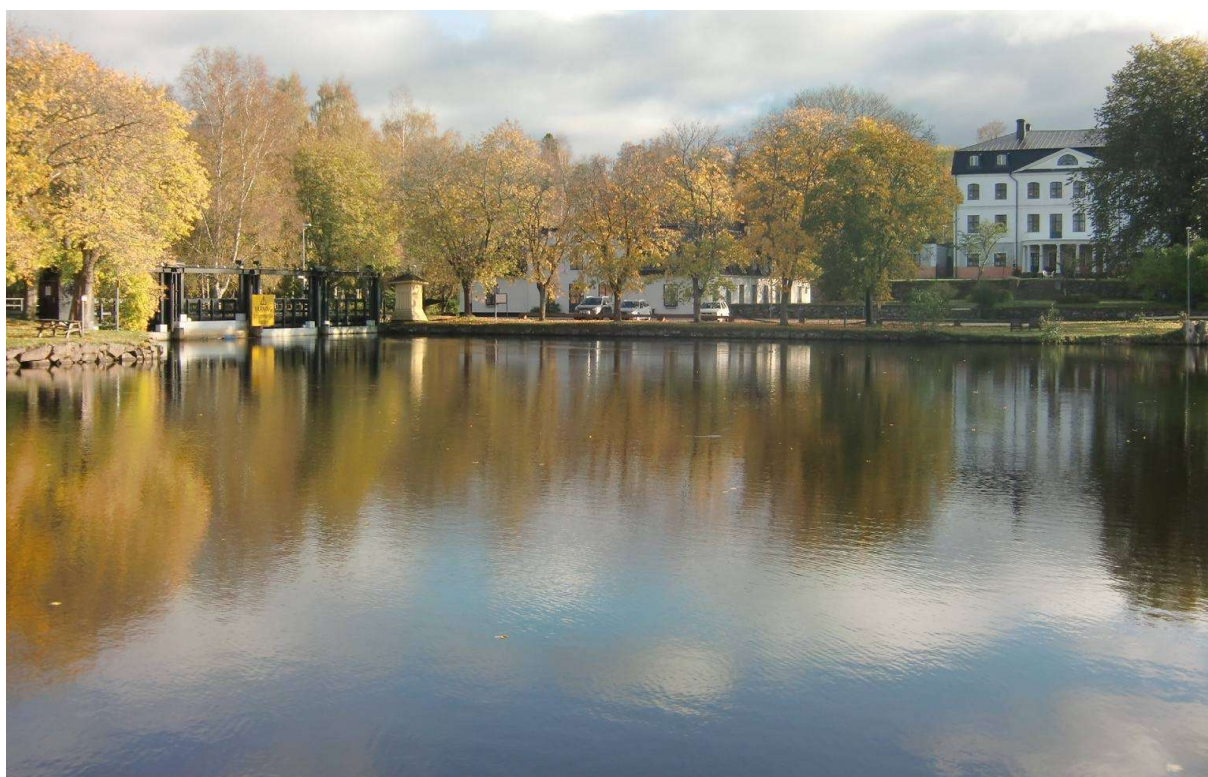


ÖVERSVÄMNINGSSKYDDSPLAN



för Forsbacka

Förord

En översvämningsskyddsplan (ÖSP) visar hur ett område eller ett objekt aktivt kan försvaras mot översvämningar. För detta försvar finns olika vapen att tillgå, men tyngdpunkten ligger på de mobila skyddsvallar som utvecklats på senare tid. Detta utesluter inte permanenta skyddsvallar. Tvärtom kan en kombination av dessa två ofta vara en optimal lösning. En parkväg längs vattnet kan exempelvis fungera som en permanent skyddsvall för måttliga vattennivåer, men kan i extrema situationer byggas på med en mobil skyddsvall för högre nivåer.

För att detta ska fungera måste man i förväg veta exakt var den mobila skyddsvallen ska byggas upp, att det inte finns några hinder i vägen för den, och att andra vägar som vattnet kan ta är blockerade.

Ett första steg i arbetet med att ta fram en ÖSP är att i detalj kartlägga vattnets utbredning vid olika översvämningsscenarion, och vilka objekt som hotas. Detta kräver en mycket noggrann höjdkartering, företrädesvis genom laserscanning från luften, men naturligtvis även en hydraulisk utredning som visar vilka flöden och vattennivåer som kan påräknas, och sannolikheten för dessa.

När ”hotbilden” är klarlagd bestämmer man vilka objekt som ska skyddas mot vilka vattennivåer, och lägger ut prelimära försvarslinjer. Normalt rekognosceras dessa i fält och resultatet ligger till grund för ett konkret förslag. Förslaget visar då både hur försvarslinjen exakt bör dras och hur skyddet ska utformas. Dessutom visas vilka förberedande åtgärder som måste vidtas. Det kan handla om att höja en bit av en väg, flytta en belysningsstolpe, ta upp en öppning i en mur, förbereda för att kunna blockera en vägtrumma eller installera backventiler i lågt liggande brunnar och golvbrunnar.

För denna ÖSP har dock beställaren angett att man vill ha en något översiktligare plan, för att kunna se vilka objekt och områden som är hotade, och i grova drag hur dessa skulle kunna skyddas. Därför är åtgärdsförslagen i denna utredning att betrakta just som preliminära förslag, inte som slutgiltiga rekommendationer. Innan man går vidare bör därför dessa undersökas närmare i dialog med fastighetsägare och andra berörda.

Denna översvämningsskyddsplan för Forsbacka är framtagen av Terra Firma på uppdrag av Gävle kommun, i samarbete med naturgeograf Anders Brandt, GeoVega. I arbetet har också deltagit Louise Tränk och Hans Rickberg. Jag vill här också passa på att tacka de övriga som bidragit till arbetet, ingen nämnd och ingen glömd.

Sigurd Melin

Terra Firma

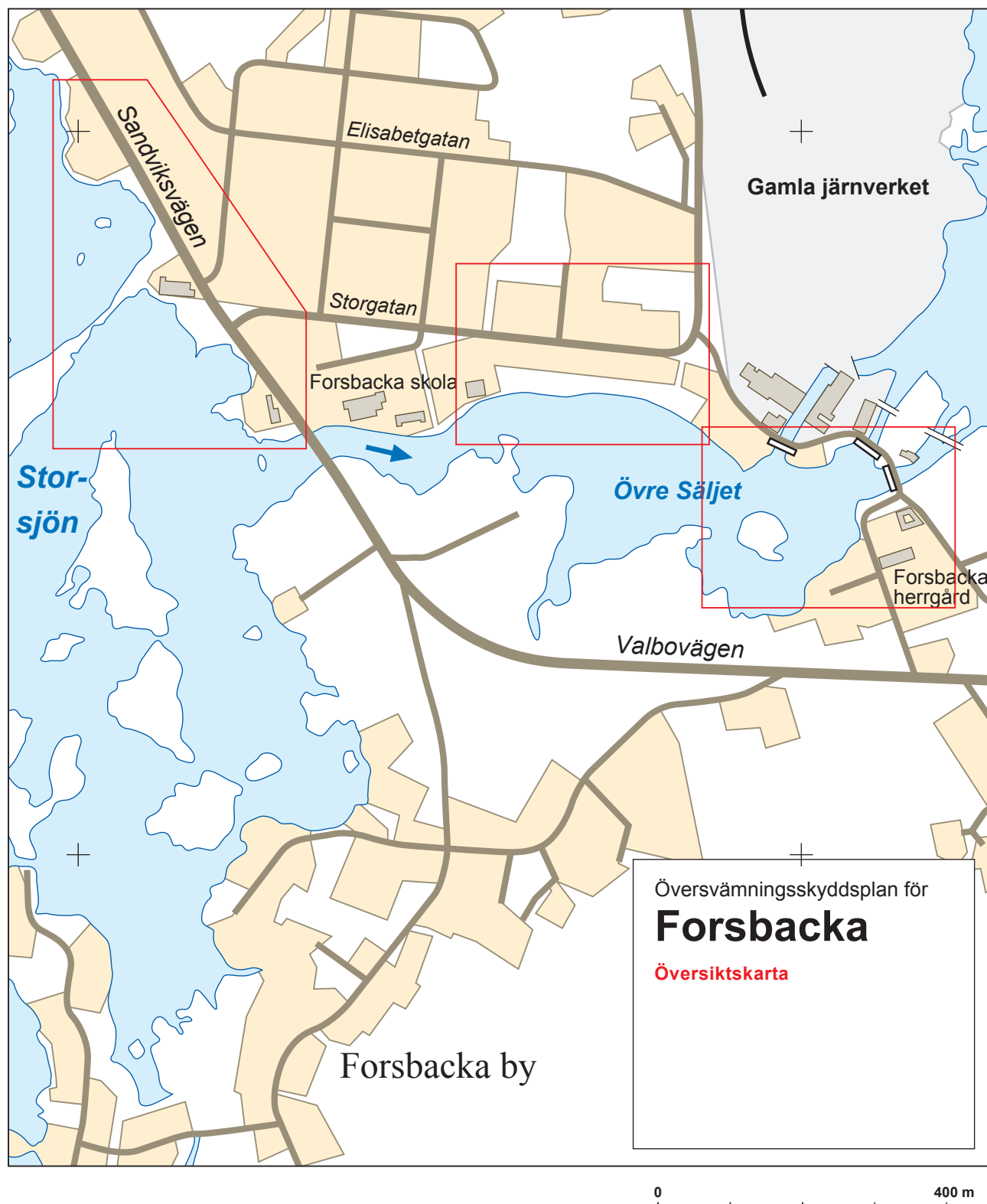
Adress: Box 98, 820 64 Näsvisen
Tel. 0650 - 30140
Mejl: sigurd.melin@terrafirma.se

Innehåll

Förord	2
Innehåll	3
Planens innehåll och omfattning	4
Översvämningshotet	5
Flöden, sannolikheter och vattennivåer	6
Rekognoscering samt inventering av kritiska punkter	8
Vattennivåer/återkomsttider	9
Kritiska punkter	11
Hotbild	14
Vattendjup vid olika nivåer	16
Hotbildsanalys, P- och T-nivåer	24
Preliminära försvarslinjer	26
Så kan vattnet stoppas	27
Referenser	28

Planens innehåll och omfattning

Översvämningsskyddsplanen för Forsbacka behandlar risken för översvämning från Storsjön, uppströms regleringsdammen och kraftstationen, och vad man kan göra för att skydda sig mot en sådan händelse. Planen är uppdelad i två delar, en del för den del av tätorten som ligger direkt i anslutning till sjön, och en del för den del av tätorten som ligger i anslutning till Övre Säljet och regleringsdammen.



Översvämningshotet

Forsbacka ligger vid Gavleån, intill dess utlopp ur Storsjön. Från den öppna sjön leder en åstump fram till Övre Säljet, en mindre sjö som bildades när ån en gång reglerades för att utnyttja vattenkraften. Övre Säljet har tre utlopp, och däms därför av tre dammar: regleringsdammen, kraftverksdammen och mellandammen. I normala fall har Storsjön och Övre Säljet samma nivå, men vid höga flöden uppstår en nivåskillnad som beror på att det i åstumpen finns en trång profil som stryper inflödet från Storsjön. Sjöns nivå stiger, medan den relativt stora avtappningskapacitet som finns för Övre Säljet gör att dess nivå kan hållas nere. Vid extrema flöden kommer dock inte ens de att förslå, utan även Övre Säljet kommer då att svämma över. Denna skillnad i förutsättningar är anledningen till att vi behandlat Övre Säljet separat från Storsjön.

I samband med den kraftstationsombyggnad som nu planeras i Forsbacka vill man gräva bort tröskeln i åstumpen för att öka dess flödeskapacitet. Det kommer att innebära att Övre Säljet får lika höga vattennivåer som Storsjön i situationer med höga flöden. Å andra sidan ökar möjligheterna att tappa vatten ur Storsjön, vilket leder till en minskad översvämningsrisk generellt uppströms kraftverket. Denna studie koncentrerar sig dock på dagens förhållanden.

SMHI gjorde 2002 en översiktlig översvämningskartering av Gavleån. Den visade att en stor del av tätorten, norr om Övre Säljet, skulle översvämmas vid det beräknade högsta flödet (BHF), men några andra detaljer går inte att utläsa med säkerhet. Dessutom redovisas bara två förhållanden, 100-årsflödet och det högsta beräknade.

I en studie av Storsjön som SMHI och SGI gjorde 2010 för att testa den nya nationella höjdmodellen som underlag för översvämningskarteringar kvarstår osäkerheterna när det gäller Forsbacka:

"Vid utloppet av Storsjön är det något oklart vilken vattnets väg blir eftersom stora områden blir översvämmade vid karteringen med NNH. Det är möjligt att överflöde sker från Storsjön norr om utloppet ner till Gavleån nedströms Nedre Säljet, men för att noggrannare bestämma dessa förhållanden måste den hydrauliska modellen uppdateras utifrån den nya kunskapen om höjdförhållandena."

Eftersom sannolikheten för att det beräknade högsta flödet ska inträffa ens någon gång under de närmaste 100 åren är mindre än 1% är det bättre att lägga energin på att utreda mer sannolika händelser och förbereda sig för att klara dem. I det följande har vi visserligen tagit med BHF men ändå i samförstånd med beställaren valt att fokusera på flöden med betydligt kortare återkomsttider.

