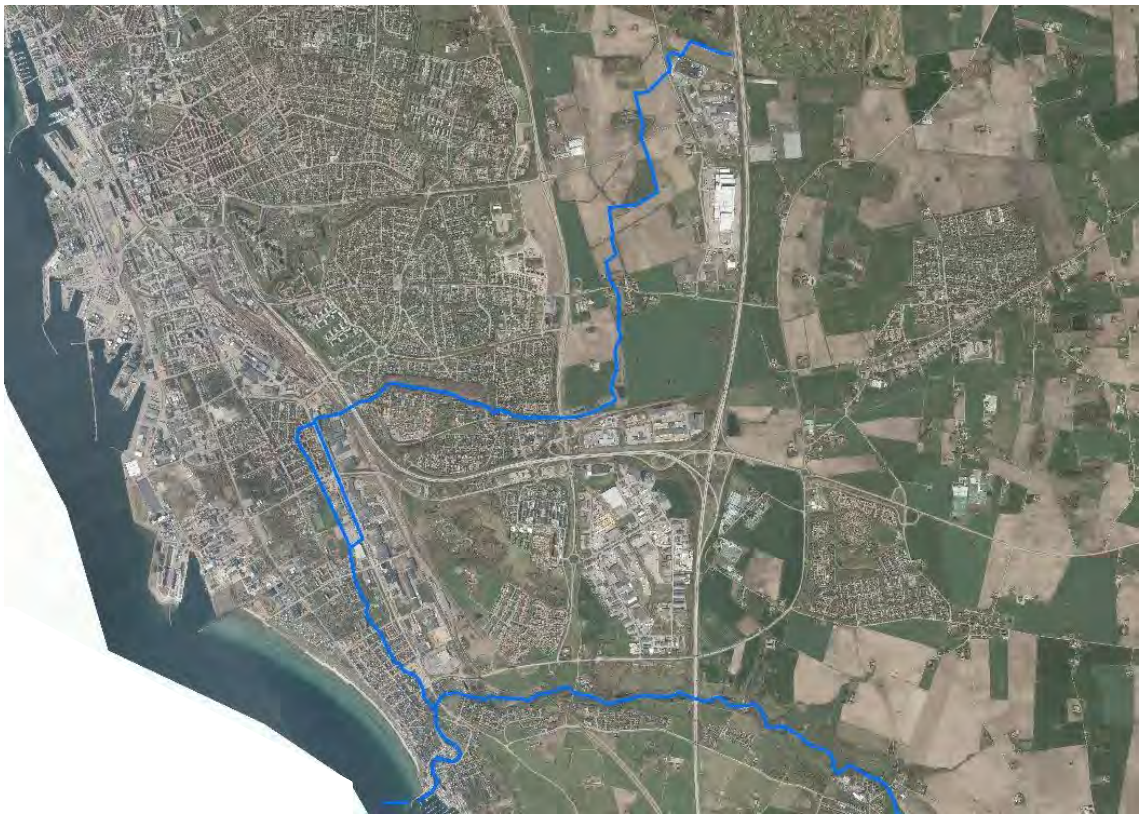
PM MODELLERING AV LUSSEBÄCKEN

UNDERLAG TILL KLIMATANPASSNINSPLAN FÖR HELSINGBORGS STAD
UPPDRAGSNUMMER 1220237000



DATUM
2016-06-15

Förord

Sweco har fått i uppdrag av Helsingborgs Stad att genomföra en klimatanalys i syfte att utgöra underlag till en framtida klimatanpassning av Helsingborgs Stad. I föreliggande PM kartläggs översvämningsriskerna utmed Lussebäcken och Råån för projektområdet. I denna del har Sebastian Irminger-Street varit handläggare och Björn Almström teknisk granskare.

Björn Almström
Uppdragsledare

Olof Persson
Kvalitetsansvarig

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE 201 22 Malmö, Sverige
Telefon +46 (0)040167000
Fax
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Sebastian Irminger-Street
Civilingenjör
Kust och vattendrag
Telefon direkt +46 (0)4 016 70 15
Mobil +46 (0)722 16 35 03
sebastian.irminger@sweco.se

Innehållsförteckning

1	**MIKE11-modell**	**1**
1.1	Allmänt	1
1.2	Modellförutsättningar	1
1.2.1	Indata	1
1.2.2	Stomlinje	2
1.2.3	Tvärsektioner	2
1.2.4	Sjöar och översvämningsytor	3
1.2.5	Hydrauliska parametrar	3
1.2.6	Dammar och utskov	3
1.2.7	Broar	3
1.2.8	Randvillkor	4
2	**Resultat**	**7**
2.1	Översvämningskartor	7
2.2	Dämning från Öresund	11
2.3	Dämning vid broar	12
3	**Slutsats**	**14**
4	**Referenser**	**15**

Bilagor

Bilaga 1 Broar i Lussebäcken
Bilaga 2 Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde, hela modellområdet
Bilaga 3 Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde, hela modellområdet
Bilaga 4 Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde, hela modellområdet
Bilaga 5 Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde, delområde 1
Bilaga 6 Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde, delområde 1
Bilaga 7 Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde, delområde 1
Bilaga 8 Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde, delområde 2
Bilaga 9 Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde, delområde 2
Bilaga 10 Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde, delområde 2

1 MIKE11-modell

1.1 Allmänt

En översvämningskartering har genomförts för Råån och dess biflöde Lussebäcken.

Sweco har tidigare upprättat en MIKE11-modell för Råån för sträckan från Sireköpinge (uppströms Tågarp) ner till mynningen i Öresund (Sweco, 2014). Sträckan är ca 23 km lång och har en fallhöjd av ca 35 m. Uppbyggnad och dokumentation av MIKE11-modellen beskrivs i separat handling (Sweco, 2014).

Till befintlig MIKE11-modell över Råån har en modell över Lussebäcken kopplats. Modellen över Lussebäcken sträcker sig från E6:an till bäckens mynning i Råån, en sträcka av cirka 10 km och en fallhöjd av cirka 48 m.

Alla höjder refererar till höjdsystemet RH 2000, såvida något annat inte uttryckligen anges. Modellen är upprättad i RH 2000.

För modellsimuleringarna har den hydrauliska modellen MIKE11, version 2012, använts.

1.2 Modellförutsättningar

1.2.1 Indata

Följande indata har utnyttjats som modellunderlag:

Tvärsektionsbeskrivning:

- Inmätningar av Lussebäckens åfåra, genomförda med högprecisions-GPS av Sweco och Helsingborgs stad i samband med att modellen upprättades.
- Inmätningar av Lussebäckens åfåra, genomförda med högprecisions-GPS av Helsingborg stad år 2008.
- Lantmäteriets GSD-höjddata grid 2+.

Begränsande sektioner vid broar:

- Fältmätningar av brodimensioner.
- Broritningar från BatMan (Trafikverket).

Dammar:

- Vid Ramlösa park finns ett fast överfall som reglerar nivån i dammen i parken. Överfallet mättes in av Sweco i februari 2016.

1.2.2 Stomlinje

Stomlinje för Råån har hämtats från tidigare modellering.

Stomlinje för Lussebäcken framgår av figur 1.1. I höjd med Landskronavägen övergår bäcken in i en lång kulvert. Kulvertens exakta läge har i studien inte varit känt, men dess skattade läge framgår av figur 1.1. Med skattad placering är kulverten cirka 1,1 km lång.

Figur 1.1 *Stomlinje för Lussebäcken som används i modellen. I figurens högra del syns en förstoring av kulverterad del. Kulverten har lagts i en egen stomlinje (streckad) för att hantera att vatten kan rinna på ytan över eller längs med Landskronavägen om dämningen blir tillräckligt stor.*

1.2.3 Tvärsektioner

Tvärsektionerna har lagts i modellen så att de beskriver variationer i modellområdet avseende åns tvärsektioner och lutning. Totala antalet tvärsektioner som i modellen representerar Lussebäcken är 135. Lussebäckens åfåra har beskrivits av de inmätningar som Sweco och Helsingborgs stad har gjort. Marken kring åfåran har beskrivits av Lantmäteriets GSD-höjddata grid 2+.

Längdkoordinater (”Chainage”) för Lussebäckens tvärsektioners har definierats med början i mynningen i Råån, där Chainage är 0.

1.2.4 Sjöar och översvämningsytor

Inga sjöar finns längs Lussebäcken. Den damm som finns vid Ramlösa park beskrivs i kapitel 1.2.6.

1.2.5 Hydrauliska parametrar

Hydrauliska egenskaper har i MIKE11 beräknats med hjälp av ”resistance radius”-formuleringen.

Bottenråheten har definierats med hjälp av Mannings tal M med ett unikt värde per tvärsektion. I tidigare modellering av Råån användes standardvärde 18 $m^{1/3}/s$, utom på en ca 230 lång sträcka där värdet har ansatts till 14 $m^{1/3}/s$ (Sweco, 2014). Med ledning av de kalibrerade resultaten för Råån används 18 $m^{1/3}/s$ som standardvärde för Lussebäcken.

Vid beräkningarna har vågapproximationen ”High order fully dynamic” antagits globalt.

