



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Översvämningsskartering utmed Norralaan

Sträckan från Storsjön till Östersjön

Översvämningskartering utförd 2010-11-12 och uppdaterad 2015-11-17 och 2024-04-08.

Arbetet är utfört på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) av Norconsult Sverige AB

Innehållet i denna rapport tillhör MSB. Det är dock tillåtet att helt eller delvis nyttja och sprida innehållet förutsatt att MSB anges som källa.

Lantmäteriet har rättigheterna till bakgrundskartorna i rapporten.

MSB diariernr 2024-06814
Konsult projektnr 1085205

Innehåll

INLEDNING	4
ALLMÄNT OM ÖVERSVÄMNINGSKARTERING.....	6
Användning av översvämningskartor	6
Immateriella rättigheter	6
Flöden och återkomsttid	7
Flöden i ett förändrat klimat	7
METODIK	9
Beräkning av flöden använda i karteringen	11
Beräkning av vattennivåer	11
Kalibrering	12
Antaganden	12
Framtagning av översvämningskartor	13
RESULTAT	14
50-årsflöde	14
100-årsflöde	14
200-årsflöde	14
BHF	14
REFERENSER	16

Inledning

En av förutsättningarna för en god samhällsplanering är information om vilka områden som riskerar att sättas under vatten vid en översvämning och att planera för det i ett tidigt skede. Här spelar översvämningskarteringen en viktig roll eftersom den är ett värdefullt verktyg för att identifiera risker och kartlägga konsekvenser av en översvämning. Höga vattennivåer och kraften hos framforsande vatten kan orsaka stora skador på bebyggelse och infrastruktur och kostnaderna för samhället till följd av översvämningar är betydande. Ju mer infrastruktur och byggnader som byggs i anslutning till områden som kan översvämmas, desto känsligare blir vi för dessa.

Översvämningskarteringen kan användas både som underlag för åtgärder att minska riskerna för och konsekvenserna av översvämningar i såväl befintlig bebyggelse som vid ny exploatering. Vattnets beräknade utbredning går att kombinera med annan information som lokalisering av samhällsviktig verksamhet, viktig infrastruktur eller anläggningar som hanterar miljöfarliga ämnen. En översvämningskartering kan också vara ett underlag för planering av räddningsinsatser i samband med en översvämning.

Bakgrund

MSB har sedan 1998 karterat ett drygt 70-tal vattendrag och sjöar. De karterade vattendragen har prioriterats av MSB i samverkan med SMHI och länsstyrelserna. MSB uppdaterar kontinuerligt karteringarna för att fånga upp förändringar längs vattendraget eller för att till exempel inkludera ny höjddata, bottendata och uppdaterade flödesberäkningar. Uppdateringarna ökar detaljeringsgraden i karteringarna och ger därmed en ökad användbarhet i till exempel fysisk planering.

Översvämningskarteringarna visar vattnets utbredning för tre olika scenarier, 100- och 200-årsflödet samt det beräknade högsta flödet (BHF). 100- och 200-årsflödet är flöden som inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång på 100 år respektive en gång på 200 år. Det beräknade högsta flödet motsvarar en situation där alla naturliga faktorer som bidrar till ett högt flöde samverkar vilket motsvarar ett teoretiskt värsta scenario. Detta flöde har ingen exakt återkomsttid, men en grov uppskattning är att det beräknade högsta flödet inträffar i genomsnitt en gång på 10 000 år. Flödesberäkningarna har utförts av SMHI.

Översvämningskarteringen av Norrälån för sträckan Storsjön-Östersjön har utförts av Norconsult Sverige AB på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Karteringen är en uppdatering av tidigare utförd kartering med bland annat nya flödesuppgifter, nya klimatscenarier, ny höjddata samt uppdatering av den hydrauliska modellen som legat till grund för karteringen.

Karteringen omfattar enbart naturliga flöden, det vill säga inte flöden uppkomna genom till exempel dammbrott och isdämningar. Utbredningarna redovisas som ett separat skikt för varje karterat flöde. Den hydrauliska modellen kan även användas för att ta fram andra scenarier och kan hämtas kostnadsfritt på MSB:s portal för översvämningskarteringar.