Flöden, sannolikheter och vattennivåer

Bakgrundsdata

Översvämningsrisker runt Storsjön har studerats i ett flertal delstudier. SMHI (2002) skapade en översiktlig endimensionell hydraulisk modell. I deras modell finns för Forsbackaområdet tre tvärsektioner med modellerade vattennivåer för 198 m³/s (SMHI:s framräknade 100-årsflöde) respektive 347 m³/s, vilket är beräknat högsta flöde (BHF). På uppdrag av Sandvikens kommun utförde sedan SMHI (Andersson, 2008) kompletterande modellering efter att djuplodningar hade utförts vid Storsjöns utlopp. Den kompletterade modelleringen innebar dock inte någon större revision i modellerade vattennivåer (Andersson, personlig kommunikation), utan det rör sig om nivåändringar på 5 cm. Dessutom har SGI (2010) studerat området.

Vidare har SwedPower (2002) redogjort för flöden i förhållande till dammhöjderna. Den maximala avbördningen vid dammkrönet är 344 m³/s och maximala avbördningen vid dämmningsgräns är 232 m³/s (SwedPower, 2002). Detta innebär att BHF når upp till dammkrönet (ca 63,50 m.ö.h) och att avbördningen vid dämmningsgränsen motsvarar ett 500-årsflöde (62,97 m.ö.h). WSP (2007) redovisar dessutom att den högst uppmätta nivån i Storsjön inträffade 1916 på 63,97 m.ö.h. och att översvämningen 1977 resulterade i vattennivåer på 63,33 m.ö.h. Samtliga höjder anges i höjdsystem RH 2000.

Tabellen nedan visar de nivåer som finns tillgängliga vad gäller 100-årsflöde, 100-årsvattenståndet samt BHF (Höjder i RH2000).

	Storsjön uppströms väg 272	Storsjön nedströms väg 272	Tvärsektion Storsjön Ca 35 m uppströms landsvägsbron (Valbovägen) i Forsbacka	Tvärsektion 77 m nedströms landsvägsbron (Valbovägen) i Forsbacka	Tvärsektion 135 m uppströms regleringsdammen	Dammkrön
BHF (347 m ³ /s)	64,94	64,87	64,91	64,31	63,81	63,50
100-årsflöde (198 m ³ /s)			63,91	63,21	62,71	63,50
100-årsvattenyta 1916 (14 maj)			63,97			
Vattenyta 1977 (11 maj)			63,33			

Höjdskillnaden på en meter mellan den egentliga Storsjön och Övre Säljet förklaras av SwedPower (2002) enligt följande: ”På grund av ’nacken’ och förträngning i kanalen vid bron mellan Storsjön och Övre Säljet kan man anta att flödet inte blir hastigt. Prov har gjorts vid tappning i regleringsdammen som visar att tillrinningen från magasinet är långsammare än maximala tappningsförmågan vid normala flöden. Eftersom HHQ är 215 m³/s kan man anta att det är ungefär vad som kan passera mellan Storsjön och Övre Säljet”.

Tack vare denna relativt detaljerade information om vattennivåer, och till vilka flöden dessa är kopplade, fanns inga skäl att skapa ytterligare en hydraulisk modell över området. Om förträngningen dessutom kommer att muddras behöver man i alla fall ta ställning till hur stora och vilka konsekvenserna blir.

Vattenföringar och flödesstatistik

För att beräkna vattennivåer i Storsjön och Övre Säljet har nivåerna för SMHIs 100-årsflöde ($198 \text{ m}^3/\text{s}$) respektive BHF ($347 \text{ m}^3/\text{s}$) använts. Från detta har övriga nivåer interpolerats respektive extrapolerats så att en kontinuerlig vattenstånds/vattenföringskurva har erhållits. Det antas därmed att det finns ett linjärt samband mellan nivå och vattenföring.

Ny extremvärdesstatistik har beräknats baserat på uppmätta värden från Tolvfors kraftverk för samtliga år mellan 1905 och 2011 vilket gör att 100-årsflödet har beräknats till $187 \text{ m}^3/\text{s}$ i stället för SMHIs $198 \text{ m}^3/\text{s}$ (se tabell nedan). Minskningen beror till stor del på att det inte har förekommit mycket höga flöden i Gavleån under den senaste tioårsperioden.

Resultat

Av översvämningskartorna framgår att flertalet flöden endast har ringa påverkan, både i Storsjön och i Övre Säljet. Några fastigheter berörs dock. Det är först vid BHF som omfattande översvämning sker och då finns även risk att Forsbacka kringgärdas av vatten, genom att ett nytt utlopp skapas norr om Forsbacka som sedan rinner ned till Gavleån nedströms dammarna. Bebyggelsen vid förträngningen mellan Storsjön och Övre Säljet ligger på en så pass hög nivå att det där inte finns någon risk för översvämning, oavsett flöde.

Eftersom BHF är i nivå med dammkrönet kommer aldrig Övre Säljet att kunna stiga till mycket högre nivåer än nivån för dammkrönet, eftersom vattnet dels kommer att översvämma dammkrönet men också för att parkeringsplatsområdet söder om regleringsdammen ligger på en lägre nivå än dammkrönet vilket leder till att vatten rinner runt söder om dammarna. Ungefär samma resonemang kan föras för nivåerna i Storsjön. Dessa påverkas inte av hur hög nivån är i Övre Säljet och inte heller av hur mycket vatten som släpps genom dammarna. Det är förträngningen som blir bestämmande för hur mycket Storsjön däms upp, vilket SMHI har tagit hänsyn till i sin hydrauliska modell.

Felkällor

Som underlag för översvämningsanalysen används en av Gävle kommun tillhandahållen höjdmodell som konstruerats från punkter insamlade genom flygburen laserskanning. Studier har visat att höjdmodeller skapade av laserskannat material kan uppvisa relativt stora fel och osäkerheter, även om dessa är långt mindre än för tidigare höjdmodeller. Det finns tre typer av fel; tillfälliga fel, systematiska fel samt grova fel. Storleken på de tillfälliga felen beror bland annat på marktyp och instrumentkvalitet och är ofta av storleksordningen 10-20 cm. Därutöver tillkommer systematiska fel som beror t.ex. på konsekventa felberäkningar (t.ex. att det inte tas hänsyn till att flygplanet lutar något under skanningen eller problem med data insamlade i olika referenssystem) och grova fel som beror på operatörernas egna misstag. Tillsammans kan dessa fel göra att osäkerheten i höjd uppgår till flera decimeter (se Klang & Klang, 2009, för en djupare diskussion över detta). Sammanfattningsvis bör därför en säkerhetsmarginal på 20-30 cm tillämpas för att vara på den säkra sidan när skyddsnivå väl har bestämts.

Återkomsttid (år)	Flöde (m ³ /s)	Vattennivåer i Forsbacka		Sannolikhet (under en 100-årsperiod)
		Storsjön (m)	Övre Säljet (m)	
10	121	63,39	62,14	> 99 %
50	167	63,70	62,49	87 %
100	187	63,83	62,63	63 %
200	207	63,97	62,78	39 %
500	233	64,14	62,97	18 %
1.000	252	64,27	63,11	10 %
5.000	298	64,58	63,45	2 %
10.000	317	64,71	63,60	1 %
25.000	343	64,88	63,79	< 1 %
BHF	347	64,91	63,82	< 1 %

Rekognoscering samt inventering av kritiska punkter

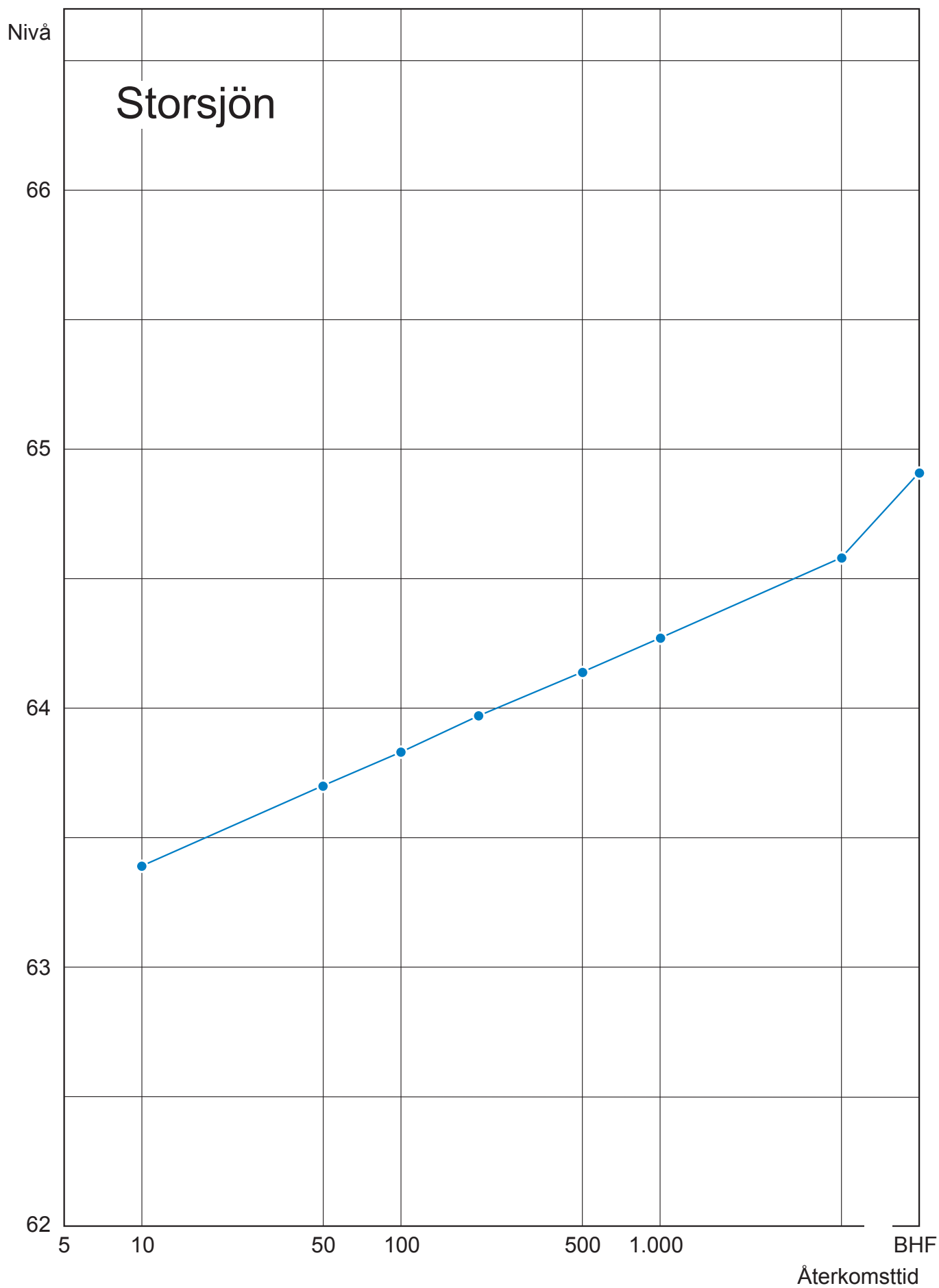
För att identifiera vilka byggnader och installationer som skulle kunna hotas av en översvämning genomfördes en rekognoscering i fält. Ett antal hotade objekt identifierades, och för varje objekt noterades vilken punkt som kan vara kritisk vid ett översvämningstillfälle. En sådan kritisk punkt kan exempelvis vara en dörrtröskel, en öppning i en husfot, en elektrisk installation etc. Höjden på dessa punkter har sedan mätts in av kommunen.

Lägger vi nu in vattennivåerna i ett diagram med återkomsttiden på den horisontella axeln så får vi diagrammet på nästa sida. Notera att den horisontella skalan är logaritmisk och att det högsta beräknade flödet (HBF) inte åsatts någon återkomsttid.