1.2.6 Dammar och utskov

Vid Ramlösa park finns en liten damm. Utloppet från dammen regleras passivt av ett fast överfall. Överfallets dimensioner har mätts in av Sweco. Överfallet har lagts in som ett brett överfall (”Broad crested weir”).

1.2.7 Broar

Totalt har 25 broar inkluderats i modellen längs Lussebäckens åfåra. Broarnas dimensioner kommer från fältmätningar eller broritningar. I ett fåtal fall har dimensioner saknats, men bilder har funnits att tillgå. Broarna har då antagits ha samma dimension som uppströms kända broar.

I tabell 1.1 redovisas de broar som är beskrivna i modellen. Broarnas läge redovisas i Bilaga 1.

Tabell 1.1 Broar inlagda i Lussebäcken.

Bro	Branch	Chainage
Lybecksgatan	Lussebacken	210
Mårtensgatan	Lussebacken	522
Timmermannagatan	Lussebacken	620
Luciagatan	Lussebacken	759
Keilergatan	Lussebacken	887
Starkoddarsgatan	Lussebacken	1116
Elektrogatan	Lussebacken	1456
Landskronavägen	Hjalpfara	6
LaCours gata	Lussebacken	2986
ID16	Lussebacken	3080

Bro	Branch	Chainage
Folke Bernadottes väg	Lussebacken	3359
Svanehalsgatan	Lussebacken	3397
Bendzgatan	Lussebacken	3452
Ramlösa park	Lussebacken	4527
Södra Brunnsvägen	Lussebacken	4600
Hövdingegatan	Lussebacken	4821
Österleden	Lussebacken	5450
ID22	Lussebacken	5643
Påarpsvägen	Lussebacken	6847
Ljusekullavägen	Lussebacken	8504
ID20	Lussebacken	8708
ID21	Lussebacken	8803
Fältarpsvägen	Lussebacken	9020
Långebergavägen	Lussebacken	9284

Broarna är modellerade som kulvertar och som breda överfall (”Broad Crested Weir”).

1.2.8 Randvillkor

Förväntade 100- och 200-årsflöden i Råån år 2065 och år 2100 har beskrivits i tidigare utredningar (Sweco, 2016). Flödet som då angavs avser flödet i Rååns huvudfåra. För att beräkna flödet i Lussebäcken antas att flödesbidraget till Rååns huvudfåra är proportionellt mot delavrinningsområdets storlek. Delarinningsområdet för Lussebäcken är 27 km^2, vilket är 16% av Rååns totala avrinningsområde (165 km^2). Det antas därmed att 16% av flödet i Råån tillkommer från Lussebäcken.

Tabell 1.2 redovisar de randvillkor som används i MIKE11-modellen. ”Chainage” visar hur långt från mynningen som flödet antas tillkomma. När intervall anges speglar det att flödet antas tillkomma jämnt fördelat över den sträcka som anges (”Distributed source”). Uppgifter om 200-årsflödet år 2065 saknas i underlaget. Tabell 1.3 anger använda randvillkor för vattennivå i Öresund.

Tabell 1.2 Randvillkor för flöde till MIKE11-modellen.

Plats	Chainage	100-årsflöde		200-årsflöde	
		År 2065	**År 2100**	**År 2065**	**År 2100**
Råån					
Nedan biflöde i Sireköpinge	22 789	15 m^3/s	16 m^3/s	Saknas	16 m^3/s
Bröddebacken	22 700-5 711	17,8 m^3/s	18,5 m^3/s	Saknas	21 m^3/s
Lussebäcken					
Modellens startpunkt (E6)	10 000-3 000	5 m^3/s	5,2 m^3/s	Saknas	5,6 m^3/s
Nedan kulvert vid Råå IP	1 500-0	1,2 m^3/s	1,3 m^3/s	Saknas	1,4 m^3/s
Totalt flöde vid Rååns mynning		**39 m^3/s**	**41 m^3/s**		**44 m^3/s**

Tabell 1.3 Randvillkor för vattennivå i havet relativt RH2000.

Randvillkor havet (RH 2000)	Medelvattenyta	100-årshögvatten
År 2065	+0,5 m	+2,6 m
År2100	+1,0 m	+3,1 m

2 Resultat

2.1 Översvämningskartor

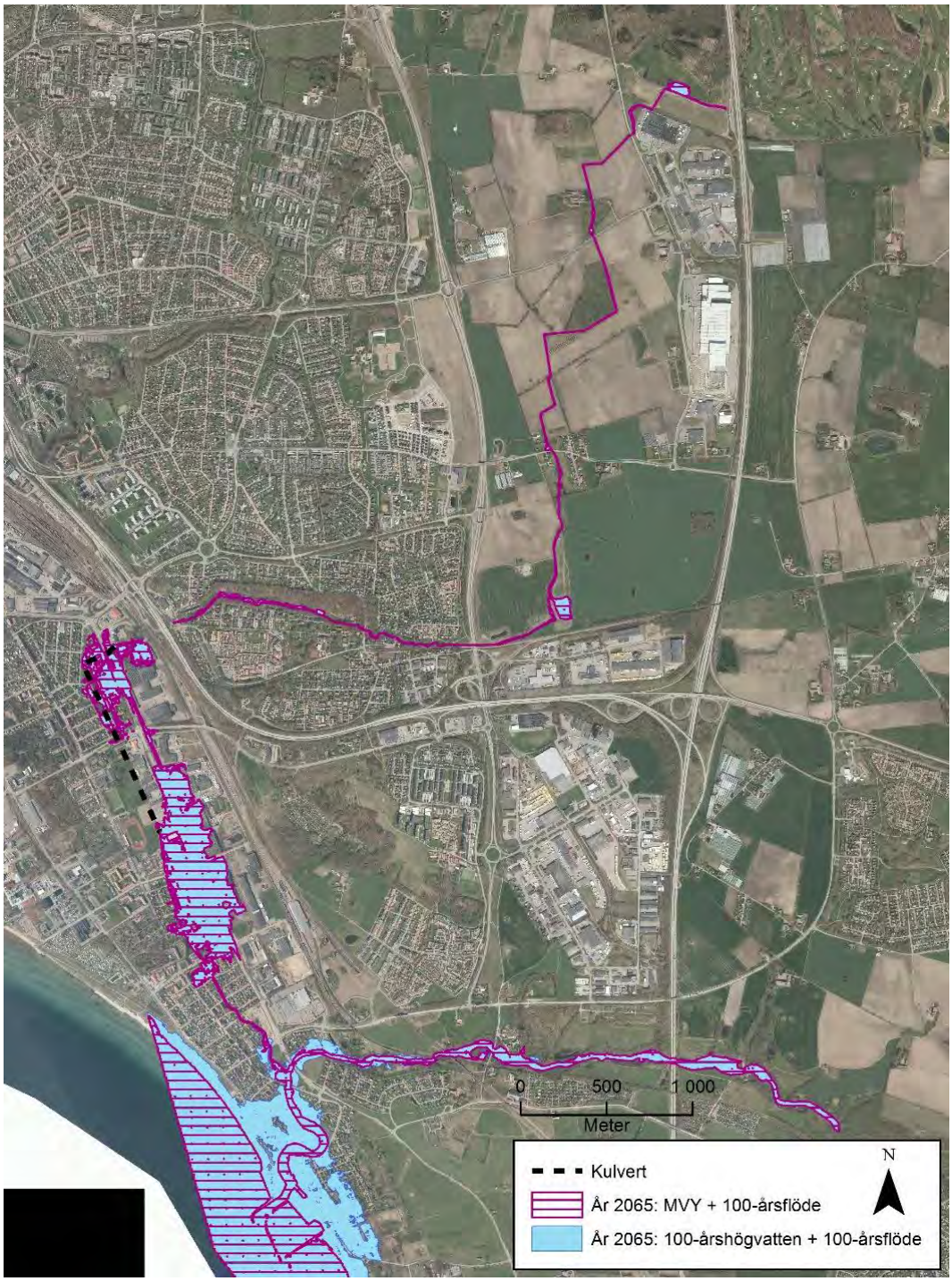
Översvämningskartor för de sex studerade scenarierna ses i bilagorna 2 – 10. Exempel på översvämningskartor visas i figur 2.1 – figur 2.3. I figurerna jämförs översvämmade områden vid ett 100-årsflöde år 2065 vid medelvattenstånd (MVY) och vid 100-århögvatten. Figurerna visar olika skala. Det framgår att översvämningarnas utbredning uppströms E4:an är små, vilket beror på en kombination av att flödesmängden i bäck-fåran är mindre i systemets övre delar och att bäckfårans lutning längs stora delar är större uppströms E4:an än nedströms.

Nedströms E4:an och järnvägen finns flera områden som översvämmas vid den studerade situationen. Strax nedströms Rännarbanan översvämmas ett område på grund av två kulvertar med diameter 1200 mm, kallade bro ID16 i modellen, som dämmer vattennivån så mycket att vatten rinner över dikeskrönet. Dikeskrönet ligger på platsen högre än kringliggande mark, så när väl vatten svämmat över krönet kommer det att fortsätta rinna söderut. Hur stort område som översvämmas söderut är svårt att fastställa då de stora byggnader som ligger i området skapar en osäkerhet kring exakt marknivå. Säkert är dock att översvämningsrisk föreligger, se figur 2.2.

