

Islossning i Torneälven

Gunn Persson



HYDROLOGI 118, 2012

Islossning i Torneälven

Gunn Persson

Sammanfattning

Islossningen i Torneälven startar vid Haparanda-Tornio och sker sedan 2-5 dagar senare i Övertorneå-Pello. Därefter lossar isen vartefter uppströms. I Haparanda skedde islossningen i medeltal 3 maj och i Torneträsk 1 juni under perioden 2000-2009. I Torneträsk liksom för Haparanda sker islossningen ca 11 dagar tidigare idag jämfört med för 100 år sedan.

Torneälven är känd för sina dramatiska islossningar på våren, som ibland leder till översvämningsproblem, huvudsakligen orsakade av isproppar. Efter de svåra islossningarna 1984-86 startade ett finsk-svenskt samarbetsprojekt kring ispropparna i Torneälven. Projektet slutredovisades 1989 och är refererad i denna rapport kompletterad med händelser de senaste 20 åren. Projektet förordade en rad olika åtgärder för att minska problemen med skador vid översvämnningar i form av prognoser och varningar, tekniska åtgärder och riskzonkartering. Få av de tekniska åtgärderna har realiserats. Flödesprognoser och -varningar för Torneälven ingår idag i den reguljära verksamheten för SMHI och SYKE (Statens miljöförvaltning i Finland). Varje år görs också islossningsprognoser för Haparanda-Tornio.

Inom Interreg IVA-projektet "Detaljerad översvämningskartering i nedre delen av Torneälven", 2009-2012, har ett av huvudmålen varit att producera översvämningskartor till stöd för lokal planering och lokala beslut men också som hjälp vid akuta översvämningsrisker. Kartorna ska användas för den riskzonkartering som utförs av MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) inom EU:s översvämningsdirektiv. Inom Interreg-projektet har SYKE utvecklat en modell för isuppbbyggnad och islossning. SYKE testar nu ett sannolikhetsystem för islossning och isproppar på några platser i älven.

I Torneälven finns flera potentiella ställen för isproppar och de uppträder i varierande grad på många olika ställen olika år. Ett särskilt problem är isproppar vid mynningen som kan drabba det område i regionen där flest skyddsvärda objekt finns, nämligen huvudorterna Haparanda och Tornio. För området finns planer på att muddra en farled vid mynningen och med isbrytare öppna den varje vår innan islossningen, för att förhindra isproppar vid mynningen. Projektet saknar dock tillräcklig finansiering i dagsläget.

Att övervaka islossningsförloppet med hjälp av satellitbilder skulle kunna vara en framtida utvecklingsmöjlighet för att skapa ett förvarningssystem. Det förutsätter god tillgång till högupplösta och snabbt tillgängliga satellitbilder, vilket inte är fallet idag. För att vara operativt verksamt behövs även lokala aktörer med kapacitet att snabbt ta emot information och agera. Det finns projekt (ex. i Kanada) där övervakningssystem med satellitbilder testas, men inget operativt verksamt system tycks ännu finnas i världen.

Den viktigaste åtgärden för att undvika stora problem vid översvämnningar är att inte ha skyddsvärda objekt på översvämningshotade områden. Enkelt att förstå men ändå svårt att åstadkomma.

Summary

Ice breakup in River Torne starts at Haparanda-Tornio and continues 2-5 days later in Övertorneå-Pello. The ice breakup in Haparanda was around May 3rd and in Torneträsk around June 1st the period 2000-2009. The ice breakup today is about 11 days earlier than 100 years ago.

River Torne is known for its dramatic ice breakups, which sometimes lead to flooding problems, caused by ice jam. After severe ice breakups 1984-1986 a Finish-Swedish project started. As a result of the project, a number of different measures were suggested to reduce the flooding problems. Few of the suggestions regarding physical measures have been realized. Flood prognoses and flood warnings for the River Torne is today part of the regular tasks at SMHI and SYKE (Finnish Environment Institute). Ice breakup prognoses are also made every year for Haparanda-Tornio.

Within the Interreg IVA-project "Detailed flood mapping of the lower part of River Torne", 2009-2012, flood maps have been produced as support for local planning and decisions. The

maps are also used for national risk zone mapping as basis for the EU floods directive. The project has also presented a model for ice buildup and ice breakup, developed by SYKE. A probability system is now tested for ice breakup and risk of ice jam for a few places in the river.

In River Torne there are many potential places for ice jam and they occur in varying degree at many places different years. A special problem is ice jam at the mouth of the river which threatens the most vulnerable area, Haparanda-Tornio. A plan to dredge a passage for a small icebreaker is postponed due to lack of finance.

Satellite images are identified as a future possibility to develop a surveillance and prewarning system for ice breakup and risk of ice jam. The prerequisites are high resolved data both in time and space, as well as local receptors.

The most important measure to avoid severe flooding problems is to move objects requiring protection from flood prone areas, or never establish them there. Easy to understand but hard to accomplish.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	1
2	ALLMÄNT OM ISLÄGGNING OCH ISLOSSNING	1
2.1	Isläggning och Islossning i sjöar	2
2.2	Isläggning och islossning i älvar	2
3	ISLOSSNING I TORNEÄLVEN.....	3
3.1	Islossning i Haparanda, Övertorneå och Pello.....	4
3.2	Islossning Torneträsk och Jukkasjärvi.....	5
3.3	Haparandaserien	6
4	ISTJOCKLEK I TORNEÄLVEN	8
5	FLÖDESTOPPAR.....	9
6	ÖVERSVÄMNINGSPROBLEM.....	11
7	ÖVERSVÄMNINGSSKYDD	15
7.1	Prognoser och varningar	15
7.2	Tekniska åtgärder	16
7.3	Riskzonkartering	17
7.4	Satellitövervakning	18
8	SLUTORD.....	19
9	REFERENSER	21
10	BILAGA 1. RISKOMRÅDEN FÖR ÖVERSVÄMNING OCH ISPROPPSLÄGEN 1985-86.	24

1 Bakgrund

Torneälven har det näst största avrinningsområdet av Sveriges vattendrag, ca 40 000 km² och kommer på tredje plats avseende vattendragets längd, 513 km (SMHI, 2010). Det största vattenflöde som uppmätts i Sverige är ca 3700 m³/s, i de nedre delarna av Torneälven. Avrinningsområdet karakteriseras av skog och myrmark och fjällområdena i nordväst täcker endast ca 8% av området (Carlsson, 1999). Torneälven kan karakteriseras som oreglerad, även om några mindre dammar finns (Svenskt Vattenarkiv, 1995). Den naturliga bifurkationen vid Junosuando/Tärendö leder vatten från Torneälven till Kalixälven, och är en mycket ovanlig förekomst. Bifurkationen beräknas avbörda ca 57 % av vattenflödet.

Torneälven drabbas nästan varje år av problem med översvämningar i samband med islossningen. Dramatiska islossningar och dess följder i området är kända sedan lång tid. En målande beskrivning av förloppet vid islossningen år 1677 ges i Keksis kväde (Wahlberg, 1988). Under 1900-talet var islossningarna besvärliga åren 1922, 1934, 1944, 1964 och 1971. På 1980-talet skedde flera svåra islossningar och diskussioner inleddes om möjliga åtgärder. Ett svensk-finskt samarbete ledde fram till en rapport över skadeförebyggande åtgärder (Zachrisson, 1989). Rapporten utmynnade i åtgärdsförslag gällande prognoser och varningar, tekniska åtgärder och riskzonkartering.

I den sammanställning över översvämningss känsliga områden i Sverige som gjordes 1990 och baserades på redovisningar från länsstyrelserna förekommer områden längs Torneälven 18 gånger (Svenskt Vattenarkiv, 1994). I en studie över isproblem i svenska vattendrag, utförd av Tekniska högskolan i Luleå, påpekas att av de beräknade kostnaderna för skador, insatser och åtgärder svarar Torneälven med biflöden för 2/3 av de totala kostnaderna (Sundqvist, 1991).

Sverige och Finland delar på vattentillgångarna i gränsälven Muonioälven-Torneälven och juridiska frågor avgörs av den finsk-svenska gränsälvskommisionen (SMHI, 2004a). Torneälven och dess problem med islossning och översvämningar är alltså ett gränsöverskridande problem och samarbete över gränsen existerar sedan länge, både lokalt och mellan nationella myndigheter.

Idag utfärdar SMHI i Sverige och SYKE i Finland prognoser för när islossningen startar i Haparanda och dess förväntade svårighetsgrad. Mycket lite av de tekniska åtgärdsförslag som framlades i den ovan nämnda rapporten har utförts. Några mindre vallar har dock byggts. På finska sidan utförs vid behov, och då så är möjligt, itusågning av isen vid mynningen. Detta för att underlätta utflödet och minska riskerna för att isproppar bildas vid mynningen.

Inom det EU-stödda finsk-svenska samarbetsprojektet Interreg IVA ”Detaljerad översvämningsskartering i nedre delen av Torneälven” 2009-2012 har översvämningsskarter tagits fram för området längs älven från sammanflödet Torneälven-Muonioälven ned till mynningen vid Haparanda (Persson m.fl., 2011). Kartorna utgör underlag för den riskzonkartering som MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) utför som del i implementeringen av EU:s översvämningssdirektiv (MSB, 2011).

De inom Interreg-projektet framtagna översvämningsskartorna presenterar möjliga översvämningssområden utifrån naturliga flöden. De tar inte hänsyn till eventuella isdämningar som kan uppstå på flera ställen i älven och vid dess mynning. I denna rapport ges därför en kompletterande beskrivning av isläggning och islossning med tyngdpunkt på förhållandena vid Torneälven och dagens kunskapsläge. Rapporten är skriven inom ovan nämnda Interreg-projekt.

2 Allmänt om isläggning och islossning

Varje år lägger sig isen på sjöar och i vattendrag i samband med att det blir vinter och varje vår släpper den sitt grepp när värmen kommer. Isläggningen sker vanligen i slutet av oktober i nordligaste Sverige och i slutet av december längst söderut i landet. Vissa år kan dock sjöar och vattendrag i södra Sverige vara helt isfria. Islossningen sker vanligen i slutet av mars i

sydligaste Sverige och i början av juni längst i norr. Tidpunkterna varierar dock, huvudsakligen beroende på väderförhållandena under våren (SMHI, 2006).

Nedan följer en kort allmän beskrivning av isläggning och islossning. En ingående beskrivning av fenomenen runt isbildning och smältning i sjöar och älvar finns att läsa i rapporten ”Is på sjöar och älvar” (Fremling m. fl., 2012).

2.1 Isläggning och Islossning i sjöar

En studie av isläggning och islossning i svenska sjöar (Eklund, 1999) visar att det finns ett starkt samband mellan sjödjup och tidpunkt för isläggning men för islossningen har väderförhållandena under våren störst betydelse. En svag tendens till senare isläggning och tidigare islossning konstaterades vid slutet jämfört med början av 1900-talet. En finsk studie av islossning i sjöar visar att den nu sker ca en vecka tidigare än för hundra år sedan. Så även isläggningstidpunkten (Korhonen, 2005).

2.2 Isläggning och islossning i älvar

Eftersom älvvattnet är i ständig rörelse bildas inte ett skikt med is på ytan då vattnet blir nollgradigt. Om lufttemperaturen är kallare än noll grader bildas dock iskristaller vid vattenytan. Dessa blandas snabbt ner i vattnet som därmed fylls av svävande iskristaller, s.k. kravis. Kristallerna flockas ihop och flyter sedan upp på platser där vattenhastigheten är lägre.



Isflak och issörja.