Allmänt om översvämningskartering

En översvämningskartering visar hur stort område kring ett vattendrag som täcks av vatten vid olika flöden. För att kunna beräkna vattennivåer och utbredningen av en översvämning för ett flöde med en viss återkomsttid används en hydraulisk modell. Modellen innehåller information om flöden, höjddata och strukturer i vattendraget såsom broar och dammar samt andra fysiska strukturer som påverkar vattnets nivå och utbredning. Modellen innehåller också uppgifter om vattendragets övriga egenskaper som lutning och bottenfriktion samt landskapets topografi och geometri. Efter genomförda beräkningar i modellen kartläggs översvämmat område i GIS genom att beräknade vattennivåer från den hydrauliska modellen interpoleras och jämförs med beskrivningen av topografen.

Användning av översvämningskartor

Kartläggningen kan användas som underlag vid kommunens riskhantering och samhällsplanering samt för insatsplanering av räddningstjänstens arbete.

Prognoser och varningar vid höga och för översvämning

De hydrauliska modeller som satts upp för de vattendrag där MSB utfört översvämningskarteringar förvaltas av MSB. Då SMHI utfärdar varningar för höga flöden eller för översvämning i något av de karterade vattendragen kan modellen användas för att ta fram detaljerade vattenståndsprognoser. För detta krävs att en utförare med programlicens kör modellen med prognosticerade flöden från SMHI. Modellen kan hämtas på översvämningsportalen.

Immateriella rättigheter

MSB har upphovsrätt till de av MSB framtagna översvämningskarteringarna som skyddas av upphovsrättslagen (1960:729). Innehållet i rapporten och GIS-skikt får nyttjas och spridas, helt eller delvis, förutsatt att MSB anges som källa.

Allt ansvar vid nyttjandet av rapporten och GIS-skikten vilar på användaren. MSB fråntar sig allt ansvar för produktens funktion eller användbarhet för något visst ändamål.

Rättigheter till underlagskartor i rapporten tillhör Lantmäteriet och får inte nyttjas utan Lantmäteriets tillstånd.

Flöden och återkomsttid

Som mått på översvämningsrisken används ofta begreppet återkomsttid, vilket betecknar den genomsnittliga tiden mellan två översvämnningar av samma omfattning. Ett flöde som har en återkomsttid på 100 år uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 100 år. Det innebär att sannolikheten för händelsen är en procent varje enskilt år. Begreppet återkomsttid kan därmed ge en falsk känsla av säkerhet eftersom det bara anger sannolikheten att just det flödet ska inträffa under ett och samma år. Emellertid blir den ackumulerade risken avsevärt större eftersom man exponerar sig för risken under flera år.

Begreppet årlig sannolikhet används ibland för att beskriva sannolikheten att ett visst flöde inträffar under ett år. I tillämpning är innebörden av de båda begreppen årlig sannolikhet och återkomsttid oförändrad, men årlig sannolikhet speglar bättre att det handlar om löpande riskexponering.

Tabell 1 visar den årliga och den sammanlagda sannolikheten för att ett flöde med en viss återkomsttid ska överskridas under en längre tidsperiod. Ett flöde med återkomsttiden 100 år har till exempel 40 procents sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod och ett flöde med återkomsttiden 10 000 år har en procents sannolikhet att inträffa under en 100-årsperiod.

Tabell 1

Sannolikhet för ett visst flöde uttryckt i procent under en period av år.

Flöde						
	Årlig	10 år	50 år	100 år	500 år	1 000 år
20-årsflöde	5	40	92	99	100	100
50-årsflöde	2	18	64	87	100	100
100-årsflöde	1	10	40	63	99	100
200-årsflöde	0,5	5	22	39	92	99
1 000-årsflöde	0.1	1	5	10	39	63
10 000-årsflöde	0,01	0,1	0,5	1	5	9,5

Det är svårt att beräkna flöden med mycket långa återkomsttider (över 200 år eller mer). Detta medför att osäkerheterna i de framtagna flödena blir större med ökad återkomsttid.