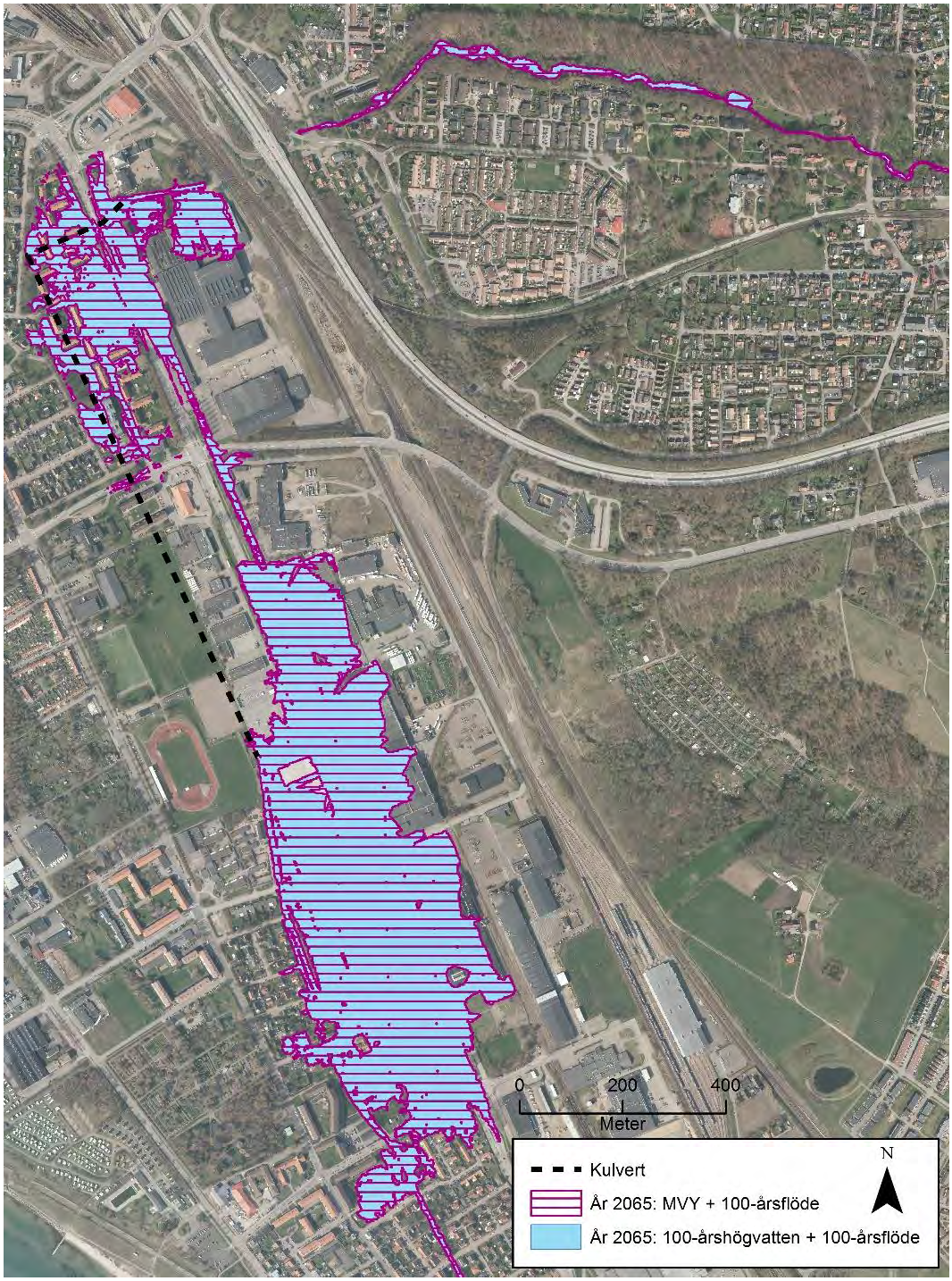
Där Lussebäcken rinner in i kulvert under Landskronavägen är ledningsdimensionen inte tillräcklig för att undvika dämning. Vattennivån stiger på uppströmssidan så högt att det svämmar över dikeskrönet och rinner mot sydväst längs Landskronavägen. Vatten rinner även över Landskronavägen och svämmar över områden väster om Landskronavägen (figur 2.1 – figur 2.3).

I området kring Råå idrottsplats svämmas ett stort område över. Det översvämmade området ligger ofta mellan 0,5 – 1 m lägre än Lussebäckens dikeskrön. I den modellerade situationen har jämviktssituationer studerats (”Steady state”), men i ett verkligt scenario är det inte säkert att högflödet varar tillräckligt länge för att hela det området ska hinna fyllas upp. Resultatet är därmed konservativt.

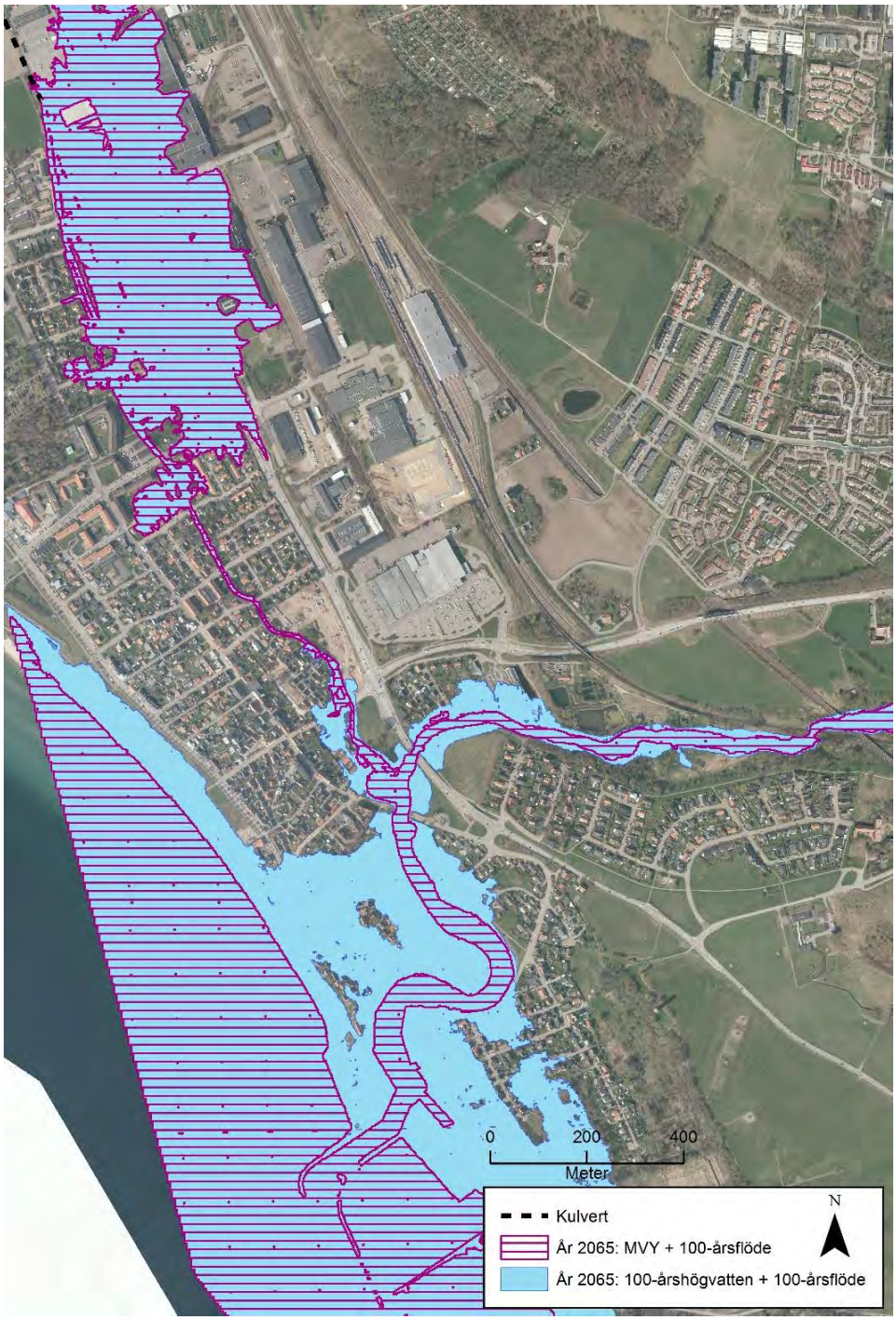
Jämförelse mellan medelvattenyta och 100-årshögvatten visar att översvämningen i högvattensituationen är större närmast mynningen i Råån, men att skillnaderna snabbt avtar i takt med att man rör sig bort från mynningen. Detta beror huvudsakligen på att det finns kulvertar som skapar så kraftiga dämningar att effekten av Öresund blir liten i förhållande till effekten av dessa trånga passager, och att högvatten därmed inte skapar någon tillkommande dämning. En närmare beskrivning av effekten av vattennivån i Öresund samt dämningen vid varje kulvert ges i efterföljande kapitel.