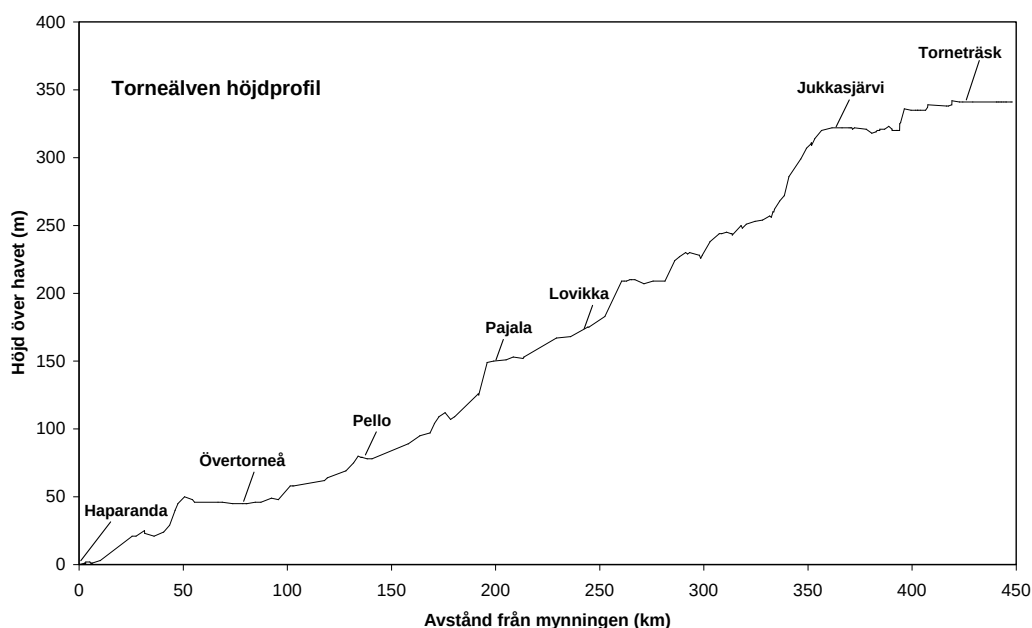
Is som bildas nära stränderna, där det råder lugnare förhållanden, kan brytas loss och flyta iväg. Där ytvatten virvlar ner mot botten kan iskristaller fällas ut och bilda bottenis. Blir det mycket kallt bildas en issörja av kravis tillsammans med klumpar av bottenis och strandis. Där vattnet flyter lugnt, mot stenar och i krökar, kan issörjan frysa till ett istäcke. Mer och mer issörja tillförs och istäcket växer. I forsar och starkt strömmande älvsträckor sugas issörja ner under istäcket och dämmer upp vattnet uppströms. Stora mängder issörja kan göra så att vattnet strömmar i smala stråk.

På våren ökar solinstrålningen och lufttemperaturen höjs. Snön smälter och rinner till bäckar som når älven. Vattenflödet i älven ökar. De isfria delarna av älven blir bredare och längre. Isen blir svagare och isflak bryts loss. De driver med den ökande vattenströmmen. Isen slås sönder till issörja men vid holmar och grund eller mot fastare is kan isen samlas i isbröten. Dessa hindrar vattenflödet och vattennivån stiger då uppströms. Om dessa isbröten är stora kan vattnet

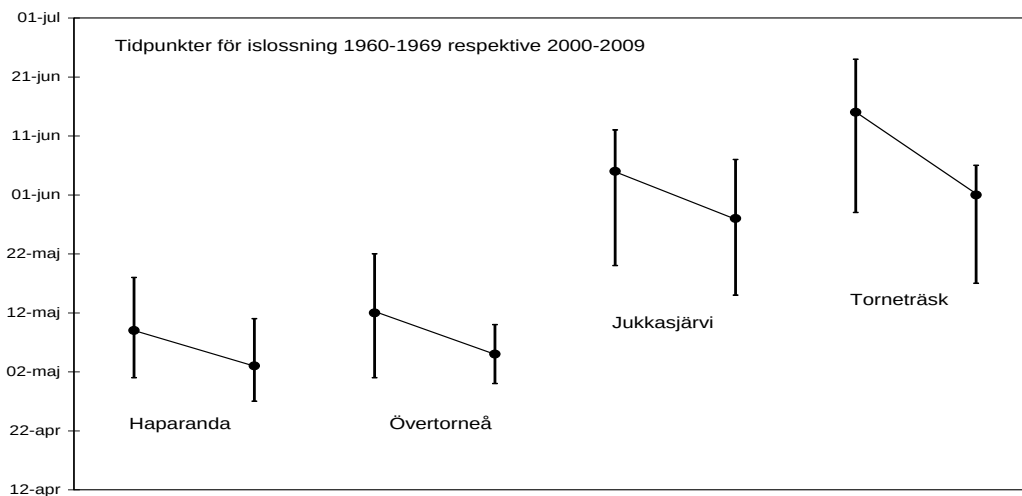
stiga mycket snabbt och översvämma området kring vattendraget. En ispropp har bildats. Ofta lyfts då även ismassor över vattendragets normala fåra.

3 Islossning i Torneälven

Tidpunkter för islossning i Torneälven registreras av SMHI idag på fyra platser; Haparanda, Övertorneå, Jukkasjärvi och Torneträsk (Norén, 2009). Den längsta serien är från Haparanda (1701) och den kortaste från Övertorneå (1959). Vid Jukkasjärvi startade observationerna 1899 och i Torneträsk 1872. En jämförelse av datum för islossning mellan perioderna 1960-1969 och 2000-2009 vid de olika platserna visar att islossningen börjar i Haparanda och fortlöper sedan uppströms (figur 1). För samtliga fyra platser sker islossningen i medeltal tidigare på 2000-talet än 1960-talet. Största förändringen ses för Torneträsk där islossningen nu sker ca 14 dagar tidigare (figur 2). Observera dock att variationerna är stora och ur ett klimatperspektiv är perioderna för korta att dra slutsatser utav. 1960-talet var kallt vilket kan förklara den stora skillnaden. Se vidare figur 5 för ett längre tidsperspektiv.



Figur 1. Höjdprofil längs Torneälven från mynningen vid havet upp till Torneträsk.

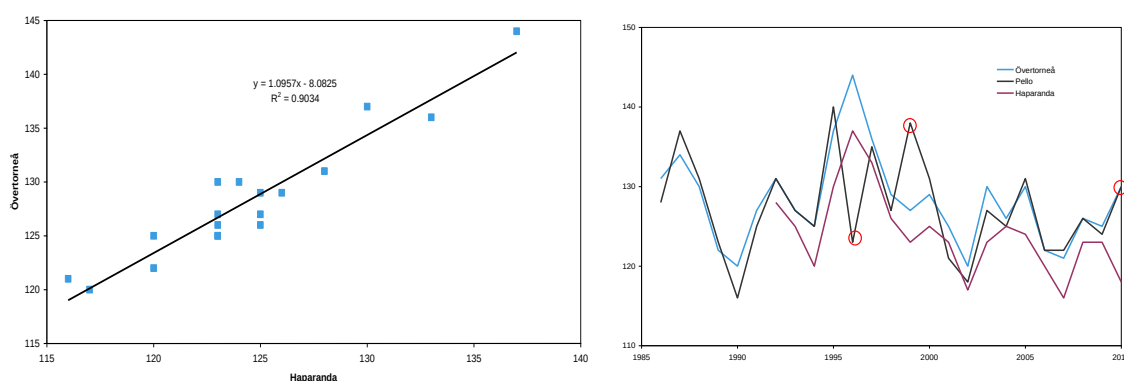


Figur 2. Tidigaste och senaste datum för islossning (lodräta linjer) perioderna 1960-1969 respektive 2000-2009 på fyra platser längs Torneälven. Medelvärdena (punkt) för islossningsdatum de två perioderna är sammanbundna med linjer för respektive plats.

3.1 Islossning i Haparanda, Övertorneå och Pello

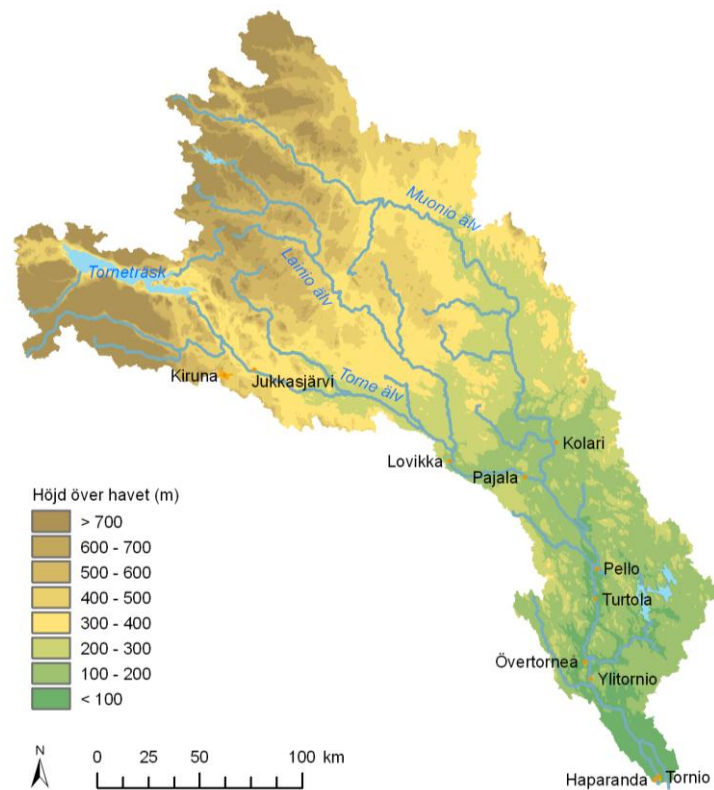
Lions i Övertorneå och Haparanda har varje år vadslagning om när islossningen sker. I Haparanda anges tidpunkten då en i isen infrusen flotte rört sig och i Övertorneå används likaså en flotte men där anges tidpunkten då flottan passerat bron över älven. Den registrerade tidpunkten kan därför bli något diffus. Vid tillfällen då islossningen sker odramatiskt kan vatten flytta fritt i stora delar av älven innan flottan rör sig. Flotten i Övertorneå kan fastna på vägen förbi bron, vilket inträffade 2010. Det har också förekommit försök till sabotage. Från Pello kommun har SMHI fått tillgång till en islossningsserie 1986-2010. Tidsseriernas kvalitet håller inte för en vetenskaplig granskning, men används här för att jämföra tidpunkterna mellan de tre orterna.

Datumen har jämförts för 18-årsperioden 1992- 2009 med bra överensstämmelse (figur 3). Sambandet för perioden anger att om islossningen är tidig i Haparanda, slutet på april, så sker den ca 2 dagar senare i Övertorneå. Om islossningen sker runt mitten på maj i Haparanda så är skillnaden mellan orterna ca 5 dagar.



Figur 3. Det vänstra diagrammet visar islossningsdatum (dagnummer) för Haparanda och Övertorneå perioden 1992-2009. Till höger islossningsdatum (dagnummer) för Övertorneå, Pello och Haparanda. Ringar markerar datum som avviker. Källor: Lions i Övertorneå, Lions i Haparanda och Pello kommun.

Islossningsserien från Pello följer i stort sett serien från Övertorneå med undantag av 1996 och 1999 (figur 3). Dessa avvikelser kan förklaras av att läget för observationerna i Pello är vid en plats där älven delar sig och därmed representerar den inte förhållandena i huvudfåran, enligt uppgifter från Pello kommun.



Figur 4. Torneälvens avrinningsområde med tillflödena Muonioälven och Lainioälven samt orter som nämns i texten. Kartan är producerad med data från Lantmäteriet (underlagskarta GSD©Lantmäteriet) och SMHI.

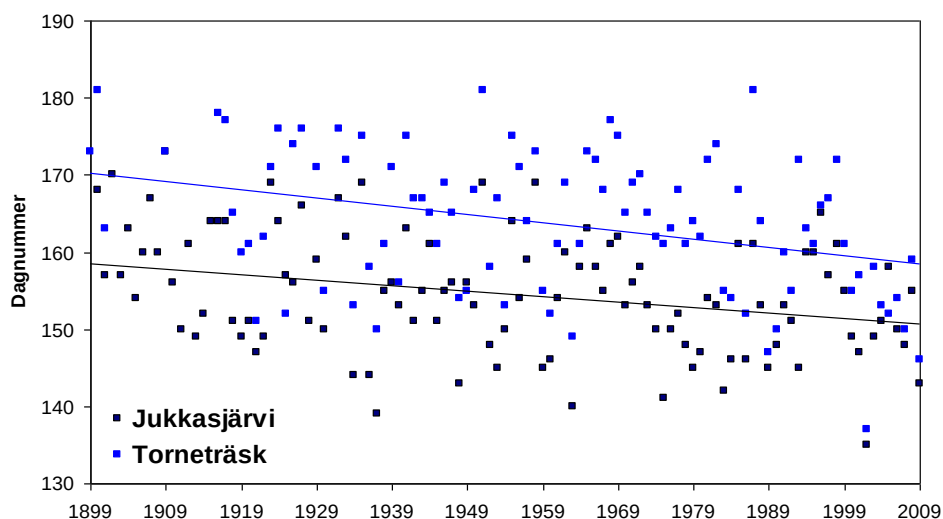
Islossningen kan vara mycket dramatisk i Torneälven med stora isblock som bryts av de framrusande vattenmassorna. År 2010 var det dramatiskt i de övre delarna av Torneälven men för den nedre delen av älven skedde islossningen mycket lugnt och tidpunkten blir därmed också mer diffus. En värmeperiod hade luckrat upp isen innan flödesökningen inträffade och själva islossningen skedde i tysthet. Enligt lokalbefolkningen ”som en tjuv om natten”. I Övertorneå blev flotten ståendes på en kant vid bron i flera dagar medan vattnet flöt fritt runtom. Det innebär att tidpunkten enligt Lions vadslagning inte följde det samband som nämnts ovan.

En jämförelse mellan islossningsdatum från 1959 och framåt visar att liknande avvikelser skett även andra år t.ex. 1965 och 1976. Varken platser, metoder eller mätningar är vetenskapligt utförda vilket skapar osäkerheter, men vissa tolkningar av data kan dock göras. Isen lossar först i Haparanda och 2-5 dagar senare i Övertorneå och Pello. Tidsserierna visar också att islossningen sker allt tidigare i Torneälven.

3.2 Islossning Torneträsk och Jukkasjärvi

Tidpunkterna för islossning i Torneträsk och Jukkasjärvi för perioden 1899-2009 ses i figur 5. I Jukkasjärvi sker islossningen i slutet på maj (medeltal 28 maj perioden 2000-2009). Islossningen i Jukkasjärvi sker som regel tidigare än i Torneträsk med undantag av 1953 och 2005. För perioden 1990-2009 är skillnaden i tidpunkt för islossning ca 5 dagar och för 80 år sedan skedde islossningen i Torneträsk ca 10 dagar senare än i Jukkasjärvi. Serien uppvisar även en period (1966-1985) då det är närmare 2 veckor mellan islossningarna.

För bägge serierna ses en neråtgående trend vilket betyder att islossningen sker allt tidigare. I Torneträsk sker islossningen ca 11 dagar tidigare idag jämfört med för 100 år sedan. För Jukkasjärvi sker islossningen ca 8 dagar tidigare.

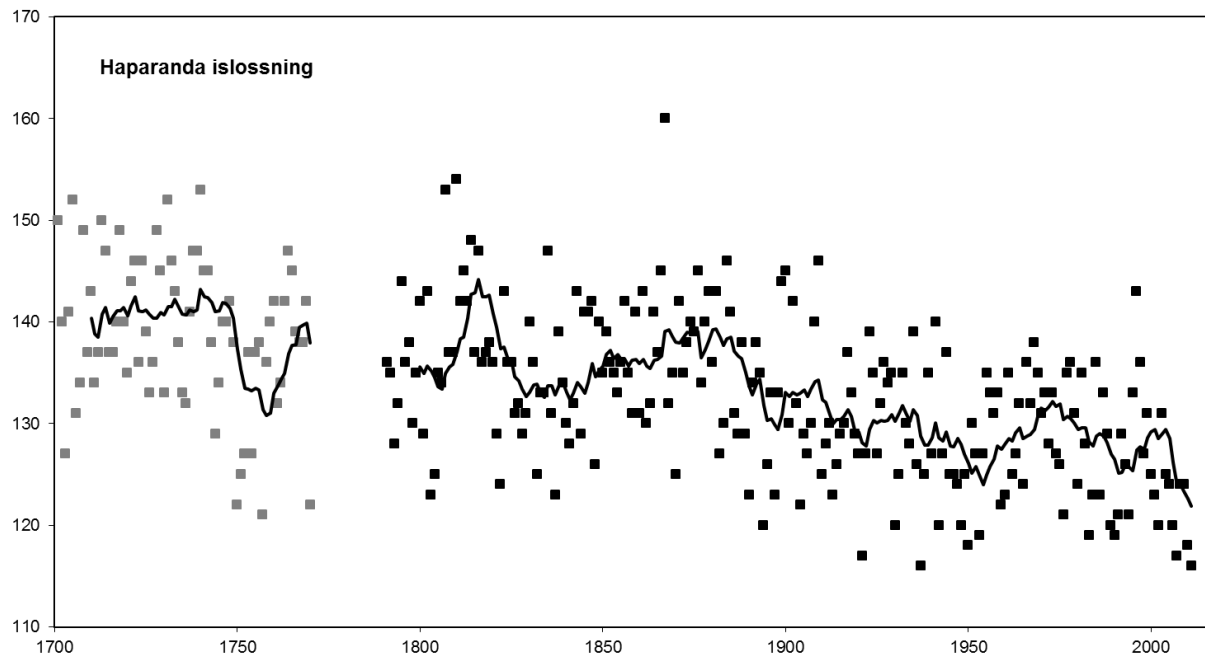


Figur 5. Tidpunkt för islossning (dagnummer) i Torneträsk och i Torneälven vid Jukkasjärvi 1899-2009. I figuren visas även trendlinjer för hela perioden.

3.3 Haparandaserien

Serien av islossningsdatum från Haparanda sträcker sig mycket långt tillbaka i tiden. Den är ursprungligen baserad på noteringar i kyrkböcker och påbörjades 1701 (figur 6). Det finns en lång lucka i serien i slutet av 1700-talet. Tidsserien visar att islossningen kan ske i slutet av april men också i början på juni. Det är stor variation mellan åren både avseende datum och hur islossningen sker. Den tidigaste noterade islossningen skedde 26 april (1937 och 2011) och den senaste den 9 juni (1867). Tidsserien visar också att islossningen sker allt tidigare i genomsnitt. Under första delen av 1700-talet skedde islossningen runt 22 maj men numera sker den nästan tre veckor tidigare dvs. runt 3 maj i medeltal (2000-2009). Variationen är dock fortfarande stor mellan åren. 1996 lossade isen först 23 maj men 2010 skedde islossningen redan 28 april. Noteras kan att redan året efter, 2011, skedde islossningen rekordtidigt 26 april. Även för Kalixälven blev islossningen rekordtidig detta år. Den 29 april gled Lions flotte i Kalixälven iväg på älven, det tidigaste islossningsdatumet på 101 år (Norrbottenskuriren, 2011-05-06).

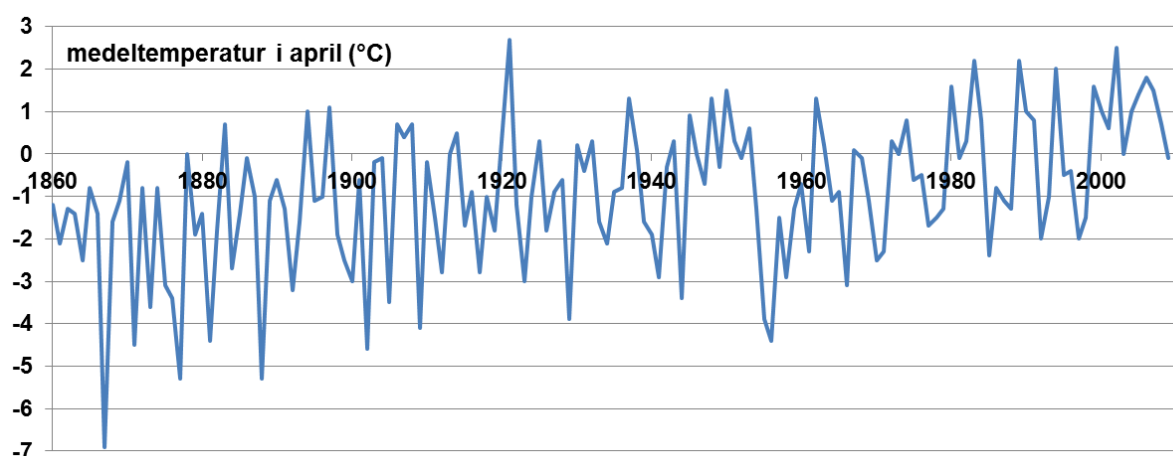
Den snabbaste förändringen har hittills skett från slutet av 1800-talet till mitten av 1900-talet. Under perioden 1861-1930 framflyttades det genomsnittliga datumet ca 10 dagar. Motsvarande för perioden 1941-2010 var ca 3,5 dagar. Jämförs perioderna 1900-1909 och 2000-2009 blir skillnaden 11 dagar. Variationerna mellan år är stor, vilket framgår av figur 6.



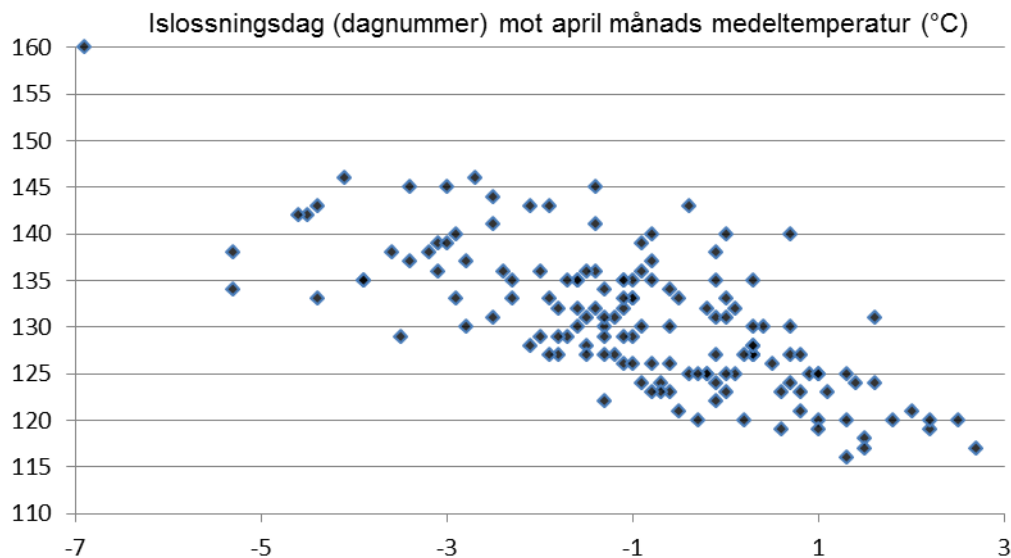
Figur 6. Islossningstidpunkt (dagnummer) för Torneälvén vid Haparanda 1701-2010. I figuren visas även ett 10-årigt löpande medelvärde.

I en kryofenologisk studie baserad på islossningsinformation från Tornio dras slutsatsen att islossningen sker ca 13 dagar tidigare än för 300 år sedan (Kajander, 1993).

I figur 7 visas medeltemperaturen för april månad i Haparanda 1860-2009. Variationen mellan åren är stor men en tendens till varmare april månader syns tydligt. Medeltemperaturen i april förklarar inte enskilt islossningsdatum men relationen mellan varma (kalla) april månader och tidiga (sena) islossningar är tydlig (figur 8). Den enskilt senaste islossningen skedde, som tidigare nämnts, den 9 juni 1867. Att noteringen är korrekt stöds av den mycket kalla april månaden med $-6,9^{\circ}\text{C}$ i medeltemperatur. Åren i slutet av 1860-talet är omskrivna som riktiga nödår i Sverige och särskilt 1867 rådde missväxt och svält i stora delar av Sverige.



Figur 7. Medeltemperaturen ($^{\circ}\text{C}$) i Haparanda under april månad 1860-2009.