Flöden i ett förändrat klimat

Eftersom återkomsttider beräknas på uppmätt data förutsätts att observationerna är likartade över tid. Dvs. en ovanlig händelse är lika ovanlig statistiskt sett i början av seklet som den är i slutet av seklet. Men, om klimatet blir alltmer nederbördsrikt ändras det statistiska underlaget så att en ovanligt nederbördsrik händelse nu i ett

torrare klimat blir vanligare i ett framtida, blötare klimat. Detta innebär att det inte längre går att bedöma återkomsttider i framtiden enbart baserat på äldre mätdata. För att ta hänsyn till dessa förändringar behöver även analyser av klimatscenarier som beskriver det förväntade klimatet i framtiden genomföras.

Dessa scenarier är beskrivningar av flera tänkbara utvecklingar av klimatet i termer av exempelvis årsmedeltemperatur eller nederbörd utifrån olika antaganden om framtida halter av växthusgaser i atmosfären. Vanligtvis används FN:s klimatpanel, IPCC fyra utarbetade utsläppsscenarier RCP:er, "Representative Concentration Pathways". Dessa olika scenarier ska representera ett spann av möjliga utvecklingsbanor inom klimatpolitiken.

Flödena i Sverige förväntas förändras i framtiden till följd av klimatförändringar. Detta kommer påverka både storleken på flödet och när på året de största flödena uppstår vilket bland annat beror på förändrade nederbördsmönster, snömängd och temperatur. I några delar av landet förväntas flödena öka medan de förväntas minska i andra delar. Det innebär också att de högsta flödena inte alltid uppstår vid slutet av seklet eller i det mest konservativa klimatscenariot.

Metodik

Modellbeskrivning

I översvämningskarteringen av Norralaån har en endimensionell hydraulisk modell använts.

I endimensionella hydrauliska modeller beskrivs vattendraget med hjälp av tvärsektioner som läggs tvärs över huvudfåran och eventuella förgreningar. Tvärsektionerna ska täcka in den översvämmade sektionen vid höga flöden och måste därför sträcka sig tillräckligt långt utanför den normala å- eller älvsektionen. Vattendragets råhet (friktion) beskrivs med en råhetsparameter (vanligen ett s.k. Mannings tal), vilken justeras när modellen kalibreras in mot kända flöden och vattennivåer.

Tvärsektionerna har digitaliserats i ArcGIS och därefter har höjder erhållits från Lantmäteriets digitala höjdmodell 1x1 [1]. Befintliga invallningar har tagits med vid uppsättningen av modellen i den mån de fångats upp i laserinscanningen av topografin och beskrivits i efterföljande bearbetning.

Uppskattning av bottenprofil och djup i tvärsektionerna har gjorts med hjälp av damm- och broritningar. I områden utan djupdata har fallprofilen från den inskannade vattenytan vid inskanningstillfället av topografin använts genom att bottenprofilen har justerats mot beräknad vattenföring hämtad från SMHI:s S-HYPE för samma tidpunkt.

Modellen över Norralaån omfattar 41 km inkl. sidofåran Kungsådran. Totalt redovisas 143 tvärsektioner. I modellen finns fyra dammar och 13 broar inlagda. För beskrivning av broar har sammanställningsritningar använts och för beskrivning av dammar och deras avbördningsförmåga har dammprotokoll använts.

För en mer utförlig beskrivning av den hydrauliska modellen hänvisas till modelldokumentationen.



Figur 1. Vattendraget vid utloppet av Storsjön.

Källa: Fotografi taget av Norconsult AB 2023-06-19.

Beräkning av flöden använda i karteringen

SMHI förvaltar ett rikstäckande observationsnät med hydrologiska stationer för vilka historiska flödes- och vattenståndsserier har tagits fram. Flödet för respektive återkomsttid i Norralaån har erhållits av SMHI [2].