Figur 2.1 Resultat från översvämningskartering av ett 100-årsflöde år 2065 vid medelvattenyta och 100-årshögvatten.



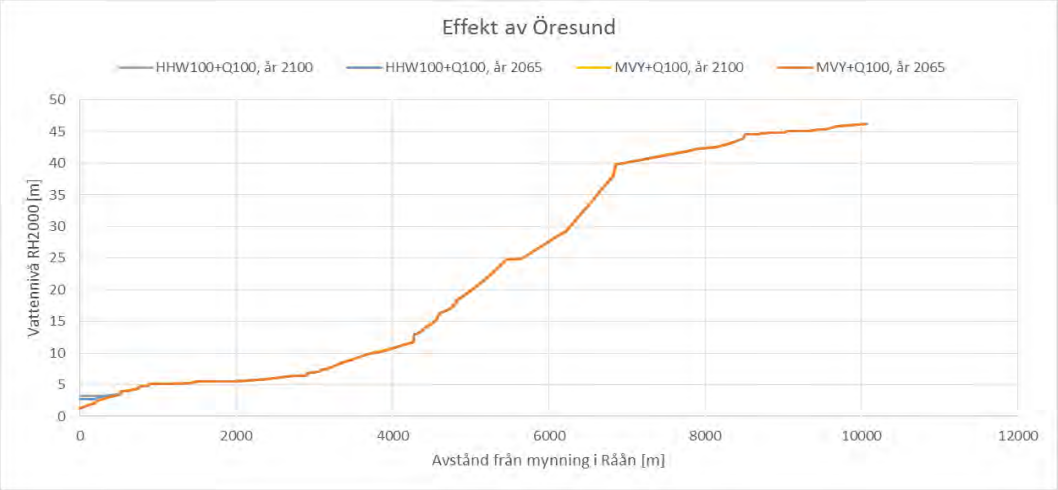
Figur 2.2 *Översvämning längs Landskronavägen och vid Råå idrottsplats. I modellen används jämviktsläge (steady state) för beräkning, men i verkligt scenario är det inte säkert att högflödet varar tillräckligt länge för att översvämma hela området som visas.*



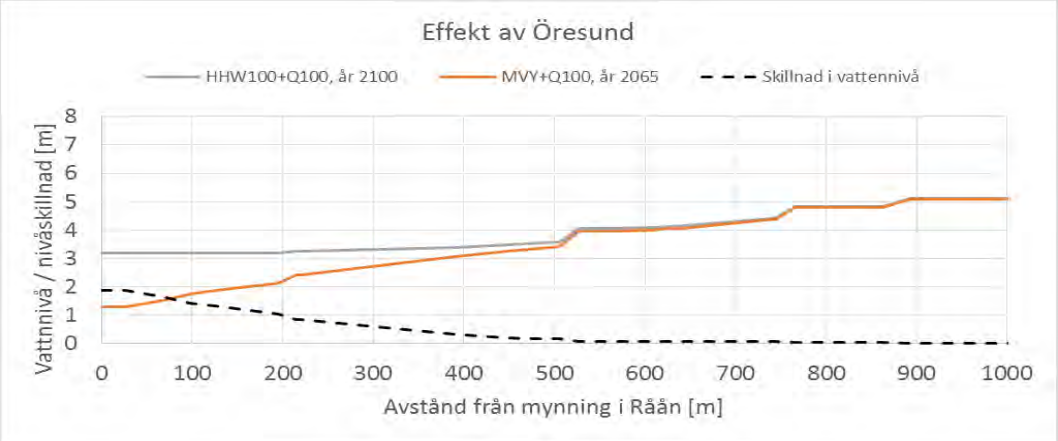
Figur 2.3 *Översvämningskartering i Råå. I modellen används jämviktsläge (steady state) för beräkning, men i verkligt scenario är det inte säkert att högflödet varar tillräckligt länge för att översvämma hela området som visas.*

2.2 Dämning från Öresund

Översvämningskarteringen visar att vattennivån i Öresund vid de studerade scenarierna bara påverkar översvämningsrisken närmast Lussebäckens mynning i Råån. I figur 2.4 ses resulterande vattennivå i Lussebäcken när ett 100-årsflöde testas vid medelvattenstånd och 100-årshögvatten år 2065 och år 2100. I figur 2.5 ses en förstoring av samma situation. Effekter från Öresund ses cirka 500 m upp i Lussebäcken. Anledningen till att effekter inte ses längre än så är huvudsakligen att trånga passager skapar så tydlig dämning att vatten rinner över vägarna även utan dämning från Öresund, och att högvatten därmed inte skapar någon tillkommande dämning.



Figur 2.4 *Maximal vattennivå i Lussebäcken vid ett antal olika scenarier. MVY=medelvattenyta, HHW100=100-årshögvatten, Q100=100-årsflöde. Det framgår att skillnader i vattennivå i Öresund endast ger skillnad i översvämning närmast mynningen.*



Figur 2.5 *Maximal vattennivå i Lussebäcken vid två scenarier med jämförbara flöden men olika nivå i Öresund. MVY=medelvattenyta, HHW100=100-årshögvatten, Q100=100-årsflöde. Det framgår att effekten av en högre vattennivå i Öresund sträcker sig cirka 500 m upp i Lussebäcken. I figuren ses även dämning vid broar.*

2.3 Dämning vid broar

Översvämningskarteringen visar att flera befintliga broar dämmer flödet på ett sätt som ökar risken för översvämning. I tabell 2.1 visas skillnaden i vattennivå mellan uppströms och nedströms sida broarna. Broarnas läge framgår av Bilaga 1. Två modellerade scenarier jämförs, 100-årsflöde med medelvattenstånd år 2065 samt 200-årsflöde med 100-årshögvatten år 2100. Scenarierna är de som leder till minst respektive mest översvämning. Observera att i vissa fall beror skillnaden i vattennivå på en stor skillnad i bottennivå mellan upp- och nedströms sida snarare än att bron är dämmande. Detta är då markerat i tabellen. Tabell 2.1 visar att många av broarna i Råå bidrar till att öka översvämningsrisken i ån.

Tabell 2.1 Skillnad i vattennivå mellan uppströms (US) och nedströms (NS) sida broar. Flera broar är tydligt dämmande. I vissa fall beror skillnaden i vattenyta på skillnad i bottennivå snarare än på dämning av bron.

	Scenario		
Vattenstånd:	100-årshögvatten	Medelvattenstånd	
Flöde:	200-årsflöde	100-årsflöde	
År:	2100	2065	
Bro	**Skillnad vattenyta US-NS bro**		**Kommentar**
Lybecksgatan	0,07 m	0,27 m	
Mårtensgatan	0,51 m	0,55 m	Trumma D=1,8 m
Timmermannagatan	0,05 m	0,03 m	
Luciagatan	0,35 m	0,42 m	Trumma D=1,8 m. Vatten rinner över Luciagatan
Keilergatan	0,27 m	0,30 m	Trumma D=1,8 m. Vatten rinner över Keilergatan
Starkoddarsgatan	0,03 m	0,03 m	H=1,3 m; B=2,9 m. Vatten rinner över Starkoddarsg.
Elektrogatan	0,22 m	0,24 m	Trumma D=1,8 m. Vatten rinner över Elektrogatan.
Landskronavägen	1,48 m	1.48 m	Trumma D=1,7 m. Vatten rinner över Landskronav.
La Cours gata	0,02 m	0,02 m	Vatten rinner över gatan.
ID16	0,43 m	0,37 m	Trummor, 2 x D=1,2 m
Folke Bernadottes väg	1,18 m	1,21 m	Diff beror på olika botten-nivå US och NS. Allt flöde förutsätts kunna rinna till

Scenario			
Vattenstånd:	100-årshögvatten	Medelvattenstånd	
Flöde:	200-årsflöde	100-årsflöde	
År:	2100	2065	
Bro	**Skillnad vattenyta US-NS bro**		**Kommentar**
			Lussebäcken via existerande breddmöjlighet.
Svanehalsgatan	0,11 m	0,10 m	
Bendzgatan	0,12 m	0,10 m	
Ramlösa park	1,94 m	1,97 m	Diff beror på olika bottennivå US och NS
Södra Brunnsvägen	1,15 m	1,09 m	Diff beror på olika bottennivå US och NS
Hövdingegatan	0,47 m	0,43 m	Trumma D=1,8 m
Österleden	0,0 m	0,0 m	
ID22	0,06 m	0,06 m	
Påarpsvägen	2,11 m	1,83 m	H=0,85 m; B=0,9m
Ljusekullavägen	0,76 m	0,71 m	Skillnad beror på skillnad i bottennivå US och NS
ID20	0,16 m	0,18 m	
ID21	0,06	0,05	
Fältarpsvägen	0,21	0,22	
Långebergavägen	0,02	0,02	

3 Slutsats

Resultaten från modelleringen visar att befintliga trummor under Mårtensgatan, Luciagatan, Keilergatan och Elektrogatan har en tydligt dämmande effekt. Att bredda passagerna skulle minska risken för översvämning i Råå. Även kulverten som leder Lussebäcken under Landskronavägen och vidare mot Råå idrottsplats orsakar dämning och översvämning längs Landskronavägen. Att bredda de dämmande sektionerna genom Råå kan delvis minska översvämningsrisken även längs Landskronavägen, eftersom en minskning av vattennivån nedströms kulverten ökar energilinjens lutning och medger ett högre flöde. Det har dock inte legat inom ramen för föreliggande undersökning att undersöka hur mycket översvämningen vid Landskronavägen skulle kunna minskas genom denna åtgärd.