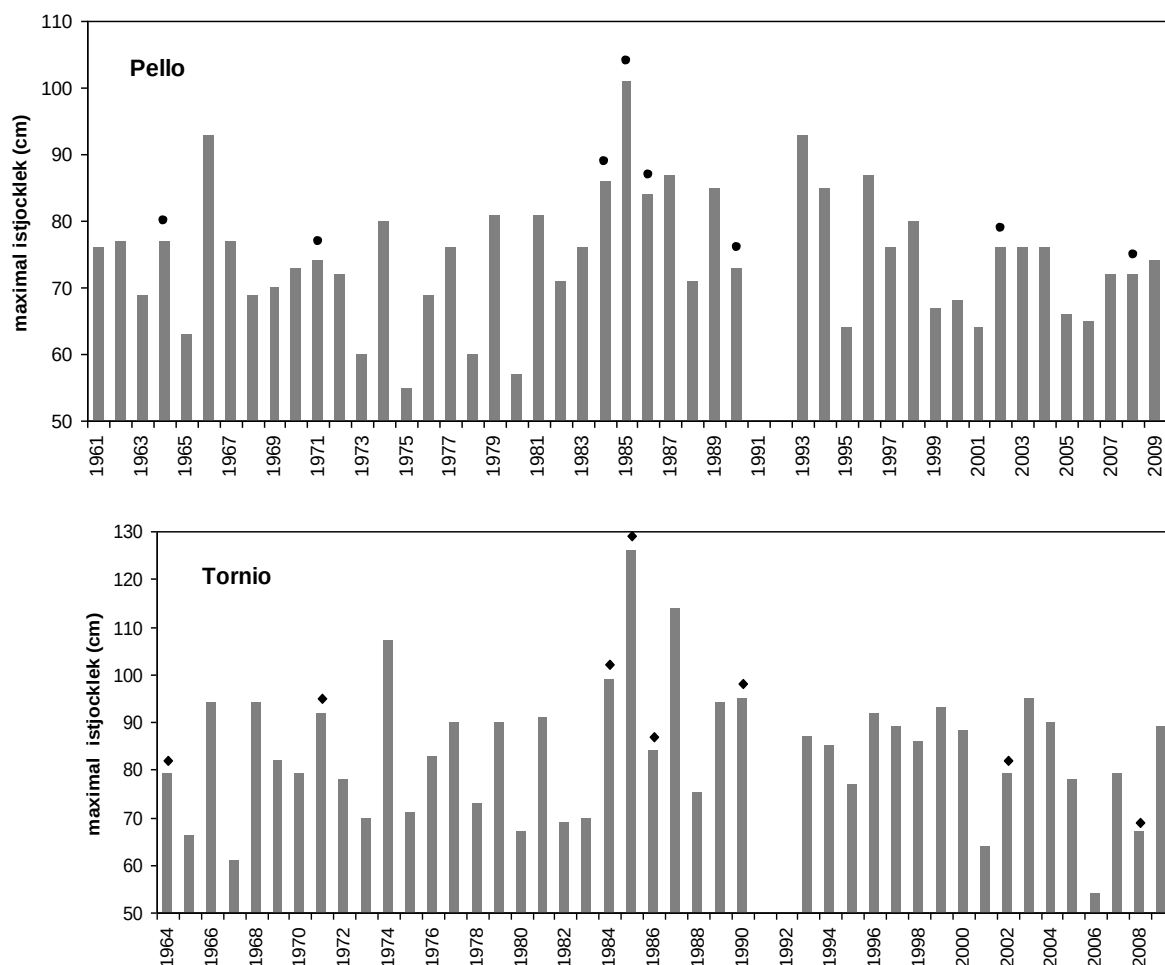
Figur 8. Islossningsdag i Haparanda (dagnummer) relaterad till medeltemperaturen ($^{\circ}\text{C}$) i april respektive år, perioden 1860-2009.

4 Istjocklek i Torneälven

Isens tjocklek har sedan början av 1960-talet uppmätts på ett antal ställen i Torneälven (Norén, 2009). I Torneträsk pågår mätningar sedan 1958. Den längsta ännu pågående mätserien i älven är från Pello med start 1961 (figur 9). Det saknas data för maximala istjockleken åren 1991-92. Den största uppmätta istjockleken är 101 cm (1985) och den tunnaste maximala istjockleken är 55 cm (1975). Medelvärdet av maximal istjocklek för perioden är 75 cm.

Mätningar vid Tornio från 1964, med uppehåll 1991-92, visar att den största istjockleken var 126 cm (1985) och den tunnaste maximala istjockleken var 54 cm (2006) (figur 9). Medelvärdet för perioden är 84 cm dvs. tjockare än för station Pello.

Kalla vintrar med tjockt istäcke kan vid islossningen leda till problem med isproppar i älven. Under de besvärliga islossningsåren 1984-1986 var den maximala istjockleken över medelvärdet och 1985 nåddes toppnoteringarna (se ovan). Åren 1966 och 1993 var dock den maximala istjockleken större än åren 1984 och 1986. Trots det uppstod inte nämnvärda problem i älven 1966 och 1993. Den viktigaste faktorn för att isproppar ställer till problem är en snabb flödesökning och att isen inte hunnit försvagas då det sker.



Figur 9. Maximal istjocklek uppmätt vid Pello och Tornio av SYKE. De svarta punkterna markerar år då problem med isproppar uppstått i älven, dock inte direkt kopplat till dessa platser. År 1971 var dock islossningen besvärlig i både Pello och i Tornio. 1990 hotades Haparanda-Tornio, främst orsakat av dämmande havsis.

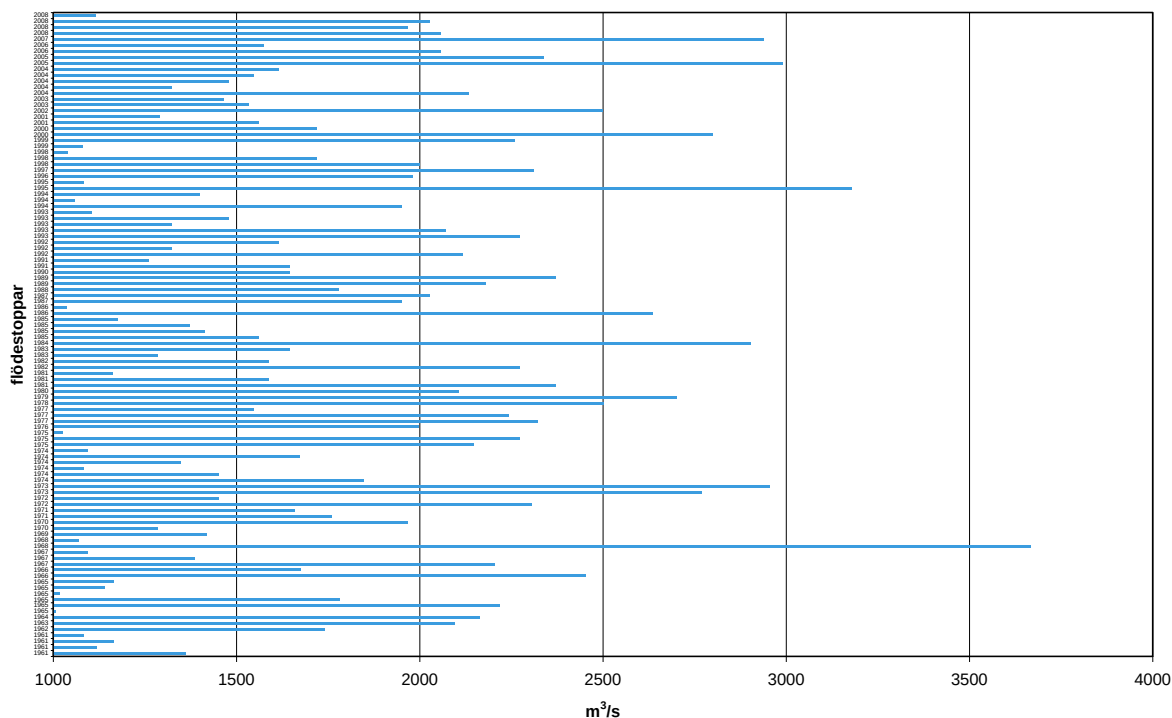
5 Flödestoppar

Torneälven har en hydrologisk regim (flödesvariation under året) som kännetecknas av en hög flödestopp på våren dominerad av snösmältningen, den s.k.vårfloden. Därefter minskar flödet successivt under sommaren-hösten. Under vintern är flödet lågt eftersom nederbörden lagras som snö på marken. Detta typiska förlopp har dock stora variationer mellan åren och flera flödestoppar, mer eller mindre kraftiga, kan uppträda. De kan vara orsakade av regn eller att vårfloden sker i etapper. Snösmältningen startar vanligen vid kusten och sker sedan vartefter uppåt mot fjällområdena. Det kan ge upphov till flera flödestoppar. Man talar ibland om fjällflod och skogsflod dvs. flödestoppar orsakade av snösmältningen i fjällen respektive skogsområdena. När dessa sker samtidigt uppstår ofta problem, just för att flödestoppen blir så kraftig.

Vårfloden i norra Sverige 1995 pekas ut som en av århundradets största och flera mätstationer noterade då flödesrekord (Häggström, 1995). Dock inte så i Torneälven, där det förekommit högre flöden tidigare.

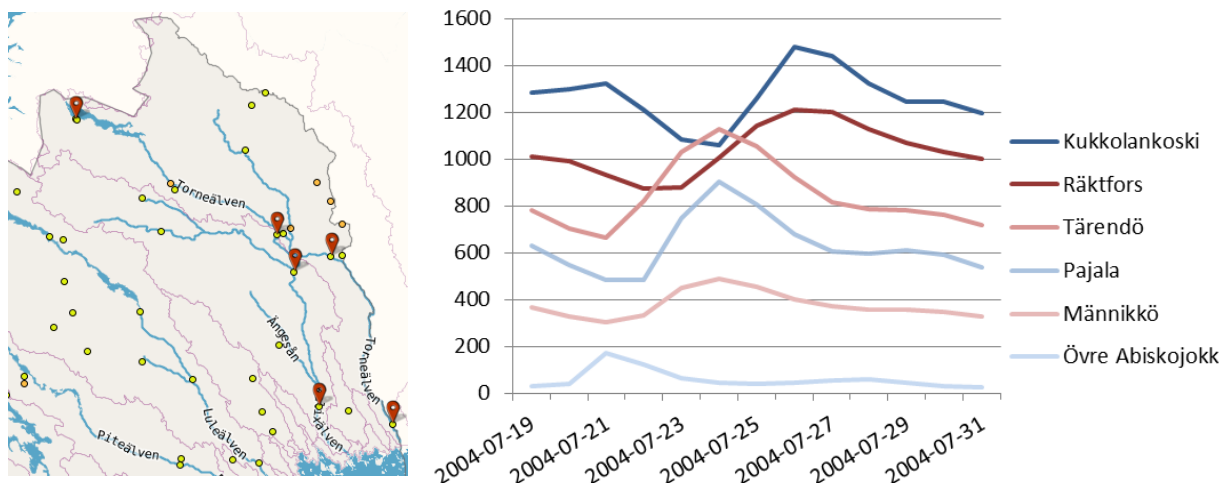
Den högsta flödestopp som registrerats vid Kukkolankoski under perioden 1961-2008 var 3667 m³/s och inträffade 11 juni 1968. Islossningen hade då skett knappt en månad tidigare (17/5 vid Haparanda) så inga problem med isproppar uppstod.

Flöden över 1000 m³/s är vanliga och inträffar under maj-augusti (figur 10). Vid ett fåtal tillfällen har även flöden strax över 1000 m³/s noterats under september-november (1967, 1974 och 1985). Den högsta noteringen för september var 1615 m³/s vilket skedde 29 september 2004.



Figur 10. Flödestoppar över 1000 m³/s under perioden 1961-2008 vid station Kukkolankoski. Antalet flödestoppar per år varierar mellan 1-6 och sker oftast i samband med vårfloden.

Samma år (2004) inträffade ett sommarflöde då rikligt med regn 19-21 juli, speciellt mellan Torneträsk och Kebnekaise, orsakade en flödestopp som drog ned längs älven (Häggström, 2004a). Från kulmen i fjällbäckarna nåddes Jukkasjärvi ca 29 timmar senare, bifurkationen i Junosuando nåddes efter 3 dygn och efter 6 dygn syntes flödestoppen vid mynningen (figur 11). Ett sommarregn som leder till en så pass stor flödestopp i detta område kan betecknas som en mycket ovanlig händelse. Det är också ovanligt att en flödestopp från ett litet område kan följas från källorna till havet så tydligt.



Figur 11. Sommarflödet 2004 kan följas från flödestoppen (m^3/s) vid Övre Abiskojoek vidare till Pajala och Kukkolankoski. Från Torneälven till Kalixälven fortplantade sig flödestoppen via Männikkö, Tarendö till Räktfors. Källa: Häggström, 2004a.

6 Översvämningsproblem

Översvämningar i Sverige orsakas främst av att mycket vatten tillförs sjöar och vattendrag vid kraftigt regn eller snösmältning (SMHI, 2004b). I de norra delarna av landet är det framförallt på våren vid snösmältningen som problem uppstår. Översvämningar till följd av regn kan ske under sommar eller höst. Det gäller främst de reglerade älvarna eftersom magasinerna fylls på av vårfloden och därför har liten möjlighet att ytterligare ta emot stora flöden. De höga vattennivåerna, kraften hos vattnet och eventuella isflak orsakar skador på bebyggelse och infrastruktur. Efter att vattnet drar sig tillbaks följer också ofta skador orsakade av skred och ras.

Torneälven är känd för sina ibland svåra islossningar som orsakar översvämningar, vilket leder till skador på hus och vägar (tabell 1). Den tidigaste beskrivningen av katastrofala följder av islossningen är från 1615 då kyrkan i Övertorneå sveptes bort av ismassorna. Islossningen 1677 orsakade omfattande skador längs hela älven, vilket beskrivits i Keksis kväde (Wahlberg, 1988). Under 1900-talet har flera svåra islossningar inträffat i Torneälven och särskilt uppmärksammade blev de översvämningsproblem som uppstod i mitten på 1980-talet. Islossningarna 1984, 1985 och 1986 ledde till att isproppar bildades på flera ställen längs älven med översvämningar till följd. Inventeringar av de skador som uppstod till följd av is- och översvämningsproblem sammanställdes detaljerat av Karlin (1989) och Honka (1989). I bilaga 1 visas en översiktskarta från Zachrisson (1989) över riskområden för översvämning och isproppslagen 1985-86.