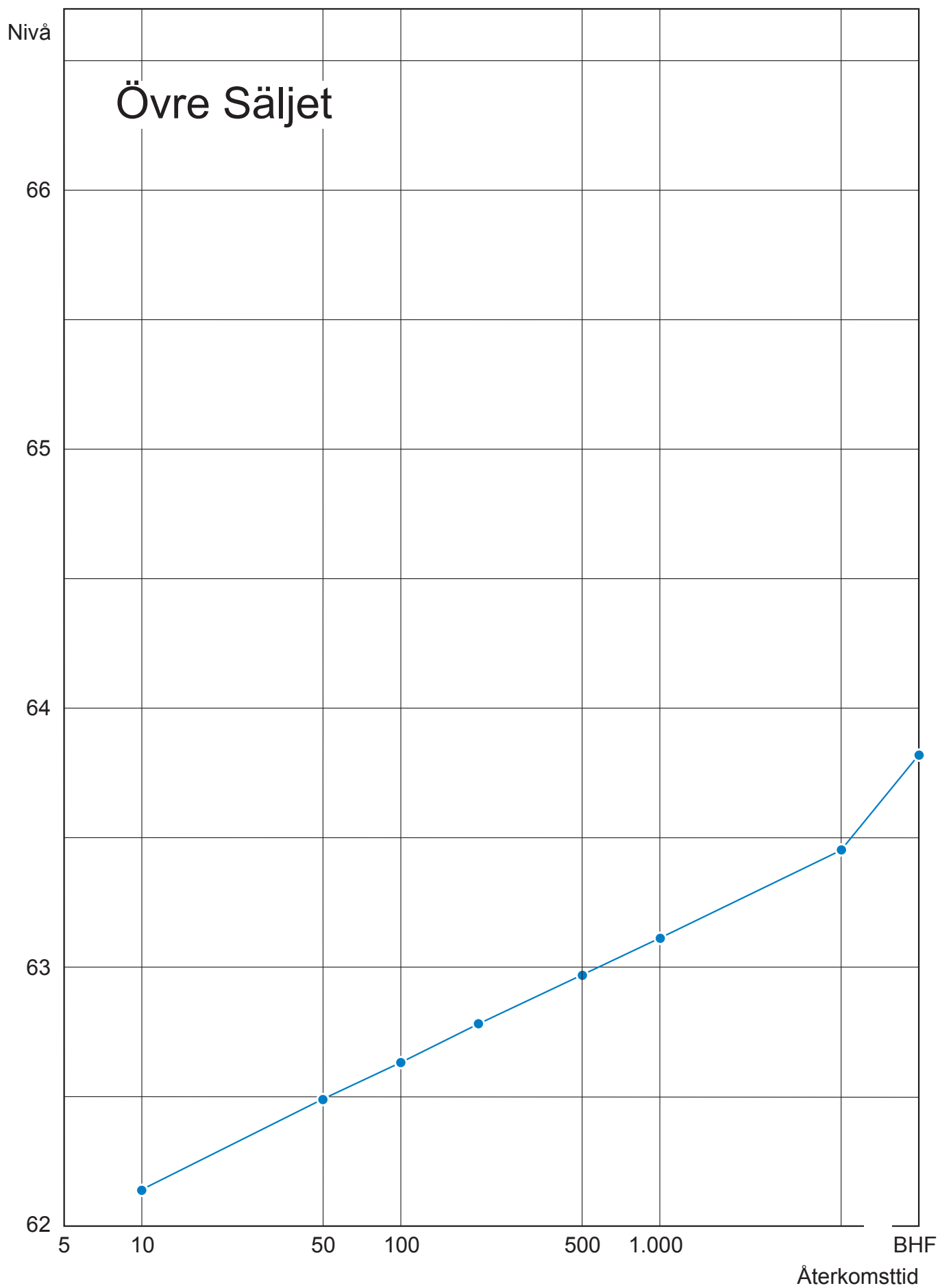
Det bör påpekas att Övre Säljet normalt däms till en nivå som ligger över den som ån skulle ha med dammluckorna öppna. Det innebär att de beräknade 10-, 50- och 100-årsnivåerna ligger under den vattenyta man ser idag, och att den normala nivåskillnaden mellan Storsjön och Övre Säljet är mycket mindre än vad som framgår av diagrammen.

Lägger vi även in de kritiska punkterna i samma diagram så får vi fram själva hotbilden. Den visar vilka vattennivåer som hotar vilka objekt, och även risken för detta i form av återkomsttider. Omräkningen av återkomsttider till sannolikheter kan göras med hjälp av tabellen ovan.

Vattennivåer/återkomsttider



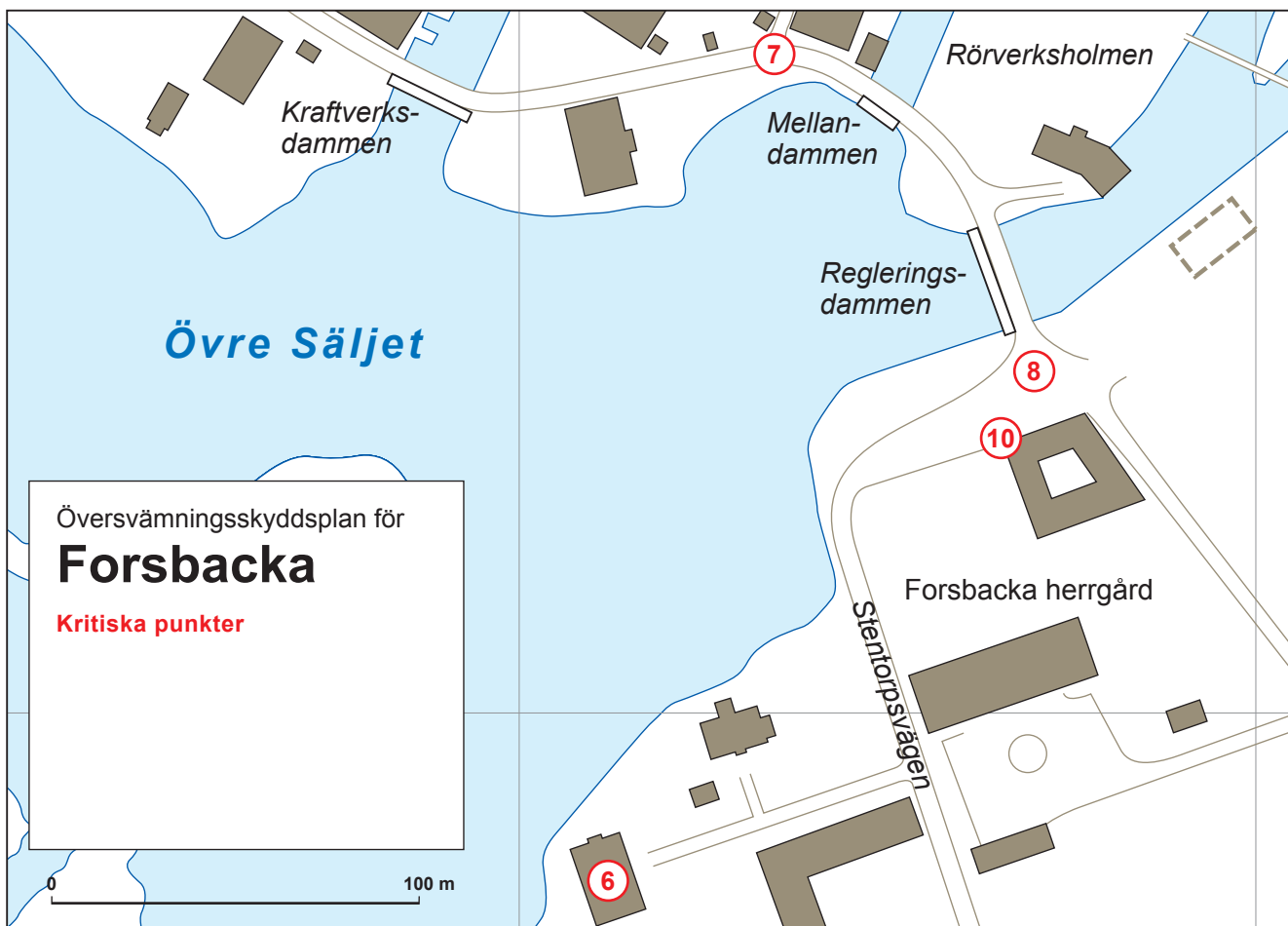
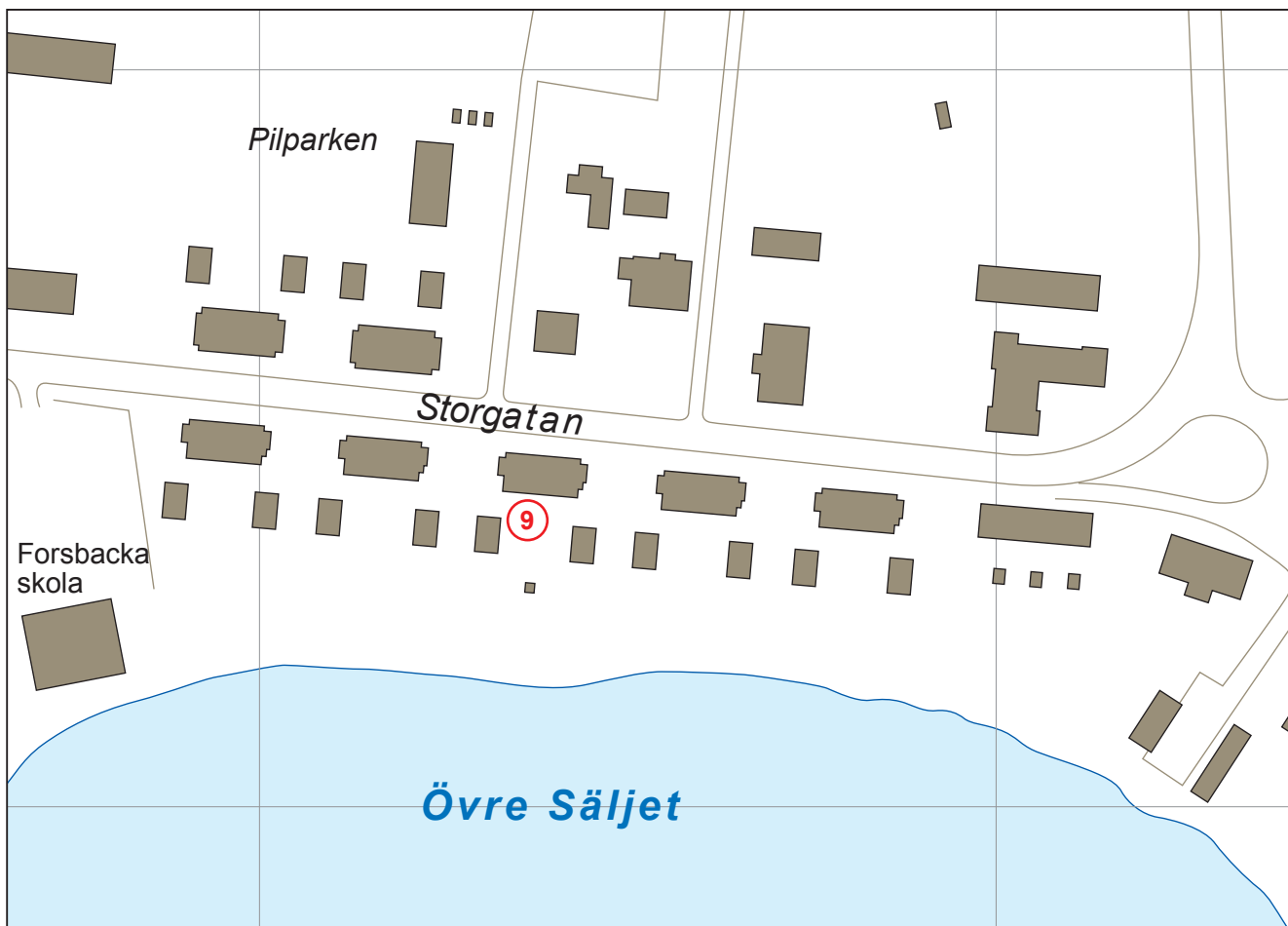
Vattennivåer/återkomsttider



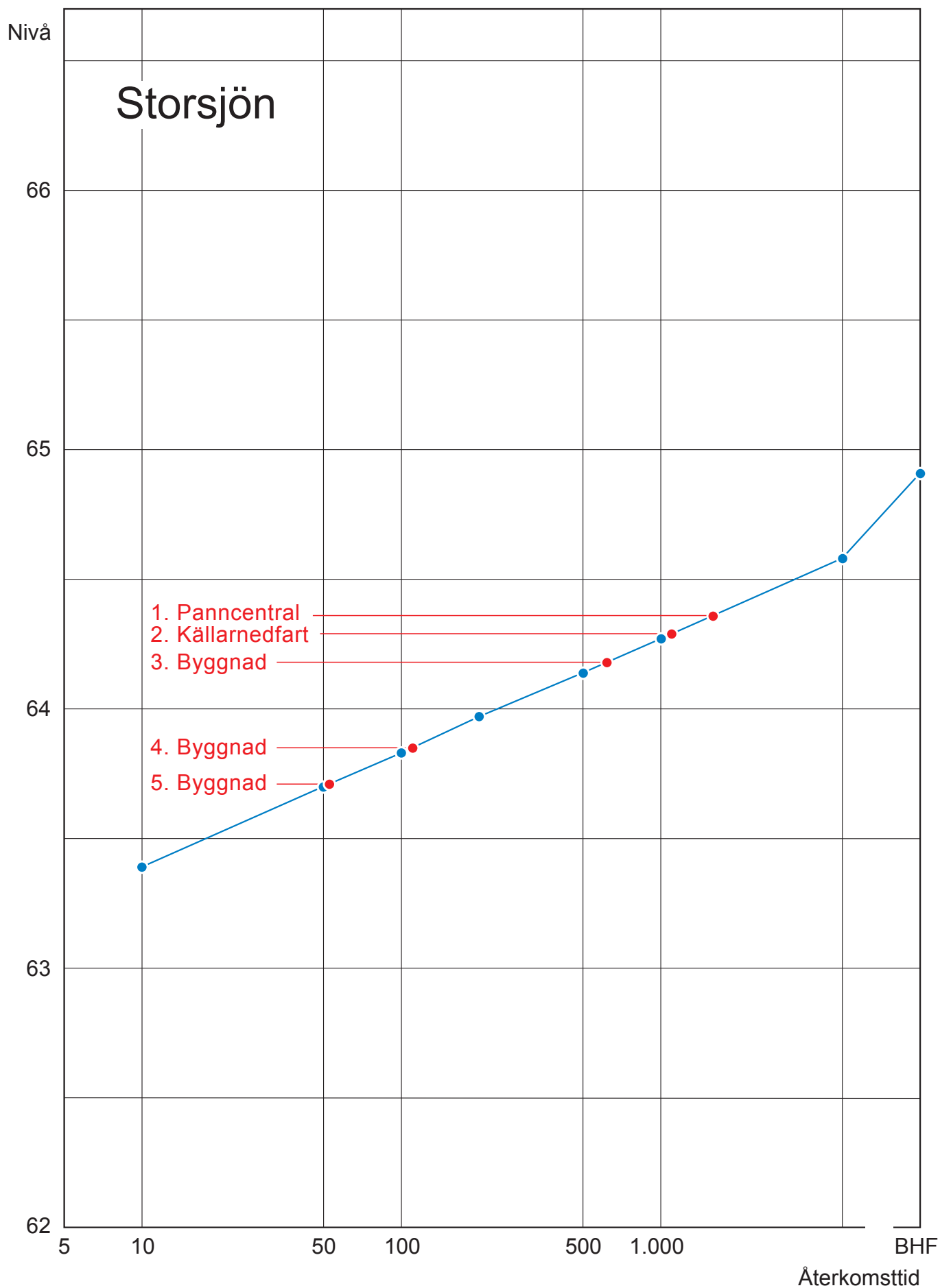
Kritiska punkter

Nr	Objekt	Kritiska höjder	RH 2000
1.	Panncentral Tröskel		64,36
2.	Byggnad Markyta intill källarnedfart		64,29
3.	Byggnad Markyta intill byggnad		64,18
4.	Tvätteribyggnaden Markytan intill byggnaden		63,85
5.	Byggnad Markyta intill byggnaden		63,71
6.	Byggnad Markyta intill byggnaden		63,46
7.	Väg Lägsta punkten längs vägavsnittet		63,47
8.	Väg Lägsta punkten vid sidan av regleringsdammen		63,31
9.	Byggnad Markyta intill den lägst belägna byggnaden längs Storgatan		63,14
10.	Byggnad Markyta intill byggnadens nordvästra hörn		63,13