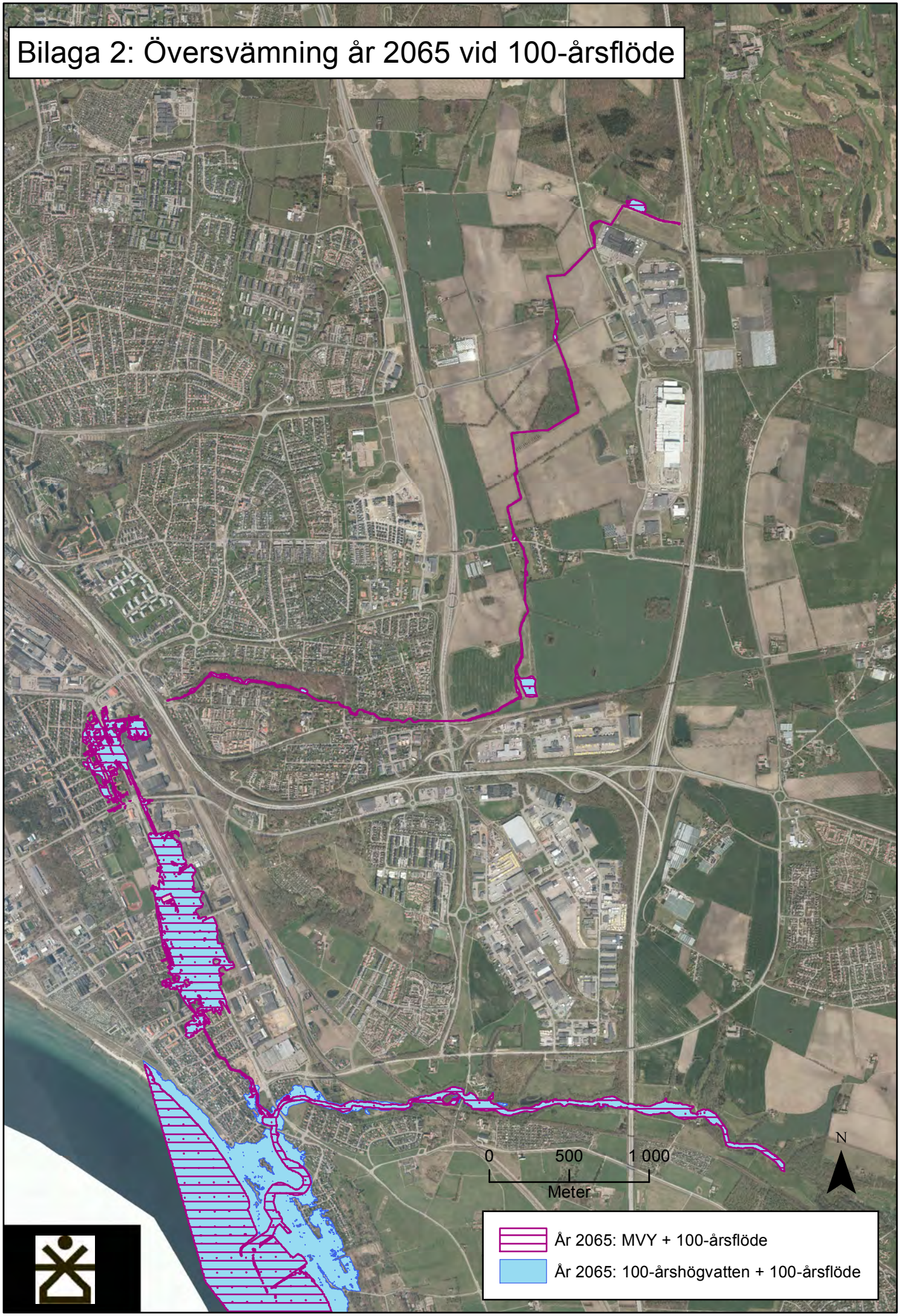
Översvämningsrisken styrs i dagsläget i huvudsak av höga flöden. Framtida stigande havsnivåer kommer att ha en effekt på översvämningen allra närmast mynningen, men det är i huvudsak en otillräcklig flödeskapacitet i bäckfåran som är problemet om översvämningar ska undvikas vid högflödessituationer. Detta gäller såväl nu som i ett framtida klimat. En avhjälpande åtgärd för att minska översvämningsrisken kan alltså, förutom att bredda befintliga trånga sektioner, vara att minska flödesbelastningen på Lussebäcken.

4 Referenser

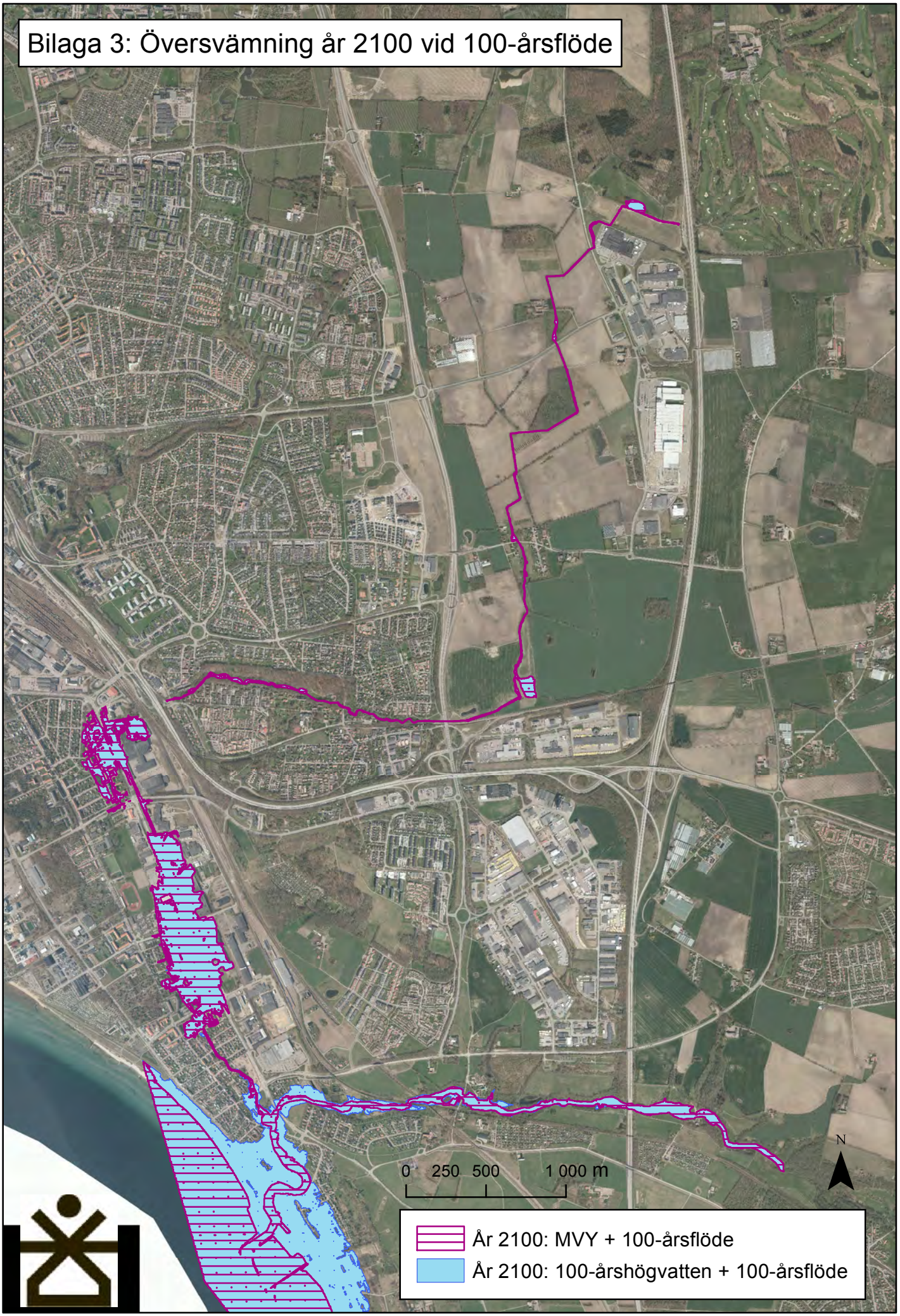
Sweco. (2014). *Översvämningskartering längs Råån - sträckan från Sireköpinge till utloppet i Öresund.*
Sweco. (2016). *PM Underlag till klimatutredning.*

