

Teknisk beskrivning

Stockholms framtida avloppsrening

Ledningsnät- spillvatten

Rapport
Stockholm 2015-06-01

Stockholms framtida avloppsrening - Spillvattenförande avloppsledningsnät

Teknisk beskrivning

Datum	2015-02-02
Uppdragsnummer	251323, Miljöprovning av Henriksdal och Sickla
Utgåva/Status	Rapport

Henrik Tideström
Uppdragsledare

Lena Kjellson
Handläggare

Krister Törneke
Granskare

Sammanfattning

Tillrinningen till avloppsreningsverk brukar uppdelas i spillvatten och tillskottsvatten. Tillskottsvattnet kan i sin tur uppdelas i dagvatten från anslutna hårdgjorda ytor, dräneringsvatten samt inläckage. Tillskottsvattnet spår ut spillvattnet och ger ökade flöden i de spillvattenförande ledningsnäten och till reningsverken.

Då flödet överstiger ledningssystemets kapacitet uppstår bräddning från systemet. Avloppsvatten tillåts att brädda för att förhindra att översvämningar sker uppströms i systemet. Lågt belägna fastigheter riskerar annars att få källar- eller marköversvämningar. Utsläpp av avloppsvatten i samband med bräddning är miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken.

Miljödomstolen fastställde i dom daterad 2000-06-30 att följande villkor ska gälla beträffande skyddsåtgärder som avser ledningsnätet i Stockholms stad:

1. Bräddning från avloppsledningsnätet i Stockholms stad till följd av nederbörd får som riktvärde högst uppgå till 500 000 m³ per år, beräknat som ett rullande 10-årsmedelvärde från 1992. Bräddningen ska succesivt minskas för att senast 2010 som riktvärde uppgå till högst 325 000 m³ per år, beräknat som ett rullande 10-årsmedelvärde. Bräddningen får i huvudsak ske endast i recipienter som kan tåla bräddningen utan olägenhet.
2. Stockholm Vatten AB ska i samråd med tillsynsmyndigheten uppdatera Plan 83 utifrån de i ovan nämnda bräddningsvillkor angivna förutsättningarna och lämna in den uppdaterade planen för godkännande till länsstyrelsen i Stockholms län senast vid utgången av 2002.

Avseende ledningsnätet i Huddinge finns inga villkor fastställda.

Målsättningen för ledningsnätet är att näten ska förnyas, underhållas och utvidgas i en sådan takt och omfattning att avledningssäkerheten upprätthålls. Dessutom ska driftstörningar och akuta skador åtgärdas snabbt och utsläpp av orenat avloppsvatten minimeras. Verksamhetsutövaren för avloppsrening och avledning av avloppsvatten kan till skillnad från de flesta andra verksamheter inte begränsa eller stoppa sin verksamhet för att kunna följa ett villkor.

I VA-Forskrapport 1997-15 "Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem" om miljökrav för avloppssystem konstaterades det orimliga i att formulera miljökrav på ledningsnät med enkla indirekta nyckeltal, såsom maximalt tillåten årsmedelandel av tillskottsvatten. Varken de ekonomiska följderna eller åtgärdseffektiviteten kan vara överblickbara vid tillståndsprovningen. Det är bättre om miljö mål och miljökrav för ledningsnät formuleras i rullande förnyelseplaner och vävs samman med övriga mål och krav som gäller för förvaltningen av avloppssystemen.

Stockholm Vatten AB föreslår att en plan för drift, underhåll, utbyggnad och egenkontroll av de spillvattenförande ledningsnäten tas fram i samråd med tillsynsmyndigheterna i Stockholms stad och Huddinge kommun. I planen ska åtgärder

mot bräddning, tillskottsvatten och översvämning läggas fast samt hur egenkontrollen ska genomföras. Att minimera bräddvattenutsläpp till känsliga och prioriterade vattenområden samt åtgärda bräddpunkter som bräddar ofta bör styra inriktningen av arbetet.

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund	1
2.	Lagstiftning och definitioner	2
2.1	Gällande lagstiftning	2
2.2	Tillskottsvatten	2
2.3	Bräddning och bräddavloppsvatten	2
3.	Gällande villkor avseende ledningsnät	4
4.	Det spillvattenförande avloppsledningsnätet	5
4.1	Utbyggnad och verksamhetsområde	5
4.2	Bräddpunkter och nödutlopp	6
5.	Tillskottsvatten	9
5.1	Allmänt	9
5.2	Förhållanden i Stockholm och Huddinge	9
5.3	Formulering av miljömål och miljökrav för tillskottsvatten	14
6.	Bräddning och översvämning	16
6.1	Allmänt	16
6.2	Bräddvattenpåverkan	18
6.3	Framtida klimat och påverkan på bräddning	18
6.4	Strategi för att minska bräddning	20
6.4.1	Stockholms stad	20
6.4.2	Bräddningsreducerande åtgärder i Stockholm sedan Plan 2002	22
6.4.3	Huddinge kommun	24
6.4.4	Bräddnings- och översvänningsreducerande åtgärder i Huddinge kommun sedan 2004	24
6.4.5	Rutiner för att förebygga och följa upp bräddning	25
6.5	Dagvattenstrategi	25
6.6	Uppfyllande av riktvärde för bräddning enligt utsläppsvillkor	26
6.6.1	Stockholms stad	26
6.6.2	Huddinge kommun	27
6.7	Ny tunnel mellan Bromma avloppsreningsverk och Sicklainloppet	27
6.7.1	Beskrivning av ny tunnel	27
6.7.2	Påverkan på bräddning med anledning av planerad tunnel	30

7.	Luktstörningar	32
8.	Framtida arbetssätt och förslag till villkor för ledningsnät.....	34
8.1	Kunskapsinsamling och egenkontroll.....	34
8.2	Duplicering och dagvattenhantering.....	34
8.3	Magasinering och utjämning	35
8.4	Drift och underhåll av ledningsnät med tillhörande anläggningar	35
8.5	Förslag till villkor för ledningsnätet.	36
	Referenser	37
Bilaga:	Hantering av Brädd från ledningsnät och pumpstationer	38

1. Bakgrund

Bromma avloppsreningsverk ska läggas ned och avloppsvattnet från Brommaverkets upptagningsområde, tillsammans med avloppsvattnet från upptagningsområdet för Eolshälls pumpstation, ledas till Henriksdals avloppsreningsverk. Henriksdals avloppsreningsverk ska byggas om för att effektivisera reningen och för att verket ska kunna ta emot den ökade belastningen. Stockholm Vatten planerar att under 2015 lämna in tillståndsansökan med tillhörande tekniska beskrivningar, miljökonsekvensbeskrivningar m.m. till Mark- och miljödomstolen vid Nacka Tingsrätt. Ansökningarna ska gälla tillstånd för:

1. Miljöfarlig verksamhet avseende fortsatt och utökad drift av Henriksdals avloppsreningsverk,
2. Vattenverksamhet med tillhörande ledningsnät i form av grundvattenbortledning och infiltration för bergarbeten vid tunneldrivning om- och tillbyggnad av Henriksdals reningsverk samt anläggande av sjöledning. Avsikten är att få en gemensam miljöprövning av dessa ärenden i mark- och miljödomstolen.

Som underlag till den miljökonsekvensbeskrivning som ska upprättas har Tyréns AB fått i uppdrag att i en teknisk beskrivning av ledningsnätet sammanställa befintlig kunskap avseende ledningsnätet och om tillskottsvatten till, och bräddningar från, befintligt spillvattenförande ledningsnät inom Stockholm stad och Huddinge kommun.

2. Lagstiftning och definitioner

2.1 Gällande lagstiftning

Att släppa ut orenat avloppsvatten definieras enligt kap. 9 miljöbalken som miljöfarlig verksamhet. Verksamhetsutövaren är därigenom skyldig att följa bestämmelserna i miljöbalken samt de förordningar, föreskrifter och andra beslut som har fattats med stöd av balken. Den EG-lagstiftning som finns på området är införd i svensk lagstiftning.

Om tillståndsplikt saknas för en verksamhet kan tillsynsmyndigheten, med stöd av 9 kap. 6a § miljöbalken, förelägga en verksamhetsutövare att ansöka om tillstånd. Förutsättningen är att verksamheten medför risk för betydande föroreningar eller andra betydande olägenheter för människors hälsa eller miljön. Enligt 6b § kan den som bedriver en miljöfarlig verksamhet ansöka om tillstånd till verksamheten enligt miljöbalken även om det inte krävs tillstånd.

2.2 Tillskottsvatten

Tillrinningen till avloppsreningsverk brukar uppdelas i spillvatten och tillskottsvatten. Tillskottsvattnet kan i sin tur uppdelas i dagvatten från anslutna hårdgjorda ytor, dräneringsvatten samt inläckage.

Tillskottsvattnet spär ut spillvattnet och ger ökade flöden i de spillvattenförande ledningsnäten och till reningsverken. Tillskottsvatten innehåller normalt sett ämnen som inte är behandlingsbara för reningsverken och medför därför ökade föroreningsutsläpp. Tillskottsvatten ger dessutom ökad energi- och kemikalieanvändning och kan förorena slammet.

2.3 Bräddning och bräddavloppsvatten

I Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1990:14 definieras bräddat avloppsvatten enligt följande:

- Avloppsvatten som vid enstaka tillfällen (t.ex. vid överbelastning) avleds (bräddas) för att avlasta magasin, bassäng eller ledning.

I Naturvårdsverkets allmänna råd 93:6, Bräddning från avloppsledningar, definieras bräddavlopp enligt följande:

- **Bräddavlopp** definieras här som anordning, vilken möjliggör en avlastning av t.ex. magasin, bassänger eller ledningar. Det bräddade avloppsvattnet avleds till recipient alternativt dagvattenledning, då tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet. Avlopp vid t.ex. pumpstation, som automatiskt kan träda i funktion vid hydraulisk överbelastning och medför bräddning av avloppsvatten, definieras här som bräddavlopp.
- Utsläpp som endast sker vid haveri eller underhållsarbete t.ex. på grund av strömbrott, brott på huvudledningar eller spolning av ledningar definieras här som **nödutsläpp** och omfattas inte av föreskrifterna. Problem med nödutsläpp är att hänföra till avloppsanläggningens driftsäkerhet.

Vid hydraulisk överbelastning tillåts avloppsvatten att brädda för att förhindra översvämningar uppströms i systemet. Lågt belägna fastigheterna riskerar annars att få källar- och/eller marköversvämningar. Vid dessa tillfällen är bräddvattnet oftast mycket utspätt av inläckage, regnvatten eller snösmältning.

Vid nödutsläpp har avloppsvattnet ungefär samma sammansättning som det avloppsvatten som normalt kommer till avloppsreningsverken.

3. Gällande villkor avseende ledningsnät

Koncessionsnämnden för miljöskydd lämnade den 28 september 1992 tillstånd enligt miljöskyddslagen för Stockholm Vatten AB att släppa ut avloppsvatten i Saltsjön. Under en provotid uppsköts bland annat frågan om vilka villkor som skulle gälla avseende avloppsledningsnätet. Miljödomstolen fastställde i dom dated 2000-06-30 att följande villkor ska gälla beträffande skyddsåtgärder som avser ledningsnätet i Stockholms stad:

1. Bräddning från avloppsledningsnätet i Stockholms stad till följd av nederbörd får som riktvärde högst uppgå till 500 000 m³ per år, beräknat som ett rullande 10-årsmedelvärde från 1992. Bräddningen ska succesivt minskas för att senast 2010 som riktvärde uppgå till högst 325 000 m³ per år, beräknat som ett rullande 10-årsmedelvärde. Bräddningen får i huvudsak ske endast i recipienter som kan tåla bräddningen utan olägenhet.
2. Stockholm Vatten AB ska i samråd med tillsynsmyndigheten uppdatera Plan 83¹⁾ utifrån de i ovan nämnda bräddningsvillkor angivna förutsättningar och lämna in den uppdaterade planen för godkännande till länsstyrelsen i Stockholms län senast vid utgången av 2002.

Stockholm Vatten AB har den 13 december 2002 lämnat in en uppdaterad plan, "Plan 2002 – Bräddning från ledningsnätet i Stockholm", i enlighet med villkor 2. Länsstyrelsen beslutade 2004-07-27 att godkänna "Plan 2002" som det planeringsinstrument som Stockholm Vatten ska arbeta efter enligt gällande tillstånd. För att klara bräddvillkoret bedömdes att endast planens punktåtgärder behövde genomföras.

Endast bräddåtgärder vid Långsjön och ett fåtal utredningar med låg prioritet kvarstår från "Plan 2002". Stockholm Vatten beräknar att åtgärden vid Långsjön kommer att utföras under 2014-2015.

Avseende bräddningar till följd av nederbörd i Huddinge, föreslogs i ansökan till miljödomstolen att dessa inte skulle regleras med hjälp av villkor. Som motiv till detta angavs att ledningssystemet är utbyggt som duplikat eller separat system och att bräddningar under normala driftförhållanden endast förekommer i små mängder. Inga villkor fastställdes för avloppsledningsnätet i Huddinge kommun.

¹⁾ Se avsnitt 6.4.1 för beskrivning av Plan 83.

4. Det spillvattenförande avloppsledningsnätet

4.1 Utbyggnad och verksamhetsområde

Inom Stockholm Vattens verksamhetsområde ingår ledningsnät i Stockholms stad och Huddinge kommun. I det allmänna spill- och dagvattenförande avloppsledningsnätet i Stockholm stad och Huddinge kommun ingår totalt drygt 2750 km ledningar och cirka 78 000 serviser. Därutöver finns cirka 150 km bergtunnel. Cirka 30 % av ledningsnätet är anlagt före 1950, 45 % mellan 1950-1980 och 25 % efter 1980.

Ledningsnätet i Stockholms stad är utbyggt med så väl kombinerat som duplicerat system. I det kombinerade ledningsnätet är dagvatten från hårdgjorda ytor, såsom till exempel vägar och hustak anslutna. Inom många områden är även dränvatten från husgrunder, anslutna. Ledningsnätet i Huddinge kommun är ursprungligen utbyggt som ett duplikatsystem men även som separat system där spillvattnet avleds i ledning och dagvatten i dike. Med tiden har dock både medvetna och omedvetna påkopplingar av dagvatten gjorts på det spillvattenförande ledningsnätet. Av den totala spillvattenförande ledningslängden inom verksamhetsområdet är 54 % utbyggt med duplikatsystem.

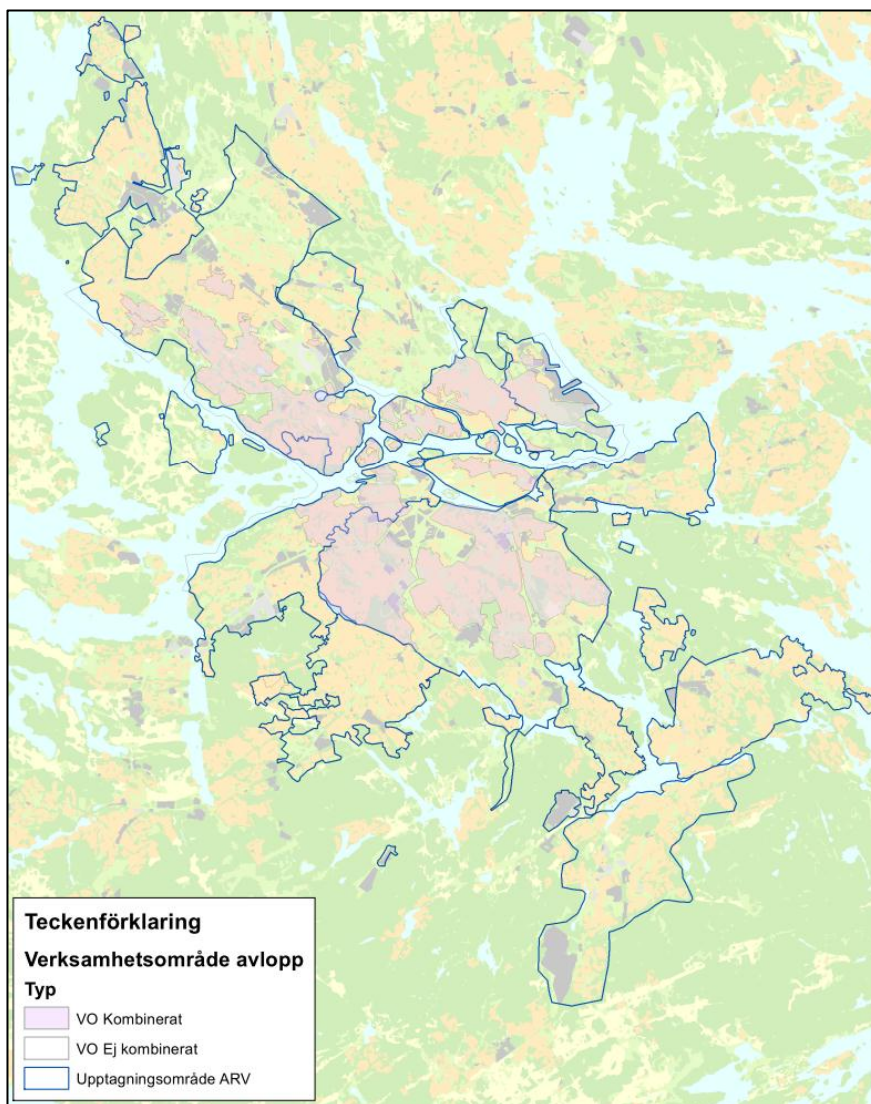
Det finns drygt 20 stycken utjämnings-, bräddnings- eller avsättningsmagasin, som totalt rymmer över 100 000 m³. Det största är Ormen, en fullortsborrad tunnel med en diameter av 3,5 meter. Ormen är ca 2,7 km lång och sträcker sig mellan Roslagstull och Karlavägen i Stockholm. Ormen rymmer cirka 35 000 m³. Utjämnings- och bräddningsmagasin anläggs för att magasinera, utjämna och fördroja flöden. Härigenom kan flödestoppar vid tillfälliga överbelastningar tas omhand. I ett avsättningsmagasin kan föroreningar i bräddavloppsvattnet reduceras genom sedimentation före utsläpp i recipient.

Tabell 1: Ledningslängd (km) och antal serviser (st) inom Stockholms stad och Huddinge kommun.

	2010	2011	2012
Ledningslängd, spill+kombinerat (km)	1 797	1 803	1 808
Antal spillvattenförande serviser (st)	60 132	60 491	60 769
Ledningslängd, dagvatten (km)	1 016	963	969
Antal dagvattenförande serviser (st)	17 752	17 807	17 895

Det ledningsnät i Stockholm Vattens verksamhetsområde som är anslutet till bolagets reningsverk och som utgörs av drygt 1800 km allmänna ledningar inom Stockholms stad och Huddinge kommun. Därtill finns ledningsnät anslutna inom sex grannkommuner. Upptagningsområdet för reningsverken utgörs utöver områden i Stockholm och Huddinge av områden belägna i Haninge, Nacka, Tyresö,

Järfälla, Sundbyberg och Ekerö kommuner. Grannkommunerna har egna verksamhetsområden och deras ledningsnät ingår inte i denna beskrivning.



Figur 1: Typ av utbyggnadssystem inom reningsverkens upptagningsområden. I figurens förklaringsruta står verksamhetsområde, men figuren avser upptagningsområdena för avloppsreningsverken.

4.2

Bräddpunkter och nödutlopp

I det kombinerade systemet i Stockholm finns cirka 300 bräddpunkter och i Huddinge finns 8 kända bräddpunkter. I Stockholm är cirka 80 av dessa bräddpunkter anslutna till utjämningsmagasin. Övriga bräddpunkter är huvudsakligen anslutna via dagvattenledning direkt till recipient. De flesta bräddavloppen anslutna till recipient mynnar i Mälaren eller Saltsjön.

Under normala nederbörds- och driftförhållanden beräknas bräddningen på grund av nederbörd teoretiskt uppgå till cirka 0,4 Mm³/år. Antalet bräddtillfällen per år varierar mellan olika år och mellan olika recipienter. Mätning av bräddvolym från bräddpunkter på ledningsnätet sker endast i begränsad omfattning. I Plan 2002 utreddes hur ofta respektive bräddavlopp trädde i funktion. Det fanns bräddavlopp som trädde i funktion ända upp till 40 gånger per år.

De flesta av de cirka 150 pumpstationerna i Stockholm och de cirka 60 pumpstationerna i Huddinge är försedda med nödutlopp. Nödutloppen leds oftast direkt till vattenrecipient. Bräddtidsmätare finns placerade i några pumpstationer. Resultatet har avlästs och redovisas i tabell 2.

Tabell 2: Antal utsläppstillfällen vid vissa pumpstationer. (Källa: Miljörapporter)

År	Berg vik	Karl XII	Räntmästar- trappan	Sund by	Söder Mälar- strand	Åkeslund	Ålsten	Örnsberg
2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	? ²⁾	? ³⁾	0	0	0	0	0
2006	40	0	? ⁴⁾	0	0	0	0	? ⁵⁾
2007	0	?	?	0	0	0	0	?
2008	Problem med övervakningssystemet							
2009	0	0	2	2	0	0	0	0
2010	1	2	2	0	0	0	0	0
2011	1	8	2	0	0	0	0	0
2012	2	11	2	0	0	0	0	0
2013	1	3	1	0	1	0	2	0
Normal- år (Plan 2002)	1	19	18	0	0	0	0	0

²⁾ Totalt mindre än 3 timmar.

³⁾ Totalt mindre än 1 timme.

⁴⁾ Totalt cirka 1 timme.

⁵⁾ Totalt cirka 2 timmar.

Tabell 3: Nödutsläpp vid arbete eller haveri, m³/år (Källa: Miljörapporter)

År	Stockholm	Huddinge
2013	2 270	105
2012	5 100	20
2011	82 015	0
2010	106	0
2009	6 500	0
2008	4	0
2007	(Fel i övervakningssystem)	10
2006	0	(Fel i övervakningssystem)

5. Tillskottsvatten

5.1 Allmänt

Belastningen på ett reningsverk kan delas upp i dels föroreningsbelastning av organiskt material, fosfor, kväve m.m. och dels flödesbelastningen. Föroreningsbelastningen kommer huvudsakligen från de anslutna personerna, förutom specifika föroreningar från dagvatten. Flödesbelastningen kan indelas i:

- Spillvatten, inklusive förbrukning för spolning och annan skötsel av VA-anläggningen.
- Dagvatten, från anslutna hårdgjorda ytor.
- Dränvatten och avrinning från ansluten obebyggd mark inom kombinerade system.
- Dränvatten från duplikatsystem, inkopplad med dispens.
- Dag- och dränvatten från duplikatsystem, felkopplat.
- Inläckande vatten från mark (inklusive utläckande dricksvatten) och vattendrag.

Flödet påverkar processerna i anläggningen på flera sätt, genom olika uppehållstider och temperaturer. Kraftiga variationer i flöde försämrar möjligheterna att avskilja partiklar genom sedimentering. Tillrinningen till avloppsreningsverk brukar uppdelas i spillvatten och tillskottsvatten. Termen ovidkommande vatten förekommer ibland. Oftast avses då allt vatten som inte är önskvärt i reningsverket, d.v.s. allt annat vatten än spillvatten. I denna betydelse är termen dock användbar endast vid 100 % duplikata system.

5.2 Förhållanden i Stockholm och Huddinge

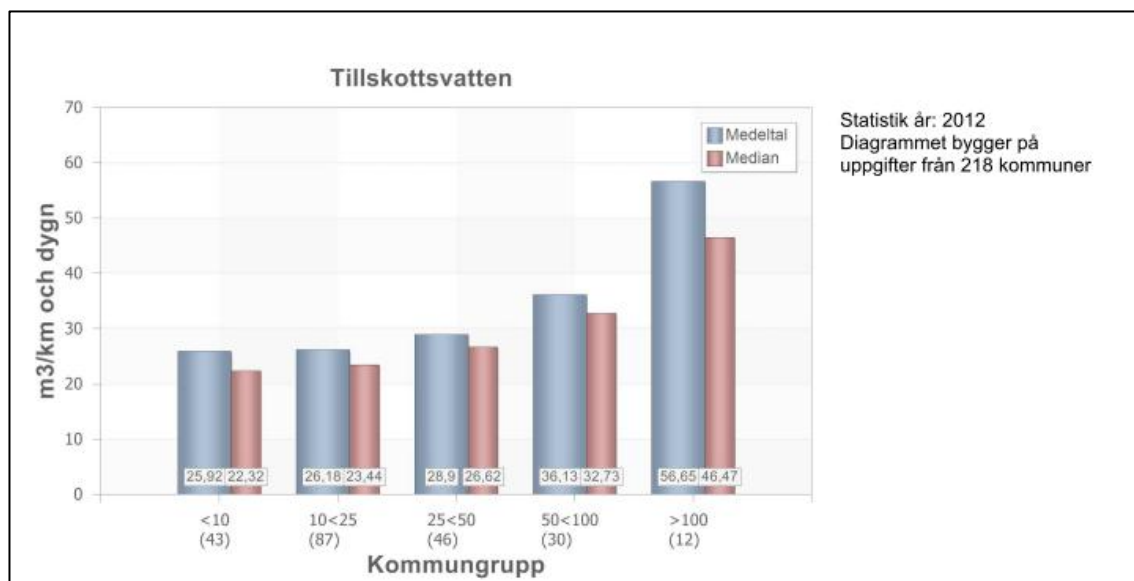
Den del av tillskottsvattnet som utgörs av inläckande vatten från mark, beror på ledningssystemet och dess kondition. Stockholms avloppssystem har byggts ut under lång tid och olika dimensionerings- och anläggningsprinciper har tillämpats. Gummiringstättade ledningar började anläggas först under 1960-talet. Redan på 1930-talet började man spränga avloppstunnlar i berg. Normerna för hur täta dessa tunnlar ska vara har varierat.