Flöden med återkomsttid 50, 100 och 200 år är framräknade med hjälp av frekvensanalys på vattenföringsserier baserade på modellresultat från HBV-modellen [2].

Beräknat högsta flöde har erhållits genom beräkning i HBV-modellen [2] enligt Metod I utifrån Svensk Energis, Svenska kraftnäts, SveMins och SMHI:s riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar [2].

I karteringen har beräknade flöden vid seklets slut samt RCP4.5 använts då det utgör det maximala flödet i karteringen av Norralaån.

Flödena i karteringen har tagits fram för nedanstående platser i Tabell 2.

Tabell 2

På följande platser har 50-årsflöden, 100-årsflöden, 200-årsflöden och beräknade högsta flöden beräknats enligt Svensk Energis, Svenska kraftnäts, SveMins och SMHI:s riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar.

Plats för beräknat flöde	50-årsflöde [m ³ /s]	100-årsflöde år 2098 [m ³ /s]	200-årsflöde år 2098 [m ³ /s]	BHF år 2098 [m ³ /s]
Utloppet av Storsjön – vattenföring	6	7	8	47
Skogsliden	38	56	63	257
Mynningen i havet	54	87	97	336
Randvillkor MHW [Östersjön] meter över havet RH 2000	[68 cm] år 2023	[90 cm] år 2098	[90 cm] år 2098	[90 cm] år 2098

Beräknade flödesvariationer med och utan klimatpåverkan återfinns i bilaga 3. Denna utökade tabell innehåller värden för 50-årsflödet, 100-årsflödet, 200-årsflödet och BHF.

Beräkning av vattennivåer

För vattenståndsberäkningarna har det hydrodynamiska modellverktyget MIKE Hydro River, utvecklats av DHI Water & Environment, använts. MIKE Hydro River är en endimensionell modell som bygger på Saint-Venants ekvationer. För en ingående beskrivning av modellen hänvisas till MIKE 1D Reference Manual [3].

Kalibrering

Vid kalibrering försöker man återskapa ett tidigare känt flödestillfälle för att säkerställa att modellen är kapabel att återspegla verkligheten på en accepterbar nivå.

Modellen över Norralaan har kalibrerats för ett flöde med både låg och hög återkomsttid i den mån det varit möjligt givet den mängd kalibreringsdata som funnits tillgängligt.

För anpassning av modellen till flöden med låg återkomsttid, dvs. flöden som inträffat relativt ofta, har modellen kalibrerats mot vattenytans nivå vid inskanningstillfället av topografin [1] och SMHI:s beräknade flöde i S-HYPE för samma tidpunkt [4]. Kontroll har utförts genom att säkerställa att beräknad nivå inte avviker mer än $\pm 0,3$ m där det är möjligt. Fokus har dock varit att få modellen att prestera noggranna resultat vid höga flöden.

Då uppmätta flöden saknas har modellen justerats mot högsta högvatten på broritningar och dämningssgränser enligt dammprotokoll. Kontroll har utförts genom att säkerställa att beräknad nivå inte avviker mer än $\pm 0,5$ m där det är möjligt.

För en mer utförlig beskrivning av utförd kalibrering hänvisas till modelldokumentationen.

Antaganden

Vid de simuleringar som genomförts har antagits att alla dammar och alla broar står kvar vid de beräknade flödena. Mycket höga flöden kan dock orsaka att vägbankar och broar rasar. De simuleringar som är gjorda bygger även på att vattnet är rent. I verkligheten följer buskar, träd och jord med i vattnet vid de högsta flödena, vilket kan ge extra dämningar som modellen inte kan förutse. Vattendragsfåran kan även påverkas av erosion vilket kan förändra förutsättningarna för vattnets flöde genom vattendraget.