Vintrarna 1984/85, 1985/86 och 1986/87 betecknas som en trio av vargavintrar men den kallaste under århundradet var 1965/66 (SMHI, 1999). Endast två av dessa fyra vintrar återfinns i tabell 1 dvs. en kall vinter kan inte enskilt förklara att svåra islossningar sker.

Vid svåra islossningar i Torneälven trycks ismassor och isblock upp på land och orsakar omfattande skador. De upptornande ismassorna kan med stor kraft krossa och föra med sig byggnader längs älven. Isproppar bildas vanligen där älven kröker och kring öar och grund där älven får ett smalare lopp. Många isproppar uppstår också nedanför forsar, där isen är tjock av issörja under istäcket och av vatten som frusit ovanpå isen. I Torneälven kan även problem uppstå i mynningsområdet, där älvens is bryts mot havsisen (SMHI, 2006).

Tabell 1. Höga flöden, problem med is och översvämningar längs Torneälven enligt Zachrisson (1989), kompletterad med 1968, 1990 och 1997.

Dokumenterade historiska händelser		
1615	Bl.a. sveptes Övertorneå kyrka bort av isen	
1677	Omfattande skador på många platser längs älven. Husen i Torneå stad stod med vatten upp till mitten av fönstren.	
1767	I Torneå krossades bodar, båtar och plank av isen	
1798	Torneå stad översvämmad, liksom många lador och hus	
Dokumenterade händelser under 1900-talet		
1922	Raserade flottningsanordningar i Kuivakangas och Karungiträsket	
1934	Haparanda-Torneå översvämmat. Flottningsanordningar ånyo raserade och mycket virke på drift	
1944	I Norra Karungi underminerades järnvägsbanken, lador flöt bort och översvämning rådde. Flottningsanordningar, bl.a. i Hellälä skadades.	
1953	Ansenliga skador på flottningsanordningar i Hellälä	
1964	Skador på hus och skog. Översvämmade vägar bl.a. i Jarhois, Valkeakoski-Korpikoski och Hellälä.	
1968	Vårfloden kom hastigt och med hög flödestopp i nedre delen av älven vilket ledde till översvämningsskador.	SMHI, 1969
1971	Brobygge i Pello skadat, Haparanda-Torneå översvämmat.	
1984	Ett stort antal byggnader skadade, dock mest fritidshus. Särskilt på den finska sidan av älven. Översvämningar hotande nära i Haparanda-Torneå.	
1985	Många byggnader drabbade av is- och vattensskador, främst på finska sidan.	
1986	Färre hus skadade än föregående år. Vägar översvämmade bl.a. norr om Turtola och vid Aareavaara.	
1990	Havsisen stoppade delvis utflödet vid mynningen vilket ledde till problem för Haparanda-Tornio	Häggström, 2004b
1997	Ispropp i Lainio älv och i Torneälven med erosionsskador och bortspolad väg till följd	Vägverket, 2001

Islossningens förlopp styrs till stor del av hur tjock isen är och av väderutvecklingen under våren. När snön och isen smälter på våren ökar vattenmängden i såväl mark som vattendrag och sjöar. Vårfloden har kommit. Om det finns ett stort lager snö, avsmältningen går snabbt och det samtidigt tillförs regn så blir vårfloden kraftig. Även om inte alla dessa kriterier är uppfyllda kan flödet bli kraftigt.

Avsmältningsprocessen är mycket väderberoende. Molnigt väder orsakar varmare förhållanden nattetid än klart väder och om det blåser kan fuktig och kall luft ledas bort från snötäcket och ersättas med varm luft. Det innebär att milt, molnigt och blåsigt väder orsakar i regel större avsmältning än ett soligt och vindstilla väder. Om det under dagtid råder väderförhållanden som gynnar avsmältning så fördröjer kalla och molnfria nätter förloppen.

Svåra islossningar inträffar ofta när vårfloden kommer plötsligt och isarna är kraftiga. Om vårvarmen kommer snabbt har isen inte hunnit försvagas av solstrålningen. Vattenflödet ökar då snabbt och isen bryts loss och knäcks i kompakta isflak som dras iväg med älvvattnet och bildar isproppar.

Om en snörik och kall vinter pågår länge är risken för svåra islossningar stor. Flera faktorer är då uppfyllda, nämligen förekomsten av tjock is som inte luckrats upp av solen och mycket snö som vid smältning ger stort bidrag till flödet. Dessutom är sannolikheten stor för ett snabbt smältförlopp eftersom temperaturerna kan öka kraftigt. Risken för att snösmältningen sker ungefär samtidigt i avrinningsområdet ökar också.

I Torneälven uppstår ibland problem i mynningsområdet, där havsisen ligger kvar senare än isen i älven. När den uppbrutna älvisen strömmar mot havet kan den stoppas av havsisen och bilda en fördämning vid mynningen. Det leder till stigande vattennivåer mot Haparanda-Tornio området. Problem med stora isproppar i mynningsområdet sker inte nödvändigtvis under samma år som svåra islossningar inträffar i övriga delar av älven. De största problemen i Haparanda-Tornio under de senaste årtiondena inträffade 1990 då älvisen var ganska svag och islossningen var lätt på de flesta håll i Torneälven. Den troligaste orsaken till problemen var att isflak och issörja från ett långt älvasnitt nådde mynningen i stort sett samtidigt och fastnade där (Häggström, 2004b). Förloppet var snabbt och som mest var vattenståndet i älvens nedre lopp 3,2 m över normalvattenståndet. Isproppen var ca 2 km lång (Sundqvist, 1991).

Efter den svåra islossningen 1984 följde SMHI mer ingående islossningarna 1985-1987. En avgörande faktor för om islossningen blir svår visade sig vara en hastig ökning av vattenståndet dagarna innan islossningen. En faktor som kom att användas för de islossningsprognoser som SMHI gör idag.



Isblock som hamnat på land efter en översvämning. Foto taget av Brandchef Torsten Lång i Övertorneå, troligen 1984.

Sedan de svåra vintrarna 1984-86 har det fortsatt varit problematiskt vissa år och på vissa platser men inte på samma utbredda sätt. I tabell 2 listas kortfattat händelser under perioden 2000-2011 och nedan beskrivs mer detaljer. Beskrivningen är baserad på nyhetsinformation via media, lokala kontakter, SMHI:s webbsidor och tidningen Väder och Vatten samt Vägverket (2001). Se orter i figur 4.

Tabell 2. Höga flöden, problem med is och översvämningar längs Torneälven under 2000-talet.

Händelser 2000-2011		
2001	Ispropp ledde till bortspolad väg.	
2002	En 2 km lång ispropp norr om Lovikka leder vatten väster om fåran i ca 1 km. Sågverk och fritidshus översvämmade och 6 hushåll avskurna.	Månadsskiftet april-maj
2004	Intensivt regn i norra Lappland ledde till mycket hög vattennivå vid Jukkasjärvi	juli
2005	Islossning utan problematik men hög vårflod.	maj
2006	Tidig fjällflod med snabb flödesökning ledde till mindre isproppar men flödet var litet p.g.a. lite snö så inga skador uppstod.	maj
2008	Isproppar i följd vid Lovikka, Peräjävaara och Erkheikki norr om Pajala, ledde till översvämningar.	10-11 maj
2011	Ispropp bildas vid Haparanda men inga större skador uppstår.	29 maj

Vid vårfloden 2002 bildades en ispropp vid Lovikka som var 2 km lång och ledde till översvämningar vid månadsskiftet april-maj. Isproppen ledde till att älven tog en ny väg, ca 1 km lång, väster om huvudfåran. Därmed hotades inte Lovikka och dess invånare.

Vårfloden 2005 betecknas som hög men med odramatisk islossning (Häggström, 2005). Högt flöde orsakades av snabb snösmältning i kombination med rikligt regn särskilt 21-27 maj. Vinterns snötäcke var något större än normalt och snösmältningen skedde sent. Samtidigt föll mycket regn. Under maj kom dubbelt så stora mängder jämfört med normalt. I Pajala kulminerade flödet 28 maj, vid Matkakoski i nedre delen av älven 30 maj (3000 m³/s). För sträckan nedre Torneälven var återkomsttiden 15-20 år och i nedre Muonioälven 25-30 år. Högre flöden inträffade 1995 och rekordåret 1968. För nedre Muonioälven var vårfloden 2005 den största sedan 1968. I Kallio uppmättes ca 1630 m³/s den 28 maj. För övre Torneälven var vårfloden närmast normal.

Vårfloden 2006 hade en ovanligt tidig kulmen, 10-12 maj, med ungefär normal flödesnivå (Häggström, 2006). En stor del av fjällfloden kom tidigt men eftersom snötäcket var litet, och endast lite nederbörd föll under smältperioden, blev avrinningen inte så stor. Den snabba flödesökningen ledde dock till att isproppar bildades, men utan större skador till följd.

Vårfloden 2007 betecknas som stor (Häggström, 2007). Nedre Muonioälven och Torneälven nedströms Muonioälvens inflöde kulminerade ca 25 maj med flödesnivåer på 20-25 års återkomsttid. Vid Pajala hade flödet ca 5 års återkomsttid. Snötillgången var stor och det föll rikligt med regn i samband med snösmältningen. Inga problem med isproppar har dokumenterats.

Vid vårfloden 2008 skedde en snabb flödesökning i de mellersta delarna av älven. I kombination med relativt stark is ledde det till att isproppar bildades. Vid Lovikka steg vattennivån ca 6 m till följd av en ispropp. Byvägen blev översvämmad och hus drabbades av vatten i källaren. När isproppen vid Lovikka släppte bildades istället en mycket stor ispropp, 7 km lång, vid Peräjävaara, ca 22 km söder om Lovikka. Det ledde till källaröversvämningar samt att vägar och kraftledning påverkades. När proppen släppte i Peräjävaara bildades en ny vid Erkheikki, ca 10 km söderut. Isproppsproblemen orsakades troligen av den snabba flödesökningen och inte flödet i sig. I nedre delen av Torneälven var islossningen relativt lugn, mest beroende på att isen var tunnare än normalt (Hellström och Granström, 2008).

Islossningarna 2010 och 2011 var mycket tidiga. Trots detta uppstod inga större problem.

7 Översvämningsskydd

I slutrapporten från det 3-åriga forskningsprojekt som avrapporterades 1989 (Zachrisson, 1989) föreslogs ett åtgärdsprogram omfattande tre moment:

1. Prognoser och varningar
2. Tekniska åtgärder
3. Riskzonkartering

Prognoser och varningar ger räddningstjänster och allmänhet tid till förberedelser inför väntande problem. Tekniska åtgärder görs för att lindra islossningen och skydda skadeobjekt. Projektförslagen berörs närmare nedan. Riskzonkartering behövs för att ge underlag för den mest effektiva förebyggande åtgärden, nämligen att undvika bebyggelse inom områden med risk för översvämning.

I dagsläget finns ingen möjlighet att göra prognoser för när och var en ispropp kan bildas. Det finns inte heller något övervaknings- och varningssystem för islossning och isproppar. Studier av isprocesser i älvar är ett ganska nytt forskningsområde under utveckling. Det finns en del artiklar som sammanställer forskningsläget, t.ex. ett specialnummer med artiklar från 14th River Ice Workshop i Quebec (Hicks, 2009) och Spyros Beltaos från Canada har skrivit en rad artiklar (t.ex. Beltaos, 2008). De teoretiska koncept för islossning som studeras kräver en hel del information som vattenytans utsträckning, älvens formation, isläggningen och isens status.

En tänkbar framtida väg för att utveckla övervaknings- och varningssystem kan vara satellitdata. Inom Interreg-projektet för Torneälven sammanställdes därför kunskapen runt satellitdata och hur information från satelliter skulle kunna användas för att utveckla system för övervakning av islossning och varning för isproppar (Olofsson och Persson, 2012). En summering görs nedan.

7.1 Prognoser och varningar

Flödesprognoser för Torneälven ingår i den reguljära verksamheten för SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst. Det innebär att beräkningar görs minst en gång per dygn och vid behov utfärdas flödesvarningar. De finska och svenska prognossystemen baseras på samma grundmodell, HBV. I samband med det tidigare forskningsprojektet färdigställdes prognosmodellen för Torneälven (Häggström, 1989). Inför dimensioneringsberäkningar av Torneälven för översvämningsskarteringen förnyades kalibreringen av modellen (Asp, 2011). Studier utfördes också av hur väl de av SMHI framtagna hydrologiska modellerna HBV, S-HYPE och kalibrerad HYPE förmår beräkna flödesförändringen innan vårflod (Spångmyr, 2009) respektive låga flöden (Spångmyr, 2011).

SMHI gör varje år prognoser för när islossningen startar i Torneälven och dess svårighetsgrad (Jutman, 1989; Granström, 2003). Tidpunkten bestäms av ett temperaturindex, baserat på lufttemperaturen under våren. Svårighetsgraden anges som lätt, medelsvår eller svår islossning. Den bestäms utifrån isens tjocklek och snömängden kombinerat med lufttemperaturen och vattenföringen under våren. En hydrologisk modell beräknar kontinuerligt snötäckets vatteninnehåll. Den informationen kombineras med väderleksprognoser för att beräkna snösmältningen och vattenföringen.

Islossningen i Torneälven vid Haparanda brukar ske i början av maj. I mitten av april varje år gör SMHI en tidig prognos för att få en uppfattning om det kan bli en svår islossning med isproppar som följd eller om det blir en lättare islossning. Mot slutet av april görs en prognos för islossningstidpunkten. Islossningens svårighetsgrad definieras enligt:

- En lätt islossning är en lugn islossning med inga eller få mindre isdämmor. Inga eller små skador rapporteras.
- En medelsvår islossning är ett mellanting mellan svår och lätt som inte kan klassas som svår.

- En svår islossning karaktäriseras av omfattande isdämmor med översvämningar och stora skador som följd. I denna kategori ingår för perioden 1960-2003 endast åren 1964, 1971, 1984, 1985 samt 1986.

Prognoserna meddelas som hydrologisk lägesbeskrivning enligt gängse rutiner på SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst. De finns också tillgängliga på SMHI:s webbsida (www.smhi.se).

De prognoser för islossning i Torneälven som SMHI gör baseras på data från Haparanda och gäller därför för det älvmrådet. Prognoser för andra delar av älven görs inte eftersom mätdata saknas. Finlands miljöcentral (SYKE) utfärdar också en prognos för islossning i Torneälven vid Tornio. SYKE har också inom Interreg-projektet utvecklat en modell för att bedöma sannolikheten för islossning i Tornio och Karunki samt sannolikheten för isproppar i Pello och Tornio (se <http://www.i2.ymparisto.fi/i2/67/index.html>). Dessa funktioner är i dagsläget nyutvecklade och prövas i operativt läge. Det vore önskvärt att kunna ta fram modeller för fler områden längs älven men utvecklingen begränsas av brist på mätdata.

7.2 Tekniska åtgärder

En inventering av möjliga tekniska åtgärder för att förebygga islossningsskador gjordes inom det 3-åriga forskningsprojektet (Amrén, 1989a). Dessa åtgärder bedömdes ha kraftigt varierande kostnader, i intervallet 10-tals tkr – Mkr. Åtgärderna har också varierande effekt och omges av viss osäkerhet kring nyttan. Rapporten redovisar dock förslag till åtgärder i Torneälven. Särskilt poängteras att Haparanda-Tornio har störst koncentration av skyddsvärda objekt och därför bör ägnas störst uppmärksamhet. Vidare att åtgärder högre upp i älven bör inriktas på skadeobjekten samt att reglering av biflöden bör beaktas. De åtgärder som föreslås inriktas främst på Haparanda-Tornio och rapporten poängterar att ingen åtgärd ensam kan garantera ett bra resultat. Åtgärderna skulle innebära att islossningsstarten ovanför Haparanda-Tornio fördröjs, så att älvs- och skärgårdsisen hinner luckras upp. Det behövs även åtgärder för att isen försvagas vid mynningen och att ett större vattendjup skapas där.

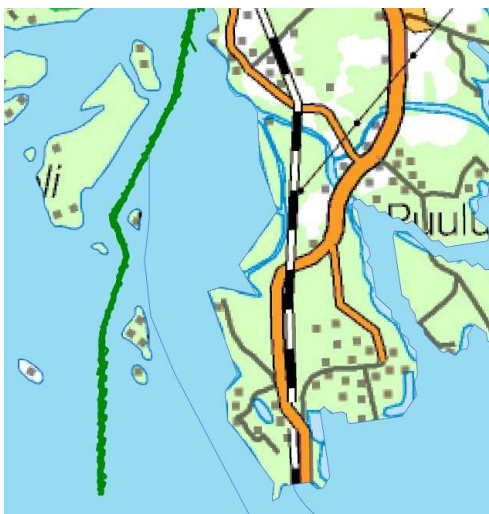
De sju mest prioriterade tekniska åtgärderna för Haparanda-Tornio bedömdes vara: reglering av biflöden, förbiledning, muddring i mynningen, isbommar, snöröjning/sandning vid mynningsområdet, värmeutsläpp och isbrytning i mynningen.

Idag utförs issågning vid Torneälvens mynning varje vår, i den omfattning som är möjlig. Första gången var våren 1993 vid Hellälä. Resultaten bedöms som positiva dvs. man anser att sågningen haft till följd att utflödet från älven gynnas vid islossningen och därmed minskar risken för att isproppar bildas vid mynningen. Utförandet och kostnaderna står Lapplands miljöcentral (ELY) för. En annan skyddsåtgärd är en vall som byggdes 1999 i Fluorinsaari för att skydda området Kaupunginlahti, mellan Tornio och Haparanda. Uppgifterna kommer från ELY (muntlig kommunikation).

En studie över isproppsförebyggande muddring i Torneälvens mynning utfördes 1992 (Ambjörn, 1992). Haparanda och Tornio har tillsammans med Svenska staten och Finska staten sedan 1990 utrett hur man på bästa sätt undviker framtida problem med översvämningar i städerna (Hjorth, 1993). Utredningen kom fram till att muddring av en farled är den säkraste lösningen (Haparanda stad, 2008). Lapplands miljöcentral har projekterat muddringsalternativet och vattendom beviljades av svensk-finska gränsälvskommisionen 22 juni 2004. En MKB-beskrivning för översvämningsskyddsprojektet finns också framtagen (Vatten- och ekoteknik Oulu, 2001).

Muddringen planerades för havsområdet vid älvens mynning från Karinkorva (Hellälä) ca 6 km längs med den linjemärkta farleden mot havet (figur 12). Farleden beräknas vara 35 m bred i

botten och med farledsdjup 4,5 m. Farleden är tänkt att öppnas på våren med hjälp av en mindre isbrytare från finska Kemi så att älvisen kan flyta fritt. Arbetena var beräknade att starta 2010 men har tills vidare uppskjutits p.g.a. medelsbrist (Göran Wigren, Haparanda kommun). Muddringen skulle kompletteras med sågningen av isen.



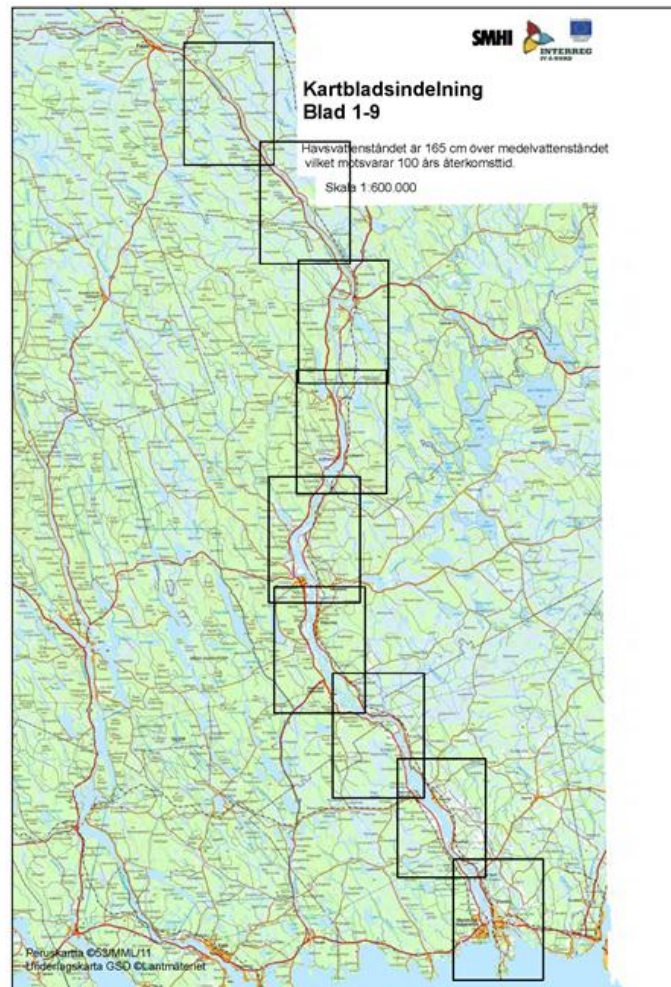
Figur 12. Den planerade muddringssträckan vid Torneälvens mynning.

7.3 Riskzonkartering

Inom Interreg IVA-projektet ”Detaljerad översvämningskartering av nedre Torneälven” har kartor och GIS-skikt framtagits som visar översvämningshotade områden vid tre olika flödesnivåer (figur 13). I den nationella översiktliga översvämningskartering som görs med medel från MSB används nivåerna 100-års återkomsttid och beräknat högsta flöde (Bhf) enligt direktiv för dimensionering av klass-I dammar. Dessa nivåer har även använts i den detaljerade karteringen av nedre Torneälven kompletterad med flödet för 250-års återkomsttid, i enlighet med önskemål från de finska kollegorna.

Resultaten för karteringen av området närmast utloppet stämmer väl överens med den mindre detaljerade kartering som utfördes tidigare (Amrén, 1989b).

Materialet ska ligga till grund för den riskbedömning som görs av MSB och som ska utgöra underlag för den nationella bedömningen avseende översvämningsdirektivet.



Figur 13. Indelningen för de kartor som visar översvämningsrisker.
Källa: <http://www.smhi.se/2.153/professionella-tjanster/bygg-och-anlaggning/detaljerad-oversvamningskartering-i-nedre-delen-av-tornealven-1.18195>

7.4 Satellitövervakning

SMHI tar emot satellitdata dels direkt via egen antenn och dels genom att hämta data från andra ställen (ftp och länk). Satellitdata kräver bearbetning för att ge information om t.ex. snötäckt jordyta. Fukt och temperatur mäts i över tusen kanaler i samma mätning, och passar därför bra för att beskriva atmosfären. Dessa data används som indata till prognosmodellerna. Idag används på SMHI mycket satellitdata operationellt inom meteorologin, lite inom oceanografin och inte alls inom hydrologin. Flera projekt har arbetat med satellitdata som indata till hydrologisk modellering, men inte lyckats förbättra modellresultaten därmed. Forskning pågår som använder satellitdata för att beskriva markanvändning, markfuktighet och snötäckningsgrad.

I framtiden kommer nya och förbättrade satellitdata att användas operationellt för meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska tillämpningar. Det pågår också ett arbete för att samverka mellan myndigheter för operativ fjärranalys ska finnas i Sverige.

För problematiken med isproppar i Torneälven skulle en framtida möjlig väg vara att med hjälp av satellitdata få en bättre bild av isläget och därmed kunna bygga upp ett övervaknings- och varningssystem för islossning och isproppar i Torneälven. För detta krävs satellitdata med hög

upplösning i tid och rum, vilket vi inte har tillgång till idag. Det krävs också ett system för mottagning av satellitdata och bearbetning till relevant information. Dessutom behövs ett system för överföring av information samt tolkning av denna för relevanta åtgärder.

Satellitdata skulle även, efter bearbetning, kunna användas som indata till SMHI:s islossningsmodell för Torneälven. Indata som behövs är istjocklek, isläggning och ackumulerad vattenekvivalent (snöns vatteninnehåll). Det bästa valet för isinformation är data från radarinstrumentet SAR (Synthetic Aperture Radar). En möjlig utveckling är att islossningsmodellen kan sättas upp för fler områden i Torneälven när det finns mer information via satellitdata över isutvecklingen i älven. I samband med detta bör också havsisens inverkan tas med i islossningsmodellen.

Internationellt pågår utvecklingsprojekt som använder satellitbilder för övervakning av is och islossning. Polar View-projektet (www.polarview.org) stöds av ESA (European Space Agency) och syftar till att göra jordobservationer mer tillgängliga. CryoLand (www.cryoland.eu) syftar till att ta fram yttäckande information via fjärranalys för snötäcke, glaciärer samt älv- och sjöis. Arbetet bedrivs inom GMES (Global Monitoring for Environment and Security), ett initiativ från Europakommissionen och European Space Agency (ESA). North Hydrology är ett vetenskapligt projekt som undersöker möjligheterna att använda fjärranalys, modeller och in situ-mätningar för att beskriva älv- och sjöisprocesser. Projektet finansieras av ESA.

På Alaska-Pacific River Forecast Center i Anchorage (<http://aprfc.arh.noaa.gov>) används satellitdata för att varje vår upptäcka flodisens status. Ett projekt i Arktis studerade islossning för några större floder och använde satellitdata för att bestämma islossningsdag. I Kanada har flera projekt bedrivits som berör islossning och satellitdata. En databas över istjocklek byggs upp baserad på satellitdata, för att i framtiden kunna användas i ett varningssystem för isproppar.

8 Slutord

Problemen runt islossningen i Torneälven är kända sedan länge. Det finns längs älven flera potentiella ställen för isproppar och flera isproppslägen finns dokumenterade. Länsstyrelsen har exempelvis sammanställt information om inträffade översvämningar och dess konsekvenser som ett underlag till arbetet med översvämningdirektivet (källa: Micael Bredefeldt, Länsstyrelsen Norrbotten).

Flödesprognoser för Torneälven ingår i den reguljära verksamheten vid SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst och motsvarande i Finland (SYKE). Bägge instituten utfärdar också islossningsprognoser varje år för Haparanda respektive Tornio. SYKE har också nyligen utvecklat en modell för islossningssannolikhet för Tornio och Karunki samt sannolikhet för isproppar i Pello och Tornio. Det saknas dock data för modellutveckling på fler platser längs älven.

Få tekniska skyddsåtgärder har utförts längs älven. Från finska sidan görs sågning av isen vid mynningen då det bedöms vara möjligt och behövs för att underlätta utflödet och minska riskerna för isproppar. Den planerade muddringen av en farled i havsområdet vid älvens utlopp har skjutits upp p.g.a. medelsbrist.

Den inom Interreg-projektet framtagna detaljerade översvämningsskarteringen av nedre Torneälven utgör ett underlag för fysisk planering och förebyggande åtgärder. Det är också ett underlag för den riskskartering som utförs inom ramen för översvämningdirektivet. I en preliminär riskbedömning, rapporterad av MSB som steg 1 i förordningen (2009:956) om översvämningssrisker, identifieras Haparanda som ett av arton områden i Sverige med betydande översvämningssrisk (MSB dnr 2011-2996).

I denna rapport beskrivs kunskapsläget avseende problematiken runt islossning och översvämning längs Torneälven. Med det nu avslutade Interreg-projektet har ytterligare kunskap och redskap tillfogats. För framtiden kan förbättrad tillgång till satellitdata var en möjlig utvecklingsväg till att skapa ett övervaknings- och varningssystem för islossning och isproppar i Torneälven.

9 Referenser

- Ambjörn C. 1992. Isproppsförebyggande muddring och dess inverkan på strömmarna i Torneälvens mynning. SMHI Oceanografi nr 53, 1992.
- Amrén A. 1989a. Inventering av möjliga tekniska åtgärder för att förebygga islossningsskador i Torneälven. SMHI HOH-PM nr 103. 9s och 13 bil.
- Amrén A. 1989b. Riskzonkartering för Haparanda/Torneå. SMHI HOH-PM nr 104. 5 s, 7 bil. och 2 kartor.
- Asp S.-S. 2011. Sammanställning kalibrering och dimensionering av Torneälven samt Tändöälven 2009-2011. SMHI.
- Beltaos S. 2008. Progress in the study and management of river ice jams. Cold Regions Science and Technology 51, 2-19.
- Carlsson B. 1999. Some facts about the Torne and Kalix River Basins. A contribution to the NEWBALTIC II workshop in Abisko June 1999. SMHI Hydrologi NR 80.
- Eklund A. 1999. Isläggning och islossning i svenska sjöar. SMHI Hydrologi Nr 81.
- Fremling S., Karlin T., Raab B., Edquist E. och Eklund A. 2012. Is på sjöar och älvar. Erfarenheter sammanställda av statshydrolog Sven Fremling 1951. Bearbetade 1991 och 1997 av Thore Karlin och Birgitta Raab. SMHI Hydrologi Nr 117. 17 s.
- Granström C. 2003. Modell för prognos av tidpunkt och karaktär för islossningen i Torneälven. SMHI Hydrologi Nr 93. 20 s.
- Haparanda stad 2008. Protokoll från kommunfullmäktigemöte 2008-10-20.
- Hellström S.-S. och Granström C. 2008. Isproppar i Torneälven. SMHI Väder och Vatten, 5/2008.
- Hicks F. 2009. An overview of river ice problems: CRIPE07 guest editorial. Cold Regions Science and Technology 55, 175-185.
- Hjorth T. 1993. Förslag rörande lämpliga åtgärder för översvämningsskydd i Haparanda/Torneå. Rapport från finsk-svenska arbetsgruppen för åtgärder mot isproppsrelaterade översvämningar i Torneälvens mynningsområde.
- Honka A. 1989. Selvitys jääpatotulvista Tornion-Muonionjoella vuosina 1984-86 sekä esitys jääpatotulvien vahinkojen vähentämisestä. Lapplands vattendistrikt, Rovaniemi.
- Häggström M. 1989. Anpassning av HBV-modellen till Torneälven. SMHI Hydrologi Nr 26. 29s och 5 bil.
- Häggström M. 1995. Rekordhög vårflod. SMHI Väder och Vatten, juni 1995.
- Häggström M. 2004a. Synpunkter på statsbidragsansökan från Haparanda kommun om muddring och byggande av översvämningsskydd inom Torne älvs mynningsområde.
- Häggström M. 2004b. Ett sommarflöde från Kebnekaise till Bottenviken på 6 dygn. SMHI Väder och Vatten, oktober 2004.
- Häggström M. 2005. Hög vårflod i Torneälven. SMHI Väder och Vatten, juni 2005.
- Häggström M. 2006. Vårfloden i norra Sverige. SMHI Väder och vatten, maj 2006.
- Häggström M. 2007. Beskedlig vårflod utom i nordöstra Norrland. www.smhi.se
- Jutman T. 1989. Prognos för islossning i Torneälven vid Haparanda – karaktär och tidpunkt. SMHI HOH-PM nr 100. 11 s.

Kajander J. 1993. Methodological aspects on river cryophenology exemplified by a tricentennial break-up time series from Tornio. *Geophysica* nr 29 (1-2), 73-95.

Karlin T. 1989. Inventering av skadeobjekt/riskområden för skador i samband med svåra islossningar i Torneälven. SMHI HOH-PM nr 101.

Korhonen J. 2005. Islossningen sker nu en vecka tidigare än för hundra år sedan. Artikel på www.environment.fi/default.asp?contentid=1297191&an=sv (2009-09-14)

MSB, 2011. Identifiering av områden med betydande översvämningsrisk. Steg 1 i förordningen (2009:956) om översvämningsrisker – preliminär riskbedömning. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Slutrapport. Dnr 2100-2996.

Norén K. 2009. Improved data exchange for the River Torne region. Project "Detaljerad översvämningskartering i nedre delen av Torneälven". SMHI, 13 p.

Olofsson J. och Persson G. 2012. Satellitdata och tillämpningar inom meteorologi, hydrologi och oceanografi samt operationell iskartläggning. Satellitdata för Torneälven. SMHI. 18 s.

Persson G., Asp S.-S., Dyrestam K., Eklund D., Gyllander A., Hallberg K., Johnell A., Tahsin Y. och Wingqvist E.-M. 2011. Detaljerad översvämningskartering av nedre Torneälven. SMHI Hydrologi Nr 115, 29 s.

SMHI 1969. Månadsöversikt över väderlek och vattentillgång i Sverige. Sammanfattning 1968. Årsbok Band 50 (1968). Del 1. SMHI.

SMHI 1999. Väder och Vatten under ett århundrade 1900-1999. Fakta nr 3 december 1999, nytryck juni 2001.

SMHI 2004a. Huvudavrinningsområden på gränsen mellan Sverige, Norge och Finland. SMHI Faktablad nr 20, juni 2004, 8 s.

SMHI 2004b. Översvämnningar i Sverige. Faktablad nr 21, juni 2004. 4s.

SMHI 2006. Is på sjöar och älvar. Faktablad nr 30, december 2006. 4 s.

SMHI 2010. Sveriges vattendrag. SMHI Faktablad nr 44-2010. 4 s.

Spångmyr H. 2009. Modellerat flöde i Torneälven i samband med islossning – en jämförelse mellan HBV, S-HYPE och kalibrerad HYPE. SMHI.

Spångmyr H. 2011. Modelling low discharge in Torne River. HBV vs. S-HYPE. SMHI

Sundqvist Å. 1991. Isproblem i svenska vattendrag. Teknisk rapport 1991:20T, serie A no 199, avd för Vattenteknik, Tekniska högskolan i Luleå. 119 s + bilaga.

Svenskt Vattenarkiv 1994. Översvämningskänsliga områden i Sverige. SMHI Hydrologi Nr 51.

Svenskt Vattenarkiv 1995. Svenskt Dammregister- Norra Sverige. SMHI Hydrologi Nr 56.

Vatten- och ekoteknik Oulu 2001. MKB-beskrivningen för översvämningskyddsprojektet i mynningen av Torne älv. Vatten- och ekoteknik FMC, Uleåborg. Lapplands miljöcentral, Rovaniemi. 15.1 2001.

Vägverket 2001. Översiktlig beskrivning av skador och konsekvenser av höga flöden på vägnätet inom Region Norr. Anders Stenlund, Vägverket 2001-10-12.

Wahlberg E. 1988. Bondeskalden Antti Keski. Tornedalica nr 45.

Zachrisson G. 1989. Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder. SMHI i samarbete med Vatten- och Miljöstyrelsen i Finland. SMHI Hydrologi Nr 25. 67s.

Övriga källor:

Norrbottenskuriren (2011-05-06)

Norrländska Socialdemokraten (2008-05-10-11)

Svenska dagbladet (2002-05-03)

Dagens Nyheter (2002-05-02)

Rapport, SVT (2008-05-11)

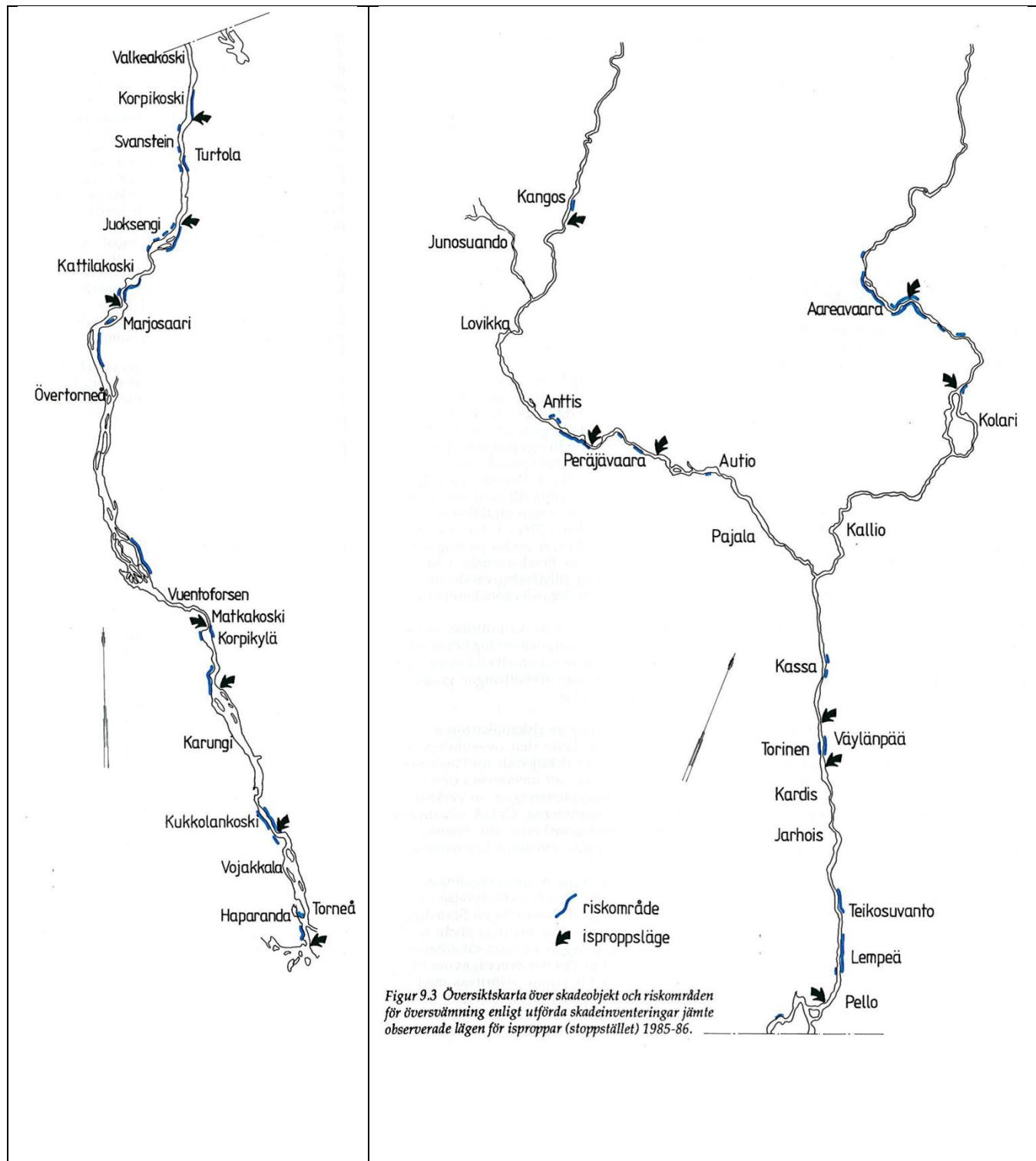
www.smhi.se

Göran Wigren, Haparanda kommun

Micael Bredefeldt, Länsstyrelsen Norrbotten

10 Bilaga 1. Riskområden för översvämning och isproppslägen 1985-86.

Kopierat från Zachrisson, 1989.



SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

I serien HYDROLOGI har tidigare utgivits:

- | | |
|--|---|
| <p>1 Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska fältforskningsområdena.</p> <p>2 Martin Häggström och Magnus Persson (1986)
Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser.</p> <p>3 Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-Eric Ohlsson, VASO (1986)
Riktlinjer och praxis vid dimensionering av utskov och dammar i USA. Rapport från en studieresa i oktober 1985.</p> <p>4 Barbro Johansson, Erland Bergstrand och Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och oceanografisk information för vattenplanering - Ett pilotprojekt.</p> <p>5 Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985.</p> <p>6 Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt.</p> <p>7 Maja Brandt (1986)
Areella snöstudier.</p> <p>8 Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och tillämpningar.</p> <p>9 Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar.</p> <p>10 Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar and Robert Llobet (1987)</p> | <p>Application of the HBV model to Bolivian basins.</p> <p>11 Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in Bolivian basins with a stochastic model.</p> <p>12 Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter.</p> <p>13 Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn.</p> <p>14 Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd.</p> <p>15 Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist (1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987.</p> <p>16 Martin Häggström och Magnus Persson (1987)
Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser.</p> <p>17 Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin (1987)
Skogsskador - klimat.</p> <p>18 Maja Brandt (1987)
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser.</p> <p>19 Martin Häggström och Magnus Persson (1988)
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser.</p> <p>20 Todor Milanov (1988)
Frys förluster av vatten.</p> |
|--|---|

- 21 Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega (1988)
Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin.
- 22 Mats Moberg och Maja Brandt (1988)
Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde.
- 23 Martin Gotthardsson och Sten Lindell (1989)
Hydrologiska stationsnät 1989. Svenskt Vattenarkiv.
- 24 Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega (1989)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca.
- 25 Gun Zachrisson (1989)
Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder.
- 26 Martin Häggström (1989)
Anpassning av HBV-modellen till Torneälven.
- 27 Martin Häggström and Göran Lindström (1990)
Application of the HBV model for flood forecasting in six Central American rivers.
- 28 Sten Bergström (1990)
Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989.
- 29 Urban Svensson och Ingemar Holmström (1990)
Spridningsstudier i Glan.
- 30 Torbjörn Jutman (1991)
Analys av avrinningens trender i Sverige.
- 31 Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont (1991)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba.
- 32 Erik Arnér (1991)
Simulering av vårflöden med HBV-modellen.
- 33 Maja Brandt (1991)
Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven.
- 34 Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren (1991)
Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland.
- 35 Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO (1991)
Utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst.
Rapport från studieresa i USA 1991-04-22--30.
- 36 Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman (1992)
Hydrologiska stationsnät 1992/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv.
- 37 Maja Brandt (1992)
Skogens inverkan på vattenbalansen.
- 38 Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB) (1992)
Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionering av hel älv.
- 39 Sten Lindell (1993)
Realtidsbestämning av arealnederbörd.
- 40 Svenskt Vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken.
- 41 Svenskt Vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenhavet.
- 42 Svenskt Vattenarkiv (1993)
Vattenföring i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön.
- 43 Svenskt Vattenarkiv (1994)
Vattenföring i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet.
- 44 Martin Häggström och Jörgen Sahlberg (1993)
Analys av snösmältningsförlopp.
- 45 Magnus Persson (1993)
Utnyttjande av temperatures persistens vid beräkning av volymsprognoser med HBV-modellen.
- 46 Göran Lindström, Joakim Harlin och Judith Olofsson (1993)
Uppföljning av Flödeskommitténs riktlinjer.
- 47 Bengt Carlsson (1993)
Alkalinitets- och pH-förändringar i Umeälven orsakade av minimitappning.
- 48 Håkan Sanner, Joakim Harlin and Magnus Persson (1994)
Application of the HBV model to the Upper Indus River for inflow forecasting to the Tarbela dam.
- 49 Maja Brandt, Torbjörn Jutman och Hans Alexandersson (1994)
Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961 - 1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning.

- 50 Svenskt Vattenarkiv (1994)
Avrinningsområden i Sverige. Del 3.
Vattendrag till Egentliga Östersjön och Öresund.
- 51 Martin Gotthardsson (1994)
Svenskt Vattenarkiv.
Översvämningskänsliga områden i Sverige.
- 52 Åsa Evremar (1994)
Avdunstningens höjdberoende i svenska fjällområden bestämd ur vattenbalans och med modellering.
- 53 Magnus Edström och Pia Rystam (1994)
FFO - Stationsnät för fältforskningsområden 1994.
- 54 Zhang Xingnan (1994)
A comparative study of the HBV model and development of an automatic calibration scheme.
- 55 Svenskt Vattenarkiv (1994)
Svenskt dammregister - Södra Sverige.
- 56 Svenskt Vattenarkiv (1995)
Svenskt dammregister - Norra Sverige.
- 57 Martin Häggström (1994)
Snökartering i svenska fjällområdet med NOAA-satellitbilder.
- 58 Hans Bertil Wittgren (1995)
Kvävetransport till Slätbaken från Söderköpingsåns avrinningsområde
- 59 Ola Pettersson (1995)
Vattenbalans för fältforskningsområden.
- 60 Barbro Johansson, Katarina Losjö, Nils Sjödin, Remigio Chikwanha and Joseph Merka (1995)
Assessment of surface water resources in the Manyame catchment - Zimbabwe.
- 61 Behzad Kouchehi (1995)
Älvtemperaturers variationer i Sverige under en tioårsperiod.
- 62 Svenskt Vattenarkiv (1995)
Sänkta och torrlagda sjöar.
- 63 Malin Kanth (1995)
Hydrokemi i fältforskningsområden.
- 64 Mikael Sundby, Rikard Lidén, Nils Sjödin, Helmer Rodriguez, Enrique Aranibar (1995)
Hydrometeorological Monitoring and Modelling for Water Resources Development and Hydropower Optimisation in Bolivia.
- 65 Maja Brandt, Kurt Ehlert (1996)
Avrinningen från Sverige till omgivande hav.
- 66 Sten Lindell, Håkan Sanner, Irena Nikolushkina, Inita Stikute (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Latvia
- 67 Sten Lindell, Bengt Carlsson, Håkan Sanner, Alvina Reihan, Rimma Vedom (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Estonia
- 68 Sara Larsson, Rikard Lidén (1996)
Stationstäthet och hydrologiska prognoser.
- 69 Maja Brandt (1996)
Sedimenttransport i svenska vattendrag exempel från 1967-1994.
- 70 Svenskt Vattenarkiv (1996)
Avrinningsområden i Sverige. Del 4.
Vattendrag till Västerhavet.
- 71 Svenskt Vattenarkiv (1996)
Svenskt sjöregister. 2 delar
- 72 Sten Lindell, Lars O Ericsson, Håkan Sanner, Karin Göransson SMHI
Malgorzata Mierkiewicz, Andrzej Kadlubowski, IMGW (1997)
Integrated Hydrological Monitoring and Forecasting System for the Vistula River Basin. Final report.
- 73 Maja Brandt, Gun Grahm (1998)
Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige 1961-1990. Beräkningar med HBV-modellen.
- 74 Anna Eklund (1998)
Vattentemperaturer i sjöar, sommar och vinter - resultat från SMHIs mätningar.
- 75 Barbro Johansson, Magnus Edström, Katarina Losjö och Sten Bergström (1998)
Analys och beräkning av snösmältningsförlopp.
- 76 Anna Eklund (1998)
Istjocklek på sjöar.
- 77 Björn Bringfelt (1998)
An evapotranspiration model using SYNOP weather observations in the Penman-Monteith equation
- 78 Svenskt Vattenarkiv (1998)
Avrinningsområden i Sverige. Del 2
Vattendrag till Bottenhavet.
- 79 Maja Brandt, Anna Eklund (1999)
Snöns vatteninnehåll Modellberäkningar och statistik för Sverige
- 80 Bengt Carlsson (1999)
Some facts about the Torne and Kalix River Basins.
A contribution to the NEWBALTIC II workshop in Abisko June 1999.

- 81 Anna Eklund (1999)
Isläggning och islossning i svenska sjöar.
- 82 Svenskt Vattenarkiv (2000)
Avrinningsområden i Sverige. Del 1.
Vattendrag till Bottenviken.
- 83 Anna Eklund, Marie Gardelin, Anders Lindroth (2000)
Vinteravdunstning i HBV-modellen - jämförelse med mätdata
- 84 Göran Lindström, Mikael Ottosson Löfvenius (2000)
Tjäle och avrinning i Svartberget – studier med HBV-modellen
- 85 Bengt Carlsson och Göran Lindström (2001)
HBV-modellen och flödesprognoser
- 86 Josef Källgården (2001)
Snow distribution in a mountainous region. A remote sensing study.
- 87 Johan Andréasson, Anders Gyllander, Barbro Johansson, Josef Källgården, Sten Lindell, Judith Olofsson, Angela Lundberg (2001)
Snötaxering med georadar - Bättre vårflödesprognoser med HBV-modellen?
- 88 Deliang Chen, Barbro Johansson (2003)
Temperaturens höjdberoende – En studie i Indalsälvens avrinningsområde.
- 89 Agne Lärke, Håkan Sanner, Anna Johnell (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödena januari t o m mars 2002 i sydvästra Sverige
- 90 Johan Jansson (2003)
Satellite data on snow cover in the HBV model. Method development and evaluation
- 91 Charlotta Pers (2003)
BIOLA – BIOgeochemical LAke Model Manual
- 92 Carl Granström (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödet i området runt Emån juli 2003
- 93 Carl Granström (2003)
Modell för prognos av tidpunkt och karaktär för islossningen i Torne älv.
- 94 Maja Brandt och Gun Grahn, SMHI. Erik Årnfelt och Niclas Bäckman, Länsstyrelsen Östergötland (2004)
Anpassning av TRK-systemet från nationell till regional nivå samt scenarioräkningar för kväve – Tester för Motala Ström
- 95 Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i södra Lappland juli 2004.
- 96 Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i Småland juli 2004.
- 97 Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i nordvästra Lappland juli 2004.
- 98 Tahsin Yacoub, Ylwa Westman, Håkan Sanner, Bernth Samuelsson (2005)
Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS
- 99 Carl Granström (2005)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i fjällen juni 2005
- 100 Tahsin Yacoub, Håkan Sanner (2006)
Vattenståndsprognoser baserade på översiktlig kartering. En fallstudie.
- 101 Göran Lindström (2006)
Regional kalibrering av HBV-modellen
- 102 Kurt Ehlert (2006)
Svenskt Vattendragsregister
- 103 Charlotta Pers (2007)
HBV-NP Model Manual
- 104 Barbro Johansson, Göran Lindström, Jonas Olsson, Tahsin Yacoub, Günter Haase, Karin Jacobsson, Anna Johnell, Håkan Sanner (2007)
Översvämningsprognoser i områden med ofullständiga data. Metodutveckling och utvärdering.
- 105 Carl Granström, Anna Johnell, Martin Häggström (2007)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i sydvästra Sverige - nov 2006 till jan 2007
- 106 Johan Andréasson, Sara-Sofia Hellström, Jörgen Rosberg, