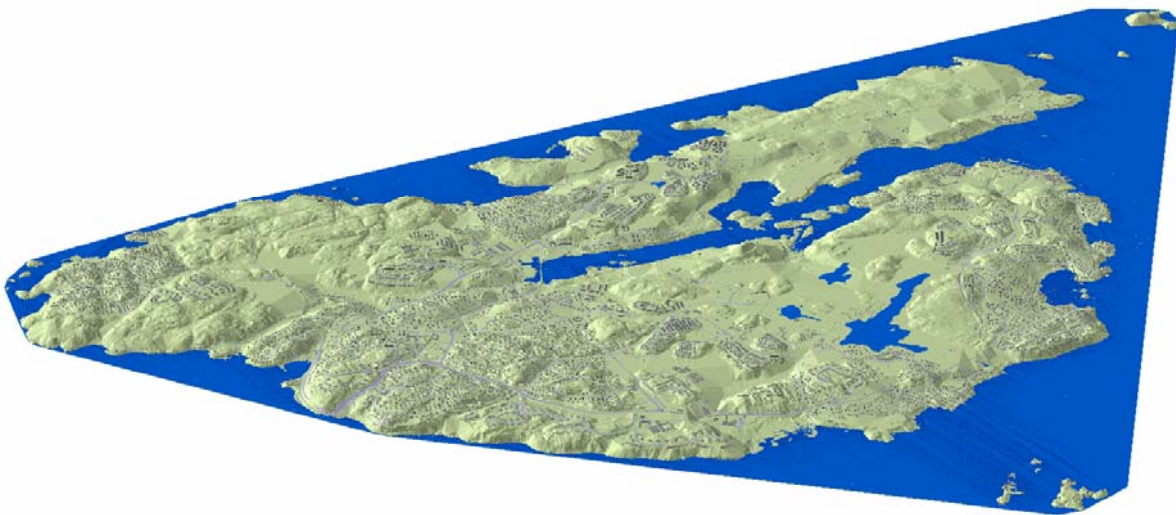


Lidingö – Analys av översvämningsskartering

2010-09-01



Beställare: Lidingö stad
Uppdragsnummer: 224705

2010-09-01

Innehållsförteckning**Sammanfattning**

1	Inledning.....	4
2	Utredningsmetodik.....	4
3	Höjdsättning avseende havsnivå.....	4
3.1	Val av scenario.....	4
3.2	Forskning och observationer.....	5
3.3	Översvämmade områden.....	6
3.4	Konsekvenser.....	10
3.5	Rekommendationer.....	10
4	Nederbörds mängder och påverkan på VA-systemet.....	12
4.1	Regnets varaktighet och återkomsttid.....	12
4.2	Olika typer av nederbördsdata.....	12
4.3	Översvämningsanalys VA-systemet.....	14
4.4	Konsekvenser.....	18
4.5	Rekommendationer.....	18
5	Skredriskkartering med hänsyn till klimatförändringar.....	19
5.1	Allmänt.....	19
5.2	Val av scenario.....	19
5.3	Översvämmade kustområden och konsekvenser.....	19
5.3.1	Kyrkviken.....	20
5.3.2	Ekholmsnäs och Hustegaholm.....	21
5.3.3	Elfvik.....	22
5.3.4	Bosön.....	23
5.3.5	Norra Sticklinge och Trolldalen.....	24
5.3.6	Islinge.....	26
5.3.7	Dalén/AGA.....	27
5.3.8	Brevik.....	28
5.3.9	Bryggör runt Lidingö.....	29
5.4	Konsekvenser och rekommendationer.....	30
6	Slutsatser.....	32
7	Referenser.....	33

Bilagor

- Bilaga 1 Översvämningskartering
- Bilaga 2 Sannolikhet översvämnningar vid 50-års regn
- Bilaga 3 Sannolikhet översvämnningar vid 100-års regn
- Bilaga 4 Skredriskkartering

2010-09-01

Sammanfattning

Lidingö stad har efterfrågat riktlinjer för riskbedömning av förändrad havsnivå och ändrade nederbördsmängder. Staden har därför i ett tidigare skede gjort en kommuntäckande översvämningsskartering.

I denna rapport redovisas en fördjupad analys med bedömning av översvämningsrisk och skredrisk till följd av förväntade klimatförändringar. Syftet med analysen har varit att ge rekommendationer med riktvärden för planering av bebyggelse och infrastruktur samt för handläggning av enskilda bygglovsärenden. Resultatet ska användas för den översiktsplan som håller på att tas fram.

Analysen har indelats i tre delar: Höjdsättning avseende havsnivå, nederbördsmängder och påverkan på va-systemet, samt skredriskskartering med hänsyn till klimatförändringar. För var och en av dessa delar har rekommendationer lämnats.

Med avseende på havsnivåer rekommenderas staden att ingen översvämningsskänslig konstruktion eller viktiga vägar placeras under nivån 250 cm (RH00).

Med avseende på nederbörd rekommenderas staden att utreda ledningskapacitet och möjlighet till avrinning i ett antal instängda områden som utpekats i rapporten. För kommande analys av avrinning på marken och i va-systemen bör tills vidare användas regnintensiteter enligt *Dahlström B, Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2010-05*. Mer utförliga rekommendationer kommer att ges i Svenskt Vattens publikation P104. För anläggningar som förväntas ha en livslängd fram till slutet av detta århundrade eller längre rekommenderas att dimensionerande nederbörd multipliceras med klimatfaktorn 1,2.

Skredrisken i de flesta strandnära områden är idag låg på grund av en flack marklutning och på grund av tidigare utförda stabilitetshöjande åtgärder (spontning för kaj, utläggning av tryckbank under vatten, avschaktning av markytan mm). Undantaget är ett område i Sticklinge där kompletterande geotekniska undersökningar erfordras för att kunna göra en säkrare bedömning. Då relativt stora markområden översvämmas måste höjdsättningen anpassas i framtiden vilket medför markuppfyllnader med upp till 1-1,5 m. Dessa markuppfyllnader i kombination med en starkt varierande havs- och grundvattennivå ökar skredrisken i strandnära områden. Grundförstärkningar och/eller dränering bör utföras i dessa områden innan marken får bebyggas.

Utredningen har utförts på uppdrag av Lidingö stad. Från Tyréns har Krister Törneke, Susanna Bruzell, Olof Friberg, Gunnar Svensson, Ann-Christin Sundahl, Natascha Marxmeier och Ulf Alenius medverkat.

2010-09-01

1 Inledning

I Lidingö pågår arbetet med en ny översiktsplan. Enligt PBL ska olycksrisker kartläggas i anslutning till översiktsplanering. En översvämningskartering som utfördes 2009 visar vilka konsekvenser förhöjda havsnivåer förväntas få. Denna utredning syftar till att översiktligt kartlägga skred- och nederbördsrelaterade översvämningsrisker inom Lidingö samt analysera scenarier för havsnivåhöjning. Resultatet har resulterat i rekommendationer och riktlinjer dels generellt avseende höjdsättning dels specifikt för olika delområden inom Lidingö.

2 Utredningsmetodik

Rekommendationer för höjdsättning utgår från befintlig och planerad förändring av samhällsstrukturen samt utifrån nuvarande höjdförutsättningar inom Lidingö. Framtida risker har bedömts utifrån senaste forskningsresultaten avseende effekter av klimatets framtida förändring och förändringar avseende nederbördens karaktär och intensitet.

Som underlag för utredningen har använts stadens GIS-kartor. De kartsikt som analyserats och bearbetats är topografi, geologi, bebyggelse, gatustruktur, VA-ledningsnät och VA-anläggningar.

Förutom ett startmöte har arbetsmetoder och resultat stämts av vid ett arbetsmöte med Lidingö stad.

3 Höjdsättning avseende havsnivå

Den klimatförändring som pågår och som av övervägande delar av forskningsvärlden och samhället har accepterats kräver att hänsyn tas till framtida förutsättningar vid planering för nya områden.

3.1 Val av scenario

Det material som beskriver framtida klimat och förändringar relaterat till detta är inte absolut utan flera scenarier kan behöva användas som beslutsunderlag. Detta beror bland annat på att det är komplexa samband som ska beskrivas över en relativt lång tidshorisont och olika simuleringsmodeller kan skilja i resultat.

I SMHI:s översvämningskartering av Lidingö stad (2009) har tre olika scenarier av havsnivåns förändring till år 2100 studerats samt dagens situation. Två av dessa kommer från scenarier framtagna av FN:s klimatpanel IPCC, och representerar ett högt (E/A2) och ett lågt scenario (H/B2). Det tredje scenariot är framräknat av Deltakommittén i Nederländerna (kommitté för hållbar utveckling av kusten) och innebär en betydligt högre havsnivåhöjning än övriga två.

2010-09-01

I tabellen nedan visas de tre scenarierna och deras förväntade medelvattenstånd, 50-årsvattenstånd och 100-årsvattenstånd¹. I samtliga scenarier har hänsyn tagits till landhöjningen och korrigerats för detta. För mer information se SMHI (2009).

Tabell 1. Resultaterande havsvattenstånd vid olika återkomsttider för de tre scenarierna samt för dagens situation. Samtliga värden anges i cm i RH00.

Scenario	Medelvattenstånd	50-årsvattenstånd	100-årsvattenstånd
Nuläge (1961-1990)	-39	57	63
Lågt (H/B2) (2071-2100)	-59	39	45
Högt (E/A2) (2071-2100)	-11	104	111
Deltakommittén (2071-2100)	≈ 40	145	153

Som visas ovan skiljer sig de olika scenarierna kraftigt åt jämfört med dagens situation men också mellan varandra.

Ett förändrat havsvattenstånd med en högre medelvattenyta innebär att det som i dag är högvattenstånd (100-årsnivån) kommer att inträffa oftare och att vattenstånd med motsvarande återkomsttid blir högre.

3.2 Forskning och observationer

Mätningar av havsvattenståndet mellan 1961-2003 visar på en höjning av havet motsvarande 1,8 mm/år. Den senare delen av perioden har dock höjningen accelererat; mellan 1993-2003 var den pågående havsnivåhöjningen strax över 3 mm/år, d v s 30 cm/100 år (Richardson et al, 2009, Allison et al 2009, SMHI, 2009). Enligt de scenarier som tagits fram av IPCC och som presenterades i utvärderingsrapporten AR4 2007 kommer haven globalt att höjas mellan 18-59 cm fram till år 2100. På grund av regionala förhållanden är motsvarande siffror för Sverige 38-79 cm (Naturvårdsverket, 2007). I jämförelse med IPCC:s scenarier så ligger uppmätta siffror för 1993-2003 över de siffror som har modellerats fram för samma period. Detta innebär att den pågående havsnivåhöjningen redan idag är större än i det lägre scenariot.

IPCC:s senaste sammanställning från 2007 baseras på forskningsresultat som publicerats senast 2005. Sedan dess har ytterligare forskningsresultat tillkommit som indikerar att havsnivån kommer att stiga ytterligare utöver det intervall på 18-59 cm som då presenterades. En anledning till skillnaden är att i sammanställningen från 2007 tas inte hänsyn till dynamiska processer för ismassor, vilket beror på dåvarande osäkerheter.

Observationer visar att glaciärer och istäcken på Grönland och Antarktis förlorar stora mängder is, vilket uppskattas medföra en havsnivåhöjning på ca 1 meter under de närmaste 100 åren.

¹ Vattennivåer och flöden av en viss storlek återkommer statistiskt sett med en viss återkomsttid. Säkerhetsnivåer motsvarande återkomsttider på 100 respektive 10 000 år förekommer numera allt oftare i samhällsplaneringen. Sannolikheten för att en 100-årsnivå ska inträffa under 100 år är 63 %, men sannolikheten för varje enskilt år är lika stor och är 1 %. Således kan en 100-årsnivå statistiskt sett inträffa två år på rad. 10 000-årsnivån används för vattendrag och sjöar (ej hav) och är det högsta flöde/nivå som beräknas kunna inträffa. Sannolikheten för att nivån ska inträffa under en 100-årsperiod är 1 %.

2010-09-01

Genom att ta hänsyn till detta kan den beräknade havsnivåhöjningen nästan dubblas jämfört med tidigare prediktioner (Richardson et al, 2009).

Utöver de observationer som har gjorts av havsytans förändring och isarnas utbredning visar mätningar på att våra utsläpp av växthusgaser nu ligger över de utsläpp som modellerats fram för IPCC:s olika utsläppsscenarier samma period (Richardson et al, 2009, Allison et al 2009). När det gäller modelleringsresultat så är det viktigt att ha i åtanke att dessa inte tar hänsyn till framtida eventuella minskningar av utsläpp av växthusgaser till följd av internationella avtal, som t ex Kyoto-avtalet. Emellertid kommer klimatförändringar att fortsätta trots utsläppsminskningar p g a att klimatsystemet är ett stort system som reagerar långsamt på förändringar. Klimatförändringarnas storlek är likväl beroende av de minskningar av utsläpp som görs.

Deltakommittén gjorde år 2008 beräkningar som har inkluderat bland annat de dynamiska isprocesserna. Den framräknade nivån är avsevärt högre än IPCC:s nivåer. Med hänsyn till att konsekvenserna för Nederländerna vid en höjd havsnivå och eventuella påföljande dammbrott blir avsevärda har Deltakommittén använt en hög säkerhetsmarginal, vilket gör att sannolikheten för att nivåerna ska inträffa är något lägre än i IPCC:s beräkningar. Detta ger en högre nivå för framtida havsvattenstånd jämfört med andra beräkningar.

SMHI (2010-03-31) har gjort en sammanställning av de senaste forskningsresultaten inom området. Studierna i sammanställningen kommer från olika forskningsinstitut runt om i världen och flera av dessa resultat visar på en havsnivåhöjning i storleksordningen runt en meter till år 2100.

Utifrån nya forskningsresultat och observationer kan antas att havsnivån kommer att höjas mer än vad man tidigare har trott. Det låga scenariot i SMHI:s översvämningskartering är inte relevant att analysera, då mätningar visar på att havsnivåhöjningen redan idag överskrider de nivåerna.

Med hänsyn till de nya forskningsrönen och den syntesrapport som gjordes inför Köpenhamnsmötet 2009 rekommenderas Lidingö stad att använda Deltakommitténs nivåer vid höjdsättning. Av dessa nivåer bör 100-årsnivån användas som riktlinje för etablering av bebyggelse och annan infrastruktur.

100-årsnivån är ett högsta vattenstånd och inte en nivå som kommer att inträffa med korta intervaller. Vid etablering av ny bebyggelse är det dock viktigt att ta hänsyn till de risker som finns för att minska sårbarheten och inte förlora stora ekonomiska, sociala och miljömässiga värden om det kan undvikas. Att utgå från den i dag högsta troliga havsnivåhöjningen med en stor säkerhetsmarginal innebär en hög säkerhet. Havsnivån kommer även att stiga efter år 2100.

3.3 Översvämmade områden

Utifrån SMHI:s översvämningskartering har översvämmade områden vid ett havsvattenstånd på 153 cm (RH00), vilket motsvarar Deltakommitténs 100-årsvattenstånd, studerats översiktligt med GIS, se figur 1 och 2. Det är ett antal områden på Lidingö som dels påverkas av en havsnivåförändring med större ytor översvämmad mark och som dels är av särskilt intresse för staden. Det gäller Bosön, Brevik, Kyrkviken, Dalénum, Islinge, Elfvik och Sticklinge. Detaljbilder av dessa visas nedan, se också bilaga 1 och 4. Observera att detta är 100-årsnivån och inte medelvattenståndet. 100-årsnivån är en kortvarig höjning av havsvattennivån (ofta några timmar) och inte ett permanent tillstånd.

2010-09-01

Nedan ges en översiktlig beskrivning av områden som översvämmas. Under kapitel 5.3 beskrivs detta i detalj för respektive område.

Ett antal befintliga vägar översvämmas på Lidingö vid denna nivå, främst lokalgator och gång- och cykelvägar i strandnära lägen. Av huvudvägarna översvämmas en del av Kyrkvägen. För vägen finns omledningsmöjligheter. För flera av vägarna är det endast korta avsnitt på slutet av en väg vid stranden som drabbas. Vid enstaka hus kan det bli svårigheter med att ta sig till husen, men detta bör inte påverka framkomlighet i någon större utsträckning då det inte är genomfartsleder. Lidingöbron faller ut som översvämmad i GIS-analysen, men nivån för tåg- och cykelbron ligger på +7,0 m vid brofästet på Lidingösidan och för bilbron är höjden +19,24 m där påfartsrampen ansluter till bron och +21,8 m vid brofästet. Det finns således ingen risk för översvämmning av broarna.

Av befintlig bebyggelse som översvämmas vid Deltakomitténs 100-årsnivå rör det sig främst om gles bebyggelse, småbåtshamnar, båthus m m men även ett antal bostadshus och industrilokaler faller ut i analysen.