Följande antaganden har gjorts vid beräkningarna:

- Alla dammar och broar står kvar vid höga flöden.
- Simuleringarna bygger på att vattnet är rent. I verkligheten följer träd, buskar och jord med som kan orsaka lokala dämningar.
- Vid dammar har antagits att tillrinning avbördas vid dämningssgräns upp tills dess att tillrinningen överskrider anläggningens avbördningskapacitet vid dämningssgräns. Därefter antas att alla utskov är helt öppna.
- Ingen tappning sker genom kraftverkens turbiner vid de flöden som har simulerats.
- Ingen hänsyn har tagits till vind- och vågpåverkan vid beräkning av vattennivåer i sjöar, magasin samt vid modellens nedströmsrand.

Framtagning av översvämningskartor

Kartläggning av översvämmat område sker med hjälp av ett geografiskt informationssystem (GIS). I karteringen används Lantmäteriets Laserdata Nedladdning, skog [5] baserat på flygburen laserskanning från 2018 och framåt för beskrivning av topografin.

Vattenstånden längs hela vattendragssträckan interpoleras fram mellan tvärsektionerna. Genom att jämföra nivåer hos den simulerade vattenytan med beskrivning av topografin får man fram det översvämmade området. Sidofårar som ej inkluderats i den hydrauliska modellen som biflöden tillåts översvämmas till huvudfårans vattennivå. För beskrivning av topografin har samma höjddata använts som vid konstruktionen av tvärsektioner

Resultatet från karteringen finns tillgängligt på MSB:s översvämningsportal där materialet visas och kan laddas ner som GIS-filer alternativt länkas till som WMS-tjänst.

Resultat

50-årsflöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata översvämmas områdena vid Flonäs cirka 2 km nedströms Storsjöns utlopp, cirka 200 m uppströms vägbron vid Lundberg och området vid Nygården strax väster om Kungsgården.

Av inlagda broar påverkas inga broar vid 50-årsflödet med befintliga antaganden och ingångsdata.

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas Damm 3 och Damm 4 vid 50-årsflödet.

100-årsflöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata, utöver det som översvämmas vid ett 50-årsflöde, översvämmas områdena mellan bostadsområdena Grubbe och Rönningen, mellan Långbro och Berga, vid Kungsgården och Berga samt området däremellan och vid området uppströms vägbron väster om Forsbacka.

Av inlagda broar påverkas inga broar vid 100-årsflödet med befintliga antaganden och ingångsdata.

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas Damm 2, Damm 3 och Damm 4 vid 100-årsflödet.

200-årsflöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata översvämmas samma områden som vid ett 100-års flöde.

Av inlagda broar påverkas bro 8 och 4 vid 200-årsflödet med befintliga antaganden och ingångsdata.

Broarna det gäller är vägbro 40-3682-1 i Orsten cira 1,5 km nedströms Trönö, samt vägbro 21-418 vid Norrala kyrka cirka 2 km nedströms Kungsgården.

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas Damm 2, Damm 3 och Damm 4 vid 200-årsflödet.

BHF

Med befintliga antaganden och ingångsdata, utöver det som översvämmas vid ett 200-årsflöde, översvämmas områdena vid Lundberg samt delar av väg 654, delar av ishockeybana vid Trönö skola, nedströms vägbro i Trönö, mellan Orsten och Berga inklusive väg 654, stora delar av området kring Boda och Kungsgården samt områdena där emellan inklusive väg 654, väg 654 mellan Norrala kyrka och Skenstaviken, mellan Vågbro och Skenstaviken inklusive delar av samhället i

Vågbro, väg 644 vid Vågbro och området mellan Vågbro och vägbron väster om Forsbacka.

Av inlagda broar, utöver de som påverkas vid ett 200-årsflöde, påverkas bro 13, 12, 10, 9, 7 och 2 vid BHF med befintliga antaganden och ingångsdata.

Broarna det gäller är vägbro 40-3636-1 väster om Rönningen cirka 6 km uppströms Trönö, vägbro 40-3990-1 väster om Rönningen cirka 6 km uppströms Trönö, vägbro 21-94 i Trönö ca 150 m uppströms dammen i Trönö, vägbro 40-470-1 vid Norråkern i Södra Trönö, vägbro 40-3536-1 över landsväg cirka 1 km uppströms Berga utanför Trönö, samt järnvägsbro 3500-4834-1 vid Hammaren strax innan Skenstaviken.

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas samtliga dammar vid BHF.

Referenser

- [1] SMHI. 2024. *Flödesberäkning för Norralaån*
- [2] Lantmäteriet. *Laserskannad höjddata*. [Inskannad 2021-07-02]
- [3] DHI. 2017. *MIKE 1D Reference Manual*
- [4] SMHI. [Modelldata per område | SMHI - Vattenwebb](#). [Online]. [Hämtat 2023].
- [5] Lantmäteriet. *Laserskanning Nedladdning, Skog*.

Bilaga 1: Beskrivning av översvämningsskikt på MSB:s översvämningssportal

Översvämningsskarteringarna redovisas som digitala geografiska data i koordinatsystem SWEREF 99 TM och höjdsystem RH 2000. Data finns tillgänglig som shapefiler (.shp). Vid användning och bearbetning av data används förslagsvis GIS-programvaran ArcGIS. För det karterade vattendraget levereras ett ytskikt per flödesscenario och ett linjeskikt.

Ytskikten består av temafilmer.

Filerna "Tema_Qxxx" redovisar översvämningssytan för respektive flödesscenario samt ytor för öar/enklaver omgivna av översvämningssytan.

Linjeskiktet "T_sektion_1D" redovisar tvärsektionerna utmed vattendraget. Varje tvärsektion redovisar vattennivåerna för respektive flöde och innehåller medelvärden för hela tvärsnittet gällande vattennivå för respektive flödesscenario.

ArcGIS-format:

Ytskikt	Filnamn
Översvämningssytan för 50-årsflöde inkl (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m ²)	Tema_Q50.shp
Översvämningssytan för 100-årsflöde* inkl (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m ²)	Tema_Q100.shp
Översvämningssytan för 200-årsflöde* (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m ²)	Tema_Q200.shp
Översvämningssytan för BHF* (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m ²)	Tema_Qbhf.shp

*Flöde beräknat för ett förändrat klimat i slutet av seklet.

Linjeskikt	Filnamn
Tvärsektioner för respektive vattendrag	T_sektion_1D.shp

Tvärsektionsfilen **T_sektion_1D** innehåller följande information per sektion:

Attribut	Beskrivning
ID	Unikt ID för varje tvärsektion
Vattendrag	Namn på huvudfåra
Biflöde	Namn på biflöde
Avst	Avstånd längs vattendraget med startvärde = noll vid källan (m)
Bredd	Tvärsektionens bredd (m)
MV_Z	Medelvattenflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)
50_Z	50-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)

100_Z	100-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
200_Z	200-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
BHF_Z	Höjdvärdet för beräknat högsta flöde i RH 2000 (m.ö.h.)*

*Flöde beräknat för ett förändrat klimat i slutet av seklet.

Bilaga 2: Översiktskarta



Bilaga 3: Kompletta flödestabeller

Plats för beräknat flöde	50-årsflöde [m³/s]	100-årsflöde [m³/s]	200-årsflöde [m³/s]	BHF [m³/s]
Utloppet av Storsjön – tillrinning	7	8	9	36
Utloppet av Storsjön – vattenföring	6	6	7	28
Skogsliden	38	43	48	157
Mynningen i havet	54	61	68	210
Randvillkor MHW [Östersjön] meter över havet RH 2000	[68 cm] 2023	[68 cm] 2023	[68 cm] 2023	[68 cm] 2023
Plats för beräknat flöde	50-årsflöde år 2098 [m³/s]	100-årsflöde år 2098 [m³/s]	200-årsflöde år 2098 [m³/s]	BHF år 2098 [m³/s]
Utloppet av Storsjön – tillrinning		9	10	65
Utloppet av Storsjön – vattenföring		7	8	47
Skogsliden		56	63	257
Mynningen i havet		87	97	336
Randvillkor MHW [Östersjön] meter över havet RH 2000	[90 cm] år 2098	[90 cm] år 2098	[90 cm] år 2098	[90 cm] år 2098



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap