatten och dagvatten	61
11.4 Nedlagda deponier	61
11.5 Kollektivtrafik/båttrafik/godstrafik.....	61
12. Ett robust försöksområde respektive LOD	62
Figur, tabell, bild & kartförteckning.....	63

Bilagor (endast distribuerade i ärendedatabas)

Bilaga 1 – Stadsbyggnadskontorets markmodell

Bilaga 2 – SMHI-rapport 2005-42

Bilaga 3 – SMHI-rapport 2006-16

1. Sammanfattande slutsatser

Kommunfullmäktige har gett kommunstyrelsen uppdraget att utreda ett antal frågeställningar om beredskap, kunskaper, risk och åtgärder med anknytning till extrema vädersituationer. Stadskansliet har i samverkan med flera berörda förvaltningar och bolag m fl utrett frågorna, främst med inriktning på teknisk och fysisk infrastruktur. SMHI har anlåtats för meteorologiska och hydrologiska utredningsunderlag. Nedan följer utredningens sammanfattande slutsatser.

Extrema väderhändelser, risk och robusthet

Alla prognoser är osäkra. Återkomsttider för olika extrema väderhändelser baseras på frekvensanalys som är ett relativt mått. Enkelt uttryckt innebär analysen att om en händelse inträffat de senaste ett-hundra åren blir återkomsttiden 1 på 100 år. Sannolikhetsbedömningen styrs således genom "titt i backspegeln". Summan av sannolikheten och hur stor effekten eller konsekvensen av en händelse är ger risken. På så sätt ligger begreppet risk närmast en definition på frågan om hur robust Göteborg är med hänsyn till extrema väderhändelser idag. Till detta kommer att klimatet av allt att döma är i förändring. Ökade eller minskade sannolikheter för olika extrema väderhändelser redovisas efter sakkunnigt bistånd av SMHI. Till utredningen har också SMHI särskilt haft uppdraget att studera Göta älvs dynamik bland annat med hänsyn till scenarier med höjd medelvattennivå i havet.

I utredningen redovisas de väderhändelser och deras återkomsttider som kan betraktas som extrema ("rekordnivåer") och som påverkar främst den tekniska infrastrukturen. I samarbete med ett antal av stadens verksamheter (stadsbyggnad, energi, trafik, vatten, avlopp och avfall) har konsekvenser analyserats och bedömts. Slås verksamheterna ut för längre eller kortare tid, vad kan vi göra för att minska eller parera effekterna, blir det dyrt etc?

Sammanfattningsvis ger underlaget anledning att dra slutsatsen att stadens robusthet för extrema väderhändelser nu och på kortare sikt är tämligen god. Vardagslivet påverkas men vi klarar en storm som i januari 2005 ("Gudrun") relativt bra. Häftiga skyfall som t ex på Orust 2002 bedöms ge tydlig påverkan på den tekniska infrastrukturen. Vattennivån i Göta älv i Göteborg avgörs framförallt av havsnivån. Extrema tappningar från Vänera har begränsad påverkan på översvämningssriskerna och berör Göteborg främst med ökade skredrisker. I den löpande verksamheten och dess beredskap kan skadeeffekter minimeras genom framförhållning bl a genom varningssystem. En is-storm likt vad som inträffat i Kanada i modern tid och i Göteborgsregionen på 1920-talet skulle dock kunna störa staden allvarligt för en längre tid, främst om de stora matningssystemen för tillförd el slås ut.

På lång sikt ökar riskerna av extrema väderhändelser för nuvarande Göteborg kraftigt. Ett förändrat klimat med temperaturhöjningar som i sin tur höjer havsvattennivån ger den allvarligaste riskökningen. En höjning av havsnivån på 0,9 meter tillsammans med en ny storm likt "Gudrun" får mycket stora konsekvenser för den havsnära liksom den låglänta bebyggelsen utmed älven i centrala staden. Nuvarande dimensionerande säkerhetsnivåer är inte tillräckliga för ett sådant scenario. Härtill kan älven sägas vara levande och kraften av kommande ökade nederbörds- och därigenom vattenmängder ökar erosion samt risk för skred och ras. I sammanhanget står också klart att den troliga klimatförändringen och extremt väder ökar den redan höga risknivån för vattenförsörjningen.

I den mån pågående klimatförändring sker successivt och blir mer påtaglig, blir behovet av parerande åtgärder allt starkare för att bibehålla funktion och attraktivitet i stadens närområden till hav och vatten. Paradoxalt nog kan flera planerade nya centrala utvecklingsområden beröras. Risken i att satsa i långsiktiga värden blir högre. De geologiska förutsättningarna i flera älvnära områden är till följd av mäktiga lerlager och långsiktiga sättningar sådana att en enkel utfyllnad/påbyggnad inte låter sig göras. I utredningen tas, av större övergripande åtgärder, upp behovet att studera möjligheten av barriärer likt i Temsen vid London, liksom möjligheten att ha beredskap för tillfälliga skyddsåtgärder inför varslade stormar från väst.

I utredningens olika infrastrukturella delar framhålls risker och behov av anpassning till effekter av extremt väder och klimatförändring i korthet enligt följande;

Stadsbyggnad

Mycket stora värden riskeras av de framtida klimat scenarierna. Mark- och grundläggningsförhållanden påverkas. Befintliga invallningar och marknivåer behöver ses över. Möjligheten och rimligheten i att successivt bygga på kajskoninger och strandkanter till nya säkerhetsnivåer behöver studeras. Det finns ett behov av förbättrat planeringsunderlag avseende ras och skred. Framtida vattennivåer, nederbörd och torrperioder kan påverka släntsäkerhet och områdets stabilitet. Kunskapen härom är bristfällig. Förhållandet havsnivå och landhöjning behöver följas noggrant och utmed älven behövs flera mät-punkter. Från stadsbyggnadskontoret liksom va-sektorn framförs idén att utreda förutsättningar och lösningar i de centrala älvstrandsområdena särskilt. Fortsatt god samverkan mellan de stadsbyggande förvaltningarna i frågan om dessa basala förutsättningar är angelägen.

Energiförsörjning

Energiförsörjningen i form av elkraft och värme har avgörande infrastrukturell betydelse. Göteborg Energi AB:s elnät är i en nationell jämförelse mycket driftsäkert. En stor del av det lokala eldistributionsnätet är lagt i jordkabelnät och har alternativa matningsvägar. Bolaget har inventerat och fortsätter följa utvecklingen. Sannolikheten för mycket höga vattenstånd ökar i klimatscenierna vilket ökar riskerna i det lokala nätet. Inom ramen för rimliga investeringskostnader säkras nät och transformatorstationer i dess svagaste delar sett ur perspektiven väder och klimatförändring. Det största identifierade hotet mot elförsörjningen är om tillförseln av el till kommunen fallerar. En isbarkstorm kan ”knäcka” nätet för inkommande el och ge långvariga skador. Det nya värmekraftverket vid Rya gör stadens energiförsörjning mer robust genom möjlighet till ”ö-drift” och flexibilitet i insats-energi. Fjärrvärmeförsörjningen kan fungera även vid kortare översvämningstillfällen, men reparationskostnaderna kan bli stora.

Optofibernätet

Höga vattenstånd utgör den största riskbilden för störningar i optofibernätet. Nätets uppbyggnad med alternativa överföringsvägar begränsar effekterna av störningar.

Vattenförsörjning

Dricksvattenförsörjningen är känslig för kraftig eller långvarig nederbörd, höga vattenstånd, saltuppträngningen och höga vattentemperaturer. Dagens redan höga riskbilder förstärks av klimatscenierna och extremt väder. Omfattande åtgärder krävs för att förstärka robustheten i dricksvattenförsörjningen. Kretsloppskontoret och va-verket är i slutfas av den närmare åtgärdsplaneringen.

Avlopp

Systemet för omhändertagande av regnvatten och spillvatten är utsatt vid extremt väder. Dimensionering är gjord för kort och mellanlång återkomsttid i nederbördsmängder. Kombinationsfall som t ex stark västlig storm med höga vattenstånd, häftig nederbörd och tjälad mark ökar risken för källar- och marköversvämningar, nödavledning av orenat spillvatten och bräddning av avloppsvatten till recipient. Det är inte samhällsekonomiskt rimligt att klara av alla väderhändelser. Konsekvenserna av extremt väder kan minskas genom att planera områden med en högre robusthet från början och ge ytvattenavledningen större uppmärksamhet samt informera brukare om riskerna. Förhöjda vattenstånd enligt klimatscenierna ger mycket stora problem med avledning av dagvatten.

Avfall och nedlagda deponier

Deponianläggningarna i Torsviken och Arendal behöver säkras för läckage av föroreningar om havsnivån stiger. Flertalet av de nedlagda deponierna klarar extrema väderhändelser. De kustnära behöver förstärkta erosionsskydd. Renova AB:s anläggningar på Holmen är känsliga för översvämning. En plötslig översvämning innebär risker för anläggningen för farligt avfall på Ringön. Söförförbränningen vid Sävenäs är mest känslig för elavbrott och stopp i fjärrvärmecirkulationen.

Transportnät

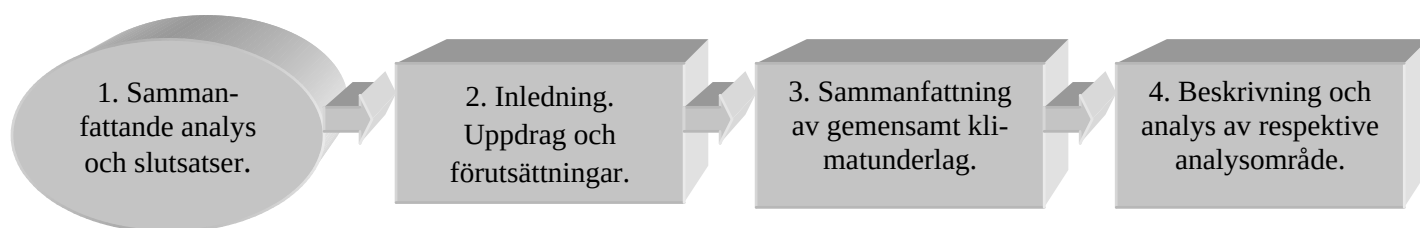
Transportsystemets funktion i Göteborg är mycket känsligt för extremt väder. Då ledningsnätet fungerar med självfall och rinner ut i vattendrag kommer, vid högt vattenstånd och nederbörd, avledningen inte att fungera. Vid höga vattenstånd eller vid mycket nederbörd uppstår även bärighetsproblem då vägkroppens dränering inte fungerar. Centrala punkter i spårvägsnätet som Brunnsparken liksom ca 20 % av stadens centrala gator, gång- och cykelbanor står under vatten vid extrema vädertillfällen i det värsta klimatscenariot. Älvsborgsbron stängs vid vindar från 25 m/s och häftiga snöfall kan som bekant innebära att trafiken inte fungerar. Det är inte möjligt att inom rimliga kostnader bygga bort eller säkra stadens trafiksystem helt mot extrema väder. Momentana avbrott får accepteras. Det är dock viktigt att så långt möjligt säkra anläggningarnas tekniska och ekonomiska värden mot skador.

2. Inledning

2.1 Rapporten

Kommunfullmäktige har gett kommunstyrelsen uppdraget att utreda ett antal frågeställningar om beredskap, kunskaper, risk och åtgärder med anknytning till extrema vädersituationer. Stadskansliet har i samverkan med flera berörda förvaltningar och bolag m fl utrett frågorna, främst med inriktning på teknisk och fysisk infrastruktur. SMHI har anlitats för meteorologiska och hydrologiska utredningsunderlag. Underlagen från SMHI liksom deltagande förvaltningar och bolag är av stor omfattning och de senare har i olika avseenden varierande djup och bredd. I föreliggande rapport sammanfattar stadskansliet utredningen och dess resultat i sin helhet.

Rapportens disposition klarläggs i figur 2-1:



Figur 2-1 Rapportens disposition

2.2 Uppdraget

2004-11-18 beslutade Kommunfullmäktige ge kommunstyrelsen i uppdrag att med stöd av berörda förvaltningar utreda:

1. Hur väl rustat är Göteborg idag för extrema vädersituationer och var finns de mest utsatta geografiska områdena?
2. Vilka åtgärder krävs för att öka vår kunskap och beredskap för dessa situationer och vad uppskattar ni att dessa åtgärder kommer att kräva beträffande kostnads- och tidsramar?
3. Är ett försöksområde i form av ett modellområde till gagn för att få klarhet i åtgärdernas kostnader och tillämplighet och i så fall vilket område föreslår ni?

2.3 Bakgrund

Göteborgs robusthet inför väderhändelser och klimatförändringar har uppmärksammats i flera tidigare kommunala sammanhang såsom i Kommunfullmäktiges uppdrag till byggnadsnämnden 1998, Vattenplan 2003 m fl. Ett uppdrag till stadskansliet 2002 angående beredskapen för översvämningar, kopplad till nederbörd, delrapporterades i Kommunstyrelsen oktober 2004. I samband med fullmäktiges behandling i november 2004 av motionen "Klimatanpassa Hisingen" beslutade Kommunfullmäktige om föreliggande uppdrag till kommunstyrelsen. Stadskansliet har valt att inordna tidigare uppdrag angående beredskap inför översvämningar i det nu föreliggande och bredare uppdraget kring extrema vädersituationer.

I förslaget till Kommunfullmäktiges beslut om uppdrag skrev partierna i kommunstyrelsen gemensamt bl a att behovet av att klimatanpassa samhället blir en allt viktigare fråga. Klimatforskarnas varningar för att klimatförändringarna medför extrema vädersituationer har gjort sig påmint. Vidare framförs bland annat att det, förutom höjda dimensioneringsnivåer enligt Vattenplanen, krävs ytterligare åtgärder för att anpassa staden mot extrema vädersituationer. Uppdraget skall ske utifrån den underliggande motionen, den nationella klimatstrategin liksom möjligheter till lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom förändrad va-lagstiftning.

Vid kommunstyrelsens sammanträde 2005-01-19 poängterades vikten av utredningen, bland annat mot bakgrund av erfarenheterna från stormen "Gudrun" i januari 2005.

2.4 Utredningens organisation

Under Stadskansliets ledning och med start 2005-01-28 bildades en arbetsgrupp för samordning av utredningsförfarandet:

- **Stadsbyggnadskontoret;**
Karin Bergdahl, tfn 61 16 00
Ulf Moback, tfn 61 16 74
- **Göteborg Energi AB;**
Lennart Bernram, tfn 62 62 81
- **Kretsloppskontoret;**
Agneta Sander, tfn 61 34 78
- **Va-verket**
Henrik Kant, tfn 62 71 09
- **Trafikkontoret**
Lars Ohlsson, tfn 61 16 67
- **Stadskansliet (projektledning)**
Leif Johansson, tfn 61 11 75
Jakob Rydén, tfn 61 22 52

Respektive förvaltning eller bolag har ansvarat för internt utredningsarbete samt kontakter med externa aktörer. Trafikkontoret har som exempel haft kontakt med Västtrafik AB, Göteborg Spårvägar AB, Färdtjänsten samt Vägverket och Banverket. Kretsloppskontoret har haft kontakt med Renova AB och Gryaab AB osv. Stadskansliet har samordnat utredningsförfarandet, genomfört seminarium samt ansvarat för kontakt med andra aktörer såsom statens Klimat- och sårbarhetskommitté. Varje förvaltning/bolag har svarat för utredningsförfarandet, risk- och åtgärdsanalys samt texter för sina respektive verksamhetsområden enligt följande:

Rubrik/analysområde	Förvaltning /bolag
Stadsbyggnad	Stadsbyggnadskontoret
Energiförsörjning	Göteborg Energi AB
Otofibernet	Göteborg Energi AB
Rå- och dricksvatten	Kretsloppskontoret/Va-verket
Avlopp	Kretsloppskontoret/Va-verket
Avfall och nedlagda deponier	Kretsloppskontoret
Transportnät	Trafikkontoret
Stadsdelen Styrso	Styrso SDF

2.5 Utredningens huvudmoment

A. Underlag för riskbedömning av särskilda händelser med sannolikt stora konsekvenser för Göteborgs stad

SMHI har sammanställt sex skilda extrema situationer (väderförhållanden m.m.) som uppträtt i Göteborgsregionen under 1900-talet och hittills under 2000-talet samt sammanställt översikt gällande framtida klimatförändringar och dessas eventuella innebörd för Göteborgsregionen. Relevanta väderparametrar med rekordnivåer utifrån tillgänglig statistik har dessutom sammanställts. Parametrarna är; vattenstånd i Göta Älv, regnmängder, snö, värme och torka, underkylt regn och hagel samt vindar. SMHI har vidare beskrivit samt beräknat/bedömt sannolikheter (återkomsttid) för att ett urval extrema väderhändelser skall inträffa under 50 respektive 100 års tid. Studie av den dynamiska process som ger vattenståndsskillnader i Göta älv har bl a genomförts i sammanhanget. Hur förväntade klimatförändringar kan ha påverkat sannolikheter om ca 100 år har slutligen bedömts¹.

B. Riskbedömning

Respektive analysområdes övergripande tekniska system och säkerhetsinriktning beskrivs inledningsvis. Därefter identifieras extrema väderhändelser med sannolikt stora negativa konsekvenser på analysområdets verksamheter samt analys gällande risk. Risk definieras som en sammanvägning av väderkombinationens sannolikhet/återkomsttid och dess konsekvens på aktuellt analysområde. Slutligen genomförs analys gällande åtgärder. Pågående och planerade samt ytterligare tänkbara insatser. Akut-åtgärder på kort sikt samt förebyggande av negativa konsekvenser på lång sikt. Analyserna per verksamhet har genomförts med en av stadsbyggnadskontoret utarbetad markmodell, med tre ”trappsteg/zoner” för höjder på vattennivån uppströms älven, som praktiskt arbetsunderlag².

C. Sammanfattning av sårbarhetsanalyserna

Inventering av konsekvenser, beredskapsmässiga åtgärder, kunskaps- och t.ex. utredningsbehov, planering för minskad risk samt inventering, analys och kostnadsbedömning av tänkbara åtgärder baserat på det gemensamma underlagsmaterialet.

2.6 Utredningens avgränsningar

Utredningen begränsas till extremt väder med direkt eller indirekt påverkan på teknisk infrastruktur. Perspektivet är vad som kan göras i den vardagliga planeringen och vad som kan krävas för att undvika allvarliga konsekvenser av en trolig klimatförändring och extrema väderhändelser. Utredningens organisation har av praktiska skäl avgränsats till särskilt berörda förvaltningar och bolag i staden. Effekter och möjliga åtgärder inom andra sektorer såsom näringsliv, sjukvård, för fastighetsägare och enskilda har inte analyserats. Stora delar av näringslivet i Göteborg, som t ex hamnen, har som bekant både nationell och internationell betydelse. Areella näringar liksom natur och biologisk mångfald påverkas också av klimatförändringar. Den biologiska mångfalden kan tänkas öka med ändrade klimat-zoner och t ex fler och större våtmarker. Temperaturhöjning och påföljande förhöjda risker för t ex sjukdomsalstrande fauna har inte analyserats. Inte heller sociala konsekvenser – i den allmänna debatten om klimatförändring har som bekant begreppet klimatflyktingar myntats.

Frågan om de stora landisarnas (”glaciärerna”) nedsmältning och därigenom påverkan av havsvattennivån har inte analyserats särskilt. Enligt forskningen bedöms sådana effekter ha mycket långa tidsförlöpp. Avslutningsvis – det har inte ingått i utredningens uppdrag att analysera Göteborgarnas möjligheter att genom ändrad produktion och konsumtion minska sin klimatpåverkan.

¹ Se kapitel 3 ”Klimatunderlag” (SMHI-rapport 2005-42 samt SMHI-rapport 2006-16).

² Markmodellen beskrivs översiktligt i avsnitt 3.3 samt närmare i bilaga 1.

2.7 Andra pågående processer – regionalt, nationellt och i Europa

EU-kommissionens förslag till direktiv om bedömning och hantering av översvämningar (5540/06)

I januari 2006 lade EU-kommissionen fram sitt förslag till Europaparlamentets och Europeiska rådets direktiv om bedömning och hantering av översvämningar. Direktivet föreslås tillämpas på alla avrinningsområden och kustområden i EU där det finns betydande risk för översvämning samt genomföras i nära integration med implementeringen av vattenramsdirektivet (2000/60/EG). I Sverige föreslås uppgifter gå till de nybildade vattenmyndigheterna. Behandling av förslaget pågår i EU-parlamentet samt EU-rådet. Ambitionen är att nå en politisk överenskommelse i juni 2006.

Regeringens proposition ”Nationell klimatpolitik i global samverkan” 2005/06:172

Mål på lång och medellång sikt

I propositionen hänvisar regeringen till Europeiska rådets bekräftande (mars 2005) att den globala medeltemperaturen inte får öka med mer än högst två grader Celsius i förhållande till förindustriell tid i syfte att förhindra skadlig mänsklig klimatpåverkan. Rådet enades om att det därför krävs en utsläppsminskning av växthusgaser i industriländerna på i storleksordningen 15-30 procent till 2020. Regeringen bedömer att utsläppen av växthusgaser för Sverige år 2020 bör vara 25 procent lägre än utsläppen år 1990. Regeringen bedömer vidare att miljö kvalitetsmålet ”Begränsad klimatpåverkan” bör kompletteras med ett temperaturmål om en maximal global genomsnittlig uppvärmning med två grader Celsius. Att uppnå målet kräver långsiktigt, omfattande och djupgående internationellt samarbete. Inför kontrollstationen 2008 bör det närmare utredas hur samhällets olika sektorer bedöms kunna bidra till uppfyllandet av målen på lång och medellång sikt med sektorsvisa inriktningsmål för 2015.

I övrigt föreslår regeringen att klimatmålet enligt 2002 års klimatpolitiska beslut ligger fast. Detta innebär att de svenska utsläppen av växthusgaser skall som ett medelvärde för perioden 2008-2012 vara minst fyra procent lägre än utsläppen år 1990. Målet skall uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller med flexibla mekanismer som t ex insatser i andra länder. Utsläppen räknas som koldioxidkvivalenter och omfattar Kyotoprotokollets sex olika växthusgaser.

Klimat och sårbarhetsutredningen (M 2005:3)

Regeringen beslutade 2005-06-30 att tillsätta en särskild utredare som skall kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för klimatförändringar, de regionala och lokala konsekvenserna samt bedöma kostnaderna för de skador som kan uppstå. Utredaren skall också föreslå åtgärder som minskar samhällets sårbarhet för successiva klimatförändringar och enstaka extrema väderhändelser, behov av uppgiftsförändringar och beredskap hos myndigheterna m m. Utredaren skall dessutom senast 2006-11-01 delrapportera kring översvämningssrisker och avtappningsmöjligheter för Mälaren, Hjälmaren och Vänern samt ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämningar (Vänern inklusive Göta älv belyses). Ett slutbetänkande skall lämnas senast 2007-10-01.

Statens geotekniska instituts (SGI) förslag till handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. ”På säker grund för hållbar utveckling”

Regeringen gav år 2004 SGI uppdraget att, med bl a anledning av att nederbördsmängderna kan komma att öka, redovisa en handlingsplan för institutets arbete de närmaste åren med att förutse och verka förebyggande för att förhindra riskerna för ras och skred. SGI har valt att i uppdraget innefatta naturolyckor, d v s ras, skred, erosion, översvämning och tillhörande miljökonsekvenser. Som underlag för uppdraget beskrivs vidare konsekvenser av ett förändrat klimat i tre specialstudier. Uppdraget slutredovisades för regeringen 2006-02-01.

Samordnad beredskapsplanering för dammbrott och höga flöden i Göta älv

I februari 2006 påbörjade Svenska kraftnät, Vattenfall AB, i samarbete med kommunerna och länsstyrelserna i Göta älvdalen, SGI samt Sjöfartverket, ett arbete med att ta fram ett underlag för beredskapsplaneringen. Underlaget skall på olika sätt behandla dammbrott och höga flöden. Projektet planeras vara avslutat under 2008.

2.8 Kommunens och dess verksamheter, nationellt och enskilt ansvar

Utredningen

Det finns en omfattande lagstiftning kring kris- och katastrofhantering samt till skydd mot olyckor. Bland annat regleras kommunens ansvar för att leda Göteborgssamhället när kriser och katastrofer inträffar. Föreliggande utredning behandlar inte den akuta hanteringen. Utredningens perspektiv är mer frågan om hur ansvar fördelar sig för att förebygga och parera konsekvenser av långsiktiga och successiva förändringar av grundläggande förutsättningar som ger höjd risknivå.

I stadens synsätt ligger att avgöranden om vad som är rimlig sårbarhet, motiverat risktagande och en tillfredsställande beredskap inom stadens olika verksamhetsfält måste vara väl förankrade på förtroendemannanivå. Möjligt och rimligt säkerhets- och beredskapsarbete bedöms bäst av dem som direkt ansvarar för verksamheten. Det är i linjeorganisationen som inriktning och omfattning av de förebyggande insatserna avgörs och byggs in i verksamhetsplaneringen. Det är också här bevakning och uppföljning sker. En tydlig dokumentation av risk/sårbarhetsbedömningar och strategisk handlingsplanering är speciellt viktigt inom en organisation med Göteborgs Stads stora verksamhetsbredd. Riskhanteringen och de löpande förebyggande insatserna minskar sårbarheten men måste genomföras inom ramen för ekonomin. Det finns naturligtvis en gräns för hur mycket man kan förebygga. Behovet av ett medvetet, rimligt risktagande kvarstår liksom medvetenheten om att det inte går att förutse allt.

Översiktligt sett faller på staden att säkra och anpassa sina verksamheter och allmänna anläggningar. Flera av stadens verksamheter har fortlöpande samhällsuppdrag. Generellt gäller att specialreglerade myndighetsnämnder ska ta hänsyn till känd kunskap och informationsansvar. Inom va-området sätter den tillämpade va-lagstiftningen praxis för ansvarsgränser. Byggnadsnämnden arbetar i planeringen och den direkta byggnadsverksamheten med ett omfattande regelverk i botten, som till stor del är till för att främja säkerheten i samhällsbyggandet. Det kan handla om att undvika bebyggelse i anslutning till raskänsliga områden, planering av transportleder eller val av byggnaders användning, grundläggning, byggnadsmaterial och konstruktion. Trafiknämnden medverkar i arbetet med att säkra trafikområdet. I detta arbete ingår en omfattande uppföljning av riskpanoramat i form av inträffade olyckor i trafiken och en fortlöpande planering av behövliga trafikförbättrande infrastruktur och åtgärder. Räddningstjänsten följer noggrant upp händelser, gör löpande riskanalyser och rimlighetsbedömningar om acceptabel sårbarhet och utformar handlingsplaner för det förebyggande arbetet bl a för att få till stånd en förankring i beslutsfattarleden. Även stadens försäkringsbolag Göta Lejon är aktivt. Uppföljningen och analysen av risker inom egna ansvarsområden utgör framför allt underlag för den egna handlingsplanen, men skall också fungera som underlag för övriga organisationers säkerhets- och beredskapsarbete. Dokumentationen finns normalt tillgänglig hos respektive organisation. Det är här angeläget att ömsesidiga initiativ till informationsspridning och samverkan tas.

En mycket stor del i dagens ansvarsfördelning för långsiktig anpassning och förebyggande åtgärder faller på enskilda verksamheter och hushåll. Till skydd mot enskild ekonomisk skada finns försäkringsbranschen. Här kan dock observeras att i de flesta fallen försäkringar av fast egendom som t ex bostadshus inte reglerar skador på markanläggningar, trädgård etc eller om försäkringstagaren inte vidtagit rimliga skyddsåtgärder. Mest troligt kan branschen komma att, sett över lång tid, anpassa sina villkor till förhöjda risknivåer.

Den 2005 tillsatta statliga utredningen "Klimat- och sårbarhetsutredningen" har bl a till uppgift att överväga ansvarfrågor hos myndigheter och dessutom ändamålsenligheten i finansieringssystemen på

nationell nivå. Även från kommunal horisont kan det nationella ansvaret te sig oklart och en djupare analys behövas. Erfarenheterna, bl a från USA i samband med orkanen "Katrina" i New Orleans, visar att ansvar och roller för förebyggande åtgärder mot risker på nationell, regional och lokal nivå behöver klargöras ytterligare.

Enligt stadskansliets bedömning har utredningsuppdraget från fullmäktige inneburit att deltagande förvaltningar och bolag dels har skaffat sig en starkare samsyn kring samverkans- och samordningsbehov beträffande extremt väder och möjliga klimatförändringar, dels lagt en gemensam kunskapsplattform för specifika åtgärder i den löpande verksamheten.

Ks uppdrag 2002-08-28 (dnr 985/02)

Med anledning av kommunstyrelsens tidigare uppdrag (ks 2002-08-28) till stadskansliet angående ansvar och beredskap redovisas i korthet arbetsfördelningen vid akuta översvämningar:

Gatemark/allmänplats

- Respektive verksamhet kontrollerar funktioner (t ex va. Det finns också krisorganisation).
- Räddningstjänsten avskärmar och/eller pumpar.
- Polis stänger av ytor.

Tomtmark

- Ägare skyddar om möjligt.
- Ägare flyttar egendom (t.ex. från källare).
- Räddningstjänsten pumpar (om man kan/hinner).
- Privata entreprenörer pumpar.

Ekonomi och ansvar för skada

Det finns en omfattande lagstiftning och praxis som kommunen i sina olika verksamheter berörs av och tillämpar som gäller:

- Ansvar för lokalisering av bebyggelse.
- Väghållares ansvar p g a ytledes vatten från gata och park.
- Va-huvudmannens ansvar till följd av utförande, underhåll och tillsyn.
- Utläckande vatten från ledningsbrott.
- Kostnader utredningsansvar.
- Försäkringsfrågor vid översvämningsskador.

Förbättringar av stadens beredskap för översvämning sker främst genom ett utvecklat samarbete och beredskap mellan berörda verksamheter samt förbättringsåtgärder i linjeorganisationens delferksamheter. I korthet:

- Successiva förbättringar i verksamheterna som t ex mobil elförsörjning för va.
- SMHI ger hydrologiska prognoser och varningssystem.
- Samordningsgruppen Göta älvdalen (med två Länsstyrelser, SMHI, SGI, kraftbolagen och där kommunerna representeras av Ale kommun).
- Stadskansliet har bildat nätverksgrupp med nämnder/bolag inom infrastruktur.
- Den nya lagstiftningen klargör kommunens ansvar och verksamheternas ansvar (inkl krav på risk- och sårbarhetsanalys i verksamhetsplaneringen).
- Beslut har fattats i samband med Vattenplanen att nya områden baseras på +50 cm havsnivå.

Stadskansliets sammanfattande bedömning av beredskapen och åtgärdsinriktningen är att verksamheternas samarbete behöver utvecklas med främst perspektivet helhet och kombinationsfall. Respektive verksamheter kan sägas haft en tendens att utveckla det förebyggande arbetet optimerat inom egen delferksamhet.

2.9 Sannolikheter och prognosbegrepp

Alla prognoser är osäkra. Återkomsttider för olika extrema väderhändelser bygger på s.k. frekvensanalys som är ett relativt mått, baserat på vad som faktiskt har hänt. Vidare skapar begreppen återkomsttid och sannolikhet ibland missförstånd. Med en händelses återkomsttid avses att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Ett 100-årsvärde har således en återkomsttid på 100 år. Detta värde uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 100 år vilket innebär att sannolikheten är 1 på 100 för varje enskilt år. Men eftersom man exponerar sig för denna sannolikhet under flera år blir den ackumulerade sannolikheten avsevärt högre. Om ett värde, t ex ett högt vattenstånd, har en återkomsttid på 100 år blir därför den ackumulerade sannolikheten hela 63% att värdet inträffar någon gång under 100 år. I nedanstående faktaruta redovisas sannolikheten, i procent, att ett värde med en viss återkomsttid uppnås eller överträffas under en period av 50 respektive 100 år³.

Faktaruta:

Återkomsttid:

Sannolikheten under:

	<u>50 år</u>	<u>100 år</u>
25 år	87 %	98 %
50 år	63 %	87 %
75 år	49 %	74 %
100 år	39 %	63 %
125 år	30 %	55 %
150 år	28 %	49 %
175 år	25 %	44 %
200 år	22 %	39 %
300 år	15 %	28 %
400 år	13 %	22 %

Ekvation: $P_n = 1 - (1 - p)^n$

Där: P_n = sannolikheten för att ett värde överskrides under hela perioden.
 p = sannolikheten för att ett värde överskrides under ett år.
 n = antal år i perioden.

$$p = 1/T$$

Där: p = sannolikheten för att ett värde överskrides under ett år.
 T = händelsens återkomsttid.

³ Se SMHI-rapport 2006-16.

3. Klimatunderlag

Kapitlet sammanfattar utredningens gemensamma klimatunderlag, framtaget i samarbete med främst SMHI. SMHI:s underlag Rapport 2005-52 samt Rapport 2006-16 redovisas i sin helhet i bilagorna 2 och 3.

3.1 Extrema vädersituationer

För att inledningsvis ge en bild av vad begreppet extrema väderhändelser kan innebära, sammanställs nedan korta beskrivningar av ett antal skilda extrema situationer (väderförhållanden m m) som har uppträtt i Göteborgsregionen under 1900-talet och hittills under 2000-talet.

Faktaruta:

- Nederbörd mäts i mm. Mängden 1 mm innebär att en hårdgjord yta täcks av ett vattenlager som är 1 mm djupt.
- Snödjup mäts i cm.
- Vindhastighet mäts i m/s.
Medelvind = medelvärde över 10 minuter.
Byvind (momentanvind) = max. värde som varar några sekunder
- Temperatur mäts i grader celsius, °C.
- Vattenstånd anges i Göteborgs lokala höjdsystem. I det är havets medelvattenstånd +9.96 för år 2005.

Januaristormen 2005 ("Gudrun") är en av de tre värsta stormarna i västra och inre Götaland sedan år 1900. Stormarna 1902 och 1969 var meteorologiskt av samma styrka. 2005 uppmättes den maximala momentana vindstyrkan till 40 m/s vid Trubaduren. Havsvattenståndet vid Torshamnen nådde nivån +11,44 m.

Den kraftiga **nederbörden över Orust 2002** nådde enligt officiella mätningar nivån drygt 80 mm som dygnsnederbörd. Enligt inofficiella mätningar var den maximala dygnsnederbörden så hög som 180-200 mm, och större delen av denna nederbörd föll inom 12 timmar. Vid skyfallet 1997 i Göteborg var största dygnsnederbörden cirka 120 mm.

Snöovädret i västra Sverige i november 1995 är det kraftigaste som har drabbat de sydligare delarna av Sverige vid den årstiden sedan 1876. Det maximalt uppmätta snödjupet vid Säve, 25 cm, är det största i november under de senaste 100 åren.

"Isbarksstormen" 1921 ledde till stora problem med kraftledningsnätet, bl.a. i Göteborgsregionen. Det visade sig att den nederbörd som föll bildade isbark på mark, hus, konstruktioner etc. Kombinationen av nederbörd och temperaturer runt fryspunkten tillsammans med kraftig vind gynnar isbarksbildning.

3.2 Klimatförändring globalt och regionalt

Utifrån utarbetade klimatmodellsystem och klimatscenarier har också möjliga förändringar framöver studerats (närmaste 100 åren).

Faktaruta:

För Göteborgs stad har SMHI beräknat/bedömt framtida klimatförändringar i Göteborgsregionen utifrån Rossby Centre's regionala atmosfär- oceanografi-modellsystem, RCAO, som beskriver atmosfären, landytorna, hav och is. RCAO används vidare för tolkning av resultat från två globala klimatmodeller. Den ena från Max-Planck institutet för meteorologi i Tyskland, den andra från Hadley Centre i England. Beräkningarna utgår dessutom från olika scenarier d v s olika tänkbara utvecklingsvägar. FN:s mellanstatliga klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) har utarbetat olika utsläppsscenarier av växthusgaser, baserade på antaganden om befolkningsutveckling, socioekonomisk och teknologisk utveckling m m. I beräkningar används två utsläppsscenarier, representerande olika utsläppsnivåer.

Klimatförändringar i Sverige

- Årsmedeltemperaturen beräknas öka i hela landet, men regioner påverkas olika mycket. Det är framförallt vintrarna som blir mildare. Förlängd vegetationsperiod och kortare snösäsong är några av effekterna.
- Nederbördsmonstret förändras i ett varmare klimat. Årsmängderna ökar, framförallt orsakat av ökad nederbörd på vintern. För sommarperioden visar modelleringar på viss ökning av nederbörd i norra Sverige, men södra delarna av landet ser ut att få mindre mängder. Nederbörden blir dock, enligt beräkningarna, intensivare för sommaren.

Göteborgsregionen

- När det gäller temperaturutveckling de närmaste 100 åren visar de olika simuleringarna att den lokala medeltemperaturen kan komma att höjas med 3 – 4 °C. Dagens klimatzoner flyttar norrut. Antalet dagar med mer än +5 grader °C i västra Götaland ökar från runt 200 till runt 250 dagar till nästa sekelskifte och sannolikheten ökar för mer extrema väderhändelser.
- Modellsimuleringarna pekar på att medelnederbörden kommer att öka under vinter, vår och höst och minska under sommaren. Simuleringarna visar också att extremnederbörden kommer att öka under alla årstider. De kraftigaste skurarna (mycket extrem nederbörd) kan dock förväntas sommartid och då med ökad nederbördsmängd.
- Havets medelvattenyta kan komma att stiga i framtiden. Största orsaken till detta är att vattnet utvidgar sig när det blir varmare (termisk expansion). Simuleringar visar att höjningen bör ligga inom ett ganska stort intervall, 0,1 till 0,9 m över dagens medelvattenyta. Landhöjningen kan sänka dessa värden med ca 10 cm i Göteborgsområdet. Hur extremvattenstånden påverkas i framtiden är mycket svårt att säga. Det finns dock inget skäl att tro att de extremt höga vattenstånden kommer att minska i framtiden. (Avsmältning av glaciärer ingår bl a i de globala modelleringarna för simulering av framtida höjningar av havsvattenståndet)
- Vattenföringen i Göta Älv styrs i hög grad av förhållandena i Vänern, mestadels p g a dess reglering. Ett varmare framtida klimat ger mer instabila vintrar och högre vintertillrinningar i Vänern, samtidigt som tillrinningen sommartid blir lägre än idag. Dessa ändringar kommer troligen leda till att den maximala tappningsförmågan ut i Göta älv kommer att tas i anspråk i högre grad än idag. Således blir det vanligare med kraftiga vattenflöden i älven i ett framtida klimat.

3.3 Närmare studier av extrema vädersituationer och klimatförändringar i Göteborgsregionen

SMHI har sammanställt relevanta väderparametrar med rekordnivåer utifrån tillgänglig statistik. Parametrarna är vattenstånd i Göta älv, regnmängder, snö, värme och torka, underkyllt regn och hagel samt vindar. SMHI har vidare beräknat/bedömt sannolikheter (återkomsttid) för att ett urval extrema väderhändelser skall inträffa. Rekordnivåer samt ytterligare angivelser sammanställs i tabell 3-1 samt 3-2.

Tabell 3-1 Nivåangivelseser för vattenstånd i Torshamnen. Högsta högvattenstånd (HHW), medelhögvattenstånd (MHW) samt medelvattenstånd (MW). Medelvattenstånd gäller för år 2005.

Vädersituation	Station	Medel nivå års-normal (MW)	Max nivå års-normal (MHW)	Max rekordnivå (HHW)
Högsta vattenstånd (m)	Torshamnen /Klippan	+9,96	+11,10	+11,47 /+11,65
Lägsta vattenstånd (m)	Torshamnen	+9,96	+9,40	+8,86

Tabell 3-2 Rekordnivåer för övriga väderparametrar.

Vädersituation	Station	Max rekordnivå
Nederbörd		
- månad	Säve	220 mm
- dygn	Gbg-stad	117,2 mm
- timme	Gbg-stad	29,1 mm
Snödjup	Säve	52 cm
Värmegrader	Säve	+34,1 grader
Max vattentemp i Göta Älv	Lärjeholm	+24 grader
Köldgrader	Säve	-26,4 grader
Vindstyrka	Vinga Trubaduren	Medelvind 36 m/s Byvind 40,1 m/s

För varje händelse/parameter görs en ingående statistisk analys för att om möjligt beräkna återkomsttid och ange osäkerhet i analysen för dessa extraordinära/oönskade väderhändelser under 50 respektive 100 års tid. Dessutom görs en bedömning av hur förväntade klimatförändringar kan ha påverkat sannolikheter om ca 100 år.

Vattenstånd i Göta älv

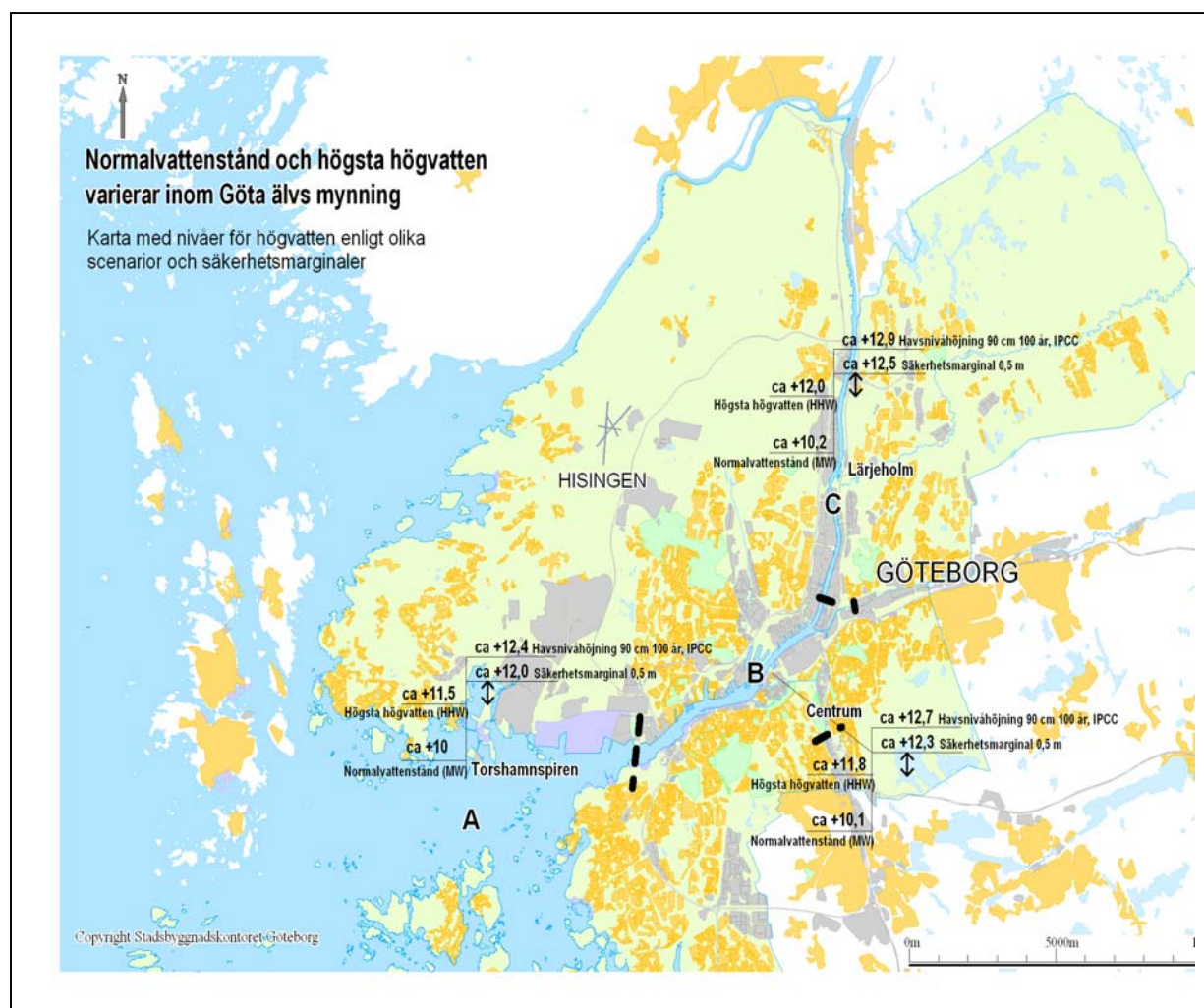
Medelvattennivå och förhöjt högsta högvatten

Globalt har medeltemperaturen ökat med ca 0,6 grader C under 1900-talet. Ökningarna accelererade under slutet av seklet. Havsnivån har, jämfört med en relativt stabil nivå under 17-1800-talen, ökat med ca 1,2 mm/år under 1900-talet. Under samma period har den regionala landhöjningen varit ungefär densamma 1,2-1,3 mm/år. Havsnivåökningen och landhöjningen kan därför uppskattas ha haft ungefär samma höjning (12-13 cm på 100 år). Klimatmodelleringar visar en accelererande havsnivåhöjning på mellan 0,1 och 0,9 meter till följd av uppvärmning på 100 år. Om takten i landhöjningen kvarstår skulle effekten vid Göteborg bli ett höjt medelvattenstånd i havet på mellan 0 och 0,8 meter.

Göta älv lutar i staden

Medelvattennivån vid Torshamnen ligger på +9,96 m för år 2005 enligt stadens höjdsystem. Medelvattennivån vid Lärjeholm är ca 16 cm högre. Vattenståndsskillnaden vid lugnt väder har sin orsak i dels trögheten av älvens flödesfriktion (10 cm), dels saltkil/salthaltsskillnad som ger salt och sött vatten olika tyngd (5 cm). Ett ökat flöde i älven (t ex genom ökad tappning) påverkar skillnaden – en dubblering från normalt flöde på 150 m³/s till den ökade tappningen år 2001 till 300 m³/s gav en vattenståndsskillnad på ca 20 cm mellan Torshamnen och Lärjeholm. Vid sydvästliga stormar påverkas vattenståndsskillnaden mellan Torshamnen och Lärjeholm med mellan 5 till 20 cm. Vid Gudrun 2005 ”rullade” skillnaden successivt sett i tid uppströms älven.

Älven är trattformad och vattenståndet påverkas utmed älven. De statistiska data om vattenståndets lutning som kan användas för analys kommer från Torshamnen och Lärjeholm. I utredningens analyser av effekter på verksamheterna används stadsbyggnadskontorets markmodell med tre ”trappsteg/zoner” för höjder på vattennivån uppströms älven, som ett förenklat arbetsunderlag. De tre zonerna är zon A Torshamnen, zon B Centrala staden, samt zon C Lärjeholm. I varje zon studeras effekter av extremt högsta högvatten (HHW). Vidare studeras extremt HHW adderat med en säkerhetsmarginal på 0,5 m⁴ samt extremt HHW adderat med 0,9 m för samtliga tre zoner. Karta 3-1 illustrerar utredningens zonindelning samt analyserade vattenstånd.



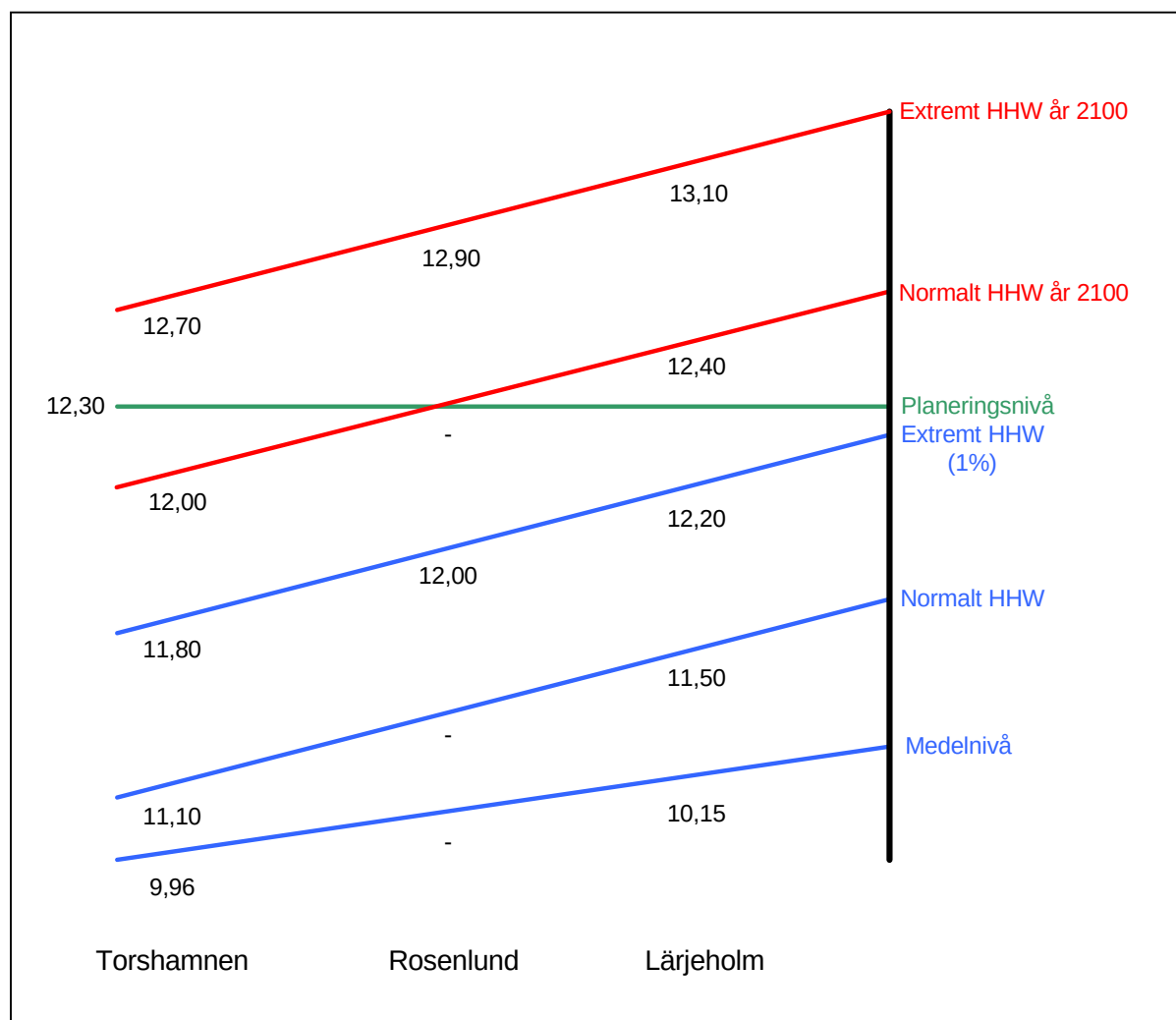
Karta 3-1 Förenklad zonindelning som används i verksamhetsanalyserna.

⁴ Se ”Vatten - så klart”, Vattenplan för Göteborg (ÖP99) 2003.

Värsta fallen

I figur 3-1 nedan summeras enkelt risken i form av värsta fall med dagens förutsättningar respektive med en vattenståndsförändring enligt klimatscenerierna om 100 år. Av figuren framgår medelvattennivå för året, det årligen återkommande högsta högvattennivån som förekommer oftast på höst/vinter ("normalt HHW") samt det övre värdet för extremvärde med en årlig sannolikhet på 1 % (återkomsttid 100 år). I figuren illustreras också den fram till år 2003 generella dimensionerade planeringsnivån på +12,30 m för grundläggningen av bebyggelse. Enligt SMHI visar dagens förutsättningar en mycket låg sannolikhet att denna nivå ska överskridas momentant av ett extremt högvatten (återkomsttiden för en sådan händelse är mer än 1000 år och sannolikheten avsevärt mindre än en promille).

I figuren har också lagts de beräknade värdena av de övre ("värsta") värdena utifrån scenarierna för ett förändrat klimat på 100 år. Beräkningarna tar hänsyn till temperaturhöjningar, någon bedömning av ökad stormstyrka eller - frekvens har inte kunnat göras. Sammanfattningsvis visas att nivån för befintlig bebyggelse då överskrids vid ett normalt högvattenstånd. Den beslutade grundläggningsnivån för ny bebyggelse överskrids vid extremtillfället med 1 % årlig sannolikhet.



Figur 3-1 Principskiss av vattenstånd respektive "värsta fall" år 2100 jämfört med den generella planeringsnivån som gällde till år 2003.

Extrema regnmängder

Regn och översvämningar

Under de inledande åren på 2000-talet har kraftiga översvämningar till följd av nederbörd inträffat i Sverige. I juli 2000 i södra Norrland och norra Svealand och i november 2000 – januari 2001 i Dalsland och Värmland. Vänern nådde mycket högt vattenstånd våren 2001, varvid bl a särskilda beslut om avtappning togs av Länsstyrelsen. Regn med stor häftighet har också förekommit momentant och fått stora effekter lokalt, bl a på Orust 2002. Internationellt förekom översvämningar med stora effekter (Mozambique, Schweiz, Italien och England m fl). I Sverige hade vi en mycket mild och blöt period under nästan 20 år. År 2000 var ett av de varmaste åren på 100 år och hade sannolikt mest nederbörd över en period på 140 år. De senaste 50 årens data visar en ökande trend i nederbörd och avrinning (årsmedelvattenföring) i Sveriges stora älvar. I ett längre perspektiv är det dock svårt att fastställa trenden entydigt. Det finns perioder under förra seklet där frekvensen av extrema flöden (max-flöden) varierar kraftigt.

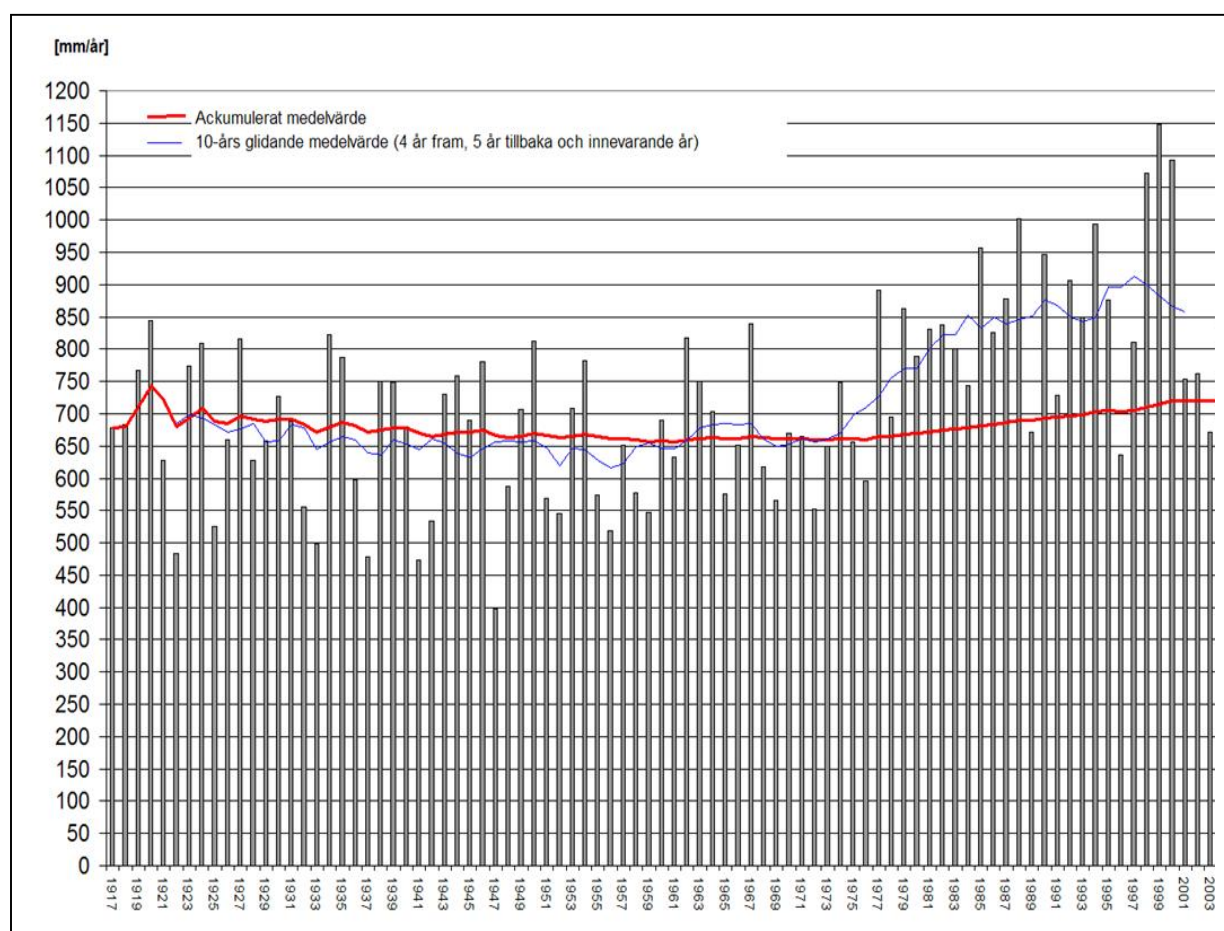
Såsom orsaker till höga flöden i avrinningssystem och problem i samband med översvämningar lyfts vanligen fram:

- Ändrad markanvändning (skogsavverkning, dikning, hårdgörning av ytor).
- Vattenkraftutbyggnad och dess reglering.
- Fysisk planering, bebyggelseutveckling och urbanisering.
- Klimatförändringar till följd av växthusgaser.

I Sverige har urbanisering, förutom lokalt, en relativt liten andel i orsaken till översvämningar och höga flöden. Enligt Svenska Kraftnät har vattenkraftsutbyggnaden en utjämnande effekt så att effekterna av momentant hög nederbörd blir mindre. Översvämningar blir mer sällsynta samtidigt som när de trots allt sker kan effekterna bli större och mer överraskande på bebyggelse lokaliserad nära vattendragen. Slutsatsen gäller även i Vänerns system med dess långsamt reagerande vattenstånd. I bebyggelseutvecklingen har infrastrukturanläggningar visat sig ha särskild betydelse ur översvämningssynpunkt. Så motverkas t ex höga avtappningar av Vänern genom infrastrukturen utmed Göta Älv.

Nederbörden i Göteborg

I Göteborg har årsnederbörden ökat sedan mitten av 1980-talet. Även om det är osäkert pekar nuvarande trender på fortsatt nederbördsökning. För nederbörd med en varaktighet upp till två timmar, visar den lokala statistiken en minskad nederbördsintensitet de senaste 30 åren. Under åren 1998-2000 ökade årsnederbörden med 40 % och under åren 2001-2003 med nästan 30 % över det ackumulerade medelvärdet från 1917. Utvecklingen framgår av figur 3-2.



Figur 3-2 Nederbörd 1917 – 2005 Barlastplatsen.

Den högsta momentana nederbörds mängden med en återkomsttid på 100 år ligger mellan 67 och 97 mm för ett dygn och mellan 80-112 mm på två dygn. Den högsta registrerade nederbörden under 24 timmar, 120 mm, inträffade i augusti 1997. Detta värde bedöms ha en återkomsttid på ca 200 år.

Sannolikheten för extrema regnmängder ökar om klimatet blir varmare i framtiden. För Göteborgs vidkommande som ligger vid älvens mynning vid havet är den generella översvämningsrisken direkt till följd av nederbörd praktiskt taget försumbar och klart mindre än uppströms. Nordre älv tar drygt 70 % av vattenflödet i älven. I det fall häftiga och utdragna skyfall följs/kombineras av kraftiga sydvästliga vindar kan, som en säkerhetsåtgärd, avtappningen i Vänern minskas kortvarigt. Vänern är så stor att en sådan minskad tappning inte märks där, men effekten blir klart märkbar med sänkta nivåer i älven.

Extrem snönederbörd

I medeltal förekommer ett snötäcke med minst 1 cm tjocklek 43 dygn/år i Göteborgsområdet. Den största mängden snö i kombination med stark vind inträffade i december 1996 då det under ett dygn föll en mängd som motsvarade 29 mm i smält form. Största snötäckestillväxten under ett dygn, 30 cm, skedde i januari 1968.

Intervall för maximal snönederbörd med 100 års återkomsttid beräknas till 31 – 45 mm i smält form under ett dygn och 37 – 48 mm under två dygn.

En global uppvärmning leder till mindre snö i Göteborgsregionen, speciellt eftersom vintrarna blir så mycket varmare. Det medför troligen även att sannolikheten för kraftiga snöoväder minskar även om enskilda snöoväder inte kan uteslutas ens i framtiden.

Långvarig torka och värme

Ihållande värme i kombination med mycket låg nederbörd visar att man, vid en återkomsttid på 100 år, under 30 dygn kan ha en medelnederbörd på högst 1,0 mm/dygn samtidigt som medeltemperaturen under de 30 dygnen ligger i intervallet 18,5 – 22,5 °C.

Sannolikheten ökar för perioder med långvarig torka och värme i framtiden även i Göteborgsregionen.

Underkyld nederbörd

Mängden underkyld nederbörd ökar med avståndet från kusten. Vid Säve förekommer denna typ av nederbörd ca 8 timmar per år. I den västra delen av sydsvenska höglandet rör det sig snarare om ca 30 timmar per år.

Möjligen är en svag ökning av sannolikheten för underkyldt regn att vänta i framtiden, då ökningen av nederbörden höst, vinter och vår också innebär fler tillfällen med underkyldt regn eftersom antalet dagar med regn ökar.

Extrema vindhastigheter***Storm och orkan***

Storm- eller orkanstyrka i de värsta vindarna fås av lågtryck som bildas snabbt och ganska nära oss. Exempelvis kan varm fuktig luft från Azorerna möta kallare Nordsjöluft. Den värme och energi som frigörs kan ge mycket kraft till vindarna. Teoretiskt skulle således ett varmare och fuktigare klimat i framtiden kunna ge förhöjd sannolikhet för mer och/eller kraftigare storm-/orkanförehållanden. I den engelska klimatmodelleringen framkommer detta⁵. Men för närvarande finns inga entydiga resultat som visar på en ändrad sannolikhet vad avser kraftiga stormar i Göteborgsregionen i framtidens klimat.

Tromber

Extrema vindhastigheter skapas bl. a. av tromber, som är roterande vindpaket, och av fallvindar från åskmoln. Tromber med maximala vindhastigheter upp till 70 meter per sekund drabbar Göteborgsområdet med en återkomsttid på ca 200 år. Tromber med maximala hastigheter i intervallet 70 till 90 meter per sekund har en återkomsttid av storleksordningen 2500 år. Trots osäkerhet gällande ändrad risknivå för kraftiga stormar i Göteborgsregionen i ett framtida klimat är det inte orealistiskt att tänka sig en viss ökad frekvens av tromber. Detta orsakat av ett varmare klimat, speciellt sommartid.

⁵ Se faktaruta s. 12.

4. Stadsbyggnad

Föreliggande kapitel innehåller de två avsnitten Geoteknik samt Markanvändning - konstruktioner.

4.1 Geoteknik

Sammanfattande analys

En stor andel bebyggelse i låglänta områden på lermark nära stora vattendrag gör att framförallt höga vattennivåer och flöden samt extrema regnmängder är det som påverkar den geotekniska sårbarheten i Göteborg. Ökade skredrisker, sättningar samt andra rörelser i marken kan bli konsekvensen av extremt väder och ett förändrat klimat. Erosion, grumling och förorenings spridning i vatten är andra konsekvenser. Eftersom Göteborg ligger i ett mynningsområde för flera större vattendrag påverkas området även av klimateffekter uppströms vattendragen.

Planering för höga vattennivåer samt analyser av stabilitetsförhållanden i såväl bebyggda som planerade områden med avseende på extremt väder bör genomföras. Klimatförändringens eventuella påverkan måste studeras vidare innan anpassning kan göras.

Beskrivning

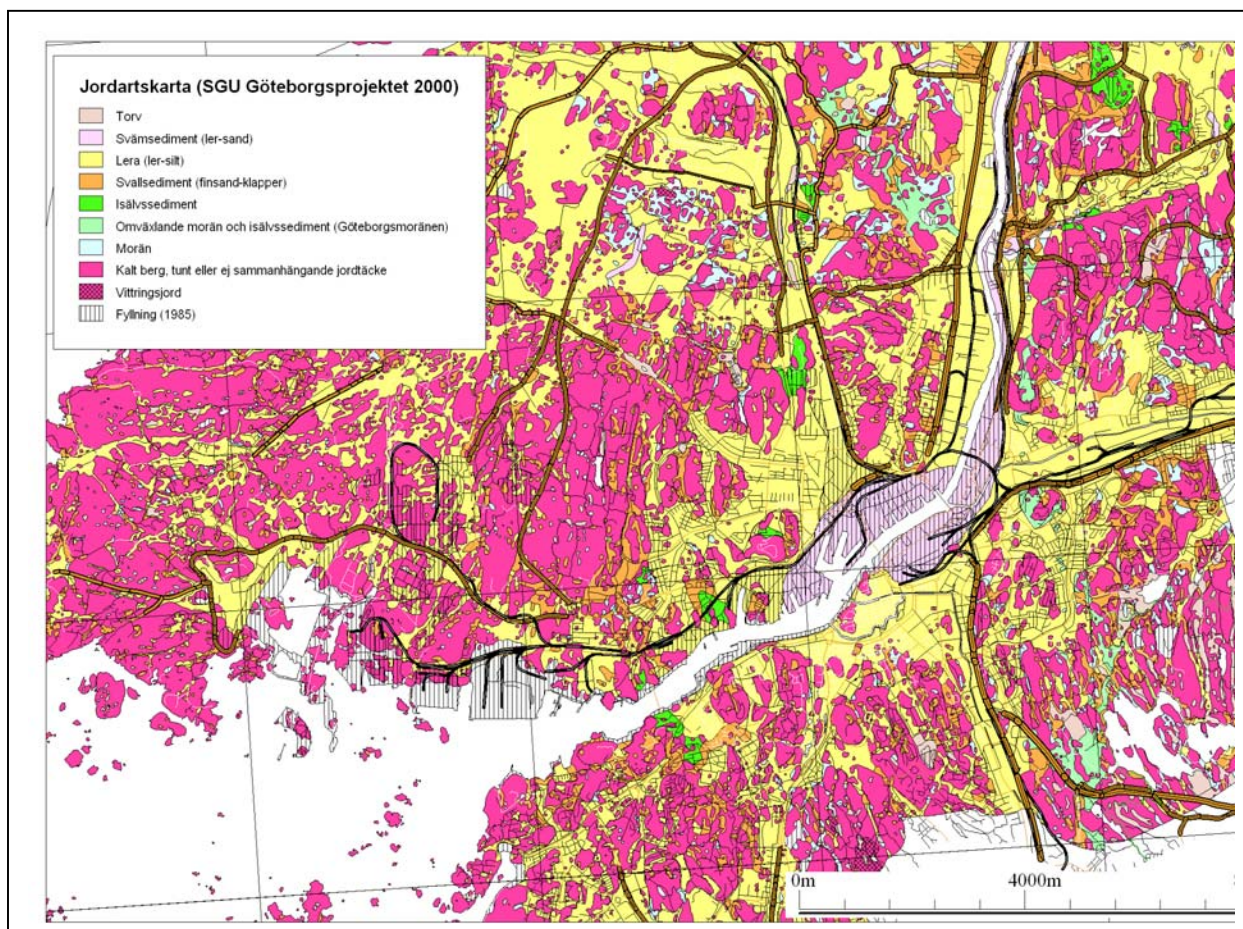
De geologiska förhållandena i Göteborgsområdet kan generellt beskrivas som ett sprickdalslandskap med berg i dagen på höjderna och lerfyllda dalgångar och sänkor däremellan. Dalgångarna avvattnar omgivande terräng i ett flertal större vattendrag däribland Göta älv vars Göteborgsgren mynnar i havet i centrala Göteborg. Isälvsavlagringar med sand och grus förekommer sparsamt i området. Morännavlagringar förekommer i allmänhet under leran och på sluttningar direkt på berget där den oftast är ursvallad av vågor. Lerdjupen är på många håll betydande, i centrala staden finns över 100 m djupa lerlager. I de områden som täcks av finkorniga jordar och framför allt längs de större vattendragen kan det finnas risk för skred.

Göteborg höjer sig fortfarande ur havet som en effekt av återhämtningen efter inlandsisens avsmältning. Nuvarande sk strandförskjutning är i Göteborgsområdet ca 12 mm/år⁶. Högsta kustlinjen i området ligger ca 100 meter över nuvarande havsnivå.

Längs älven inne i staden och i hamnområdena har betydande utfyllnader gjorts i vattnet under årens lopp för att vinna mer mark för stadens utbyggnad. Fyllnadsmassorna är av varierande sammansättning och består delvis av förorenade massor. Markområden kan också ha förorenats genom verksamheter.

I stora delar av Göteborg är byggnader och anläggningar grundlagda på lera och andra finkorniga jordarter samt äldre och nyare utfyllnader. Sättningar i leran, stabilitetsrisker och sanering av förorenad mark är exempel på problem som måste lösas i samband med byggnation och annan användning av markområden. Äldre grundläggning är ofta utförd med träpålar, kallmurar och rustbäddar medan betong-, stål- och kalkpelare är exempel på modern grundläggningsteknik.

⁶ Se "A mathematical model of the shore level displacement in Fennoscandia". SKB Technical report 96-24. Tore Påsse, SGU 1996.



Karta 4-1 Jordartskarta. Ur Lokala jordartsdatabasen Göteborg. © Sveriges geologiska undersökning (SGU) 2000. Dnr: 0-193/97.

Extremt väder

De risker som idag bedöms som sannolika, vad avser extrema väderhändelser för geoteknik är:

- Höga vattenstånd.
- Extrem nederbörd.
- Långvarig torka.

Klimatet påverkar bland annat markens vattenförhållanden, vilket tillsammans med jordarten har stor betydelse för markens hållfasthet och stabilitet. Naturolyckor som översvämningar, ras, skred och erosion kan alla relateras till klimatet. Sambandet mellan höga grundvattennivåer och höga portryck respektive markens stabilitet är väl belagt, men det finns stora kunskapsluckor när det gäller att prognostisera förhållanden vid dagens extrema vädersituationer och än mer med hänsyn till ett föränderligt klimat⁷.

Höga vattennivåer i hav och vattendrag – Höga vattenstånd inträffar varje år, nivåer liknande dem under "Gudrunstormen" i januari 2005 beräknas av SMHI ha en återkomsttid på 100 år. Höga vattenstånd med översvämningar och påföljande högt porvattentryck i marken ökar risken för skred. På motsvarande sätt kan låga vattenstånd medföra en ökad risk för skred genom att mothållet för potentiella glidytor blir sämre. Höga vattenflöden orsakar erosion som även kan nå nya områden. När vattnet sjunker kan släntstabiliteten vara försämrade i de områden som utsatts för erosion särskilt om portryck

⁷ Se "På säker grund för hållbar utveckling - Förslag till handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat", SGI 2006.

en är fortsatt höga en tid efter att ytvattnet sjunkit undan. Eventuella föroreningar i och på marken kan spridas till vattendragen i ökad omfattning. Erosion och skred kan också orsaka grumling så att dricks-vattenintag måste stängas. Konstbyggnader under mark kan påverkas negativt av förändrade portryck och grundvattennivåer.

Extrem nederbörd – Större erosion och höjt portryck (grundvattennivå) i jordlagren ger förhöjda stabilitetsrisker och andra konsekvenser liknande de vid höga vattenstånd.

Långvarig torka och värme – Ökar torrskorpelerans tjocklek (positivt), och orsakar ökad sättningstakt i leran (negativt). Låga portryck och sänkta grundvattennivåer kan skada grundläggning i bebyggda områden. Låga vattennivåer i vattendrag kan ge försämrade släntstabilitet.

Klimatförändringar

Statens geotekniska institut (SGI) har i ett regeringsuppdrag nyligen (januari 2006) redovisat en handlingsplan att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. *”De tekniska utredningarna visar att riskerna för naturolyckor ökar, hotbilder förvärras och allvarliga skador och samhällsstörningar kan förväntas. För att begränsa skadeverkningarna och möta de nya hot som ett förändrat klimat kommer att innebära för samhället blir det nödvändigt att arbeta såväl förebyggande med att skydda utsatta områden som att höja kvaliteten i planeringen med hänsyn till den nya situationen”*⁸. I förslaget till handlingsplan redovisas behov av myndighetsstöd och kunskapsutveckling samt förslag på åtgärder och de forsknings- och utvecklingsbehov som detta innefattar.

Trots att det finns en klar och tydlig koppling mellan intensiv nederbörd och naturolyckor som ras, skred, översvämning och erosion finns få studier som kvantitativt visar på denna koppling eller de konsekvenser det innebär. Det saknas också analyser där man försökt relatera och kvantifiera effekter avseende den fysiska planeringen och infrastrukturen. Sådana analyser saknas även avseende erosion, sättningar i mark eller förändrade risker för spridning av gifter eller andra föroreningar i mark och vatten⁹.

En ökning av framtida nederbörd och därmed höjning av portryck och grundvattennivåer kan innebära en försämring av stabiliteten jämfört med dagens situation. Speciellt tydligt är detta vid snabba kortvariga förändringar, till exempel häftiga regn, som tillsammans med ökad erosion i vattendragen kan leda till stor försämring av stabiliteten. Många områden som idag anses stabila kommer att få lägre säkerhet mot ras och skred.

En permanent förhöjd havs/älvnivå medför att markområden kan komma att försvinna, översvämmas eller spolats bort. Översvämningarna blir mer frekventa än idag beroende på hur stor havsnivåhöjningen blir.

Åtgärder

Extremt väder

Översyn av befintliga invallningar och marknivåer i känsliga och skyddsvärda områden.

Fortsatt arbete med inventering och eventuell sanering av förorenade markområden.

Fortsatt arbete med skredriskanalyser/stabilitetsutredningar åtföljda av eventuella stabilitetsförbättrande åtgärder. Sådana åtgärder är kostnadskrävande.

⁸ Se ”På säker grund för hållbar utveckling - Förslag till handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat”, SGI 2006.

⁹ Se ”På säker grund för hållbar utveckling - Förslag till handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat”, SGI 2006.

Klimatförändring

Utökat skydd mot höga vattennivåer och flöden i framför allt havet och älven, samt i de större vattendragen.

Behov av förbättrat planeringsunderlag avseende ras och skred. Idag saknas kunskap om hur framtida klimat kan påverka släntsäkerheten och vilka områden som kan bli instabila, därför har nu bl a nya doktorandprojekt startats i SGI:s regi. Stabilitetsförbättrande åtgärder och höjda säkerhetsfaktorer mot skred kan bli nödvändigt. Erosionsskyddande åtgärder behöver vidtas i långt större omfattning än idag. Befintliga erosionsskydd kan behöva utökas i förhållande till förväntade vattennivåer. Stora delar av bebyggda områden längs älven och de större vattendragen berörs vilket medför mycket stora kostnader.

Grundläggningsdimensionering med hänsyn till ett förändrat klimat.

4.2 Markanvändning – konstruktioner

*Sammanfattande analys**Högt vattenstånd*

Utför årlig kontroll av havsnivå – landhöjning. För framtida analyser av vattenstånd bör fler permanenta vattenståndsmätare installeras (vid Älvsborgsbron, centrala staden samt Agnesberg).

Ge känsliga verksamheter information så att de på egen bekostnad kan höja säkerheten i byggnaderna.

Utred hur mycket av kajskoning, strandkant som ligger under +12,30 m i Göteborgs centrala delar. Undersök kostnadsteknisk rimlighet för att höja den till dagens säkerhetsnivå. Passa på vid andra underhålls eller anläggningsarbeten att höja kanten. Se samtidigt över dagvattensystemet och där det är för lågt möjligheter att pumpa ut vattnet.

Utred åtgärder för Älvstränderna i centrala Göteborg i särskild ordning.

Tillse att lägsta byggbara nivå har 0,5 m säkerhetsmarginal till högsta högvatten vid nybyggnation av större områden.

Ha beredskap för att utreda bygge av barriär.

Höga temperaturer sommartid

Bevaka solinstrålningsskydd vid bygglov.

Informera fastighetsägare om att en markis kan sänka kylbehovet med 80%.

Kraftig vind och nederbördsmängder

Höj kraven och kontrollen på torra byggnadsmaterial.

Bevaka att vindspärr i hus finns med ordentlig överlapp.

Bevaka att installationer i mark förankras.

Beskrivning

Kommunens markanvändning regleras via översiktsplan och detaljplan.

Om en planåtgärd dessutom medför betydande miljöpåverkan skall även en miljökonsekvensbeskrivning göras.

I såväl miljöbalken som plan och bygglagens portalparagraf står att:

”Mark- och vattenområden skall användas för det eller de ändamål för vilka områden är mest lämpade med hänsyn till beskaffenhet och läge samt föreliggande behov. Företräde skall ges sådan avvägning som medför en från allmän synpunkt god hushållning.”

Översiktsplan

Översiktsplanen, som är rullande och täcker hela Göteborg, skall ge en framtida vision om hur marken skall användas. Avsteg från översiktsplanen kan godkännas, men måste beslutas i kommunfullmäktige. Vid prövning av ärenden enligt plan- och bygglagen och miljöbalken kontrolleras om åtgärden är i överensstämmelse med översiktsplanen eller inte.

Översiktsplanen kan innehålla rekommendationer och riktlinjer av teknisk art såsom lägsta nivå på färdigt golv, förhållningssätt till trafikleder med farligt gods mm, men också redovisa ytor för var man kan bygga och var områden med stora värden för natur- kultur och friluftsliv finns.

Detaljplan

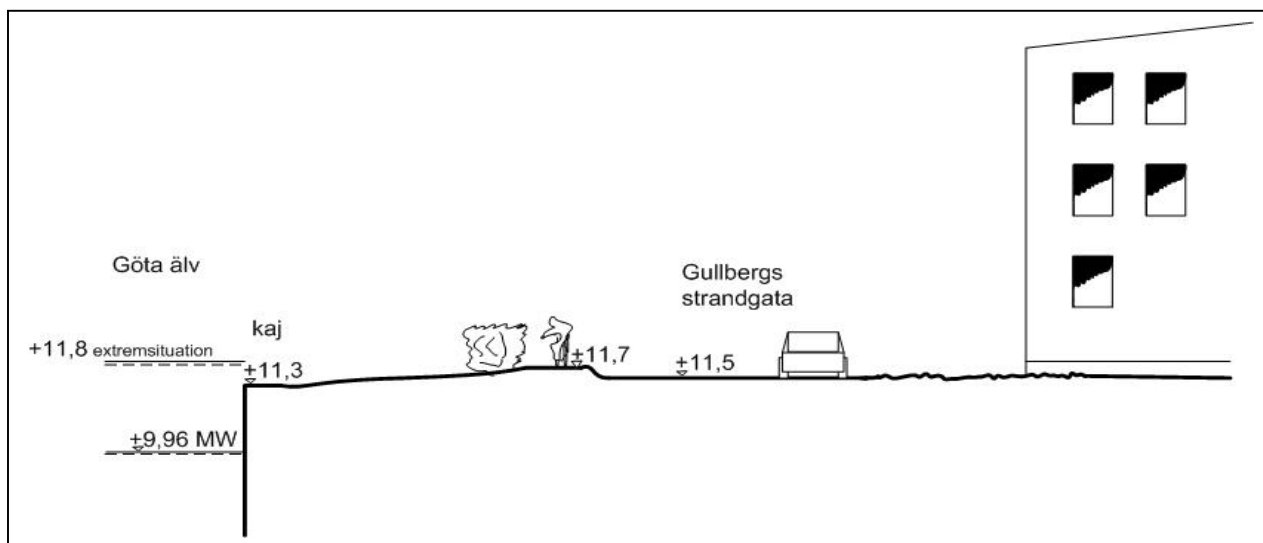
I detaljplanen som är juridiskt bindande, redovisas mer i detalj hur ett område skall användas och se ut. Höjder på gata och hus regleras här, geoteknik studeras, vilka ytor som får respektive inte skall bebyggas regleras, grundläggningssätt kan redovisas liksom skydd mot exempelvis radon mm. Detaljplanen består av plankarta med bestämmelser och planbeskrivning. Till planen hör också en genomförandebeskrivning.

Bygglov

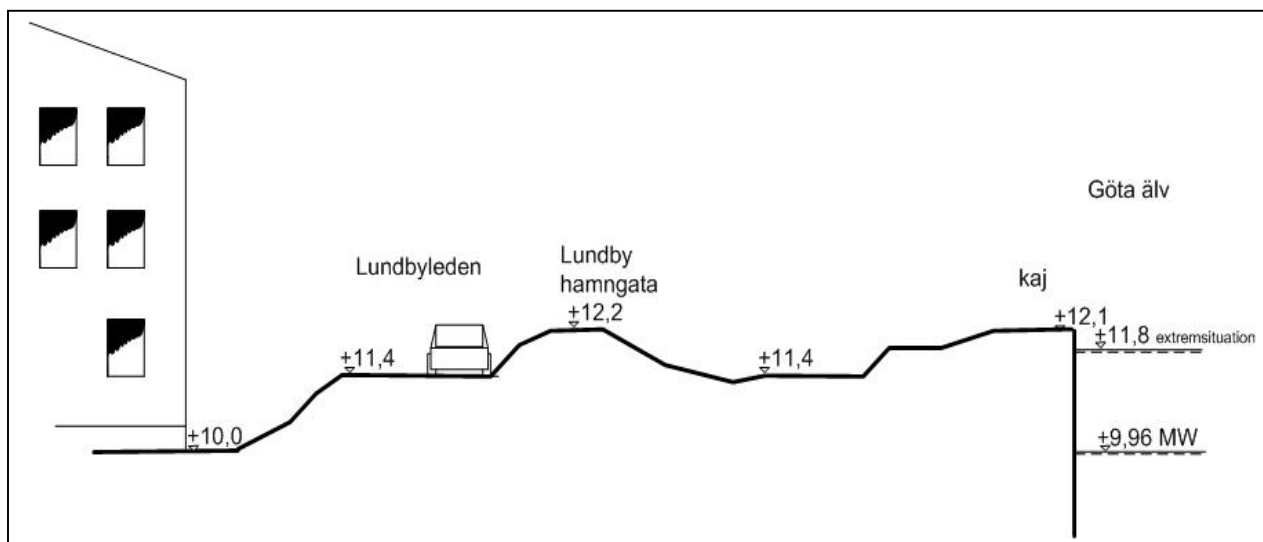
I bygglov prövas en byggnad eller anläggnings placering, utformning och tekniska konstruktion med utgångspunkt från vad som står i ÖP (Översiktsplan) och DP (Detaljplan). Grundläggningen studeras i detalj med hänsyn till undergrundens beskaffenhet och översvämningsrisker. Även ledningsanslutningar och dagvattenavledning studeras. Exempelvis kan grunden utföras i vattentät konstruktion alternativt läggas på en sådan nivå att dagvattnet kan avledas.

Grundläggningsnivåer

Principen för grundläggning i förhållande till vattennivåer som har tillämpats är att bebyggelsen ska klara ett extremt högvattennivå på 11,80 m enligt stadens höjdsystem och att det därutöver ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,5 meter (+12,30 m). Staden har genom beslut i samband med Vattenplanen fastställt att i ny bebyggelse ska säkerhetsmarginalen utökas med ytterligare 0,5 meter (+12,80 m). I den befintliga bebyggelsen utmed älven varierar de faktiska förhållandena i fråga om kajskoningar och strandkanter mm. På flera punkter uppnås inte de avsedda generella nivåerna. I figurerna 4-1 samt 4-2 illustreras komplexiteten genom några exempel på särskilt utvalda enstaka tvärsnitt.



Figur 4-1 Profilskiss Gullbergsvass.



Figur 4-2 Profilskiss Rambergsstaden.

Konstruktioner

I äldre konstruktioner har ofta trefaldig säkerhet använts. Konstruktioner är idag utförda med lägre säkerhetsfaktorer med hjälp av moderna beräkningsmetoder som tar hänsyn till materialegenskaper och användningssätt. Idag dimensioneras ofta konstruktioner för ett specifikt ändamål. Ändras användningssättet skall konstruktionen ses över.

Extremt väder och klimatförändringar

De risker som idag bedöms som sannolika, vad avser extrema väderhändelser för markanvändning och byggnader är:

- Höga vattenstånd.
- Höga temperaturer sommartid.
- Kraftiga vindar och ihållande regn.

Höga vattenstånd

Höga vattenstånd inträffar varje år vid lågtryck och kraftig västlig vind. Dagens högsta högvatten innebär att en del lågt liggande områden blir översvämmade med temporära avstängningar av gatu - spårvagnsnätet samt skador på källare och 1:a våningen. Med framtida klimatförändring, innebärande en högre havsnivå, kommer fler områden att drabbas. I scenariet med 0,9m högre havsnivå kommer stora delar av centrala Hisingen och centrala staden att påverkas. Ifall alla områden som ligger under denna nivå skulle få en total skada är det betydande värden som går till spillo. Enbart dagens marknadsvärde av befintliga hus och fastigheter skattas till 28 miljarder kronor¹⁰. Till denna summa skall läggas kostnaderna för infrastrukturen som troligen rör sig om 2-3 ggr mera. Dessutom finns ett värde av det centrala Göteborg som inte går att skattas i monetära kvantiteter.

Höga temperaturer sommartid

Långvarigt höga temperaturer medför ökat krav på kyla av tekniska installationer i kontor och bostäder.

Kraftiga vindar och ihållande regn

Byggnader skall med dagens tekniska krav tåla kraftig vind. En storm på 30 sekundmeter över ett flackt tak på hundra kvadratmeter har en lyftkraft på två ton. Vinden ger också upphov till tryck och sug som vandrar uppåt i huset och tar med sig en hel del värme. Vinden driver regnet, ett snedställt spöregn mot en husfasad ger 70 liter vatten per kvm på ett dygn¹¹. En uppgradering av krav på byggnader med avseende på vindlast har skett sedan stormen 1969. Det som kan inträffa är att lättare enklare byggnader, exempelvis carportar är för dåligt fästade i marken, vilket kan medföra lokal skada.



Bild 4-1 **Illustration Robert Källgren.**

¹⁰ Skattning av Göteborgs Fastighetskontor 2006.

¹¹ Carl-Erik Hagentoft, CTH.

Åtgärder

Höga vattenstånd

Till höga vattenstånd går det att förhålla sig på olika sätt. Det enklaste är att höja kajkanter och marknivåer (där så är möjligt med avseende på geoteknik och kostnad) samt att plugga rör som går ut mot recipienter. Med andra ord att skapa mer av polderland och vid högvatten pumpa ut dagvattnet. För enstaka fastigheter är det möjligt att på motsvarande sätt bygga en mur eller vall runt huset och ha pumpar som tar hand om överskottsvattnet.

Även temporära åtgärder är tänkbara. I Prag finns ett modulsystem som byggs upp när den stora floden Vltava hotar att svämma över. Ett sådant system vore intressant för Göteborg för de delar där marken geotekniskt inte tål en permanent lösning eller där en permanent höjning anses alltför dyr.

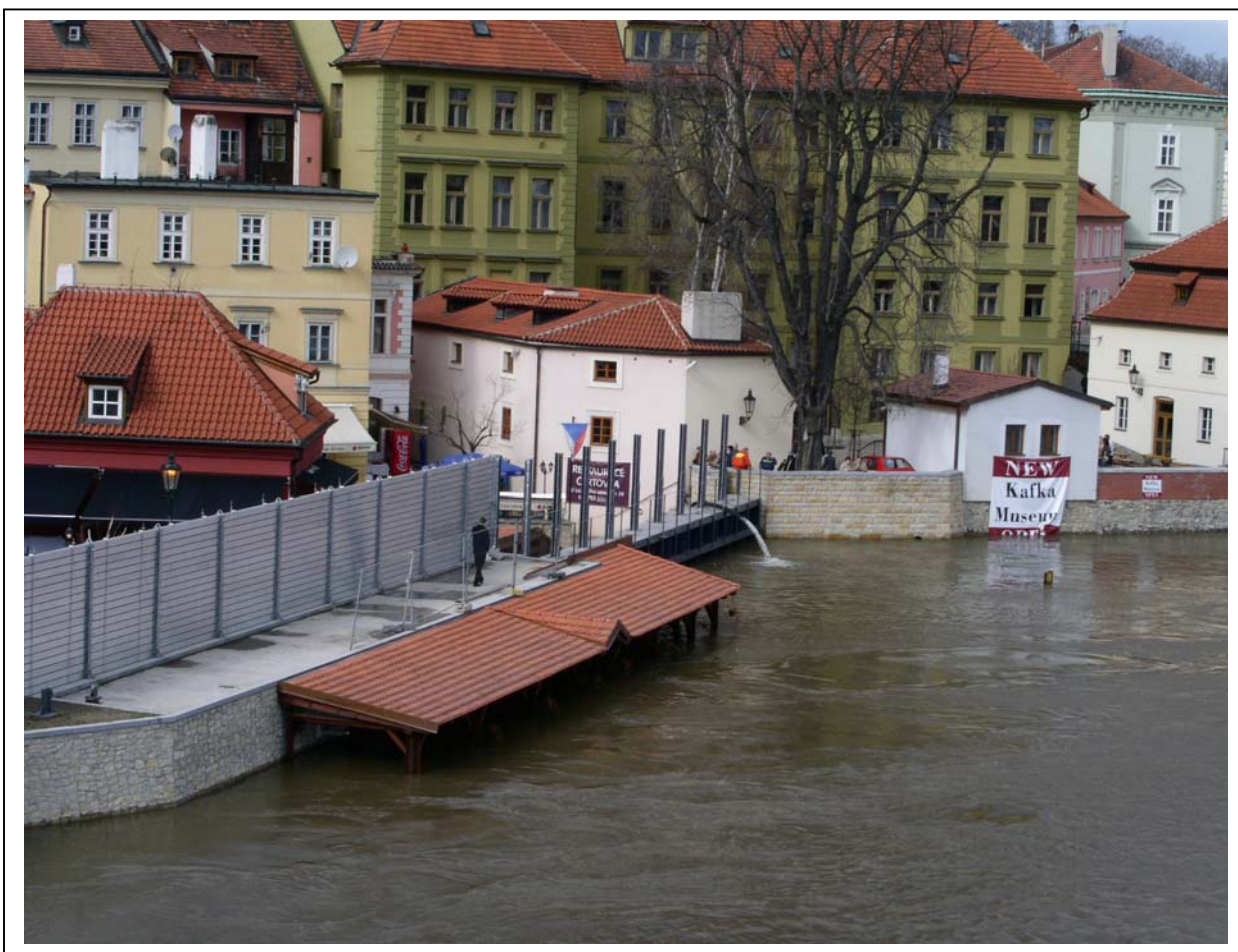


Bild 4-2 Exempel på temporär mobil högvattenbarriär vid Vltava i Prag, april 2006.

Ett annat sätt är att byggnader och markområden är inredda och utformade så att de tål en översvämning. Det innebär att dyrbar utrustning inte bör förvaras i källare eller bottenvåningar på lågt liggande hus och att inredningar tål att översvämmas och kan återanvändas efter upptorkning.

Ett tredje sätt är att höja lägsta byggbara nivå till en godtagbar nivå.

Vid en kraftig höjning av havsnivån bör övervägas om det skall byggas höj och sänkbara barriärer i Göta och Nordre älv. Likartade den tidvattenbarriär som finns i London. En sådan skulle finnas väster om Älvsborgsbron och en vid förgreningen Göta - Nordre älv. Dessutom krävs utredning över hur vatten från Sävån, Lärjeån och Mölndalsån skall hanteras. Genom att leda mer vatten i Nordre älv vid höga flöden kommer lågt liggande delar av Kungälv att drabbas.

Alternativet till dylika barriärer är att flytta Göteborgs centrum till högre liggande delar. En sådan flytt är betydligt mer omfattande än den flytt av Kirunas centrum som nu diskuteras.

Vidare bör installationer (pumpar, tunnlar med mera) som ligger nersänkta i mark förankras till fast grund för att inte flyta upp vid högt porvattentryck i marken.

Höga vattenstånd är något att särskilt beakta i den framtida ombyggnaden av Göteborg där det nya stora regioncentrat är tänkt att ligga i den centrala delen av staden vid Älvstränderna.

Höga temperaturer sommartid

Att kyla en byggnad kräver mycket el, därför är det bättre att så långt det går se till att huset klarar långvarigt höga temperaturer, markiser för fönstren kombinerat med persienner är ett sätt att undvika direkt solljus och minska kostnader för kylning. Grundförutsättningen är att byggnaden är välisolerad, med kontrollerad ventilation. Bergskyla kan vara ett annat sätt. De hus som har bergvärme för vinterbruk kan ha möjlighet att vända pumpen och ge kyla sommartid.

Kraftiga vindar och regn

Dagvattensystemet kan i framtiden behöva dimensioneras upp med tanke på större nederbördsmängder.

Påfrestningar i form av vind och regn kräver en tät sprickfri och välfogad fasad

En ”regnkappa” över fasad kan vara ett sätt att minska skadorna av snedställt regn. Bakom detta skyddande skikt kan överskottsvatten ledas bort i luftspalten. Det är dock väsentligt att se till att det inte rinner ner i grunden.

Stora element som är undermåligt infästade bör observeras speciellt. Vare sig de är av glas eller annat material. Släpper dessa kan lokala skador på byggnader och dess inredning bli kraftiga. Reklam och trafikskyltning kan ge personskador om de slits loss vid stark vind. Egendom kan vidare skadas av nedfallna träd.

Extremt väder

Elförsörjningen är känslig för främst extremt kraftiga vindar, höga vattenstånd och isbarkstorm.

Under "Gudrun" drabbades ca 13 000 kunder av elavbrott. Nästan 6000 av dessa på grund av saltbeläggning på isolatorer i 130 kV-nätet. Det längsta avbrottet blev en vecka. Vid orkanstyrkor kan träd blåsa in i normalt "trädsäkra" ledningsgator. Vindstyrkor upp till storm är normalt inget problem för elförsörjningen i Göteborg.

Vid nuvarande högsta högvatten påverkas ett mindre antal kunder då kabelskåp översvämmas på främst älvens södra sida i hamnområdet.

Göteborg drabbades 1921 av en isbarksstorm. Islagret på stolpar och ledningar blev 1 dm. Ledningar brast och trä- och stålstolpar knäcktes. Denna vädertyp vad avser temperaturer, vindar och luftfuktighet, uppkommer någon till några gånger per 100 år. Sedan 1921 har dimensioneringsnormerna förstärkts, men enligt utredningar från Svenska Kraftnät skulle många stolpar i stamnätet knäckas. Avbrottstiden blir troligen flera veckor.

Under senare år har Kanada drabbats av isbarkstormar med mycket stora konsekvenser för samhället.

Klimatförändringar

I utredningens olika högvattensscenarier påverkas flera nätstationer och därmed åtskilliga kunder på både låg- och högspänning. Många människor och viktiga funktioner för samhället berörs.

Om stationen ligger under marknivå, det vill säga i källarplanet, kan problem uppkomma redan vid en höjning av vattennivån med två meter över medellvattenstånd (MW).

I det värsta läget kommer några tiotal tusen kunder vara spänningslösa. Här berörs t ex spårvägen, köpcentrum, ADB-kontor, hotell, centralstation, postverket m fl. Då en nätstation slås ut är möjligheterna att koppla om i lågspänningsnätet begränsade. Vid problem med en stor transformatorstation, kan högspänningsnätet ofta kopplas om så att de nätstationer som inte blivit vattenskadade kan matas andra vägar.

I utredningens scenarier med extremt högvatten erhålls långa avbrottstider, dels beroende på svårigheter att komma ut i elnätet och koppla om driften, dels slås så många och stora anläggningar ut så det saknas möjligheter att koppla el till spänningslösa kunder. Reparationstiden för t ex transformatorstationen vid Rosenlund kommer troligen att vara över en vecka. Dessutom måste 225 nätstationer torkas ur och rengöras, även det en långvarigt process. Störningar för ett mycket stort antal kabelskåp tillkommer.

Åtgärder

För att minska konsekvenserna av extremt starka vindar inventeras de mest utsatta delarna av ledningsnäten.

GEAB har en treårsplan för förstärkning eller kabelfiering av luftledningsnätet. Bolaget kommer att investera 180 Mkr under dessa tre år och det första steget är redan igång. Problemet med saltbeläggning på isolatorerna är mer svårlöst och medför högre kostnader. En metod är att bygga gasisolerade ställverk.

Dagens nätstationer är ofta hänvisade till källarnivåer. Det är svårt att få bygglov för friliggande stationer med bättre lägen ur högvattennivåsynpunkt. Konsekvenserna blir i detta fall långvariga för drabbade kunderna.

Transformatorstationen vid Rosenlund, där viktiga delar i utrustningen står under markplan, planeras för ombyggnad av olika skäl. Ombyggnaden kan komma till stånd före 2015. Under

planeringsarbetet prövas nu möjligheten att lägga känsliga delar av utrustningen på en nivå över markplanet. Därmed reduceras antalet störda kunder vid extremt högvatten med en fjärdedel.

I utredningen har de nätstationer som ligger i de områden som kan komma att hamna under vatten vid extrema högvatten uppmärksammas. Bolaget fortsätter inventera hur höga grunderna är på dessa nätstationer. För de nätstationer där det finns risk för vattenfyllning, i mer eller mindre grad, prövas alternativa lösningar.

Åtgärder för att minska konsekvenserna av isbarkstormar är att bygga bort luftledningsnäten, samt att bygga ställverk inomhus. De största konsekvenserna av en isbarksstorm är de skador som kommer på regionnätet och stamnätet. Ägare till dessa är Vattenfall, Fortum och Svenska Kraftnät.

När Rya Kraftvärmeverk är igång vintern 2006/07 får staden en egen möjlighet till ö-drift. Härigenom minskar de ödesdigra konsekvenser som stolpbrott i kraftledningsnätet, på grund av en isbarkstorm, medför.

Det är svårt att bedöma vilka kostnaderna kan bli för att eliminera skadeverkningarna av ett högt vattenstånd, men GEAB bedömer att en ombyggnad av transformatorstationen vid Rosenlund kommer att kosta ca 50 Mkr. För att säkra transformatorstationen vid Marieholm samt de värst utsatta nät- och kundstationerna blir kostnaden i samma storleksordning. D v s totalt ca 100 Mkr för elnäten.

5.2 Fjärrvärme

Sammanfattande analys

Fjärrvärmesystemet är främst känsligt för översvämning samt sträng kyla. Konsekvenserna av tillfälliga sådana händelser bedöms inte slå ut systemet för längre tid och är inte så allvarliga för fjärrvärmesystemet som för elsystemet. Det nya kraftvärmeverket vid Rya ökar robustheten i systemet då ytterligare flexibilitet i insatsenergi ges.

Kostnaden för att säkra fjärrvärmenätet och Rosenlundsanläggningen hamnar på ca 200 Mkr.

Beskrivning

Fjärrvärmesystemet i Göteborg består i princip av ett enda stort sammanhängande system, som dessutom är sammankopplat med Mölndals fjärrvärmesystem. Den totala längden för distributionsnätet är ca 900 km och nätet innehåller ca 65 000 m³ vatten.



Karta 5-1 Distributionsnätet för fjärrvärme i Göteborg, Partille och Ale.

Göteborg Energi driver också mindre fjärrvärmesystem i t ex Ale, Jonsered, Amhult, Sankt Jörgen o s v. Ales fjärrvärmenät planeras att kopplas samman med det stora nätet till oktober 2006.

En stor del av värmen är spillvärme från i första hand Renova, Shell och Preem. Utöver den externa spillvärmen har GEAB:s egna anläggningar för topplast kalla vinterdagar och reserv. Värmeleveransen till kundernas interna system sker via värmeväxling i fjärrvärmecentraler. I dagsläget finns ca 12 000 sådana fjärrvärmecentraler varav ca hälften finns hos privata villakunder.

Extremt väder och klimatförändringar

För fjärrvärmen är höga vattenstånd den största risken samt långvarig sträng kyla. Den produktionsanläggning som är mest känslig för högvatten är Rosenlundsverket. Redan vid dagens högsta högvatten (HHW) finns problem då vatten tränger genom väggarna in i källaren. Vid kall väderlek under vintern är Rosenlundsverket normalt i drift. Om då vatteninträngning stoppar pumparna (två våningar under markplan) blir det stora problem med värmen i centrala Göteborg. Då räcker inte reserverna från Rya, Sävenäs och Frölunda till. Om någon av de senare anläggningarna av någon anledning skulle vara ur drift kan problem med värmeeffekten uppstå även under vår och höst. Reserv finns i fjärrvärmenätet för att den största produktionsanläggningen kan falla ifrån, men om samtliga stora pumpar blir obrukbara en längre tid på grund av vatteninträngning är pumpkapaciteten otillräcklig.

Pumpstationen på Hultmans Holme kommer också att falla bort vid extremt högvatten, men här kan det varma vattnet pumpas andra vägar. Även de fåtal fastigheter nedanför Slottsberget som värms av en elpanna kommer att bli bortkopplade.

För fjärrvärmens nät torde extremt högvatten ge konsekvenser. Om kulvertarna för fjärrvärmeledningarna blir vattenfyllda äventyras inte driften. Isoleringen kommer dock att bli något sämre eftersom den krymper då den torkar. Elutrustningen i fjärrvärmekamrarna slås ut och måste sedan bli utbytt. Detta gäller även elutrustning i bergtunnlarna, vilket blir mycket kostsamt, men i det akuta skedet äventyras inte driften i någon större utsträckning i fjärrvärmenätet. Reglerutrustningen i fjärr

värmecentralerna slås ut hos de kunder som blir översvämmade, men ventilernas lägen står normalt kvar som de stod då strömmen försvann.

Fjärrvärmesystemet är utformat för en dimensionerande utetemperatur på $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vid mycket lägre temperaturer under längre tid, kombinerat med att vi har problem med ett antal produktionsanläggningar eller nätdelar, kan temperaturen komma att sjunka i dåligt isolerade fastigheter.

Åtgärder

En mycket bra förstärkning av värmesystemet kommer vintern 2006/07 då Rya Kraftvärmeverk kommer i drift.

Övriga åtgärder är att se över hur vatteninträngning i Rosenlundsverket skall kunna förhindras. Vid en högvattennivå på $+12,30\text{ m}$ kommer vatten att rinna in genom portarna, detta kan hanteras om förburelser sker i god tid och bl a sandsäckar har lagts ut. Vid ännu högre vattennivåer kan skydd med sandsäckar vara otillräckligt.

Kostnaden för att säkra fjärrvärmenätet hamnar på drygt 100 Mkr och för Rosenlundsverket blir den närmare 100 Mkr. Då är även kostnaden för fördyrad produktion inräknad.

5.3 Gasnät

Sammanfattande analys

Jämfört med fjärrvärme, och i synnerhet elnätet, är gasnäten relativt okänsliga för de extrema vädersituationer vi idag kan se. Höga vattenstånd utgör dock den största risken för störningar och då främst gällande stadsgasnätet. Konvertering från stadsgas till naturgas ökar emellertid robustheten i systemet.

Beskrivning

Gasnätet i Göteborg består idag av två olika gassystem, ett modernt system med ren naturgas och ett äldre med stadsgas.

Naturgasnätet började byggas under andra halvan av 80-talet och är idag 168 km långt och består till största delen av plaströr. Naturgas kommer från Danmark och överförs av Nova Naturgas till Göteborg. Gasen matas in i Göteborg Energis nät via tre MR-stationer, Mölndal, Högsbo och Rya. Gasen behöver ingen ström för att distribueras utan överförs med hjälp av sitt egna tryck. Detta gör således att naturgasen inte är speciellt känslig för yttre omständigheter. Till naturgasnätet finns de stora förbrukarna anslutna. Totalt är ca 1 000 kunder idag anslutna. Av dessa är ca 60 % av antalet hushållskunder. De 30 största kunderna svarar för 95 % av den totala gasförbrukningen vilken är mellan 1 600-2 000 GWh per år.

Stadsgasen produceras i två produktionsanläggningar, en i Arendal och en på Hultman Holme. Där blandas naturgas och luft till en gas som har ungefär halva energiinnehållet jämfört med ren naturgas. Produktionen uppgår till ca 70 GWh per år. Till stadsgasnätet är det framför allt villor och spiskunder som är anslutna, totalt ca 15 000 kunder. Nätets längd är 330 km. Stadsgasnätet kommer att under den kommande 5-årsperioden genomgå en omfattande omställning. Detta innebär att i områden med få gasanvändare kommer gasen fasas ut och i övriga områden förtätas, rustas upp och konverteras till ren naturgas.

Extremt väder och klimatförändringar

För gasnätet utgör höga vattenstånd den största risken. Det mest påtagliga som händer berör stadsgasnätet då blandningsstationen i Holmen antagligen slås ut. I källaren där finns gaskromografer, som ser till att gasen har rätt kvalitet, som slås ut om källaren vattenfylles. Det finns pumpar för att pumpa ut vatten som läckt in, men vid ett krisläge finns det antagligen ingen recipient att pumpa till. Stadsgasnätet slås dock inte ut på grund av detta då det finns ytterligare en blandningsstation i Arendal. De allra flesta kunder kommer således att få sina leveranser som vanligt.

I Nordstan finns en regulatorstation som ser till att området i innerstaden får rätt leveranstryck. Kommer vattennivån här upp till ca 2 m över marknivå kan denna slås ut och försörjning förloras i delar av området.

Gällande naturgassystemet kommer det att fungera som vanligt. Kundstörningar kan bli om vattennivån kommer upp över 1-2 meter över marknivå på t ex Ringön, Aröd. Leveranser i naturgasnätet in till Göteborg kommer inte att påverkas.

Åtgärder

Översyn över möjligheter att säkra blandningsstationen vid Holmen för höga vattenstånd är aktuell. De två blandningsstationerna utgör dock reserv för varandra. Efterhand minskar vidare behovet av dessa då vi konverterar stadsgas till naturgas.

6. Optofibernät

6.1 Sammanfattande analys

Höga vattenstånd utgör den största risken för störningar i optofibernätet. Dock bedöms dessa effekter vara mycket begränsade. Optofibernätet har alternativa vägar (redundant i Core-noder) vilket innebär att man kan tappa hela noden utan att det stör trafiken i nätet.

6.2 Beskrivning

Inom Göteborgs kommun består nätet av 55 mil optofiberkabel ansluten till 700 st kopplingspunkter anslutna till 1 900 kunder inom offentlig förvaltning och företag. 9 000 privatkunder är anslutna via fiber och koaxialkabelnät

Kopplingspunkter med aktiv utrustning är indelade i olika säkerhetsnivåer där klass 1 är högsta klassen. Klassificeringen är indelad i Core-noder klass 1, distributions-noder klass 2 och access-noder klass 3. Samtliga noder i klass 1 och 2 har redundanta fibervägar och dubblerade kraftaggregat. Reservkraft; klass 1 har reservverk 100 % drift min 1 dygn, klass 2 och 3 batteridrift min 2 timmar.

6.3 Extremt väder och klimatförändringar

De regionala noder klass 1 som är mest utsatta för högvatten är Rosenlund och Vassgatan. Inga andra extrema väderlägen torde kunna störa optofunktionen för kunderna.

6.4 Åtgärder

En åtgärd för att förbättra säkerheten i nätet är att öka antalet distributionsnoder och få ned antalet inkopplade kunder per nod, vilket innebär en ökad kostnad per kund. Större kunder, som Göteborgs stad är redundant kopplade och centrala resurser i nätet störs ej av extremt väder.

7. Rå- och dricksvatten

7.1 Sammanfattande analys

Göteborgs dricksvattenförsörjning är främst känsligt för påverkan på råvattnet via kraftig eller långvarig nederbörd, höga vattenstånd, saltuppträngning och långvariga perioder av värme i Göta älv. Extremt väder och klimatförändring på sikt förstärker, enligt va-verket, en redan idag oacceptabel riskbild för vattenförsörjningen.

Dricksvattenförsörjningen är till stora delar dubblerad med två vattenverk och dubbelmatning i stora delar av dricksvattennätet i Göteborg, men med bara en huvudvattentäkt, Göta älv och reservvattentäkt i Rådasjösystemet. Dagens två vattenverk Alelyckan och Lackarebäck kan inte var för sig ensamt tillgodose vattenbehovet.

Ökad erosion, ökad frekvens av skred och ras liksom översvämningar uppströms i älven (avspolning betesmark, avloppsbräddning, urlakning industrimark och liknande) samt förhöjda vattentemperaturer liksom en förhöjd havsnivå (saltvattenkilen) ger en ökad sannolikhet för att råvattenintaget behöver stängas oftare än idag. I kombination med den analyserade risken för ras i råvattentunneln mellan vattenverken kan inte dricksvattenförsörjningen anses vara robust. Redan idag riskeras omfattande leveransavbrott för mer än 100 000 brukare efter ca ett dygn om råvattenintaget måste hållas stängt och tunneln rasat.

Åtgärder

För att få en större säkerhet för brukarna idag och i framtiden behöver råvatten- och beredningssystem säkras.

Va-verket och kretsloppskontoret har gemensamt tagit fram "Åtgärdsplan vatten" (mål respektive åtgärder) som för närvarande är under färdigställande. De identifierade riskerna visar att kapaciteten på vattenverken Alelyckan och Lackarebäck behöver ökas för att kunna försörja hela staden var för sig. För att öka kvaliteten på dricksvattnet behövs ultrafilter byggas ut på Lackarebäck och Alelyckan, samt ytterligare beredningssteg i Lackarebäck för att minska luktstörningarna i samband med algblomningar. De planerade åtgärderna omfattar åren 2006-2015 och är ej beslutade. Underlag till flerårsplaneringen förbereds nu av va-verket och kretsloppskontoret.

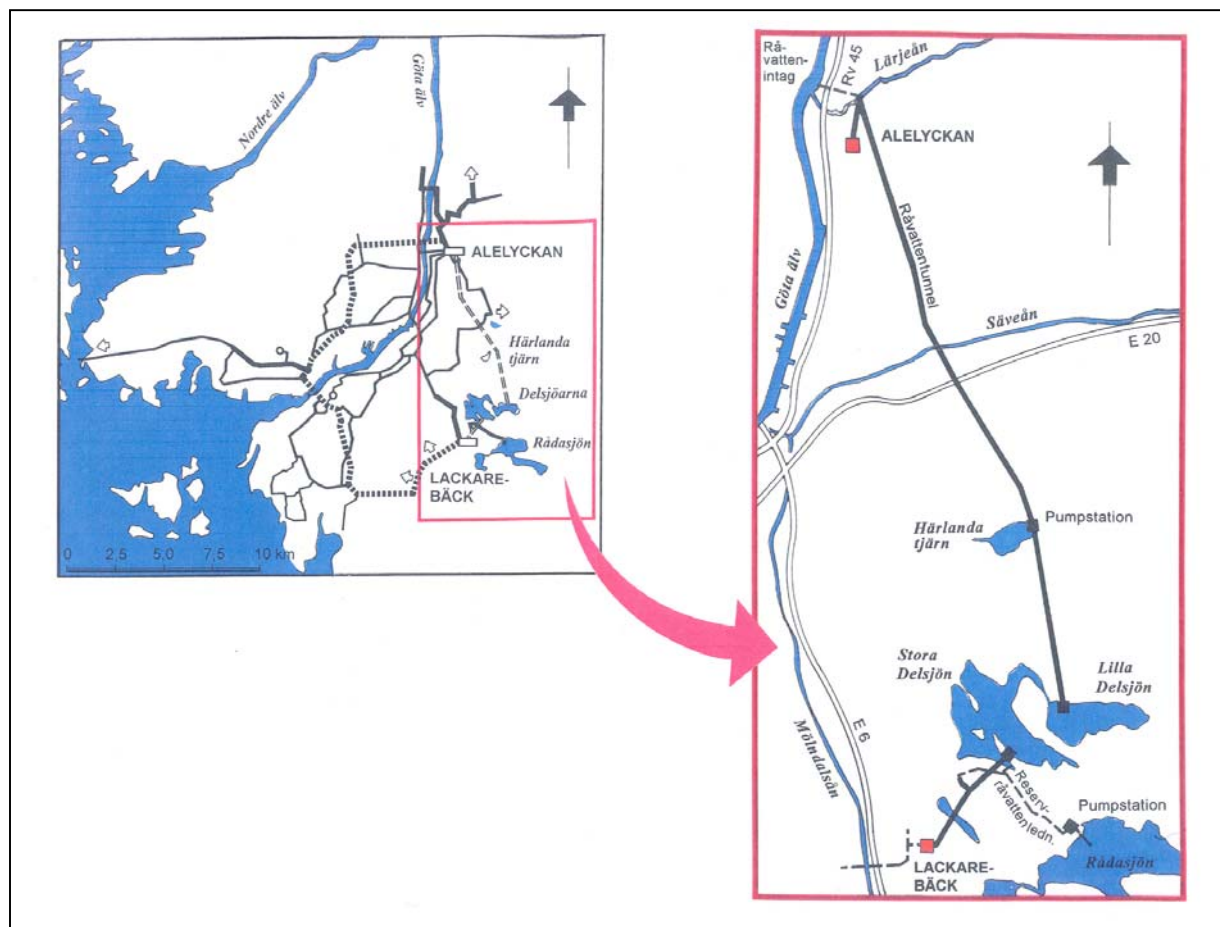
7.2 Beskrivning

Råvatten tas från Göta älv via intaget vid Lärjeholm, beläget i nordöstra Göteborg ca 10 km uppströms från älvmynnningen. Regleringen av Göta älv för kraftändamål har medfört att lågflöden är lägre och mer ofta förekommande än vid oreglerade förhållanden. Vid låga flöden blir älvmynnningen mer som en havsvik och saltvatten tränger in som en saltkil längs botten. Saltvattennivån påverkas även av andra faktorer såsom havsnivån.

Råvattenkvaliteten kontrolleras för att avgöra när råvattenintaget måste stängas. Intaget stängs ca 100 ggr/år motsvarande ca 100 dagars stängningstid mestadels på grund av mikrobiologiska risker.

Från intagsbassängen leds vattnet med självfall i en jordtunnel till en hävertstation norr om vattenverket Alelyckan. En del av vattnet avleds till Alelyckans råvattenpumpstation. En del rinner med självfall till en pumpstation vid Härlanda tjärn, för vidare transport till Lilla Delsjön och vidare till Stora Delsjön och vattenverket Lackarebäck, beläget i Mölndals kommun.

Uttaget av råvatten från Göta älv, Delsjöarnas naturliga tillrinningsområde och Rådasjön uppgår årligen till 56,2 respektive 11 Mm³ (miljoner kubikmeter) vilket ger totalt ca 69 Mm³.



Karta 7-1 Förenklad principskiss över beredning och distribution av dricksvatten

Beredning av dricksvatten

Råvattnet bereds i de två vattenverken Alelyckan och Lackarebäck, som står för ungefär lika stor del av dricksvattenproduktionen.

Distributionsnät

Vattenrörnätets längd i uppgår till ca 1702 km. Dricksvatten pumpas ut i ett rörnät som består av ett lågzonnät och 55 högzoner. I distributionsnätet finns 65 tryckstegringsstationer, 2 lågzonsreservoarer och 14 högzonsreservoarer.

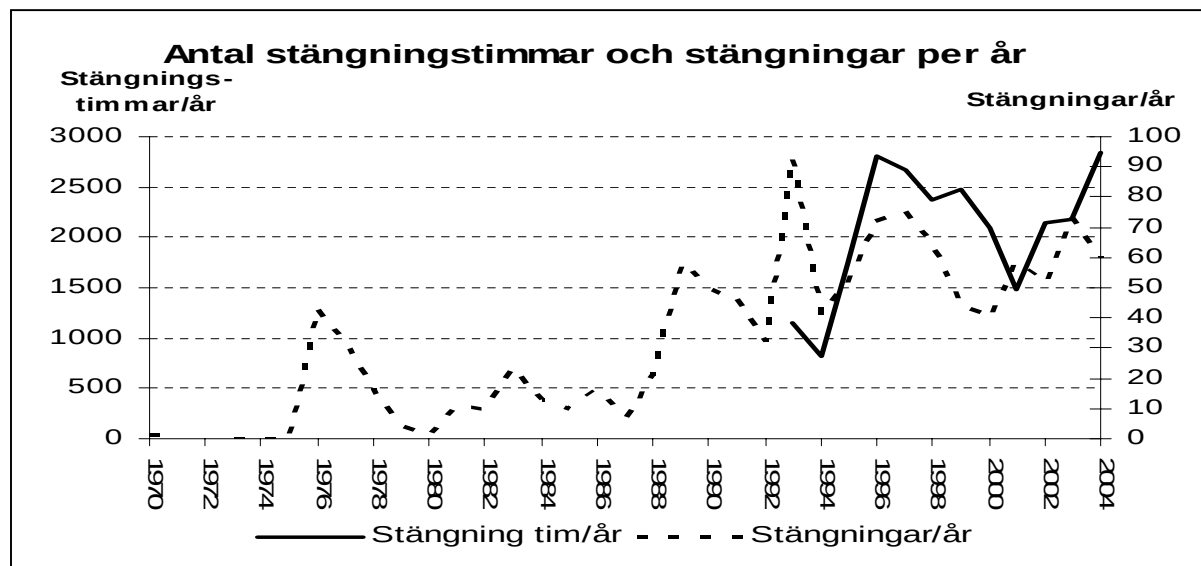
Beroende på driftsituation fördelar sig dricksvattnet producerat vid Alelyckan respektive Lackarebäck olika över staden.

7.3 Extremt väder

Råvattenförsörjningen är känslig för främst kraftig eller långvarig nederbörd, saltvattenuppträngning i Göta älv, höga vattenstånd, tappning från Vätern som kraftigt avviker från naturliga flöden och höga temperaturer.

Beredningen av dricksvatten är främst känslig för störningar i råvattentillgånen och elförsörjningen.

Dricksvattendistributionen är främst känslig för störningar i råvattentillgången, störningar i elförsörjningen och rörbrott på ledningar i vattendistributionsnätet. Råvattenintaget från Göta älv har de senaste åren varit stängt en fjärdedel till en tredjedel av tiden. Huvuddelen av stängningstiden orsakas av mikrobiologiska kvalitetsstörningar. Möjligheterna till säkerhetsstängningar som det nuvarande råvattensystemet ger utnyttjas redan nu i hög grad och periodvis fullt ut.



Figur 7-1 Antal stängningstimmar och stängningar av råvattenintaget i Lärjeholm per år.

Kraftig eller långvarig nederbörd

Kraftig eller långvarig nederbörd ger en ökad risk för negativ påverkan på råvattnet från:

- Kraftig grumling av vattnet på grund av skred vid större och mer långvariga höga flöden i Göta älv.
- Smittoämnen från djurspillning från överspolade strandnära betesmarker och gödselhantering.
- Miljöföroreningar från förorenade områden som urlakas.
- Bräddning och nödavledning av avloppsvatten från allmänna avloppssystem trots att enskilda kommuner gjort stora förbättringar i sina allmänna avloppsanläggningar uppströms intaget.
- Överbelastade enskilda avlopp uppströms Göta älv.

Hög nivå i Göta älv

Hög nivå i Göta älv ger en ökad risk för negativ påverkan på råvattnet från:

- Smittoämnen från djurspillning från överspolade strandnära betesmarker.
- Önskad ämnen från industriområden som översvämmas.

Skred i områden där markanvändningen innefattat hantering av farliga ämnen kan ge upphov till längre läckage av sådana ämnen till Göta älv. Högnivåttillfällen med en högvattennivå över +12,00 vid Lärjeholm ger risk för överspolning.



Bild 7-1 Hög nivå uppströms råvattenintaget i Göta älv 1990-02-27.

Hög temperatur i Göta älv

Gränsvärdet för temperatur är enligt dricksvattenföreskrifterna 20°C för utgående dricksvatten från vattenverken. Överskridet gränsvärde kan även ge en påverkan på lukt och smak på dricksvattnet. Enligt vägledningen till dricksvattenföreskrifterna ökar hög temperatur hastigheten på kemiska reaktioner, till exempel klorförbrukning och bildningen klororganiska föreningar. Hög temperatur ökar dessutom den mikrobiologiska aktiviteten, t.ex. biofilmbildning och mikrobiologisk korrosion, och förstärker eventuell lukt och smak. Det finns också resultat som tyder på att stora temperaturvariationer, på grund av spänningar i rören, ökar rörbrottsfrekvensen.

Saltuppträngning

Vattendrag som mynnar i västerhavet som Göta älv har en saltkil med tyngre saltvatten som ligger längs botten. Saltkilen påverkas av vattennivån i havet och flödet i Göta älv. Vid lågt flöde i Göta älv tränger saltkilen högre upp i vattendraget. Regleringen av Göta älv för kraftändamål innebär att lågvattenflöden är lägre och avsevärt mer frekventa än under naturliga förhållanden. En ökning av havsvattenståndet gör också att saltkilen kan tränga längre in. När salthalten blir för hög stängs råvattenintaget. En del av de åtgärder som övervägs i den statliga klimat- och sårbarhetsutredningen för att begränsa översvämningar kring Vänern innebär att låga tappningar kan bli vanligare.

För att undvika kvalitetsstörningar pga saltvatten ingår det i vattendomen för regleringen att en större andel av flödet i Göta älv ska styras över från Nordre älv till Göteborgsgrenen vid låga tappningar från Vänern. Detta sker genom att Vattenfall reser skärmar i Nordre älv vid Ormo. Det finns en överenskommen med Vattenfall om ökad tappning i de fall då vattendomens reglering av skärmens läge inte ger tillräcklig effekt. Trots detta har det under senare år inträffat perioder då ingen av dessa åtgärder varit tillräckliga för att råvattenintaget ska kunna hållas öppet.

Tillgången på el

Extremt väder kan innebära att tillgången på elkraft upphör. Processerna på vattenverken, utpumpningen från vattenverken och de 65 dricksvattenpumpstationerna är beroende av elförsörjning. Större elavbrott drabbar direkt de brukare som bor i högzoner. Dricksvattenleveransen kommer dock upprätthållas i de högzoner som är prioriterade, då de innehåller samhällsfunktioner som sjukhus. Vattenverken är också försedda med reservkraft så att de kan upprätthålla delar av sin beredning och utpumpning. Vid långvariga strömbavbrott måste personer i högzoner börja förses med vatten från upprättade vattenposter i lågzon eller utkörda vattentankar.

7.4 Klimatförändringar

En framtid med ökande nederbörd ger större risk för sämre råvattenkvalitet som en följd av:

- Större sannolikhet för avspolning av betesmark med djurspillning eller naturgödsel.
- Ökande sannolikhet för bräddningar och nödavledning av avloppsvatten uppströms råvattenintaget.
- Ökande sannolikhet för skred p g a. nivåvariationer i älven som ger en högre grumlighet i älvtvattnet och spridning av miljöförorenande ämnen ackumulerade i skredområden.

Ökande nivå i havet ger en ökande nivå i älven vilket ger större risk för sämre råvattenkvalitet, något som medför medför:

- Större sannolikhet för översvämning av jordbruksmark och industrimark intill älven med utsläpp av sjukdomsalstrande och oönskade farliga ämnen i älven som följd.
- Fler saltvattenuppsträngningar.

Ökande lufttemperatur ger också en ökande vattentemperatur i älven och andra råvattenkällor vilket medför:

- Ytterligare överskridanden av gränsvärdet för vattentemperatur.
- Ökad risk för överskridna gränsvärden för lukt och smak.
- Förväntade ökade lukstörningar orsakade av algblomningar i Delsjöarna.

De framtida scenarierna m a p väder ser ut att ge en ännu lägre tillgänglighet för råvattnet samt ökad risk för vattenburen smitta. Redan idag är riskerna för leveranssäkerhet och vattenkvalitet relativt höga och smärtgränsen väntas överskridas.

7.5 Åtgärder

Nederbörd som ökar i intensitet och totalmängd samt stigande nivå i havet och i Göta Älv

Både nederbörd och höga nivåer ger på olika sätt upphov till påverkan på råvattnet i Göta älv. För att minska riskerna bör långsiktigt arbete ske för att få bort verksamheter som utgör en risk för Göteborgarnas dricksvattenförsörjning och minska konsekvenserna vid översvämning för verksamheterna under den tid de finns kvar. Denna utredning har visat att sannolikheten för skred blir större i framtiden. Skred påverkar också råvattenkvaliteten direkt. För att så långt som möjligt säkerställa råvattenkvaliteten i Göta älv bör:

- Skyddsområdet för råvatten utökas till att gälla ända upp till Väneren. Ett utökat skyddsområde skulle kunna minska riskerna som orsakas av t.ex. vägar, järnväg, reningsverk, industri- och jordbruksverksamhet samt båttrafik nära respektive direkt på vattentäkten.
- Släntstabilisering av kritiska områden uppströms råvattenintaget.

Det bedöms inte sannolikt att enbart detta är tillräckligt för att minska nivåerna till en nivå som är godtagbar för brukarna på lång sikt. Därför behövs också andra förbättringsåtgärder för att få en säkrare råvattenförsörjning. Åtgärder som utreds är:

- Ytvatten- och eller grundvattenkomplement till Göta älv.
- Ökad maxkapacitet på vattenverken för att klara rimlig försörjning med ett vattenverk.
- Förstärkt beredning med ultrafilter för att åstadkomma ytterligare en mikrobiologisk barriär för att minska risken för vattenburna sjukdomar.
- Fortsatt verka för att även ytvattentäkter kan klassas som riksintresse. I nuläget kommer riskerna för dricksvattenförsörjningen i andra hand vid bedömningen av åtgärder som berör riksintressen för natur- och kulturvård. Skyddet för natur- och kulturvärden är idag starkare än skyddet för Göteborgs vattenförsörjning. Även i andra avvägningar mot t ex sjöfartsintressen, kraftförsörjning, grusförsörjning etc riskerar säkerheten i dricksvattenförsörjningen att komma i andra hand.

Hög temperatur i Göta Älv

Om medeltemperaturen i Göta älv ökar måste åtgärder sättas in om inte dispens med avseende på gränsvärdet för temperaturkravet kan ges. För att få ett kallare dricksvatten kan uttag av råvatten göras under språngskiktet där uttag görs ur sjö. Råvattenuttag i Stora Delsjön kan ske under språngskiktet. Detta driftsätt utnyttjas i dag till fullo för att undvika att få in vatten påverkat av algbloomningar i vattenverken under varma perioder. Uttag av kallare vatten kan endast ske på Lackarebäckverket och volymen är begränsad till att räcka i ca en vecka. En kompletterande vattentäkt med tillräcklig volym under språngskiktet krävs för att kunna ta ut vatten till hela stadens dricksvattenbehov. Värmepump som kyler vattnet under de varma perioderna vore ett annat alternativ. När alternativet kostnadsberäknats ger detta en kostnad på mellan 10-20 Mkr/år för att sänka temperaturen under gränsvärdet.

Tillgången på el

Beredningen och utpumpningen från vattenverken och de 65 dricksvattenpumpstationerna är beroende av elförsörjning. En minskad tillgänglighet för el drabbar först de brukare som bor i högzon. Kritiska anläggningar på för distribution och beredning av dricksvatten är försedda med reservkraft för att delvis upprätthålla leveransen. Långvariga avbrott kan dock bli besvärliga då det också krävs dieselbränsle för reservkraftsanläggningarna

8. Avlopp

8.1 Sammanfattande analys

Avloppssystemet påverkas av extremt väder idag. Det är dimensionerat, enligt branschstandard, för en viss rimlig kapacitet som är lika för samma typ av områden och system i hela Sverige. Att klara av alla väderhändelser utan några konsekvenser för brukarna eller miljön är samhällsekonomisk orimligt. Väderhändelser i form av extrem nederbörd ger källar- och marköversvämningar samt nödavledning av orenat spillvatten och bräddning av utspädd avloppsvatten till recipient. Hög nivå i havet och i Göta älv ger en ökad risk för mark- och källaröversvämning. Långvariga köldperioder, extremt snöoväder eller isbarkstorm ger begränsad tillgänglighet till anläggningarna för avledning av avloppsvatten, vilket gör att tillsyn och avhjälpande av fel försvåras.

Om nederbördsmängderna ökar i framtiden kommer detta att ge olika konsekvenser beroende på vilket sätt nederbörden ökar. Det mesta pekar på ett varmare klimat med en intensivare nederbörd vilket talar för en större intensitet för dimensionerande återkomsttider om 100 år. Klimatscenarierna ger en ökad risk för att drabba brukare med källaröversvämningar och marköversvämningar, samt vattenmiljön med ökad bräddning av obehandlat eller delvis behandlat avloppsvatten. Informationen för att dimensionera upp avloppssystemen idag är otillräcklig. Istället bör insatser inriktas på att minska konsekvenserna av ett ändrat klimat och extremt väder genom genomtänkt planering hur ytvattenavledningen skall fungera i nya och befintliga områden samt genominformation till brukare. En ökande nivå i Göta älv ger en ökad risk för källar- och marköversvämningar. Vissa områden som ligger lågt i förhållande till älven idag och där sättningar pågår kommer att ha en än mer besvärlig situation ur avledningssynpunkt. För att skydda dessa områden för hög nivå i havet kan barriärer behöva byggas eller förstärkas.

En god samverkan mellan olika samhällssektorer som förvaltar den tekniska infrastrukturen kan minska konsekvenserna. En samsyn för ökad robusthet behövs. Byggnader bör placeras på en nivå som inte riskerar översvämning alternativt översvämning i delar där de kan tåla detta. En kontrollerad avledning av ytvatten är viktigt för att bemästra situationer med extrem nederbörd eller andra problem som t.ex. elavbrott. Övader av samma dignitet som skyfallet över Orust år 2002 kommer dock trots god planering att ge stora, men reparable skador samt driftavbrott i avloppsavledningen.

För att få mindre konsekvenser för recipienten bör bräddvattenrening vid de större avloppspumpstationerna och bräddavloppen undersökas, åtgärder i ledningssystemen mot inläckage fortsätta samt den behandlingskapacitet som finns på det centrala reningsverket Ryaverket utnyttjas bättre.

8.2 Beskrivning

Göteborgs allmänna avloppsanläggning tar emot avloppsvatten från 238 000 hushåll samt från verksamheter vars avloppsvatten kan behandlas i reningsverket. Verksamheter med förorenat avloppsvatten har lokala reningsanläggningar t ex oljeavskiljare hos kunderna innan anslutning till avloppssystemet eller utsläpp sker direkt till recipient.

Avloppsledningsnätet, som omfattar spillvatten-, dagvatten- samt kombinerade ledningar och tunnlar är totalt ca 250 mil långt.

Avloppsnät – spillvatten

Huvuddelen av allt spillvatten (från toalett, bad, dusch, disk, tvätt) i kommunen leds i ledningar till spillvattentunnlar (total längd 130 km) och vidare till Ryaverket. Spillvattennätet är utbyggt som självfallssystem, men långa sträckor och kuperad terräng gör att det behövs 216 spillvattenpumpstationer. Vid pumpavbrott på en spillvattenpumpstation nödavleds orenat spillvatten till en närliggande recipient. Spillvattnet leds till avloppstunnelnätet för vidare transport till det centrala reningsverket, Ryaverket.

Avloppsnät - dagvatten

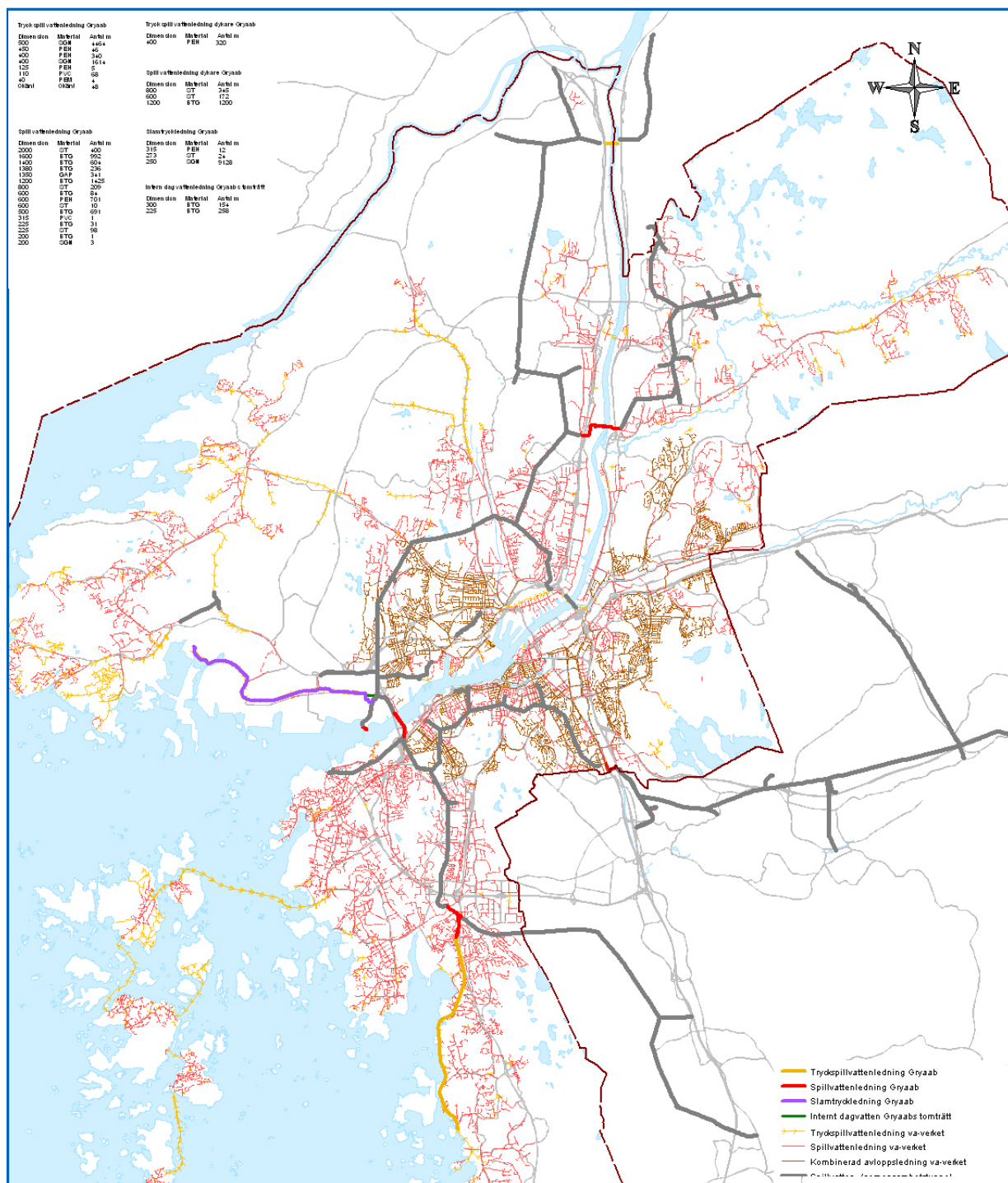
Dagvattnet leds vanligen via dagvattenledningar till närmaste vattendrag.

Det är väghållaren som ansvarar för att avvattningen av vägen fungerar, för de större lederna och vägtunnlarna i Göteborg är det således Vägverket medan Trafikkontoret ansvarar för kommunala gator. Varken Vägverket eller kommunen bygger ledningssystem som kan klara varje tänkbart skyfall, eftersom det skulle bli för dyrt. Systemen byggs för att klara nederbörd av en viss återkomsttid, t ex 10 år. Utmed större trafikleder har under senare år betongmagasin eller dammar byggts, som har funktionen att dels rena ordinarie dagvattenflöden och dels att fånga upp föroreningar vid olyckor med t ex vältande tankbilar

Avlopps nät – kombinerat (spillvatten och dagvatten i samma ledning)

Områden utbyggda tidigare än 1955 har kombinerat avloppssystem med en gemensam ledning för spillvatten och dagvatten. Ca 1/3 av de hårdgjorda ytorna i kommunen är anslutna till kombinerade system. Vid torrvädersflöde avleds avloppsvattnet i kombinerade system till avloppstunnlarna. Vid stora regn vid en förutbestämd utspädningsgrad "bräddas" dagvatten blandat med spillvatten till en närliggande recipient. Vid bräddning är spillvattnet normalt mycket utspätt med dagvatten, och dessutom är dagvattnet då relativt rent. De större bräddavloppen finns vid avloppspumpstationerna Kodammarna, Herkulesgatan och Barlastplatsen som också har en viktig uppgift i att avlasta Ryaverket vid extremt väder. Kodammarna, Herkulesgatan och Barlastplatsen är utrustade med elpumpar med reservkraft och i vissa fall dieselpumpar för en robust drift.

Innerstadsområdena med relativt hög trafikbelastning har till stora delar kombinerat system. Dagvattnet i dessa delar av staden är inte rent men tack vare det kombinerade systemet leds inte det smutsiga te dagvattnet ut i vallgraven utan till Ryaverket.



Karta 8-1 Göteborgs avloppsnät.

Avloppsnät – tunnlar

Avloppstunnelnätet är byggt som ett självfallssystem. Vid Ryaverket pumpas spillvattnet upp till reningsanläggningen. Vid extrema nederbördstillfällen eller nedsatt kapacitet på Ryaverket måste avloppstunnelnätet avlastas, istället för avledning till avloppstunnlarna sker då bräddning av avloppsvatten vid Kodammarnas- och Herkulesgatans avloppspumpstationer. Vid hög nivå i Ryaverket och tunnelsystemet kan även Barlastplatsens avloppspumpstation sättas i drift för att avlasta tunnelnätet. Detta kan även användas då kapaciteten av någon anledning är begränsad på Ryaverket.

Avloppsreningsverk

Ryaverket tar emot avloppsvatten från Ale, Göteborg, Härryda, Kungälv, Mölndal och Partille motsvarande ca 770 000 personekvivalenter. Göteborgs andel är drygt 80%.

Ryaverket avlägsnar 90 - 95 % av de fasta föroreningarna i avloppsvatten genom sedimentering och biologiska och kemiska processer. Drygt hälften av kvävet i avloppsvattnet avlägsnas och genom kemisk fällning är fosforavskiljningen närmare 95 %. Ryaverkets rening av vatten medför att det uppstår ca 50 000 ton slam/år. Vid Ryaverket finns, sedan slutet av år 2005, bräddvattenrening. Detta innebär att ytterligare 4-5 m³ avloppsvatten per sekund kan renas med avseende på fosfor och partiklar.

Donsö avloppsreningsverk har ca 2000 personer anslutna i södra skärgården.

8.3 Extremt väder

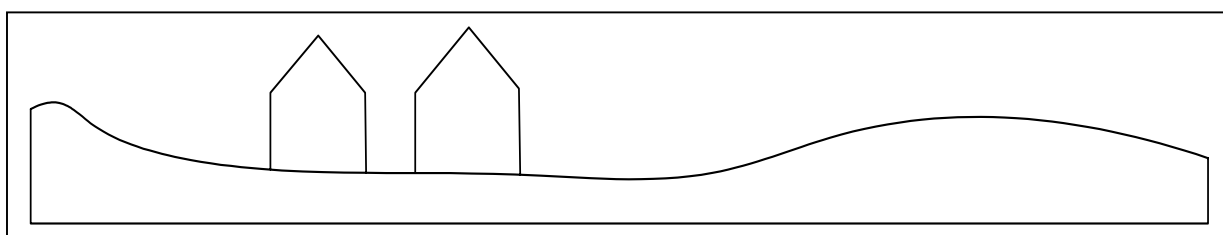
De väderförhållanden som främst drabbar avloppssystemet är kraftig eller långvarig nederbörd samt hög nivå i Göta älv. Andra förhållanden som långvarig kyla, isstorm och kraftig snönederbörd ger också konsekvenser för driften av systemen, men mest på grund av att tillgängligheten till avloppsanläggningarna minskar.

Kraftig eller långvarig nederbörd

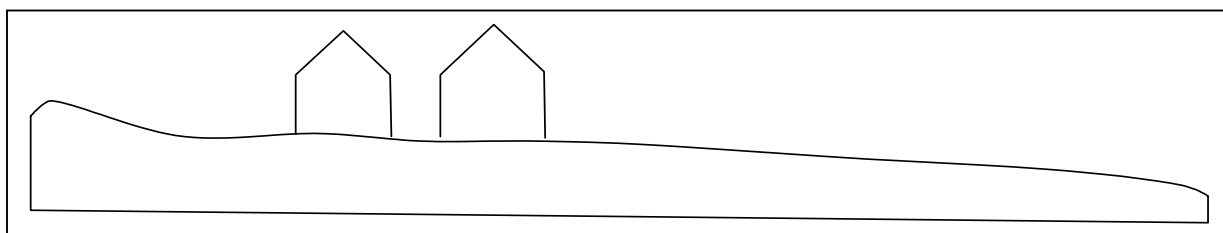
Kraftig eller långvarig nederbörd ger en ökad risk för:

- Källaröversvämningar.
- Ytvattenöversvämningar.
- Bräddning och nödavledning av orenat avloppsvatten till recipient från ledningsnät.
- Bräddning av delvis renat vatten på Ryaverket.
- Nöddrift av regionalt avloppssystem med urpumpning av avloppstunnel vid Barlastplatsen och avledning från Herkulesgatans- och Kodammarnas avloppspumpstationer till recipient istället för till Ryaverket

De områden som främst riskerar att drabbas av kraftig eller långvarig nederbörd är lågt liggande eller lokalt instängda områden.



Figur 8-1 **Instängt område. Dagvatten kan inte självfallsavledas från området på markytan. Dock kan det finnas självfallssystem som fungerar under mer normala förhållanden.**



Figur 8-2 **Område som inte är instängt. Dagvatten kan avledas från byggnader kontrollerat även på ytan förutsatt att byggnaders färdiga golv ligger på en viss säkerhetsmarginal.**

Systemet för avledning av dagvatten som utgörs av dagvattenledningar eller kombinerade avloppsledningar är dimensionerade efter Svenskt Vattens publikationer för dimensionering av avloppssystem

som används generellt i Sverige. I dessa publikationer anges att dimensionering skall ske så att ledningssystemet i området beroende på karaktär skall klara nederbörd med återkomsttid på 1, 2, 5 eller 10 år. Detta innebär alltså att fastighetsägare får räkna med att översvämmas vid extrem nederbörd.

Till Ryaverket, där avloppsvattnet skall behandlas, är basflödet av spillvatten relativt lågt, ca 2 m³/s, men på årsbasis tillkommer ungefär lika mycket vatten ytterligare p g a. inläckage, kombinerat ledningsnät etc. Detta vatten tillförs mycket ojämnt med stora toppar i samband med perioder med hög nederbörd. Ryaverkets kapacitet för biologisk och kemiskt rening är ca 7 m³/s, därutöver kan max 4,5 m³/s renas kemiskt, till en betydligt högre marginalkostnad. Utöver detta flöde kan enbart sedimentering genomföras.

Nederbörd på tjälad mark

Kombinationen intensiv eller varaktig nederbörd under kalla perioder med tjälad mark innebär att avrinningen blir mycket stor samtidigt som avdunstningen är minimal. Stor del av marken i ett avrinningsområde är då att betrakta som hårdgjord vilket ger en långt större tillrinning till avloppssystemet än normalt. Nederbörd på tjälad mark ger samma konsekvenser som kraftig eller långvarig nederbörd, se ovan.

Hög nivå i hav och Göta älv

Hög nivå i hav och Göta älv ger:

- ökad risk för källaröversvämningar.
- ökad risk för ytvattenöversvämning.
- risk för kvatten från Göta älv till spillvattentunnelsystemet under korta perioder.

Lågt liggande områden löper störst risk för översvämning m.m. vid hög nivå i älven. De flesta kritiska områden som ligger lågt är dock dränerade genom pumpning, så länge strömförsörjning finns.

En högre nivå i havet ger i kombination med nederbörd risk för högre trycknivåer i avloppssystemet med ökad risk för källaröversvämning som följd. I lågt liggande områden kan vatten tränga in i dagvattensystemet och upp i markytan vilket kan ge ytvattenöversvämningar med problem för fastighetsägare och vägtrafik. Nivåer högre än +10,80 m ger dämning i avloppssystemet så att vattnet kan rinna bakvägen till spillvattentunnelsystemet och Ryaverket. Högvattennivå över +12,00 m gör att vissa av de naturliga samt skapade vallarna för att hålla utanför högvatten kan börja översvämmas. I lågt liggande områden drabbas då brukare och personer i största allmänhet då de pumpstationer som står för avledningen pumpar vatten från älven istället för den nederbörd som faller inom avrinningsområdet. Inga av nedfarterna till spillvattentunnlarna ligger så lågt att det är uppenbart att de skulle vattenfyllas vid hög havsnivå. Om en hög havsnivå skulle slå igenom i tunnelsystemet kan Ryaverket stängas mot tunnelnätet. Upp till en nivå av +12,70 m kan översvämning av reningsverket på så vis undvikas i den mån elektricitet finns så att vatten från mindre läckor kan läns pumpas. Utloppsanordningarna ligger på en sådan nivå att en högvattennivå på +12,80 m inte anses hindra reningsverkets drift.

Elavbrott

I avloppssystemet sker avledningen huvudsakligen med gravitation och fortsätter att avledas även vid elavbrott. Det finns dock 216 spillvattenpumpstationer och tre avloppspumpstationer som pumpar avloppsvatten. Vid ett elavbrott börjar de flesta spillvattenpumpstationer, när att nivån i pumpsumpen blivit tillräckligt hög, att nödavlada spillvatten till recipient. Recipienter kan vara alltifrån mindre bäckar till Göta älv eller kustvattnet. För avloppspumpstationerna, Kodammarna, Herkulesgatan, och Barlastplatsen finns reservkraft för drift av delar vissa av pumparna.

De allmänna avloppssystemen avleder avloppsvatten från bebyggelse för att främja hälsa och säkerhet. Avledningen sker också för att främja miljön och inte smutsa ner lokala recipienter. Vid elavbrott blir det tydligt att avledningssäkerheten för att upprätthålla människors hälsa och säkerhet prioriteras framför påverkan på recipienterna.

8.4 Klimatförändringar

En framtid med ökande nederbörd och ökande nivå i havet och i Göta älv ger:

- Ökande risk för källaröversvämningar.
- Ökande risk för markvattenöversvämningar.
- Ökande bräddningar av avloppsvatten från ledningsnät och Ryaverket.

De exakta konsekvenserna av nederbörd är svårt att beskriva då det saknas uppgifter om hur en nederbördsökning kommer fördela sig. Om intensiteten ökar så att de befintliga dimensioneringskriterier för ledningar inte längre gäller, ger detta större risk för ökade källaröversvämningar. Ökning av nederbörd kan dock också ske på annat sätt t.ex. genom att det regnar oftare. Analys av ökad årsnederbörd år 1997-2001 har inte visat att intensiteten på nederbörden skulle ha ökat för samma varaktighet.

Ökande nivå i havet får olika konsekvenser beroende på hur stor ökningen blir. En ökande risk för översvämningar kan konstateras.

8.5 Åtgärder

Befintliga områden

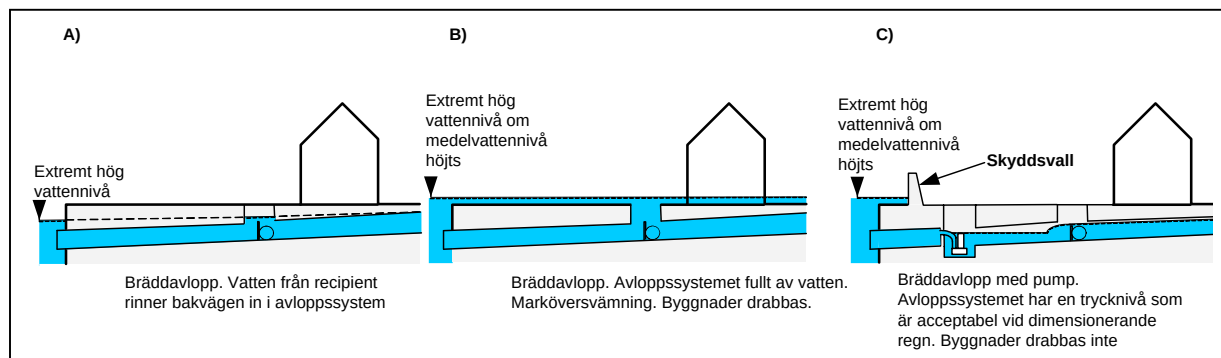
Vid omplanering eller förnyelse av befintliga områden bör samhällets framtida robusthet vara i fokus. Detta innebär att tankarna bör vara längre än till att dimensionera nya rör utan också omfatta hur området kommer att fungera vid extrema väderhändelser. Hur ytvattenavledningen skall fungera är en viktig fråga och genom att arbeta förebyggande med dessa frågor kan skadorna vid extrema väderhändelser begränsas.

När det gäller befintliga avloppssystem bör arbete för att begränsa konsekvenserna av bräddning fortsätta med utveckling av bräddvattenrening även på ledningsnätet och bättre utnyttjande av det centrala reningsverket. Åtgärder i ledningssystemen som t.ex. åtgärdande av inläckage bör fortsätta genomföras.

Nya områden

Nya områden bör planeras för att bättre kunna klara av extrema väderhändelser. Nya områden skall helst inte lokaliseras där det inte finns förutsättningar för att, annat än med pumpning, dränera området. Dock finns attraktiva områden som inte uppfyller dessa kriterier. Dessa områden måste ändå planeras med tanke på nederbördsökning och stigande nivå i hav och älv. Avvägningar mellan att göra områdena översvämningståligena, valla in dem eller fylla ut dem till en högre nivå måste således genomföras. Områdena innehåller dock oftast befintlig bebyggelse vilket gör att invallning möjligen är det som är mest realistiskt i dessa fall.

För att kunna få en fungerande planering med lämpliga åtgärder krävs att stadens förvaltningar fortsätter samarbeta i översiktsplane- och detaljplanefrågor samt har en samsyn på frågor om höjdsättning av fastigheter i förhållande till nivåer i hav, Göta älv och andra vattendrag samt gatunivå.



Figur 8-3 Vattennivåer i avloppssystem och runt lågt belägna fastigheter. A) Trycknivåer i dagsläget vid dimensionerande regn. B) Trycknivåer om havets medelnivå höjs vid dimensionerande regn. C) Trycknivåer om området vallas in och bräddning sker med pumpstation. Byggnader drabbas inte så länge elförsörjning fungerar.

Elavbrott

Vid kortvariga driftstopp kan tunnelnätets volym utnyttjas för lagring av avloppsvatten. Vid torrväder kan ca ett dygns flöde lagras. Ryaverket kan vid längre elavbrott producera el med gasmotorer. Idag försörjs dessa med internt producerad biogas. Från år 2007 planeras de kunna försörjas med naturgas från naturgasnätet. Detta skall räcka för att pumpa upp och mekaniskt och ev. kemiskt rena upp till 6 m³/s avloppsvatten. Systemet bedöms ha potential för att utvecklas för att biologiskt kunna rena avloppsvatten vid flöden upp till 4 m³/s.

9. Avfall och nedlagda deponier

9.1 Sammanfattande analys

Förhöjda havsnivåer innebär att risken för läckage av föroreningar från deponianläggningarna i Torsviken och Arendal ökar. Extrem nederbörd kan medföra en liten risk för erosion inom deponiområdena i Tagene och Arendal, och dessutom risk för kraftigt ökade lakvattenflöden från deponin i Tagene och Brudaremossen. Ökade lakvattenflöden medför större risk för läckage och påverkan på råvattenkvaliteten, samt en större belastning på Ryaverket.

Flertalet av de nedlagda deponierna bedöms klara extrema vädersituationer. De deponier som ligger kustnära kommer att behöva förstärkt erosionsskydd om havsnivån stiger i framtiden. Förhöjda vattennivåer i havet och i Göta älv utgör den största risken för komposteringsanläggningen i Marieholm.

De allvarligaste riskerna för Sävenäs sopförbränningsanläggning är strömavbrott och stopp i fjärrvärmenätets cirkulation, då detta medför att sopförbränningen inte kan utföras. Den största risken för Renovas huvudkontor, fordonsgarage, fordonsverkstad, förråd (kärl, säck och kläder) och miljötvätt-hall på Holmen till följd av extremt väder är översvämning, där de allvarligaste följderna skulle vara skador på eller problem att köra fordonen, samt läckage av diesel. Skador på fordonen eller problem att köra dessa skulle ge konsekvenser för avfallsinsamlingen i staden. Erfarenheter från stormen Gudrun visar att Holmen är känslig för översvämningar. Med tanke på mängden drivmedel som finns på området, måste också brandrisken nämnas.

9.2 Beskrivning avfallssystemet generellt

Kommunens avfallssystem transporterar bort avfall från hushåll och liknande avfall från verksamheter på ett effektivt och miljöanpassat sätt. Vad gäller avfall från företag faller detta sedan år 2000 inte längre under det kommunala ansvaret. Ett undantag är farligt avfall från verksamheter där Göteborgs kommun har ett utökat ansvar. Kretsloppskontoret auktoriserar de transportörer som får transportera farligt avfall från verksamheter.

Insamling av hushållsavfall handlas, under 2006, upp från entreprenörerna Renova, IL Recycling och Vrångö Transport. Behandling av hushållsavfallet sker i Renovas anläggningar (se nedan). Därutöver har IL Recycling en sorteringsanläggning i Marieholm vid Göta Älv. FTI (Förpacknings- och tidningsinsamlingen) har ansvar för att förpackningar och tidningar samlas in vid drygt 400 återvinningsplatser och i vissa fall direkt från fastigheter.

De viktigaste behandlingsanläggningarna är Sävenäs sopförbränning, kompostanläggningen i Marieholm, sorteringanläggningar i Marieholm och Högsbo, Renovas anläggning för att ta emot farligt avfall på Ringön samt deponin i Tagene, Renovas fordonsverksamhet på Holmen och nedlagda deponier i Arendal, Torsviken, Brudaremossen och Sjöbacka. Flera ligger inom Göta Älvs eller Delsjöarnas vattenskyddsområden. Ansvaret för Tagene och Torsviken ligger på Renova och för andra nedlagda deponier på kommunal mark på kretsloppsnämnden. För insamling av grovavfall, elektronik och farligt avfall finns fyra återvinningscentraler. En femte i Alelyckan tas i bruk före sommaren 2007.

När det gäller verksamhetsavfall finns flera viktiga intressenter. Reci har stora anläggningar för att ta hand om farligt avfall. De ligger i hamnområdena på Hisingen. Stena är en annan viktig aktör för bl a metaller och farligt avfall. Raffinaderierna hanterar stora mängder petroleumprodukter i sin verksamhet.

Mängden insamlat hushållsavfall uppgick år 2005 till ca 125 000 ton restavfall till förbränning, 17 000 ton grovavfall till sortering, 6 700 ton bioavfall till kompostering och 3 800 ton farligt avfall och elektronikavfall. Mängden förpackningar och tidningar som samlades in uppgick till ca 43 000 ton. Från

verksamheter insamlades ca 130 000 ton avfall till förbränning eller deponering och ca 95 000 ton farligt avfall till olika behandlingar i och utanför Göteborg.

Nedan görs en beskrivning av konsekvenserna av extremt väder för Renovas verksamheter samt för kommunens nedlagda deponier. Någon motsvarande analys för andra verksamheter har inte gjorts.

9.3 Deponier och nedlagda deponier

Beskrivning

Renova har ett antal anläggningar för deponering av avfall. I Tagene på Hisingen deponeras flygaska från avfallskraftvärmeverket i Sävenäs, visst industrislam, asbest och en del obrännbara verksamhetsavfall. Deponin ligger inom vattenskyddsområdet Göta älv och om dräneringssystemet inte fungerar kan lakvatten förorena råvattentäkten.

Torsvikendeponin som stängdes den 1 januari 1999, har använts som deponi för farligt avfall i 20 år. Nu genomgår anläggningen en långsiktig avslutningsplan, där man arbetar med utfyllnad av området för att nå de slutkonturer som planen anger. Efter utfyllnaden skall området täckas över för att skyddas mot regn och förhindra lakvattenbildning i avfallet. Ett jordlager skall sedan läggas ovanpå och möjliggöra plantering av växter. Avslutningsarbetena beräknas vara färdiga 2010.

Arendalsdeponin utgör ett 165 000 m² stort utfyllnadsområde i havet. Själva deponin är avslutad och övertäckt.

Inom Göteborg finns även ett antal nedlagda avfallsdeponier (30 – 60 stycken, beroende på hur man klassificerar) som kretsloppsnämnden ansvarar för. Flera av dessa ligger låglänt, intill kust eller vattendrag. Några ligger inom Göta älvs vattenskyddsområde. Brudaremossen, som utgjorde Göteborgs huvudsakliga tippningsplats från 1938 till 1978, ligger delvis inom Delsjöarnas vattenskyddsområde. Vid Brudaremossen samlas förorenat lakvatten upp i dräneringsledningar. Det förorenade vattnet renas först lokalt via oljeavskiljare och sedimenteringsdamm innan det leds till Ryaverket för resterande reningssteg. Vid Brudaremossen planeras åtgärder för att minska mängden förorenat vatten som behöver behandlas.

Extremt väder och klimatförändringar

Vid extrem nederbörd skulle lakvattenflödena från Tagene deponin bli mycket större, och därmed öka risken för lakvattenläckage. Idag samlas lakvattnet upp och dräneras till en spillvattentunnel och vidare till Ryaverket. Ett ökat lakvattenflöde till följd av extrem nederbörd skulle öka Tagenes belastning på Ryaverket. Extrem nederbörd skulle även kunna leda till att marken på deponierna i Tagene och Arendal blir mättad på vatten och därmed resultera i en liten risk för erosion.

På Tagene deponin kan avfallet som hanteras blåsa omkring och förorena omgivningarna. I extrema situationer kan man tänka sig att tyngre avfall fångas av vinden och därmed innebära en risk för människor, men den risken bedöms som liten.

Vid elavbrott kan inte reningsverket vid deponin i Torsviken köras.

Riskerna med de nedlagda deponierna sammanfaller med dem som beskrivs i geoteknikavsnittet, avsnitt 4.1, i första hand när det gäller höga vattenstånd och extrem nederbörd.

Extremt väder och klimatförändringar

Vid förhöjda havsnivåer finns det risk för utsköljning av massor och avfall i havet från deponierna i Torsviken och Arendal. Om deponin i Arendal skulle översvämmas, till följd av höjda havsnivåer, skulle troligtvis områden inom deponin som idag inte är vattenfyllda komma att vattenfyllas. Detta torde kunna leda till att föroreningar lakas ut från dessa områden. Deponin i Tagene ligger högt och därmed bedöms det inte föreligga några direkta risker vid förhöjda havsnivåer.

Riskerna med övriga nedlagda deponier sammanfaller med dem som beskrivs för Geoteknikavsnittet, avsnitt 4.1, i första hand när det gäller höga vattenstånd och extrem nederbörd.

Åtgärder

Vid elavbrott skulle ett elverk behöva hyras till deponin i Torsviken, så att reningsverket kan köras.

För vissa nedlagda deponier kan skredriskanalyser och eventuellt stabilitetshöjande åtgärder behövas. Vid en framtida höjd havsnivå kommer flera deponier att behöva ett förstärkt erosionsskydd.

9.4 Kompostering

Beskrivning

Renovas komposteringsanläggning i Marieholm komposterar biologiskt avfall från hushåll och företag. Processen sker dels inomhus i en nybyggd hall, där det biologiska avfallet bryts ner under ungefär fyra veckor, och dels utomhus där kompostjorden får efter mogna under tre till sex månader. Kapaciteten hos anläggningen ligger på ungefär 10 000 ton biologiskt avfall per år.

Extremt väder och klimatförändringar

Komposteringsanläggningen är framförallt känslig för höga vattennivåer, då den ligger intill Göta älv. Förhöjda nivåer i älven skulle kunna orsaka översvämning inne på anläggningsområdet (anläggningen är belägen nedströms råvattenintaget).

9.5 Omlastningsstationer/sorteringsanläggningar

Beskrivning

För att så mycket som möjligt av insamlat avfall skall gå till material- eller energiåtervinning, och så lite som möjligt till deponi, har Renova två anläggningar för sortering och förbehandling. Dessa två anläggningar ligger i Skräppekärr och i Högsbo. Till anläggningarna kommer osorterat brännbart och obrännbart avfall från företag, byggverksamhet etc. Anläggningen i Högsbo fungerar också som en omlastningsstation för avfall.

Extremt väder och klimatförändringar

Sorteringsanläggningen i Högsbo påverkar dagvattendammen i Järnbrott. Anläggningen i Skräppekärr ligger i nära anslutning till Göta älv och är invallad. Risker för att materialet skall flyta ut vid en översvämning bedöms som väldigt liten.

9.6 Farligt avfall

Beskrivning

Renovas anläggning för farligt avfall, ligger på Ringön. Där mottags, sorteras och mellanlagras farligt avfall från hushåll och företag.

Extremt väder och klimatförändringar

Översvämningar torde medföra att större delen av verksamheten skulle bli stillastående. Med förvarning kan känsliga saker flyttas för att skyddas mot översvämning. Brandrisk kan uppstå om vatten läcker in till utrymmen där alkalimetaller förvaras, men då krävs en kraftig och plötslig översvämning.

9.7 Återvinningscentraler

Beskrivning

Renova driver fyra återvinningscentraler i Göteborg på uppdrag av kretsloppskontoret. Dessa återvinningscentraler ligger i Sävenäs, Högsbo, Tagene och Bulycke. På återvinningscentralerna kan större mängder av återvinningsmaterial såsom kylar och frysar, däck, trämaterial, metall, kompostjord, fönster speglar, möbler etc lämnas.

Extremt väder och klimatförändringar

Sävenäs återvinningscentral ligger nära Säveån, och skulle kunna påverkas av förhöjda vattennivåer.

9.8 Sävenäs avfallskraftvärmeverk*Beskrivning*

Renovas avfallskraftvärmeverk har tillstånd att förbränna 460 000 ton avfall per år. Anläggningen är i drift dygnet runt hela året, och producerar el och fjärrvärme till Göteborgs stad. Ungefär 5 % av elbehovet och 25 % av fjärrvärmebehovet i Göteborg täcks av avfallsförbränningen i Sävenäs.

Extremt väder och klimatförändringar

De största hoten mot avfallskraftvärmeverket i Sävenäs är ett längre strömavbrott, t ex till följd av nedrasade elledningar etc och om cirkulationen i fjärrvärmenätet i Göteborg ligger nere. Utan cirkulation i fjärrvärmenätet kan ej avfallsförbränningen köras, eftersom man då inte har någon recipient som kan ta emot värmen som uppstår vid förbränningen. Om kraftvärmeverket inte kan köras, går Göteborgs stad miste om el- och fjärrvärmeleveranser motsvarande 5 respektive 25 % av totala behoven. Dessutom uppstår problemet med ackumulering av sopor. Sävenäs har möjlighet att lagra maximalt ungefär 10 000 ton avfall, och under eldningssäsong kan det levereras 2000 ton avfall per vardag till anläggningen. Möjligheten att deponera avfall på Tagene deponin finns. Om leveranser av avfall skulle upphöra p g a exempelvis översvämmade vägar som hindrar transporter till anläggningen, existerar möjlighet att transportera avfall på tåg. Om det skulle bli ont om avfall att förbränna kan man dra ner på förbränningen och producera mindre el och fjärrvärme, och på så sätt få ett lager av avfall att räcka lite längre. Möjligheten att köra kraftverket på husturbindrift finns också. Detta innebär att endast el för internt behov på anläggningen produceras, och möjligheten kan utnyttjas om Göteborg inte kan ta emot elleveranser exempelvis p g a förstörda elledningar.

9.9 Holmen*Beskrivning*

Renovas verksamhet på Holmen innefattar: huvudkontor, fordonsgarage, fordonsverkstad, förråd (kärl, säck och kläder) och miljötvätthall.

Extremt väder och klimatförändringar

Översvämningar som ger högre vattennivåer än en halvmeter på Holmens område, medför skador på fordon, vilket påverkar insamlingen av avfall negativt. Ett allvarligt problem som skulle kunna uppstå vid kraftiga översvämningar, är att vatten läcker in i diesellagret vid tankstället. Detta skulle kunna leda till stora läckage av diesel.

Den stora mängden av drivmedel (diesel och gas) som finns på området gör att om en brand utbryter finns risken att den blir väldigt omfattande.

10. Transportnät

Föreliggande kapitel behandlar transportnätet i Göteborg, inkluderat trafikslagen kollektivtrafik, biltrafik, cykel, gods och yrkestrafik samt båttrafik.

10.1 Sammanfattande analys

Då nästan all avvattnings av dagvatten fungerar med självfall (utan pumpar) och rinner ut i åar, kanaler, vallgraven och Göta älv kommer stora problem att uppstå vid högt vattenstånd och nederbörd. Många gator kommer att stå under vatten och stora trafikproblem uppstår.

Vid maximal teoretisk högvattennivå + 12,70 m kommer ca 20% av stadens gator samt gång- och cykelbanor i centrum (stadsdelsnämndsområdena 7 och 8) att ligga under denna nivå. Även vid nivån + 12,30 m kommer ca 15% av gator och cykelbanor inom samma område att ligga under denna nivå.

Vid ovan beskrivna nivåer och med riklig nederbörd kommer kollektivtrafiken att lamslås då den viktigaste knutpunkten vid Brunnsparken tidvis kommer att stå under vatten.

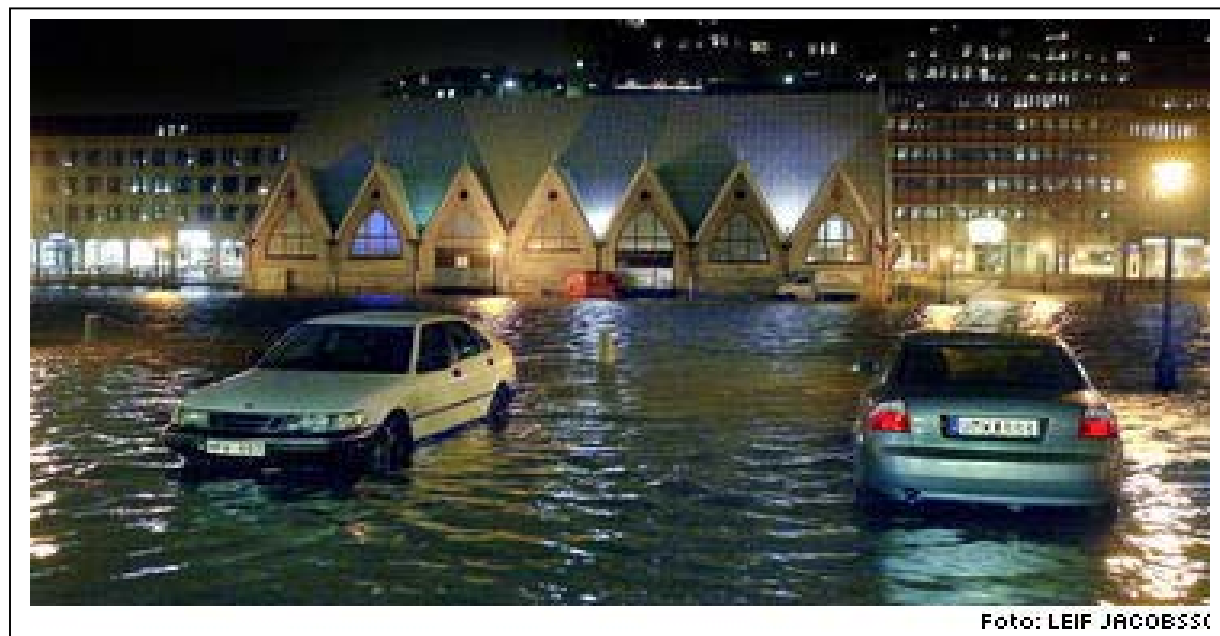


Bild 10-1 Foto: Leif Jacobsson, GT.

Av hittills gjord utredning framgår att detaljstudier av åtgärder för dagvattenavledningen tillsammans med bl a va-verket, som ansvarar för huvudledningarna, måste genomföras. Trafikkontoret svarar för att gatornas dagvattenbrunnar samt diken och trummor utmed kommunens vägar fungerar. För att minska konsekvenserna vid de väderscenarier som finns idag bör de ansvariga för den tekniska infrastrukturen samverka för hur problemen skall lösas.

Av tekniska och ekonomiska skäl går det inte att bygga bort alla avvattningsproblem som kan inträffa vid högt vattenstånd och mycket nederbörd. Vid nederbörd kommer troligen vissa delar att gatu- och spårvägsnätet att stå under vatten tills vattennivån sjunkit, vilket måste accepteras.

Vid höga vattenstånd eller vid mycket nederbörd uppstår även bärighetsproblem i gator och vägar då dräneringen i vägkroppen inte fungerar som planerat.

Älvsnabbens bryggangöring i hamnområdet försvåras vid de högre vattenstånden.

Med vattenstånd över +12,30 m i centrala staden (normalnivå +10,10 m) kommer Mölndalsåns avtappning att påverkas negativt. I vilken omfattning får kommande utredning utvisa.

Vid elavbrott drabbas många trafikanter då bl a spårvagnstrafiken, trafikledningssystem och gatubelysningen inte fungerar. Det medför stora trafikproblem och att olycksrisken ökar.

Älvsborgsbron stängs av för all trafik vid vindar över 25m/sek vilket innebär stora trafikproblem. Tingstadstunneln respektive Götaleden är byggda för att tåla ett högvattennivå på +12,50 m respektive +12,10 m.

Vid extrema vindar kan nedblåsta träd och annat ge framkomlighetsproblem och ökad risk för olyckor. Det kan även innebära att elförsörjning till bl a spårvagnstrafiken, trafikledningssystem och gatubelysningen slås ut.

Invallning av särskilt utsatta områden kommer att krävas och kajkanter i centrala staden behöver höjas.

10.2 Beskrivning

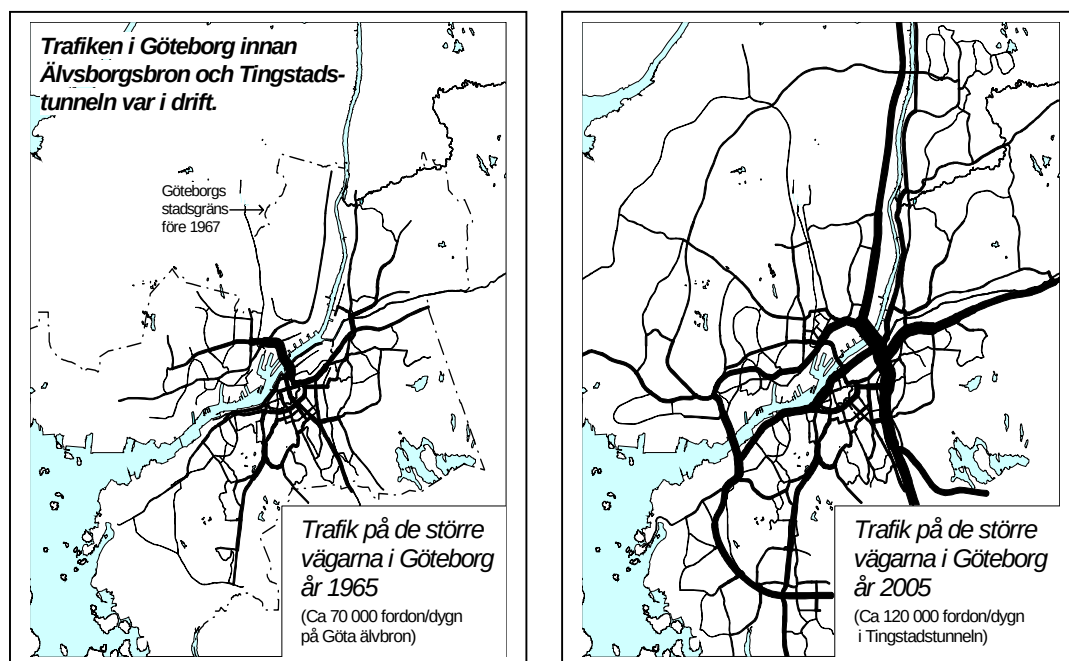
Vägnätets uppbyggnad

Fram till slutet av 1960-talet var vägnätet i Göteborg radiellt uppbyggt – alla större vägar gick in till stadens centrum. Som exempel kan nämnas att nuvarande E 6 gick genom stadens centrum – Mölndalsvägen – Skånegatan – Odinsgatan - förbi Centralen - Göta Älvbron - Norgevägen. Från väster utgjorde Karl Johansgatan - Första Långgatan infartsleder.

Grunden för en ny vägstruktur lades redan på 1960-talet och utgick från ett ringledstänkande dvs genomfartstrafiken skulle kunna ledas förbi stadscentrum på en ringled. Med Älvsborgsbron och Tingstadstunneln lades de första grundstenarna i den ringled som vi har idag.

Dagens ringled är egentligen den yttre av de tänkta ringlederna. Bakgrunden till detta beror på att utbyggnadsplanerna i slutet av 1960-talet innebar att stadens utbyggnadsområden fanns i nordost (Ångered) och på norra Hisingen. Tillkomsten av Norrleden och Hisingsleden utgick från detta.

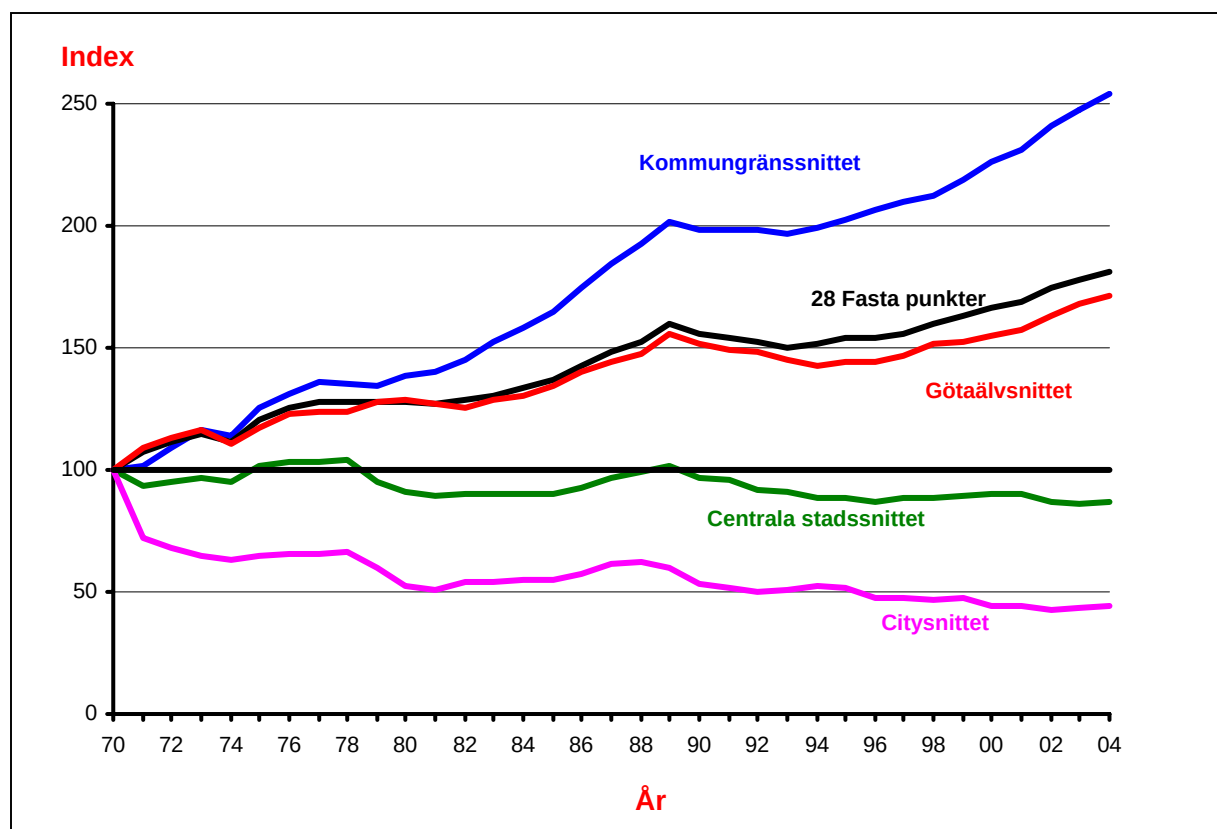
I dag är intentionerna i stadsbyggandet en annan – staden skall förtätas och de många äldre centralt belägna verksamhetsområdena är på väg att konverteras till stadsbebyggelse, s k blandstad. Genom denna inriktning hamnar mycket av den framtida trafikstringen i och omkring de redan mycket ansträngda centralt belägna huvudlederna.



Karta 10-1 Trafik på de större vägarna i Göteborg år 1965 och 2005.

I vägnätet fungerar de flesta trafikleder i dag som såväl primärled med genomgående trafik som sekundärled och länk i det lokala vägnätet. Trafikströmmar med olika trafikrytm blandas, dvs genomfartstrafik med 70-80 km/h blandas med lokala trafikströmmar som håller 30-50 km/h.

Detta hade kunnat fungera väl när staden hade en period med svag tillväxt men nu är förhållandena annorlunda. Vi är nu inne i en period med stark tillväxt som ställer allt större krav på framkomlighet och tillförlitlighet för transporterna. Detta sker samtidigt med att utbyggnadsintentionerna numera är riktade mot utveckling och konvertering av de centralt belägna verksamhetsområdena nära älven. Detta betyder att samtidigt som Lundbyleden och Oscarsleden – Götaleden skall fungera som viktiga genomfartsstråk, så skall de också kunna klara lokaltrafik och måltrafik till alltmer trafikalt strande bebyggelse.



**Figur 10-1 Biltrafikutveckling i de fasta snitten 1970-2004. Anm: Index-serierna bygger på trafiken-
utveckling avseende medelvardagsdygn.**

Trafikkontoret är kommunens väg- och banhållare och ansvarar för 125 mil gator, 95 mil gångbanor, 37 mil cykelbanor samt 8 mil spårväg. Vägverket ansvarar för det övergripande vägnätet såsom E6, E20, Rv45 m fl inom kommunen.

Kollektivtrafik

Dagligen reser 350 000 människor med bussar och spårvagnar i Göteborg, varav 10% är inpendlare.

Biltrafik

Antal bilresor i kommunen varje dag är ca 1 miljon, varav 40 % är inpendlare.

Cykel

Antalet resor med cykel i Göteborg beräknades år 1996 till 120 000 per dygn.

Gods- och yrkestrafik

Trafikkontoret ansvarar även för 18 km industrispår för järnväg inom Göteborg. För godstrafik till södra skärgården ansvarar trafikkontoret för upphandling av trafiken och byggande av ny godsterminal.

Båttrafik

Södra skärgårdens kollektivtrafik har ca 1,5 miljoner resenärer varje år och med Älvsnaabben reser ca 600 000 varje år.

10.3 Extremt väder och klimatförändringar

Regn

Långvarig nederbörd – Vattenmagasinen fylls på vilket medför risk för översvämning, ökade vattenflöden och vattenhastigheter i vattendragen samt förhöjda grundvattentryck i jordlagren.

Ökad vattenhastighet medför ökad erosion i slänter med risk för urspolning och underminering. Detta i kombination med förhöjda porttryck i jordlagren kan medföra att sannolikheten för ras och skred i slänter ökar. Rasrisken är uppenbar – inte enbart vid vattendrag utan även i vägslänter.

Vid höga vattenstånd eller vid mycket nederbörd fungerar inte dräneringen av vägens överbyggnad som planerat, vilket innebär sänkt bärighet i gator och vägar.

Långvarig nederbörd kan även ge framkomlighetsproblem p g a av vattensamlingar då vattenavrinningen inte fungerar i diken och ledningar.

Intensiv nederbörd under kort eller lång tid – Förutom ovanstående problem med ökad risk för erosion som kan innebära framkomlighetsproblem (gator och vägar stängs av) tillkommer ökad risk för urspolning av vägslänter mm i samband med slagregn och hastiga vattenflöden. Översvämningar av gator, gång- och cykelbanor riskeras dessutom, då dagvattensystemen inte är dimensionerade för detta och pumpkapaciteten inte räcker till för att hålla undan vattnet. Detta ger stora framkomlighetsproblem samt att vatten kan tränga in i fastigheter.

Snö

Långvarig nederbörd - Stora snövallar utmed gator och vägar ger sikt och framkomlighetsproblem. Spårvagnar måste trafikera gaturäl dygnet runt för att det inte skall uppstå isbeläggning i rillan. Snöovädret den 17 november 1995 är ett exempel då spårvagnstrafiken ställdes in och det var stora svårigheter att starta upp trafiken igen. Numera körs spårvagn även när trafikering upphört nattetid för att hålla isfritt i rillan.

Vid stora snömängder, ca 40 cm, måste bortforsling av snö genomföras (mycket onormalt, görs bara på trånga gator i centrala staden), för att upprätthålla framkomligheten och för att klara nästa snöfall. Uppstår brist på fordon för bortforsling riskerar åtgärden att ta lång tid.

Intensiv nederbörd under kort tid – Framkomlighetsproblem och förseningar för all trafik.

Intensiv nederbörd under kort tid med kraftig vind - Stora framkomlighetsproblem när snöplogning inte genererar avsedd effekt (yr igen efter plogning).

Vind

Extrema vindar – Nedblåsta träd och annat ger framkomlighetsproblem och ökad risk för olyckor. Detta kan även innebära att elförsörjning till bl a spårvagnstrafiken, trafikledningssystemen och gatubelysningen slås ut.

Älvsborgsbron stängs av för all trafik vid vindar över 25m/sek vilket innebär stora trafikproblem.

Kyla

Långvarig kyla med mer än ca -10 °C. - Huvudvägnätet (leder, matargator med busstrafik) fungerar då det normalt blir torrt efter saltning innan den stränga kylan inträffar. På bostadsgator och gångbanor blir det dock stora problem om det frusit på tillkörd/nedtrampad snö. Detta medför en ökad olycksrisk och minskad framkomlighet.

Båttrafiken till södra skärgården kan få problem vid isläggning. Eventuellt måste bilväg ordnas på isen vilket senast gjordes februari 1985.

Värme

Långvarig torka – Detta medför att grundvattentrycket sjunker i jordlagren, vilket medför utdränering av jordlagren med ökad torrskorpebildning som följd samt att pågående sättningar i lerlagren ökar. Låga vattennivåer i vattendrag och sjöar medför att även släntstabiliteten försämras, vattnets mothåll minskar.

Ökad brandrisk som kan innebära minskad framkomlighet och totalstopp av både kollektivtrafik och biltrafik på viktiga delar av gatu- och spårnätet.

Elavbrott

Elavbrott – Störningar i elförsörjningen samt data/telekommunikation påverkar:

- Framkomlighet – allmänt.
- Trafikledningssystem såsom trafiksignaler, trafikantinformation (KomFram), kameraövervakning, sjöledningssystem (Södra Skärgården) m m.
- Spårvagnstrafiken och dess signalsäkerhetsanläggningar, växelvärme, larm m m.
- Gatubelysning för persontrygghet/säkerhet och trafiksäkerhet.

Spårvagnsbanans växelvärme, växelomläggning och kontaktledningar samt trafiksignaler, gatubelysning, hissar, rulltrappor, vattennivåreglering, gatuvärme och pumpstationer fungerar inte och mycket stora trafikproblem uppstår.

Spårvagnstrafiken står still och busstrafiken fungerar bara i begränsad omfattning vid långvarigt elavbrott då bränslepåfyllning kräver el. Spårvagnar som står still i spåren hindrar också bil- och busstrafik.

Olyckor i korsningar där trafiksignalerna är släckta ökar markant.
Även ökad olycksrisk föreligger när gatubelysningen inte fungerar.

I samband med regn kan mycket stora trafikproblem uppstå då pumpstationer inte fungerar.

Vintertid kommer gatuvärmen som finns i de stora gångstråken i city inte att fungera och därmed ökar olycksrisken (halkolyckor).

Högt vattenstånd

Höga vattennivåer i hav och vattendrag - Ökad risk för översvämningar av gator när dagvattenavledning inte fungerar och konsekvensen blir minskad framkomlighet (avstängda gator och gång- och cykelbanor).

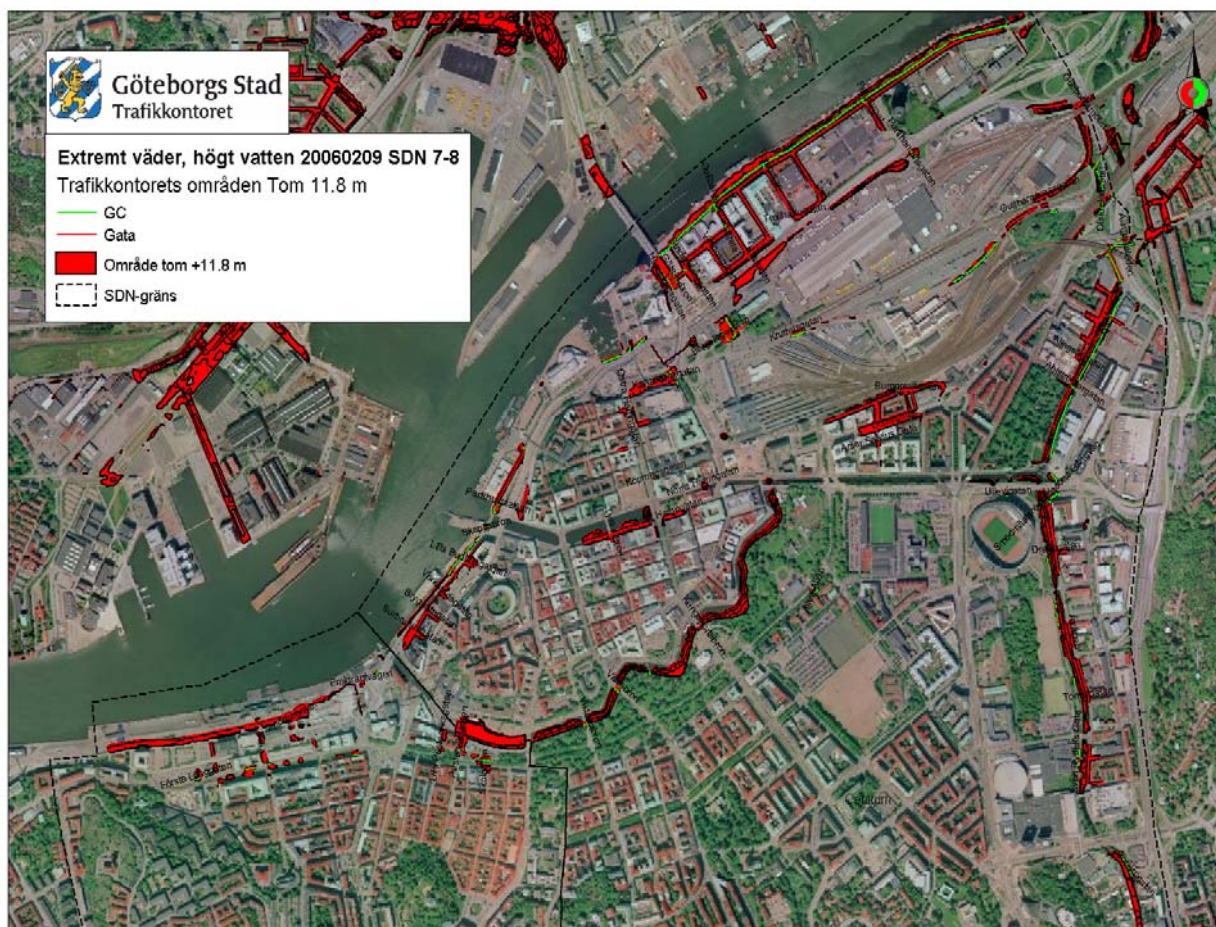
Ökad erosion når nya områden. När vattnet sjunker kan släntstabiliteten vara försämrad i de områden som utsatts för erosion. Detta innebär att även risken för ras och skred ökar särskilt i kombination med kvarstående höga portryck inom slänternas övre delar.

Där vattenstånden är så höga att vattnet stiger upp i vägöverbyggnaden innebär detta nedsatt bärighet i gator och vägar.

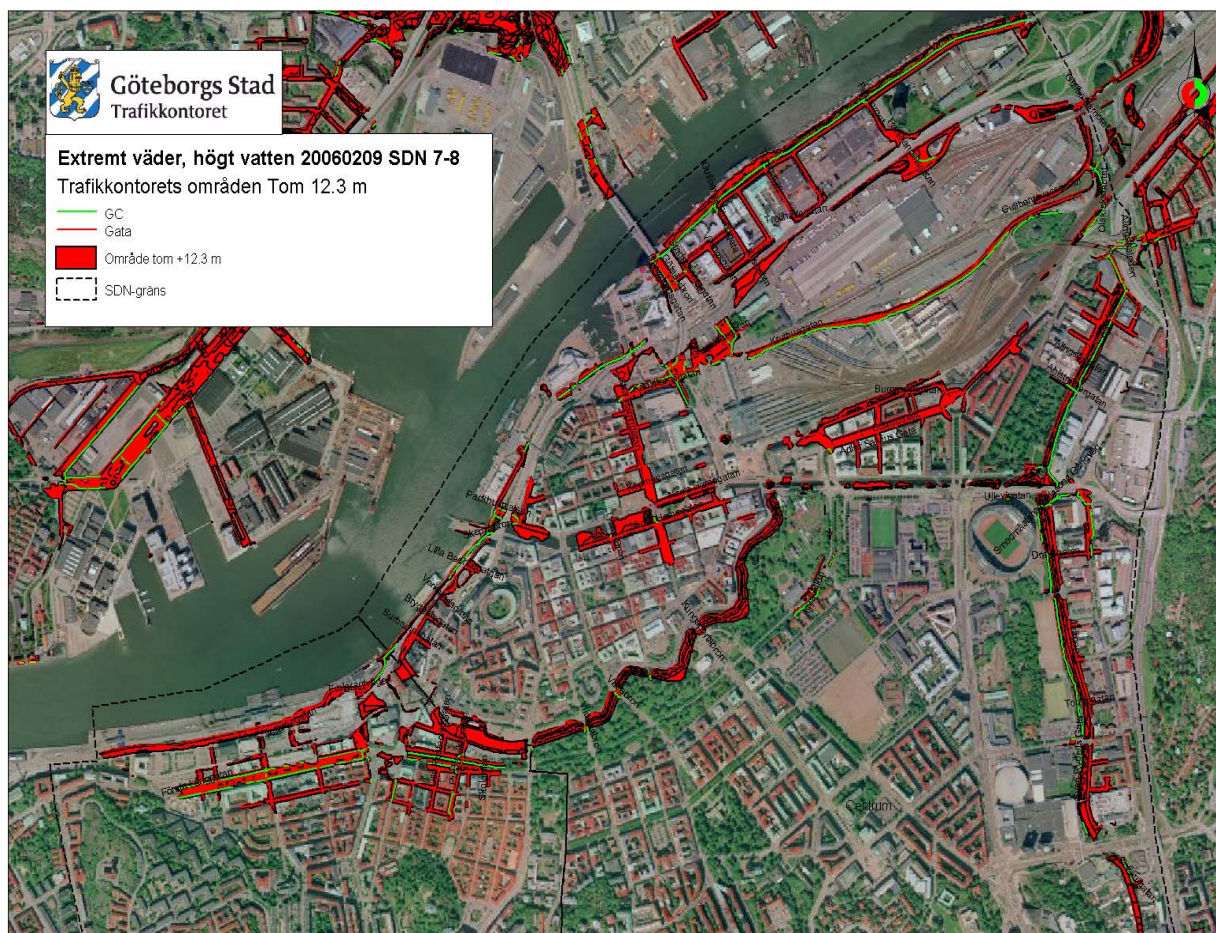
Vid maximal teoretisk högvattennivå +12,70 m kommer ca 20% av stadens gator samt gång- och cykelbanor i centrum (stadsdelsnämndsområdena 7 och 8) att ligga under denna nivå (se karta 10-4). Även vid nivån +12,30 m kommer ca 15% av gator och cykelbanor inom samma område att ligga under denna nivå (se karta 10-3). Tingstadstunneln respektive Götaleden är byggda för att tåla en högvattennivå på +12,50 respektive +12,10 m.

Vid ovan beskrivna nivåer och riklig nederbörd kommer kollektivtrafiken att lamslås då den viktigaste knutpunkten vid Brunnsparken tidvis kommer att stå under vatten. Även spårvagnsbanan kommer på åtskilliga platser att ligga under framtida bedömda nivåer.

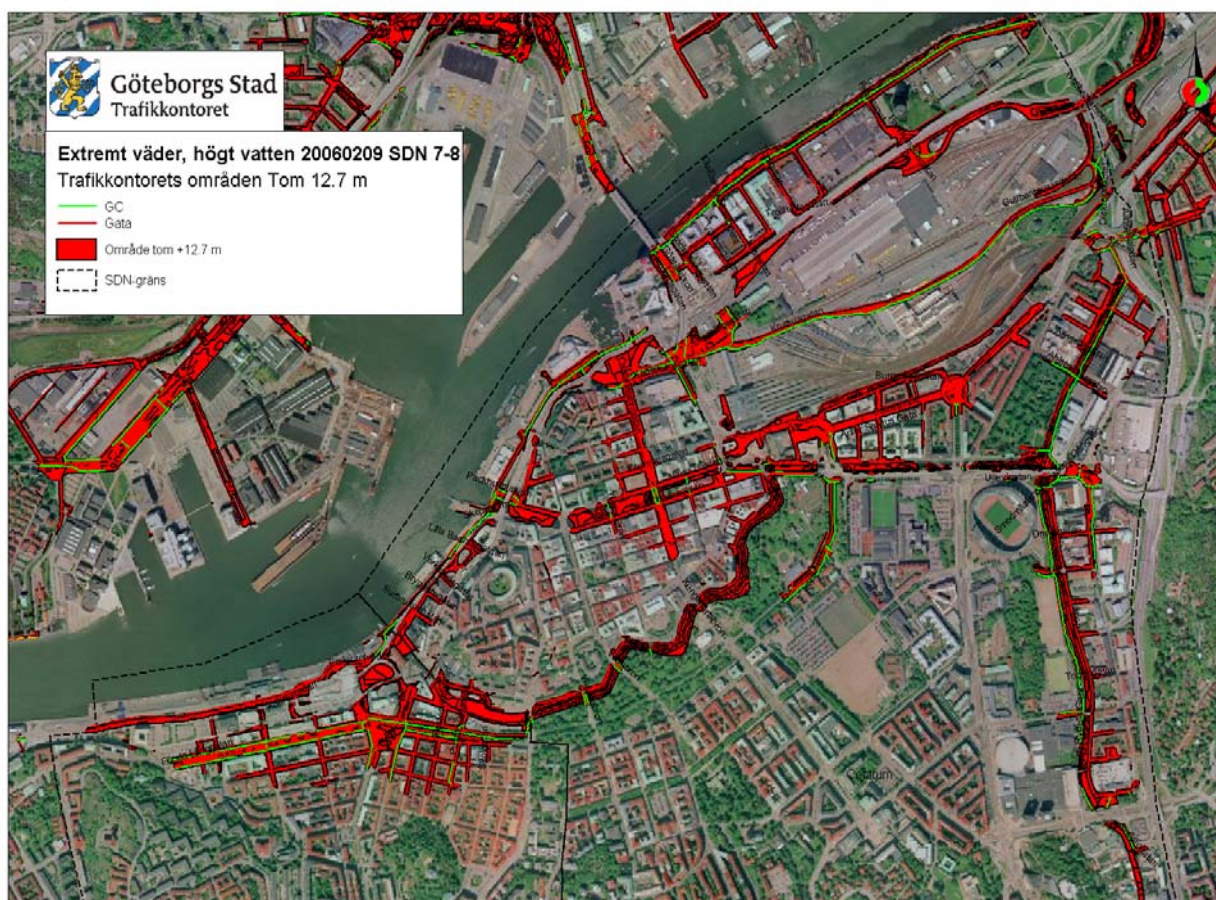
När gator står under vatten kommer också elavbrott att uppstå och därmed slutar viktiga funktioner för trafiken att fungera. Exempel på sådana är likriktarstationer och relärum för spårvagnstrafiken samt trafiksignaler och gatubelysning.



Karta 10-2 Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +11,80 m.



Karta 10-3 Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +12,30 m.



Karta 10-4 Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +12,70 m.

10.4 Åtgärder

För att förebygga eventuella problem vid de väderscenarier som idag är kända kommer det att krävas olika tekniska insatser.

Invallning av särskilt utsatta områden är en nödvändig åtgärd. Dessutom behöver kajkanter i city höjas. Om kajkanterna tål att belastas med en höjning måste också utredas, grundläggningen är på många platser från 1600-talet.

Bryggorna i Göta älv för Älvsnabben måste troligen byggas om för att säkerställa funktionen vid högvattennivåer.

Vid maximalt teoretisk högvattennivå, och även vid den lägre nivån, samt samtidig nederbörd krävs att pumpanordningar byggs på många platser. Detta för att dagvattenavledningen skall fungera. Då pump-anordningar inte kan installeras på alla platser där utlopp finns i våra vattendrag krävs annan teknisk lösning.

Omfattningen av åtgärder kommer nu att utredas. Ett arbete som blir omfattande och kommer att kräva stora resurser. Trafikkontoret inhämtar också de statliga trafikverkens sårbarhetsplanering i detta avseende.

11. Stadsdelen Styrso

11.1 Beskrivning

Stadsdelen Styrso består av ett trettiotal större och mindre öar utan fast landförbindelse. Det finns ingen privatbilism på öarna. Öarnas är helt beroende av båttrafiken. All transport, både person och gods, sker huvudsakligen med båtar och färjor.

Öarna försörjs med el och vatten via sjöledning från fastlandet. Spillvatten från Donsö och Vrångö renas i ett reningsverk på Donsö. Örigt spillvatten pumpas till fastlandet.

Stadsdelen är, genom sitt geografiska läge, särskilt utsatt för vind, vattenstånd och isläggning. Eldistributionen har säkerställt genom att luftledningar nu till största delen har markförlagts. Tidigare orsakade salt på isolatorer o d regelbundna elbortfall.

11.2 Geoteknik och markanvändning

Redan vid högsta högvattennivån idag +11,47 m ställs strandområden, vissa trafikbryggor, vägar och hamnområden under vatten. Större delen av Vrångö, Donsö kilen och Styrso Bratten är exempel på tätbebyggda områden som kommer att slås ut vid ett högvattensscenario.

En kombination av höga vattenstånd och hårda vindar gör att erosionsskydd och strandskoningar inte klarar påfrestningarna. Markområden kommer att försvinna, spolats ut i havet.

11.3 Avlopp - spillvatten och dagvatten

Ledningsnätet, pumpstationer och reningsverket på Donsö klarar inte normalt kraftiga regn och vattenflödena. Delvis beroende på inläckage på ledningsnätet och olagliga inkopplingar av dagvatten på spillvattennätet. Följden är att pumpstationerna och reningsverket bräddar ut spillvatten i havet.

11.4 Nedlagda deponier

På Donsö Lurken finns en nedlagd deponi i direkt anslutning till havet. Vid extrem nederbörd eller högt vattenstånd läcker lakvatten ut i en havsvik och orsakar övergödning.

11.5 Kollektivtrafik/båttrafik/godstrafik

I skärgårdstrafiken utgör trafik- och bilfärjelägen "hållplatser i kollektivtrafiken". På öar finns inga alternativa färd sätt, som på land, alla är beroende av att kunna resa kollektivt till bl.a. arbete och skolor.

Bryggdäcken har en plushöjd på +11,70 m. Redan vid medelhögvatten +11,10 m, ofta i kombination med hård vind, är det svårt för skärgårdsbåtarna att lägga till. Vid hövattennivå runt +11,50 m är det omöjligt.

Två trafikbryggor i stadsdelen är handikappanpassade flytbryggor som fungerar inom medelvattenstånd som statistiskt uppträder 99,8 % av året baserat på en lång mätserie. Övriga trafikbryggor inklusive Saltholmsterminalen används även för bil och godstrafik.

Isläggning och hårda vindar utgör också ett hinder för båttrafiken och öars försörjning.

12. Ett robust försöksområde respektive LOD

Förslag till försöksområde

Det skulle vara en fördel att särskilt ta hänsyn till extremt väder och kommande klimatförändringar i ett robust försöksområde. Nya områden planeras både där de kan drabbas av stigande nivåer i hav och älv och extremt väder som kraftig nederbörd i övrigt samt mer i inlandet. Ett genomtänkt område skulle kunna ge spin-off effekter för hur nya områden och förnyelseområden skall planeras framöver.

Södra älvstranden är ett område som dels består av befintlig bebyggelse och dels av mark som kan bebyggas i framtiden. Delar av området ligger lågt i förhållande till högsta högvattennivå i Göta älv. Detta område skulle vara intressant att planera med hänsyn till extrema väderhändelser och framtida klimatscenarios.

Som ett ytterligare alternativ till norra respektive södra Älvstranden kan övervägas Gullbergsvass som förutom lågläntheten har speciellt besvärliga geotekniska förhållanden. Här krävs under alla omständigheter särskilda analyser.

Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)

Lokalt omhändertagande av dagvatten innebär att vattnet tas omhand och fördröjs och eventuellt infiltreras inom en fastighet. Ser man det områdesvis kan det innebära att dagvatten avleds till dike istället för rör. Den nya va-lagstiftningen ger möjlighet att skapa allmänna anläggningar som består av t ex. ett dike där möjlighet ges till anslutning utan att man som normalt har en definierad förbindelsepunkt. När det gäller avgiftsuttag idag, ges en reduktion av tomyteavgiften för dagvatten då man har LOD dvs om man avleder dagvattnet till annat ställe än till den allmänna anläggningen. Frågeställningen har inte framhållits särskilt i de va-tekniska avsnitten i föreliggande utredning. Metodiken LOD kommer också att behöva prövas mot en eventuell ökad häftighet i nederbörd liksom naturligtvis vattenstånd etc.

Figur, tabell, bild & kartförteckning

Figur 2-1	Rapportens disposition	4
Tabell 3-1	Nivåangivleser för vattenstånd i Torshamnen..	13
Tabell 3-2	Rekordnivåer för övriga väderparametrar.	13
Karta 3-1	Förenklad zonindelning som används i verksamhetsanalyserna.	14
Figur 3-1	Principskiss av vattenstånd respektive ”värsta fall” år 2100 jämfört med den generella planeringsnivån som gällde till år 2003.	15
Figur 3-2	Nederbörd 1917 – 2005 Barlastplatsen.	17
Karta 4-1	Jordartskarta.....	20
Figur 4-1	Profilsnitt Gullbergsvass.....	24
Figur 4-2	Profilsnitt Rambergsstaden.....	24
Bild 4-1	Illustration Robert Källgren.	25
Bild 4-2	Exempel på temporär mobil högvattenbarriär vid Vltava i Prag, april 2006.	26
Figur 5-1	Principskiss över eldistributionsnät 130/10/0,4 kV.	28
Karta 5-1	Distributionsnätet för fjärrvärme i Göteborg, Partille och Ale.	31
Karta 7-1	Förenklad principskiss över beredning och distribution av dricksvatten	36
Figur 7-1	Antal stängningstimmar och stängningar av råvattenintaget i Lärjeholm per år.	37
Bild 7-1	Hög nivå uppströms råvattenintaget i Göta älv 1990-02-27.	38
Karta 8-1	Göteborgs avloppsnät.	43
Figur 8-1	Instängt område.	44
Figur 8-2	Område som inte är instängt.....	44
Figur 8-3	Vattennivåer i avloppssystem och runt lågt belägna fastigheter.....	47
Bild 10-1	Foto: Leif Jacobsson, GT.....	52
Karta 10-1	Trafik på de större vägarna i Göteborg år 1965 och 2005.	54
Figur 10-1	Biltrafikutveckling i de fasta snitten 1970-2004.....	55
Karta 10-2	Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +11,80 m.....	58
Karta 10-3	Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +12,30 m.....	59
Karta 10-4	Trafikkontorets ansvarsområden i centrala staden beläget under nivå +12,70 m.....	60