Avloppsreningsverket Käppalas byggnader ligger högre upp på land och bör klara sig från översvämmningar. Däremot kan det bli problem att avbörda renat avloppsvatten vid en höjd medelvattenyta och i Extremsituationer (Andreas Thunberg Käppalaverket, 2010-08-19). Omfattningen av detta är inte utrett i dagsläget.

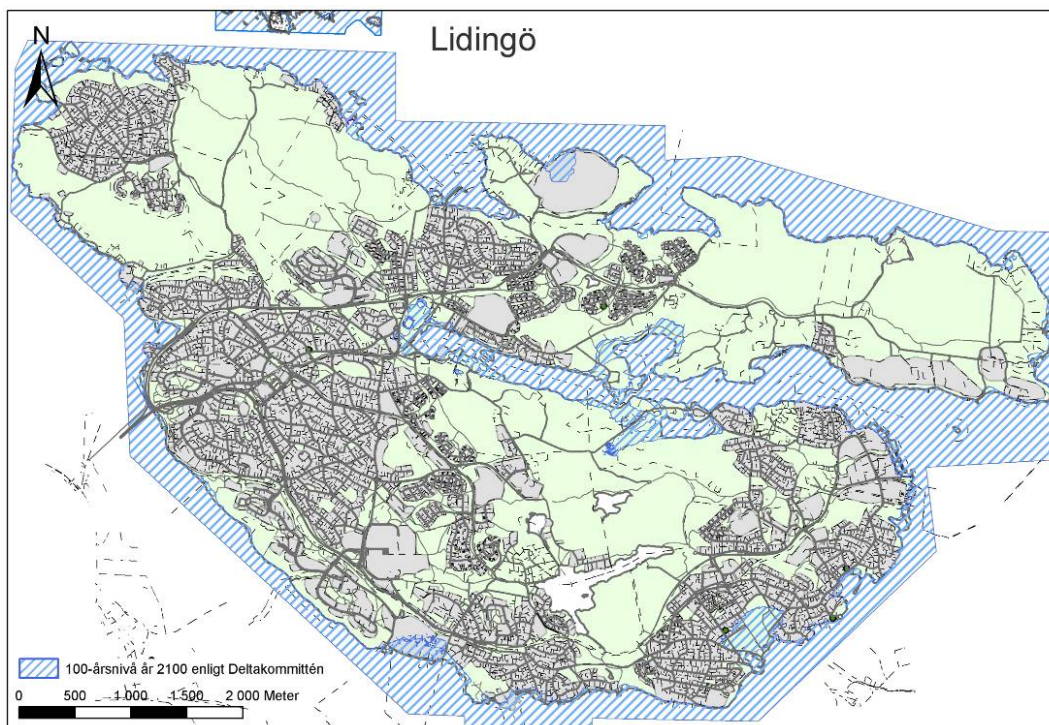
Ett flertal bryggor finns runt Lidingö. I samband med fältinventeringen för skredrisker har en inventering av ett antal av dessa genomförts. Befintliga bryggor i Sticklinge (Uddvägen), Larsberg/Dalén (Brostugevägen), Brevik och Klippudden norr om Brevik, Elfvik (Söderåsvägen) och Gåshaga kan översvämmas vid ett framtida högvattenstånd. Mer information om dessa finns i kapitel 5.3.9.

På Storholmen översvämmas ett flertal hus och mindre uthus. Även vägar drabbas vid en 100-årsnivå. En av de drabbade vägarna förbinder öns nordliga och sydliga delar, och vid en översvämmning skärs denna förbindelse av och enligt kartmaterialet saknas omledningsmöjligheter.

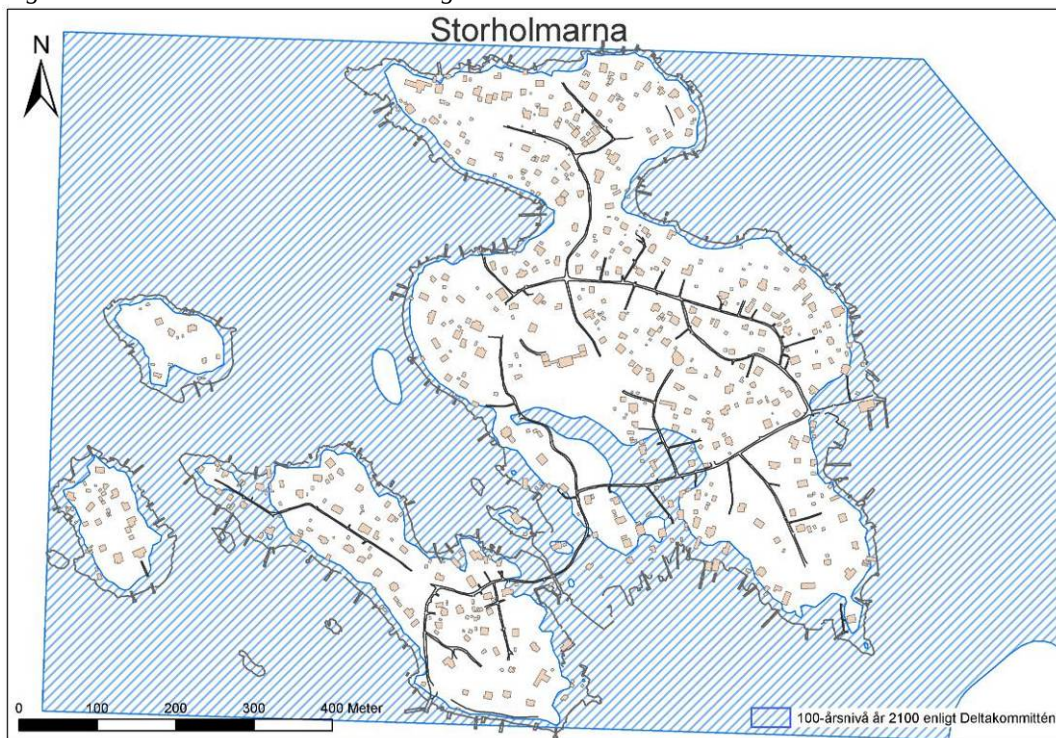
Förutom problem med direkta översvämmningar av byggnader och vägar m m så kan översvämmningar leda till ras och skred samt höga grundvattennivåer. Kusterosion är ytterligare en följd av höga havsnivåer, men Lidingö är inte riskområde för detta (SGI, 2006). Senare i rapporten redovisas områden känsliga för ras och skred.

För att klargöra risker vid dagens och framtida högvatten kan en detaljerad riskutredning vara behövlig.

2010-09-01

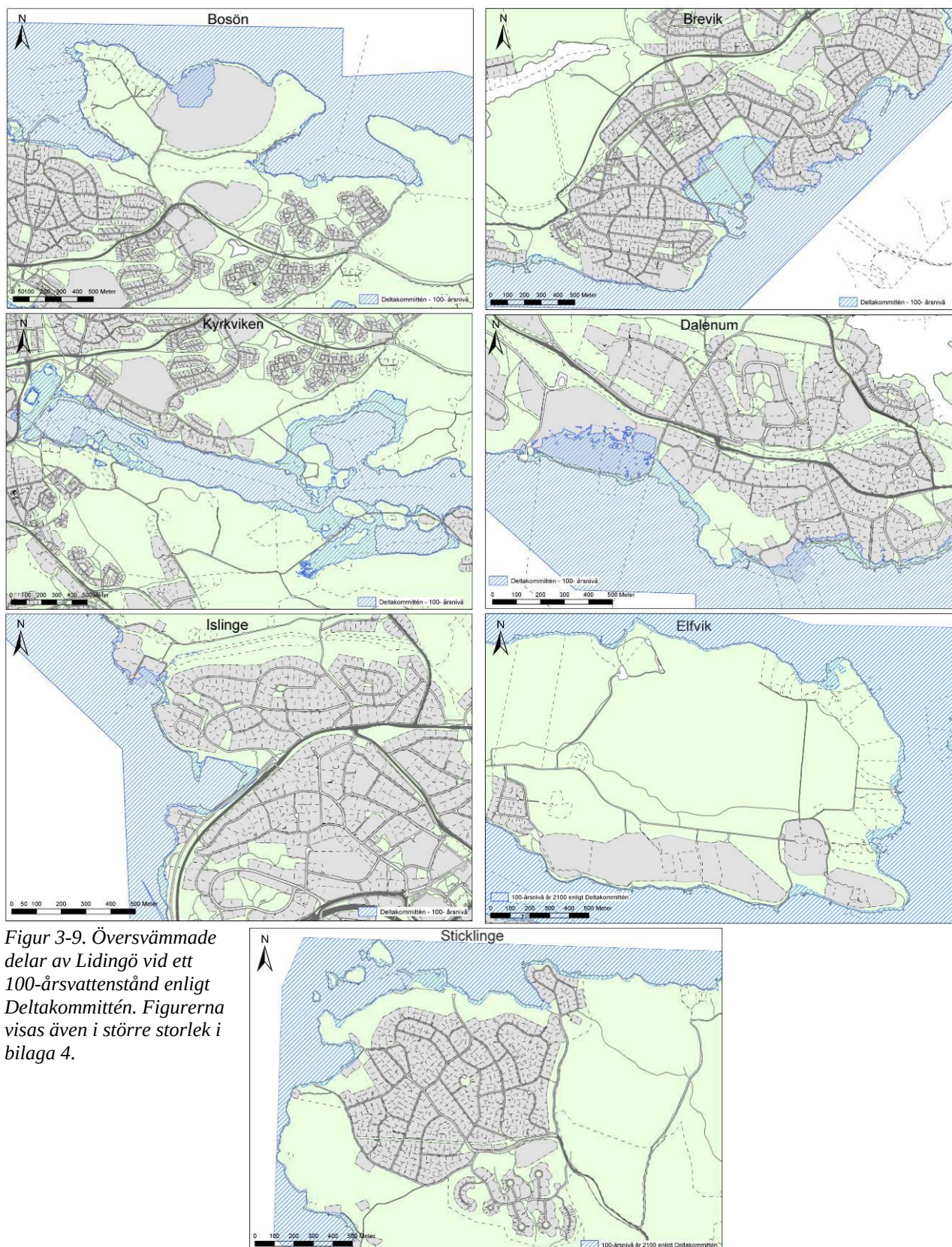


Figur 1. Översvämmade områden i Lidingö vid Deltakommitténs 100-årsnivå.



Figur 2. Översvämmade områden på Storholmsarna vid Deltakommitténs 100-årsnivå.

2010-09-01



2010-09-01

3.4 Konsekvenser

Av idag aktuella forskningsresultat är Deltakommittén det scenario med högst värden på havsnivåhöjning samt högst säkerhetsnivå. Den valda nivån bedöms därmed innehålla en hög säkerhet fram till år 2100. Sannolikheten att högre nivåer ska inträffa är enligt nuvarande forskning låg. Med hänsyn till detta bedöms Lidingö vara väl anpassat till havsnivåförändringar i detta tidsperspektiv med rekommenderad höjdsättningsnivå. Eventuella konsekvenser för nyetablerad bebyggelse och infrastruktur inom detta århundrade bedöms utebli med grund i de forskningsresultat som finns tillgängliga. Forskningsresultaten kan dock komma att förändras under kommande år. De säkerhetsmarginaler som inkluderats i rekommenderad nivå innebär att förändringar i grundvattennivåer och tillfälliga högvattenstånd inryms.

Befintlig bebyggelse och infrastruktur kan behöva anpassas för att klara framtida havsvattenstånd. Detta kan exempelvis göras genom olika översvämningsskydd och planering inför situationer med högvatten.

För Lidingö innebär den rekommenderade nivån att vissa ytor inte kan bebyggas utan att vissa åtgärder görs som uppfyllnad och grundförstärkning. Detta rör sig om attraktiva strandmiljöer. Enligt Plan- och bygglagen ska inte områden som riskerar att översvämmas bebyggas. Genom att vara förutseende och inte tillåta byggnader på platser som riskerar att översvämmas i framtiden kan staden skydda sina invånare mot ekonomiska och materiella förluster och bidra till att skapa ett hållbart samhälle.

Att välja en lägre höjdsättningsnivå kan innebära att byggnader och annan infrastruktur översvämmas permanent eller tillfälligt i framtiden. Det innebär en risk och kan bland annat ge stora ekonomiska konsekvenser. Det pågår även diskussioner i Sverige och utomlands om hur försäkringsbranschen ska hantera klimatförändringar, möjligen kan förutsättningarna för att försäkra fastigheter förändras liksom att försäkringspremier höjs.

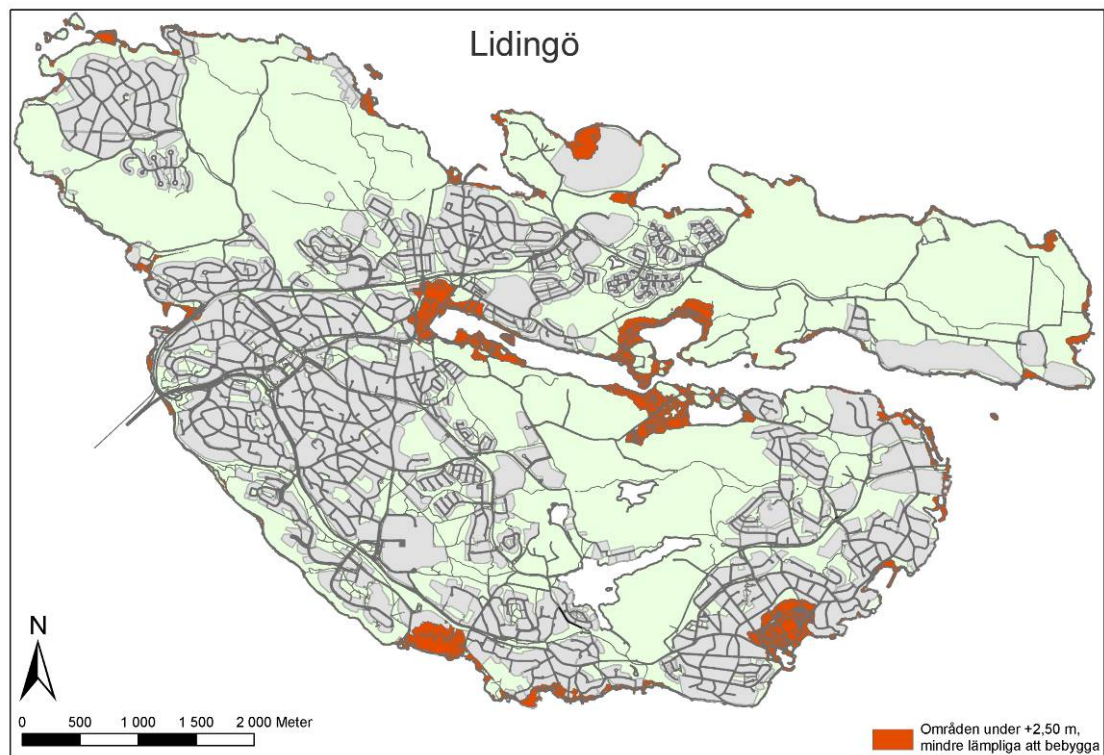
3.5 Rekommendationer

Lidingö stad rekommenderas att ingen översvämningsskänslig bebyggelse eller tekniska installationer samt vägar placeras under nivån **250 cm** (RH00). Denna säkerhetsnivå inkluderar 50 cm för osäkerheter rörande grundvatten och framtida extrema nederbörder samt en viss marginal till tillfälliga upptryckta havsnivåer. Därutöver ingår ett tekniskt säkerhetsavstånd till grundvattenytan för grundläggning som inte är vattentålig. Det är även av stor vikt att det finns en marginal till vattenytan för att vid behov kunna utrymma människor i de områden som hotas av översvämning. För vägar inryms i rekommendationen att vägunderbyggnad en meter under vägöverkant inte översvämmas, då vägbanan läggs på nivån 250 cm.

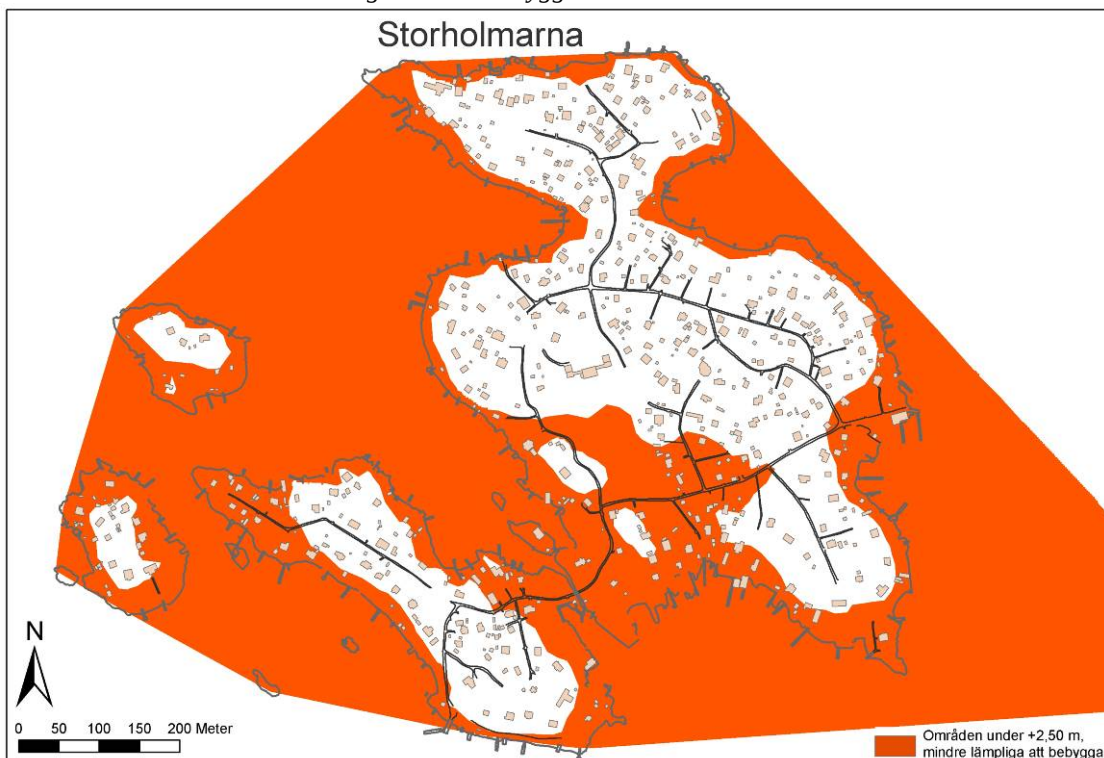
Utgångspunkt för rekommendationen är att ett hus ska kunna grundläggas med platta på mark med tillräckligt utrymme för grundläggning för att undvika fuktskador. Rekommendationen följer Länsstyrelsen i Skåne läns plan PM angående havsnivåhöjningar (2009).



2010-09-01



Figur 10. Områden under 2,50 m (RH00) på Lidingö. Dessa områden är olämpliga att bygga med rådande marknivåer och kräver åtgärder innan byggnation.



Figur 11. Områden under 2,50 m (RH00) på Storholmarna. Dessa områden är olämpliga att bygga med rådande marknivåer och kräver åtgärder innan byggnation.

2010-09-01

Vid byggande på områden lägre än 250 cm bör markuppfyllnad göras. Om ovanstående riktlinjer avseende höjder frångås krävs särskild anpassning av byggnader, både avseende användning och konstruktion. För byggande under rekommenderad nivå krävs vattensäker konstruktion och en utformning och användning av byggnaden som gör att inga viktiga värden kan påverkas vid en eventuell översvämning. Företrädesvis ska en riskanalys göras om rekommendationen frångås för större områden eller särskilt viktig bebyggelse. Samhällsviktiga funktioner och sammanhållen bebyggelse ska vara placerad så att risken för översvämning är minimal (Länsstyrelserna i Mellansverige, 2006). Om anläggningar av mindre vikt och som tål att översvämmas (t ex grönområden) planeras kan dessa läggas under nivån 250 cm.

4 Nederbörds mängder och påverkan på VA-systemet

4.1 Regnets varaktighet och återkomsttid

Vid dimensionering vill man ofta veta hur mycket det regnar under en begränsad tidsperiod. Detta är regnets varaktighet. Urbanhydrologin ställer krav på information om korttidsnederbörd för att kunna dimensionera avloppssystem. Med korttidsregn menas regn med varaktighet upp till ett dygn. Vid dimensionering vill man även veta hur frekventa regn med olika intensitet är och över hur stora ytor de är fördelade. Frekvensen anges som återkomsttid, vilket är sannolikheten för att ett regn ska inträffa under ett givet år. Sannolikheten för att ett regn med en viss återkomsttid ska inträffa under en följd av år visas i tabell 2.

Tabell 2. Sannolikhet för ett visst regn uttryckt i % under en period av år (E.M. Wilson "Engineering Hydrology").

	Period av år							
	1 år	5 år	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
Återkomsttid	Sammanlagd risk %							
5 år	20	67	89	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5
10 år	10	41	65	99	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5
20 år	5	23	40	92	99	>99,5	>99,5	>99,5
50 år	2	10	18	64	87	98	>99,5	>99,5
100 år	1	5	10	39	63	87	99	>99,5
200 år	<0,5	2	5	22	39	63	92	99
500 år	<0,5	1	2	9	18	33	63	86
1000 år	<0,5		1	5	10	18	39	63

4.2 Olika typer av nederbördsdata

Historiska regn

Med nederbördsdata i form av historiska regn menas data tagna från mätningar av nederbörden. Historiska nederbördsmätningar måste bearbetas innan de kan användas för beräkningar. Man bör tänka på att mätstationen bör vara representativ för området och att mätserien bör vara tillräcklig lång. Likaså får inte tidsintervallen vara för långa. Lämplig längd på tidsintervallen styrs av vilken typ av beräkning som ska göras.

Intensitets-varaktighetskurvor

2010-09-01

Vid många VA-tekniska beräkningar används intensitets- varaktighetssambandet. Det är ett diagram där maximala medelnederbördsintensiteten anges för varje varaktighet. Varje kurva representerar en återkomsttid. Intensitets- varaktighetssambandet kan erhållas från historiska regn eller beräknas. Ur diagrammen tas blockregn för varje varaktighet som sedan används i beräkningarna.

Nederbördsdata i form av en intensitets- och varaktighetskurva ger inte någon information om regnets tidsförlopp och de representerar inte den totala volymen på det verkliga regnet. Regn före och efter den studerade varaktigheten ingår ej. Detta får betydelse då intensitets- varaktighetskurvor används för att dimensionera utjämningsmagasin.

Det finns inte många städer i Sverige som har tillgång till nederbördsdata som kan användas för att ta fram dimensionerande nederbördsintensiteter. Det är endast de större städerna och ett fåtal mindre orter som har egna serier.

Dahlströms formel

SMHI har ett rikstäckande nät av nederbördsobservationer som ger dygnsnederbörd som har legat till grund för den beräkningsmetod som beskrivs i *Dahlström B, Regional fördelning av nederbördsintensiteten - klimatologisk analys, rapport R18:1979*. Det är en metod för beräkning av regn med olika varaktigheter och intensiteter. Metoden återges som den s.k. "Z-metoden" i *Svenskt Vatten, Publikation P90 (2004)*. I VA-sammanhang har formeln legat till grund för beräkning av dimensionerande nederbörd. Den bygger på en regional fördelning för regnintensiteter inom Sverige. Varje ort kan bestämma sin regnstatistik baserat på en karta med Z-värdets fördelning.

Nya beräkningsmetoder

På senare år har Z-metoden ifrågasatts och en utveckling av nya beräkningsmetoder har pågått. En ny formel har utvecklats av Dahlström (2010) som baserats på en samlad bearbetning av de svenska högupplösta regndata. Formeln är utvecklad för att beräkna dimensionerande regnintensitet för varaktigheter från 5 minuter upp till 24 timmar. För dimensionering är det viktigt att ta hänsyn både till häftiga regn från konvektiva regnmoln och till mindre intensiva regn från frontmoln, där stora regnmängder kan uppmätas efter långvarigt regnande. Båda dessa mekanismer för regnbildning har integrerats i formeln.

I Svenskt Vattens kommande publikation P104, kommer sannolikt blockregnsstatistik enligt denna metod att rekommenderas för svenska förhållanden, om inte annat är känt för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

En jämförelse mellan Z-metoden och den nya beräkningsmetoden visar att i de orter där man har använt Z-värden mindre än 18 har man troligtvis använt för låga regnintensiteter och orter där man använt högre Z-värden är systemen överdimensionerande. På Lidingö har Z-värdet 18 använts, vilket borde innebära att man ligger relativt rätt i förhållande till de nya kommande riktlinjerna för dimensionering.

Påverkan av klimatförändringar

De prognoser som görs med tanke på förväntade klimatförändringar tyder på större nederbörds mängder de närmsta 100 åren. I Sverige förväntas nederbörden minska under sommarmånaderna i större delen av landet och öka under vintern. De prognoser som görs av klimatforskarna har en sådan tid- och rumsupplösning att de inte visar hur nederbörden fördelar

2010-09-01

sig på olika regn. Det finns således inte underlag för att bedöma korttidsnederbörd för urbana områden.

Vad gäller de utredningar och analyser av regnstatistik långt tillbaka i tiden som genomförts i Sverige har inte visat på någon ökande trend av regnintensiteter.

I Danmark har spildevandskommittén tagit fram ett förslag på klimatfaktorer som innebär faktorn 1,2 för 2-års regn, 1,3 för 10-års regn och 1,4 för 100-års regn.

Jonas Olsson och Ulrika Willén (SMHI) slår fast i sin rapport "*Downscaling extreme RCA3-precipitation for urban hydrological applications*" att man kan se 5-10% ökning av intensiteten på korttidsnederbörden under perioden 2011-2040 och 10-20 % ökning under perioden 2071-2100.

I arbetet med Svenskt Vattens kommande publikation P104 diskuteras en rekommendation att för anläggningar som skall dimensioneras och förväntas ha en livslängd fram till slutet av detta århundrade eller längre, med nuvarande kunskapsläge, en klimatfaktor av storleksordningen 1,2 tillämpas, dvs att dagens dimensionerande regn ökas med 20 %.

4.3 Översvämningsanalys VA-systemet

Lidingö dagvattensystem har analyserats för risken att översvämningsinträffar vid regn med återkomsttider motsvarande 50 och 100 år. Intensiteter och regnmängder har beräknats utifrån Dahlströms formel, *Dahlström B, Regional fördelning av nederbördsintensiteten - klimatologisk analys, rapport R18:1979*.

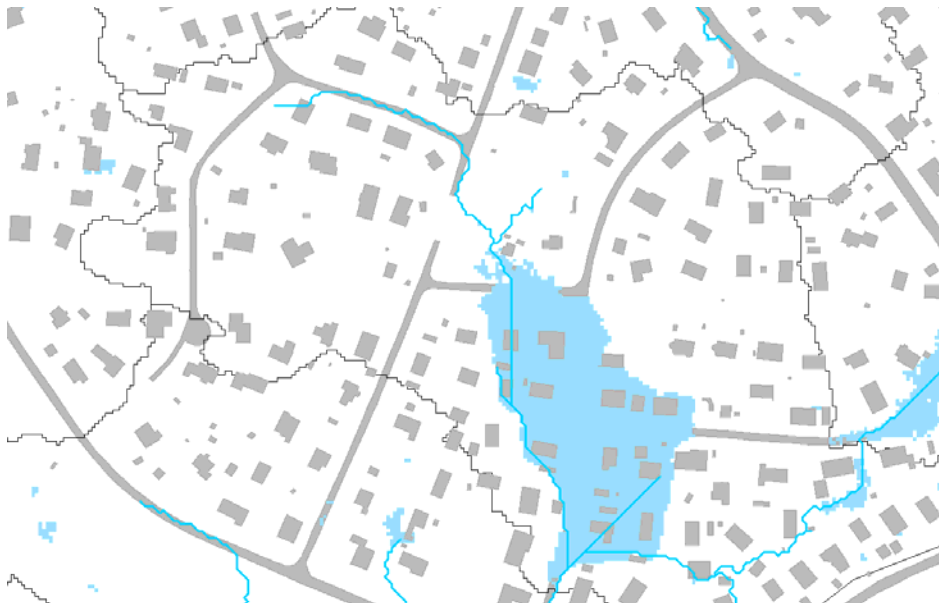
Lidingö har delats in i lämpligt antal delområden. Indelningen har gjorts utifrån lågpunkter inom större avrinningsområden. För varje lågpunkt har definierats:

- storlek och volym på "instängt område"
- avrinningsområdets geografiska storlek
- dagvattenledning inom området
- kapacitet i utgående ledning
- uppströms delområden (urbant område eller naturmark)
- strömningsriktningar för markavrinning

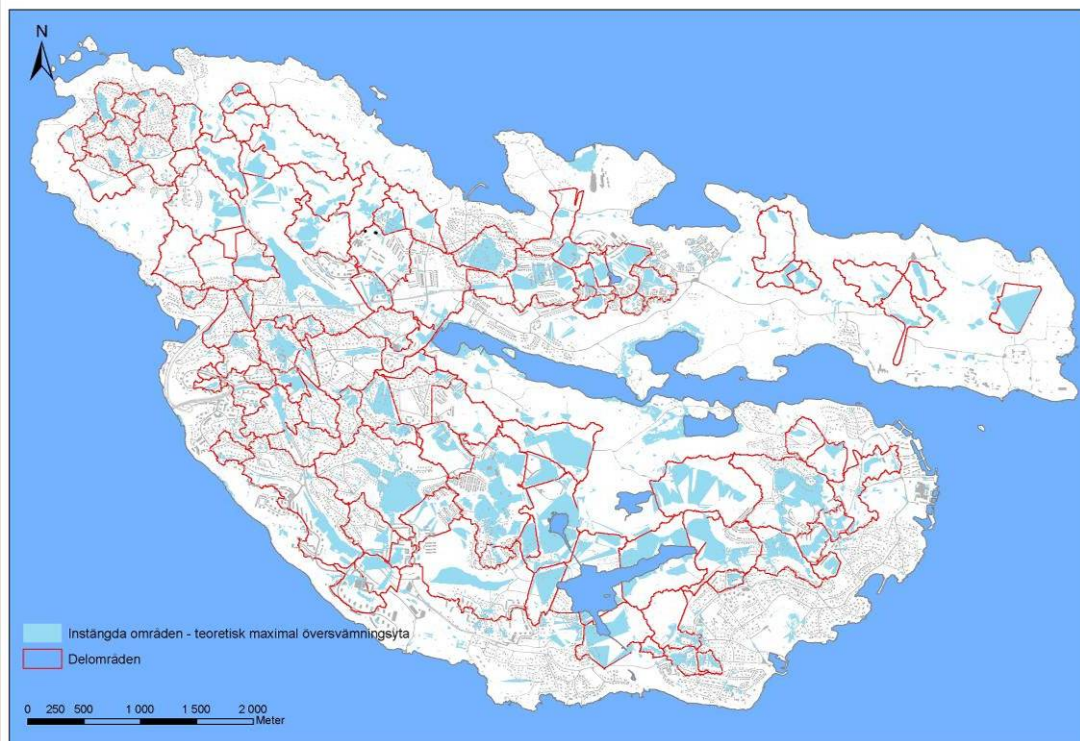
Med "instängt område" menas den yta som teoretiskt kan översvämmas innan markavrinning sker. Inom bebyggelse finns oftast rännstensbrunnar eller diken som avvattnar lågpunkten vilket, beroende på kapaciteten i ledningen eller diket, begränsar omfattning på eventuell översvämningsyta. Figur 12 visar exempel på ett delområde för vilket det instängda området och generella strömningsriktningar för markavrinning bestämts. Figur 13 visar identifierade instängda områden inom Lidingö. Inom Storholmarna har inga lågpunkter lokaliserats. Det bör förtydligas att de instängda områden som redovisas inte avser översvämningsytor utan enbart storlek på det instängda området.



2010-09-01



Figur 12. Exempel på instängt område inom ett avrinningsområde (blå fylld yta). Blå linjer visar generella strömningsriktningar vid markavrinning.



Figur 13. Definierade instängda områden och avrinningsområden/delområden inom Lidingö.

2010-09-01

Målsättningen har varit att beskriva ett begränsat antal delområden varför mindre instängda områden inte redovisas. Definitionen av lågpunkter, strömningsriktningar för markavrinning till lågpunkter samt omfattning och volym på instängda områden har beräknats med hjälp av ArcHydro som är ett tillägsprogram till ArcGIS. Olika kriterier har använts för hur stora instängda områden som ska identifieras vilket begränsar mängden data och gör analysen överskådlig. Med hjälp av ArcGIS har de till avrinningsområdet inkommande ledningarna respektive utgående ledning lokaliserats. Med ArcGIS har den totala ledningslängden och därmed ledningsvolymen kunnat beräknas. Kapaciteten i ledningar har bedömts utifrån kapacitetstabeller för olika ledningsdimensioner med en antagen generell lutning på 3 promille. Ingen hänsyn har tagits till platsspecifika lutningar eller hur eventuell dämning kan påverka kapaciteten. Regnmängder som genereras inom ett avrinningsområde har beräknats utifrån arealen och utifrån en hårdgjordhet som varierar mellan 0.05 och 0.2 (Svenskt Vatten P90). Samtliga analyser utgår från tillgänglig höjdmodell över Lidingö. Höjddata har bearbetats från ursprungliga upplösningen 1m till en upplösning på 2 m. Detta för att mängden data ska vara hanterbar i beräkningsprogrammen. Förenklingen av höjdmodellen, som trots detta får anses vara detaljerad, gör att förhöjningar eller svackor som ”styr” markavrinning eller bestämmer storlek på instängda områden i vissa fall kan ha felbedömts.

