

Bilaga till rapport 15SV737 Skyfallsmodellering för Stockholms stad

Diarienummer
15SV737

Projektnummer
600346-106

Bilaga H

- Framtagande av nettonederbörd till hydraulisk markavrinningsmodell

Joakim Pramsten
2015-12-03



**Stockholms
stad**

© Stockholm Vatten AB 2015

Författare: Joakim Pramsten, joakim.pramsten@stockholmvatten.se

Rapporten citeras: Pramsten, J (2015). Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB.

Internt Dnr: 15SV737

Kontaktuppgifter: Stockholm Vatten AB, 106 36 Stockholm

Telefon: 08-522 120 00

Webb: www.stockholmvatten.se

Sammanfattning

I denna bilaga redovisas de parameterintervall som ligger till grund för den nettonederbörd som använts som indata i den hydrauliska markavrinningsmodellen.

I syfte att visa på hur osäkerheter i modellansats och parameterintervall kan tänkas slå har ingångsparametrar tagits fram för fyra scenarier. Tre av scenariona utgår från nuvarande markanvändning. Det fjärde scenariot utgår från att all mark i kommunen betraktas som hårdjord.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Val av ingångsparametrar för hårdgjorda ytor _____	3
1.1. Återkomsttid	3
1.2. Avrinningskoefficient	4
1.3. Koncentrationstid	5
2. Val av ingångsparametrar för grönytor _____	6
2.1. Infiltrationsparametrar	6
2.2. Andel kompakterade grönytor	7
3. Val av hårdgöringsgrad för olika områdestyper _____	7
4. Beräkning av nettonederbörd för olika områdestyper _____	8
5. Val av hårdgöringsgrad för kvartersmark _____	21
6. Indata till hydraulisk markavrinningsmodell _____	23
7. Referenser _____	25

1. Val av ingångsparametrar för hårdgjorda ytor

För att uppskatta hur stor avrinning som kan förväntas från hårdgjorda ytor vid ett regn med 100 års återkomsttid måste avloppsnätets kapacitet beräknas. Skillnaden mellan den volym som tillförs av regnet och den volym som kan avledas av avloppsnätet kommer att rinna av på markytan. I skyfallsmodelleringen antas att alla hårdgjorda ytor är anslutna till avloppssystem som är dimensionerade enligt Svenskt Vattens publikation ”Dimensionering av allmänna avloppsledningar” (Svenskt Vatten 2004).

För att uppskatta vilket flöde som avloppssystemet under dessa förutsättningar bör kunna avleda är tre parametrar viktiga att känna till: återkomsttiden för det dimensionerande regnet, avrinningskoefficienter för olika markanvändningar samt koncentrationstiden för systemet. Nedan redogörs kortfattat för dessa parametrar och hur de har valts i de olika scenariorna.

1.1. Återkomsttid

Allmänna avloppssystem ska dimensioneras så att skadliga översvämningar inte uppkommer oftare än vart tionde år, räknat som ett statistiskt medelvärde över en längre tidsperiod. Detta har varit utgångspunkten för beräkningen av avloppssystemets kapacitet och det är denna kapacitet som använts i scenario B.

Eftersom rör kommer i fasta dimensioner måste ofta en större dimension väljas på röret än den dimension som teoretiskt sett skulle fordras för att avleda ett 10-årsregn. Det kan därför tänkas att ledningssystemet lokalt kan ha en högre kapacitet än den dimensionerande 10-årsnivån. En överslagsmässig tumregel är att en ökning av rördimensionen till nästa större dimension fördubblar kapaciteten i ledningen. I medeltal borde därför enskilda rördelar, tagna var för sig, ha en kapacitet som är cirka 50 procent högre än den dimensionerande kapaciteten. I ett ledningssystem kan utjämnings effekter i systemet medföra att överkapaciteten som helhet kan hållas på en lägre nivå än för en enskild rördel, eftersom överdimensionering av vissa delar i kan väga upp en underdimensionering av andra delar. Ett rimligt antagande kan vara att delar av systemet kan klara att avleda ett flöde som är 25 procent högre än det dimensionerande. Eftersom ett regn med 20 års återkomsttid är ungefär 25 procent större än ett regn med 10 års återkomsttid skulle ett rimligt överdimensionerat system kunna ha kapacitet att avleda ett regn med 20 års återkomsttid. Denna kapacitet har använts i scenario A.

Även om det allmänna avloppssystemet har dimensionerats för att kunna hantera ett 10-årsregn är det inte säkert att flöden av den storleksordningen faktiskt kan tas omhand i alla lägen. För det första är det inte säkert att vattnet kan ta sig ned till de allmänna ledningarna i den omfattning som krävs. Kapacitetsbegränsningar kan finnas i såväl ledningar på fastighetsmark som i väghållarens rännstensbrunnar. Mot bakgrund av detta har en avledningskapacitet motsvarande ett regn med 5 års återkomsttid använts i scenario C. Det motsvarar en reduktion av avledningskapaciteten på ungefär 20 procent jämfört med ett 10-årsregn.

De återkomsttider som har använts i respektive scenario sammanfattas tillsammans med andra data i tabell 1.

Tabell 1 Ingångsparametrar för beräkning av ledningsnätets kapacitet.

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Återkomsttid som antas motsvara ledningsnätets verkliga kapacitet	20 år p.g.a. att ledningar väljs som närmast större dimension	10 år dimensionerande kapacitet för allmänna ledningar	5 år p.g.a. begränsningar på fastighetsmark samt igensättning av brunnar m.m.
Avrinningskoefficient som antas ha använts vid dimensioneringen av ledningsnätet (A_h är andelen hårdgjord yta)	$0,8 \cdot A_h + 0,10$ generöst dimensionerat ledningsnät	$0,8 \cdot A_h + 0,05$ normalt dimensionerat ledningsnät	$0,8 \cdot A_h$ mindre generöst dimensionerat ledningsnät
Koncentrationstid som antas motsvara ledningsnätets kapacitet	30 minuter kort rinntid genom systemet	60 minuter medellång rinntid genom systemet	120 minuter lång rinntid genom systemet

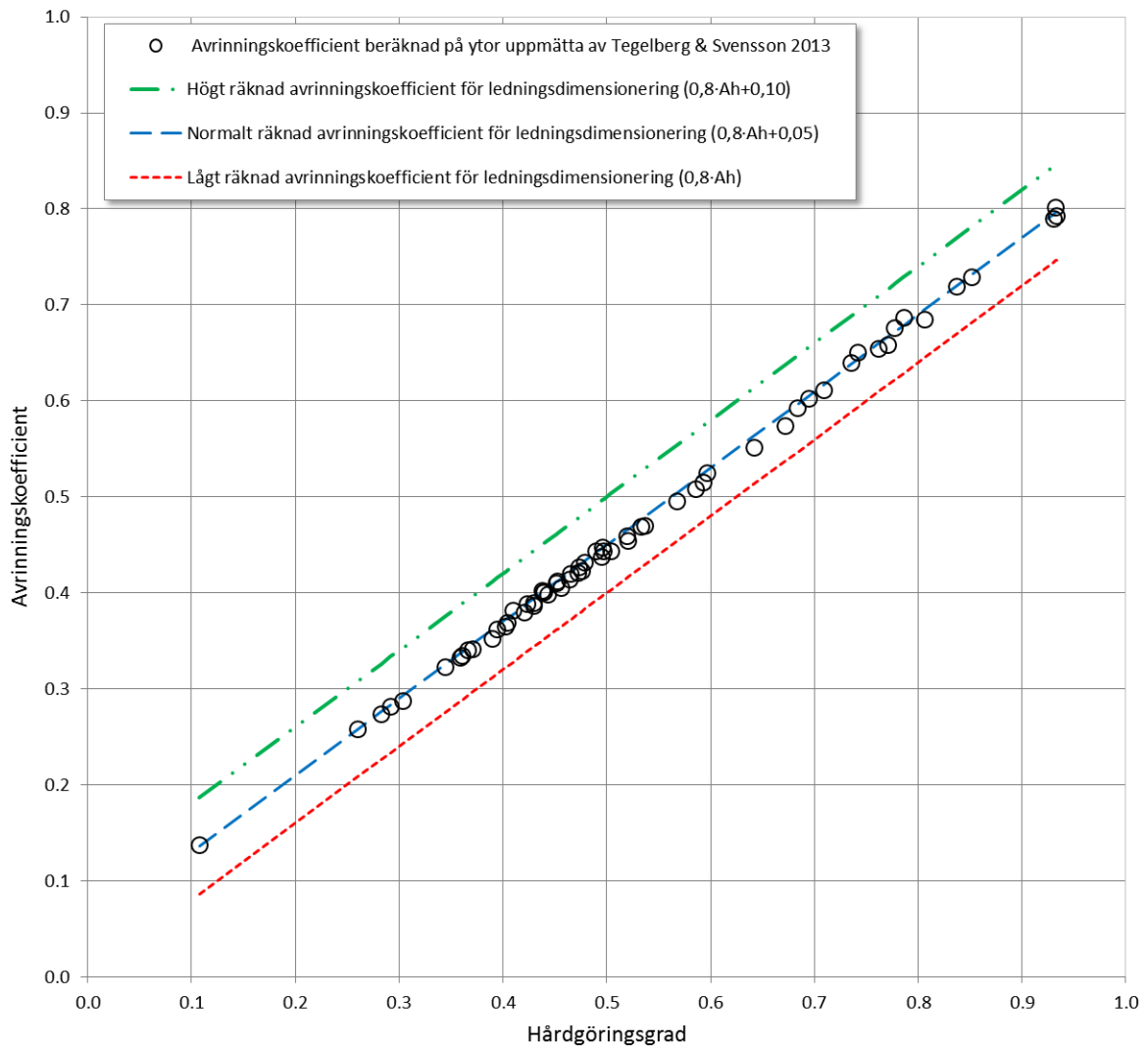
1.2. Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten är ett mått på hur stor andel av nederbörden som kan antas avrinna som dagvatten. Den används vid dimensionering av avloppssystem och ansätts med utgångspunkt från markanvändningen.

I en rapport publicerade av Svenskt Vatten Utveckling (Tegelberg & Svensson 2013) har ett antal olika områden karterats i detalj. För varje område redovisas både hårdgöringsgrad och beräknad avrinningskoefficienter. I figur 1 har dessa data sammanställts. Av figuren framgår att avrinningskoefficienten i princip uppvisar en linjär korrelation med hårdgöringsgraden.

Eftersom uppskattningar av avrinningskoefficienter alltid inrymmer ett vist mått av osäkerhet har tre linjära funktioner tagits fram. Funktionerna har använts för att uppskatta de avrinningskoefficienter som kan antas ha använts vid ledningsdimensionering i de olika scenarierna. Den första funktionen överskattar troligen avrinningskoefficienten något och resulterar därför i ett generöst dimensionerat ledningsnät, den andra funktionen kan antas resultera i ett normalt dimensionerat ledningsnät medan den tredje funktionen troligen underskattar avrinningskoefficienten och därför kan antas ge en mindre generös dimensionering. Funktionernas passning till karterade data framgår av figur 1.

Vilken funktion som har använts för att beräkna avrinningskoefficienter i respektive scenario framgår av tabell 1.



Figur 1 Avrinningskoefficienter för olika områden redovisade av Tegelberg och Svensson 2013 samt grafer till tre linjära funktioner för beräkning av avrinningskoefficienter med utgångspunkt från ett områdes hårdgöringsgrad.

1.3. Koncentrationstid

Den sista parametern som inverkar vid dimensionering av dagvattenledningar är rinntiden genom ledningssystemet. Denna parameter kallas för koncentrationstid, eftersom den anger hur lång tid det tar för alla delar av systemet att samverka och ge upphov till ett koncentrerat, gemensamt flöde längst ner i systemet.

Den dimensionerande koncentrationstiden har antagits ligga mellan 30 minuter och 2 timmar i de olika scenarierna. Den koncentrationstid som har använts i respektive scenario redovisas i tabell 1.

2. Val av ingångsparametrar för grönytor

För att uppskatta hur stor avrinning som kan förväntas från grönytor vid ett regn med 100 års återkomsttid måste infiltrationskapaciteten beräknas. Skillnaden mellan den volym som tillförs av regnet och den volym som kan infiltrera kommer att rinna av på markytan.

2.1. Infiltrationsparametrar

Infiltrationsberäkningarna har gjorts med Hortons ekvation. Infiltration på grönytor behandlas mer utförligt i bilaga F och i denna bilaga ges också en bakgrund till valet av infiltrationsparametrar.

Infiltrationskapaciteten är beroende av jordens kompakteringsgrad och i tabell 2 redovisas de infiltrationsparametrar som valts för icke-kompakterade grönytor i de olika scenariorna. På motsvarande sätt redovisas i tabell 3 de parametrar som valts för kompakterade grönytor.

Tabell 2 *Ingångsparametrar för infiltrationskapacitet på icke-kompakterade grönytor baserade på Engdahl 1975.*

	Scenario A (60 % lera)	Scenario B (75 % lera)	Scenario C (100 % lera)
Initial infiltrationskapacitet (f_0)	340 mm/h	270 mm/h	170 mm/h
Slutvärde för infiltration (f_c)	80 mm/h	70 mm/h	18 mm/h
Reduktionsfaktor (k)	0,6 h ⁻¹	1,0 h ⁻¹	1,3 h ⁻¹

Tabell 3 *Ingångsparametrar för infiltrationskapacitet på kompakterade grönytor baserade på Pit 1999.*

	Scenario A (30-percentil)	Scenario B (50-percentil)	Scenario C (70-percentil)
Initial infiltrationskapacitet (f_0)	160 mm/h	125 mm/h	65 mm/h
Slutvärde för infiltration (f_c)	20 mm/h	15 mm/h	10 mm/h
Reduktionsfaktor (k)	2,7 h ⁻¹	3,3 h ⁻¹	1,5 h ⁻¹

2.2. Andel kompakterade grönytor

I tabell 4 redovisas de antaganden som har gjorts kring hur stor andel av grönyterna inom respektive bebyggelsetyp som ska räknas som kompakterade i de olika scenarierna. Dessa antaganden baseras på rena gissningar och är därför osäkra.

Tabell 4 Andel av grönyterna inom respektive bebyggelsetyp som antas vara kompakterade.

Andel av grönyterna som antas vara kompakterade	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Verksamhetsområde	0,10	0,40	1,00
Innerstadsbebyggelse	0,20	0,60	1,00
Ytterstadsbebyggelse	0,10	0,30	0,50
Villabebyggelse	0,05	0,10	0,20

3. Val av hårdgöringsgrad för olika områdestyper

I Rapport Nr 2013-05 från Svenskt Vatten Utveckling (Tegelberg & Svensson 2013) har, som tidigare nämnts, en kartering av hårdgöringsgrader gjorts för olika områden. Resultaten från denna kartering har använts för att uppskatta andelen hårdgjorda ytor som kan förväntas inom fyra vanligt förekommande områdestyper.

I tabell 5 redovisas andelen hårdgjorda ytor som uppmättes av Tegelberg & Svensson redovisat som 30-percentilen, 50-percentilen samt 70-percentilen för respektive områdestyp. Dessa hårdgöringsgrader har använts för vidare beräkningar i de olika scenarierna.

Tabell 5 Andel hårdgjord yta som kan antas finnas inom respektive områdestyp baserat på detaljerade karteringar utförda av Tegelberg och Svensson 2013.

	Scenario A (30-percentil)	Scenario B (50-percentil)	Scenario C (70-percentil)
Verksamhetsområde	0,82	0,84	0,86
Innerstadsbebyggelse	0,79	0,81	0,91
Ytterstadsbebyggelse	0,47	0,50	0,60
Villabebyggelse	0,37	0,40	0,44

4. Beräkning av nettonederbörd för olika områdestyper

I bilaga E beskrivs en metodik för beräkning av den nettovolym av nederbörden som blir kvar på markytan i ett område efter att avdrag för infiltration och avledning via ledningar har gjorts. Denna metodik har här använts för att beräkna nettonederbörd för olika områdestyper i de olika scenarierna.

Beräkningarna utgår från det klimat som kan förväntas råda år 2100. Uppgifter från SMHI gör gällande att intensiteten för korttidsnederbörd kan förväntas öka med 25 procent jämfört med nuläget (SMHI 2013). I beräkningar har det därför förutsatts att nederbördsintensiteten för en given återkomsttid kommer att vara 25 procent större år 2100 jämfört med i dag.

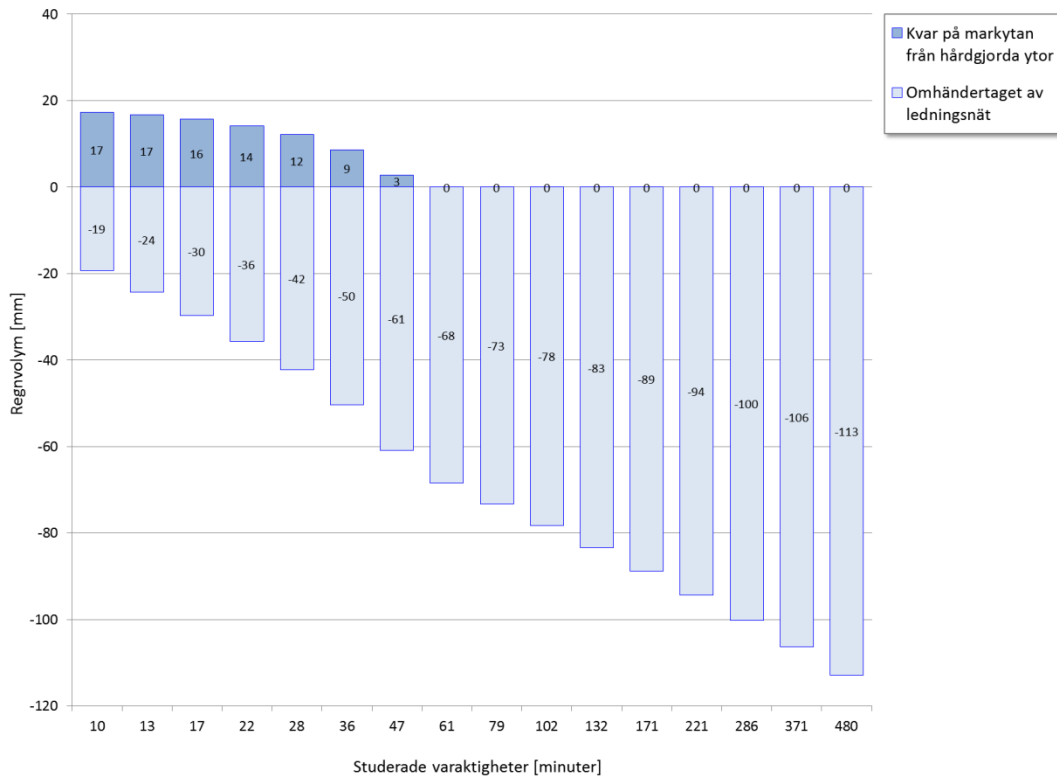
Vidare har det förutsatts att kravet på ledningsnätet år 2100 är att det ska vara dimensionerat för de 10-årsregn som kan förväntas uppträda då. Ett visst spann har dock antagits för ledningskapaciteten i enlighet med de resonemang som förs i avsnitt 1.1.

Hårdgöringsgrader för verksamhetsområden, innerstadsbebyggelse, ytterstadsbebyggelse och villabebyggelse har hämtats från tabell 1.

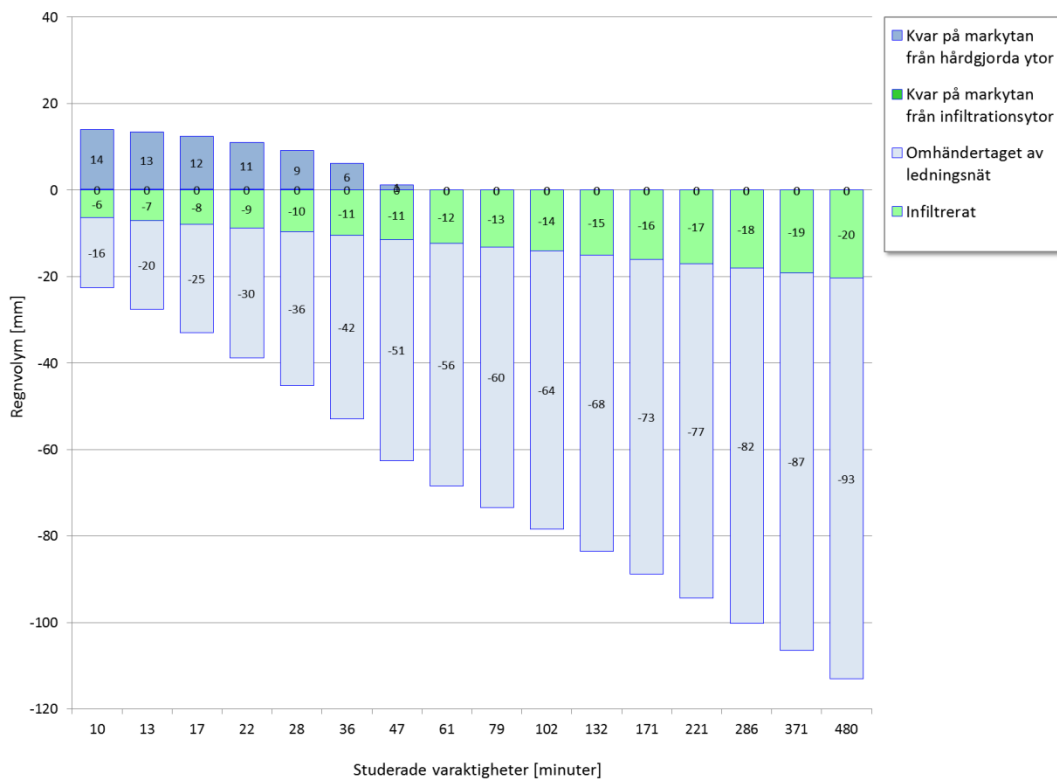
Ingångsparametrar för beräkning av ledningsnätets kapacitet har också hämtats från tabell 1.

Ingångsparametrar för beräkning av infiltration på grönytor har hämtats från tabellerna 5, 6 och 7.

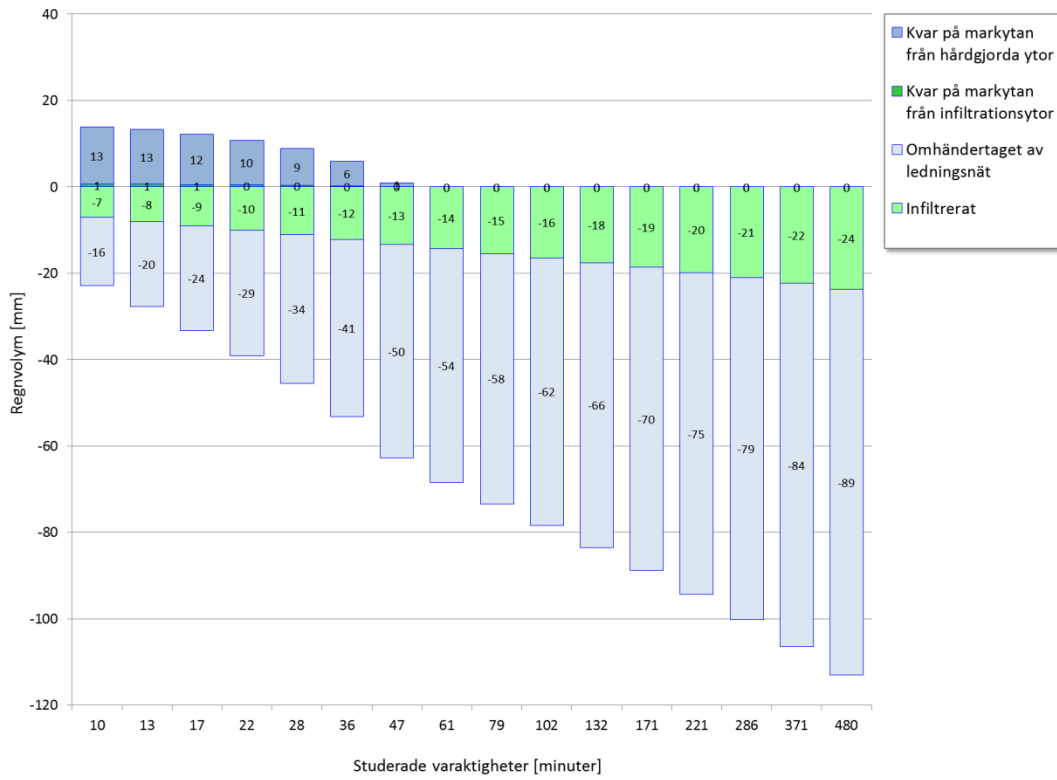
Resultaten från beräkningarna återges i form av grafer i figurerna 2-19.



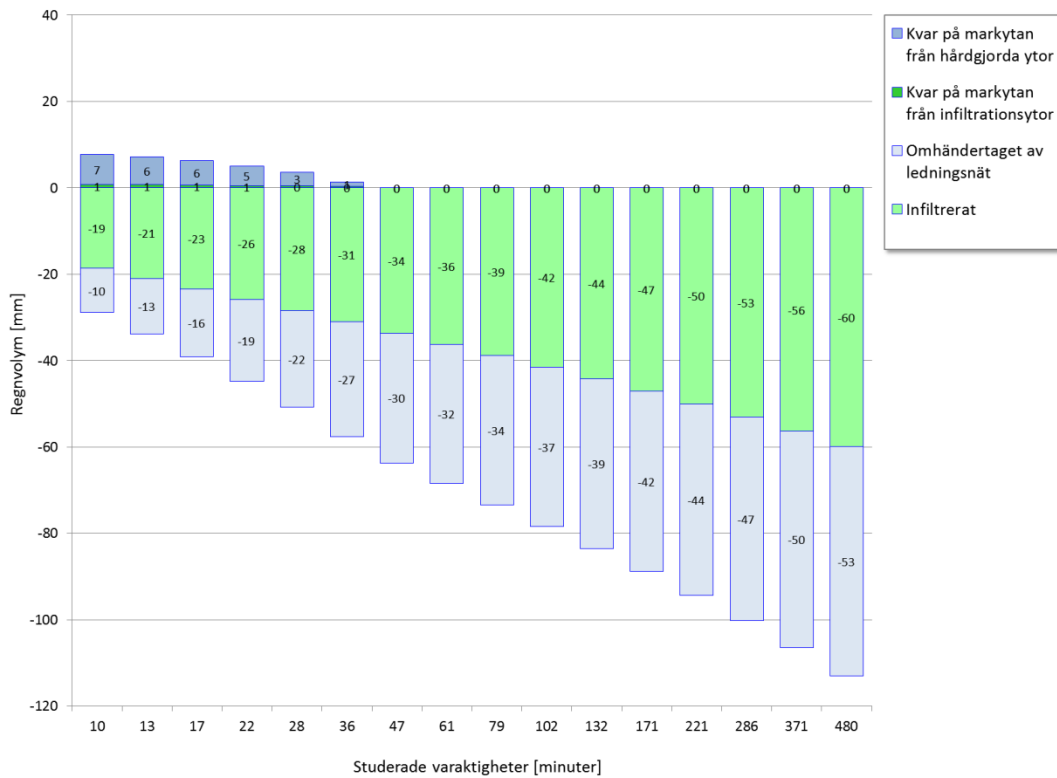
Figur 2 Scenario A helt hårdgjord yta



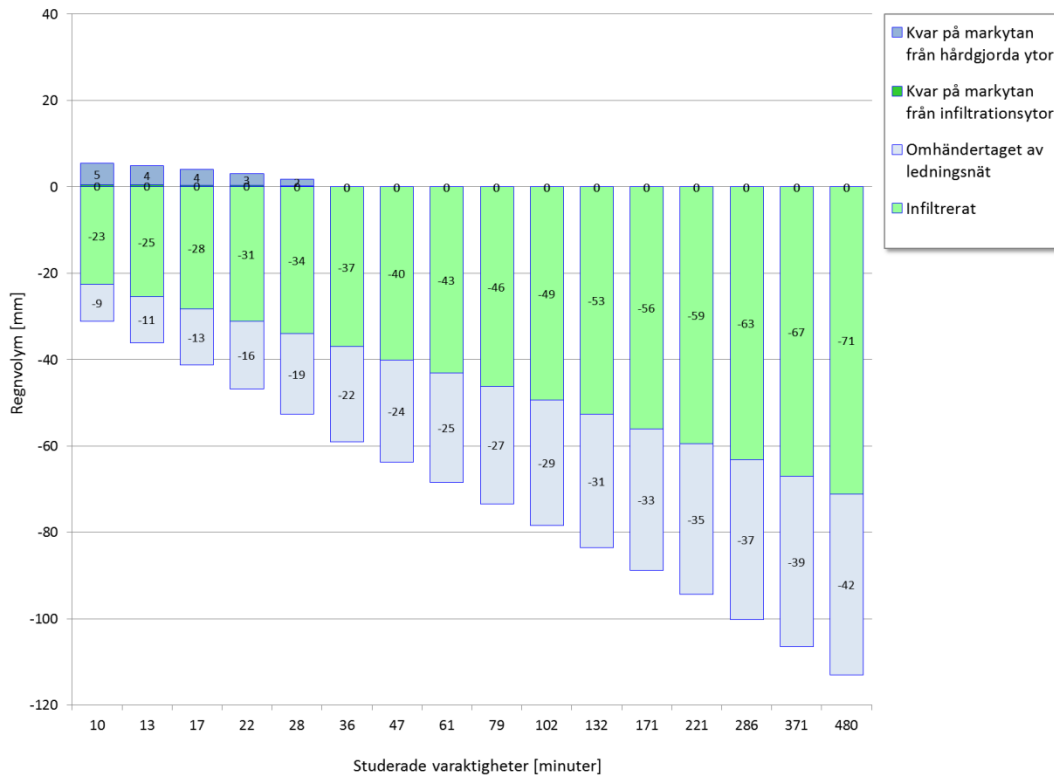
Figur 3 Scenario A verksamhetsområde



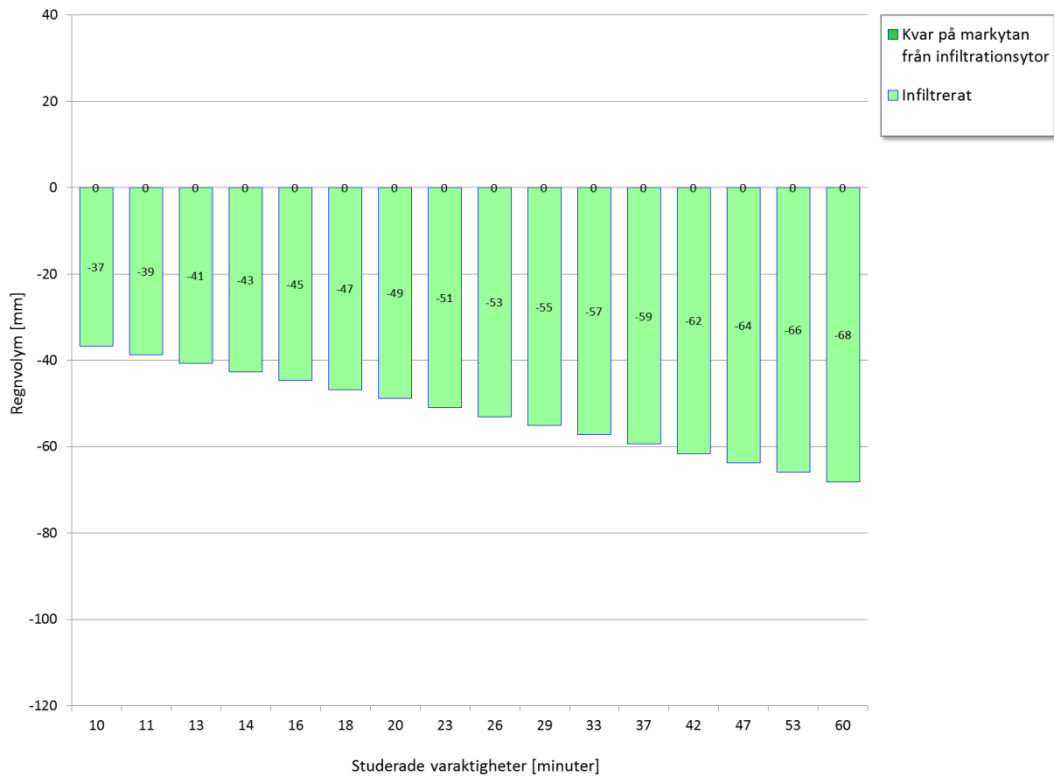
Figur 4 Scenario A innerstadsbebyggelse



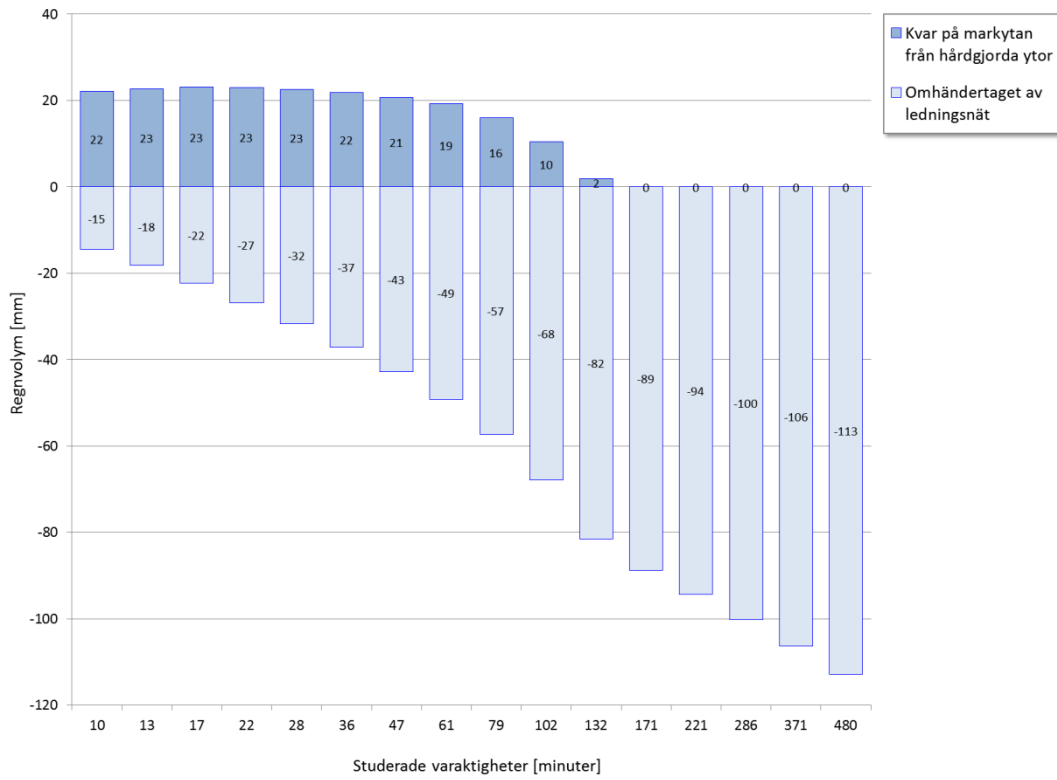
Figur 5 Scenario A ytterstadsbebyggelse



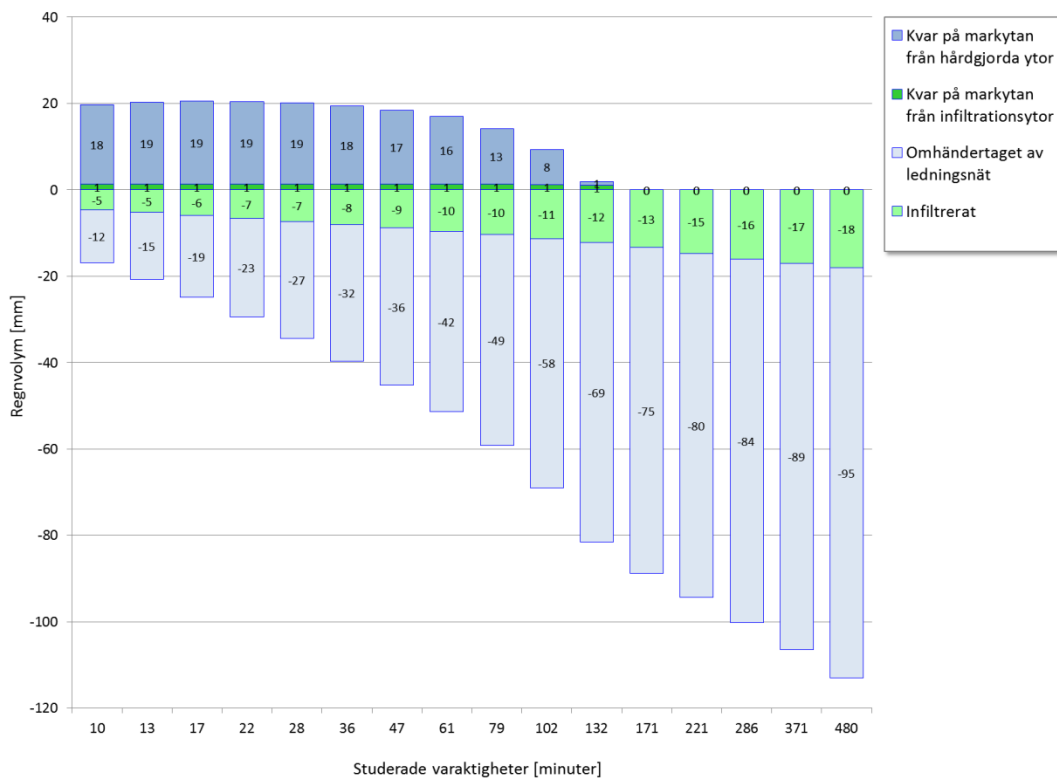
Figur 6 Scenario A villabebyggelse



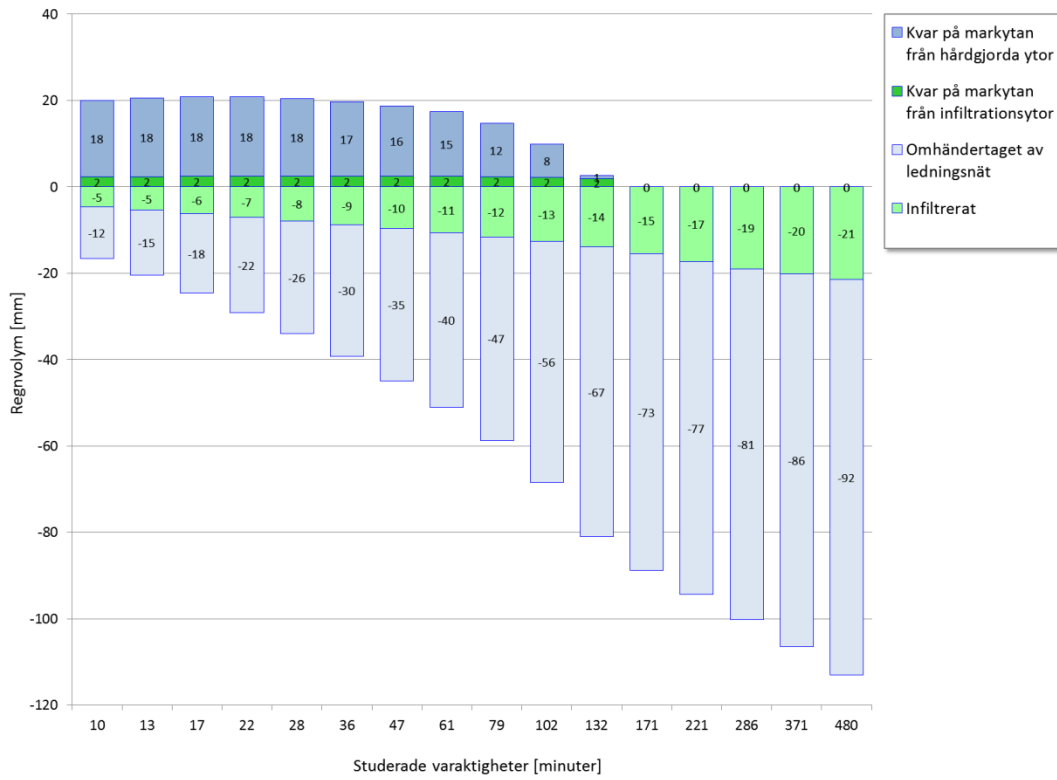
Figur 7 Scenario A grönområde med okompakterad yta