Bilaga 1 Broar i Lussebäcken som inkluderats

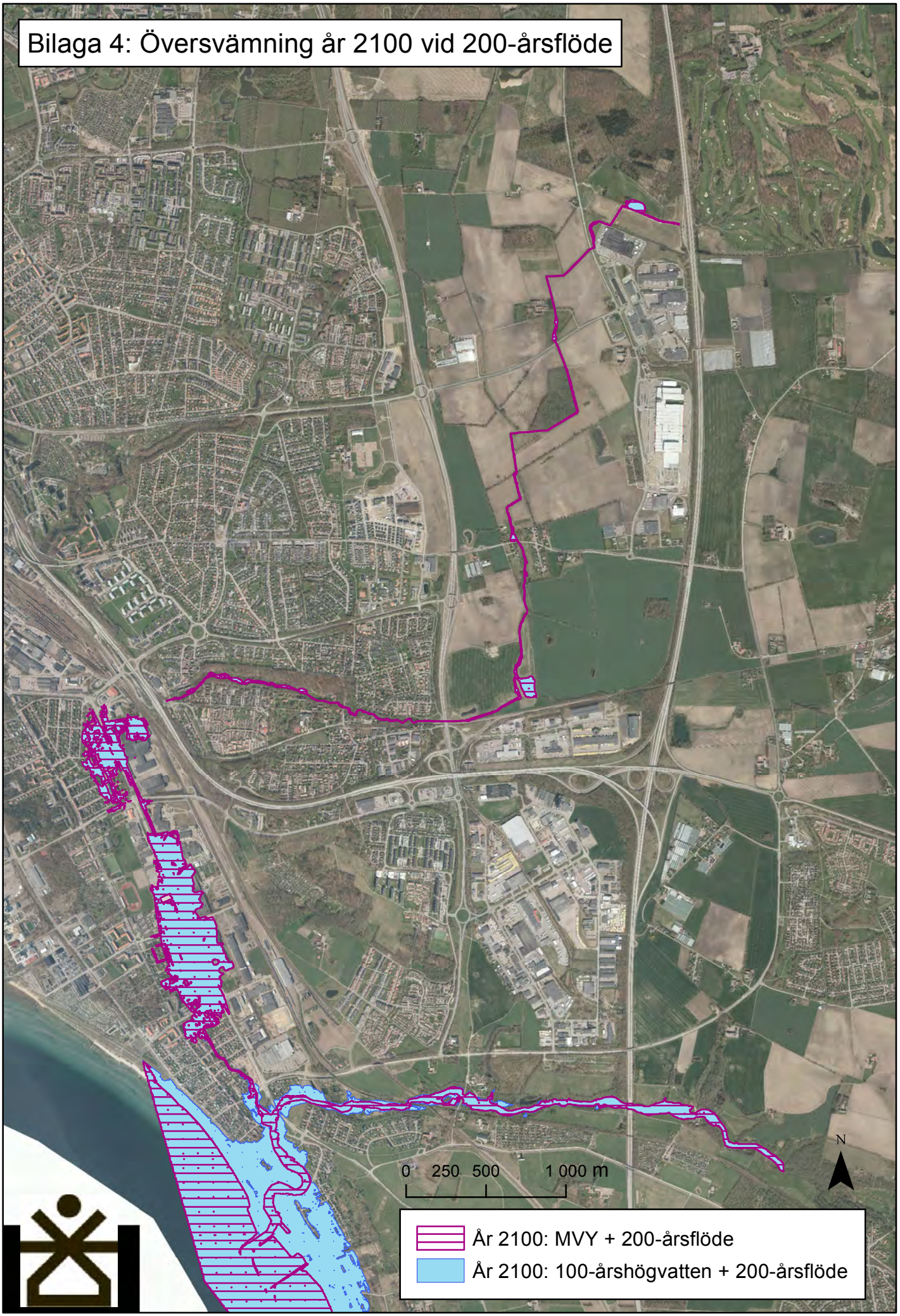
Bilaga 2: Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde

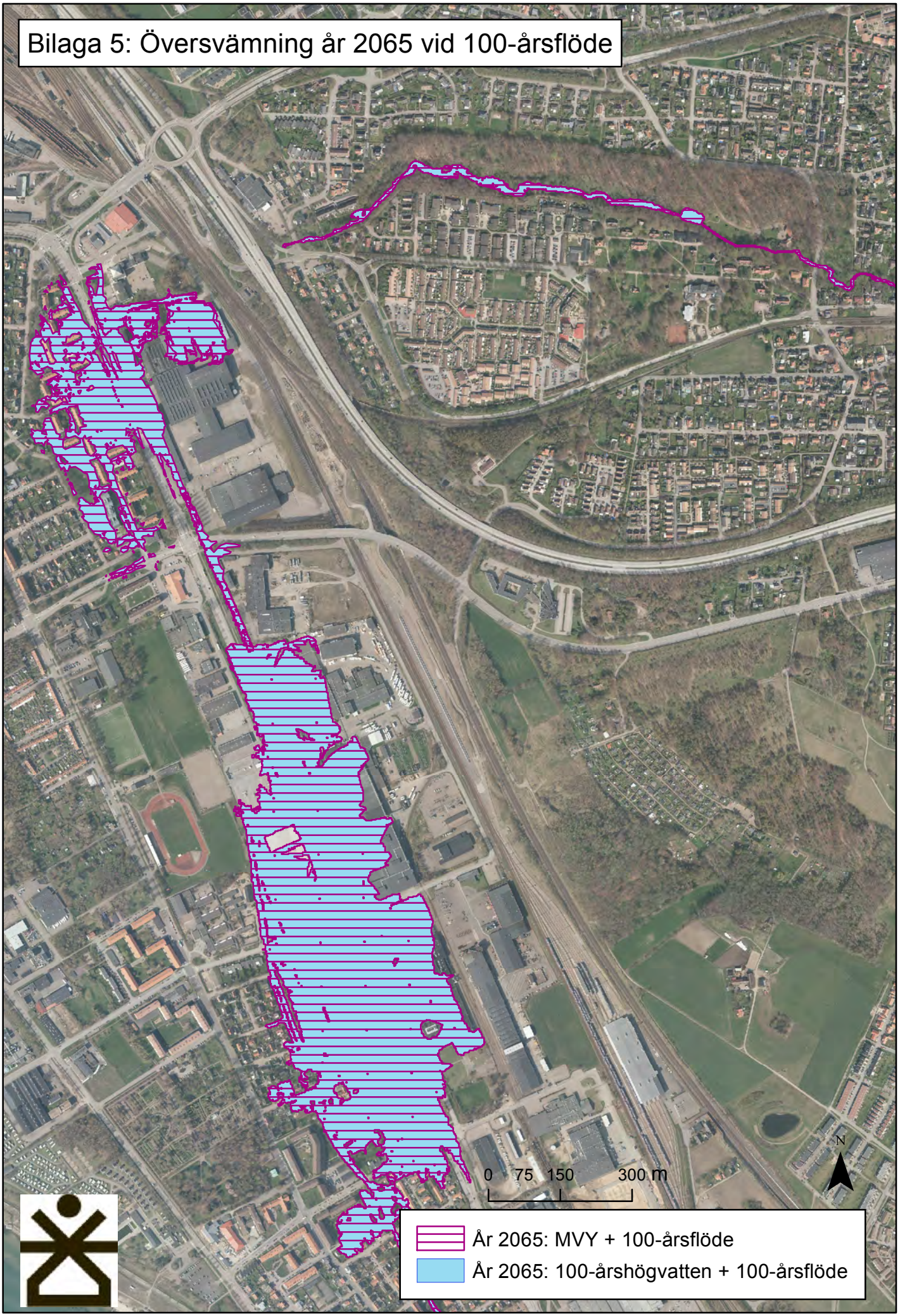


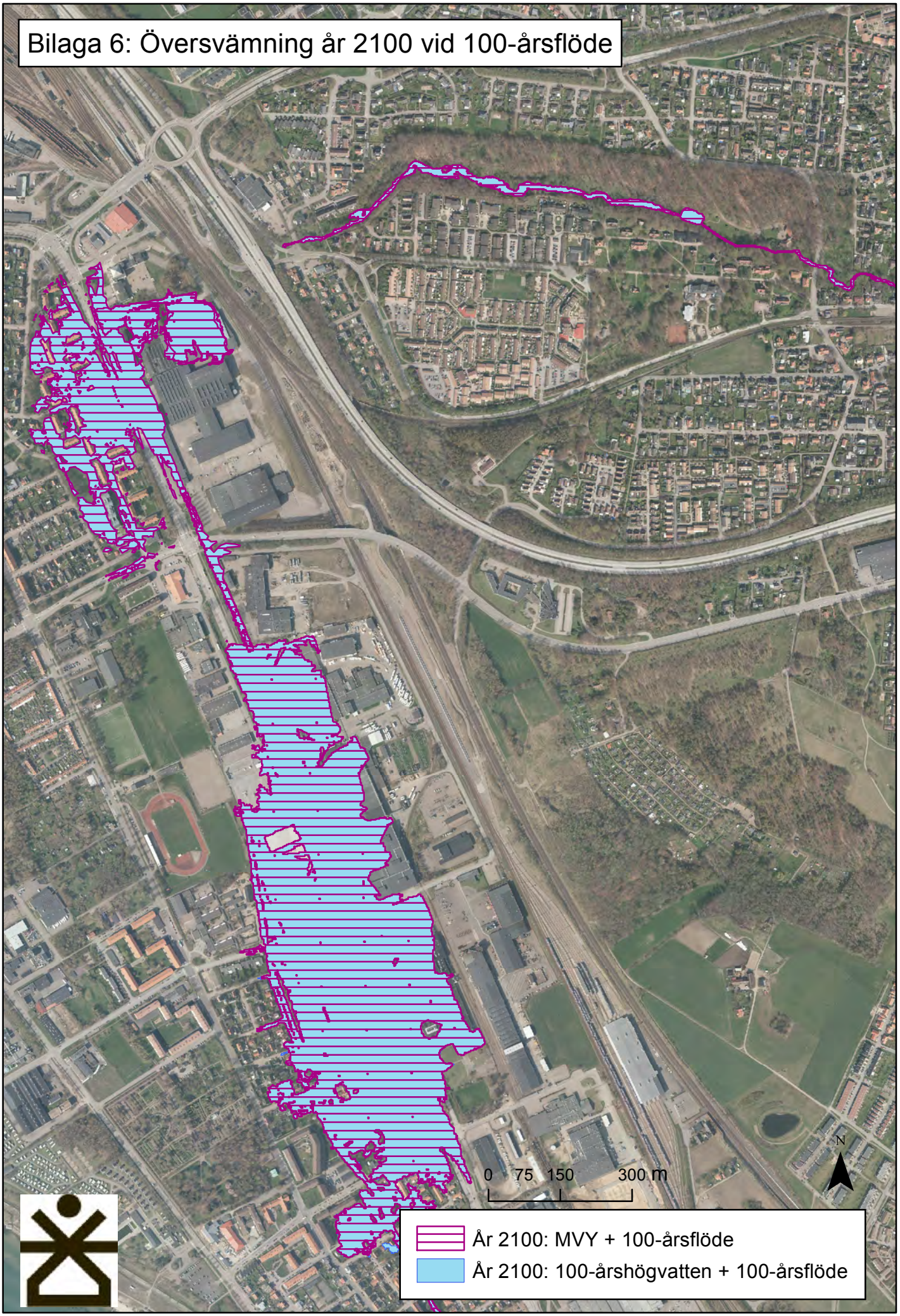
Bilaga 3: Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde



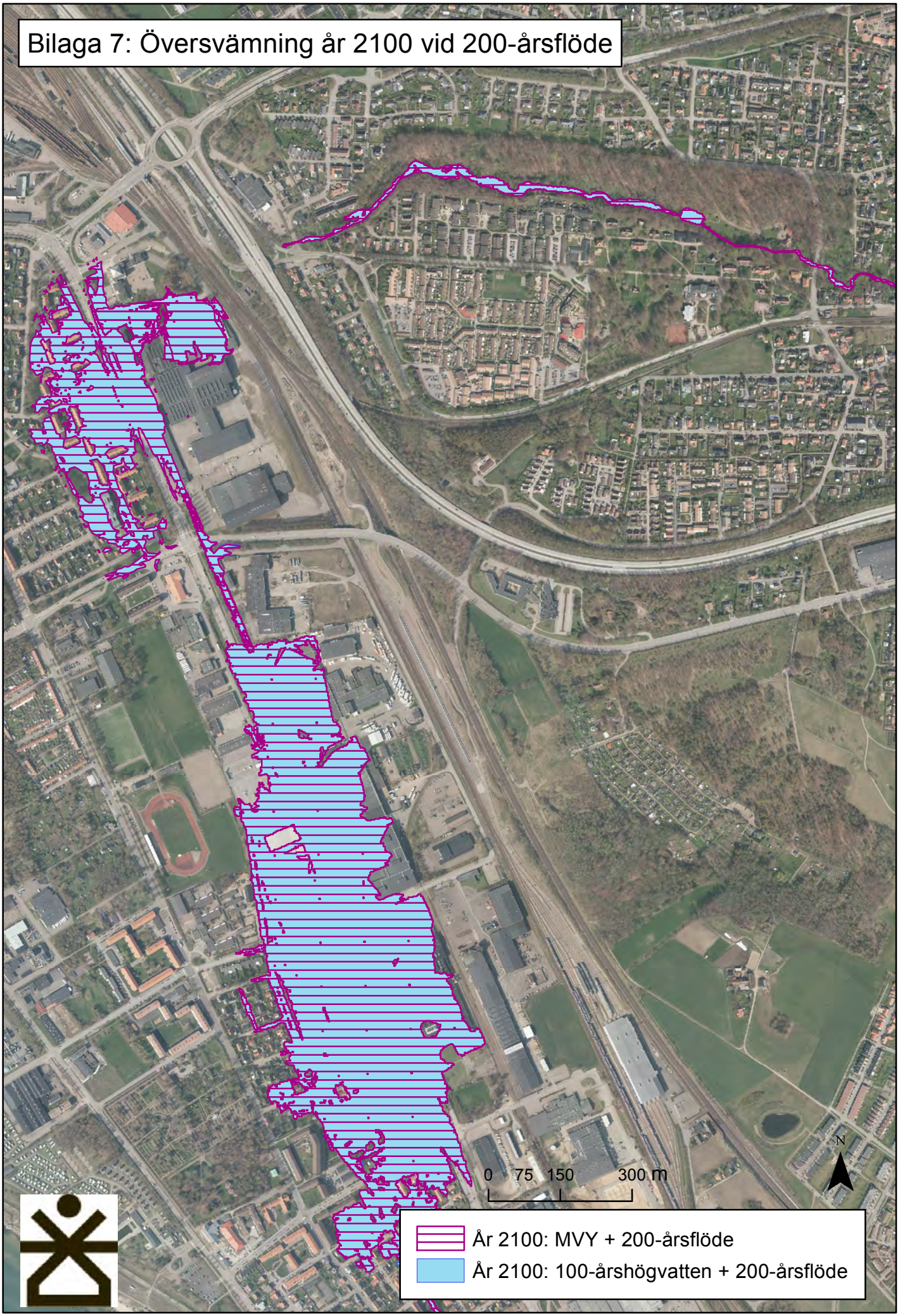
Bilaga 4: Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde

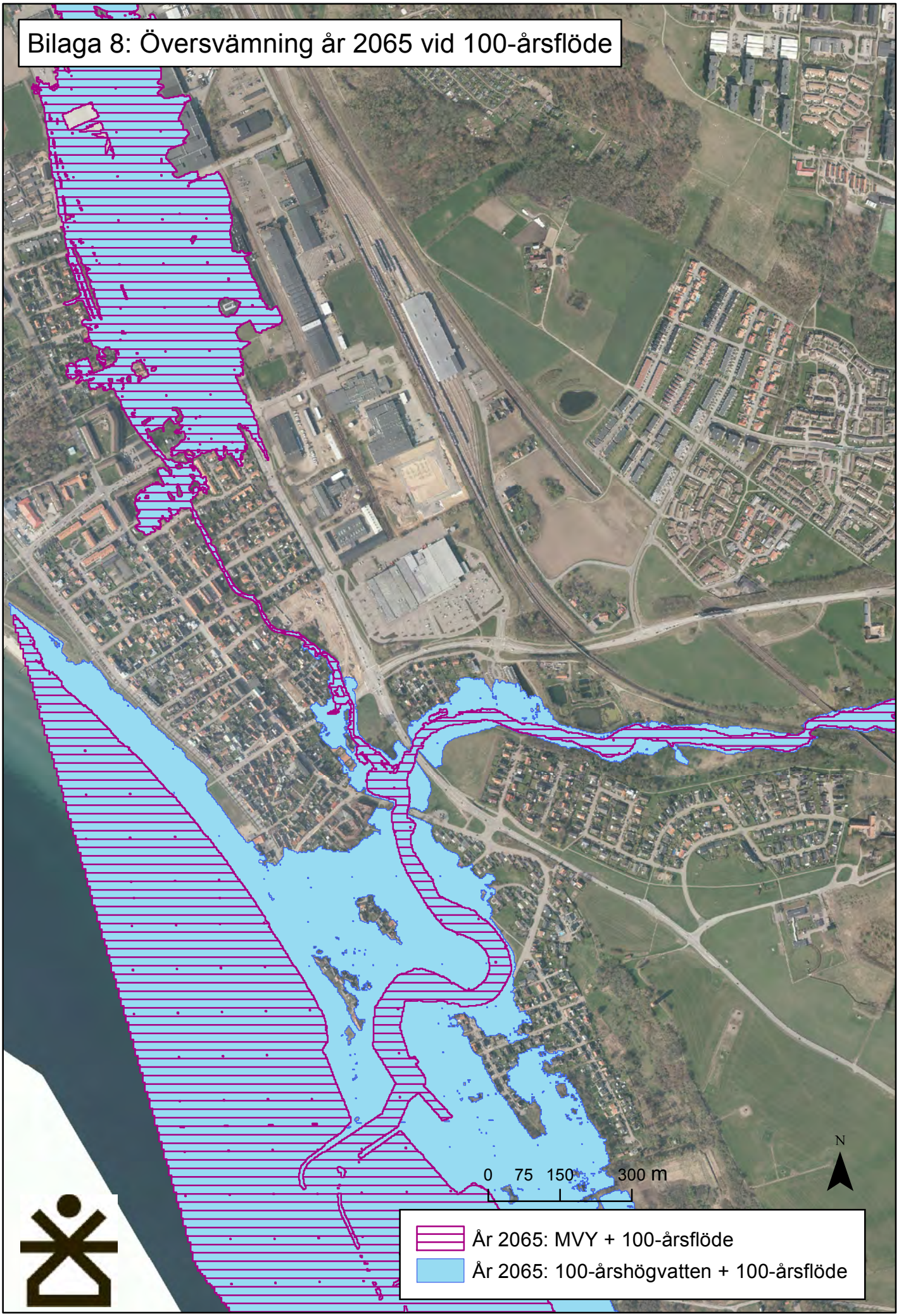


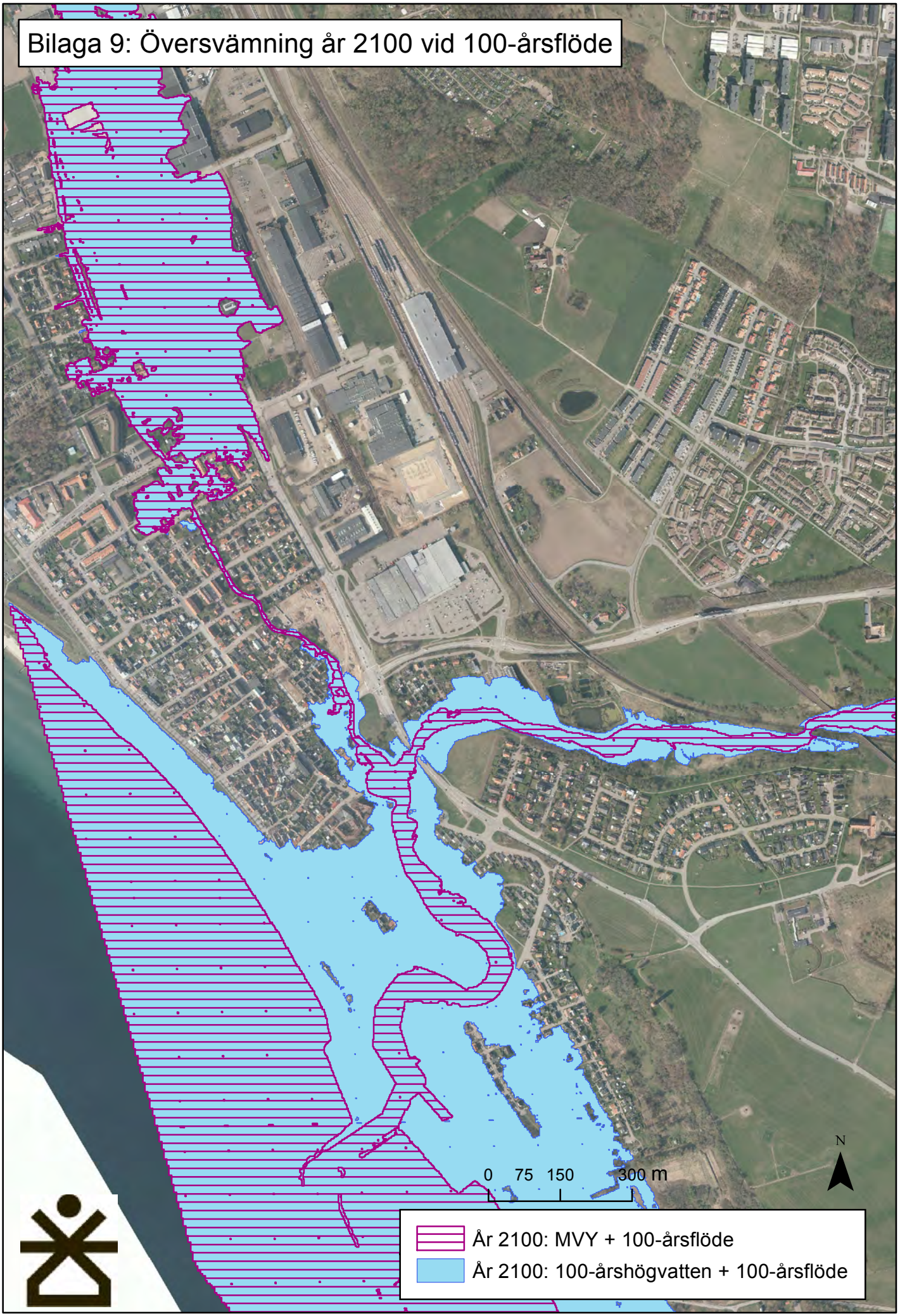
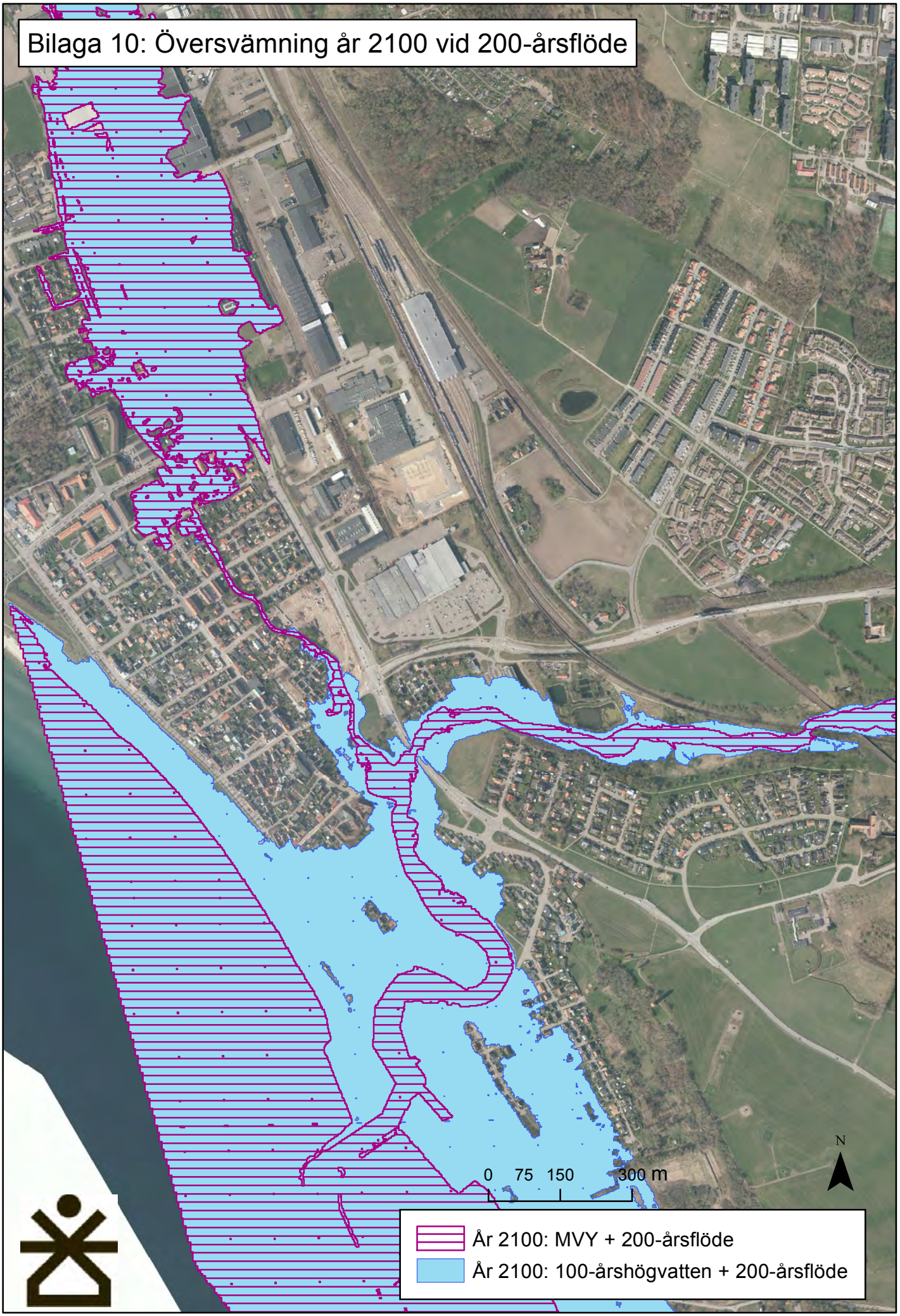

Bilaga 5: Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde
0 75 150 300 m
N
År 2065: MVY + 100-årsflöde
År 2065: 100-årshögvatten + 100-årsflöde


Bilaga 6: Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde
0 75 150 300 m
N
År 2100: MVY + 100-årsflöde
År 2100: 100-årshögvatten + 100-årsflöde

Bilaga 7: Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde




Bilaga 8: Översvämning år 2065 vid 100-årsflöde
0 75 150 300 m
N
År 2065: MVY + 100-årsflöde
År 2065: 100-årshögvatten + 100-årsflöde


Bilaga 9: Översvämning år 2100 vid 100-årsflöde
0 75 150 300 m
N
År 2100: MVY + 100-årsflöde
År 2100: 100-årshögvatten + 100-årsflöde

Bilaga 10: Översvämning år 2100 vid 200-årsflöde