För naturmark redovisas större instängda områden. Naturmark bedöms inte utifrån sannolikheten att översvämning inträffar. I analysen har förutsatts att diken har tillräcklig kapacitet för avledning av dagvatten. I realiteten kan diken vara igenväxta om underhållet är eftersatt, vilket kan öka risken för översvämningar. Någon bedömning av dikens kapacitet har inte gjorts. Syftet att visa instängda områden i naturmark är att visa var uppströms naturområden kan påverka avrinningen till nedströms bebyggda områden. Vidare kan de bilda underlag för planeringsarbeten där hänsyn behöver tas till hur markavvattning och avrinning sker. Kvalitetsbrister i tillgänglig höjdmodell, inom områden med naturmark, gör att utbredningen av instängda områden kan vara svårbedömda.

Inom bebyggelse har bedömts om det finns en sannolikhet att översvämning inträffar utifrån:

- kapacitetsbegränsningar i ledningsnätet i förhållande till regnmängd
- beräknad översvämmad volym jämfört med det instängda områdets volym
- det instängda områdets placering och utbredning i förhållande till bebyggelse och gator
- anslutande naturmark uppströms delområdet
- omfattning på diken och kulvertar/tunnlar inom delområdet
- eventuell påverkan från uppströms delområden där översvämning bedöms ske och där risken för markavrinning bedöms som stor
- närhet till dagvattenutlopp där kapaciteten kan påverkas av en havshöjning

Delområden inom bebyggelse har klassificerats utifrån sannolikheten att översvämning inträffar. Bedömningen har gjorts utifrån tillgängliga geografiska data. Några platsbesök har inte gjorts för att verifiera resultatet.

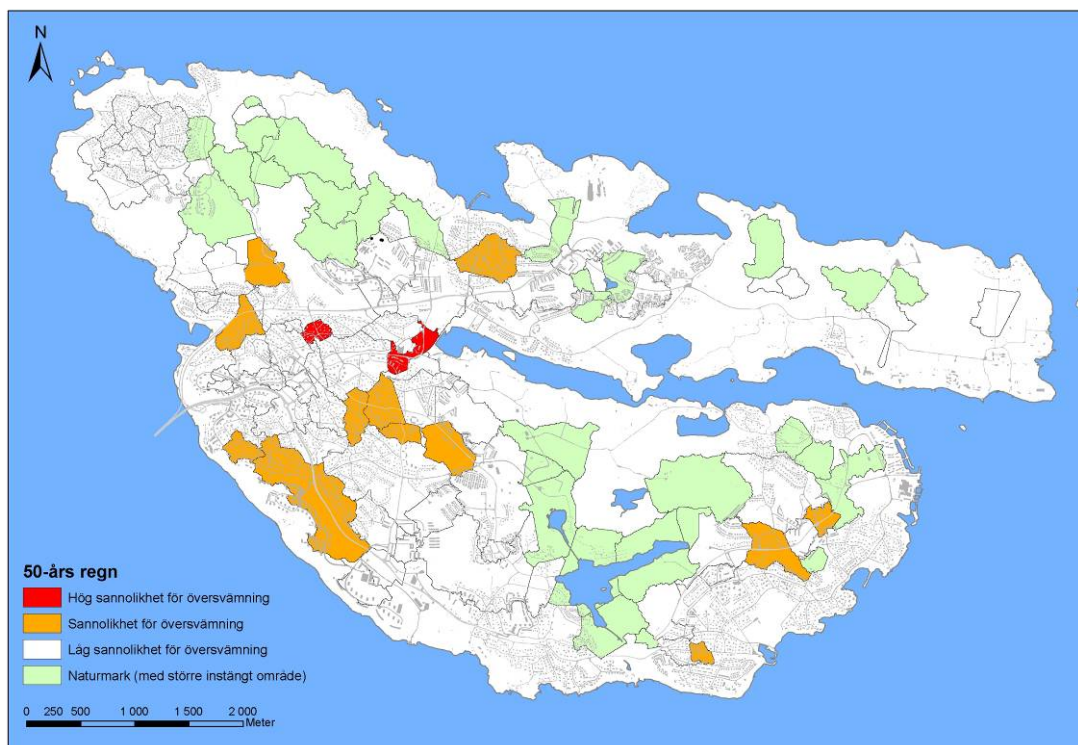
För att bedöma sannolikheten att översvämning sker inom ett delområde har olika scenarier för nederbördsmängder analyserats:

- 50-års regn, intensitet beräknat utifrån nuvarande statistiska metoder, se figur 14
- 100-års regn, intensitet beräknat utifrån nuvarande statistiska metoder, se figur 15
- 100-års regn med klimatfaktor 1.2, utifrån senaste forskningsresultaten, se figur 15

2010-09-01

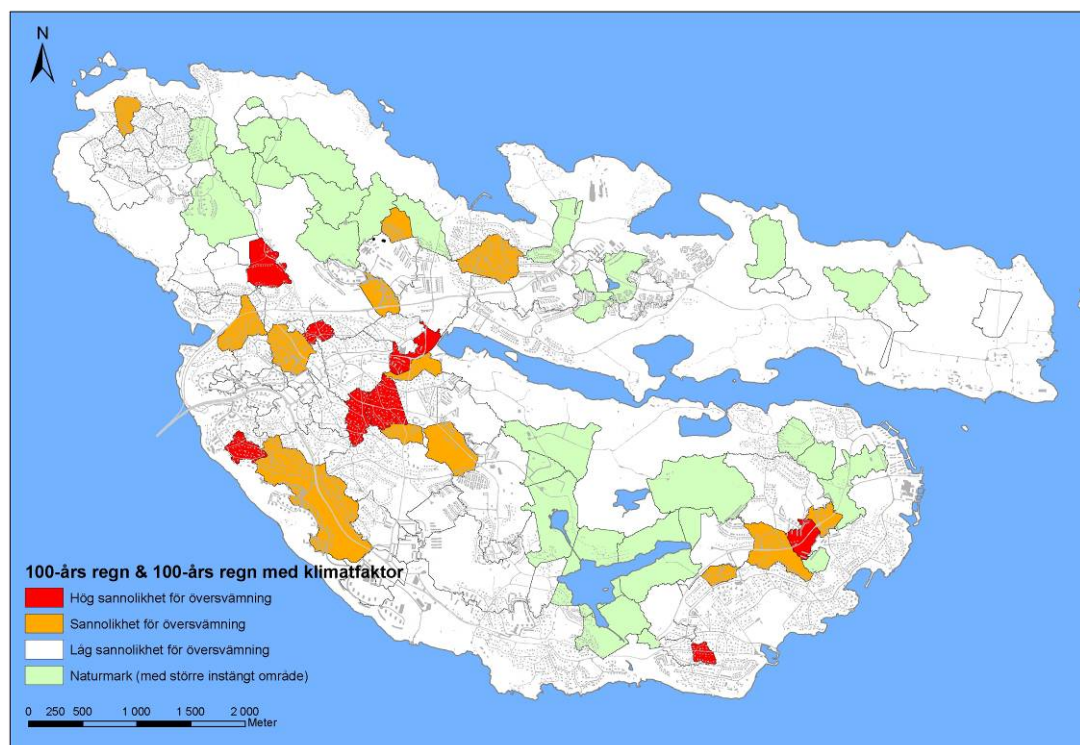
Resultatet för scenario med klimatfaktor skiljer sig inte från scenario med 100-års regn varför denna inte redovisas i särskild figur, se figur 15. För respektive regnscenario har det gjorts en bedömning av sannolikheten att översvämning inträffar inom urbana områden. För naturmark har angetts delområden med större instängda områden.

De bedömningar som gjorts utgår från en inbördes jämförelse mellan delområden där hänsyn tas till hur stor volym av det instängda området som översvämmas, om markavrinning bedöms ske till nedströms delområde och om området ligger i anslutning till ett utlopp till havet. Bedömningen är subjektiv och syftet har inte varit att definiera riktvärden för vad som anses vara en översvämningsyta. Syftet är att ge indikationer på vilka områden som löper större risk än andra att drabbas av översvämning. De scenarier som jämförs syftar till att genom en känslighetsanalys identifiera områden som utmärker sig. Känslighetsanalys lämpar sig att utföra när omfattning på indata och lägre detaljeringsnivå begränsar möjligheten att bestämma faktiska arealer och volymer. I figur 14 redovisas översvämningsområden för 50-års regn. I figur 15 redovisas motsvarande för 100-års regn och 100-års regn med klimatfaktor. Resultaten presenteras också i bilaga 2-3.



Figur 14. Sannolikheten för översvämnningar inom urbana områden vid 50-års regn. Grönmarkerade delområden avser naturmark med större instängda områden.

2010-09-01



Figur 15. Sannolikheten för översvämningar inom urbana områden vid 100-års regn med och utan klimatfaktor. Grönmarkerade delområden avser naturmark med större instängda områden.

4.4 Konsekvenser

För bedömning av konsekvenser av eventuella översvämningar bör sannolikheten att översvämning inträffar relateras till områdets struktur d v s bebyggelse och gatu- /vägnät, lokalisering av VA-anläggningar och närhet till karterade översvämningsskarterade områden p g a förhöjda havsnivåer. Bedömningen bör kompletteras med konsekvenser på samhällsfunktioner t ex vårdcentraler, brandstationer, vårdhem, skolor etc.

4.5 Rekommendationer

Redovisade delområden där det finns en sannolikhet att översvämningar inträffar kan bilda underlag för prioritering av detaljerade utredningar av ledningskapacitet och utbredning av översvämningar. De delområden som i fortsatta utredningar visar på kapacitetsbrister i ledningsnätet bör utvärderas för kapacitetshöjande åtgärder, utjämnande åtgärder eller åtgärder som innebär att vattenvägar för markavrinning säkerställs. Vid planering av nya områden för bebyggelse eller infrastruktur bildar analysen underlag för beslut om behov av särskilda utredningar avseende översvämningsskartering och markavrinning.

2010-09-01

5 Skredriskkartering med hänsyn till klimatförändringar

5.1 Allmänt

Stabilitetsförhållanden styrs av många faktorer såsom jordlagerföljd, jordens hållfasthetsegenskaper och tyngd, grundvattennivå och portryck, släntlutningar samt yttre faktorer som laster från uppfyllnader, byggnader och vägar samt vibrationer mm.

Sannolikheten för att skred och ras ska inträffa ökar med häftig nederbörd och berör de områden där det råder en nedsatt stabilitet på grund av nivåskillnader i kombination med lösa jordlager. I farozonen ligger också låglänta, kustnära områden som sluttar ner mot vattnet och där risken för periodvisa översvämnningar är förhöjd antingen på grund av extrem nederbörd eller på grund av stigande havsnivåer. Även havsbottens lutning inverkar på skredkänsligheten. En brant lutande havsbotten har en större benägenhet att rasa än en flackt lutande.

Ett förändrat klimat kan också leda till förhöjda grundvattennivåer. Detta i kombination med ett underdimensionerat ledningsnät kan leda till en ökad risk för översvämning efter kraftiga regn i de låglänta områden där jorden oftast utgörs av lera.

Den utförda skredriskkarteringen baseras på den av Lidingö stad erhållna byggnadsgeologiska kartan där lös- och fastmarksområden samt områden med berg i dagen framgår. Information från kartan har kompletterats med platsbesök (utförda den 11 maj och 2 juni 2010) och information från äldre geotekniska utredningar för att få en mer detaljerad bild av skredkänsligheten i aktuella områden.

5.2 Val av scenario

Utifrån SMHI:s översvämningskartering har översvämmade områden vid ett havsvattenstånd på 153 cm (RH00) studerats översiktligt, vilket motsvarar Deltakommitténs 100-årsvattenstånd (i fortsättningen kallad Delta 100), se även kapitel 3.3. Rekommenderad nivå för höjdsättning är 250 cm (RH00).

5.3 Översvämmade kustområden och konsekvenser

Då skredrisken är som högst i lösjordsområden har karteringen utförts på följande områden:

- Kyrkviken
- Ekholmsnäs och Hustegaholm
- Elfvik
- Bosön
- Norra Sticklinge och Trolldalen
- Islinge
- Dalénum/AGA
- Brevik.

Skredriskanalysen har på Lidingö stads begäran utvidgats till besiktning av befintliga bryggor i Sticklinge (Uddvägen), Larsberg (Brostugevägen), Brevik, Klippudden, Gåshaga och Elfvik (Söderåsvägen).

2010-09-01

5.3.1 Kyrkviken

Topografi och verksamhet

Området runt Kyrkviken är plant och utgörs mestadels av gräsytor och vass närmast stranden. På södra och norra sidan av Kyrkviken finns verksamhet i form av båtvarv och roddklubb. Innanför Kyrkvikens innersta del ligger Lidingövallen med tillhörande fotbollsplaner, löpbanor samt tennishall och tennisbanor. Strax öster om tennishallen ligger ett dagis. Utmed hela stranden finns en icke asfalterad gångväg. Mellan denna och Lidingövallen gick fram till mitten av 1960-talet Lidingöbanans spårväg linje 20. Banvallen finns kvar. Den är asfalterad och används som gc-väg.



Figur 16. Vy över Kyrkviken från sydväst

Geologi

Enligt byggnadsgeologiska kartan över Lidingö utgörs jorden runt inre Kyrkviken till största delen av lera. Områden med berg i dagen förekommer lokalt vid stränderna och i högre belägna, kuperade områden ca 50-100 m från strandlinjen.

Utförda geotekniska undersökningar visar att området runt Kyrkviken till största delen är utfyllt med en fyllnadstjocklek om ca 2 m. Fyllningen är av olika karaktär. Den utgörs dels av siltig lera och dels av grus med förekomst av tegelrester och stenar. Den naturliga jorden under fyllningen utgörs av lera med upp till ca 6 m lagertjocklek. Leran är lös till mycket lös. Utförda CRS-försök visar att leran är underkonsoliderad dvs. sättningar pågår.

Vid mätningar av grundvattenytan har denna legat mellan -0,08 och +0,12. Den varierar med Kyrkvikens vattenstånd. Grund- och ytvattnet har en syd/ sydöstlig strömningsriktning riktad mot inre Kyrkviken.

Översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 1.

En översvämmning enligt scenariot Delta 100 visar att större delar av inre Kyrkviken kommer att översvämmas om havsvattenytan stiger till nivån +1,53. Berörda områden är fotbollsplaner, löpar- och tennisbanor samt gång- och cykelvägar. Varvet på norra sidan av inre Kyrkviken kommer också att översvämmas liksom en tänkt förlängning av Kyrkviken mot gamla Elverket.

2010-09-01

I och med att området är flackt och havsbotten sluttar svagt mot öst är skredrisk med dagens marknivåer låg. En anpassad höjdmodell som tar hänsyn till kommande översvämningar medför att markuppfyllnader med upp till 1 m måste göras för att undvika översvämningar. Dessa uppfyllnader kan krävas förstärkningar med t.ex. kalkcementpelare.

5.3.2 Ekholmsnäs och Hustegaholm

Topografi och verksamhet

Ekholmsnäs och Hustegaholm är två uddar som ligger söder resp. norr om sundet mellan Kyrkviken och Hustegafjärden. Hustegaholm är ett fritids- och rekreationsområde med koloni- och kolloverksamhet. Inom området finns äldre bebyggelse som används som restaurang eller uthyrning till föreningar. Öster om Hustegaholm ansluter Gråviken som tillhör Långängens naturreservat. Området runt viken utgörs mestadels av åkermark med inslag av skogsdungar, sank lövskog och hagmarker.

Ekholmsnäs är ett kuperat naturområde där Lidingös slalombacke ligger. I anslutning till denna finns en mindre golfbana. På de låglänta områdena på Ekholmsnäs bedrivs gårdsverksamhet. I östra delen ligger Ekholmsnässjön, en havsvik som är förbunden med Hustegafjärden via ett smalt sund.



Figur 17. Vy från Hustegaholm mot Ekholmsnäsbacken



2010-09-01

*Figur 18. Ekholmsnäs**Geologi, översvämmande områden och skredrisk*

En karta med översvämmande områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 2.

Enligt kartan utgörs jorden vid Ekholmsnäs av lera med undantag av de högra belägna partier där det finns berg i dagen. Översvämningssområdena blir stora och sträcker sig på vissa ställen ca 300 m inåt landet. Delar av Ekholmsnäs vägen blir översvämmande. Inga byggnader påverkas men Ekholmsnäs gård omringas av vatten.

Vid Hustegaholm och Gråviken utgörs jorden också mestadels av lera. På udden samt på sydöstra sidan av Gråviken förekommer berg i dagen. Översvämningssområdet sträcker sig till max 200 m från stranden i Gråviken. Den höga vattennivån medför också att Hustegaholm blir omringad av översvämmande områden. Hjalmar Arwins väg och gc-vägen blir översvämmande längs en sträcka på ca 1 km.

Skredrisk vid översvämning bedöms bli låg.

Vid en eventuell nybyggnation av en fast förbindelse mellan uddarna kan uppfyllnader vid landfästena försämra stabiliteten mot vattnet. Antagligen krävs det markförstärkningar för brons tillfartsbankar t.ex. i form av kc-pelare.

5.3.3 Elfvik

Topografi och verksamhet

Elfvik ligger längst ut på Lidingös norra del och omgärdas av vatten från tre håll. I området finns Elfviks gård, ett hotell, några mindre gårdar samt några konferensanläggningar varav vissa har planer på att expanderar. Staden planerar en upprustning av strandpromenaden och en utbyggnad av bryggan på Söderåsvägen så att Vaxholmsbåtarna kan angöra den.

Området på södra sidan av halvön utgörs av kuperade gräsytor med slänt ner till Kyrkviken.

2010-09-01



Figur 19. Vy från gc-väg mot öst, Villa Söderås

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 3.

Enligt kartan utgörs jorden närmast stranden mestadels av morän. Leran förekommer vid Söderåsvägen och en bit upp på land.

Enbart mindre delar av Elfvik kommer att översvämmas. Bryggan vid Söderåsvägen låg vid måttillfället 1,43 m över vattenytan (2010-06-02). Enligt information från Stockholms hamn låg Saltsjöns nivå på -0,45 m(RH00) ovan Stockholms slusströskel. Detta ger en höjd på bryggan på +0,98 m.

Skredrisken bedöms vara måttlig. Angränsande gc-vägar ligger på en tillräckligt hög nivå för att inte bli översvämmade.

5.3.4 Bosön

Topografi och verksamhet

Bosön är en halvö på norra Lidingö. Halvön är mycket kuperad och vegetationen utgörs mest av skog. Bosön och Lidingö var för ca 1000 år sedan åtskilda från varandra. Gränsen gick i den låga dalgången (marknivåer idag mellan +1 och +4) vid Bosöns marina och västra Bosön som blev utfylld och därefter blev en fast förbindelse med Lidingö. Vid västra Bosön är strandområdet flackt och vegetationen utgörs av sank lövskog och sly.

På Bosön finns Riksidrottsförbundets utvecklingscentrum och bebyggelsen utgörs av konferensanläggning, idrottshallar och fotbollsplaner. På östra sidan av Bosön ligger Bosö marina. Ett koloniområde, Dalakolonin, finns på östra sidan av halvön.

2010-09-01



Figur 20. Idrottshall och fotbollsplan, vy från nordöst

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 4.

Enligt kartan utgörs jorden närmast stranden mestadels av morän med undantag av det låglänta utfyllda området som tidigare utgjorde gränsen mellan Bosön och Lidingö. Lerkilar förekommer även nordväst om idrottshallen och vid Dalakolonin.

Vid en vattenståndshöjning enligt Delta100 kommer de östligaste delarna av Bosö marina och delar av västra Bosön att översvämmas. Utbredning av dessa översvämningar är dock av lokal karaktär och når inte bebyggelsen. Skredrisken bedöms som liten i de utfyllda områdena.

Vid Bosöns idrottsanläggningar kommer översvämningarna att bli mycket större i utbredning och sträcka sig ca 300 m inåt landet. Detta innebär att fotbollsplanen nedanför nya idrottshallen blir översvämmad och även flera båthus och mindre stugor inom området. Gamla idrottshallar påverkas inte utom den gamla hallens simhallsdel vars nordöstra hörn kommer att stå i vatten.

5.3.5 Norra Sticklinge och Trolldalen

5.3.5.1 Norra Sticklinge

Topografi och verksamhet

Terrängen i norra Sticklinge kännetecknas av stora nivåskillnader med höga toppar och lägre mellanliggande dalar. Höjdskillnaden inom området uppgår till ca 50 m. Inom området finns skolor/dagis, bostäder i form av villor samt ett antal småbåtshamnar och bryggor.

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 5.

Enligt kartan utgörs jorden närmast stränderna mestadels av morän eller berg i dagen. Lerkilar förekommer vid två ställen, dels vid Kräftvägen (Kyttingeviken) och dels vid Rödstuguvägen (Rödstuguviken). Det är främst dessa områden som kommer att bli översvämmade vid en höjning av havsvattenytan. Även båtklubben på Sticklinge udde kommer att översvämmas. Skredrisken vid Rödstuguvägen bedöms vara stor då marken sluttar relativt brant ner mot vattnet. Vid Kyttingeviken bedöms skredrisken vara liten.



2010-09-01



Figur 21. Slänt upp mot Rödstuguvägen, vy från väst

Den nybyggda bryggan vid Sticklinge udde ligger idag på nivå ca +0,71 m i RH00 och blir översvämmad.

5.3.5.2 Trolldalen

Topografi och verksamhet

Terrängen i Trolldalen är lik den i Norra Sticklinge med stora kuperade områden och flacka dalgångar med sankmark. Vegetationen utgörs av löv- och tallskog samt sly. Större delar är fortfarande jungfrulig mark. Inom området finns sommarstugor, villor och en båthamn (Mor Annas brygga).

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 5a.

Enligt denna karta utgörs jorden närmast stranden mestadels av berg i dagen med undantag av området vid Mor Annas brygga där jorden utgörs av lera. För några tomter i östra delen har uppfyllnader gjorts med upp till 2 m.

Översvämnningar vid bryggan är av lokal karaktär. I sydöstra delen kommer en liten halvö att översvämmas. På denna finns ett hus på en kulle som inte blir översvämmad.

2010-09-01



Figur 22. Trolldalen, sankmark, vy från sydväst

Skredrisk i samband med översvämning bedöms som liten.

5.3.6 Islinge

Topografi och verksamhet

Islingeviden ligger ca 500 m norr om Lidingöbroarnas landfästen. Området närmast viken är flackt men övergår i brantare terräng mot norr, öster och söder. I Islingeviden utgörs bebyggelsen av en bensinstation med tillhörande tvättanläggning samt båthamn med kaj och mindre byggnader. Norr om Islinge finns ett båtvarv (Lidingövarvet) dit en asfalterad gc-väg går.



Figur 23. Islingeviden, vy från sydväst



2010-09-01

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 "Skredriskkartering", sida 6.

Enligt byggnadsgeologiska kartan över Lidingö utgörs jorden i Islingeviden av lera. Utförda undersökningar anger lerans skjuvhållfasthet till ca 20 kPa. De flesta lerområdena är idag utfyllda med sprängstensfyllning. I de högre belägna delarna förekommer morän och berg i dagen.

Områden som översvämmas sträcker sig ca 10-40 m inåt landet. Detta påverkar gc-vägen och kajen samt bensinstationen. Bensinstationen är känslig då det finns risk för att föroreningar kan läcka ut i havsvattnet. Övrig bebyggelse kommer inte att påverkas av översvämningarna. Skredrisken bedöms allmänt som liten eller måttlig i området kring södra Islingeviden där terrängen sluttar brantare mot Saltsjön.



Figur 24. Slänt från Grenstigen mot Islingeviden, vy från sydväst

5.3.7 Dalénum/AGA

Topografi och verksamhet

Dalénum är ett före detta industriområde som ska omvandlas till bostadsområde. Området är plant med en flack sluttning mot vattnet. Marknivån varierar från +0,5 vid strandlinjen till +8,0 vid Lidingöbanan. På östra och västra sidan stiger marken mot Kappsta resp. Larsberg. Inom området finns en nyanlagd badstrand och badbryggor.

Detaljplanen för bebyggelse har antagits. Enligt denna ska ny bebyggelse under nivån +1,7 m utformas och utföras med vattentät konstruktion och översvämningsskydd i öppningar så att naturligt översvämmade vatten inte skadar byggnaden.



2010-09-01



Figur 25. Dalénum, badstrand, vy från väst

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 7.

Enligt kartan utgörs jorden av lera. De låga marknivåerna medför att stora delar av området blir översvämmade vid en höjning av havsvattennivån till +1,53. Översvämningsområdet sträcker sig ca 200 m inåt landet med dagens marknivåer.

För att undvika dessa översvämnningar måste marken höjas vilket kan leda till instabilitet. Omfattande markförstärkningar med t.ex. kc-pelare erfordras för att erhålla en tillfredsställande säkerhet mot skred.

Bryggan vid Brostugevägen ligger på nivån +0,93 m i RH00 och blir översvämmad.

5.3.8 Brevik

Topografi och verksamhet

Breviks strandområde på södra Lidingö är plant och låglänt. Viken och sjöbottnen är långgrund. Ca 500 m från stranden börjar markytan att stiga mot Södra Kungsvägen. Bebyggelsen utgörs av villor. Vid stranden finns en småbåtshamn. En bit högre upp från strandlinjen finns fotbollsplaner varav en nyligen har fått konstgräs.



2010-09-01



Figur 26. Breviks fotbollsplan, vy från sydväst

Geologi, översvämmade områden och skredrisk

En karta med översvämmade områden och geologin redovisas i bilaga 4 ”Skredriskkartering”, sida 8.

Enligt kartan utgörs jorden av lera. Undersökningar visar på lerdjup upp till 10 m. Grundvattenmätningar visar att nivåer varierar mellan -0,2 och +0,2. Delar av det plana området har varit översvämmade när Saltsjöns vattenstånd har varit högt.

De låga marknivåerna medför att större delar av området blir översvämmade vid en höjning av havsvattennivån enligt Delta 100. Översvämningsområdet sträcker sig ca 400 m inåt landet fram till Löparstigen och Klövervägen. Detta medför att ett antal byggnader (ca 14 stycken) blir översvämmade, dels privatägda villor och dels omklädningsanläggning till fotbollsplanen.

Bryggan i Brevik ligger på nivån +1,03 m i RH00 och blir översvämmad.

Väster om Brevik ligger Skärsätra där också stora områden (100 m inåt landet) blir översvämmade. I hälften av områden utgörs jorden av morän som inte är lika skredbenägen som lera. I lerområden har leran en mycket låg skjuvhållfasthet på ca 10 kPa. För att förbättra stabiliteten har en tryckbank utlagts i vattnet. Skredrisken bedöms därför idag vara låg.

5.3.9 Bryggor runt Lidingö

Skredriskanalysen har på Lidingö stads begäran utvidgats till besiktning av befintliga bryggor i Sticklinge (Uddvägen), Larsberg/Dalén (Brostugevägen), Brevik, Klippudden, Gåshaga och Elfvik (Söderåsvägen).

Befintliga nivåer (i RH00) framgår nedan:

Sticklinge (Uddvägen) +0,71 m

Larsberg/Dalén (Brostugevägen) +0,93 m

Brevik +1,03 m

Elfvik (Söderåsvägen) +0,98 m.

2010-09-01

Bryggan vid Klippudden är belägen norr om Brevik och ligger på nivån på ca +0,95 m. Den angörs regelbundet av Vaxholmsbåtarna. Vid en höjning av havsvattenytan blir bryggan översvämmad.

Bryggan vid Gåshaga byggdes i samband med nybyggnationen av Gåshaga. Bryggan ligger på en nivå på ca +0,95 m och blir översvämmad vid en stigning av havsvattenytan. De geologiska förhållandena visas i bilaga 4 "Skredriskkartering", sida 9.



Figur 27. Gåshaga brygga

5.4 Konsekvenser och rekommendationer

Ändrade klimatförhållanden i samband med stigande havsnivåer och ökad risk för översvämningar påverkar de geotekniska förutsättningarna framför allt i strandnära områden.

Jordförhållandena i de flesta av dessa låglänta områden är ogynsamma då jorden utgörs av lera. I de undersökta områdena har det visat sig att lerans skjuvhållfasthet är låg resp. mycket låg vilket medför en hög skredrisk vid uppfyllnader eller muddringar. Fluktuationer i vattenståndet medför sämre stabilitetsförhållanden då jorden blir vattenmättad vid översvämningar. När vattnet sjunker minskar mothållet samtidigt som höga porttryck kvarstår en tid varvid skred kan inträffa.

Bortsett från själva översvänningsrisken medför stigande havsnivåer även stigande grundvattennivåer i dessa områden. Översvämningar i havsnära områden kan även inträffa utan att Delta100-vattenståndshöjningar nås vilket har observerats i Breviks plana områden. Det är därför viktigt att dräneringar anläggs för nya bollplaner och tennisbanor så att vattnet snabbt kan ledas bort från anläggningarna då naturliga avrinningsområden försvinner med högre vattenstånd.

För Lidingö stad innebär en höjning av havsvattenytan att samtliga bryggor kommer att översvämmas. Känsliga områden där nya byggnader eller anläggningar ska uppföras är även Kyrkviken, Dalénum, Brevik och Bosön. En höjdsättning bör eftersträvas enligt de under punkt 3.5 angivna rekommendationerna. Den angivna nivån medför att stora markuppfyllnader

2010-09-01

erfordras i redan skredbenägna områden. Nya markuppfyllnader medför sättningar och på sina ställen en förhöjd skredrisk i lerområden.



Figur 28. Pågående sättningar i Kyrkviken efter markuppfyllnader



Figur 29. Pågående sättningar för bollplan i Brevik

För att undvika dessa har i tidigare geotekniska utredningar lättfyllnader rekommenderats vilket inte är tillämplbart i översvämningsområden då lättfyllning normalt har en betydligt lägre densitet än vatten och flyter därför upp om inte tillräcklig täckning med tyngre jord utläggs. Lämplig markförstärkning i skredbenägna översvämningsområden är kalkcementpelare. Eventuellt kan den billigare metoden vertikaldränering användas om endast mindre markuppfyllnader planeras och när tidsplanen medger detta.

Även muddring av havsbotten bör i möjligaste mån undvikas i områden med hög skredrisk.

2010-09-01

6 Slutsatser

I rapporten analyseras behov av lägsta bygghöjd, översvämningsrisker och skredrisker. De rekommendationer som ges syftar till att tydliggöra vilken hänsyn som bör tas vid samhällsplanering. I de rekommendationer och riktlinjer som ges pekas områden ut som inte bör bebyggas, kan bebyggas om hänsyn tas till en rekommenderad lägsta höjd på färdigt golv, kan bebyggas om området görs översvämningsstligt och områden som kan bebyggas om åtgärder vidtas avseende avledning av dagvatten.

För Lidingö rekommenderas att ingen översvämningskänslig bebyggelse eller tekniska installationer samt vägar placeras under nivån **250 cm** (RH00). För bebyggelse eller infrastruktur som planeras under rekommenderad nivå krävs särskild anpassning av byggnader, anläggningar och gator/vägar, både avseende användning och konstruktion. Käppalaverket kan få problem med avledning av renat vatten till Saltsjön, vilket bör utredas närmare. Ovan förslag till rekommendation baseras på en förväntad förhöjd havsnivå enligt forskningsresultat från Deltakommittén.

I rapporten redogörs för lågpunkter inom Lidingö där det finns en ökad risk att översvämnningar inträffar om dagvattennätet inte har tillräcklig kapacitet. Det redovisade materialet syftar till att ge en översikt vilka områden som löper större risk än andra att drabbas av översvämnningar vid regn med återkomsttider på 50 och 100 år. Delområden har klassificerats utifrån bedömd sannolikhet att översvämnning inträffar. Resultatet bildar underlag för prioritering av områden som bör utredas vidare avseende ledningskapacitet och behov av förebyggande åtgärder men också inom vilka områden som särskild hänsyn bör tas vid samhällsplanering. För det senare kan särskilda hänsyn behöva tas avseende marklutningar, avledning av markvatten, dränering m m.

För kommande analys av avrinning på marken och i va-systemen bör tills vidare användas regnintensiteter enligt *Dahlström B, Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2010-05*. Mer utförliga rekommendationer kommer att ges i Svenskt Vattens publikation P104. För anläggningar som förväntas ha en livslängd fram till slutet av detta århundrade eller längre rekommenderas att dimensionerande nederbörd multipliceras med klimatfaktorn 1,2.

Skredrisken i de flesta strandnära områden är idag låg på grund av en flack marklutning och på grund av tidigare utförda stabilitetshöjande åtgärder (spontning för kaj, utläggning av tryckbank under vatten, avschaktning av markytan mm). Undantaget är ett område i Sticklinge där kompletterande geotekniska undersökningar erfordras för att kunna göra en säkrare bedömning. Då relativt stora markområden översvämmas måste höjdsättningen anpassas i framtiden vilket medför markuppfyllnader med upp till 1-1,5 m. Dessa markuppfyllnader i kombination med en starkt varierande havs- och grundvattennivå ökar skredrisken i strandnära områden. Jordförhållandena i de flesta av dessa låglänta områden är ogynnsamma då jorden utgörs av lera. Rekommendationer avseende lägsta marknivå ställer krav på de fyllnadsmassor och grundförstärkningar som används. Grundförstärkningar och/eller dränering bör utföras i dessa områden innan marken får bebyggas. Muddring av havsbotten bör i möjligaste mån undvikas i områden med dålig stabilitet.

2010-09-01

7 Referenser

- Bjurströms (1976) Constanciastranden, grundförhållanden, 1976-03-12
- Bjurströms (1967) Kyrkviken, grundundersökning för muddring, 1967-11-16
- Bjurströms (1975) Islingeviden, utredning och fältundersökningar, 1975-02-13
- Boverket (2009) Bygg för morgondagens klimat. Anpassning av planering och byggande
- Dahlström B, Regional fördelning av nederbördsintensiteten - klimatologisk analys, rapport R18:1979
- Dahlström B, Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2010-05
- Deltacommissie (2008) Working together with water A living land builds for its future. Summary and conclusions
- J&W (1985) Islinge småbåtshamn, geotekniska utredningar, augusti 1985
- KM (1975) AGA Larsberg, geotekniskt utlåtande, 1975-12-12
- KM (1985) Skärsätra båthamn, geotekniskt utlåtande, 1985-09-24
- Länsstyrelserna i Mellansverige (2006) Översvämningsrisker i fysisk planering – rekommendationer för markanvändning vid nybebyggelse.
- Länsstyrelserna i Skåne och Blekinge län (2008) Stigande havsnivå - konsekvenser för fysisk planering
- Länsstyrelsen i Skåne län (2008) Stigande havsnivå – Plan PM 1:2 2009-04-20
- Orrje & Co (1964) Södergarnsviken, Bosön, geotekniska utlåtanden inför uppfyllnader, 1964
- SGI (2006) Omfattning av stranderosion i Sverige. Översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden. Kartor. Varia 543:2
- SGI (1950) Islingeviden, geotekniska utlåtande, 1950-1953
- SMHI (2009) Översvämningskartering Lidingö kommun Nr 2009-48. Inklusive GIS-material i form av shape-filer.
- SMHI (2010) Uppdaterad information om havets framtida nivåer 2010-03-31. av Sten Bergström
- SOU (2007:60). Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. Stockholm.

2010-09-01

Svenskt Vatten, Publikation P90 (2004)

The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the World on the Latest Climate Science. I. Allison, N.L. Bindoff, R.A. Bindshadler, P.M. Cox, N. de Noblet, M.H. England, J.E. Francis, N. Gruber, A.M. Haywood, D.J. Karoly, G. Kaser, C. Le Quéré, T.M. Lenton, M.E. Mann, B.I. McNeil, A.J. Pitman, S. Rahmstorf, E. Rignot, H.J. Schellnhuber, S.H. Schneider, S.C. Sherwood, R.C.J. Somerville, K. Steffen, E.J. Steig, M. Visbeck, A.J. Weaver. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60pp.

Tyréns (2008) PM Geoteknik för Lidingövädden med tillhörande RGeo, 2008-04-07

Tyréns (2008) PM Geoteknisk utredning för Breviks bollplan med tillhörande RGeo, 2008-08-04

Tyréns (1982) Grönstavarvet, geoteknisk undersökning, 1982-10-28

Tyréns (1978) Larsbergs kaj, geotekniska utlåtanden, 1978

Tyréns (1980) Skärsätra båthamn, geoteknisk undersökning, 1980-06-27

University of Copenhagen (2009) Synthesis Report from Climate Change Global risks, Challenges & Decisions. Copenhagen 2009 10-12 march

VBB (1979) Bosö Marina, västra Grönstaviken, grundundersökning, 1978-10-06

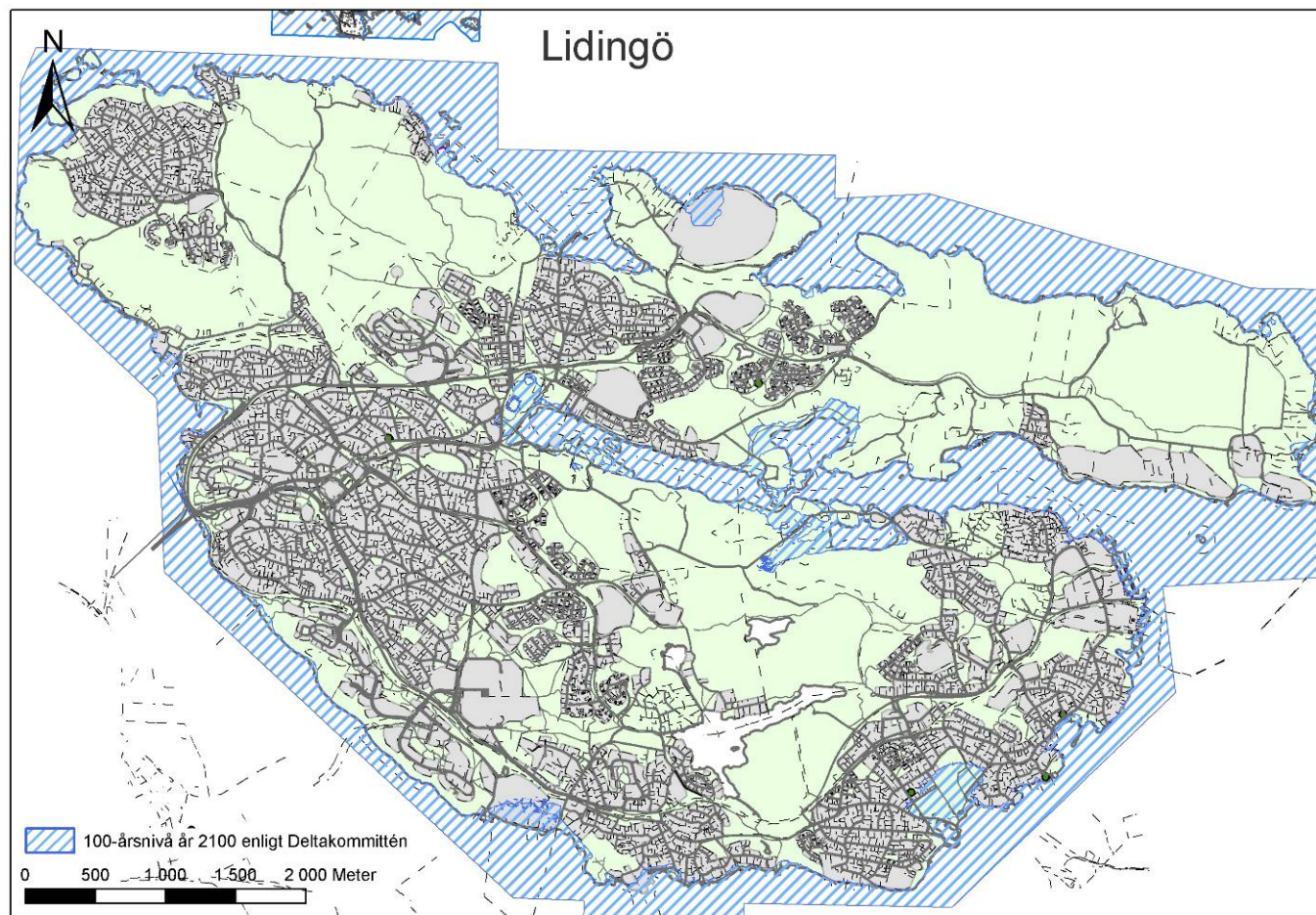
VBB (1977) Grönstaviken båthamn, kompletterande grundundersökning, 1977-05-18

WSP (2009) PM Geoteknik för inre Kyrkviken med tillhörande RGeo, 2009-02-17

GIS- material tillhandahållet av Lidingö Stad.

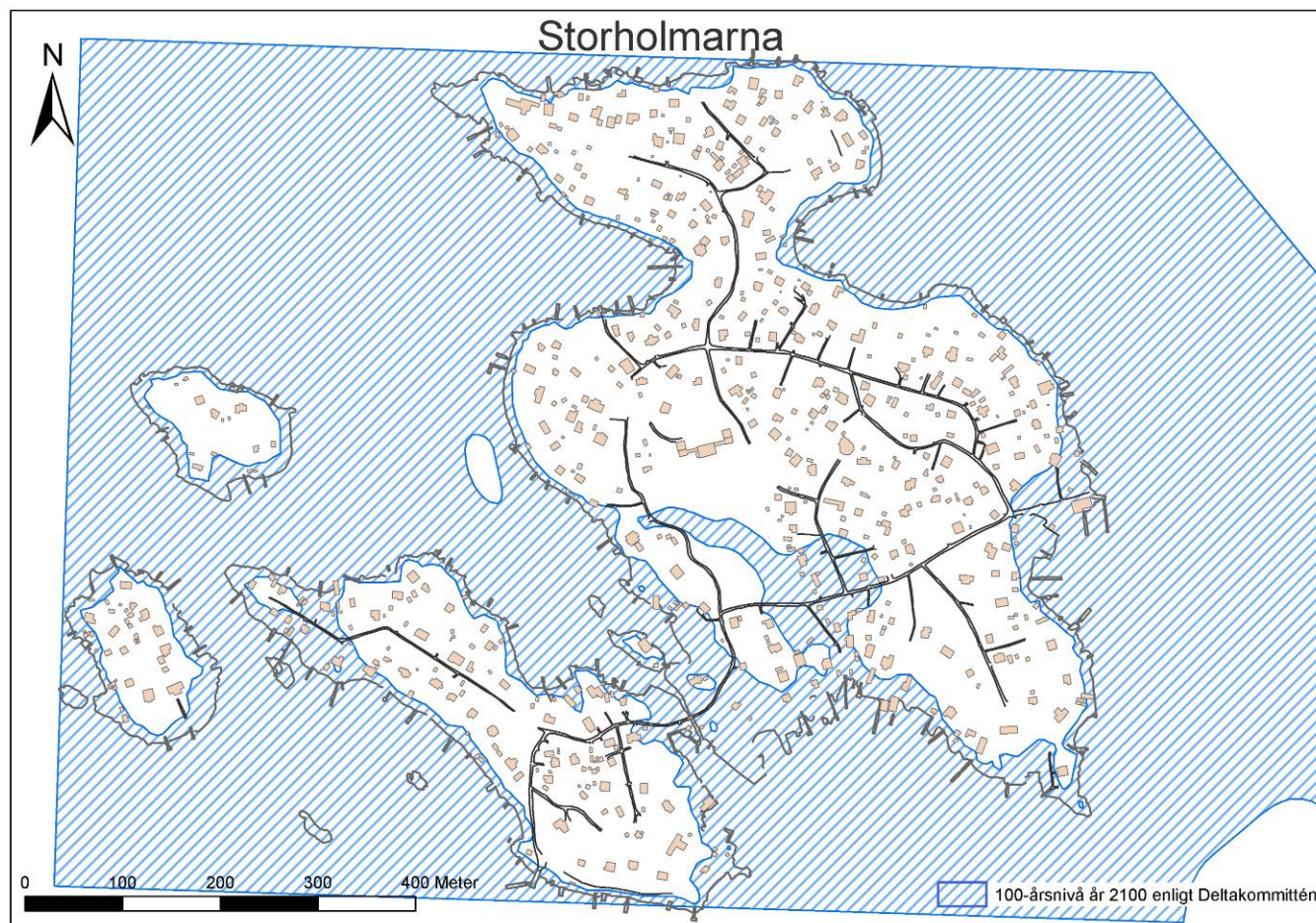
Muntlig referens: Andreas Thunberg, Käppalaverket, 2010-08-19

2010-09-01



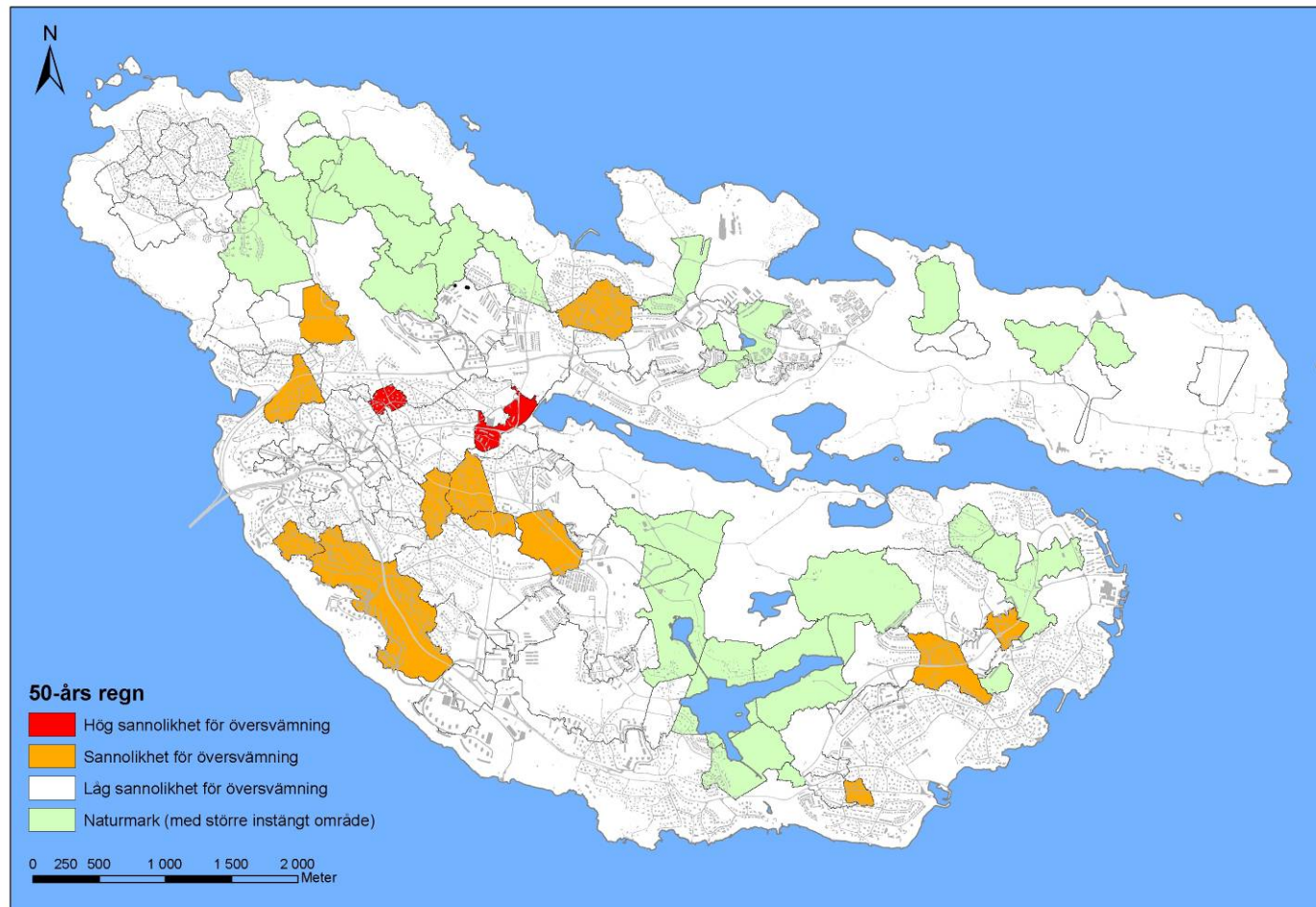
Översvämmade områden i Lidingö vid Deltakommitténs 100-årsnivå.

2010-09-01

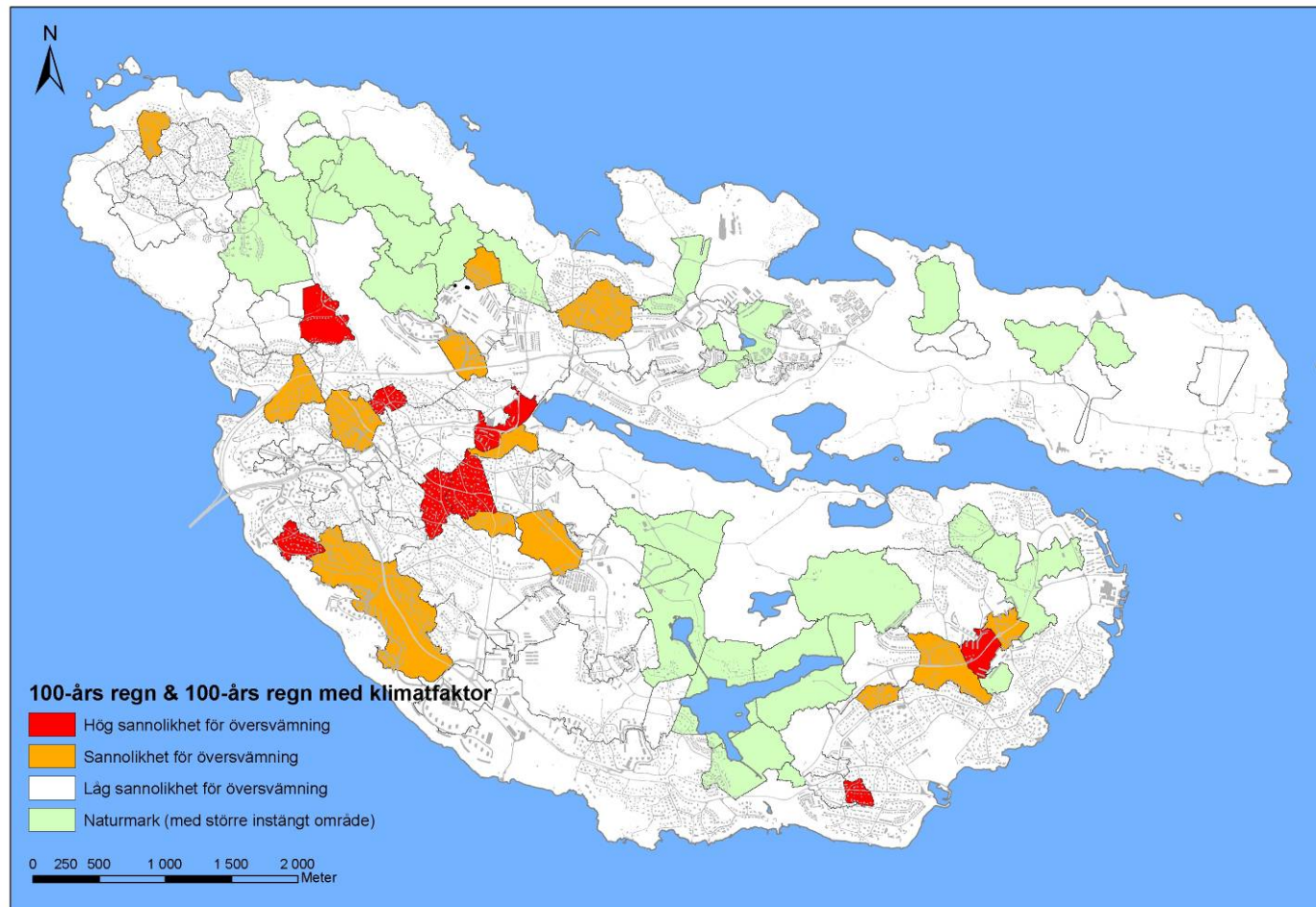


Översvämmade områden på Storholmen vid Deltakommitténs 100-årsnivå.

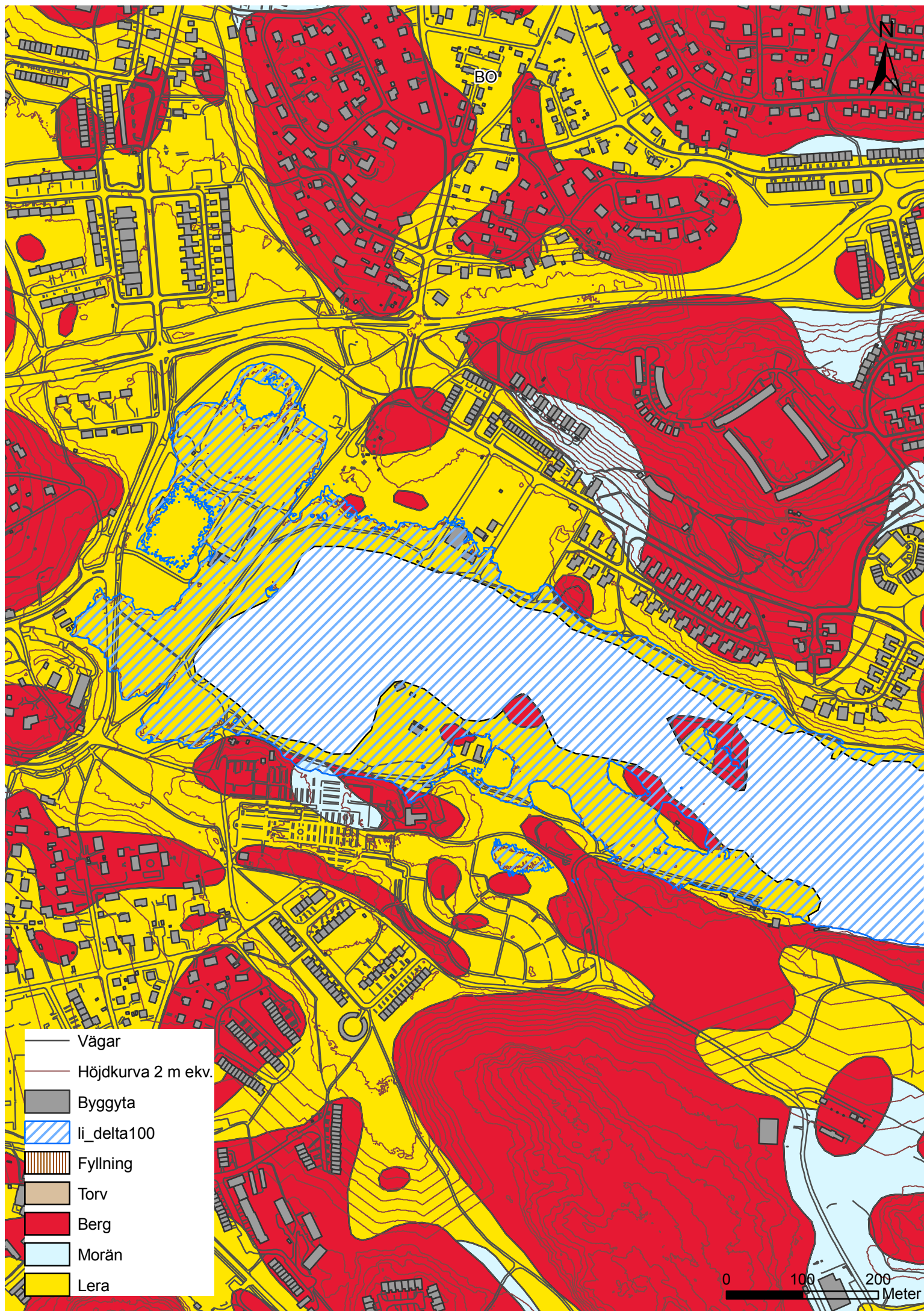
2010-09-01



2010-09-01

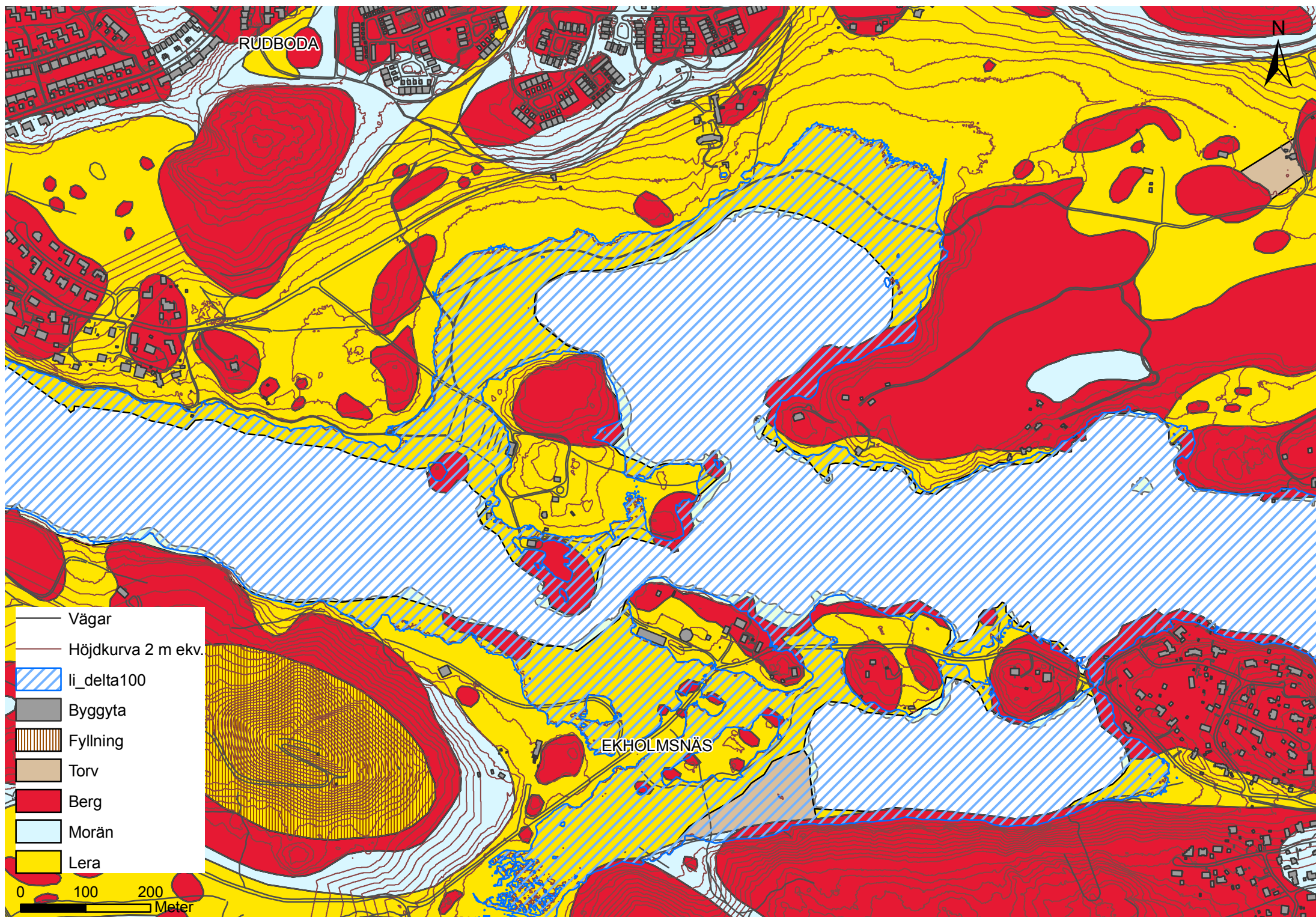


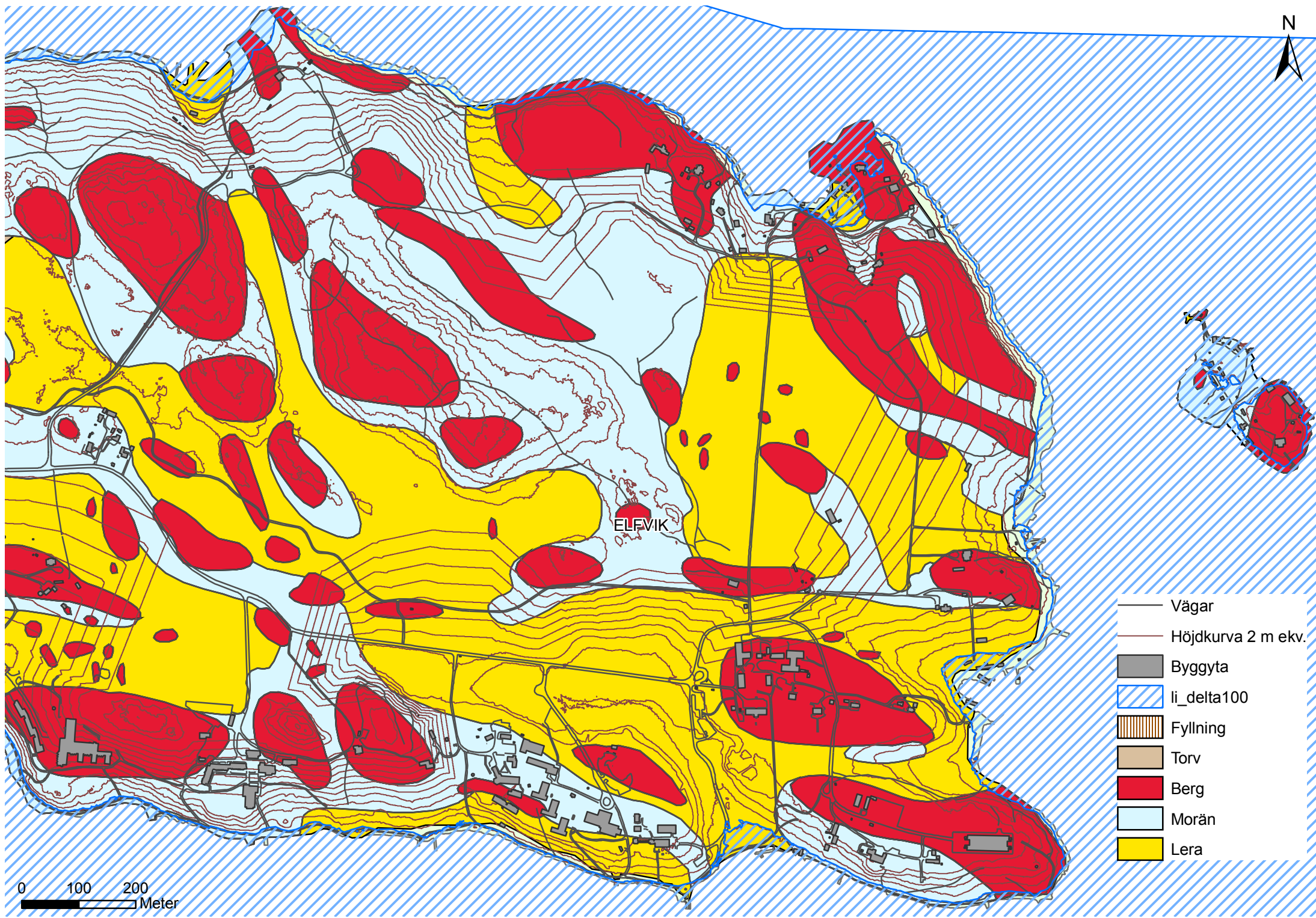
2010-09-01



- Vägar
- Höjddkurva 2 m ekv.
- Byggyta
- li_delta100
- Fyllning
- Torv
- Berg
- Morän
- Lera

0 100 200
Meter



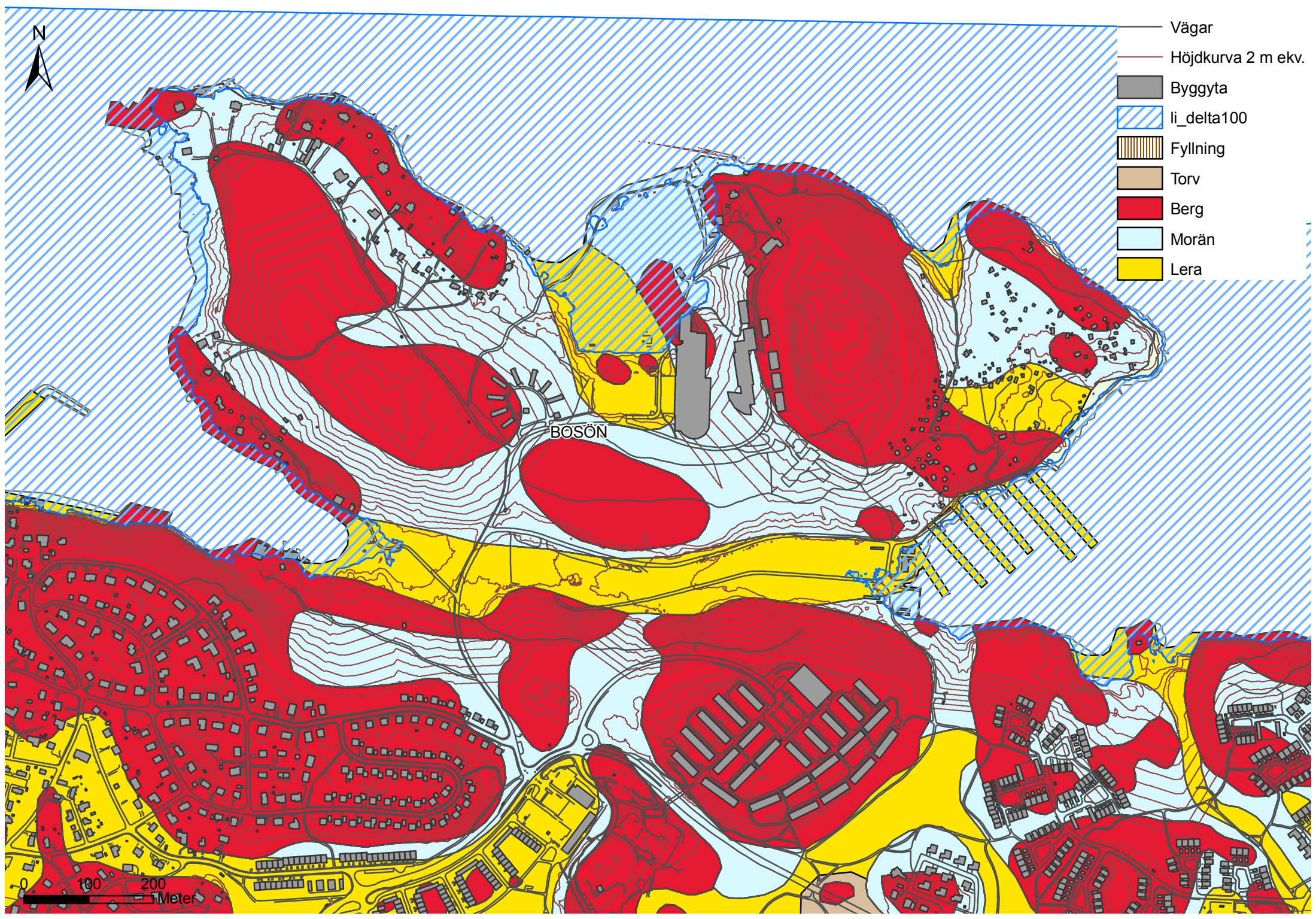


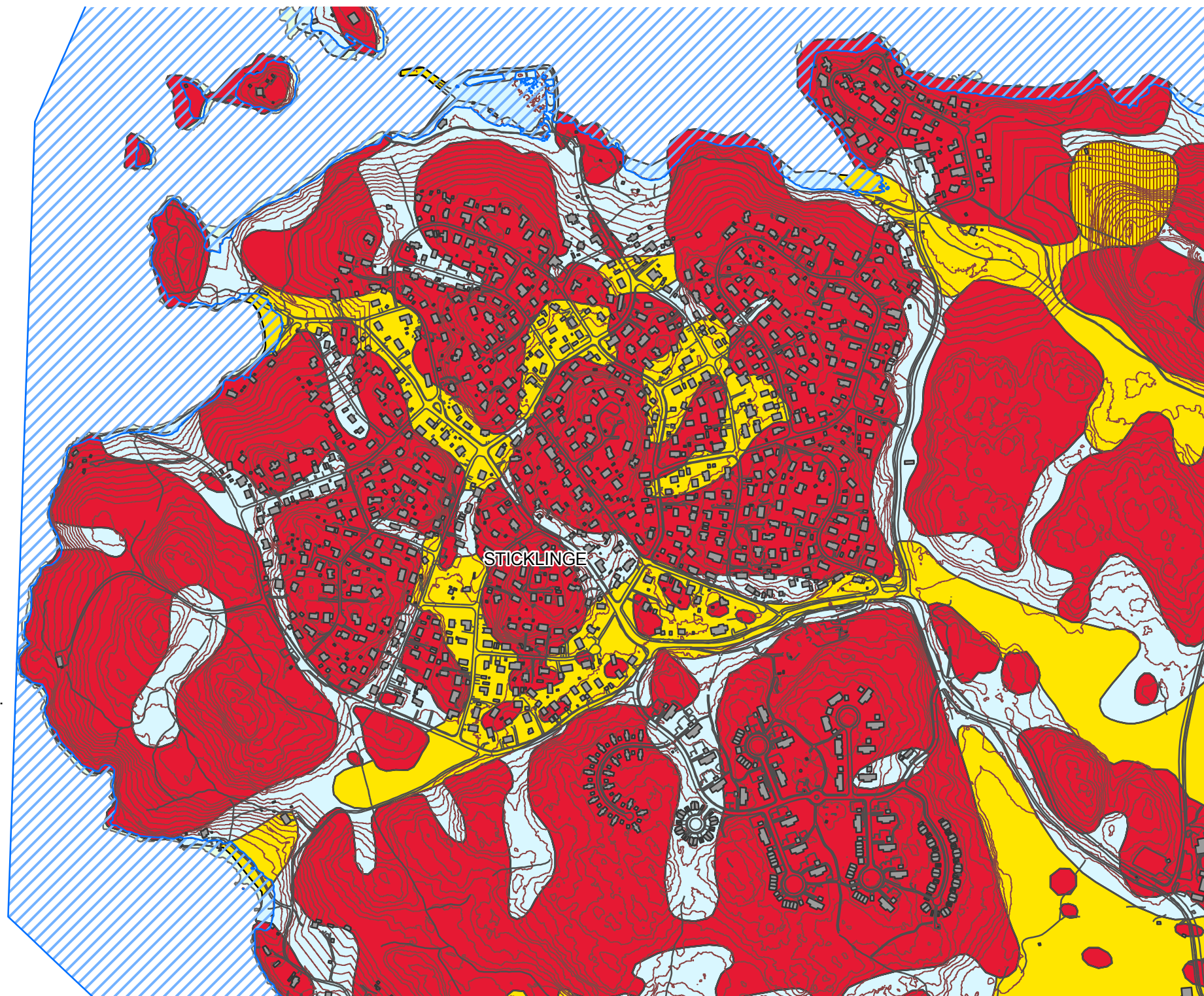
- Vägar
- Höjddkurva 2 m ekv.
- Byggyta
- li_delta100
- Fyllning
- Torv
- Berg
- Morän
- Lera

0 100 200
Meter

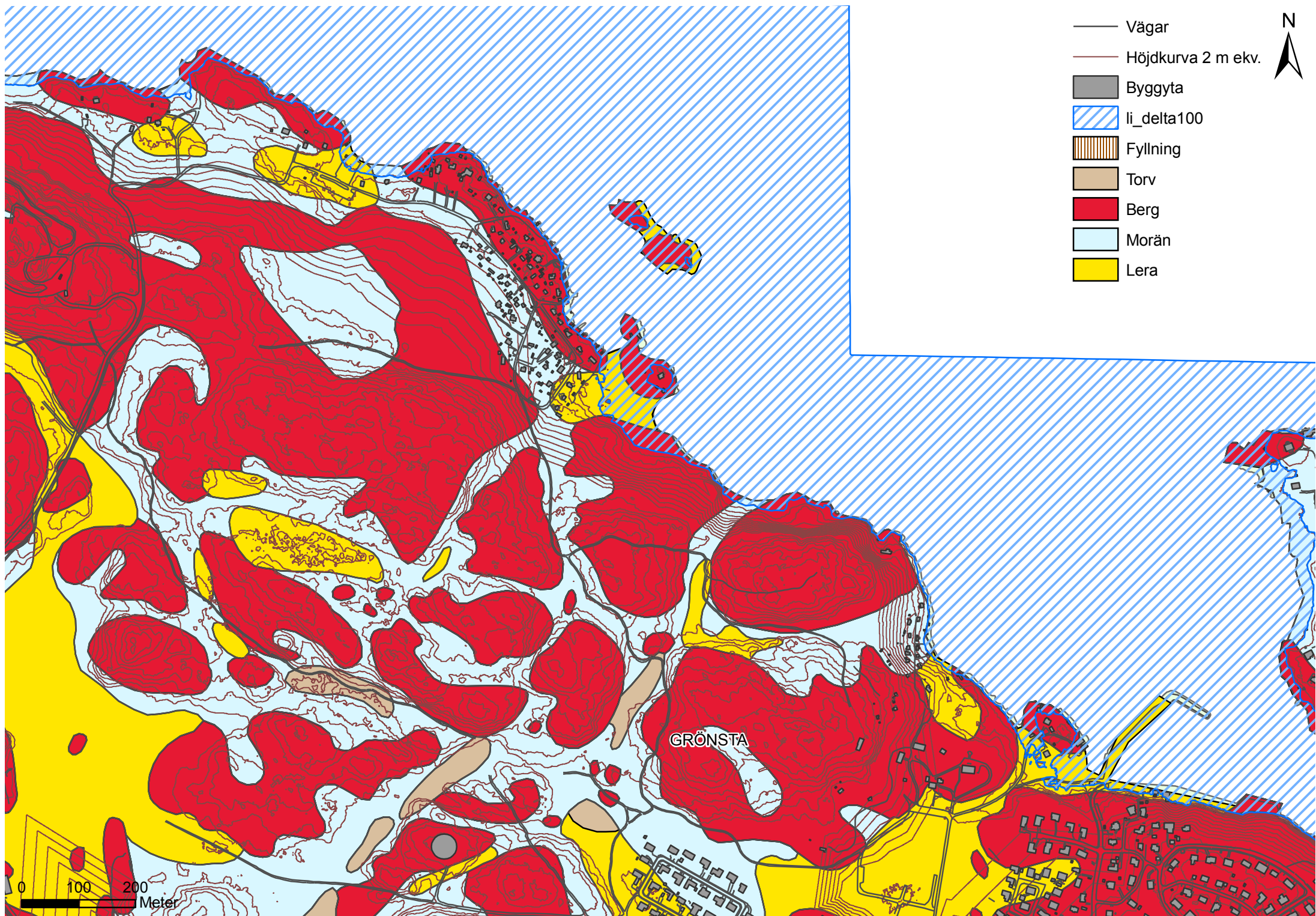


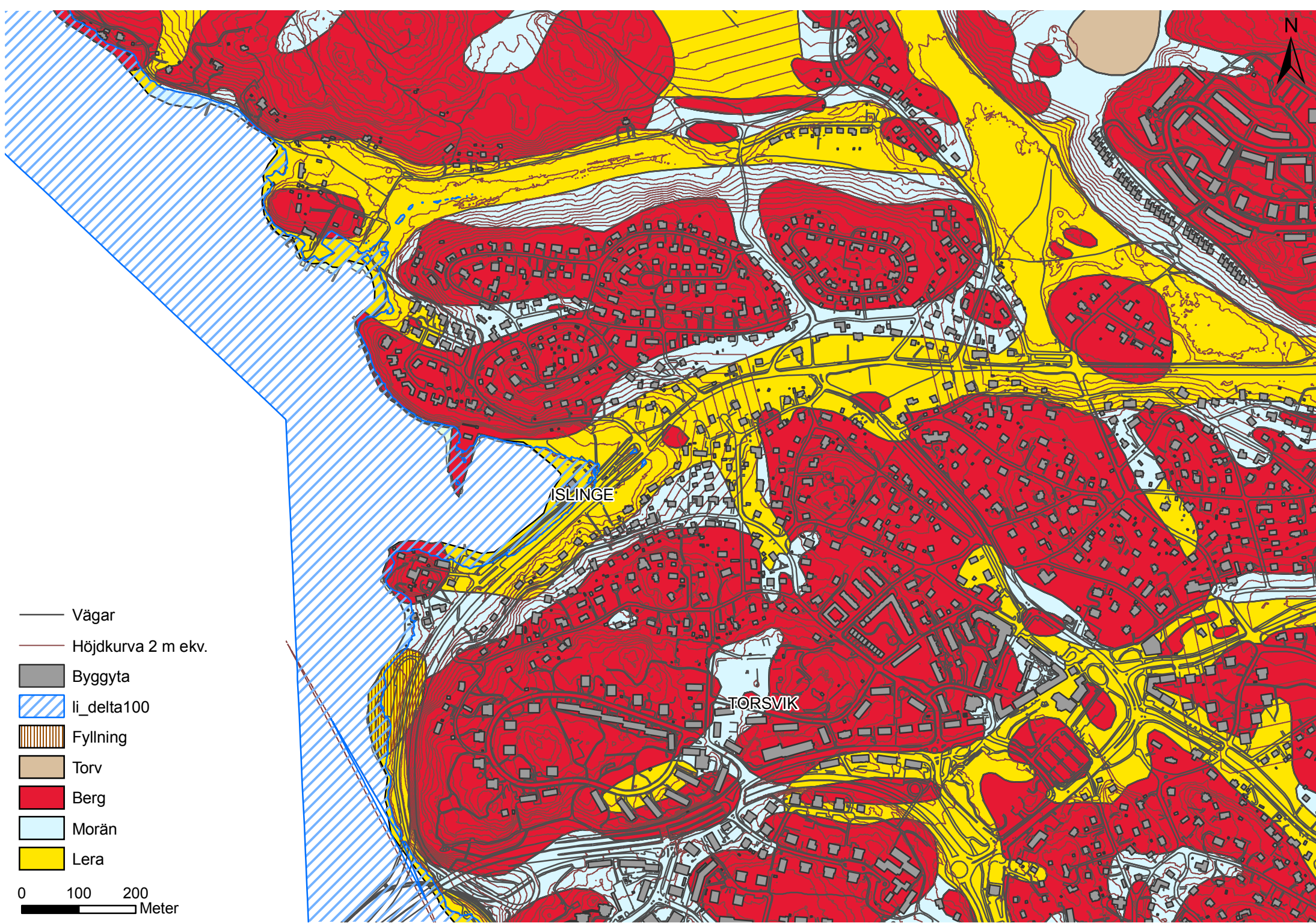
- Vägar
- Höjdkurva 2 m ekv.
- Byggyta
- li_delta100
- Fyllning
- Torv
- Berg
- Morän
- Lera





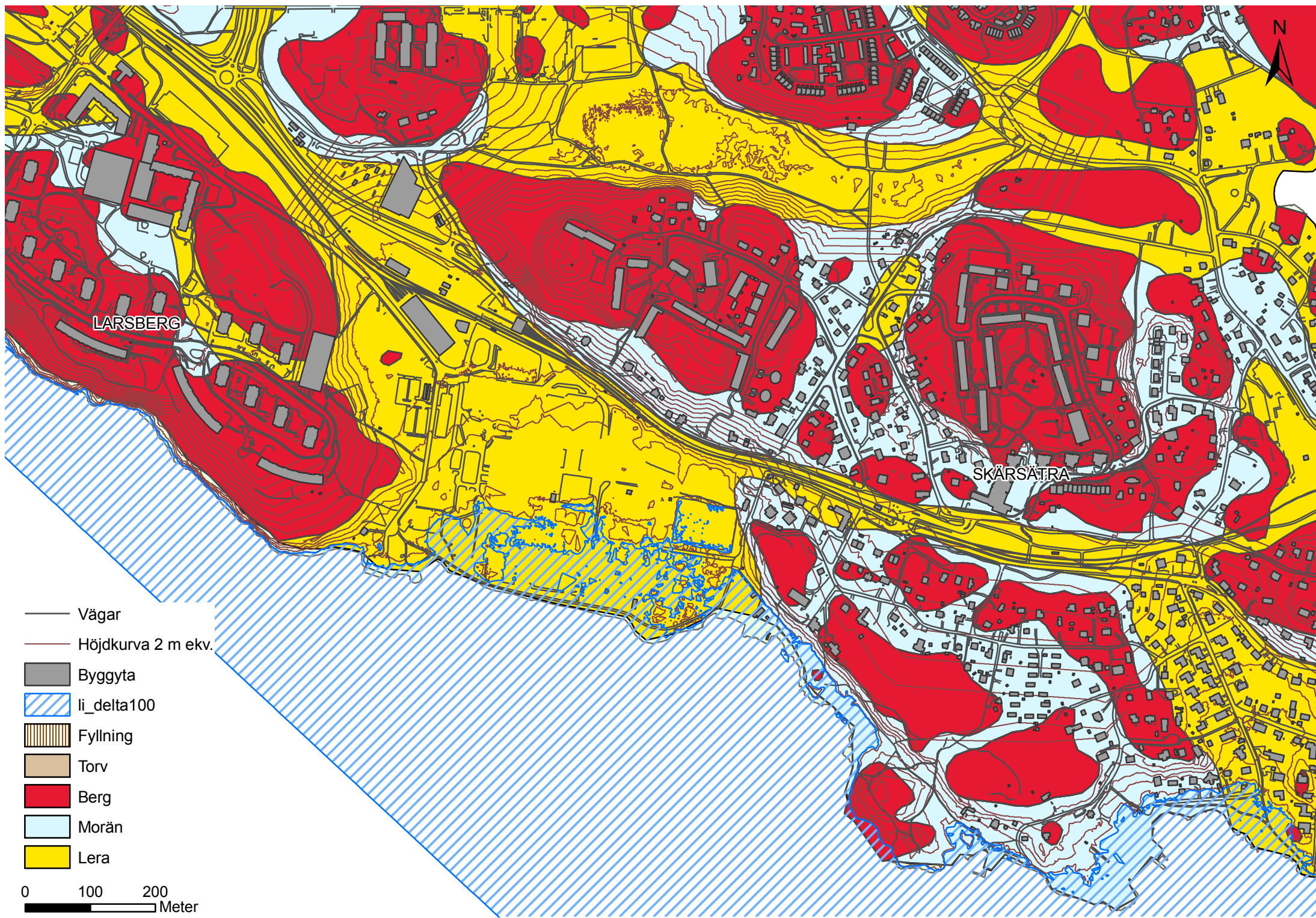
- Vägar
 - Höjdkurva 2 m ekv.
 - Byggyta
 - ▨ li_delta100
 - ▨ Fyllning
 - Torv
 - Berg
 - Morän
 - Lera
- 0 100 200
Meter





- Vägar
- Höjdkurva 2 m ekv.
- Byggyta
- ▨ li_delta100
- ▤ Fyllning
- Torv
- Berg
- Morän
- Lera

0 100 200
Meter



- Vägar
- Höjdkurva 2 m ekv.
- Byggyta
- ▨ li_delta100
- ▨ Fyllning
- Torv
- Berg
- Morän
- Lera

0 100 200
Meter