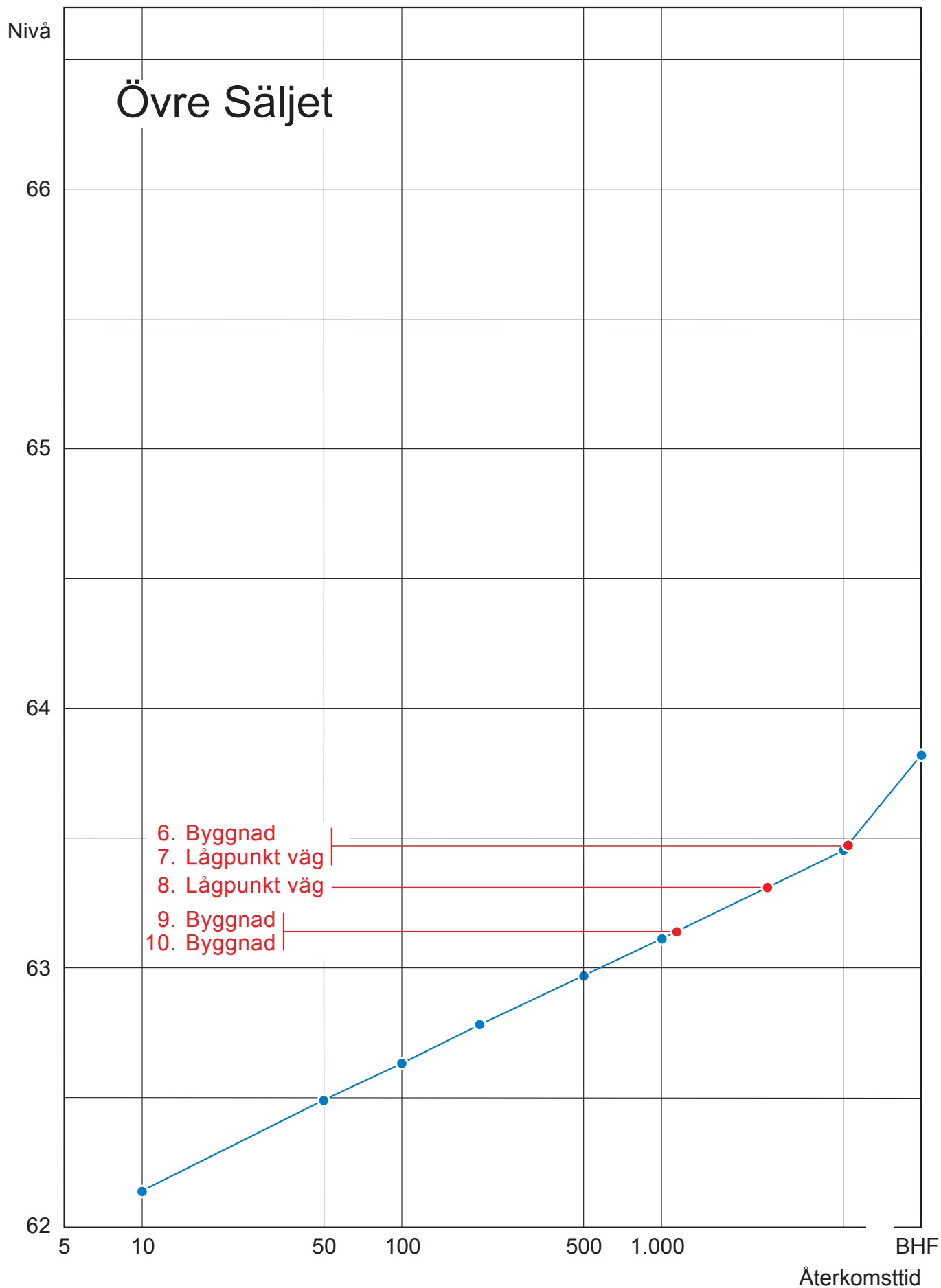


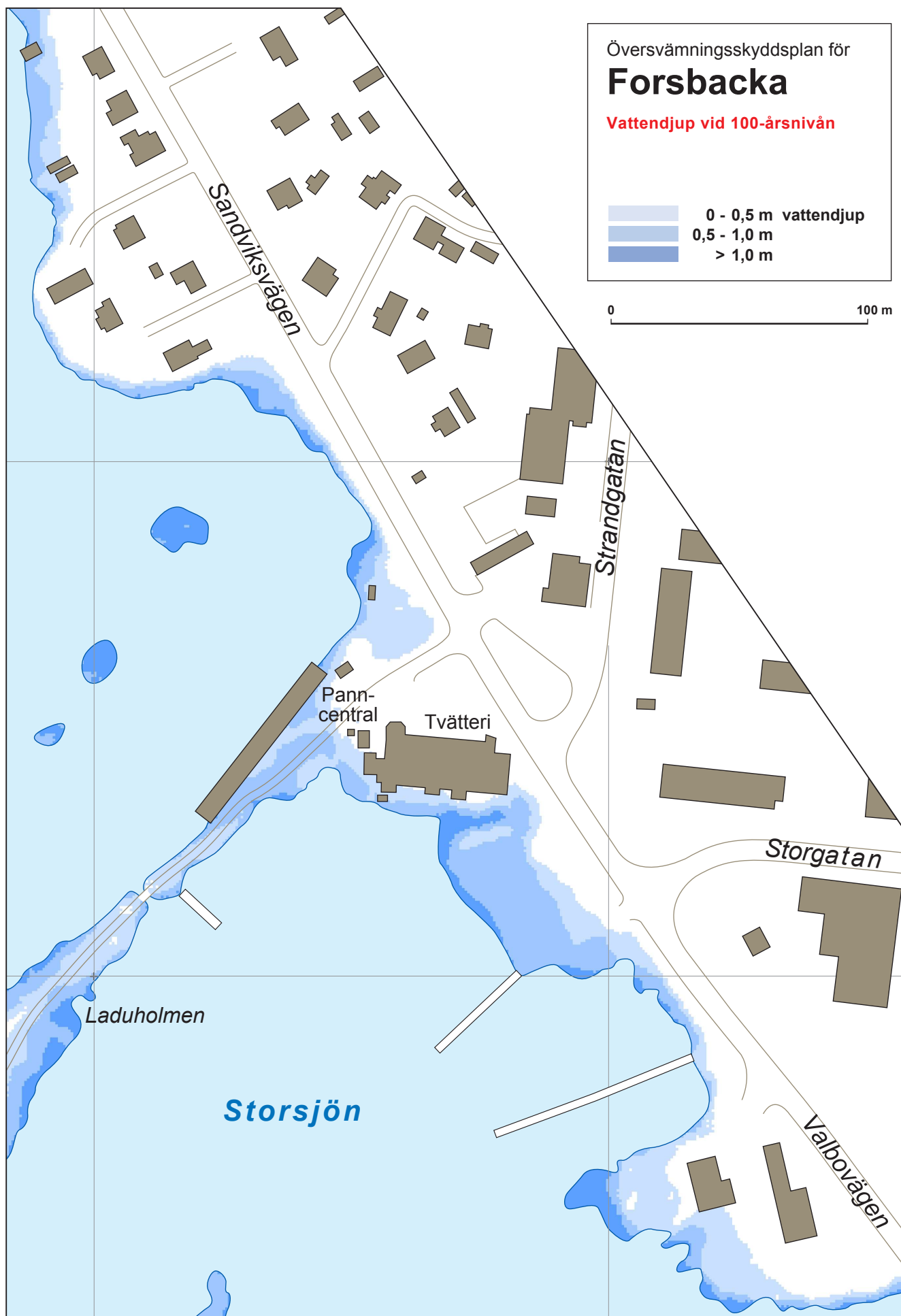


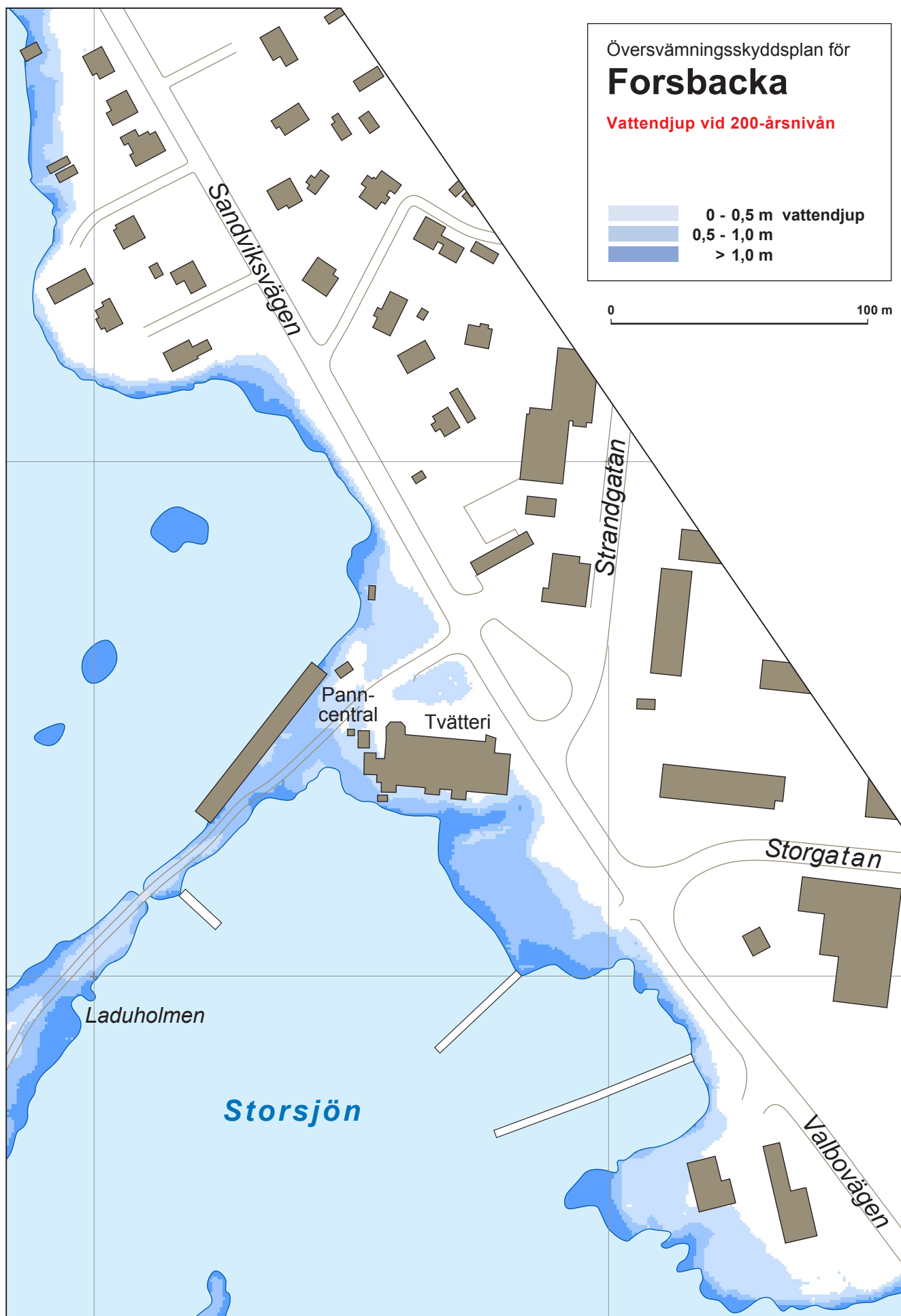
Hotbild

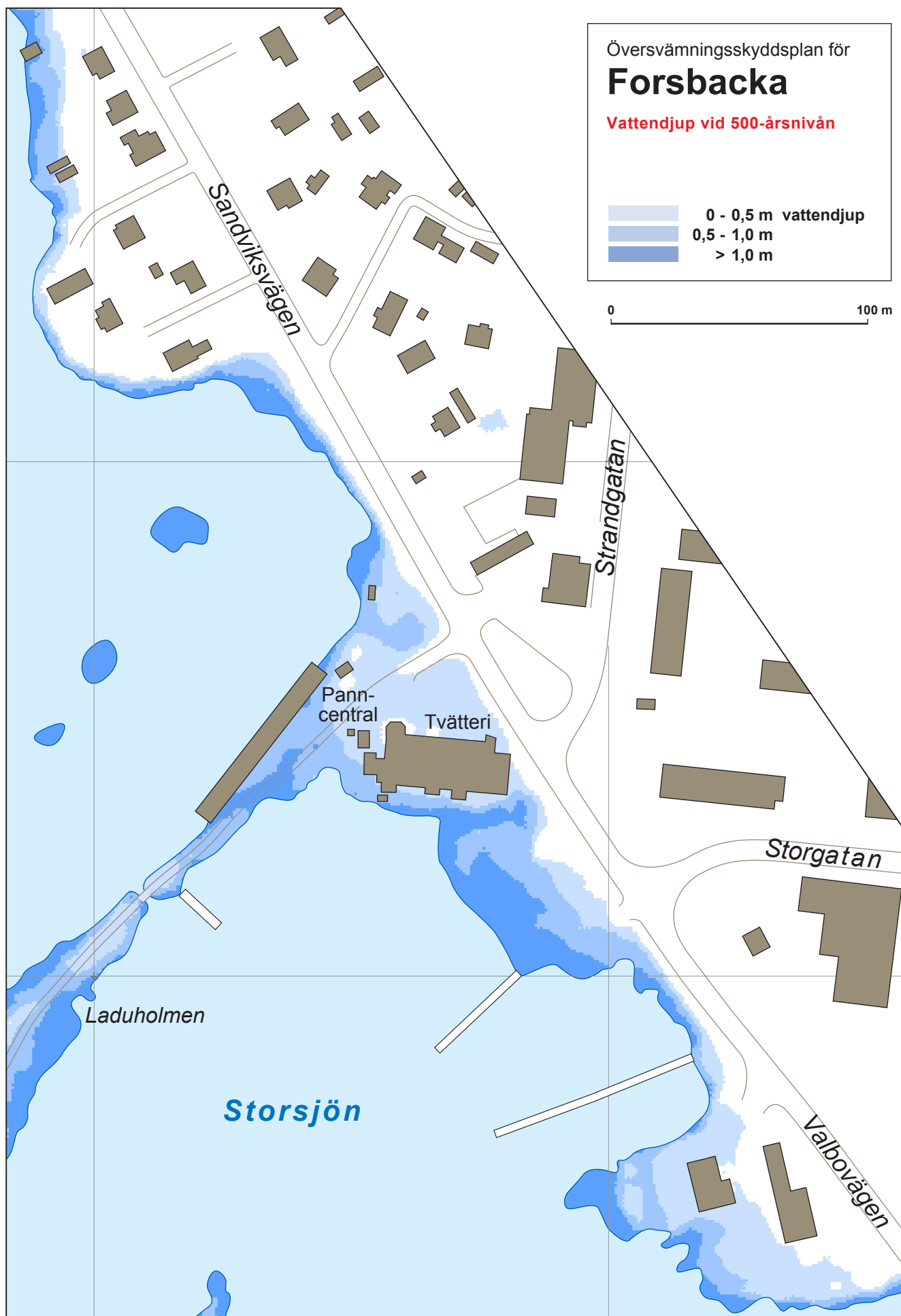


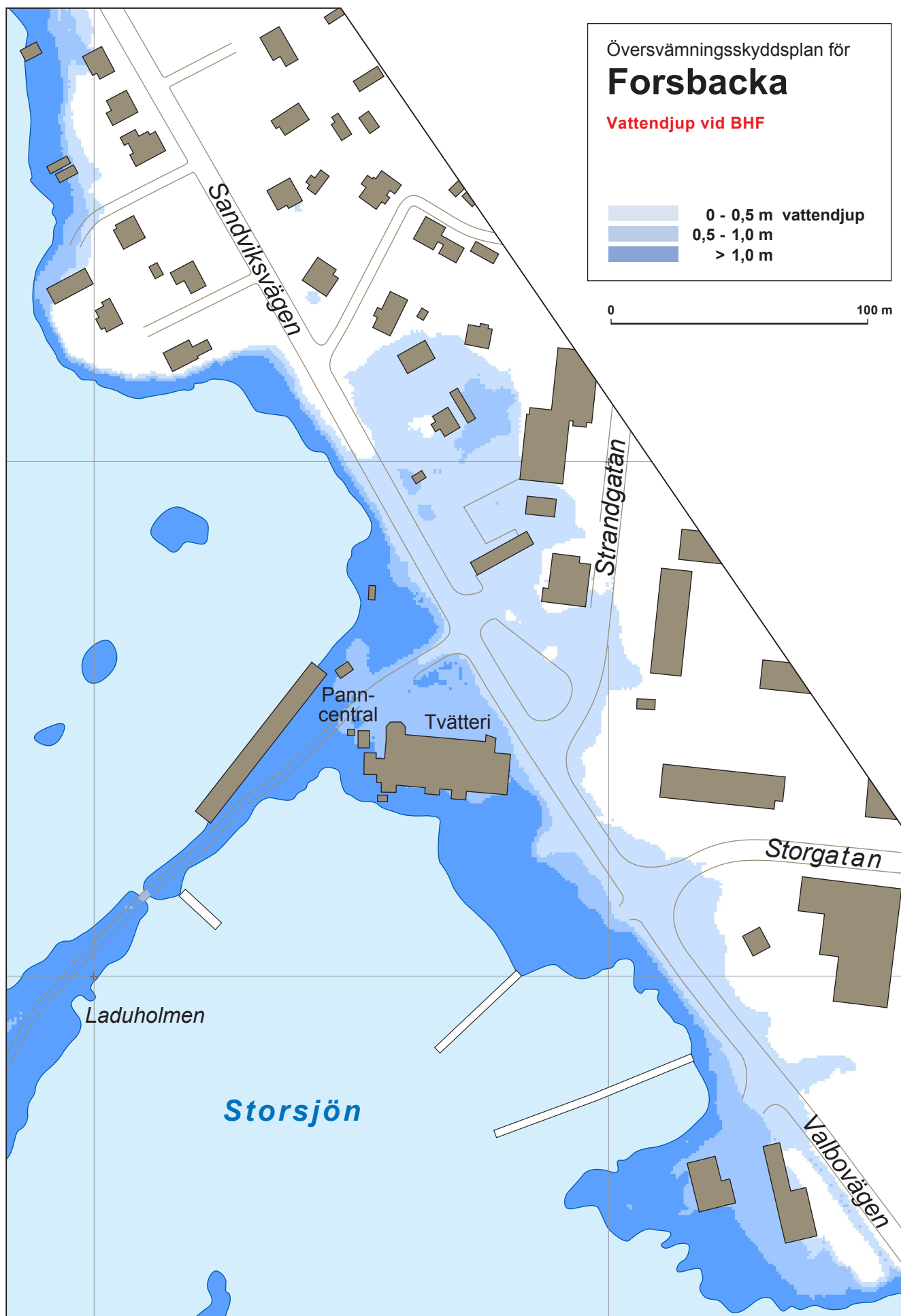
Hotbild

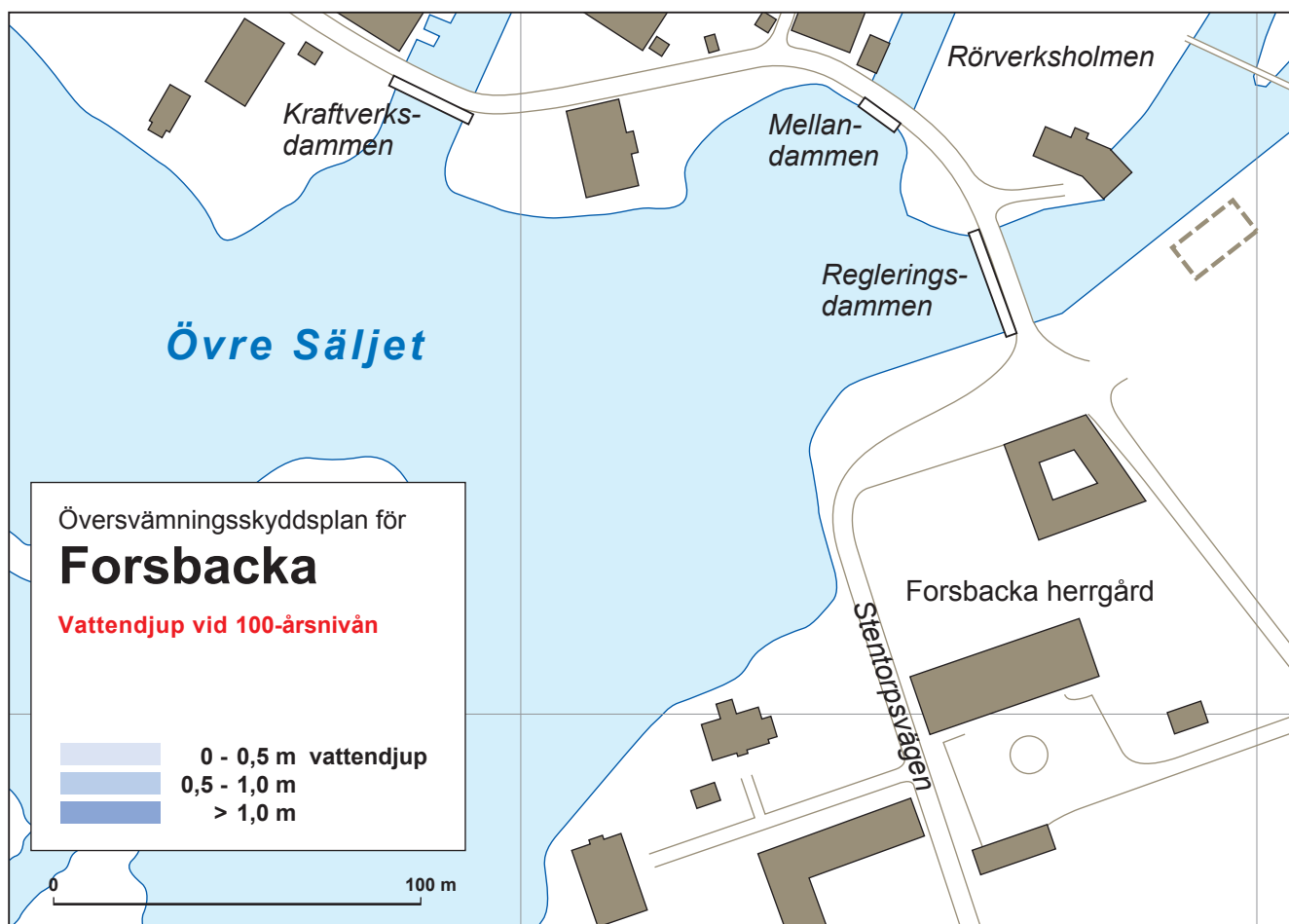
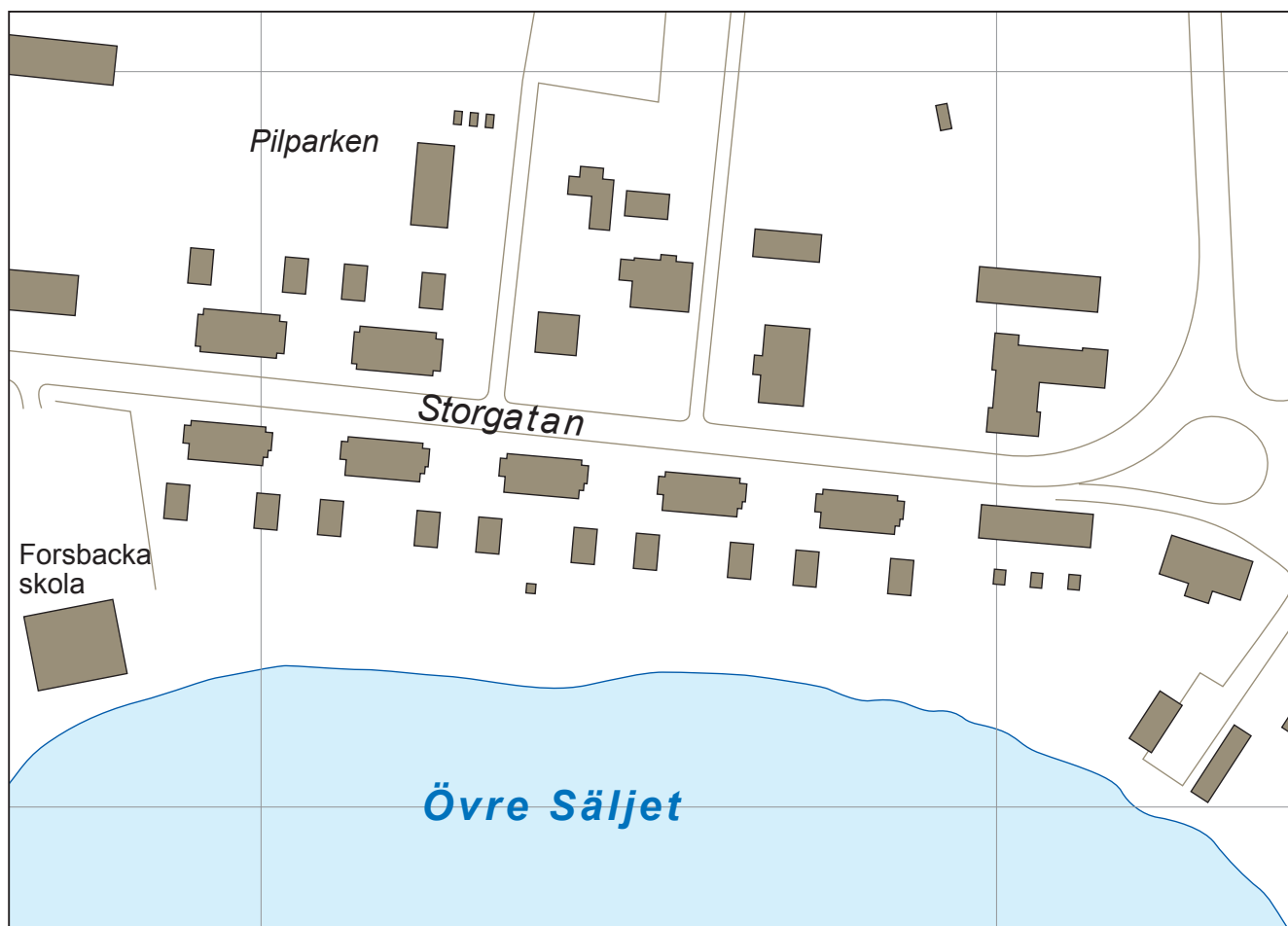


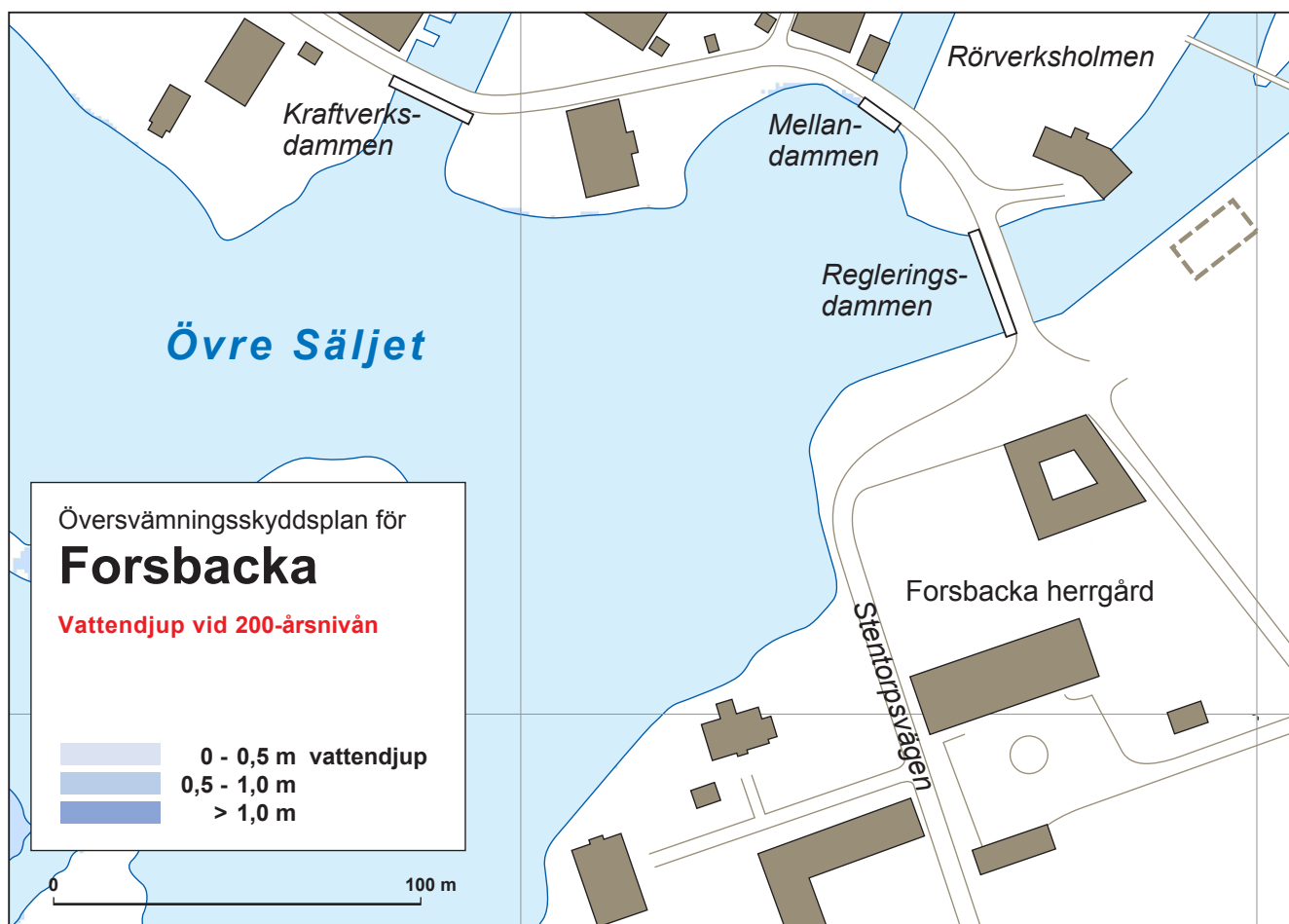
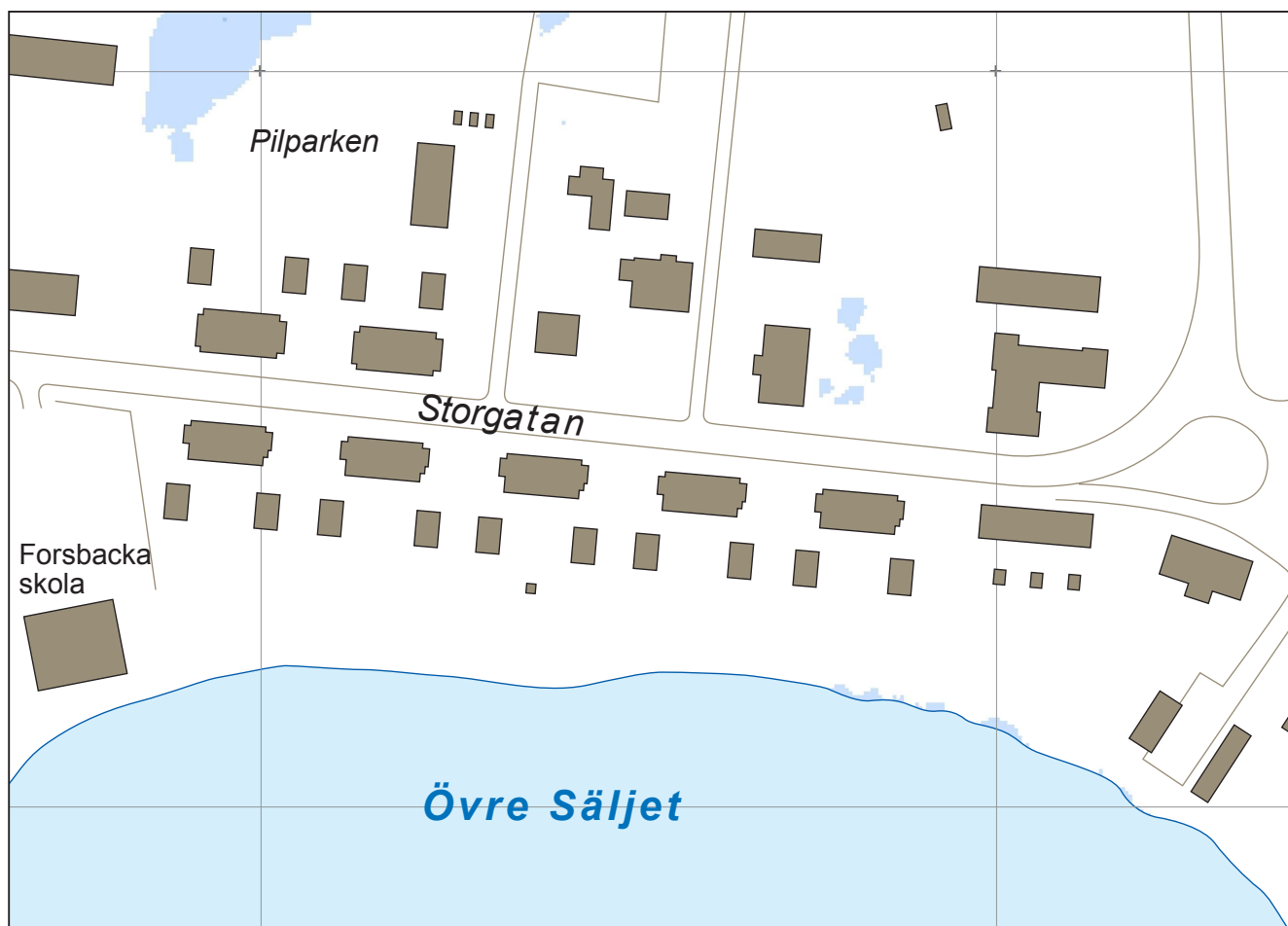


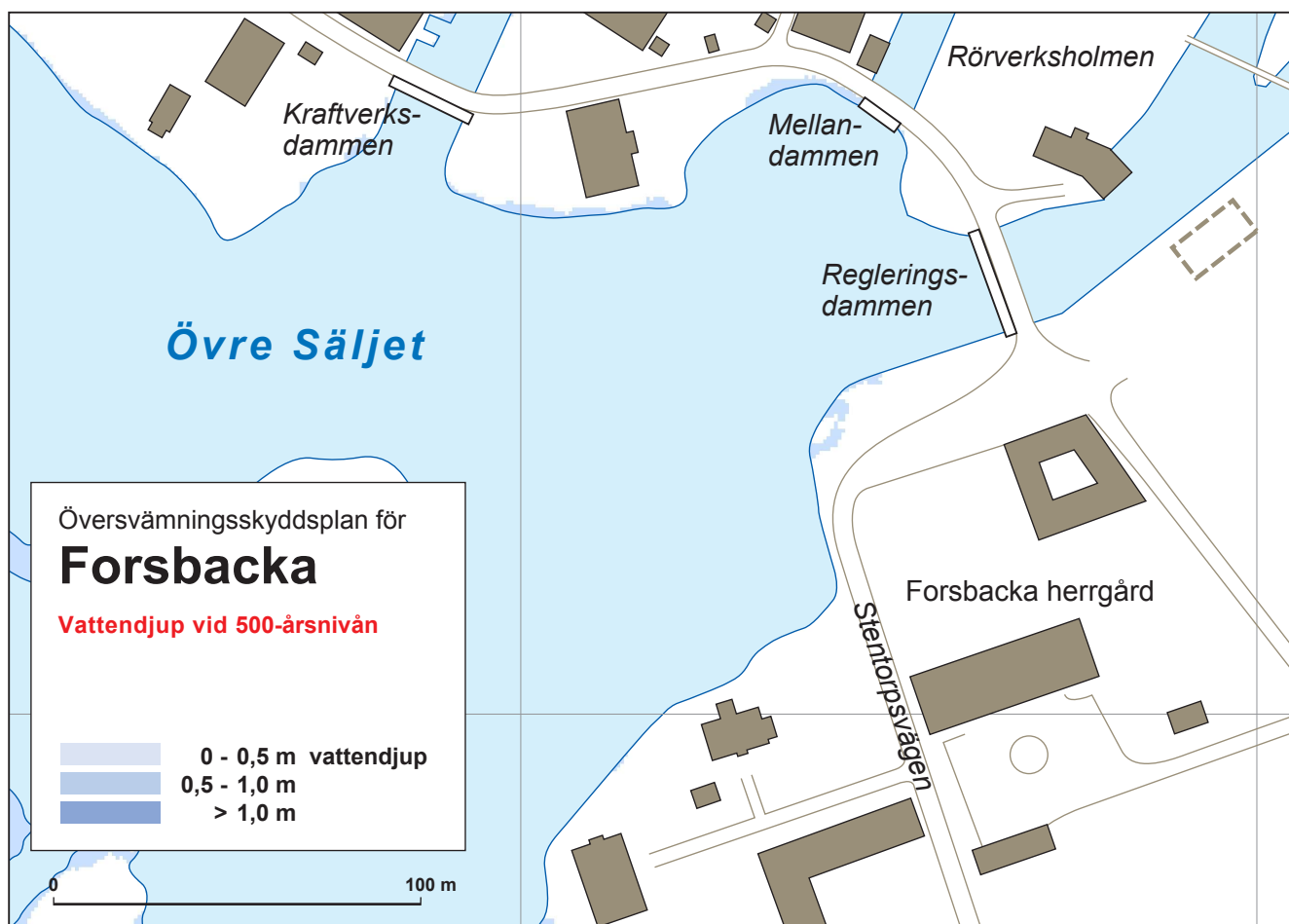
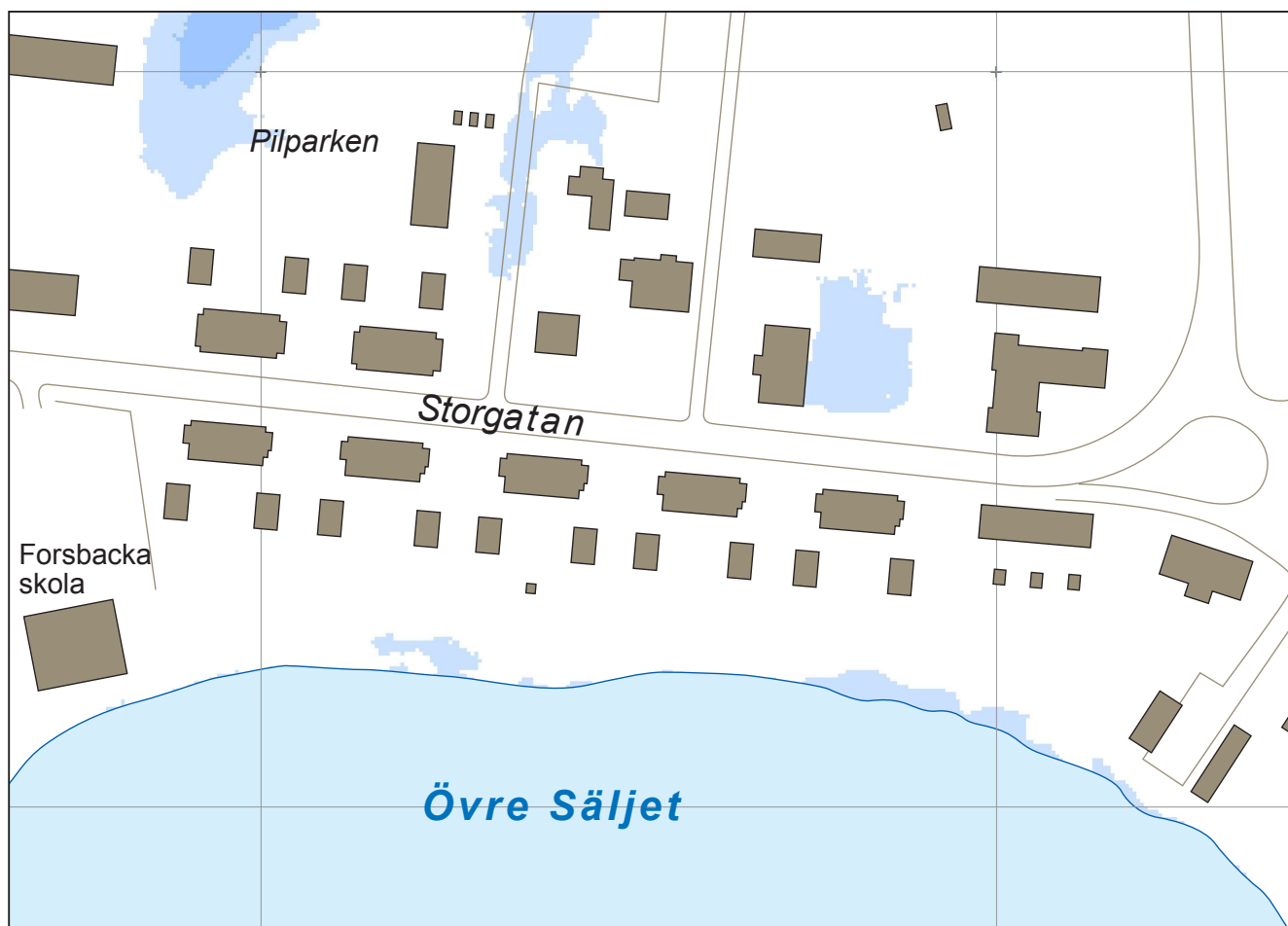


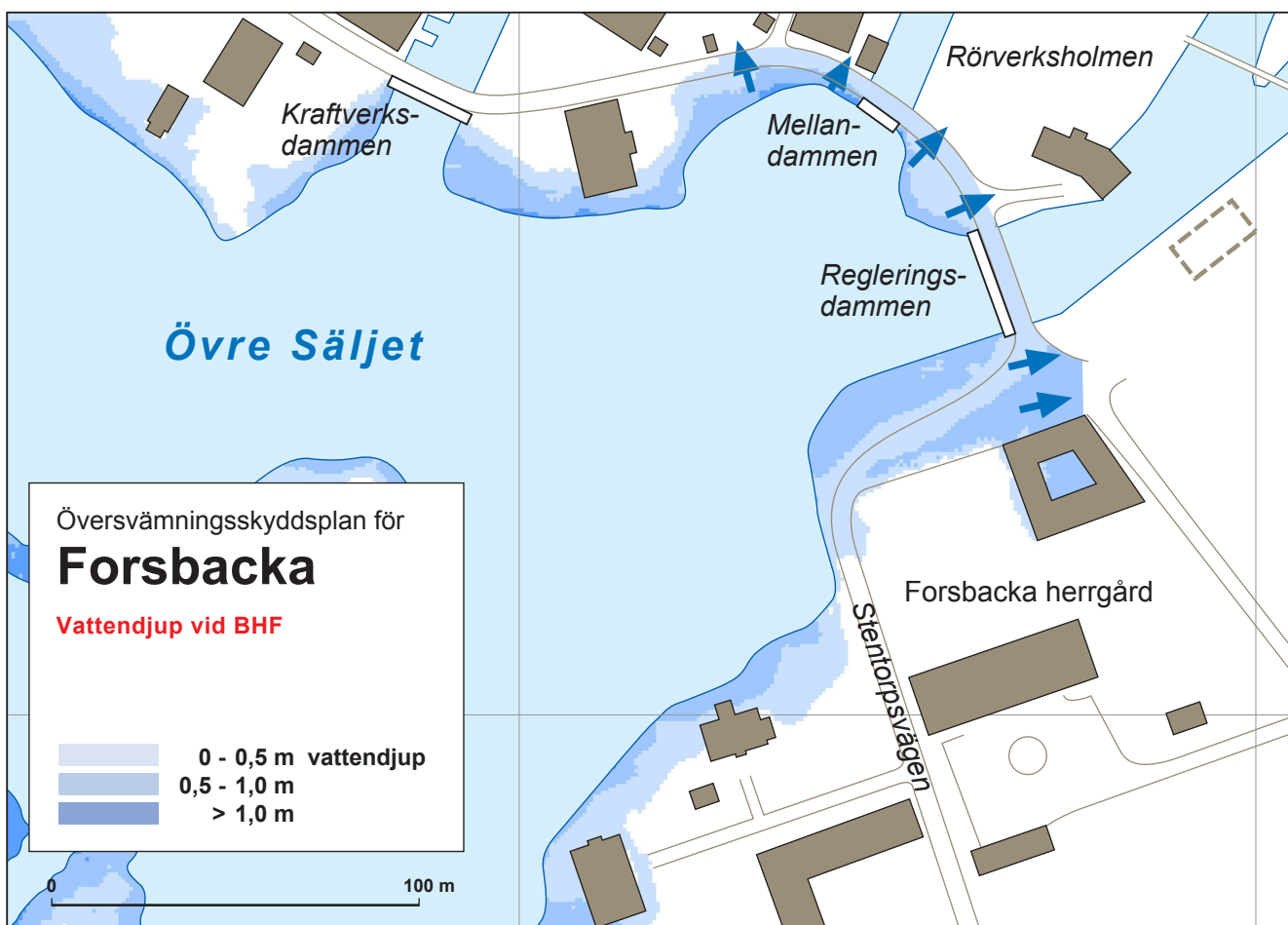
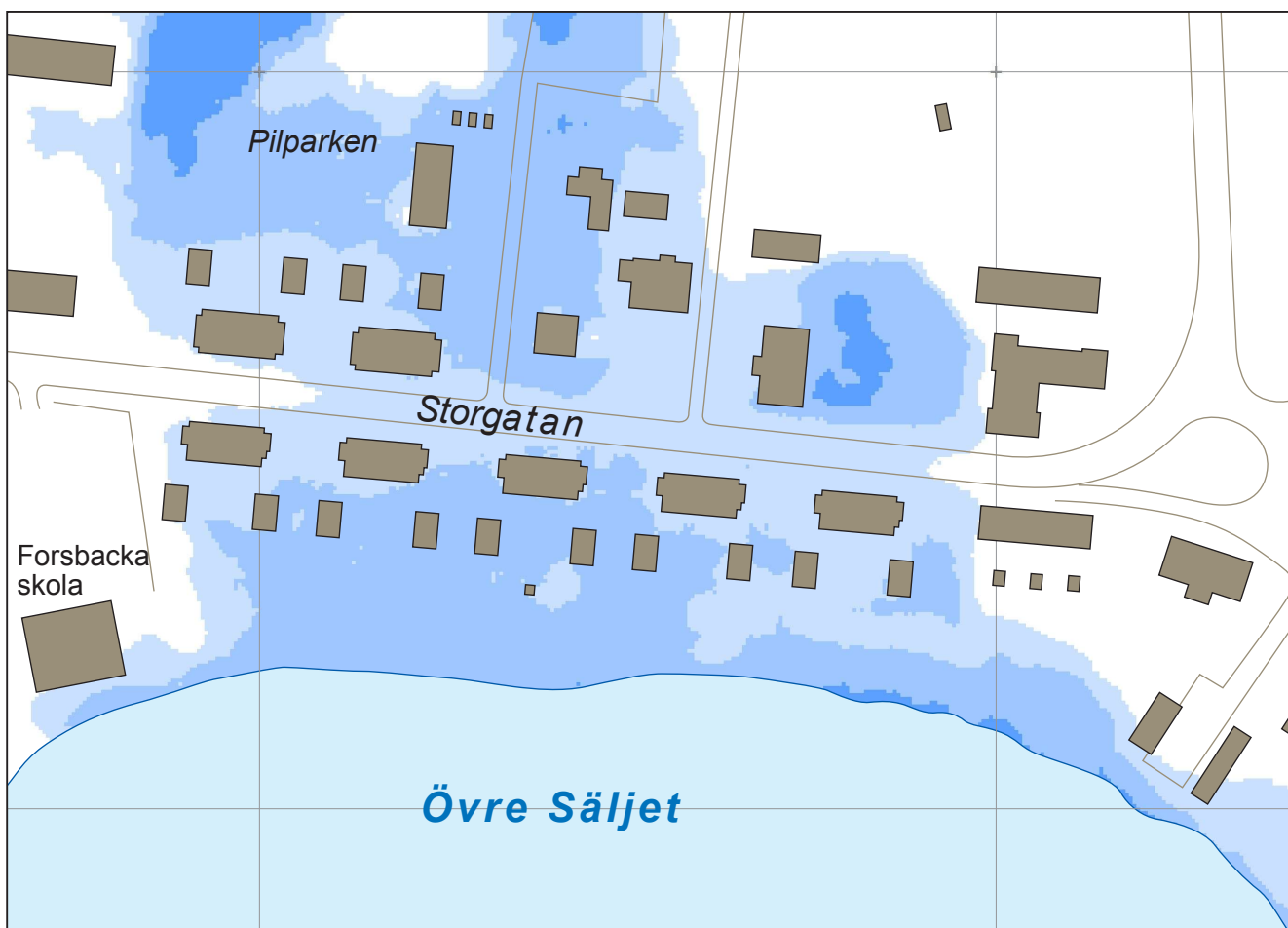












Hotbildsanalys

Den bebyggelsen som ligger direkt i anslutning till Storsjön klarar sig bra mot översvämning, bortsett från ett antal uthus och båthus som kommer att stå i vatten. Men det finns två undantag. Det ena är byggnaden (5) som drabbas redan vid vattennivåer med 50 års återkomsttid. Det andra är tvätteribyggnaden som nätt och jämnt klarar ett 100-årsflöde. Båda bör dock vara relativt enkla att skydda med temporära skyddsvallar. Med en markhöjd på som lägst ca 63,7 meter behöver skyddsvallar här inte vara högre än 0,5 meter för att skydda ända upp till 500-årsnivån på 64,14 meter. Redan vid 100-årsnivån skulle dock vatten kunna komma in via avloppssystemet, och i så fall behöver även detta åtgärdas.

Om en ny kraftstation byggs i Forsbacka, och åstumpen mellan Storsjön och Övre Säljet muddras, så kommer hotbilden att förändras. Till det bättre, eftersom möjligheterna att hålla nere Storsjöns nivåer ökar med förbättrade tappningsmöjligheter. Det är möjligt att översvämningshotet härigenom blir så litet att ingenting behöver göras alls, men det beror på hur projektet genomförs och vilken tappningsregim som fastställs.

För bebyggelsen runt Övre Säljet är översvämningshotet litet. I dagsläget krävs ett tusenårsflöde för att vattnet ska nå det lägst belägna huset (9) vid Storgatan. Dock kan ett par fastigheter få problem med uppträngande avloppsvatten redan vid ett 500-årsflöde.

Även för området runt Övre Säljet gäller att den nya kraftstationen kommer att ändra hotbilden, i och med att Storsjöns nivåer fortsättningsvis kommer att gälla även här.

Slutsatsen av hotbildsanalysen är att man med ganska enkla medel kan skydda de hotade byggnaderna i Forsbacka tätort för nivåer med en återkomsttid på 500 år.

P- och T-nivå

Ett skyddssystem för översvämningar kan indelas i en permanent del (P) och en temporär del (T). Det permanenta skyddet kan utgöras av jordvallar eller betongmurar till en viss bestämd höjd, men det kan också utgöras av en lokalgata eller en parkväg, eller av en naturlig höjdsträckning. Det enda som kan behöva göras så länge det stigande vattnet håller sig under P-nivån är att blockera vissa vägtrummor och att pumpa bort vatten som samlas bakom vallarna, eller läcker in i källare.

T-nivån avspeglar den ambitionsnivå man satt för det totala översvämningsskyddet. Det utgörs av temporära åtgärder, som att bygga upp mobila skyddsvallar och montera luckor för lågt sittande ventilationsöppningar. De permanenta och de temporära åtgärderna måste naturligtvis fungera ihop, och det temporära skyddet bygger vidare på det permanenta.

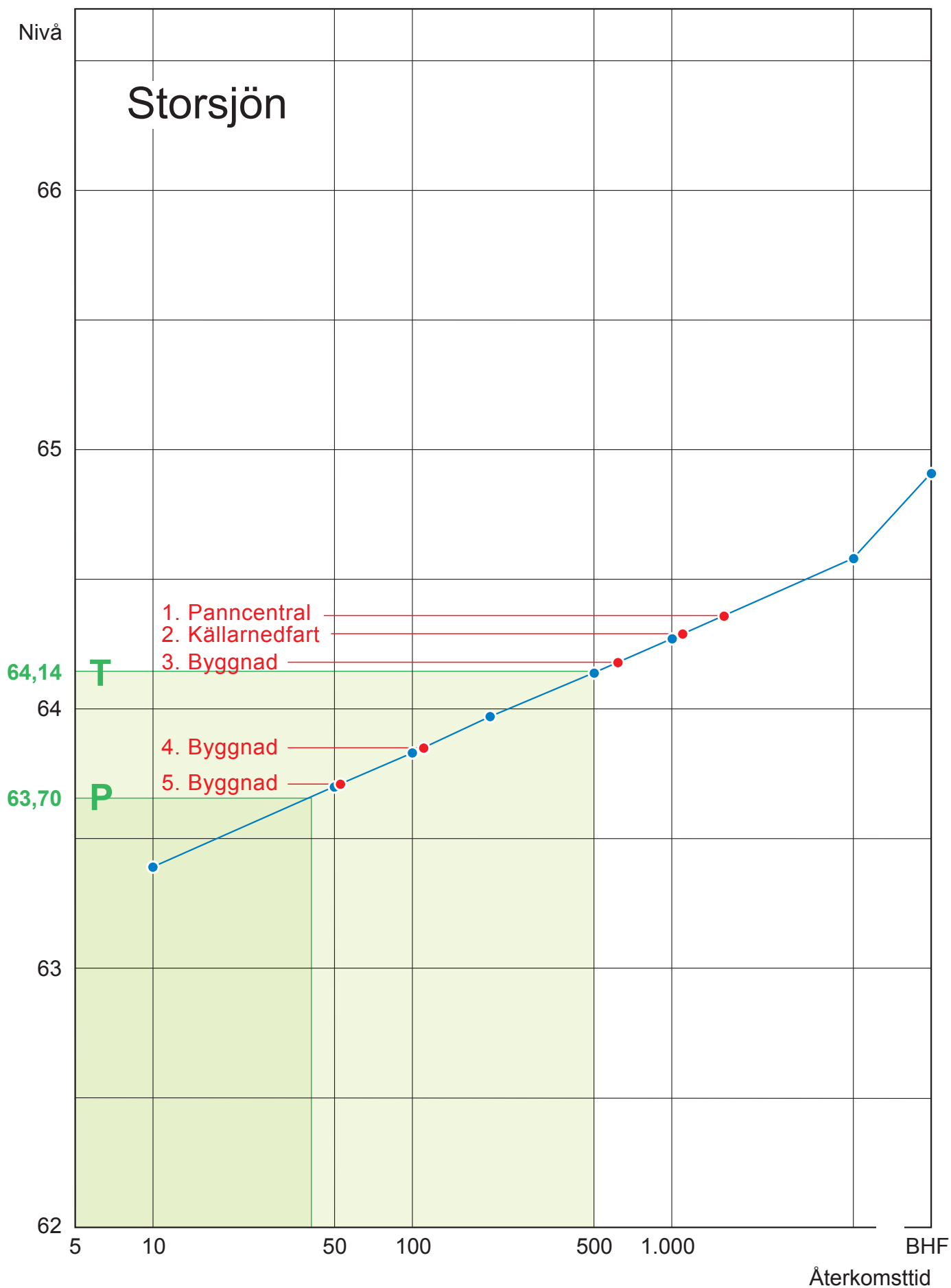
Med en ambitionsnivå att skydda Forsbacka tätort mot översvämningar med en återkomsttid på upp till 500 år kan vi alltså för den övre delen (vid själva Storsjön) sätta:

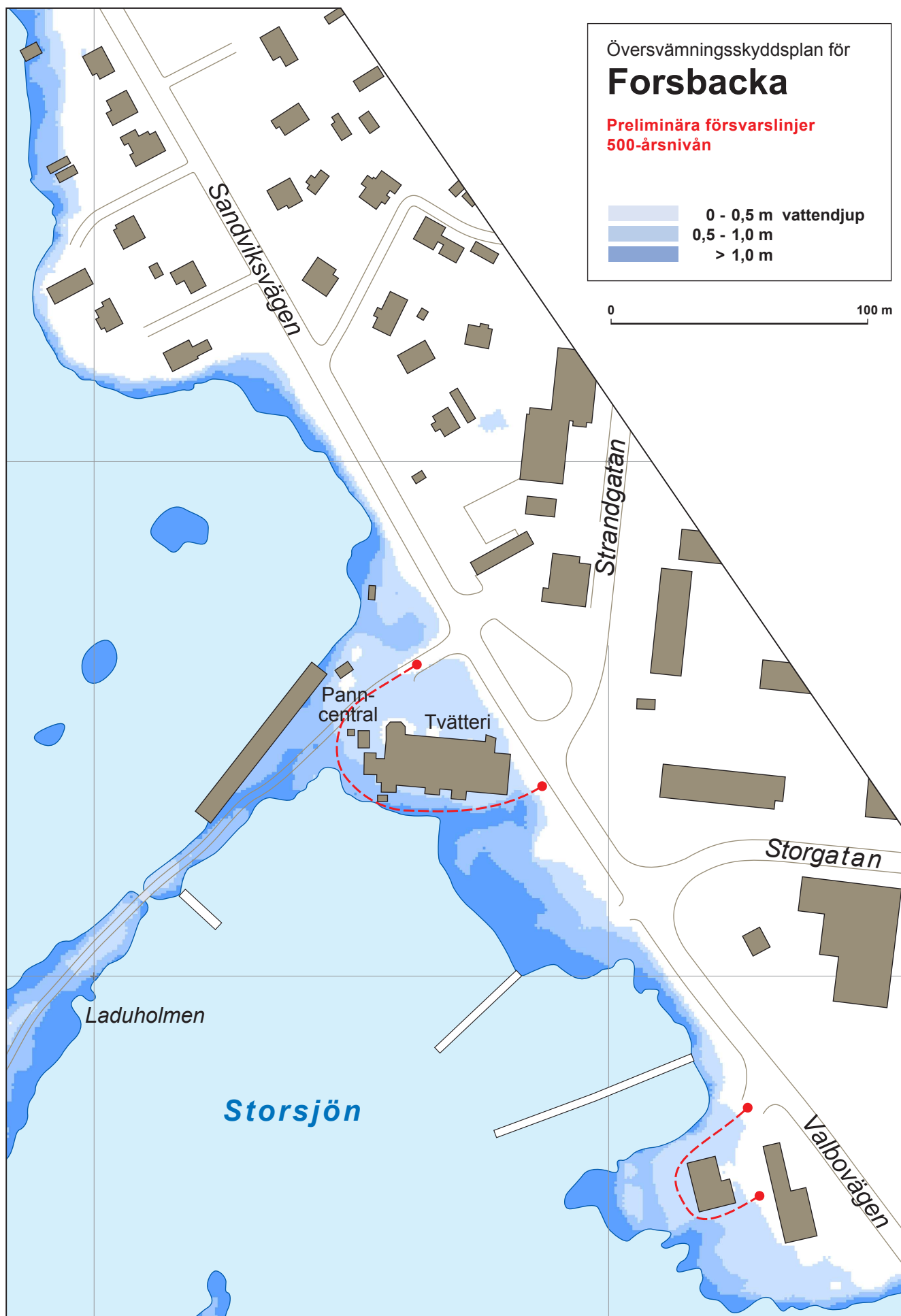
T-nivå: **64,14 m** (återkomsttid 500 år)

P-nivå: **63,70 m** (återkomsttid ca 45 år)

För den nedre delen av Forsbacka behöver vi inte sätta några nivåer överhuvudtaget.

Hotbildsanalys, P- och T-nivåer





Så kan vattnet stoppas

Eftersom detta är en något förenklad version av en översvämningsskyddsplan så går vi inte här in på hur det konkreta utformandet av ett översvämningsskydd för Forsbacka, utan nöjer oss med att skissa preliminära försvarslinjer och ge några generella råd.

För att skydda de två hotade fastigheterna intill Storsjön för vattennivåer upp till P-nivån på 63,70 behöver inga särskilda åtgärder vidtas. Vi har dock inte närmare undersökt eventuella vägar för vattnet att ta sig in underifrån, via avloppssystemet eller via dräneringsrör, men förmodligen inträffar detta först vid nivåer över 63,70. Skulle sådana vägar finnas bör de säkras mot uppströmmande vatten med hjälp av backventiler eller på annat sätt.

Skulle vattnet stiga högre så är båda fastigheterna relativt lätta att skydda med temporära skyddsvallar. Detta förutsätter att det finns en lämplig meterbred markremsa mellan byggnaden och sjön. Marken bör här vara relativt jämn, fri från hinder och med en yta som inte är erosionskänslig. Förslagsvis kan den utgöras av en gräsmatta.

Eftersom Storsjön är en stor sjö så kommer vattnet aldrig att stiga snabbt. Det innebär att man kan följa utvecklingen och utan problem hinna bygga upp en temporär skyddsvall om vattnet skulle fortsätta stiga och inte se ut att stanna vid 63,70.

Temporära skyddsvallar med denna kapacitet finns av flera fabrikat, men ett alternativ till att själv ha sådana i beredskap är att avtala med ett företag som erbjuder utryckningstjänster. Förutom själva vallarna behövs pumpar för det vatten som alltid kommer att läcka in till det skyddade området under vallarna eller genom själva marken.

Den preliminära försvarslinjen runt tvätteribyggnaden har också dragits runt panncentralen. Även om den tål högre vattennivåer så är det en fördel om man kan hålla vattnet borta från hela byggnaden.

För bebyggelsen norr om Övre Säljet består det enda hotet av att avloppsvatten skulle kunna tränga upp genom golvbrunnar vid stor belastning på avloppsledningssystemet.

Som tidigare nämnts kommer en ny kraftstation i Forsbacka att förändra hotbilden. Då kan det finnas skäl att revidera denna plan. Till dess finns alltså ett påtagligt översvämningsshot mot ett par fastigheter i tätorten, vid nivåer med 50-100 års återkomsttid. Dessa fastigheter kan dock som ovan beskrivits skyddas med relativt enkla medel.

Referenser

Andersson, K., 2008, Beräkning av vattenstånd i Storsjön, Gavleån. SMHI rapport 2008-13.

Klang, D., Klang, K., 2009. Analys av höjdmodeller för översvämningsmodellering.

SGI, 2010, Kartering av översvämning och erosion vid Storsjön med ny nationell höjdmodell.

SMHI, 2002, Översiktlig översvämningskartering längs Gavleån inkludernade Storsjön, Jädraån från Kungsfors samt Hoån från Hofors. Räddningsberket Rapport nr 28.

SwedPower, 2002, Forsbacka: Konsekvensklass enligt RIDAS. Uppdragsnummer 5730. Bilaga 2.4.1.

WSP, 2007, Översvämningsnivåer vid Säljan, Sandviken kommun. WSP uppdragsnummer 10089382.