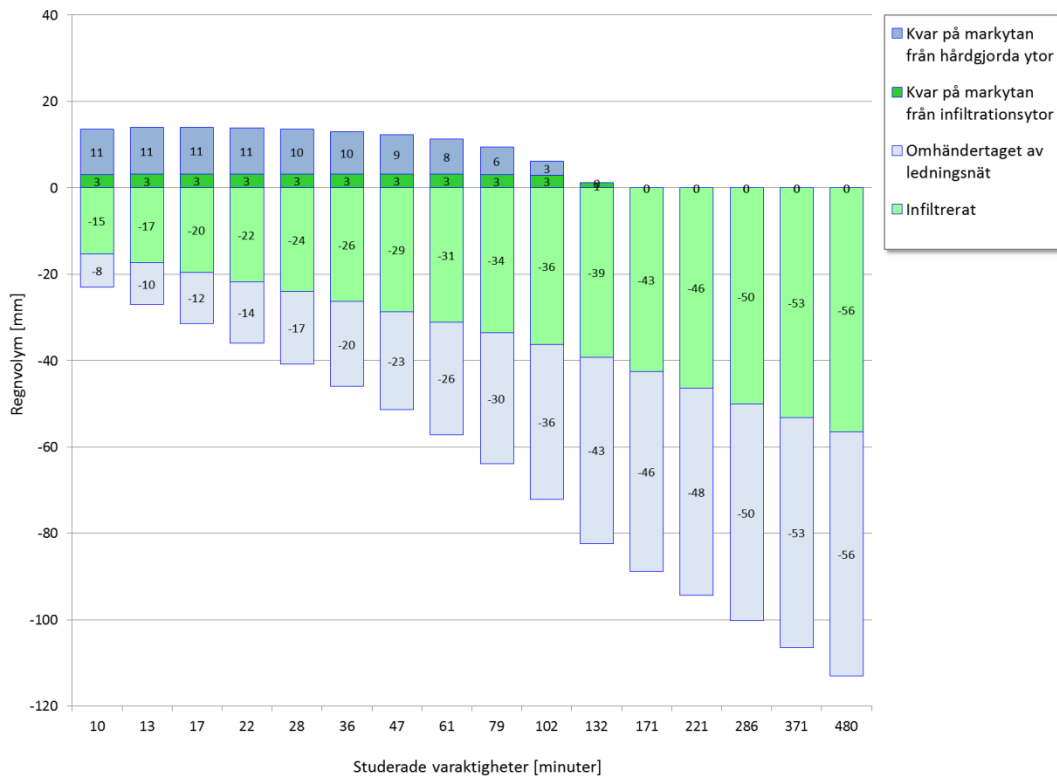
Figur 8 Scenario B helt hårdgjord yta



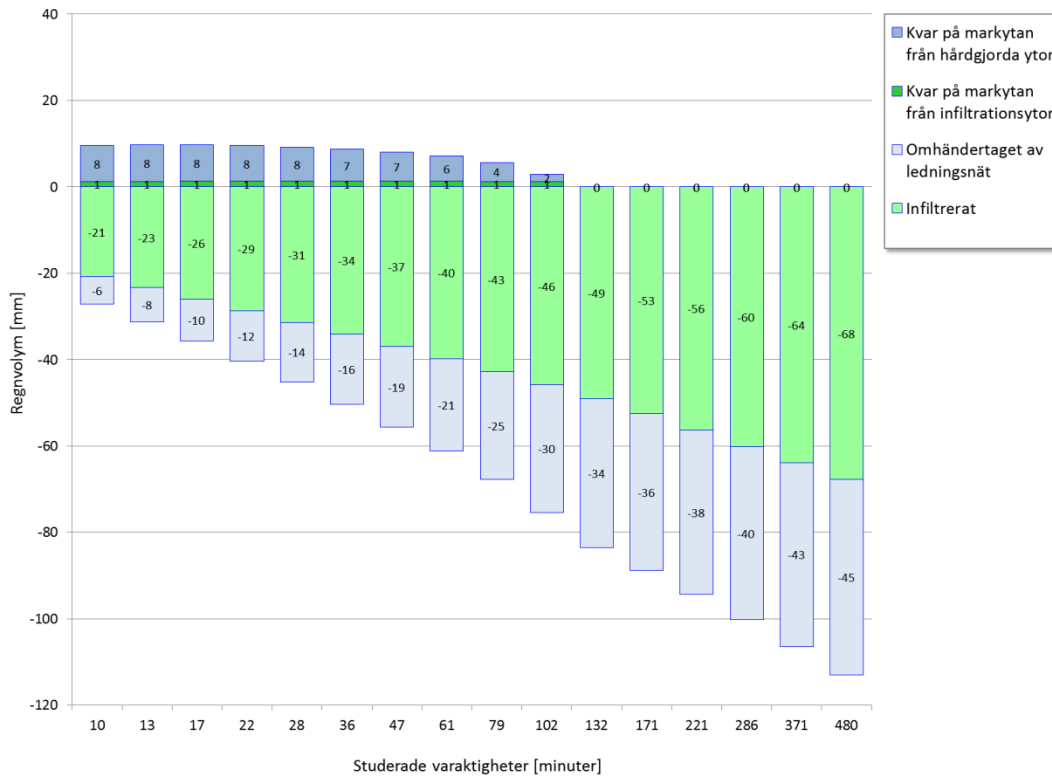
Figur 9 Scenario B verksamhetsområde



Figur 10 Scenario B innerstadsbebyggelse



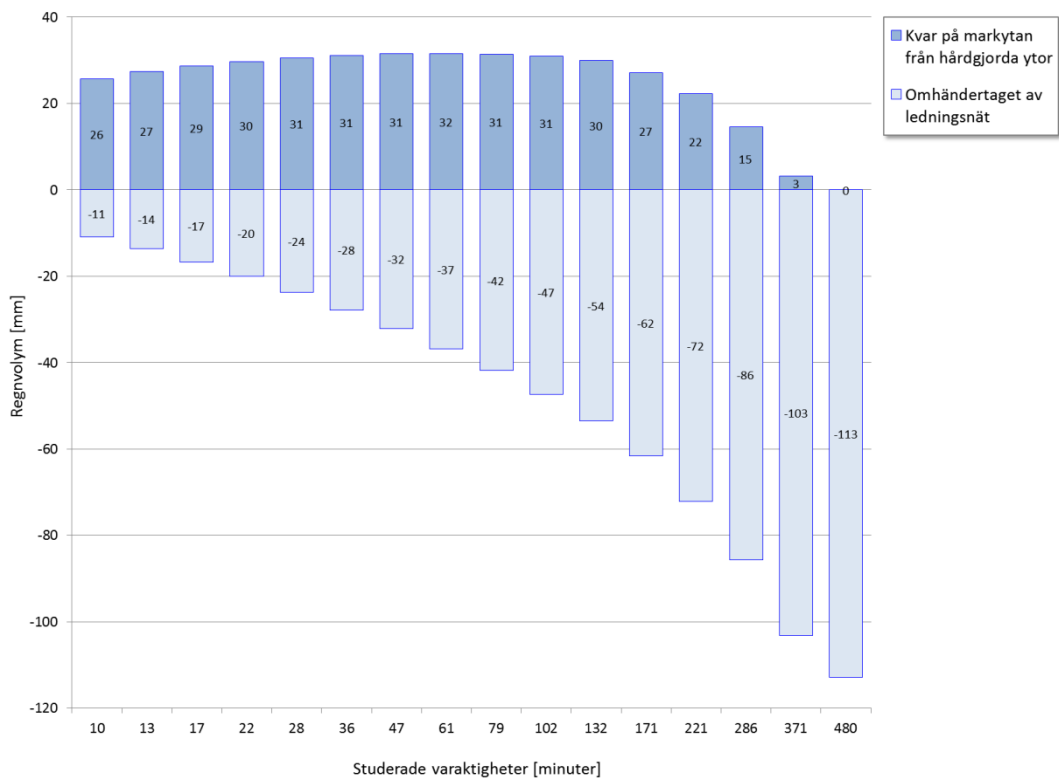
Figur 11 Scenario B ytterstadsbebyggelse



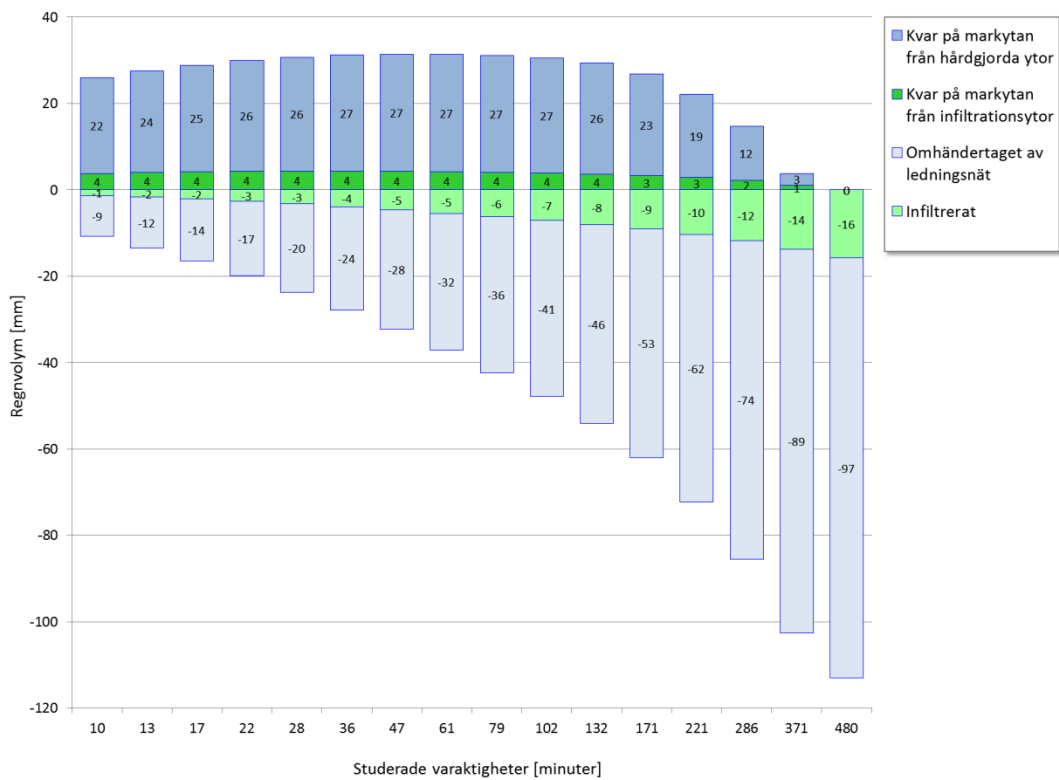
Figur 12 Scenario B villabyggelse



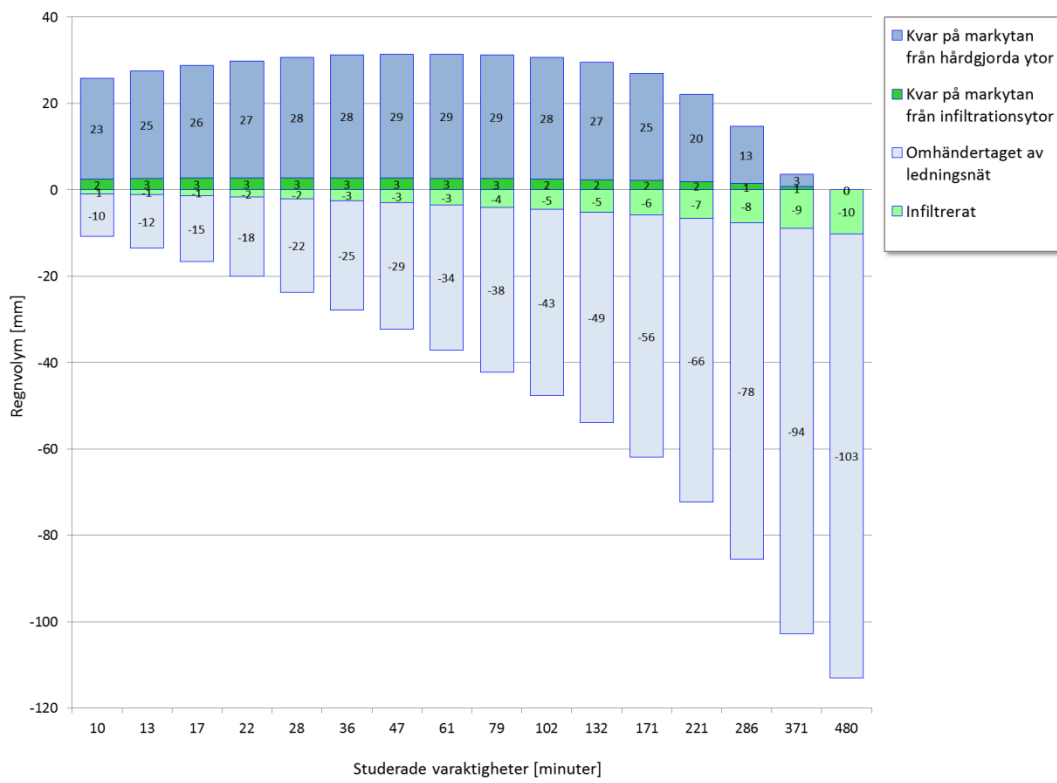
Figur 13 Scenario B grönområde med okompakterad yta



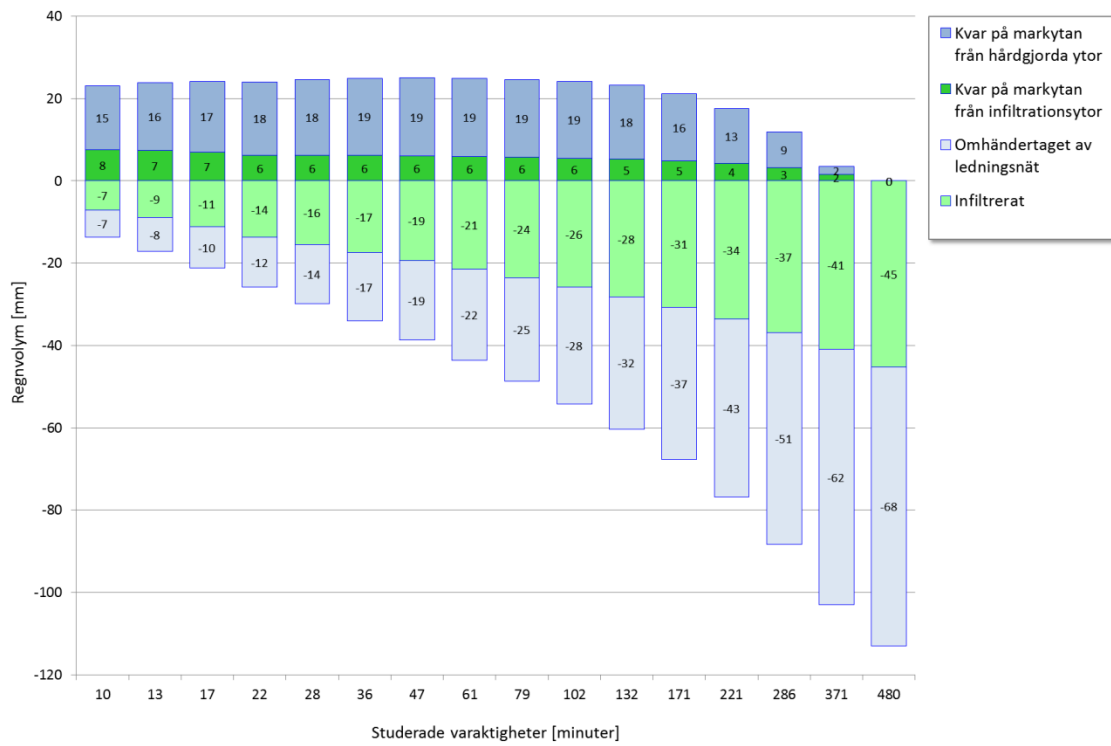
Figur 14 Scenario C helt hårdgjord yta



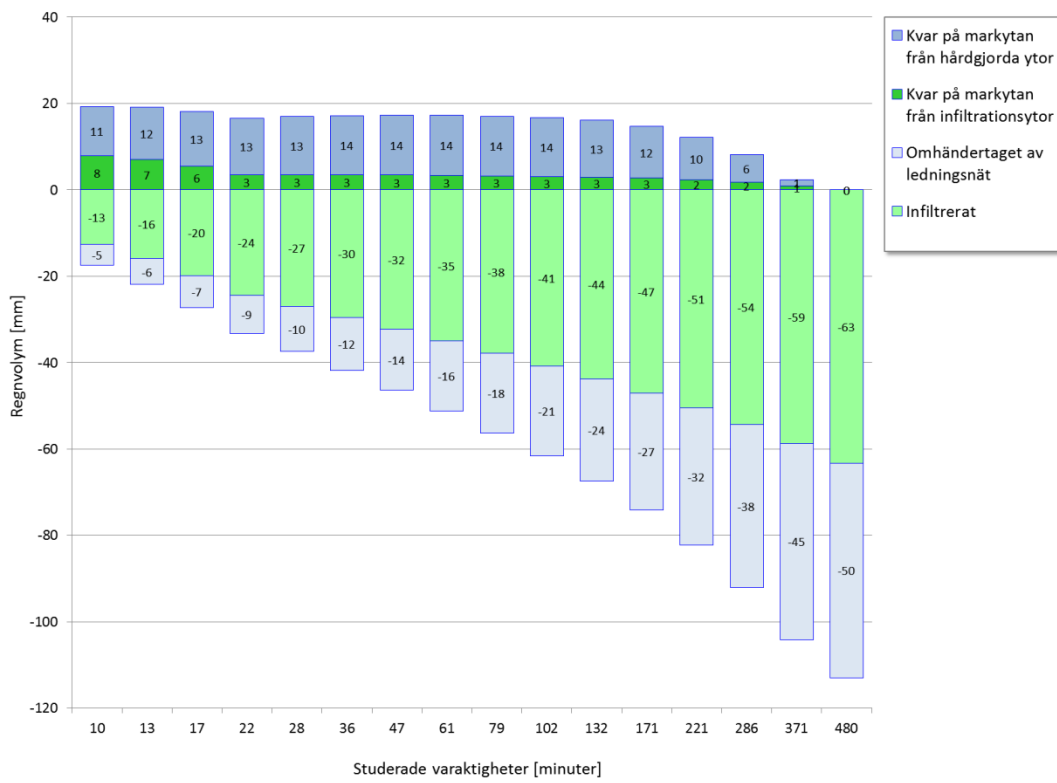
Figur 15 Scenario C verksamhetsområde



Figur 16 Scenario C innerstadsbebyggelse



Figur 17 Scenario C ytterstadsbebyggelse



Figur 18 Scenario C villabebyggelse



Figur 19 Scenario C grönområde med okompakterad yta

För vart och ett av beräkningsfallen som illustreras i figur 2-19 finns en varaktighet vid vilken maximal nettonederbörd erhålls. Denna nettonederbörd och varaktighet är dimensionerande för respektive beräkningsfall. Dimensionerande nettonederbörd och varaktighet redovisas i tabell 6.

Tabell 6 Dimensionerande nettonederbörd och dimensionerande varaktighet.

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Helt hårdgjord yta	16,8 mm 10 min	22,8 mm 17 min	31,5 mm 61 min
Verksamhetsområde	14,1 mm 10 min	20,5 mm 17 min	31,4 mm 47 min
Innerstadsbebyggelse	13,8 mm 10 min	20,9 mm 17 min	31,4 mm 47 min
Ytterstadsbebyggelse	7,77 mm 10 min	14,1 mm 17 min	25,0 mm 47 min
Villabebyggelse	5,51 mm 10 min	9,71 mm 13 min	19,2 mm 10 min
Skogsområde och grönyta	0 mm -	0 mm -	10,9 mm 10 min

Den nettonederbörd som redovisas i tabell 6 utgör den samverkande belastningen från både hårdgjorda ytor och grönytor. I tabell 7 har en uppdelning av belastningen gjorts mellan hårdgjorda ytor och grönytor.

Följande exempel tydliggör kopplingen mellan tabell 6 och tabell 7. För innerstadsbebyggelse beräknad med ingångsparametrar för scenario B erhålls maximal nettonederbörd vid 17 minuters varaktighet. Den totala samverkande nettonederbörden blir då 20,9 mm (se tabell 6). Vid denna varaktighet uppstår enligt beräkningarna en belastning på 22,8 mm på hårdgjorda ytor och en belastning på 12,7 mm på grönytor (se tabell 7). Eftersom 81 % av innerstadsbebyggelsen yta utgörs av hårdgjorda ytor i scenario B (se tabell 5) bidrar dessa ytor med $22,8 \cdot 0,81 = 18,468$ mm. På motsvarande sätt bidrar grönytorerna i villaområdet med $12,7 \cdot 0,19 = 2,413$ mm. Tillsammans ger det en nettobelastning på $18,468 + 2,413 = 20,881$ mm, vilket avrundas till 20,9 mm (se tabell 6).

Tabell 7 Dimensionerande nettonederbörd fördelat på hårdgjorda ytor respektive grönytor.

	Scenario A		Scenario B		Scenario C	
	Hård [mm]	Grön [mm]	Hård [mm]	Grön [mm]	Hård [mm]	Grön [mm]
Helt hårdgjord yta	16,8	-	22,8	-	31,5	-
Verksamhetsområde	16.8	1.45	22.8	8.46	31.5	30.5
Innerstadsbebyggelse	16.7	2.91	22.8	12.7	31.5	30.5
Ytterstadsbebyggelse	14.9	1.45	21.8	6.35	31.5	15.2
Villabebyggelse	13.6	0.727	21.2	2.08	25.8	14.1
Skogsområde och grönyta	-	0	-	0	-	10,9

Av tabell 7 framgår det att den dimensionerande nettonederbörden på hårdgjorda ytor varierar mellan olika områdestyper. Det finns två anledningar till detta. För det första är avloppssystemets kapacitet beroende av hårdgöringsgraden inom den aktuella områdestypen. Av beräkningstekniska skäl har hela avdraget för avloppssystemet gjorts för de hårdgjorda ytorna. Detta innebär att hårdgjorda ytor i områden med stor andel grönytor tenderar att få ett högre avdrag för avledning via avloppssystem än hårdgjorda ytor i områden med mindre andel grönytor. För det andra kan olika varaktigheter bli dimensionerande för olika områdestyper vilket innebär att maximal dämning i dessa fall sker vid olika regnhändelser.

I den hydrauliska avrinningsmodellen påförs nettonederbörden med utgångspunkt från de markanvändningar som finns representerade i markanvändningsrastret. Ingen åtskillnad görs här mellan hårdgjorda ytor i olika typer av områden. Det går i detta sammanhang inte att skilja på tak och vägar i innerstadsbebyggelse från tak och vägar i villaområden. Med hänsyn till detta måste resultaten i tabell 7 omfördelas så att nettonederbörden för hårdgjorda ytor blir densamma för alla områdestyper i ett givet scenario, samtidigt som den totala nettonederbörden för området som helhet inte ändras. Detta kan åstadkommas genom att flytta en del av nederbördsvolymen från grönytor till hårdgjorda ytor för markanvändningar med större andel grönytor. En sådan omfördelning har gjorts i tabell 8.

Följande exempel tydliggör kopplingen mellan tabell 7 och tabell 8. För villabebyggelse beräknad med ingångsparametrar för scenario B erhålls en dimensionerande nettonederbörd på 21,2 mm för hårdgjorda ytor (se tabell 7). Denna skulle behöva ökas till 22,8 mm för att korrespondera med nettonederbörden över hårdgjorda ytor i områdestyper med mindre andel grönska, t.ex. innerstadsområden. Om den totala nettonederbörden från villaområdet ska hållas konstant på 9,71 mm (se tabell 6) måste nettonederbörden på grönytor minska i motsvarande omfattning som nettonederbörden över de hårdgjorda ytorna ökas. Eftersom de hårdgjorda ytorna i villaområdet utgör 40 % av ytan (se tabell 5) måste nederbörden från grönytor, som utgör 60 % av totalytan, då sättas till $(9,71 - 0,4 \cdot 22,8) / 0,6 = 0,983$ mm (se tabell 8).

Tabell 8 Dimensionerande nettonederbörd fördelat på hårdgjorda ytor respektive grönytor efter omfördelning av nederbördsvolymen i syfte att erhålla enhetlig nettonederbörd för hårdgjorda ytor.

	Scenario A		Scenario B		Scenario C	
	Hård [mm]	Grön [mm]	Hård [mm]	Grön [mm]	Hård [mm]	Grön [mm]
Helt hårdgjord yta	16.8	-	22.8	-	31.5	-
Verksamhetsområde	16.8	1.80	22.8	8.42	31.5	30.8
Innerstadsbebyggelse	16.8	2.51	22.8	12.8	31.5	30.4
Ytterstadsbebyggelse	16.8	-0.238	22.8	5.40	31.5	15.3
Villabebyggelse	16.8	-1.12	22.8	0.983	31.5	9.54
Skogsområde och grönyta	-	0	-	0	-	10,9

5. Val av hårdgöringsgrad för kvartersmark

Eftersom de markanvändningar som finns representerade i markanvändningsrastret inte helt korresponderar mot de områdestyper för vilka dimensionerande nettonederbörd har beräknats i tabell 8 måste resultaten bearbetas ytterligare.

För vissa markanvändningskategorier, till exempel vägar, tak och olika typer av grönområden fordras ingen vidare analys. Vägar och tak antas helt enkelt vara hårdgjorda medan grönområden antas vara gröna.

För de ytor som klassats som kvartersmark i markanvändningsrastret är det lite mer komplicerat. Inom dessa markanvändningskategorier förekommer det i allmänhet både hårdgjorda ytor och grönytor. En intern uppdelning av dessa ytor i hårdgjorda ytor respektive grönytor måste därför göras.

I detta sammanhang är det också angeläget att fånga upp och korrigera för systematiska fel som eventuellt kan ha uppstått vid den uppdelning i olika ytor som gjordes när markanvändningsrastret skapades. En sådan korrigering har gjorts genom att kalibrera hårdgöringsgraden på kvartersmark för respektive områdestyp så att områdestypen som helhet får en rimlig hårdgöringsgrad när all markanvändning inom områdestypen vägs samman.

De hårdgöringsgrader som måste ansättas till markanvändningsrastrets kvartersmarker för att respektive områdestyp som helhet ska få en hårdgöringsgrad som överensstämmer med värdena i tabell 5 har därför beräknats och resultaten redovisas i tabell 9.

Beräkningen av kvartersmarkens hårdgöringsgrad har gjorts genom att, för varje områdestyp, välja ut fyra större och väl avgränsade exempelområden i markanvändningsrastret. Dessa exempelområden omfattar både vägar, tak, grönytor och kvartersmark. Den genomsnittliga hårdgöringsgraden för de utvalda exempelområdena har sedan jämförts med den andel hårdgjord yta som borde finnas inom den aktuella områdestypen enligt tabell 5. Kvartersmarken har alltså tilldelats en hårdgöringsgrad som gör att de utvalda exempelområdenas totala hårdgöringsgrad överensstämmer så väl som möjligt med den förväntade hårdgöringsgraden enligt tabell 5.

Tabell 9 Andel hårdgjord yta som kan antas finnas inom respektive områdestyps kvartersmark baserat på GIS-analys utförd på det framtagna markanvändningsrastret.

	Scenario A (30-percentil)	Scenario B (50-percentil)	Scenario C (70-percentil)
Kvartersmark verksamhetsområde	0,86	0,90	0,93
Kvartersmark innerstadsbebyggelse	0,40	0,47	0,82
Kvartersmark ytterstadsbebyggelse	0,30	0,42	0,75
Kvartersmark villabebyggelse	0,16	0,21	0,26

Det bör poängteras att de i tabell 9 framräknade hårdgöringsgraderna inte utgör ett mått på hur stor andel av kvartersmarken som kan antas vara hårdgjord i verkligheten. Snarare bör de framräknade hårdgöringsgraderna ses som en kombination av en verklig hårdgöringsgrad inom kvartersmarken och en fiktiv kalibreringsparameter som korrigerar för systematiska felbedömningar av markanvändningen inom områdestypen som helhet.

Genom att kombinera den dimensionerande nettonederbörden för hårdgjorda ytor och grönytor från tabell 8 med hårdgöringsgraden för kvartersmark enligt tabell 9 kan den dimensionerande nettonederbörden för respektive områdestyp beräknas. Resultatet redovisas i tabell 10.

Tabell 10 Dimensionerande nettonederbörd efter kalibrering mot markanvändningsraster.

	Scenario A [mm]	Scenario B [mm]	Scenario C [mm]
Helt hårdgjorda markanvändningar	17	23	32
Kvartersmark verksamhetsområden	15	21	31
Kvartersmark innerstadsbebyggelse	8	17	31
Kvartersmark ytterstadsbebyggelse	5	13	27
Kvartersmark villabebyggelse	2	6	15
Grönområden utan hårdgjorda ytor	0	0	11

Med ledning av värdena i tabell 10 har dimensionerande nettonederbörd ansatts även till markanvändningar som ej finns representerade i tabellen, till exempel koloniområden, idrottsplatser, järnvägar och olika typer av ospecificerade markanvändningar. För markkategorin sankmark har hela nederbördsvolymen vid dimensionerande varaktighet använts som indata utan reduktion för vare sig infiltration eller ledningsnät. Resultatet redovisas i tabell 11.

För scenario D har nettonederbörden för samtliga markanvändningar valts i enlighet med nettonederbörden för hårdgjorda ytor i scenario B.

6. Indata till hydraulisk markavrinningsmodell

Indata till markavrinningsmodellen i form av nettonederbörd har tagits fram i enlighet med resonemangen i föregående avsnitt. Samtliga indata redovisas i tabell 11.

Tabell 11 Dimensionerande nettonederbörd som används i den hydrauliska markavrinningsmodellen.

	Scenario A [mm]	Scenario B [mm]	Scenario C [mm]	Scenario D [mm]
Tak	17	23	32	23
Vägar	17	23	32	23
Torg	17	23	32	23
Hamnar och bryggor	17	23	32	23
Kvartersmark verksamhetsområden	15	21	31	23
Kvartersmark innerstadsbebyggelse	8	17	31	23
Kvartersmark ytterstadsbebyggelse	5	13	27	23
Kvartersmark villabebyggelse	2	6	15	23
Bostadsområden ospecificerade	5	10	20	23
Koloniområde	2	6	15	23
Idrottsplatser	5	15	30	23
Järnvägar	5	10	25	23
Ospecificerad markanvändning	5	15	30	23
Grönområde	0	0	11	23
Skogsområde	0	0	11	23
Sankmark	37	48	65	23

Nettonederbörden och den efterföljande avrinningen har modellerats i enlighet med de tidsförlopp som anges i tabell 12.

Tabell 12 Tidsförlopp som används i den hydrauliska markavrinningsmodellen.

	Scenario A [minuter]	Scenario B [minuter]	Scenario C [minuter]	Scenario D [minuter]
Tid med nederbördsbelastning	10	20	50	20
Total modelleringstid	60	120	360	120

De valda tidsförloppen utgår från resultaten som redovisas i figurerna 2-19. Tiden med nederbördsbelastning är vald med utgångspunkt från dimensionerande varaktigheter för respektive scenario medan den totala modelleringstiden är vald med utgångspunkt från längsta varaktighet med nettotillförsel av regn för respektive scenario.

7. Referenser

Engdahl 1975, Bestämning av infiltrationskapacitet i främst lerjordar inom Angered. Publikation B49, Chalmers Tekniska Högskola / Göteborgs Universitet Geologiska institutionen.

Pit 1999, Infiltration through Disturbed Urban Soils and Compost Amended Soil Effects on Runoff Quality and Quantity. EPA/600/R-00/016, United States Environmental Protection Agency.

Svenskt Vatten 2004, Dimensionering av allmänna avloppsledningar, Publikation P90.

SMHI 2013, Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige, Klimatologi Nr 6, 2013.

Tegelberg & Svensson 2013, Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter, Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2013-05.



Stockholm Vatten AB

Tel 08-522 120 00

stockholmvatten@stockholmvatten.se

www.stockholmvatten.se

En del av Stockholms stad