Tabell 4: Grunddata för åren 2010-2012. (Stockholm Vattens rapport; Nyckeltal 2003-2012)

	2010	2011	2012	enhet
Behandlad mängd avloppsvatten (Henriksdal, Bromma, Syvab)	152 900	150 700	175 200	tusen m ³
Nederbörd	545	490	779	mm
Avledd mängd avloppsvatten från det egna verksamhetsområdet*	124 400	122 700	143 400	tusen m ³
Debiterad avloppsmängd inom det egna verksamhetsområdet	80 000	80 050	80 000	tusen m ³
Tillskottsvatten, från det egna verksamhetsområdet	44 400	42 700	63 400	tusen m ³
Tillskottsvatten, från det egna verksamhetsområdet	36	35	44	%
Ledningslängd (inkl.tunnlar), spillvattenförande	1 901	1 911	1 911	km
-Antal anslutna personer inom det egna verksamhetsområdet	943 748	957 904	982 245	st
Utspädningsgrad (USG)	1,55	1,53	1,79	-
Beräknat nettoinläckage**	27 920	28 180	28 060	tusen m ³
Nettoinläckage per km ledning och dygn	40	40	40	m ³
* Mottagen mängd från annan kommun är hämtat från VASS-statistik				
**Enligt vattenbalans i miljörapport, avser detta endast Stockholm				

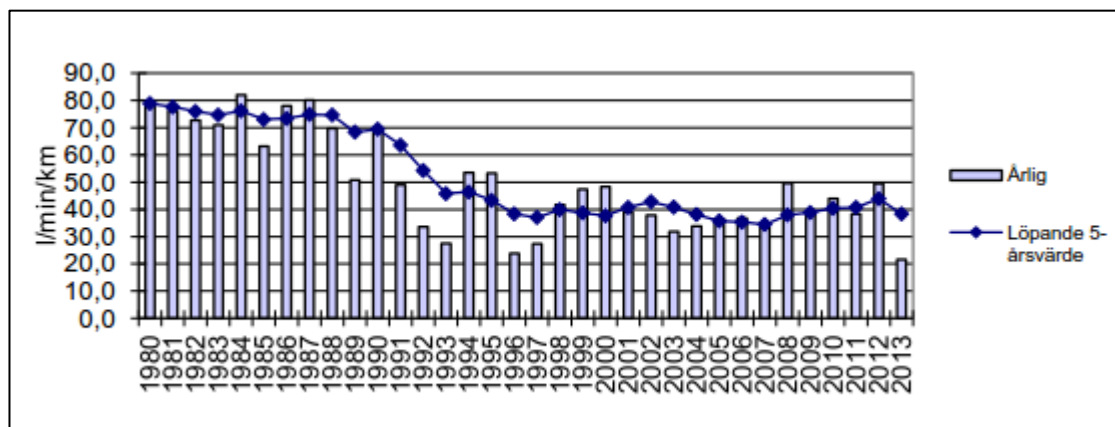
Av tillskottsvattenmängden utgör cirka 28 000 000 m³ ett beräknat faktiskt nettoinläckage. Den beräknade inläckande mängden till det spillvattenförande ledningsnätet utgör därmed drygt 20 % av avloppsvattenmängden inom verksamhetsområdet.

Vid en jämförelse med andra kommuner, med hjälp av Svenskt Vattens statistik över kommunala vatten- och avloppsanläggningar, är nettoinläckaget per km och dygn lägre än medeltal för de tolv största kommunerna, men högre än medeltal för övriga kommuner. Förklaringen till detta är att mindre kommuner generellt sett har betydligt färre områden utbyggda med kombinerade ledningar och därmed mindre dagvatten medvetet anslutet till det spillvattenförande ledningsnätet.



Figur 2: Tillskottsvatten till reningsverk för kommungrupper år 2012. Källa: Svenskt Vattens statistikdatabas VASS.

Variationen i mängden tillskottsvatten till Stockholms ledningsnät under åren 1980-2013 redovisas i nedanstående diagram. Huddinge Vatten uppgick genom fusion i Stockholm Vatten från 1997-01-01. Härigenom utvidgades Stockholm Vattens verksamhetsområde. Från år 1997 ingår därför även tillskottsvattnet till ledningsnät i Huddinge.

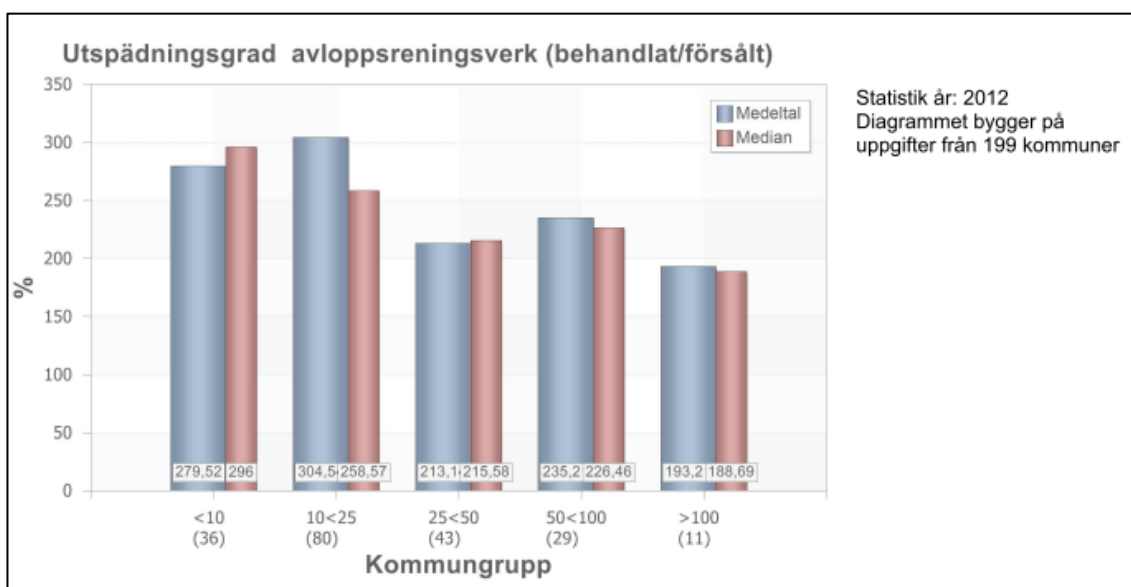


Figur 3: Läck-, drän- och dagvatten (tillskottsvatten) till SVAB:s ledningsnät. Årlig samt löpande 5-årsmedelvärde (l/min, km).

Den kraftiga minskning som kan avläsas i början av 90-talet hänförs till bland annat till upptäckt och åtgärdande av ett kraftigt punktinläckage. En intagsledning för sjövattnet hade anlagts till en pumpstation och intaget hade inte försetts med avstängningsventil. Inläckaget från Mälaren var cirka 200 l/s. Då det var ett kontinuerligt inflöde utan större säsongsvariationer var det svårt att upptäcka. I sam-

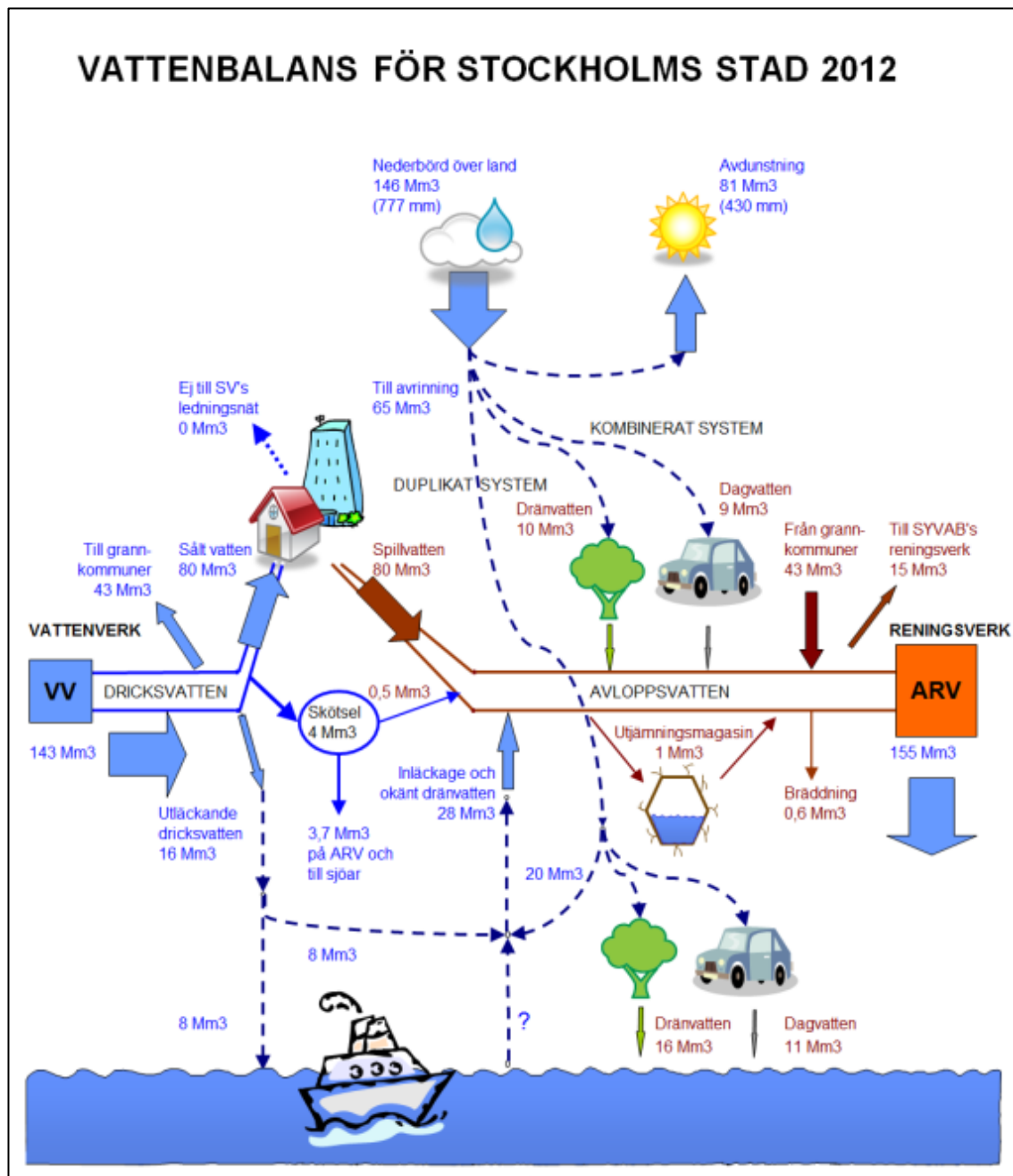
band med utvärdering av ett magasins funktion visade beräkningar på stora okända flöden och felkällan kunde lokaliseras. Under 90-talet arbetades dessutom mycket aktivt med läcksökning och åtgärdande av vattenläckor. Minskat utläckage från vattenledningsnätet minskar även inläckaget i avloppsledningsnätet.

Ledningsnätet är till stor del kombinerat, vilket innebär att inom dessa områden är dagvatten och även dräneringsvatten medvetet anslutet till samma system som spillvattnet. Vid en jämförelse med andra kommuner, med hjälp av Svenskt Vattens statistik över kommunala vatten- och avloppsanläggningar, är utspädningsgraden trots detta låg. Detta förhållande gällde även år 2012, som var ett mycket nederbördsrikt år. Utspädningsgraden var då 1,79.



Figur 4: Utspädningsgrad i reningsverk för kommungrupper år 2012. (Källa: Svenskt Vatten rapport driftstatistik 2012).

En beräknad vattenbalans för Stockholms stad för det nederbördsrika året 2012 visar ökade mängder till reningsverk och större bräddmängder än normalt.



Figur 5: Vattenbalans för Stockholms stad år 2012. (Källa: Miljörapport 2012)

Inläckningen till ett otätt avloppssystem kommer från grundvatten, markvatten, överläckande dagvatten, sjövattnet och utläckande dricksvatten. Tidigare beräkningar har visat att detta uppgår till mellan 5 och 25 % av Stockholms stads del av flödena till avloppsreningsverken. Till tunnarna som är anslutna till reningsverken, cirka 80 km, har inläckaget tidigare beräknats till cirka 4,5 Mm3/år (Källa: Stockholm Vatten - Förnyelse- och åtgärdsplan 1996).

För ledningsnätet till Bromma reningsverk har under 2010-12 utförts ett arbete för att hitta områden med stor del inläckage. I slutrapport från Grontmij AB framgår att:

- 30 procent av dagvattnet som rinner av inom verksamhetsområdets hårdgjorda ytor leds till Bromma reningsverk, resten leds via dagvattenledningar till 17 olika delrecipienter.
- Ca 17 % av årsinflödet till Bromma reningsverk består av dagvatten.
- Endast ca 5 procent av dagens kombinerade områden är "duplicerade öar" som ansluter till kombinerat system.
- Mindre än 1 % av det totala årsinflödet kan tas bort om man separerar de duplicerade öarna.

För ledningsnät i Huddinge kommun har tidigare studier visat att västra Huddinge, som är anslutet till SYVAB:s avloppsreningsverk har låg andel tillskottsvatten, medan centrala och östra Huddinge har cirka 40-50 % tillskottsvatten (Förnyelse- och Åtgärdsplan 2000-2005, Huddinge). Enligt modellberäkningar för år 2013 uppgick tillskottsvattenmängden från Huddinge till cirka 50 % av det totala flödet.

5.3

Formulering av miljömål och miljökrav för tillskottsvatten

I VA-Forskrappport 1997-15 "Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem" om miljökrav för avloppssystem utvärderades miljöeffekter av åtgärder för att reducera stora årsvolymer tillskottsvatten i kommunala avloppsnät. Dessa åtgärder jämfördes med andra alternativa åtgärder i reningsverk för att uppnå samma effekt avseende minskad utsläppt föroreningsmängd. Ett stort antal åtgärder redovisas. För att möjliggöra jämförelser har ett enkelt nyckeltal använts: "kostnad i kr per kilo reducerad syretäring". Detta nyckeltal bör användas med försiktighet eftersom det endast beskriver den potentiella miljöeffekten i recipienten. Nyckeltalet kan dock vara gångbart som ett intressant jämförelsetal mellan olika åtgärder.

I rapporten konstaterades att om tillskottsvatten härrör från stora punktinläckage i ledningsnätet kan stora flödesreduktioner erhållas med låga investeringskostnader. När det gäller mer komplexa åtgärdspaket eller andra större åtgärder i ledningsnät är spridningen i de redovisade nyckeltalen mycket stora. De lokala förhållandena visade sig vara helt avgörande för effektiviteten i åtgärderna. Vid lagning av stora punktinläckage har en vinst erhållits då den årliga driftkostnadsbesparingen har överstigit årskostnaden för investeringen. Vid mer komplexa åtgärdspaket, innehållande t.ex. grundvattenpumpning, avskärande dräneringar, ledningsrenoveringar etc., var spridningen mycket stor från en kalkylerad vinst till en kostnad på upp mot 100 kr/kg syretäring. Samtidigt redovisas exempel där en åtgärd inte resulterat i någon mätbar effekt på läck- och dränvattenflödet. Detta medför att kostnaden, uttryckt i nyckeltalet kr/kg reducerad syretäring, blir oändlig. Åtgärderna från reningsverken visade en mer samlad bild avseende kostnader per kg borttagen syretäring, kr/kg O₂.

Med åtgärdsexemplen har författarna visat på det orimliga i att formulera miljökrav på ledningsnät med enkla indirekta nyckeltal, såsom maximalt tillåten årsmedelandel av tillskottsvatten. Varken de ekonomiska följderna eller åtgärdseffek-

tiviteten kan vara överblickbara vid tillståndsprövningen. Det är bättre om miljö-mål och miljökrav för ledningsnät formuleras i rullande förnyelseplaner och vävs samman med övriga mål och krav som gäller för förvaltningen av avloppssystemen. Det är först när man vet vad som orsakar tillskottsvattnet som man har möjlighet att bedöma vilka åtgärder som kan ge någon effekt. Man kan heller inte vara säker på utfallen förrän åtgärden är utförd och utvärderad. Förnyelseplanerna bör revideras vid återkommande samrådiskontakter. Utgångspunkten för miljödiskussioner måste vara en helhetssyn rörande recipientens status där alla större föroreningsbelastningar, såväl inom som utanför den kommunala VA-verksamheten, beaktas.

Ett av delprojekten i VA-FORSK-projektet om läck- och dräneringsvatten till spillvattensystem avsåg upptagningsområdet till Bromma reningsverk. I redovisningen av detta konstaterades:

1. Minskade flöden och flödesvariationer förbättrar reningsverkens funktion, speciellt i det biologiska reningsteget.
2. Minskade flöden reducerar föroreningarna i stort sett proportionellt med flödesminskningarna.
3. Med minskande flöden följer också minskande kostnader för rening och pumpning.
4. Minskade läck- och dräneringsvattenmängder påverkar bräddvolymen relativt måttligt och bräddfrequensen påverkas inte alls.
5. Att lokalisera och åtgärda inläckage är svårt. Effekten av att täta ett inläckage är heller inte garanterad. Särskilt i kombinerade områden med närhet till äldre, privata serviser är prognosen dålig för ett lyckat resultat efter tätning av huvudavloppet.

Verksamhetsutövaren för avloppsrening och avledning av avloppsvatten kan till skillnad från de flesta andra verksamheter inte begränsa eller stoppa sin verksamhet för att kunna följa ett villkor.

6. Bräddning och översvämning

6.1 Allmänt

Bräddning kan förekomma från anlagda bräddpunkter och pumpstationer på det spillvattenförande ledningsnätet. Bräddning uppstår vid hydraulisk överbelastning, då flödet överstiger systemets kapacitet. Avloppsvatten tillåts att brädda för att förhindra att översvämningar sker uppströms i systemet. Lågt belägna fastigheter riskerar annars att få källar- eller marköversvämningar. Utsläpp av avloppsvatten i samband med bräddning är miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken.

Utsläpp av orenat avloppsvatten vid, eller i närheten av badplats, kan tillfälligt påverka badvattenkvaliteten. Ett bräddvattenutsläpp kan innebära mikrobiell förorening, vilket skulle kunna innebära viss fara för människors hälsa om utsläppet sker under badsäsong. Generellt är badvattnet vid Stockholms 30 officiella strandbad av god kvalitet från hygienisk synpunkt. En del avvikelser förekommer från år till år bland annat beroende på vädret under badsäsongen.

Reningsverkens processer påverkas negativt av stora flöden, utspätt vatten och låg temperatur och det finns en gräns för hur utspätt avloppsvatten som kan renas. Sämst reningsresultat erhålls vid långvariga nederbörds- och snösmältningsperioder. Bräddning sker dock framförallt vid kortvariga häftiga regn. Det kan vid dessa tillfällen vara motiverat att begränsa avloppsvattenflödet till reningsverken då utspädningen kan innebära att mer föroreningar släpps ut via det renade avloppsvattnet än via bräddvattenutsläppet. Hänsyn måste dock även tas till vilken recipient som belastas av utsläppen.

Bräddade mängder i samband med nederbörd, beräknas med hjälp av kalibrerade hydrauliska modeller. Modellerna uppdateras med fysiska förändringar i ledningsnäten och förbättras regelbundet efter att ny kunskap erhålls.

Tabell 5: Bräddad mängd (m³) från ledningsnät i Stockholm och Huddinge samt antal källaröversvämningar år 2010-2013.

	2010	2011	2012	2013
Bräddat på ledningsnät Stockholm (m ³)	382 000	344 000	590 000	291 000
Bräddat på ledningsnät Huddinge (m ³)	0	0	1 140	1210
Bräddning av total avloppsmängd (%)	0,2	0,2	0,3	0,2
Antal källaröversvämningar Stockholm och Huddinge (st)	77	28	134	34

2012 var ett av de regnrikaste åren i historien enligt SMHI:s mätare vid Obsevatorkullen. 779 mm nederbörd föll över Stockholms innerstad, jämför med 550 mm som brukar anges som normalnederbörd. 2012 kan därför illustrera ett av de värsta åren ur bräddsynpunkt.

Tabell 6: Bräddad mängd (m³) till recipientavsnitt år 2012.

Recipient	Summering m ³	Huvudområde
01 Lövstafjärden	0	
02 Karlshäll	420	
03 Nockebysund	43 000	
04 Fittjaviken/Vårbyfjärden	0	
07 Klubbenområdet*	40 000	
08 Ulvsundasjön**	8 300	
09 Tranebergsområdet	28 000	
10 Riddarfjärden	96 000	
11 Karlbergskanalen***	74 000	Mälaren
12 Årstaviken m.fl.	3 500	292 000
13 Hammarby sjö	16 000	
14 Hamnbassängen, västra	3 900	
15 Hamnbassängen, östra	230 000	
16 Nybroviken/Ladugårdsviken	11 000	
17 Djurgårdsbrunnsviken	0	
18 Lilla Värtan	25 000	Saltsjön
19 Brunnsviken	5 600	293 000
21 Bällstaån, Nälstadiket	0	
24 Judarn	2 200	
25 Lillsjön	0	
28 Långsjön	1 600	Småsjöar
31 Drevviken	0	3 750
Totalt Stockholm		590 000
* Till Klubbenområdet bräddar även ca 100 000 m³/år via Syvabs pumpstation i Eolshäll. ** Ulvsundasjön, Margretelundsviken och Bällstaviken *** Karlbergskanalen, Barnhusviken och Klara sjö Numrering enligt recipientindelning i Plan 2002		
30 Magelungen	30	
99 Trehörningen	1 100	
Totalt Huddinge		1 140

Bräddmängd, i förhållande till renad avloppsmängd, har jämförts med andra större kommuner. De fem kommuner i Sverige som har en befolkningssmängd som är fler än 150 000 personer har valts. Andelen kombinerat ledningsnät av den totala spillvattenförande ledningslängden är i Stockholm, inklusive Huddinge, cirka 45 %, i Malmö knappt 40 % och i Göteborg knappt 30 %. Uppsala och Linköping har inget kombinerat avloppsledningsnät. Det framgår att i kommuner med kombinerat ledningsnät förekommer bräddning i viss omfattning, men att andelen bräddad avloppsmängd inte är proportionell mot andelen kombinerat ledningsnät.

Tabell 7: Procentuell andel bräddat avloppsvatten i förhållande till renad avloppsvattenmängd. (Källa: Svenskt Vatten rapport Driftstatistik 2012)

	2010	2011	2012
Stockholm, inkl. Huddinge	0,31%	0,28%	0,41%
Uppsala	0,08%	0,02%	0,02%
Linköping	0,06%	0,02%	0,02%
Malmö	?	1,98%	0,89%
Göteborg	0,20%	0,18%	0,17%

6.2 Bräddvattenpåverkan

Vid bräddning avleds mer eller mindre utspädd spillvatten oftast direkt till dike, sjö eller annat vattenområde. Det bräddade vattnets föroreningar kommer huvudsakligen från avloppsvatten, ackumulerade sediment i ledningar samt dagvatten. Bräddvattnet innehåller organiskt material, näringsämnen, tungmetaller, potentiellt toxiska halter av ammoniumkväve, sjukdomsframkallande mikroorganismer och specifika organiska miljöföreningar och synliga föroreningar.

Korttidseffekter i recipienten består huvudsakligen av ökad syreförbrukning, förhöjd bakteriehalt samt estetisk påverkan i form av t.ex. synliga föroreningar och lukt. Långtidseffekter orsakas framförallt av näringsämnen, men även svårnedbrytbara ämnen kan orsaka långtidseffekter. I sediment nära bräddavlopp kan t.ex. tungmetaller anrikas, som senare kan lakas ut. De samlade effekterna av utsläppen från bräddavlopp varierar självfallet med mängden utsläppt vatten vid varje enskilt bräddningstillfälle, men effekten beror också på typ av recipient liksom recipientens vattenomsättning. För mindre recipienter, t.ex. instängda vattenområden, mindre sjöar och bäckar, är effekten av bräddningar ofta tydlig.

Den största påverkan av bräddningar till vattenrecipient uppstår när bräddavlopp mynnar nära råvattentäkter, badvikar, reproduktionsområde för fisk och sandstränder eller mynnar i en tätorts centrala delar t.ex. i kanaler eller parkområden. Avgörande vid bedömning av hur stora bräddvattenutsläpp som kan tolereras, är i första hand de hälso- och miljöeffekter som kan uppstå på grund av utsläppet. Recipientens nuvarande och framtida användning och därmed sammanhängande krav på vattenkvalitet är också avgörande för vilka restriktioner, som bör gälla vid utsläpp av bräddat avloppsvatten. Åtgärder för att motverka bräddning som kan påverka råvattentäkter, badplatser, rekreationsområden samt skyddsvärda naturmiljöer bör prioriteras.

6.3 Framtida klimat och påverkan på bräddning

En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem genomfördes under år 2010 inom det tvärvetenskapliga programmet SWECIA (Swedish research programme on Climate, Impacts and Adaption). Studiens syfte var att bedöma flödesbelastningen på Stockholm huvudavloppssystem under resten av detta sekel mot bakgrund av både befolkningsökning och klimatförändring. Den framtida flödesbelastningen uppskattades genom simuleringar med ledningsnät-

modellen Mike Urban. Som indata användes historiska tidsserier av nederbörd, temperatur, avdunstning och vattennivå i Mälaren. Dessa har använts dels i ursprungligt skick, dels omskalade med olika varianter av metoden Delta Change för att simulera tidsserier i ett framtida förändrat klimat. Förutom klimatförändringen har även den framtida befolkningsförändringen inom Stockholm och Huddinge uppskattats. Inga förändringar av infrastruktur eller markytegenskaper har gjorts i de framtida simuleringarna, d.v.s. att systemfunktionen är densamma som i nuläget i beräkningarna av framtida flödesförhållanden. Även befolkning ansluten från grannkommunerna antogs vara densamma.

Under åren 2003-2007 togs ledningsnätsmodeller fram som täckte hela huvudavloppsnätet inom Stockholm Vattens verksamhetsområde. Avrinningsytorna definierades med GIS och modellerna kalibrerades systematiskt och enligt enhetliga principer med hjälp av flödesmätningar i de strategiskt mest relevanta punkterna. Modellernas slutpunkt är reningsverken. Vissa förenklingar och antaganden är gjorda vid uppbyggnaden av modellerna.

I projektet användes två delmodeller:

- Henriksdal Norra, som beskriver ledningsnät som leder avloppsvatten direkt till grovreningen i Henriksdals reningsverk.
- Henriksdal Södra, som beskriver ledningsnätet i Stockholm söderort och Huddinge, och som leder avloppsvatten till grovreningen i Sickla. Avloppsvatten som tillförs från Nacka, Tyresö och Haninge har lagts in som punktblastningar.

Syftet med projektet var att studera tre aspekter;

- Flödesbelastning till Henriksdals reningsverk
- Bräddad volym till Mälaren och Saltsjön
- Risk för översvämning i utvalda punkter.

Tre olika klimatscenarier (L,M,H) och tre tidshorisonter studerades, 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100.

Studiens resultat visade att inflödet till Henriksdals reningsverk naturligtvis påverkas av den anslutna befolkningens mängden men också att succesivt ökande framtida nederbördsmängder inte får direkt genomslag i ökande avrinning. En viktig förklaring till detta är att stigande temperatur ger ökad avdunstning. En analys av effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) i de förberedande hydrologisimuleringarna bekräftade att denna är i stort sett oförändrad i perioden 2011-2040, ökar med 5-10 % i perioden 2041-2070 och därefter minskar till en nivå nära nuläget. Det måste understrykas att framtida avdunstning är osäker, i andra simuleringar för Mälaren har dock avdunstningen beräknats bli än högre. I ett framtida klimat förändras även årsvariationen i tillrinningen. Enligt beräkningarna sker

de största förändringarna vintertid, då nederbörden både ökar och utgörs av en större andel regn i stället för snö.

I den bräddanalys som gjordes ökar de totala bräddade volymerna med cirka 5-10 % i den närmaste framtiden och med cirka 20-40 % i slutet av seklet både till Mälaren och till Saltsjön. Den tendens mot minskande volymer mot slutet av seklet som fanns i inflödet till Henriksdal är inte uppenbar i bräddningsanalysen. Detta beror troligen på att avdunstningen inte har lika stor betydelse vid de intensiva nederbördstillfällena som ger upphov till bräddning. För bräddvolymerna har befolkningsökningen en något mindre betydelse än vad den har för den totala tillrinningen. En befolkningsökning på 25 % ger cirka 5 % ökade bräddvolymerna enligt utredningen.

6.4 Strategi för att minska bräddning

6.4.1 Stockholms stad

Fram till 1983 hade delar av det tidigare kombinerade avloppsledningsnätet byggts om till duplikatsystem enligt en vattendom från 1963. I en utredning "Plan 83" lades ett omfattande arbete ned på att modellera avloppsförhållandena inom Stockholms stad. Bräddmängder till olika recipientavsnitt beräknades och i samråd med de miljövårdande myndigheterna prioriterades recipienterna. Utredningen mynnade i ett antal förslag till konkreta åtgärder när det gällde val av ledningssystem - kombinerat eller duplikat, placering och utformning av utjämningsmagasin, ledningsförstärkningar, strypningar i ledningsnätet, skibordsförändringar m.m. Åtgärdsförslagen i "Plan 83" innebar att andelen duplicerade ledningar skulle öka från cirka 50 till 55 % av ledningslängden. De dupliceringar som ingick omfattade cirka 10 % av hela det kombinerade ledningsnätet.

I en utredning som skulle ta fram underlag för ett beslut om inriktningen av arbetet med hur olika typer av dagvatten ska hanteras framkom att föreslagna dupliceringar i Plan 83 ger ett ökat utsläpp av dagvatten till recipient. Beroende av hur dagvattnet behandlas innan det förs ut i recipient, sker en mer eller mindre ökad tillförsel av föroreningar. I arbetet med en "PLAN 94", som aldrig publicerades, uppdaterades och utvecklades förslagen från Plan 83 då duplicering inte är så kostnadseffektivt för att minska bräddningen. Det är dyrt och bräddminskningen skulle inte bli så stor som för andra åtgärdsalternativ.

I ett beslut i koncessionsnämnden för miljöskydd 1992 gavs Stockholm Vatten tillstånd att släppa ut avloppsvatten från reningsverken till Saltsjön. I sitt beslut uppsköt koncessionsnämnden vissa villkorsfrågor och ålade Stockholm Vatten att lämna in en redovisning av bland annat "Uppgifter om vidtagna och planerade åtgärder i avloppsledningsnäten inom upptagningsområdet, samt förslag på till hur fortsatt arbete för att underhålla och förbättra ledningsnäten skall bedrivas". En sådan redovisning är inlämnad och är daterad 1998-05-15. Under remisstidens gång togs ärendet över av Miljödomstolen.

I maj 2000 hölls huvudförhandling i Miljödomstolen avseende utsläppsvillkor. Slutliga villkor fastställdes i dom daterad 2000-06-30 som bland annat innebar att Stockholm Vatten i samråd med tillsynsmyndigheten skulle uppdatera "Plan 83" utifrån de i bräddningsvillkoret angivna förutsättningarna och lämna in den uppdaterade planen för godkännande till länsstyrelsen i Stockholms län senast vid utgången av 2002.

I Plan 2002 beskrevs nuläget 2001 av beräknade bräddade volymer till olika recipientavsnitt. Beräkningarna gjordes för ett teoretiskt "normalår", exklusive snösmältning. Vid beräkningarna antogs skiborden till utjämningsmagasinet Ormen ha fasta lägen då styrningen av de fem skiborden inte hade fungerat felfritt utan dessa hade stått i fasta lägen.

Tabell 8: Beräknade bräddvolymer Plan 2002 (teoretiskt normalår). Ej angivna recipientavsnitt har ingen beräknad bräddbelastning.

	Recipientavsnitt	Bräddning m ³ /år	Bräddfrekvens gångar/år
1	Lövstafjärden	621	15
2	Karshäll - Nockebybron	2 019	30
3	Nockebysund	14 673	40
4	Vårbyfjärden	0	0
5	Fiskarfjärden	0	0
6	Kungshatt – Fläsket	0	0
7	Klubbenområdet	9 439	25
8	Ullsundsjön	3 033	25
9	Tranebergsområdet	4 806	8
10	Riddarfjärden	40 600	25
11	Karlbergskanalen, Barnhusv. Klars sjö	12 973	10
12	Liljeholmsviken – Årstaviken	6 111	30
13	Hammarby sjö	5 194	2
14	Hamnbassängen, väster om Danvikskanalen	54 972	20
15	Hamnbassängen, öster om Danvikskanalen	101 032	40
16	Nybroviken, Ladugårdslandsviken	7 280	30
17	Djurgårdsbrunnsviken	12 105	40
18	Lilla Värtan	15 683	24
24	Judarn	27	0
25	Lillsjön	5 476	40
28	Långsjön	1 196	24
	Summa	297 000	

Redovisningen av arbetet med att beräkna och planera åtgärder för att klara bräddningsvillkoret gjordes i "Plan 2002", som lämnades för godkännande till länsstyrelsen. I "Plan 2002" föreslogs att återstående punktåtgärder från "Plan 83" och "PLAN 94" utförs samt att mindre dupliceringsåtgärder i Narvavägen genomförs. Därutöver föreslogs att ett antal utredningar där bland annat alternativ till dupliceringar skulle studeras.

Länsstyrelsen godkände den 27 juli 2004 (beteckning 18621-2002-89453) "Plan 2002" som det planeringsinstrument som Stockholm Vatten ska arbeta efter enligt gällande tillstånd. I länsstyrelsens motivering sägs att man förutsätter att ett aktivt arbete ständigt fortgår för att minska mängden bräddningar från ledningsnätet. Kontinuerliga uppdateringar och revideringar av "Plan 2002" förutsätts ske.

6.4.2 **Bräddningsreducerande åtgärder i Stockholm sedan Plan 2002**

Teoretisk kunskap om bräddsituationen

Länsstyrelsens beslut 2004 innebar att föreslagna åtgärder skulle utföras och att arbete för att förbättra ledningsnätet ska ske kontinuerligt. Det medför även ett arbete med att förbättra kunskapsläget, bland annat avseende de teoretiska hydrauliska modellerna. Modellerna ger en ökad kunskap om avloppsledningsnätets funktion och används bland annat till att beräkna bräddmängder och att utreda lämpliga åtgärder för att minska bräddningar och källaröversvämningar. Under åren har arbetet med komplettering och kalibrering av framtagna hydrauliska modeller över huvudavloppssystemet fortsatt.

Tidigare utfördes en modellberäkning för ett år med "normalnederbörd". Resultatet från denna beräkning skalades sedan om i förhållande till aktuellt års nederbörd. Detta gjordes på grund av att modellberäkningarna var mycket tidskrävande. Möjligheterna att göra kvalificerade och långa beräkningsserier har utvecklats och till år 2008 hade uppdaterade modeller, där cirka 80 % av bräddpunkterna ingår, tagits fram. Modellerna användes för att beräkna den årliga bräddningen som funktion av det aktuella årets uppmätta nederbörd med god tidsupplösning. Efter kontroll av överensstämmelse mellan det gamla och det nya sättet att beräkna bräddningen övergavs det gamla sättet.

Modellerna kalibreras mot flöden till reningsverken, driftdata från övervakningssystemet samt mot en mängd flödesmätningar utförda på ledningsnätet. I syfte att förbättra modellerna utförs årligen nya flödesmätningar liksom uppdatering av modellen efter förändringar i ledningssystemet. Modellerna belastas med nederbörd och beräkningarna stöder sig, förutom på SMHI:s nederbördsmätare, även på mätvärden från Stockholm Vattens egna tio nederbördsmätare som är placerade i Gubbängen, Hässelby, Henriksdal, Liljeholmen, Skärholmen, Tensta, Torsgatan, Trångsund, Åkeshov och Älvsjö.

En utredning omfattande åtgärdsalternativ för bräddningar till Långsjön har utförts. Studien har resulterat i tre åtgärdsförslag, två utjämningsmagasin och en LOD-anläggning. Åtgärderna finns med i flerårsplanen och beräknas genomföras under åren 2014-2015.

En utredning som föreslogs i Plan 2002 avseende att utnyttja volymer i tunneln i Älvsjö-Enskedefältet har utförts. Utredningen skulle visa om det går att minska bräddningen till Östbergatunneln, som mynnar i Saltsjön. Bräddpunkten, vid Bä-

gersta Byväg, står för cirka en tredjedel av beräknad bräddvolym under 2012. Åtgärden har utretts och visats inte minska bräddningen nämnvärt. En större åtgärd, såsom en ny tunnel eller ett mycket stort magasin, är nödvändig för att påverka bräddningen i någon större omfattning.

Fysiska åtgärder i ledningsnäten

Till dagvattenmagasinet Älvsjö-Mälarmagasinet avleds även bräddvatten från områden med kombinerat system i bl.a. Västertorp, Långbro, Älvsjö, Örby och Bandhagen. Enligt Plan 2002 ska vattnet under badsäsongen maj-september, pumpas till spillvattennätet och, via Eolshäll, vidare till Himmerfjärdsverket för rening. För att inte belasta Himmerfjärdsverket med inläckande vatten och dagvatten ska bakgrundsflödet, cirka 30 l/s, avledas via en grundflödesledning till Mälaren. Under perioden oktober-april används magasinet som sedimenteringsbassäng innan vattnet leds ut på 18 meters djup i Mälaren. Åtgärder och framtagande av driftinstruktioner för detta har utförts.

Utgjänningsmagasin har anlagts i Torsgatan för att minska bräddmängder till Karlbergskanalen och i Äppelviken för att minska bräddning till norra Klubbenområdet.

Skibordsnivåer i Sunnanstigen och S:t Eriksgatan har ändrats och vatten utjämnats uppströms ett skibord i Eolsgatan och vilket minskar bräddningen till Lillsjön och Riddarfjärden.

Åtgärder i Torkel Knutssonsgatan och fördröjningsmagasin i Ringvägen minskar bräddningen till Riddarfjärden.

Reningsverket i Loudden har lagts ner och bräddningen från reningsverket till Lilla Värtan har upphört.

I Plan 2002 föreslagna mindre dupliceringsåtgärder i Narvavägen har genomförts.

Nya tunnelmagasin i Årstadals och Årstas dagvattentunnlar minskar bräddningen till Årstaviken.

Nya magasin i Västberga samt vid Midsommarkransen – Nioörtsvägen minskar bräddningen till Årstaviken.

En dagvattenpumpstation har byggts för att leda dagvatten till Räcksta Träsk istället för till Bromma reningsverk. Härigenom minskar utsläppsmängden från reningsverket.

Alkärrets pumpstation har byggts om så att bräddningen till Saltsjön minskar.

Därutöver har diverse mindre uppdimensioneringar, skibordsförändringar och ett flertal driftåtgärder genomförts i syfte att minska bräddvattenutsläppen.

6.4.3

Huddinge kommun

Ledningsnätet i Huddinge är genomgående så kallat duplicerat, med spill- och dagvatten i skilda ledningar. När bräddavloppen trots detta träder i funktion visar det på ett bristfälligt ledningsnät och på förekomst av felkopplingar och/eller inläckage. In- och utläckage förekommer i båda systemen varför även det spillvattenförande ledningsnätet kan bli överbelastat vid regn och orsaka översvämningar.

Vid årsskiftet 1996/97 integrerades Huddinge Vatten i Stockholm Vatten. Planeringen av ledningsnätets förnyelse skulle därigenom infogas i den rullande planeringen som sker inom Stockholm Vatten. Ett första steg var att ta fram en övergripande lägesbeskrivning. Därefter gjordes en behovsanalys och en övergripande åtgärdsplan för åren 2000-2005 utifrån uppskattade behov. Utredningen om åtgärdsbehov i Huddinge visade att källaröversvämningar förekom, både på grund av hydraulisk överbelastning i spillvattensystemen och på grund av igensatta diken. Ett antal så kallade bakvattenstopp hade installerats i golvbrunnar i fastigheter som annars riskerade översvämning. Bakvattenstoppet träder i kraft vid hög nivå i spillvattenledningen och förhindrar översvämning. Nackdelen är att fastighetens vatteninstallationer inte kan användas när ventilen är stängd.

Under 2000-talet har flödesmodeller upprättats och analyser av den hydrauliska situationen utförts. På ledningsnätet i Huddinge är det framförallt två bräddpunkter som är aktiva enligt de teoretiska beräkningarna. Åtgärder samt hydrauliska beräkningar och utredningar i Huddinge koncentreras framförallt mot att finna lösningar på de översvämningssituationer som förekommer. Genom att minska den hydrauliska belastningen på det spillvattenförande ledningsnätet gynnas även bräddsituationen.

Utbyggnad av kommunalt vatten- och spillvatten till fritidshus- och omvandlingsområden har pågått under hela 2000-talet och beräknas fortsätta. Redan hydrauliskt ansträngda ledningssystem belastas därigenom ytterligare, vilket ställer stora krav på planering av förstärkning av ledningssystemen.

6.4.4

Bräddnings- och översvänningsreducerande åtgärder i Huddinge kommun sedan 2004

Teoretisk kunskap om bräddsituationen

En hydraulisk modell för analys av Ådicket, Solfagradiket och Glömstadiket är framtagen.

En hydraulisk modell över centrala Huddinge är framtagen och situationen i området har analyserats.

Utredning av Solfagradikets avrinningsområde har utförts.

En hydraulisk modell är upprättad för ett område med källaröversvämningar i norra Huddinge. Orsaken är inte i första hand anslutna hårdgjorda ytor utan inläckage och dräneringar. Åtgärdsförslag och effekter har tagits fram.

En dagvattenmodell över Kungens kurva har tagits fram. Kapacitetskontroll gjordes med anledning av ökad belastning. Den beräknade bräddningen till Långsjön (Miljörapport 2010) visade sig vara felaktig.

Kapacitetsbegränsning i kulvert i Fullerstaåns förlängning och dämning från Kyrkdammarna har undersökts.

Funktionen hos Kräpplavägens magasin har undersökts. Magasinet verkar ha gått fullt, varvid det upptäcktes kraftig sedimentering i spillvattennätet från Kräpplavägen ner till Ripans pumpstation. Detta har orsakat översvämning och bräddningar. Ledningen ligger nu i åtgärdsplan för åtgärd.

Fysiska åtgärder i ledningsnäten

Ett utjämningsmagasin i Lövdalsvägen har anlagts.

Utgjämningsmagasin vid Kräpplavägen har byggts för att avlasta pumpstation Ripan. Området var drabbat av översvämningar och bräddningar.

Tätningar av ledningar med mycket inläckage har genomförts i Snättringe. Minskat tillskottsvatten minskar risken för bräddning.

I samband med översvämningar 2012 har flera källor till inläckage identifierats och åtgärdats. Inläckaget påverkar bräddningar och källaröversvämningar.

6.4.5

Rutiner för att förebygga och följa upp bräddning

Stockholm Vatten har utformat rutiner för att förebygga bräddning och för att begränsa konsekvenserna då bräddning inträffar.

- Regelbunden inspektion av bräddavlopp – 4 gånger per år, mer frekvent för bräddavlopp nära badplatser
- Försök med DNA-analys för att spåra felkopplade fastigheter
- Övervakning av pumpstationer
- Larm till operatör vid bräddning
- Dokumentation av iakttagelser från driftpersonal eller allmänheten
- Uppföljning och visualisering av bräddningsstatistik

En mer detaljerad redovisning av rutinerna återfinns i bilaga, *Hantering av Brädd från ledningsnät och pumpstationer*.

6.5

Dagvattenstrategi

Stockholm har en lång tradition av att arbeta med vattenfrågor. Stadens första vattenprogram, som togs fram redan på 1970-talet, var i huvudsak inriktat på sjörestaurering. Idag är ett av de främsta målen att förbättra kvaliteten på tillrinande vatten till sjöar och vattendrag. Som ett led i detta arbete antogs den

första dagvattenstrategin för Stockholm av kommunfullmäktige år 2002. Strategin slog fast det organisatoriska ansvaret och ett antal grundprinciper för hur staden skulle arbeta med dagvattenfrågan i planering och vid myndighetsövning.

I Huddinge kommun antog kommunfullmäktige en strategi för hantering av dagvatten redan år 2000. Strategin belyste ansvarsfördelning samt mål och åtgärder för dagvattenhanteringen. En ny dagvattenstrategi antogs i kommunfullmäktige i mars 2013. Den nya strategin har tagit sin utgångspunkt i de slutsatser som framkom vid en utvärdering av den gamla strategin. Dagvattenstrategin inleds med ett kapitel om styrmedel för hållbar dagvattenhantering. Vidare innehåller dokumentet riktlinjer och råd för dagvattenhanteringen för kommunen och övriga aktörer. I bilaga finns arbets- och ansvarsfördelning för hur kommunen och övriga aktörer kan arbeta med dagvattenfrågorna samt fördjupad fakta om dagvatten.

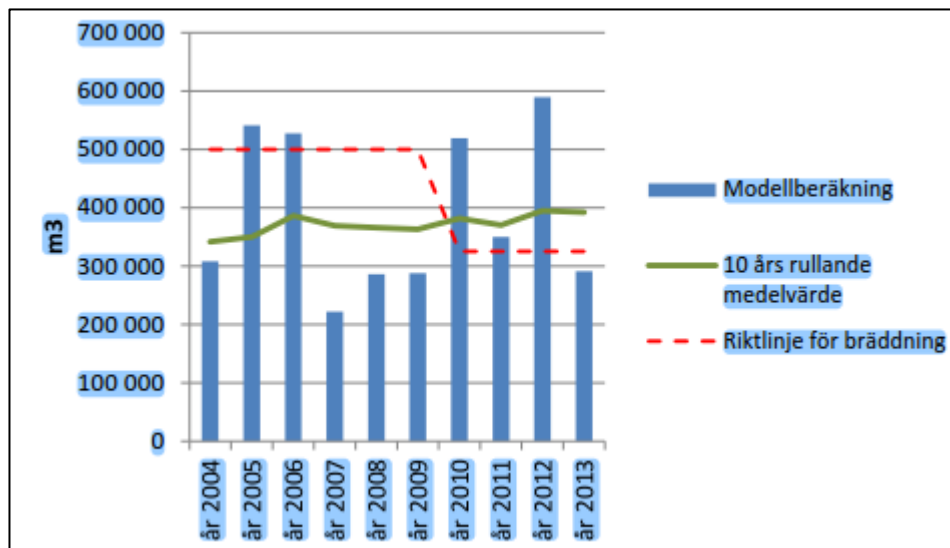
Dagvattenhanteringen kommer att ställas inför helt nya utmaningar i framtiden då det finns en risk för att kapaciteten att hantera dagvatten i befintliga system inte räcker till. Stadsmiljön består av stor andel hårdgjorda ytor vilket ger regnvatten en mycket snabb avrinning på ytan samt hindrar en naturlig infiltration. Naturliga avrinningsvägar har ersatts av tekniska system. Mer nederbörd och extrema nederbördstillfällen kommer därför innebära att dagvatten- och avloppssystemen belastas med volymer de i många fall inte är dimensionerade för. Risken för översvämningar ökar också genom att fastigheter kan ha byggts i områden där översvämningens risken är förhöjd. I de kombinerade ledningssystemen kan det också bli problem med bakåtsvämmande vatten med översvämning i fastigheter till följd.

Stockholm Vatten har tagit stor del i arbetet med revidering och framtagande av strategier för hantering av dagvatten i Stockholms stad och Huddinge kommun. Det övergripande målet är att bibehålla och förbättra vattenkvaliteten i vattenrecipienterna samt att skapa en synlig dagvattenhantering som är mindre känslig för kommande klimatförändringar. Att åtgärda brister i det befintliga dagvattensystemet är tekniskt, praktiskt och ekonomiskt krävande och kommer att ta tid.

6.6 Uppfyllande av riktvärde för bräddning enligt utsläppsvillkor

6.6.1 Stockholms stad

Då bräddning från kombinerade avloppsledningsnät är direkt kopplat till förekomsten av häftiga regn, eller till nederbörd under en redan blöt hydrologisk situation, varierar den mellan olika år. Det är orsaken till att bräddvillkoret formulerats som ett rullande 10-årsmedelvärde. Enligt bräddberäkningar för år 2012 har det rullande 10-årsmedelvärdet för den bräddade volymen från ledningsnät uppgått till cirka 395 000 m³/år. Det fastställda riktvärdet för bräddning är 350 000 m³/år. År 2013 uppgick bräddvolymen till 290 000 m³.



Figur 6: Total beräknad bräddad volym (m³) för Stockholms stad år 2003-2013.

Orsaken till att Stockholm Vatten inte når riktvärdet för bräddvillkoret är:

- I de ursprungliga bräddberäkningarna togs ingen hänsyn till snösmältning.
- Stockholmsområdet växer och fler personer och områden ansluts till det ledningsnät som avleder avloppsvatten till reningsverken.
- Det är inte uteslutet att regnmönstret i Stockholm börjat förändras mot fler händelser med häftiga regn.

6.6.2

Huddinge kommun

Villkor saknas för ledningsnätet i Huddinge.

6.7

Ny tunnel mellan Bromma avloppsreningsverk och Sicklainloppet

Stockholm Vattens styrelse har fattat beslut om att lägga ner Bromma avloppsreningsverk och att avloppsvattnet som renas där idag ska föras över till Henriksdals reningsverk, som byggs om och ut. För att överföra avloppsvattnet till Henriksdal byggs en ny avloppstunnel från Bromma till Henriksdalsverkets inlopp i Sickla.

Den nya tunneln, Brommatunneln, medger att ett antal bräddpunkter och pumpstationers nödutlopp ansluts längs tunnelsträckningen. Det avloppsflöde som för närvarande avleds, via det f.d. reningsverket Eolshäll, till Himmerfjärdsverket i Botkyrka, kommer istället ledas via den nya tunneln till Henriksdal. Härigenom kommer även den bräddning som sker i det som idag är Syvab:s pumpstation i Eolshäll att upphöra. I framtiden kommer denna pumpstation att tillhöra Stockholm Vatten.

6.7.1

Beskrivning av ny tunnel

Avledningen till nuvarande Bromma avloppsreningsverk sker via tre inkommande tunnlar, Hässelbytunneln, Riksbytunneln och Järvatunneln. Den lägst belägna är Järvatunneln som kommer att utgöra startpunkt för den planerade Brommatunneln. Den befintliga pumpstation som avslutar Järvatunneln avvecklas i samband

med idrifttagandet av den nya Brommatunneln. Tunnelsträckningen illustreras i figur 7 nedan. Tunnelns längd kommer att bli cirka 13,5 km. Normalsektionen kommer att vara cirka 20 m², men utökas under Mälarpassagen till cirka 35 m² för att möjliggöra anläggande och drift av ledningar i tunneln på denna sträcka.



Figur 7: Planerad tunnelsträckning.

Avloppsflödet från delar av Stockholm och Huddinge avleds för närvarande till Himmerfjärdens avloppsreningsverk i Botkyrka. Detta område är blåmarkerat på figur 8 nedan. Vid utbyggnad av den planerade Brommatunneln ansluts den del som ligger inom Stockholms kommun till Brommatunneln för överföring och rening i Henriksdals reningsverk. Härigenom kommer den av Syvab redovisade bräddningen från Eolshälls pumpstation att minska kraftigt eller helt upphöra.

På söderortssidan – från Eolshäll till Sickla/Henriksdal, via Aspudden, Liljeholmen, Årsta och Gullmarsplan – är den föreslagna tunneln i huvudsak planerad under befintliga tunnlar. Detta för att minska grundvattenpåverkan och reducera graden av fastighetsintrång.

De dimensionerande flödena för Brommatunneln är framtagna med modellberäkningar för helåret 2040. Hänsyn har tagits till ökad spillvattenbelastning. För beräkning av tillskottsvattenmängder har det nederbördsrika året 2012 använts som referensår för nederbörd. Inläckande grundvatten till Brommatunneln kommer att utgöras av cirka 25 l/s vid ett inläckage av 10 l/min och 100 meter, cirka 0,6 % av det totala flödet på 4 m³/s. Vid Mälarpassagen kommer avloppsvattnet att avledas i ledning i tunneln. Inläckande grundvatten kommer här att ansamlas i lågpunkten, varifrån det kan pumpas direkt till recipienten, och det leds därmed inte till reningsverket.



Figur 8: Reningsverkens upptagningsområden. Blått område ligger inom Stockholm Vattens verksamhetsområde men avleds för närvarande till Himmerfjärdens avloppsreningsverk.

Under badsäsongen maj-september leds idag även delar av avloppsvattnet från dag- och bräddvattenmagasinet Älvsjö-Mälarmagasinet till reningsverket vid Himmerfjärden i Botkyrka. Från Älvsjö-Mälarmagasinet leds då avloppsvatten till Eols-häalls pumpstation, som ägs av Syvab. Därifrån pumpas det vidare till en självfalls-tunnel som leder till reningsverket. Vid utvärdering av Älvsjö-Mälarmagasinet's funktion under 1980-81 framkom att tillrinningen till magasinet till 90 % består av dag- och dränvatten samt inläckage. För att inte belasta Himmerfjärdsverket med

inläckande vatten och dagvatten, avleds därför Älvsjö-Mälarmagasinet basflöde (cirka 30 l/s) till Mälaren, även under badsäsong. Med den planerade Brommatunneln kommer avloppsvattnet, exklusive basflöde, istället att ledas till Henriksdals reningsverk under badsäsong. Under övrig tid, oktober-april, avleds allt vatten från Älvsjö-Mälarmagasinet till Mälaren.

6.7.2

Påverkan på bräddning med anledning av planerad tunnel

Längs den planerade Brommatunnelns sträckning kommer ett antal pumpstationer, med tillhörande nödutlopp, att kunna avvecklas, då avloppsvattenflödena kan ledas till den planerade tunneln. Till denna kommer även ett antal befintliga bräddpunkter på ledningsnätet att kunna anslutas. En mindre del av den bräddning som annars skulle ha skett till Mälaren kommer istället att ske vid Sickla. Den totala bräddningen blir dock betydligt mindre och kommer att belasta östra hamnbassängen istället för Mälaren.

Vid Skanstulls Marina kommer en bräddtunnel att anslutas till den planerade Brommatunneln, istället för mynna ut i Hammarbykanalen vid Hammarby Sjöstad.

Vid Sickla kommer en ny pumpstation att anläggas som ska pumpa avloppsvattnet från Brommatunneln in i Sicklaanläggningen. Här kommer en ny nödbreddningspunkt att anläggas.

Nödutsläpp

Om pumpstationen vid Sickla, som lyfter vattnet från Brommatunneln till reningsanläggningen, skulle haverera och förorsaka ett längre pumpstopp kommer till slut hela tunnelsystemet att fyllas. Nödutsläpp kommer då att ske genom befintliga nödavlopp, som ligger strax över Mälarens vattennivå. Aktuella nödutsläppspunkter förutom vid Sickla är följande:

- Järvatunneln på Järvafältet
- Underverket i Sundbyberg vid Bällstaån
- Det före detta reningsverket i Bromma
- Eolshäll
- Nödavlopp från pumpstationer anslutna till tunneln.

Bräddberäkningar (Sweco 2014)

Ett stort antal underlag har tagits fram vid planeringen av Brommatunneln. Beräkning av bräddmängder har gjorts av Sweco och slutsatserna av dessa sammanfattas kortfattat här. Beräkningarna har redovisats i separat rapport *Bräddutredning Stockholm Vatten – Bräddmängder, halter och flöden vid regn för nuläget och framtiden med och utan Brommatunneln, Sweco 2014-07-02, version 1.5*. Sweco har använt Stockholm Vattens hydrauliska modeller, vilka har tagits fram under lång tid och kalibrerats i ett stort antal punkter. Sedan beräkningarna genomfördes har ytterligare flödesmätningar utförts i Stockholm under sommaren 2014. Resultatet av dessa har dock inte kunnat beaktas i beräkningarna.

För att utvärdera effekten av den nya Brommatunneln har ett antal scenarion beräknats och utvärderats.

- Nuläge år 2012 – Nuvarande ledningssystem och befolkning.
- Nollalternativ år 2040 – Nuvarande system och befolkning enligt prognos år 2040.
- Utbyggnad med tunnel år 2040 – Viss begränsad anslutning av bräddpunkter till tunneln och befolkning enligt prognos 2040.
- Utbyggnad med tunnel år 2040 – Full anslutning av möjliga bräddpunkter till tunneln och befolkning enligt prognos 2040.

De två sistnämnda scenarierna innefattar anslutning av bräddpunkten vid Bägersta byväg (se avsnitt 6.4.2 ovan). Stockholm Vatten planerar att åtgärda denna bräddning på annat sätt än vad som förutsatts i beräkningarna och utanför ramen för tunnelprojektet. Effekten av denna åtgärd ska därför redovisas lika i alla scenarier. I tabellerna nedan redovisas beräknad bräddning enligt Swecos rapport justerat utifrån förutsättningen att åtgärden vid Bägersta byväg inte genomförs i något av scenarierna. Bräddningen till Mälaren innefattar bräddning från Eolshälls pumpstation, som ingår i Syvab:s anläggning. Denna bräddning har tidigare inte ingått i Stockholm Vattens redovisning.

I beräkningarna har man vidare utgått från att basflödesutsläppet från Älvsjö-Mälarmagasinet ska ses som en bräddkälla. Bräddvattnet i detta har dock bara en spillvattenandel på cirka 1 %.

Tabell 9: Beräknad statistisk årsmedelbräddning, m³/år.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativ	2040 Begränsad anslutning till tunnel	2040 Full anslutning till tunnel
Mälaren	370 000	400 000	200 000	180 000
Saltsjön	270 000	280 000	300 000	300 000
Småsjöar	9 000	9 000	9 000	10 000
Summa	650 000	690 000	510 000	490 000

Tabell 10: Beräknad statistisk årsmedelbräddnings innehåll av spillvatten, m³/år.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativ	2040 Begränsad anslutning till tunnel	2040 Full anslutning till tunnel
Mälaren	28 000	37 000	16 000	16 000
Saltsjön	31 000	37 000	35 000	34 000
Småsjöar	200	300	300	300
Summa	59 000	74 000	51 000	50 000

I nollalternativet år 2040 kommer både totala bräddvolymen och mängden bräddat spillvatten att öka i förhållande till nuläget. Vid utbyggnad av den planerade Brommatunneln kommer bräddvolymen och dess innehåll av spillvatten att kraftigt minska till Mälaren, öka något till Saltsjön och vara oförändrad till småsjöarna även vid en begränsad anslutning till tunneln.

Stockholms norra områden som ansluter till Henriksdal via Danvikens pumpstation kommer inte att påverkas av den planerade Brommatunneln. Detta innebär att bräddningarna kommer att öka i takt med en ökande befolkning. Efter tunnelutbyggnaden kommer Henriksdals norra upptagningsområde att stå för den största andelen av bräddat spillvatten till Mälaren. Inte heller inom upptagningsområdet för nuvarande Bromma reningsverk kommer den planerade tunneln att påverka avledningsförhållandena i någon större omfattning. Här kommer inga större förändringar på totala bräddvolymen eller spillvatteninnehåll i bräddningen att inträffa.

7. Luktstörningar

Från ett avloppsledningssystem kan lukt förekomma. I avloppsledningar och pumpstationer härrör lukten framförallt från gaser som uppstår vid biologisk aktivitet. Då syrefria förhållanden uppstår kan organiskt material brytas ner. Vid biokemisk reduktion av oorganiska svavelföreningar uppstår svavelväte som är en giftig, korrosiv och illaluktande gas. Problemet uppstår framförallt då det blir långa uppehållstider i ledningsnäten.

För att minska olägenheter av lukt finns cirka hundra mindre ozonanläggningar installerade i pumpstationer, jämnt fördelat över verksamhetsområdet. Klagomål på lukt från pumpstationer förekommer sällan, och beror då på att anläggningen fått driftavbrott eller att ozonrören är slut och behöver bytas.

En större anläggning med biofilter för luktreduktion finns i Sköndalsbro, vilken tar hand om avluftning från både tunnel och septic-mottagning. En utredning avseende flytt eller ombyggnad av anläggningen pågår. Vid Bromma/Mälarmagasinet

finns en större ozonanläggning för omhändertagande av lukt från avluftning av tunneln.

Under 2013 rapporterades luktproblem på ledningsnätet vid 64 tillfällen: Platser som haft återkommande störning är framförallt vid Kistatorg och vid Lysbojsvägen i Huddinge. Vid Kistatorg är det en avluftning från en tunnel som orsakar problemet. Den finns i ett utrymme som delas med Trafikkontoret. Under 2014 kommer hela anläggningen att byggas om gemensamt med Trafikkontoret. Vid Lysbojsvägen är fastighetens servis ansluten till en inhängd ledning i en tunnel. Efter konstaterande av orsak och genomförd åtgärd har luktproblemen upphört.

Även vid Danvikens pumpstation har åtgärder mot lukt i form av photooxidation och installation av kolfilter vidtagits. Danvikens pumpstation är inloppspumpstation till Henriksdals reningsverk och den sköts, underhålls och redovisas dock inte som ingående del i ledningsnätet, utan som tillhörande reningsverket.

8. Framtida arbetssätt och förslag till villkor för ledningsnät

8.1 Kunskapsinsamling och egenkontroll

Framtida arbete kommer fortsatt att fokusera på kontroll av kapacitet och driftsituation vid avloppspumpstationer och vid bräddpunkter. Teoretiska flödesberäkningar, med kontinuerligt uppdaterade hydrauliska modeller, ligger till grund för beslut om framtida förbättrande åtgärder. Åtgärder kommer att prioriteras där utsläpp från bräddpunkter kan orsaka olägenhet eller där bräddpunkter ersätter ett underdimensionerat ledningsnät.

8.2 Duplicering och dagvattenhantering

Genom att bygga duplicerade ledningsnät separeras dagvatten från spillvatten. Detta leder till att en minskad mängd avloppsvatten leds till reningsverk. Vid utbyggnad av nya ledningssystem är dessa duplicerade. Dagvattnet som därmed inte leds till avloppsreningsverk hanteras enligt framtagna dagvattenstrategier för Stockholms stad respektive Huddinge kommun. Strategierna innehåller riktlinjer för hur man nyttjar och tar hand om dagvattnet på ett uthålligt sätt i både ny och befintlig miljö.

Stockholm Vatten, som är huvudansvarig för avledning av dagvatten i de två kommunerna, arbetar med att bland annat undersöka föroreningar i dagvattnet och bygga olika typer av reningsanläggningar. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) rekommenderas på flera ställen för att minska utsläppen och även belastningen på ledningsnätet.

Att duplicera befintliga kombinerade ledningssystem är ett mycket långsiktigt arbete. År 2000 gjordes en genomgång av om föreslagna dupliceringsåtgärder var det bästa sättet att reducera bräddningar. Rekommendationen var att de flesta dupliceringsåtgärderna borde skjutas fram i tiden och utföras tidigast när ledningsnätet behöver förnyas. Finns behov av införande av bräddningsreducerande åtgärder i en snabbare takt bör andra alternativ än duplicering studeras.

I områden med kombinerade ledningssystem och i andra äldre områden har dräneringsvatten medvetet kopplats till det spillvattenförande ledningsnätet. Även inom områden med duplikata ledningssystem förekommer att hus har lågt belägna källare och den enda möjligheten att leda bort dräneringsvatten är att föra det till spillvattenledningen. Att minska den anslutna dräneringsvattenmängden genom bortkoppling av anslutna dräneringar är ett långsiktigt och resurskrävande arbete. Undersökningar i form av inspektioner och inventeringar behöver göras och det är viktigt med kontakter med fastighetsägarna. Åtgärder behöver göras inne på tomtmark och VA-huvudmannen kan behöva använda både "morötter och piska" för att få fastighetsägare att utföra dessa åtgärder. Ibland är det inte ens möjligt att leda dräneringsvattnet någon annanstans.

8.3 **Magasinering och utjämning**

Åtgärder för att förbättra ledningsnätets kapacitet utgörs framförallt av olika punktåtgärder såsom anläggande av magasin, utbyte av pumpar och ledningsförstärkningar.

Genom anläggande av en ny tunnel mellan Bromma reningsverk och Sicklainloppet på Henriksdal kommer en stor magasinsvolym att tillskapas. Härigenom kommer flöden från väster- och delar av söderort att kunna utjämnas.

Flöden överstigande basflödet från Älvsjö-Mälarmagasinet avses att pumpas till den nya Brommatunneln under badsäsongen maj-september i stället för till Himmerfjärden. Om flödet från Älvsjö-Mälarmagasinet verkligen ska ledas till reningsverk eller inte bör läggas fast i framtida åtgärdsplan i samråd med tillsynsmyndighet.

8.4 **Drift och underhåll av ledningsnät med tillhörande anläggningar**

Under 2003 upprättades i enlighet med förordningen (1998:901) om verksamhetsutövers egenkontroll rutiner för egenkontroll av avloppsledningsnätet. Enligt kontrollprogrammet redovisas större om- och tillbyggnader, samt en sammanställning av bräddtillfällen vid specificerade avloppspumpstationer i den årliga miljörapporten. De utsläpp som sker i samband med planerade arbeten eller haveri meddelas tillsynsmyndigheten så snart de blivit kända och en årlig sammanställning görs i miljörapport. Bräddad mängd avloppsvatten i samband med nederbörd beräknas med hydraulisk modell. Uppmätta bräddningar till specificerade utjämningsmagasin redovisas och jämförs halvårsvis med värden från aktuell modellberäkning. Sedan 2004 har tillsynsträffar med miljöförvaltningen i Stockholm genomförts två gånger per år.

Eftersatt drift och underhåll av ledningsnät kan vara en stor källa till att små bräddningar sker. Små kontinuerliga utsläpp kan dock ge ett stort sammanlagt flöde. Ett flöde på 0,5 l/s vid ett bräddutlopp innebär en bräddning på över 15 000 m³/år. Att kontinuerligt ha tillsyn över bräddpunkter, pumpsumpar och underhållspola ledningsnät är därför nog så viktigt som att dimensionera ledningsnät för stora nederbördstillfällen. Vid bräddning under nederbördsfria perioder är avloppsvattnet inte utspädd såsom under nederbördsdygn.

Felkopplingar mellan spillvatten- och dagvattenförande avloppssystem innebär att utsläpp av orenat avloppsvatten sker. Lokaliserade felkopplingar åtgärdas därför snarast möjligt.

Hög driftsäkerhet i spillvattenavledning är mycket viktigt för att minska påverkan på recipienterna. Tillsyn av bräddavlopp sker i genomsnitt två gånger per år och sedan 2011 har bräddavlopp som misstänks brädda inspekterats fyra gånger per år. Bräddutlopp som visar att bräddning skett rapporteras. Någon mätning av

mängden avloppsvatten som bräddar från ledningsnätet förekommer däremot inte. En utökad satsning på egenkontroll kan behöva göras.

Luktreducerande åtgärder vidtas vid behov för att minimera lukten i utgående luft.

8.5 **Förslag till villkor för ledningsnätet.**

Verksamhetsutövaren för avloppsrening och avledning av avloppsvatten kan till skillnad från de flesta andra verksamheter inte begränsa eller stoppa sin verksamhet för att kunna följa ett villkor. Ledningsnätet kan därvid bli överbelastat med bräddutsläpp som följd.

Stockholm Vatten anser inte att villkor som avser ledningsnäten och som utgörs av en fastlagd bräddvolym eller bräddad föroreningsmängd är berättigade. Att leda alla tänkbara avloppsflöden till reningsverk, oavsett utspädningsgrad, är oerhört kostsamt och motiveras inte av miljönytta. Det kan med hänsyn till utspädning och flödesstorlek vara motiverat att endast ta hand om begränsade bräddflöden, inte minst med tanke på avloppsreningsverkens kapacitet. Bräddning sker framförallt vid kortvariga häftiga regn. Det kan vid dessa tillfällen vara motiverat att begränsa avloppsvattenflödet till reningsverken då utspädningen kan innebära att mer föroreningar släpps ut via det renade avloppsvattnet än via bräddvattenutsläppet.

Målsättningen för ledningsnätet är att näten ska förnyas, underhållas och utvidgas i en sådan takt och omfattning att avledningssäkerheten upprätthålls. Därutöver ska driftstörningar och akuta skador åtgärdas snabbt och utsläpp av orenat avloppsvatten minimeras.

Stockholm Vatten avser att ta fram att en plan för drift, underhåll, utbyggnad och egenkontroll av de spillvattenförande ledningsnäten i samråd med tillsynsmyndigheterna i Stockholms stad och Huddinge kommun. I planen ska åtgärder mot bräddning, tillskottsvatten och översvämning läggas fast samt hur egenkontrollen ska genomföras. Att minimera bräddvattenutsläpp till känsliga och prioriterade vattenområden samt åtgärda bräddpunkter som bräddar ofta bör styra inriktningen av arbetet.

Referenser

Stockholm Vatten AB, Förnyelse- och Åtgärdsplan 1996. Rapport nr 25 aug-98.

Stockholm Vatten AB, Läck- och dräneringsvatten inom Bromma. Rapport nr 2 - 1997.

Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem. VA-forskrappport nr 15 - 1997.

Duplicering- är det bästa sättet att minska bräddningar till recipienterna? Stockholm Vatten Rapport nr 37-2000.

Stockholm Vatten AB, Förnyelse- och Åtgärdsplan 2000-2005 – Utredning om åtgärdsbehov i Huddinge. Rapport nr 1 - 2000.

Stockholm Vatten AB, Plan 2002 Bräddning från ledningsnätet i Stockholm. Rapport nr 29 -2002.

Stockholm Vatten, SMHI, Mistra Swecia, En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem. 2010.

VASS statistik, <http://www.svenskvatten.se/Vattentjanster/Management/VASS/Nyckeltalsrapport> 2012. Stockholm Vatten

Slutlig flödesbalans för Bromma Reningsverks tillrinningsområde och projektförslag avseende ovidkommande vatten till flerårsplanen. Grontmij AB 2012-09-25.

<http://miljobarometern.stockholm.se/>

Teknisk beskrivning. Stockholms framtida avloppsrening – Ledningsnät. Utkast nr 2 Ramböll 2014-05-19.

Bilaga: Hantering av Brädd från ledningsnät och pumpstationer

Brädd från ledningsnätet

Oplanerade bräddningar sker från ledningsnätet vid tillfällen då antingen en anläggnings normala drift ej fungerar tillfredställande, exempelvis vid ett strömbavbrott i en pumpstation eller ett driftstopp i en ledning, eller då situationer inträffar där ledningssystemet belastas av flöden systemet ej är dimensionerat för. Orenat vatten leds då ut från avloppsnätet till en recipient.

För att säkerställa att dessa situationer inträffar vid så få tillfällen som möjligt och med så liten påverkan som möjligt inspekteras samtliga bräddar 4 gånger per år. Bräddpunkter belägna i närheten av badplatser inspekteras dock mer frekvent. För att verifiera mängden bräddat vatten sker, för tillfället, mätning vid två punkter.

Felkopplingar

Stockholm Vatten har inlett ett försöksprojekt med att spåra felkopplade fastigheter genom DNA, analys. Genom att söka spår av mänsklig e-coli i dagvattenutlopp har man kunnat lokalisera felkopplade fastigheter och därmed kunnat minimera påverkan på recipient. Försöket är i det närmsta genomfört och en rutin för hur detta arbete ska bedrivas är under framtagande.

Pumpstationer övervakning, åtgärder och rapportering

Mål

Verksamheten skall i alla lägen följa de regler och lagkrav som gäller för yttre miljö. Fokus skall ligga på att minimera omotiverad skada på omgivningen. Fokus skall ligga på att i största möjliga mån undvika att orenat avloppsvatten släpps ut i vår omgivning. Verksamhetens mål är bräddning: Max 18 st/år beroende på inre faktorer (se nedan).

Inre och yttre faktorer

Inre faktorer: Fett i sump och givarrör, tekniska problem, sliten utrustning, felaktigt utfört AU/FU, Skadedjur/råttor, mänskliga faktorn (ex glömt sätta pumpar i automatik)

Yttre faktorer: Höga flöden beroende på regn/skyfall, smältvatten, strömbrott in till anläggningen, oacceptabla föremål i avloppet, blixtnedslag. Eller insatser (tex ombyggnad av en anläggning) som anses skulle kräva en investering överstigande 50.000 sek.

Rutiner för bräddhantering

För att säkerställa ett likartat arbetssätt för bräddhantering skall följande arbetsrätt tillämpas.

Larm till operatör:

1. Op: Ringer upp station för att säkerställa att värden stämmer. (inom 5 min)
2. Op: Kontaktar berörd arbetsledare (AL) för Maskintekniker. Om AL ej svarar gå direkt till punkt 4.
3. AL: ger 2 alternativ för tänkbara Mt som kan utföra jobbet
4. Op: Kontaktar Mt om användbar information (inom 5 min)
5. Op: Skriver arbetsorder (AO) (inom 5 min) och skickar AO
6. Mt: Felsöker, försöker åtgärda problemet och kvitterar alla larm
7. Mt: Återkopplar till Op. vad som hänt samt vidtagna åtgärder (innan Mt lämnar anläggningen)
8. Mt: Återrapporterar AO (inom 1 tim efter utfört arbete)
9. Op: Fyller i och skickar in "anmälan om bräddning" till LU. Blanketten finns på Aqvanet under fliken blanketter
10. Op: Fyller i lista och graf i anslutning till återrapportering

Egna iakttagelser (Det bräddar just nu):

1. Mt/EL: felsökning, försök att åtgärda, stoppa bräddning
2. Mt/EL: kontakta Op vad som hänt
3. Op: kolla om larm kommit in, ev larmtest tillsammans med Mt/EL
4. Mt/EL: Felsöker på ev larmproblem, försöker åtgärda problemet och kvitterar alla larm
5. Mt/EL: skriver AO och meddelar Op om AO nummer. Återkopplar till Op. vad som hänt samt vidtagna åtgärder (innan Mt/EL lämnar anläggningen)
6. Mt/EL: Återrapporterar AO (inom 1 tim efter utfört arbete)
7. Op: Fyller i och skickar in "anmälan om bräddning" till LU. Blanketten finns på Aqvanet under fliken blanketter
8. Op: Fyller i lista och graf i anslutning till återrapportering

Egna iakttagelser (Det har bräddat):

1. Mt/EL: Felsökning
2. Mt/EL: Kontakta Op vad som hänt
3. Op: Kolla om larm kommit in, ev larmtest tillsammans med Mt/EL
4. Mt/EL: Felsöker på ev larmproblem, försöker åtgärda problemet och kvitterar alla larm
5. Mt/EL: skriver AO och meddelar Op om AO nummer, Återrapporterar AO (inom 1 tim efter utfört arbete) Återkopplar till Op. vad som hänt samt vidtagna åtgärder (innan Mt/EL lämnar anläggningen)
6. Op: Fyller i och skickar in "anmälan om bräddning" till LU. Blanketten finns på Aqvanet under fliken blanketter
7. Op: Fyller i lista och graf i anslutning till återrapportering

Iakttagelser från allmänheten (det bräddar just nu):

1. Vxl: kontaktar Op.
2. Op: kontrollerar om detta ens berör LT utrustning
3. Op: vid misstanke om LT relaterad driftstörning
4. Op: Ringer upp station för att säkerställa att larm samt värden stämmer. (inom 5 min)
5. Op: Kontaktar berörd arbetsledare (AL) för Maskintekniker. Om AL ej svarar gå direkt till punkt 7.
6. AL: ger 2 alternativ för tänkbara Mt som kan utföra jobbet
7. Op: Kontaktar Mt om användbar information (inom 5 min)
8. Op: Skriver arbetsorder AO (inom 5 min) och skickar AO
9. Mt: Felsöker, försöker åtgärda problemet och kvitterar alla larm
10. Mt: Återkopplar till Op. vad som hänt samt vidtagna åtgärder (innan Mt lämnar anläggningen)
11. Mt: Återrapporterar AO (inom 1 tim efter utfört arbete)
12. Op: Fyller i och skickar in "anmälan om bräddning" till LU. Blanketten finns på Aqvanet under fliken blanketter
13. Op: Fyller i lista och graf i anslutning till återrapportering

Uppdatering av statistik/graffer:

1. Op: Fyller i lista och graf i anslutning till varje brädd
2. Planerare: uppdaterar tavlor samt informerar på LT-möten varje månad

Hantering av åtgärdsförslag efter brädd

Brädd orsakad av inre faktorer följas upp med en grundorsaksanalys. Arbetsledaren inom respektive område ansvarar för att dessa analyser påbörjas inom rimlig tid relaterat till stationens kritikalitet. Tex A-station 1 vecka, B-station 2 veckor, C-station 1 månad.

Uppföljning/Visualisering av brädd

Varje brädd samt falsklarm mäts och visualiseras

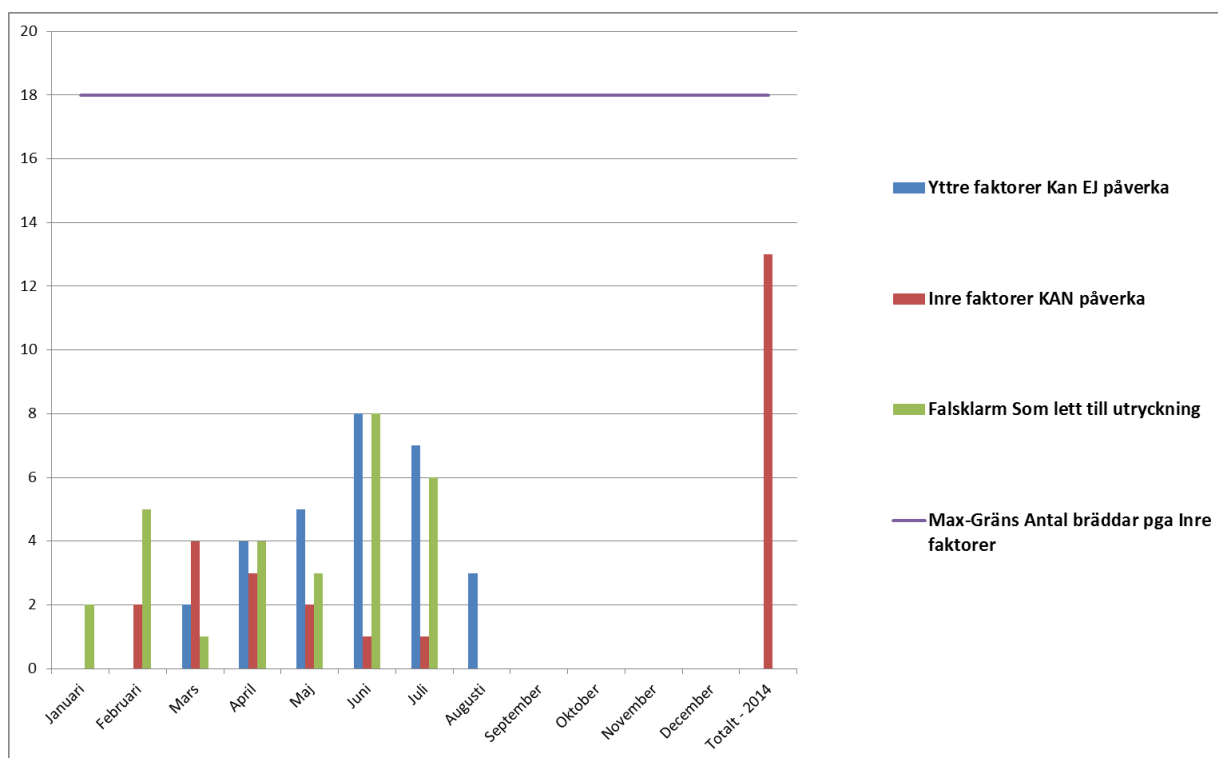


Bild 1: Graf på årsbasis

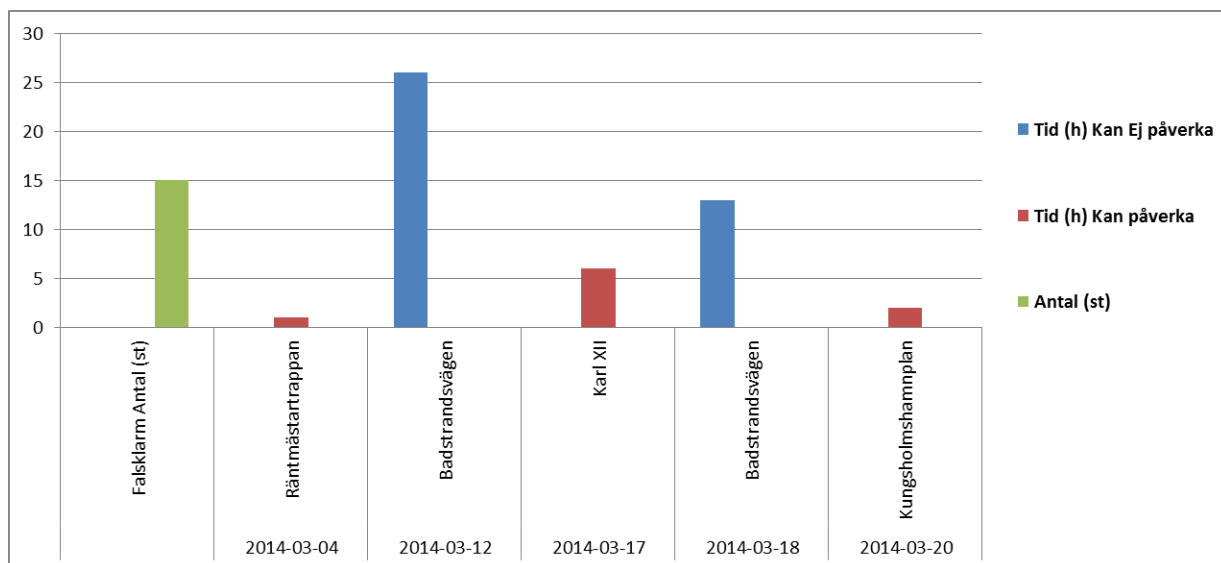


Bild 2: Graf på månadsbasis

Datum	Station	Kritikalitet sklass	Yttre/Inre faktor	Brädd till	Brädd från	Tid (h)	Brädd-Recipien	Varför	Åtgärd	AO-numme	Notiser övrigt
2013-03-15	Kräpplavägen	A	Y	15:16:46	00:00	12	Magelungen	Smältvatten, Ripan gick full. (men bräddande inte)	Honken informerad	800139	Uppskattad tid, hittade ej brädd från.. (Bräddar till Ripan så denna kan ej räknas med!)
2013-03-15	Vistaberg	C	I	00:00	00:00	4	Dike Glämssta	Smältvatten.	Honken informerad		Uppskattad tid. Signalfel från bräddlarm. Skickade massor av larm har dock bräddat. Grov
2013-03-15	Ålsten U	B	I	17:27:48	#####	2	Mälaren	Smältvatten	Tengis Informerad		
2013-03-19	Rosenvik	C	Y	23:00:00	#####	9	Saltsjön	Bräddlarm inkom ej.	Tengis Informerad, Lallerstedt felsöker.		Uppskattad tid. Högalarm inkom vid upprigning och ryckandes i trädar av Lallerstedt
2013-06-23	Talldalsvägen	C	Y			1	Dike Glämssta	Larm gick till 6 ggr under helgen med en sammanlagd tid på 1:08:48	Honken informeras.		Tillagd via bräddrapport. Grov uppskattning 0,5 kubik om det är nattetid annars 2 kubik
2013-10-13	Sjöängsvägen	B		23:50	08:30	8	Magelungen	Huvudsäkring gick sönder	Böt ut säkringar kopplade ur P-2 då denna drog för mycket ström. Ari		Grov uppskattning 2,5 kubik

Bild 3: Uppföljning på månadsbasis

Stockholm Vatten

Stockholms framtida avloppsrening

BRÄDDMÄNGDER, HALTER, OCH FLÖDEN VID REGN FÖR
NULÄGET OCH FRAMTIDEN MED OCH UTAN
BROMMATUNNELN

**Stockholm
2015-03-02**

RAPPORT

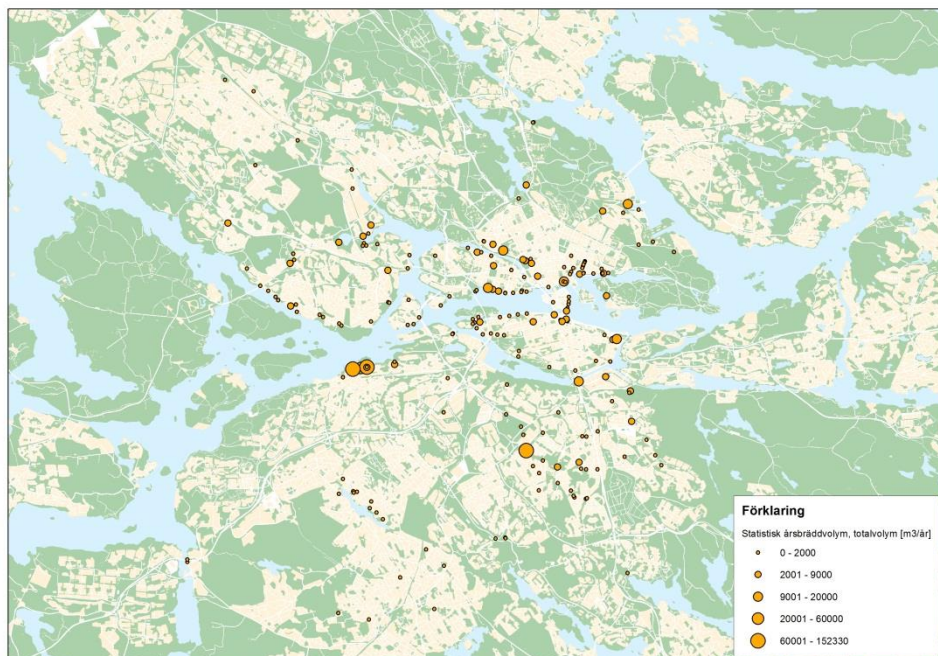
STOCKHOLM VATTEN VA AB

Bräddutredning Stockholm Vatten

UPPDRAGSNUMMER 1141367000

BRÄDDMÄNGDER, HALTER, OCH FLÖDEN VID REGN FÖR NULÄGET OCH FRAMTIDEN MED OCH UTAN BROMMATUNNELN

Total bräddvolym. 2040 Nollalternativet



RAPPORT

1.5

2014-07-02

SWECO ENVIRONMENT AB
STHLM VA SYSTEM

ALF OLSSON
SABAH AL-SHIDIDI

Ändringsförteckning

VER.			GRANSKAD	GODKÄND
1.0	2014-05-04	UTKAST		
1.1	2014-05-04	UTKAST		
1.2	2014-05-27	KOMPLETT UTKAST		
1.3	2014-05-28	RAPPORT	IDA NYBERG	ALF OLSSON
1.4	2014-06-07	RAPPORT, JUSTERINGAR		
1.5	2014-07-02	RAPPORT, JUSTERINGAR	IDA NYBERG	SABAH AL-SHIDIDI

Kvalitets- och Miljöstyrning
Lars Lindblom
lars.lindblom@stockholmvatten.se

PROMEMORIA

Till:

Ang: Bräddutredning Stockholm Vatten- Komplettering

När denna rapport skrevs förutsattes det att tunnelsträckningen(Bägerstatunneln) från Bägersta Byväg, som gör att brädden till Saltsjön från ledningsnätet minskar med upp till 190 000 m³/år skulle ingå i tillståndsansökan. Tunnelsträckningen har i sig ingen med nedläggningen av Bromma eller byggandet av den nya Brommatunneln att göra. Det fanns dock fördelar med att samordna tillståndsansökan och entreprenader i samband med projektet Stockholms framtida avloppsrening.

Under projektet har det framkommit att en alternativ tunnelsträckning, som är bättre VA-tekniskt och som förbereder för framtida exploateringar är att föredra. Det visade sig i de fortsatta geohydrologiska undersökningarna att markförhållandena kring Bägersta Byväg var minst lika svåra som befarat.

Bägerstatunneln lyfts därför ut ur tillståndsansökan

Stockholm Vatten AB har dock ett åtagande att ta bort den aktuella bräddningen. Den nya tunnelsträckningen utreds för närvarande och kommer att hanteras i en egen tillståndsansökan som lämnas in om ca ett år.

De uppgifter i Bräddutredningen som presenteras bygger på att Bägerstatunneln byggs enligt de ursprungliga planerna . Bräddningen till Mälaren berörs inte. Bägerstatunneln hanterar enbart brädd från ledningsnätet till Saltsjön från de södra delarna av Stockholm. Brädden från Bägersta är liten jämfört med brädden från Henriksdal. I och med den nya Brommatunnelns magasinerande förmåga och Henriksdals utökade förmåga till högflödesrening så bedömer vi att effekten av att skjuta upp denna åtgärd blir marginell. Rapporten beskriver situationen då Bägerstatunneln(eller tunneln med den ändrade sträckningen är i drift). Att vidta denna åtgärd är ett åtagande från oss det ligger i KF:s beslut.

I den tekniska beskrivningen av Stockholm Vattens avloppsnät som bifogas ansökan är effekterna av Bägerstatunneln inte med, det är nuläget som beskrivs.

Sammanfattning

Den planerade Brommatunneln kommer att ge effekter på bräddad volym från det spillvattenförande ledningsnätet. Men hur stor blir effekten och var kommer effekten av den nya tunneln att bli? Denna utredning har haft syftet att ta reda på detta.

Stockholm Vatten har sedan många år tillbaka hydrauliska modeller som beskriver hela huvudavlopssystemet i Stockholm. Dessa modeller har under årens lopp förbättrats och används idag till att bland annat beräkna bräddvolymen till Stockholm Vattens årliga miljörapport.

Med hjälp av de hydrauliska modellerna har ledningsnätet belastats med statistiska regn för att bestämma den statistiska årsbräddvolymen för 4 olika scenarior. De scenariorna som beräknats är nuläget, nollalternativ för 2040, utbyggt enligt Brommatunnelprojektets år 2040 samt fullt utbyggda anslutningar till nya Bromma tunneln. För dessa 4 scenarior har den totala årliga bräddvolymen beräknats samt spillvattenvolymen av det bräddad avloppsvattnet.

Beräkningarna visar att bräddvolymen, från ledningsnätet, ligger på ca 650 000 m³/år i nuläget, inklusive bräddningar kring Eolshäll. Eolshäll har under de senaste åren tillhört SYVAB och därmed inte ingått i Stockholm Vattens bräddrapportering.

Fram till år 2040 räknar man med att befolkningen uppströms Bromma ARV och Henriksdals ARV kommer att öka med nästan 400 000 personer. Skulle man inte göra några åtgärder fram till 2040, på ledningsnätet, så visar Nollalternativen att den totala bräddvolymen kommer att öka till ca 700 000 m³/år. Tunnelalternativen ger ungefär samma resultat då de planerade inkopplingarna till nya Brommatunneln fångar upp de största bräddpunkterna. Totalt kommer ca 450 000 m³/år att bräddas år 2040 när Brommatunneln är byggd. Detta motsvarar en minskning med ca 35 % mot Nollalternativet.

Ser man till bräddmängden rent spillvatten, kommer Brommatunneln innebära en minskning med ca 35 %, årligen, mot Nollalternativet. Bräddning av spillvatten till Mälaren kommer att minska med ca 60 % med Brommatunneln i jämförelse mot Nollalternativet.

Efter att Brommatunneln är byggd kommer Norra Henriksdalsområdet¹ stå för ca 50 % av totala bräddvolymen och ca 60 % av all bräddad spillvattenvolym. Beräkningarna visar att halterna i det bräddade vattnet är överläggest högst i Norra Henriksdalsområdet. Det är inte ovanligt att halten spillvatten i det bräddade avloppsvattnet är ca 20 %, vid mindre regn, i Norra Henriksdalsområdet.

¹ Det geografiska området som avleds till Norra inloppet i Henriksdal. Dvs innerstaden, Kungsholmen, Södermalm och Loudden.

Innehållsförteckning

1	Syfte	1
2	Beräkningsförutsättningar	2
2.1	Scenariobeskrivning	3
2.1.1	2012 Nuläge	3
2.1.2	2040 Nollalternativet	4
2.1.3	2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	4
2.1.4	2040 Fullt utbyggd anslutning	7
3	Beräkningsresultat	9
3.1	Bräddning vid dimensionerande regn	9
3.1.1	Totala bräddvolymen från Stockholm Vattens ledningsnät	9
3.1.2	Bräddvolymen på Södra Henrikdals avrinningsområde	10
3.1.3	Bräddvolymen på Norra Henrikdals avrinningsområde	11
3.1.4	Bräddvolymen på Bromma avrinningsområde	13
3.2	Bräddning under helåret 2012	16
3.2.1	Bräddvolymen på Södra Henrikdals avrinningsområde	17
3.2.2	Bräddvolymen på Norra Henrikdals avrinningsområde	18
3.2.3	Bräddvolymen på Bromma avrinningsområde	19
3.3	Flöden år 2040	20
3.4	Bräddpunkternas känslighet för nederbörd samt bräddhalter	21
3.4.1	Norra Henriksdal	21
3.4.2	Södra Henriksdal	21
3.4.3	Bromma	21

Bilagor

1 Bräddkartor

- Total bräddvolym 2040 Nollalternativet
- Spillvattenbräddvolym, 2040 Nollalternativet
- Differens i total bräddvolym mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Fullt utbyggd anslutning till nya tunneln.
- Differens i total spillvattenbräddvolym mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Fullt utbyggd anslutning till nya tunneln.

2 Bräddvolymen vid nuläget för respektive bräddpunkt beskriven i modellen

3 Bräddmängder till respektive recipient och recipientavsnitt

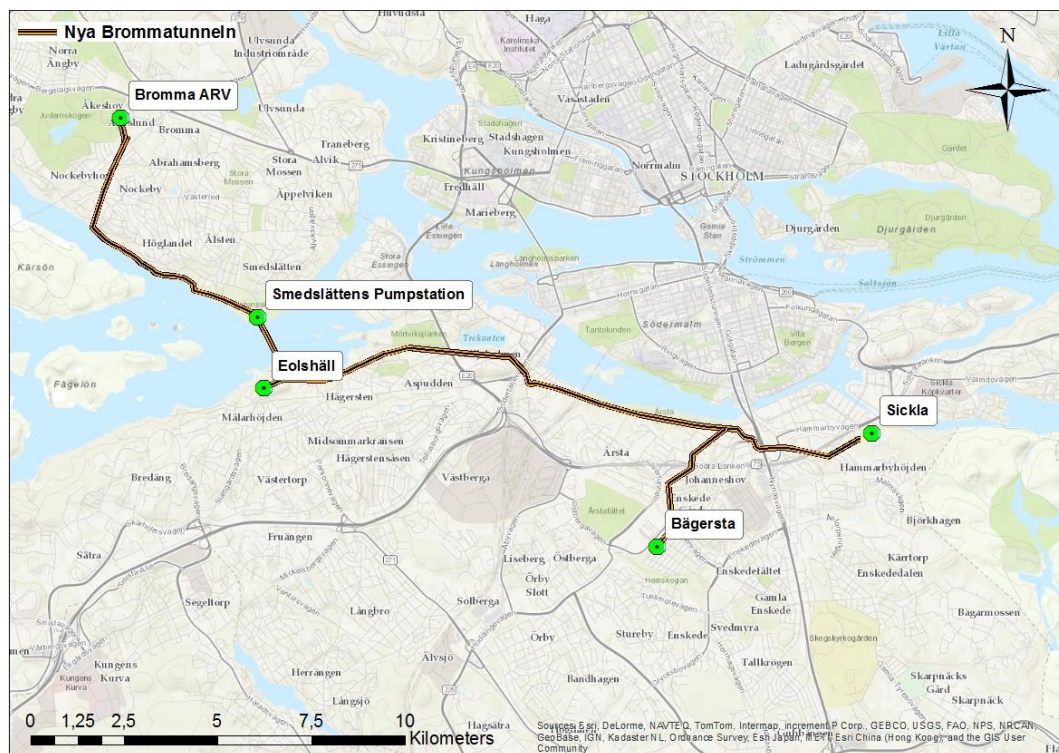
1 Syfte

Inför ansökan av Stockholm Vattens nya miljötillstånd är bräddmängder av avloppsvatten på ledningsnätet en viktig del. Nedläggningen av Bromma avloppsreningsverk och avledning via nya Brommatunneln till Henriksdals avloppsreningsverk kommer att påverka bräddmängden. Men hur stor effekten kommer att bli har inte varit känd varvid denna rapport har tagits fram.

Utöver detta har även följande tagits fram i denna utredning:

- Bräddarnas känslighet för nederbörd, dvs. när bräddar de.
- Halterna på bräddade flöden.
- Dimensionerande flöden för ett antal huvudflödespunkter

Den nya Brommatunnelns föreslagna sträckning visas i figuren nedanför.



Figur 1: Brommatunnelns tänkta sträckning.

2 Beräkningsförutsättningar

För att kunna beräkna bräddmängderna har Stockholm Vattens hydrauliska modeller använts. Det är tre modeller, Bromma – nuvarande avledningsområdet till Bromma ARV, Söder - Södra avledningsområdet till Henriksdal ARV idag och Norr – Norra avledningsområdet till Henriksdals ARV, se figur nedanför. Modellerna har tagits fram under lång tid tillbaka och kalibrerats i ett större antal punkter.

För att kunna beräkna en statistisk årsbräddvolym för alla bräddpunkter har syntetiska CDS-regn² använts. Genom att göra detta kan man vara säker på att området uppströms bräddpunkter verkligen belastas av regn med en viss återkomsttid. Långa tidsserier med verklig nederbörd kan även användas för detta. Men pga. beräkningstekniska skäl blir det mycket tidsödande att beräkna igenom en tillräckligt lång tidsserie för att ta fram en statistisk korrekt årsbräddningsvolym för alla bräddpunkterna.

Nackdelen att använda ett CDS-regn eller en verklig nederbördsserie för ett stort avrinningsområde är dock att man överskattar den areella utbredningen av ett intensivt regn³. Detta innebär att flöden längre ner i ledningsnätet överskattas. För att få fram mer trovärdiga flöden för huvudledningsnätet har nederbördsdata från Stockholm Vattens egna regnmätare använts. Dessa regnmätare delar upp avrinningsområdena uppströms varje modell i mindre delområden vilket gör det areella felet mindre⁴.

Följande förutsättningar är gemensamma för alla modellberäkningar med CDS-regn:

- Basflödena har antagits vara normala för en juli-månad.
- Saltsjön har antagits vara konstant +0,13 (RH2000)
- Mälaren har antagits vara konstant +0,78 (RH2000)
- Regnen har en varaktighet på 12 timmar och ett centralt block på 10 minuter.
- CDS-regn med återkomsttiden 1, 3, 6, 12, 24, 48, 60, 120, 240 månader har beräknats och utvärderats.

För att beräkna statistisk årsbräddvolym och bräddfrekvens har metodiken beskriven i Svenskt Vattens publikation P65⁵ använts.

Följande förutsättningar är gemensamma för alla modellberäkningar med verkliga regn⁶:

- Basflödena har antagits vara normala för en juli-månad.
- Saltsjön har antagits vara konstant +0,13 (RH2000)

² Chicago Design Storm, ett syntetiskt regn som används för dimensionering av ledningsnät.

³ Se Svenskt Vatten P104 sid. 31.

⁴ För att minska felmarginalen ännu mer krävs högupplöst regnradar vilket inte Stockholm Vatten har tillgång till.

⁵ VAV P65 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

⁶ Chicago Design Storm, ett syntetiskt regn som används för dimensionering av ledningsnät.

- Mälaren har antagits vara konstant +0,78 (RH2000)
- Beräkningen har gjorts för 2012-01-01 – 2013-01-10. Valet av detta intervall beror på att projektet för Stockholms Framtida Avlopps Rening har valt 2012 som dimensionerande år då verken uppmätte "all time high" på maxflöden in till verken.

2.1 Scenariobeskrivning

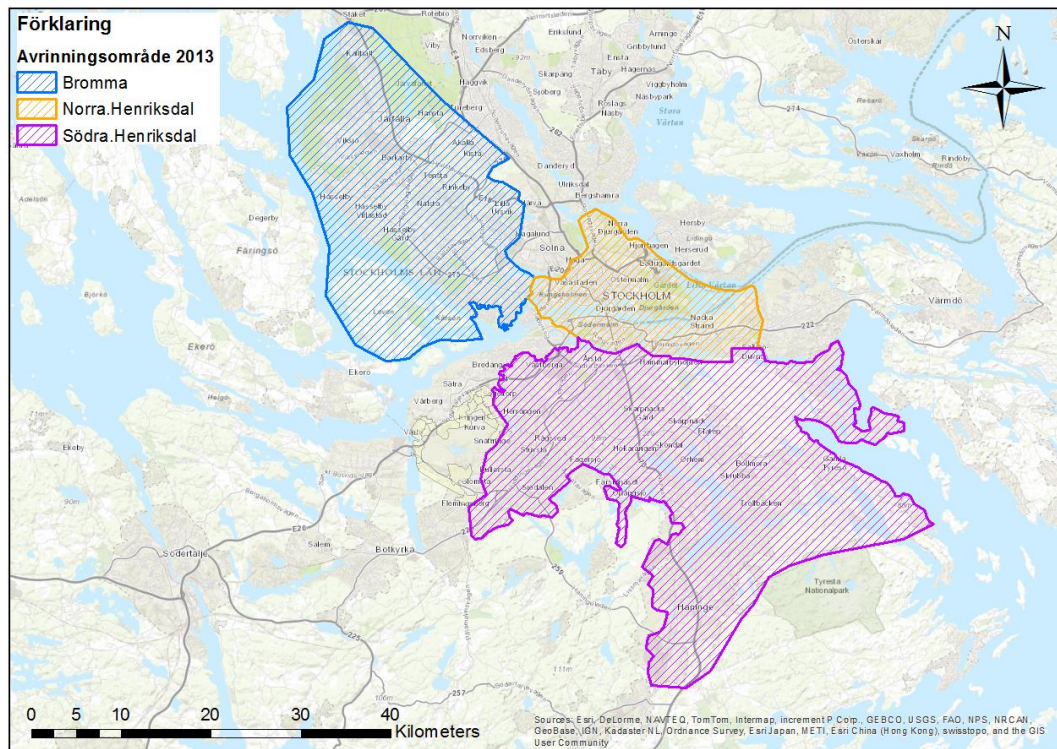
För att utvärdera effekten av den nya Brommatunneln har scenarier i Tabell 1 utvärderats.

Tabell 1: Undersökta scenarior

Scenario	Förklaring
2012 Nuläge	Nuvarande ledningssystem och befolkning.
2040 Nollalternativet	Befolkning 2040 men med nuvarande system.
2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	Befolkning 2040 och med nya Brommatunneln
2040 Fullt utbyggt anslutning	Befolkning 2040 med nya Brommatunneln och alla potentiella anslutningar till Brommatunneln är gjorda.

2.1.1 2012 Nuläge

Scenariot för nuläget beskriver nuvarande vattenförbrukning och ledningsnät. För detta scenario finns det tre delområden som beskrivs med respektive rörnätsmodell. Figur 2 visar de tre delområdena som scenariot innefattar.



Figur 2: Ungefärliga avrinningsområden för nulägesbeskrivningen.

2.1.2 2040 Nollalternativet

För detta scenario har enbart befolkningen utökats enligt den befolkningsprognos som Stockholm Vatten har tagit fram till 2040⁷. Denna befolkningsprognos innebär att befolkningen inom Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk ökar med 395 271 personer till totalt 1 621 300. Detta innebär en befolkningstillväxt på ca 25 % från 2012 till 2040.

2.1.3 2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet

Själva tunnelprojektet för den sammanlänkande tunneln mellan Bromma och Henriksdal innefattar ett begränsat antal anslutningar. Däremot finns det potentiella anslutningspunkter som kan anslutas till den nya tunneln men det ligger inte i själva tunnelprojektets ansvar. Därför har detta scenario tagits fram där enbart de planerade anslutningspunkterna tagits med.

I Figur 3 visas de planerade anslutningspunkterna i tunnelprojektets regi.

⁷ Se "Stockholm Vattens framtida avloppsrening, Förutsättningar för Henriksdals reningsverk". Jonas Grundestam mfl, 2013-11-01



Figur 3: Planerade inkopplingspunkter i tunnelprojektet.

Punkterna Bägersta, Skanstull Marina samt Eolshäll innebär att tre stora bräddpunkter tas bort eller minskas kraftigt.

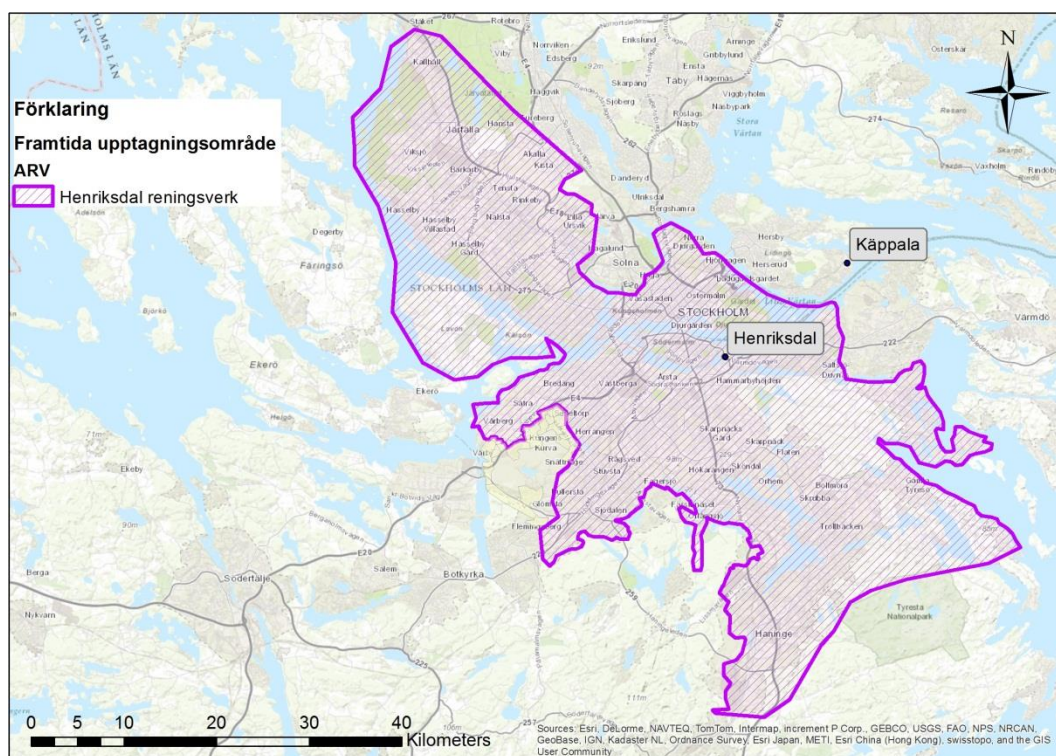
Eolshäll har senast ägts av SYVAB och därmed har bräddningen i denna punkt inte räknats med i tidigare bräddningsstatistik för Stockholm Vatten. I och med den nya tunneln köper Stockholm Vatten tillbaka denna station och där med finns bräddstatistik från denna station med i denna rapport, se Tabell 2 för mer information.

Tabell 2: Beskrivning av anslutningspunkter till nya Brommatunneln

Anslutningspunkt	Förklaring
Bromma ARV	Inkoppling av själva avloppsreningsverket. Ingen direkt bräddpunkt kopplas bort här men dämning minskar i de över liggande tunnlarna vid regn.
Smedslättens pumpstation	Ny pumpstation som trycker vattnet under Mälarpassagen. Påverkar ingen befintlig bräddning.

Eolshäll	Inkoppling av Eolshäll pumpstation. En stor bräddpunkt försvinner helt eller delvis med inkopplingen.
Klacken - Sättra	En tröskel i tunnelsystemet som tas bort så att avloppsvatten från Skärholmen kan rinna mot Eolshäll. Påverkar ingen direkt bräddning.
Bägersta	Området Enskedefältet leds ner i den nya tunneln. Detta leder till att man kan öka utflödet från Älvsjö-Enskedetunneln och där med minska bräddningen till Östbergatunneln. Då bräddvattnet är relativt utspätt vid större flöden kommer utflödesökning från Älvsjö-Enskedetunneln att begränsas till 500 l/s.
Skanstull Marina	En bräddtunnel leds ner till den nya tunneln istället för att ledas ut i Hammarbykanalen och vid Hammarbysjöstad.
Sickla	En ny pumpstation som lyfter vattnet från Brommatunneln in till Sicklaanläggningen. Ny nödbräddningspunkt byggs här.

Figur 4 Visar det totala avrinningsområdet till Henriksdals reningsverk år 2040.



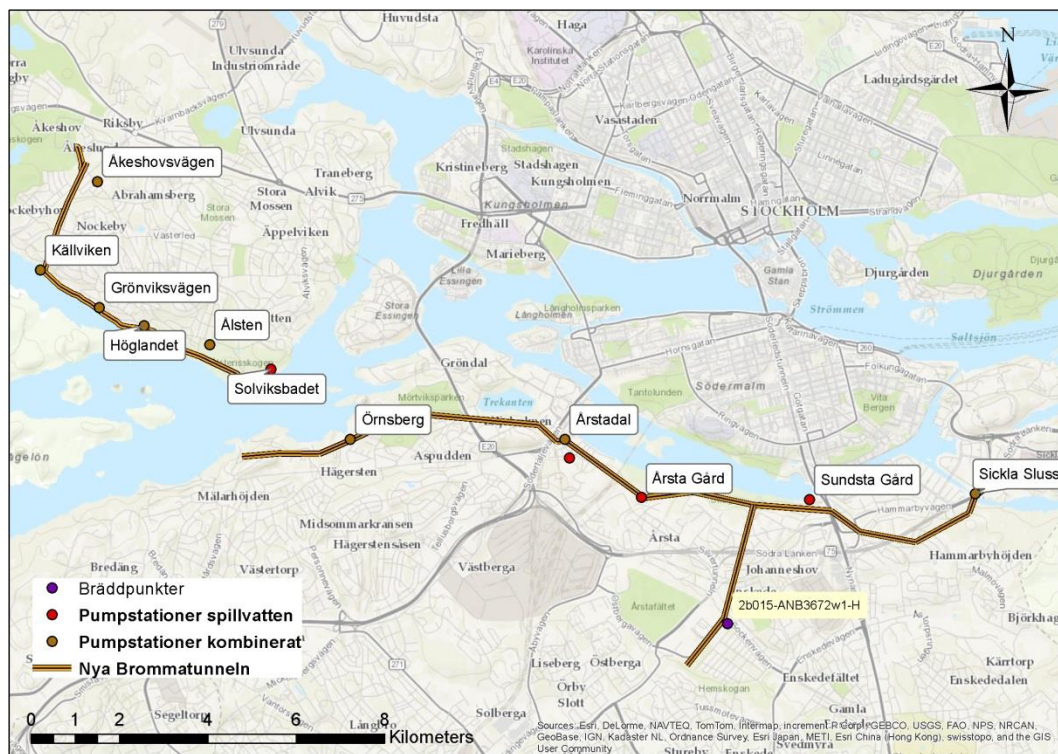
Figur 4: Ungefärligt avrinningsområde till Henriksdals reningsverk år 2040.

2.1.4 2040 Fullt utbyggd anslutning

Figuren nedanför visar alla potentiella anslutningspunkter till Brommatunneln. Detta innefattar åtta kombinerade pumpstationer, fyra spillvattenpumpstationer samt några bräddpunkter på ledningsnätet, se Figur 5 och Figur 6.

Då många av dessa pumpstationer är små finns de inte med i de hydrauliska rörnätsmodellerna. Följande punkter har i modellerna räknats med som en fullt utbyggd anslutning till Brommatunneln förutom punkter i alternativet "utbyggt enligt tunnelprojektet".

- Källviken pumpstation
- Grönviksvägen pumpstation
- Örsberg pumpstation
- Sockenvägen bräddpunkt



Figur 5: Potentiella anslutningspunkter till nya Brommatunneln. De potentiella anslutningspunkterna innefattar pumpstationer med tillhörande bräddpunkter samt enstaka bräddpunkter på ledningsnätet.

Figur 6 visar potentiella bräddpunkter som kan kopplas direkt till nya Brommatunneln. Dessa punkter undersöks idag i Brommatunnelprojektet angående vad detta skulle innebära i form av dimensionerande flöde mm.



Figur 6: Potentiella bräddpunkter som kan anslutas till nya Brommatunneln.

Det bör nämnas att i de fall bräddpunkter/pumpstationer kopplats på i modellen har allt bräddvatten letts till tunneln. Då man inte vill leda för utspätt vatten till Henriksdals reningsverk är det möjligt att man väljer, vid en framtida inkoppling, att inte leda ner allt vatten till Brommatunneln utan brädda det mest utspädda vattnet. Detta tankesätt har tillämpats på brädden i Bägersabyväg som kommer att kopplas om i samband med Brommatunnelprojektet.

3 Beräkningsresultat

3.1 Bräddning vid dimensionerande regn

I detta avsnitt redovisas beräknade bräddvolymen som statistiska årsmedelvärden. Totalvolym och volym spillvatten som bräddas redovisas. Totalvolym motsvarar det utspädda avloppsvattnet som bräddas. Spillvattenbräddvolymen är enbart det "rena" spillvattenflödet dvs förbrukat vatten.

3.1.1 Totala bräddvolymen från Stockholm Vattens ledningsnät

I tabellerna nedanför kan man se att både totala bräddvolymen och mängden bräddat spillvatten kommer att öka från nuläget till 2040 i nollalternativet. Däremot kommer den nya tunneln att minska årbräddvolymerna med 230 000 m³/år. Även den rena bräddade spillvattenmängden kommer att minska med ca 11 000 m³/år.

En stor förändring är även att bräddningen till Mälaren minskar med 50 % av totalvolymen och 60 % spillvattenmängden, i jämförelse mot nollalternativet, när Brommatunneln byggs.

Tabell 3: Beräknad statistisk årsmedelbräddning. Totalvolym.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativet	2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	2040 Fullt utbyggt anslutning
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
Mälaren	370 000	400 000	200 000	180 000
Saltsjön	270 000	280 000	250 000	250 000
Småsjöar	9 000	9 000	9 000	10 000
Summa	650 000	690 000	460 000	440 000

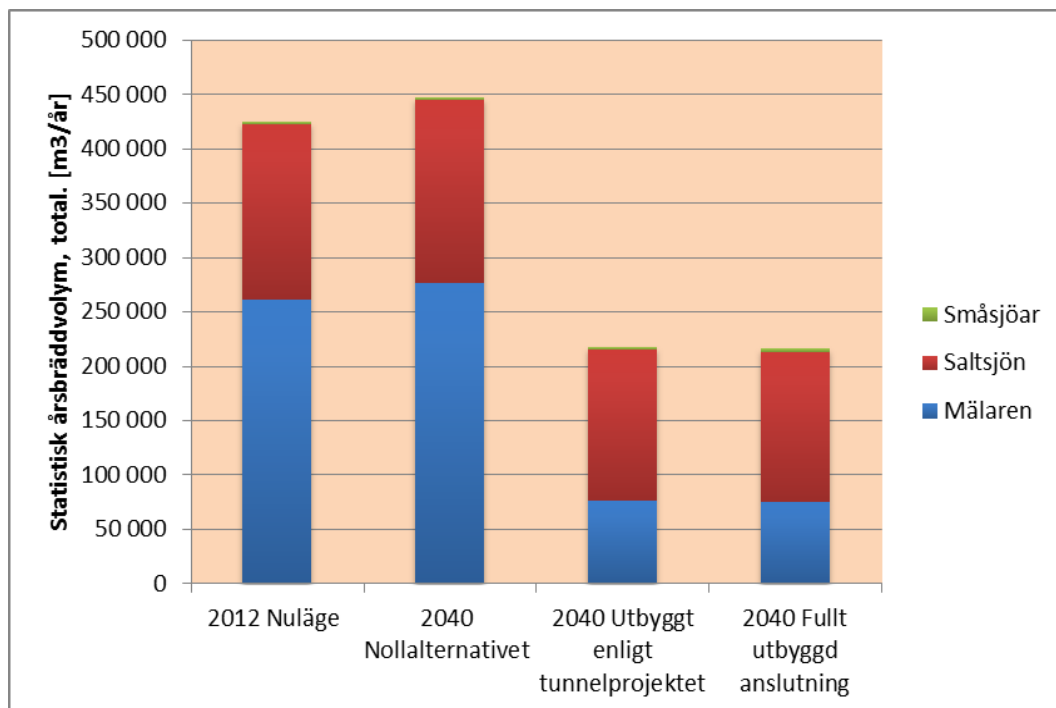
Tabell 4: Beräknad statistisk årsmedelbräddning. Spillvattenvolym.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativet	2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	2040 Fullt utbyggt anslutning
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
Mälaren	28 000	37 000	16 000	16 000
Saltsjön	31 000	37 000	32 000	31 000
Småsjöar	200	300	300	300
Summa	59 200	77 000	48 300	47 300

För fördelning av bräddmängd inom respektive recipient se bilaga 3.

3.1.2 Bräddvolym på Södra Henrikdals avrinningsområde

I Södra Henriksdals avrinningsområde kommer Brommatunneln att innebära stora förändringar på bräddvolymerna. Ifrån nollalternativet kommer totalvolymen bräddat vatten att minska med nästan 250 000 m³/år.

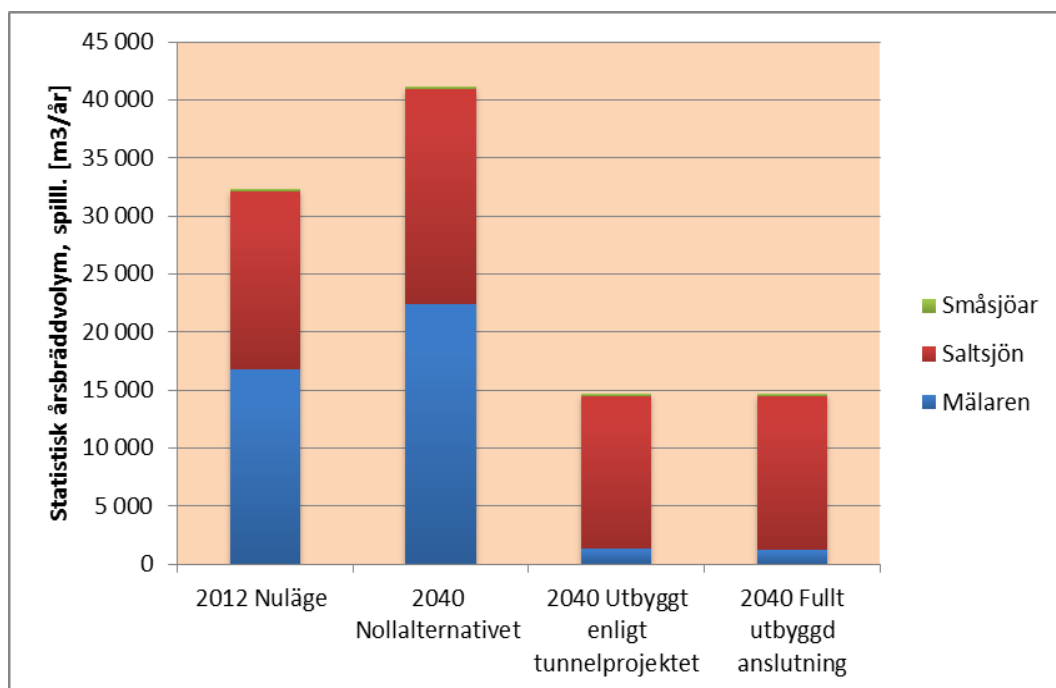


Figur 7: Statistiska totalårsbräddvolym. Södra Henriksdal

Bräddad årlig spillvattenmängd kommer också att minska kraftigt med 65 % med nya Brommatunneln, se Figur 8.

I värdena ovanför har vi utgått från att basflödesröret i Älvsjö-Mälarmagasinet ses som en bräddkälla⁸ till Mälaren. Detta basflödesrör släpper ifrån sig ca 65 000 m³ i dessa statistiska beräkningar. Bräddvatten i basflödesröret har en spillvattenhalt på omkring 1 %, vilket där med kan ses som mycket kraftigt utspädd spillvatten.

⁸ Basflödesröret är alltid öppet i Älvsjö-Mälarmagasinet. Detta innebär att när det inträffar bräddning till Älvsjö-Mälarmagasinet kommer en liten mängd, stort utspädd, spillvatten att ledas ut till Mälaren.

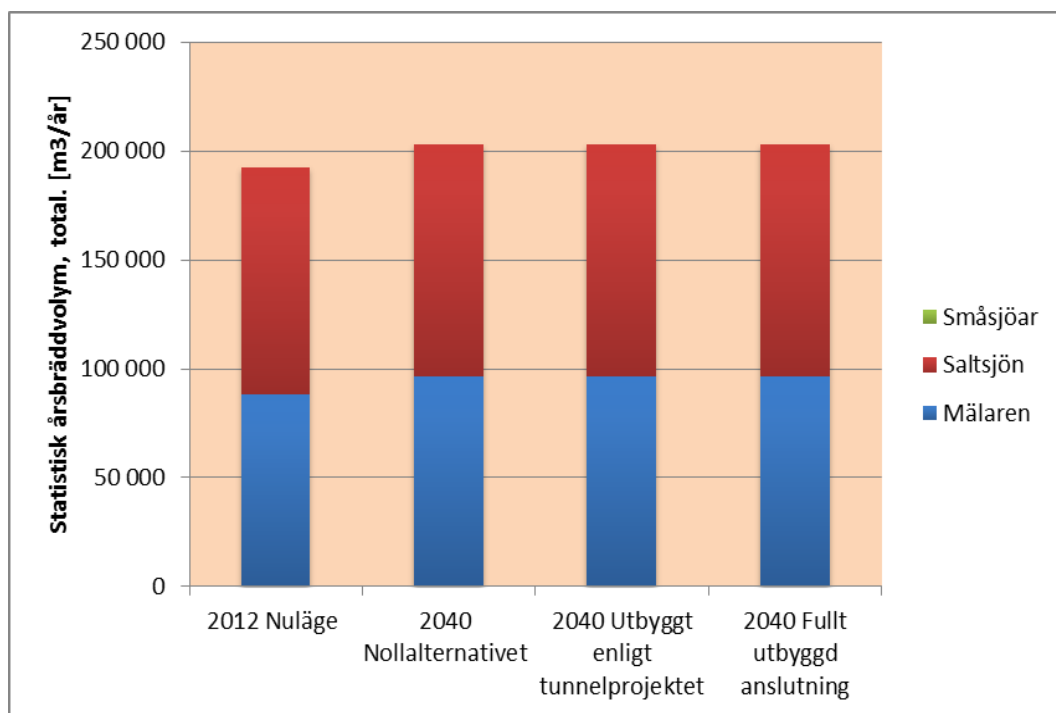


Figur 8: Statistiska årsbräddvolym av spillvatten. Södra Henriksdal

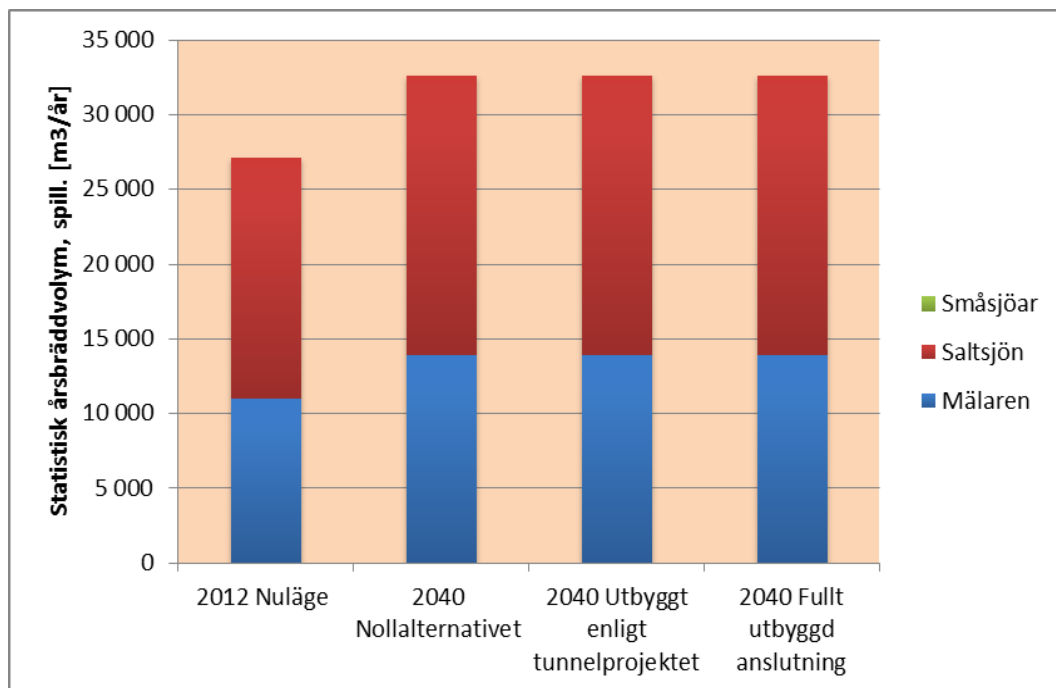
3.1.3 Bräddvolym på Norra Henriksdals avrinningsområde

Delområdet för Norra Henriksdal kommer inte att påverkas av den nya tunneln. Detta innebär att bräddningen kommer att öka i och med att belastningen blir större med en ökande befolkning.

Efter att den nya tunneln byggs kommer Norra Henriksdals avrinningsområde stå för den största delen av bräddat spillvatten till Mälaren, se Figur 10.



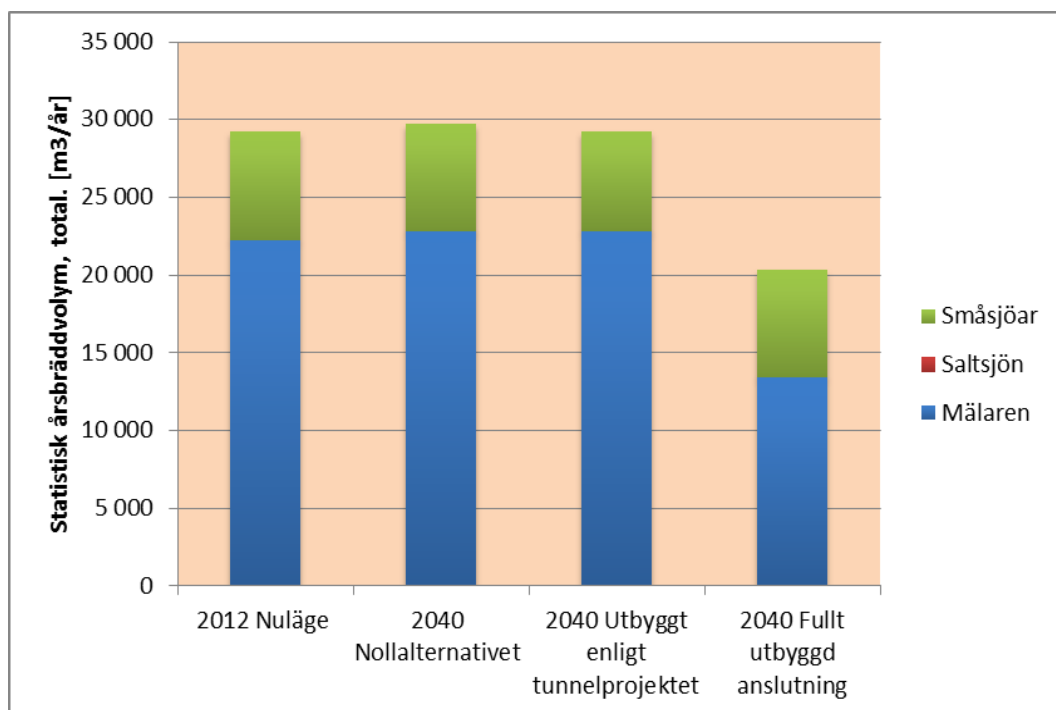
Figur 9: Statistiska totalårsbräddvolym. Norra Henriksdal



Figur 10: Statistiska årsbräddvolym av spillvatten. Norra Henriksdal

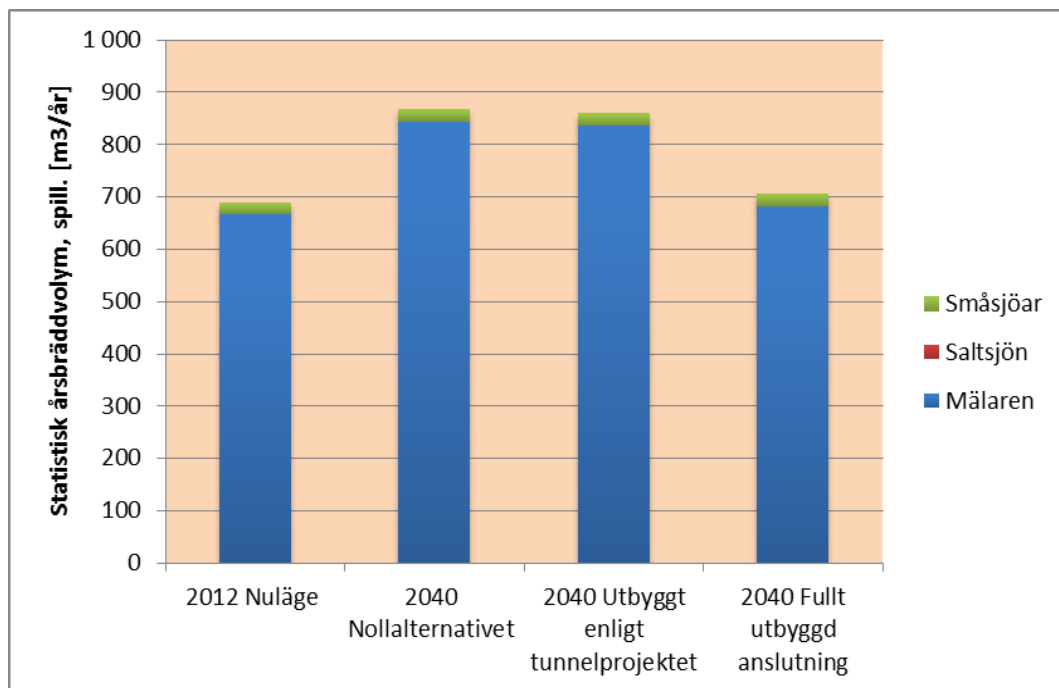
3.1.4 Bräddvolym på Bromma avrinningsområde

Avrinningsområdet för Bromma kommer inte påverkas i någon större utsträckning när Brommatunneln byggs enligt tunnelprojektet. Men kopplas de potentiella anslutningspunkterna på så kommer dock en viss effekt ske. Detta kan ses i figurerna nedanför. Totalt minskar den totala bräddvolymen med ca 30 % från Nollalternativet till alternativet med full utbyggnad.



Figur 11: Statistiska totalårsbräddvolym. Bromma

I Figur 11 och Figur 12 kan vi se att bräddade volymer (total och rent spillvatten) är små för Bromma. I Figur 12 minskar den årliga bräddade spillvattenvolymen med ca 15 % från Nollalternativet till alternativet med full utbyggnad. Detta innebär dock bara en mycket liten minskning i absoluta tal sett till hela spillvattenbräddningen i hela Stockholm Vattens ledningsnät.



Figur 12: Statistiska årsbräddvolym av spillvatten. Bromma.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativet	2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	2040 Fullt utbyggt anslutning
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
Mälaren	371 256	394 918	195 618	184 054
Saltsjön	265 117	275 193	245 422	245 364
Småsjöar	9 473	9 563	9 090	9 565
Summa	645 846	679 675	450 131	438 983

3.2 Bräddning under helåret 2012

För att kunna se hur det statistiska bräddåret liknar ett verkligt år har en bräddberäkning gjorts där de den hydrauliska rörnätsmodellen har belastats med den verkliga nederbörden under 2012⁹. I tabellen nedanför kan vi se, jämför med Tabell 3, att vi har en överensstämmelse som är väldigt god. Detta innebär att den metod som har använts i denna rapport är representativ för verklig bräddning.

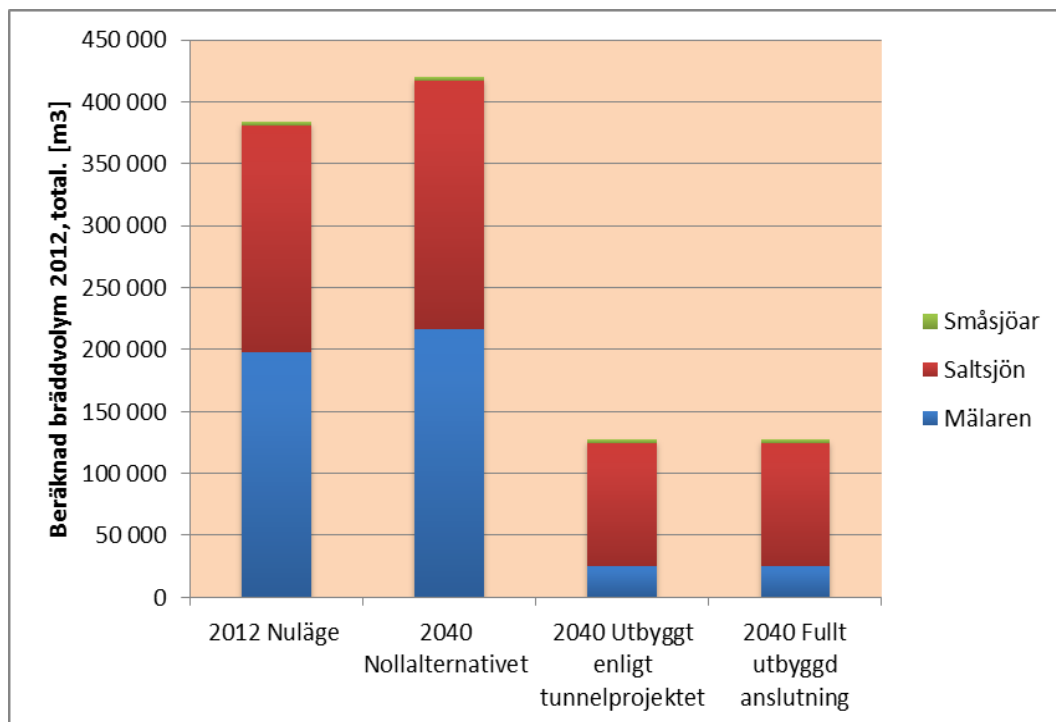
Tabell 5: Beräknad total bräddvolym under 2012 och framtida scenarier.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativet	2040 Utbyggt enligt tunnelprojektet	2040 Fullt utbyggd anslutning
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
Mälaren	360 000	400 000	210 000	200 000
Saltsjön	270 000	290 000	180 000	180 000
Småsjöar	4 000	5 000	5 000	5 000
Summa	634 000	695 000	395 000	385 000

⁹ Det totala perioden är lite längre än ett år för att få med den stora snösmältningen 2012/2013. Den beräknade perioden sträcker sig mellan 2012-01-01 – 2013-01-10.

3.2.1 Bräddvolym på Södra Henrikdals avrinningsområde

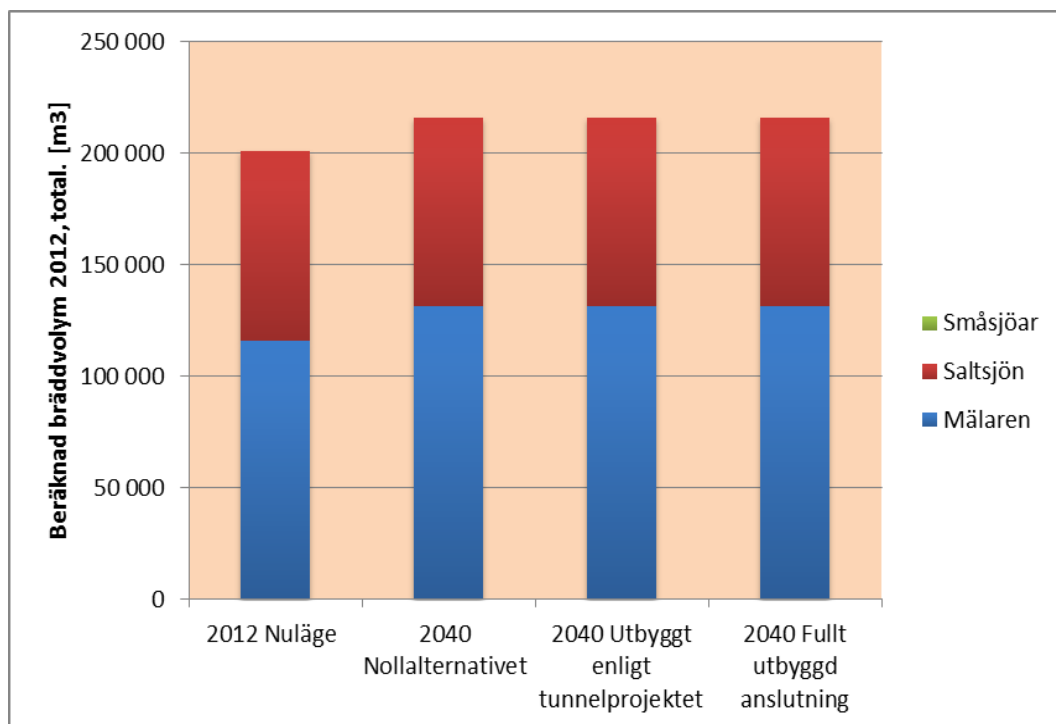
I Södra Henriksdals avrinningsområde kommer Brommatunneln att innebära stora förändringar på bräddvolymerna. Ifrån nollalternativet kommer totalvolymen bräddat vatten att minska med nästan 300 000 m³/år.



Figur 13: Beräknad totalbräddvolym för 2012 och framtida scenarier. Södra Henriksdal

3.2.2 Bräddvolym på Norra Henriksdals avrinningsområde

Delområdet för Norra Henriksdal kommer inte att påverkas av den nya tunneln. Detta innebär att bräddningen kommer att öka i och med att belastningen ökar med en ökande befolkning. Totalt kommer bräddningen att öka med ca 10 % år 2040 i jämförelse med 2012.

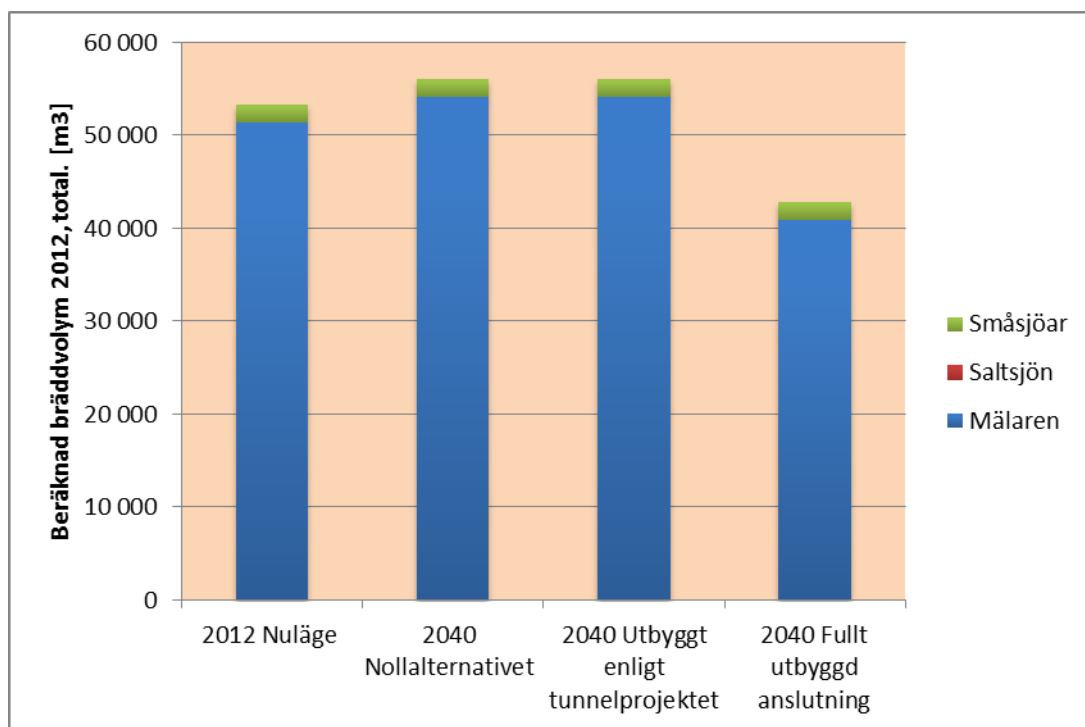


Figur 14: Beräknad totalbräddvolym för 2012 och framtida scenarier. Norra Henriksdal.

Efter 2040 kommer Norra Henriksdal stå för mer än 50 % av all bräddning på Stockholm Vattens ledningsnät.

3.2.3 Bräddvolym på Bromma avrinningsområde

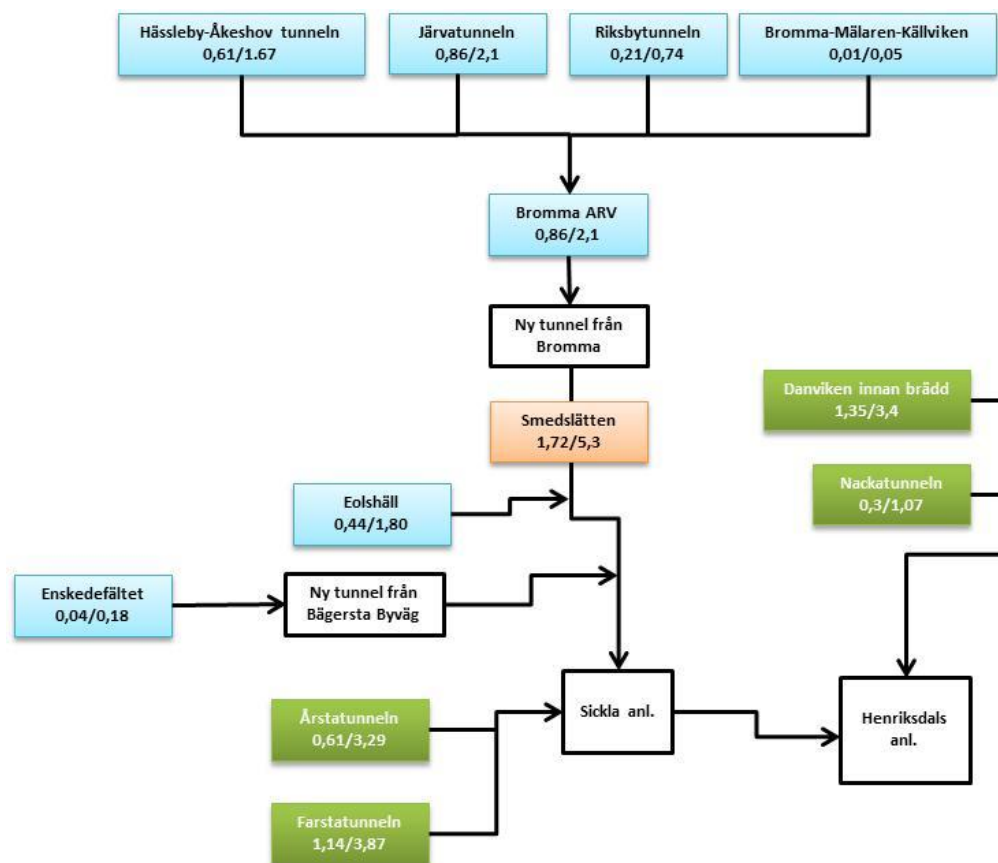
I avrinningsområdet för Bromma kommer Brommatunneln inte att innebära några större förändringar för bräddade totalvolym om inte alla potentiella anslutningspunkter kopplas in.



Figur 15: Beräknad totalbräddvolym för 2012 och framtida scenarier. Bromma

3.3 Flöden år 2040

För att få en uppfattning om medelflödena i avloppssystemet år 2040 har figuren nedanför tagits fram. Värdena under varje namn visar årsmedelflödet år 2040 samt maxdygnsvärdet¹⁰ för samma år.



Figur 16: En schematisk skiss på medelflöden/maxdygnsflöden år 2040.

Maxdygnsvärdet behöver inte vara samma som det dimensionerande flödet och maxdygnsflödet behöver inte inträffa samtidigt i varje punkt. Detta innebär att årsmedelflödena kan summeras ihop för att få fram belastningen i en specifik punkt. Detta kan man dock inte göra med maxdygnsvärdena.

¹⁰ Högsta 24 timmars konsekutiva värde.

3.4 Bräddpunkternas känslighet för nederbörd samt bräddhalter

De olika bräddpunkterna är olika känsliga för nederbörd innan det bräddar. Samtidigt varierar halten spillvatten i det bräddade vattnet beroende på utspädning i uppströms liggande avrinningsområde. Denna bräddhalt som räknas fram redovisas här som andel spillvatten i det bräddade vattnet. Halterna kan även användas för att räkna näringsvärden etc som bräddar ut men det har inte beräknats i detta projekt. I bilaga 2 visas alla resultat i sin helhet.

Värden som redovisas i tabeller visar recipient, statisk årlig bräddvolym av spillvatten och totalvolym, återkomsttiden som regnen måste ha innan bräddning inträffar¹¹, bräddvolymen vid detta första bräddtillfälle samt halten spillvatten vid samma tillfälle.

Värdena redovisas enbart för nuläget i denna rapport. Namngivning av bräddpunkter refererar till namn som används i huvudavloppsmodeller på Stockholm Vatten.

3.4.1 Norra Henriksdal

Detta delområde innefattar över hundra bräddpunkter. Av tabellerna, se bilaga 2, kan man se att många bräddar genererar bräddning redan vid små regn. Då Norra Henriksdalsmodellen innefattar innerstaden med hög bebyggelsestäthet innebär det även att halterna av spillvatten är mycket höga vid det första bräddtillfället för de flesta bräddpunkterna.

3.4.2 Södra Henriksdal

För detta delområde innehåller modellen 75 bräddpunkter. Några av dessa punkter ger 4st höga bräddhalter, >20 %, vid första bräddtillfället. Det finns även 4 punkter som ger stora bräddvolym, Eolshäll (9-007-B1_BrEolsh), Bägersabyväg (2b015-ANB2550w1-H), samt två bräddpunkter vid Älvsjömälarmagasinet (5a007-Bräddöppning_ÄlvsjöM och 5a007-Basflödesrör ÄM.mag).

3.4.3 Bromma

För detta delområde innehåller modellen 34 bräddpunkter. Bräddpunkt karakteristikan tyder på, som allmänt känt, att vattnet i Bromma har en relativt stor utspädningsgrad. Detta återspeglas av att bräddhalten är relativt låg för de flesta bräddpunkterna.

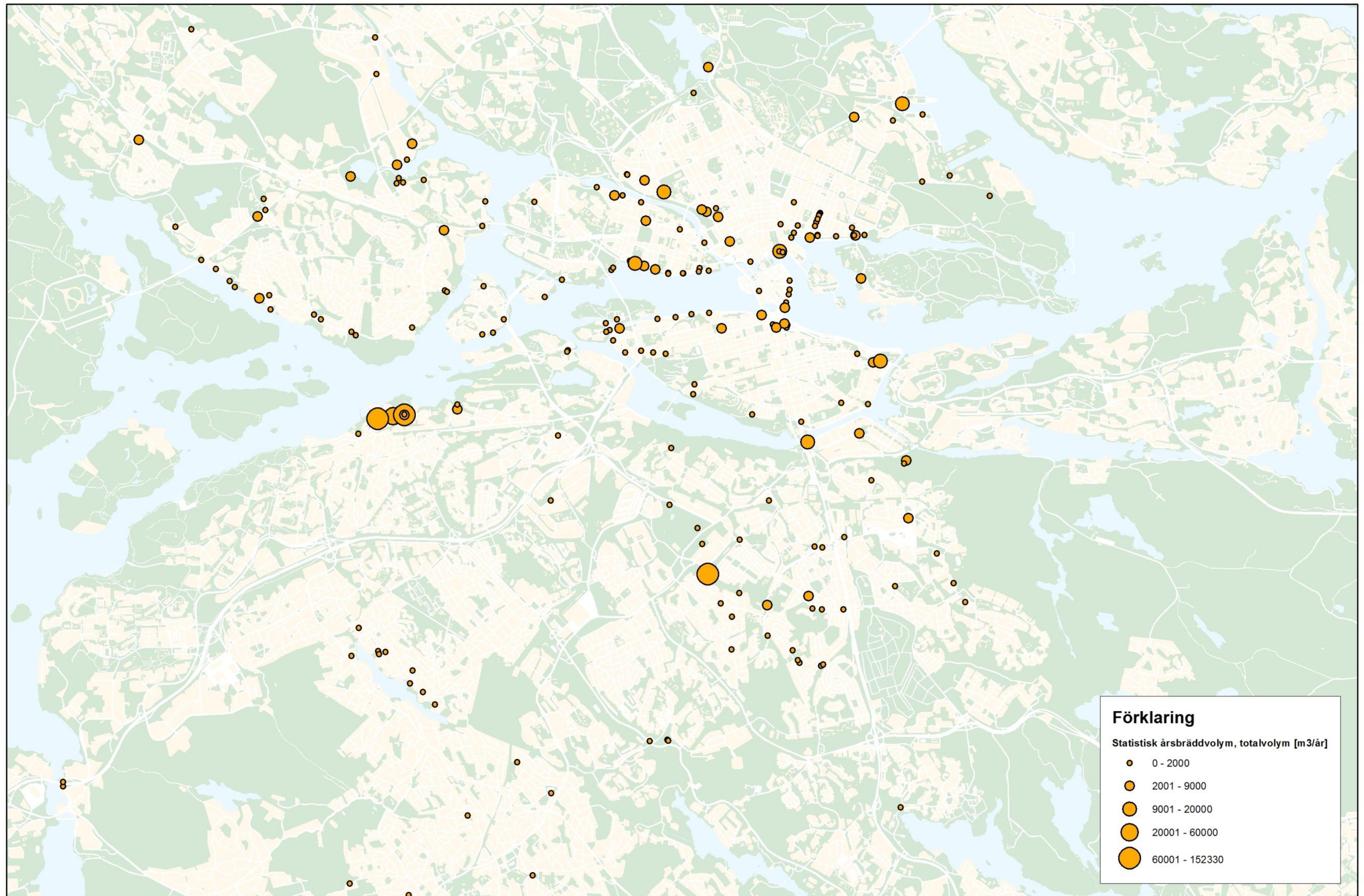
¹¹ Detta baseras på det urval av statistiska regn som valts i rapporten. Detta innebär att första bräddningen kan inträffa mellan det regn som orsakar en bräddning och det föregående statistiska regn som inte orsakar en bräddning.

BILAGA 1

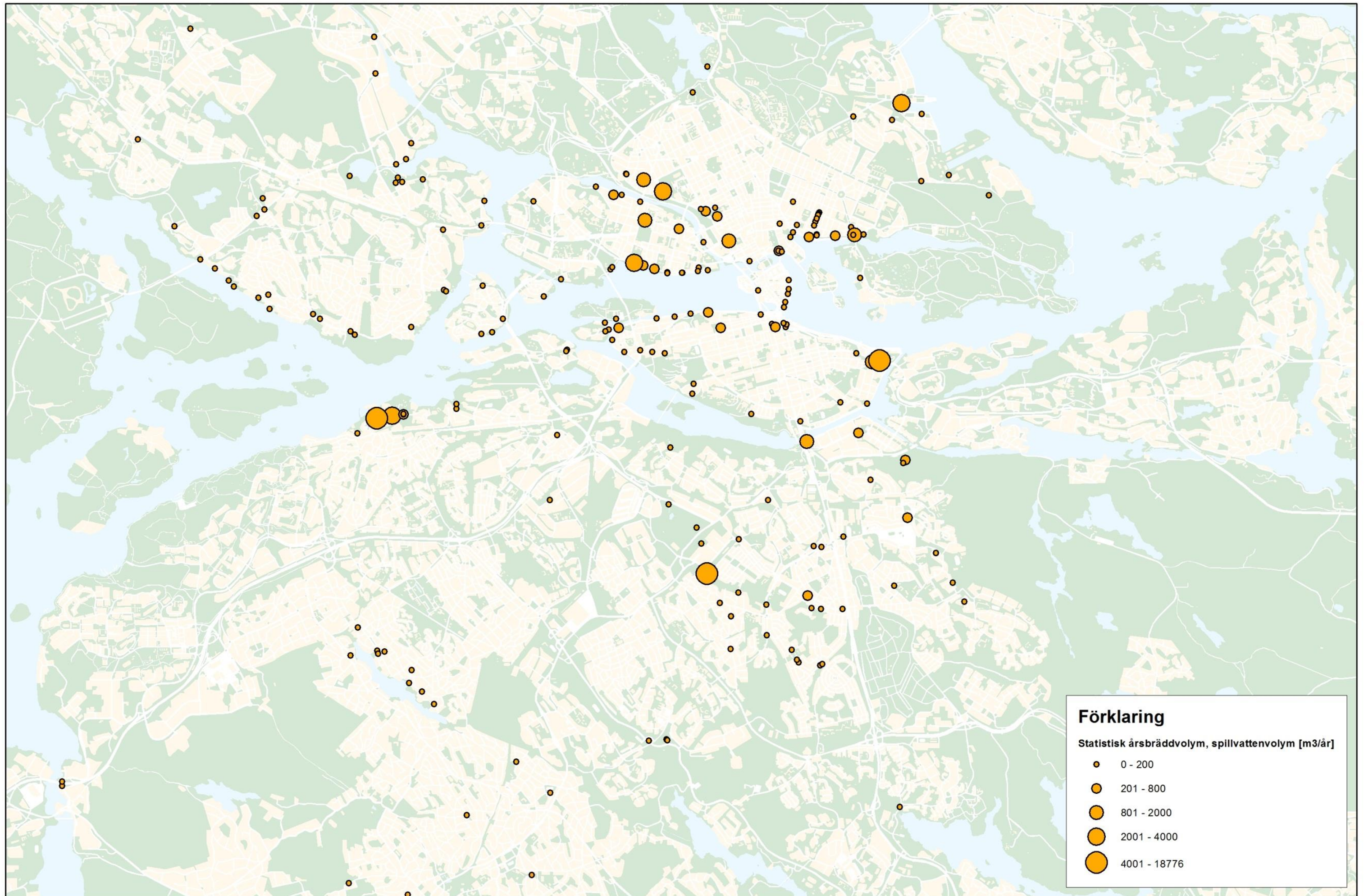
Bräddkartor

- Total bräddvolym 2040 Nollalternativet
- Spillvattenbräddvolym, 2040 Nollalternativet
- Differens i total bräddvolym mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Fullt utbyggd anslutning till nya tunneln.
- Differens i total spillvattenbräddvolym mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Fullt utbyggd anslutning till nya tunneln.

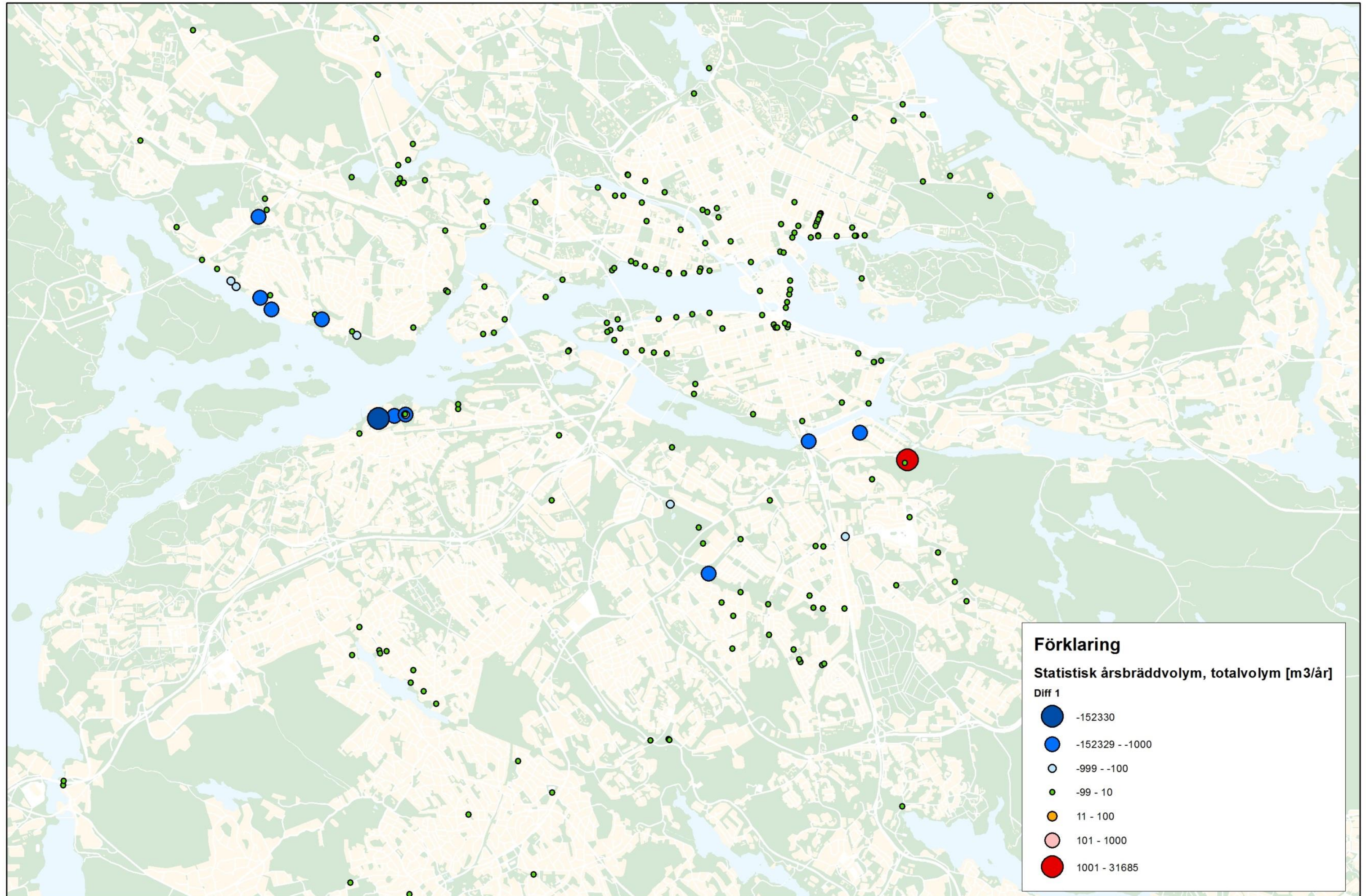
Bräddpunkter och totalvolymen år 2040 Nollalternativet



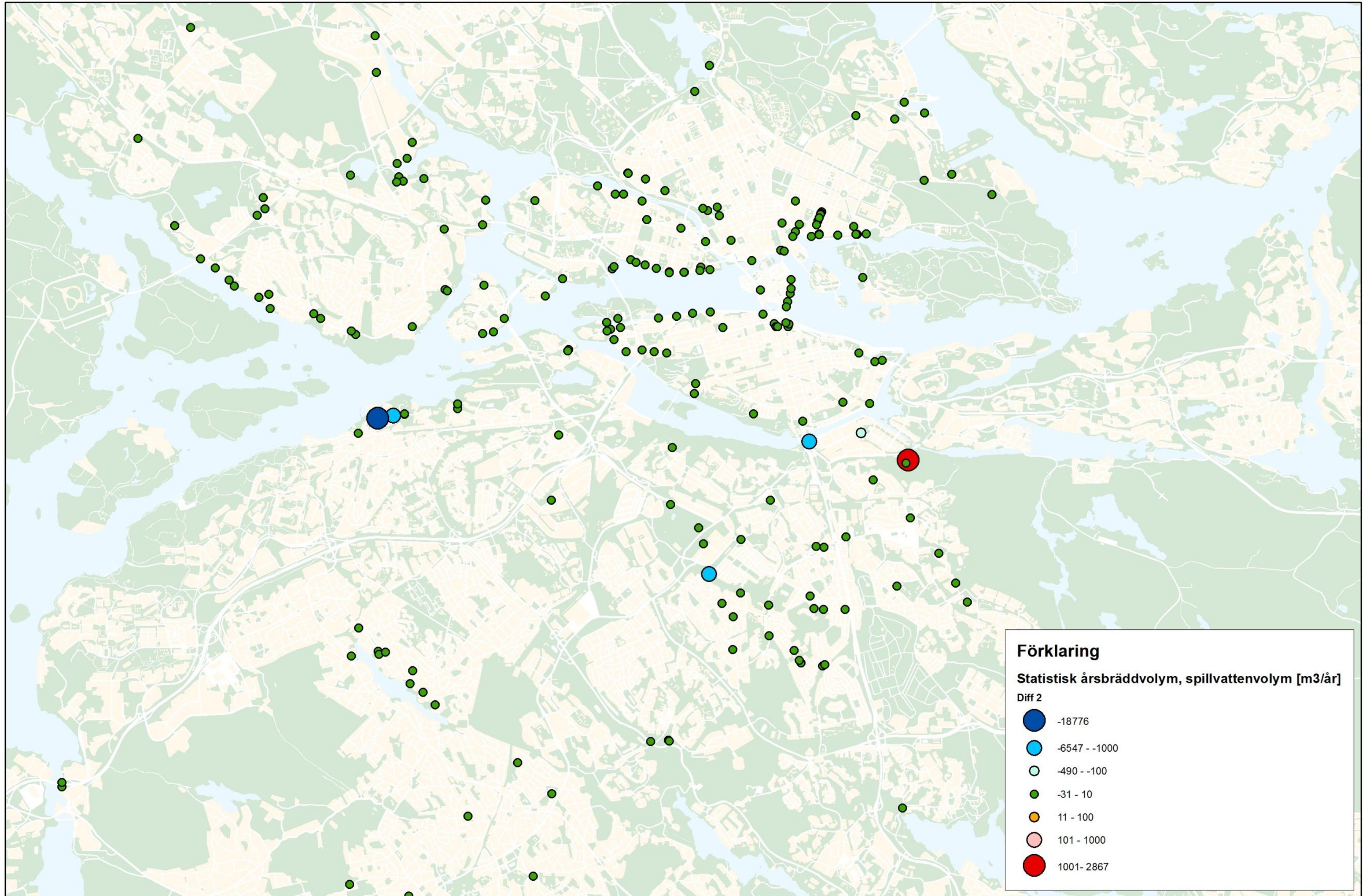
Bräddad spillvattenvolym. 2040 Nollalternativet



Brommatunnelns påverkan på totala bräddvolymen.
Skillnad mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Brommatunneln fullt ansluten.



Brommatunnelns påverkan på spillvattenbräddvolymen.
Skillnad mellan 2040 Nollalternativet och 2040 Brommatunneln fullt ansluten.



Bilaga 2

Bräddvolymen vid nuläget för respektive bräddpunkt beskriven i modellen. Värdena är beräknade med statistiska regn.

Bromma

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [månader]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2a002-ANB67208w1	Karlshäll	13	1 096	1	43	2%
2a003-AN60007w1	Nockebysund	10	174	3	10	10%
2a003-AN60049w1	Nockebysund	50	4 601	1	201	1%
2a003-AN62573w1	Nockebysund	21	492	1	12	8%
2a003-AN62786w1	Nockebysund	12	252	3	15	7%
2a003-AN63068w1	Nockebysund	48	3 174	1	150	2%
2a003-AN63452w1	Nockebysund	1	75	3	4	7%
2a003-ANB60005w1	Nockebysund	16	712	1	25	4%
2a003-ANB60437w1	Nockebysund	0	110	6	5	0%
2a003-V4-563w1	Nockebysund	0	0	>240		-
2a007-BNB262079w1	Klubbenområdet	0	0	>240		-
2a008-AN64107w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	0	0	>240		-
2a008-AN64108w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	0	0	>240		-
2a008-ANB62990w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	3	55	6	2	14%
2a008-ANB62995w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	0	16	6	1	5%
2a008-ANB63037w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	0	13	120	24	1%
2a008-ANB63044w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	61	791	1	22	14%
2a008-ANB64103w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	150	2 237	1	83	10%
2a008-ANB64127w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	2	63	3	1	8%
2a008-DNB77824w1	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	59	2 979	1	92	2%
2a009-ANB63261w1	Tranebergsområdet	0	0	>240		-
2a009-ANB63271w1	Tranebergsområdet	4	246	3	4	4%
2a009-ANB66062w1	Tranebergsområdet	91	2 291	24	553	8%
2a009-ANB66568w1	Tranebergsområdet	59	942	3	53	9%
2a021-AP-SUNDBYw1	Bällstaån, Nälstadiket	0	0	>240		-
2a021-OK195w1	Bällstaån, Nälstadiket	0	0	>240		-
2a021-OK217w1	Bällstaån, Nälstadiket	0	27	48	20	-
2a021-V1-554w1	Bällstaån, Nälstadiket	0	0	>240		-
2a024-ANB63083w1	Judarn	22	2 787	1	84	1%
5b003-TUV18PKT9w1	Nockebysund	0	0	>240		-
5b003-TUV18PKT9w2	Nockebysund	23	1 067	120	2420	3%
5x008-Boställsmagasinet ut	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	44	842	12	169	8%
2a008-ANB61643I2	Ulvundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	0	0	>240		-
5x025-UtjamnLillsjonl1	Lillsjön	0	4 134	1	189	-

Norra Henriksdal

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [mån]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2a008-APHornsberg_w1	Ulvsundasjön, Bästaviken, Margaretelundsviken	9	85	24	16	19%
2a010-ANB30579 W1	Riddarfjärden	222	1 716	3	52	21%
2a010-ANB30585w1	Riddarfjärden	0	3	120	7	4%
2a010-ANB30586w1	Riddarfjärden	14	237	3	8	13%
2a010-ANB30601w1	Riddarfjärden	495	2 851	1	77	22%
2a010-ANB30602w1	Riddarfjärden	62	756	6	70	17%
2a010-ANB30605w1	Riddarfjärden	141	982	3	57	23%
2a010-ANB30609w1	Riddarfjärden	0	8	120	23	-
2a010-ANB32114w1	Riddarfjärden	24	736	1	25	4%
2a010-ANB33305w1	Riddarfjärden	0	16	48	7	6%
2a010-ANB33773w1	Riddarfjärden	426	2 859	1	100	18%
2a010-ANB33777w1	Riddarfjärden	52	1 001	1	26	8%
2a010-ANB33779w1	Riddarfjärden	1 918	12 073	1	580	17%
2a010-ANB34978w1	Riddarfjärden	377	5 840	1	229	9%
2a010-ANB35589w1	Riddarfjärden	267	2 896	1	120	13%
2a010-ANB35705w1	Riddarfjärden	40	345	3	10	20%
2a010-ANB35739w	Riddarfjärden	6	114	6	6	17%
2a010-ANB35896w1	Riddarfjärden	756	4 532	1	143	26%
2a010-ANB35903w1	Riddarfjärden	11	166	24	71	11%
2a010-ANB38530w1	Riddarfjärden	7	175	12	4	25%
2a010-ANB38531w1	Riddarfjärden	61	221	6	21	52%
2a010-ANB38532w1	Riddarfjärden	77	854	6	32	16%
2a010-AP Langholmen	Riddarfjärden	0	0	>240		-
2a010-AP-MARIEBERGw1	Riddarfjärden	0	0	>240		-
2a010-AP-MUNKBRONw1	Riddarfjärden	1	53	24	6	3%
2a010-AP- PUSTEGRÄNDw1	Riddarfjärden	8	3 786	1	168	0%
2a010-BraddReimersw1	Riddarfjärden	24	217	3	10	20%
2a010-Soder_Weir_2	Riddarfjärden	12	907	1	3	2%
2a010-TUI10PKT5w1	Riddarfjärden	1	44	240	444	3%
2a011-ANB1008828w1	Karlbergskanalen	395	6 043	1	143	10%
2a011-ANB30288w1	Karlbergskanalen	173	835	1	39	28%
2a011-ANB30478w1	Karlbergskanalen	1	29	6	1	6%
2a011-ANB30480w1	Karlbergskanalen	37	597	1	23	9%
2a011-ANB30484w1	Karlbergskanalen	656	3 625	1	182	21%
2a011-ANB32268w2	Karlbergskanalen	213	3 370	1	149	9%
2a011-ANB33795w1	Karlbergskanalen	0	0	>240		-
2a011-ANB34972w1	Karlbergskanalen	167	2 616	1	66	12%
2a011-ANB34974w1	Karlbergskanalen	2 793	16 548	1	773	22%

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [mån]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2a011-ANB34976w1	Karlbergskanalen	498	4 719	1	101	18%
2a011-ANB35648w1	Karlbergskanalen	11	46	60	12	50%
2a011-ANB38622w1	Karlbergskanalen	0	0	240	1	-
2a011-APKungsholmstrandw1	Karlbergskanalen	3	19	60	6	17%
2a011-Inedalsw1	Karlbergskanalen	1 317	5 911	1	322	26%
2a012-ANB30572w1	Årstaviken mfl	53	1 397	1	51	6%
2a012-ANB33435w2	Årstaviken mfl	159	1 051	1	44	20%
2a012-ANB36244w1	Årstaviken mfl	0	0	>240		-
2a012-ANB38533w1	Årstaviken mfl	0	0	>240		-
2a012-AP-REIMERSHOLME1w1	Årstaviken mfl	0	13	60	3	-
2a012-AP-TANTOW1	Årstaviken mfl	0	0	>240		-
2a012-OKI83w1Lignag	Årstaviken mfl	11	136	3	2	10%
2a012-Soder_Weir_6	Årstaviken mfl	64	506	1	16	19%
2a013-ANB35609w1	Hammarby sjö	24	437	6	5	20%
2a013-AP-TEGELVIKSGATANw1	Hammarby sjö	0	0	>240		-
2a013-OK93w1	Hammarby sjö	0	0	>240		-
2a014-ANB32553w1	HamnbassängenV	3	45	48	26	12%
2a014-ANB35820w	HamnbassängenV	0	0	>240		-
2a014-ANB36044w1	HamnbassängenV	11	46	12	9	56%
2a014-ANB36120w1	HamnbassängenV	2	208	6	2	3%
2a014-ANB36136w1	HamnbassängenV	33	720	3	44	7%
2a014-ANB36142w1	HamnbassängenV	0	23	24	7	-
2a014-AP Borgmastartrappan	HamnbassängenV	0	0	>240		-
2a014-BrpKarlXIWr_1	HamnbassängenV	1	21	120	2	3%
2a014-BrpKarlXIWr_2	HamnbassängenV	1	20	120	2	3%
2a014-Soder_Weir_4	HamnbassängenV	0	2 036	1	93	-
2a014-TUI13PKT1_W	HamnbassängenV	629	3 653	1	205	19%
2a015_89	HamnbassängenÖ	1 429	6 563	3	208	38%
2a015-TUL15PKT1w2	HamnbassängenÖ	738	3 802	1	20	30%
2a015-TUL15PKT1wn1	HamnbassängenÖ	1 595	7 801	1	139	30%
2a015-TUL15PKT1wn2	HamnbassängenÖ	963	4 846	1	45	31%
2a015-TUL15PKT1ws1	HamnbassängenÖ	822	4 356	1	8	25%
2a015-TUL15PKT1ws2	HamnbassängenÖ	822	4 356	1	8	25%
2a016-ANB30298w1	Nybroviken/Ladugårdsv	60	891	1	5	20%
2a016-ANB30310w1	Nybroviken/Ladugårdsv	774	4 915	1	235	20%
2a016-ANB30321w1	Nybroviken/Ladugårdsv	270	1 501	1	10	30%
2a016-ANB30334w1	Nybroviken/Ladugårdsv	88	383	1	15	33%
2a016-ANB30347w1	Nybroviken/Ladugårdsv	501	2 303	1	51	33%

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [mån]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2a016-ANB30361w1	Nybroviken/Ladugårdsv	30	305	1	4	25%
2a016-ANB30365w1	Nybroviken/Ladugårdsv	9	196	12	19	11%
2a016-ANB30700w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	4	12	1	13%
2a016-ANB32446w1	Nybroviken/Ladugårdsv	3	140	3	9	6%
2a016-ANB33102w1	Nybroviken/Ladugårdsv	18	265	6	1	13%
2a016-ANB35001w1	Nybroviken/Ladugårdsv	27	223	24	31	13%
2a016-ANB35030w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	11	120	4	1%
2a016-AP-ALKÄRRETw1	Nybroviken/Ladugårdsv	107	2 026	1	57	9%
2a016-DNB36663w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	0	240	1	-
2a016-DNB37307w1	Nybroviken/Ladugårdsv	4	78	12	10	10%
2a016-DNB39258w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	16	6	1	7%
2a016-DNB39259w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	4	6	1	-
2a016-DNB39260w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	31	3	2	5%
2a016-DNB39261w1	Nybroviken/Ladugårdsv	0	14	6	1	3%
2a017-ANB30308w1	Djurgårdsbrunnsv	0	1	240	14	7%
2a018-ANB30047w1	Lilla Värtan	2 364	11 139	1	655	29%
2a018-ANB30056w1	Lilla Värtan	0	1	120	3	14%
2a018-ANB32143w1	Lilla Värtan	38	3 126	1	113	2%
2a018-ANB32372w1	Lilla Värtan	75	1 697	3	33	9%
2a018-ANB35859w1	Lilla Värtan	0	0	>240		-
2a018-AP-FRIHAMNENw1	Lilla Värtan	1	26	24	6	3%
2a018-louddenRV1	Lilla Värtan	29	833	12	47	9%
2a019-APRoslagstull	Brunnsviken	100	3 585	1	83	1%
2a019-Nödutlopp Ormen	Brunnsviken	3	147	120	297	2%
2c011-DNB38173w1	Karlbergskanalen	0	0	240	2	-
2c012-AP-TANTOGATANw1	Årstaviken mfl	0	0	>240		-
2c013-TUI15PKT2w1	Hammarby sjö	3 653	19 143	1	318	31%
5d010-AP-Rolambshov	Riddarfjärden	22	455	48	399	7%
5d010-Rolambshov	Riddarfjärden	45	503	48	406	12%
5x018-APEkhagen	Lilla Värtan	0	0	>240		-
5x018-Weir_7	Lilla Värtan	0	0	>240		-
2a012-OKI83w2Lignag	Årstaviken mfl	0	0	240	3	-
2a014- AP-RÄNTMÄSTARTRAPPAN Brädd	HamnbassängenV	169	2 177	3	139	12%
2a014- KarlXII_Högvattenlucka	HamnbassängenV	678	9 756	1	70	13%
2a014- LedningKarlXIIOr	HamnbassängenV	7	101	48	37	11%
2a0014- ANB33094I1	Lövstafjärden	12	0	240	4	25%

Södra Henriksdal

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [mån]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2a007-Alsten Utj	Klubbenområdet	13	670	48	853	3%
2a007-ANB04353w1	Klubbenområdet	131	3 968	1	140	5%
2a007-ANB32715w1	Klubbenområdet	0	0	>240		-
2a007-ANB32718w1	Klubbenområdet	22	405	1	1	8%
2a007-ANB3638w1	Klubbenområdet	0	0	>240		-
2a007-ANB62715w1	Klubbenområdet	1	68	24	26	4%
2a007-ANB63286w1	Klubbenområdet	1	78	6	3	3%
2a007-ANB67268w1	Klubbenområdet	39	1 433	1	5	4%
2a007-AP ornsberg	Klubbenområdet	0	0	>240		-
2a007-TUS6PKT38w1	Klubbenområdet	1 756	40 139	3	68	7%
2a009-Weir_ANB32605	Tranebergsområdet	1	472	1	16	1%
2a010-Weir_ANB32681	Riddarfjärden	0	0	>240		-
2a012-ANB1044w1	Årstaviken mfl	0	34	24	10	3%
2a012-ANB9222w1-H	Årstaviken mfl	5	595	24	147	1%
2a012-DNB12104w1-H	Årstaviken mfl	1	85	120	229	1%
2a012-DNB12107w1-H	Årstaviken mfl	7	181	48	1	8%
2a012-Weir_ANB4326	Årstaviken mfl	0	1	48	1	-
2a012-Weir_ANB9151	Årstaviken mfl	0	1	240	5	-
2a013-SicklaB2-H	Hammarby sjö	0	0	>240		-
2a028-ANB4017w1-H	Långsjön	1	445	3	22	1%
2a028-ANB5526w1-H	Långsjön	8	489	1	24	3%
2a028-ANB6232w1-H	Långsjön	0	79	3	3	1%
2a028-ANB6233w1-H	Långsjön	0	20	24	8	-
2a028-AP HERRÄNGEN 2w1-H	Långsjön	0	4	24	1	-
2a028-SNB10w1-H	Långsjön	0	0	>240		-
2a028-Weir_ANB6-H	Långsjön	0	1	240	12	-
2a130-DNB81602-H	Magelungen	12	17	6	1	100%
2a199-DNB82023w1-H	Trehörningen	0	0	>240		-
2a199-DNB82265-H	Trehörningen	47	0	>240		-
2b012-ANB2567-H	Årstaviken mfl	22	455	24	102	9%
2b013-ANB10254w1-H	Hammarby sjö	1 011	10 599	1	109	16%
2b015-ANB200w1-H	HamnbassängenÖ	0	7	120	9	-
2b015-ANB2186w1-H	HamnbassängenÖ	0	72	12	13	-
2b015-ANB2506w1-H	HamnbassängenÖ	308	7 899	1	349	5%
2b015-ANB2550w1-H	HamnbassängenÖ	13 035	126 341	1	6054	13%
2b015-ANB2578w1-H	HamnbassängenÖ	10	391	1	7	5%
2b015-ANB2601w1-H	HamnbassängenÖ	0	0	>240		-
2b015-ANB263w1-H	HamnbassängenÖ	47	2 488	1	19	5%

Bräddpunkt	Recipientavsnitt	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Återkomsttid för första bräddningen [mån]	Bräddvolym vid första bräddningen [m3]	Spillvattenhalt vid första bräddning [%]
2b015-ANB3009Weir_3-H	HamnbassängenÖ	0	14	120	47	-
2b015-ANB3417w1-H	HamnbassängenÖ	209	4 408	1	170	7%
2b015-ANB3672w1-H	HamnbassängenÖ	0	58	48	34	1%
2b015-ANB3680w1-H	HamnbassängenÖ	48	798	1	4	25%
2b015-ANB3688w1-H	HamnbassängenÖ	8	501	1	17	2%
2b015-ANB39047w1-H	HamnbassängenÖ	391	3 051	3	155	19%
2b015-ANB5948w1-H	HamnbassängenÖ	0	201	6	4	0%
2b015-ANB5949w1-H	HamnbassängenÖ	0	129	12	10	0%
2b015-ANB9173w1-H	HamnbassängenÖ	0	210	1	4	0%
2b015-DNB1004950W-H	HamnbassängenÖ	0	0	>240	-	-
2b015-DNB10324w1-H	HamnbassängenÖ	1	284	1	4	2%
2b015-DNB11975w1-H	HamnbassängenÖ	0	24	3	1	-
2b015-DNB2836w1-H	HamnbassängenÖ	15	1 133	3	13	2%
2b015-DNB9201w1-H	HamnbassängenÖ	0	0	>240	-	-
2b015-SicklaB1-H	HamnbassängenÖ	188	1 761	24	5	20%
2b015-Weir_1-H	HamnbassängenÖ	0	307	3	17	1%
2b015-Weir_4-H	HamnbassängenÖ	0	4	48	1	-
2c028-AP LANGSJÖ 1w1-H	Långsjön	0	0	>240	-	-
2c030-AP HÖGDALENw1-H	Magelungen	1	45	6	1	3%
2c030-AP RAGSVEDw1-H	Magelungen	0	0	>240	-	-
2c104-AP E4	Fittjaviken/Vårbyfjärden	0	6	60	3	5%
5x031-APX1080w1-Skoendalsbro	Drevviken	0	0	>240	-	-
2b015-TUS12PKT9-H	HamnbassängenÖ	0	0	>240	-	-
5a007-Bräddöppning_ÄlvsjöM	Klubbenområdet	44	4 931	60	1822	1%
2a012-ANB3005I1-H	Årstaviken mfl	0	619	1	3	-
2a030-ALE64137-H	Magelungen	53	453	3	19	21%
2a104-ALE7400000	Fittjaviken/Vårbyfjärden	22	0	>240	-	-
2a128-SNB86779_B;DNB84528_B2	Långsjön	0	11	24	1	-
2a1---ANB81126_ApVistav-H	#SAKNAS!	0	0	>240	-	-
2b015-Borrh_Hemskogsvägen-H	HamnbassängenÖ	0	19	48	7	14%
2b015-Borrh_Sofielundsp.-H	HamnbassängenÖ	25	412	6	37	8%
2b015-Borrh_Ärkövägen-H	HamnbassängenÖ	1	35	3	1	7%
2b015-Borrh_Ätravägen-H	HamnbassängenÖ	0	0	>240	-	-
2c130-SNB86437BRADD-H	Magelungen	0	5	24	2	-
2c199-SNB81324BRADD-H	Trehörningen	66	957	1	5	10%
5a007-Basflödesrör_ÄM.mag	Klubbenområdet	665	64 865	1	5212	1%
9-007-B1_BrEolsh	Klubbenområdet	14 058	141 758	1	4442	12%

BILAGA 3

Bräddmängder till respektive recipient och recipientavsnitt

nr	Recipientavsnitt	Huvudrecipient	Nuläge		2040 Nollalternativet		2040 Tunnelprojektet		2040 Fullt inkopplat	
			Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]	Årlig bräddmängd spill [m3]	Årlig bräddmängd totalt [m3]
01	Lövstafjärden	Mälaren	12	0	0	1	0	1	0	1
02	Karlshäll	Mälaren	13	1 096	13	1 099	13	1 099	13	1 099
03	Nockebysund	Mälaren	180	10 655	209	10 753	203	10 727	47	1 330
04	Fittjaviken/Vårbyfjärden	Mälaren	22	6	23	6	23	6	23	6
05	Fiskarfjärden	Mälaren	0	0	0	0	0	0	0	0
06	Kungshatt/Fläsket	Mälaren	0	0	0	0	0	0	0	0
07	Klubbenområdet	Mälaren	16 729	258 313	22 315	273 427	1 257	74 528	1 188	72 361
08	Ulvundasjön, Bälstaviken, Margaretelundsviken	Mälaren	327	7 081	424	7 317	424	7 317	424	7 317
09	Tranebergsområdet	Mälaren	155	3 951	207	4 155	207	4 155	207	4 155
10	Riddarfjärden	Mälaren	5 071	44 347	5 835	46 174	5 835	46 174	5 835	46 174
11	Karlbergskanalen	Mälaren	6 262	44 358	7 694	46 787	7 694	46 787	7 694	46 787
12	Årstaviken mfl	Mälaren	320	5 074	383	5 200	367	4 825	367	4 825
13	Hammarby sjö	Saltsjön	4 689	30 179	5 598	30 739	4 374	19 737	4 374	19 737
14	HamnbassängenV	Saltsjön	1 533	18 805	1 822	18 291	1 822	18 291	1 822	18 291
15	HamnbassängenÖ	Saltsjön	20 658	182 271	24 972	191 780	20 801	173 003	20 801	172 953
16	Nybroviken/Ladugårdsv	Saltsjön	1 892	13 304	2 206	13 694	2 206	13 694	2 206	13 694
17	Djurgårdsbrunnsv	Saltsjön	0	1	0	1	0	1	0	1
18	Lilla Värtan	Saltsjön	2 507	16 823	2 545	16 920	2 545	16 920	2 545	16 920
19	Brunnsviken	Saltsjön	102	3 732	116	3 769	116	3 769	116	3 769
20	Edsviken	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Bällstaån, Nälstadiket	Småsjöar	0	27	0	27	0	27	0	27
22	Räcksta träsk	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Kyrksjön	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Judarn	Småsjöar	22	2 787	24	2 791	24	2 316	24	2 791
25	Lillsjön	Småsjöar	0	4 134	0	4 135	0	4 135	0	4 135
26	Laduviken	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Uggleviken	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Långsjön	Småsjöar	9	1 049	9	1 042	9	1 044	9	1 044
29	Trekanten	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Magelungen	Småsjöar	65	519	70	533	70	533	70	533
31	Drevviken	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Flaten	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Sicklasjön	Småsjöar	0	0	0	0	0	0	0	0
99	Trehörningen	Småsjöar	113	957	169	1 036	169	1 036	169	1 036

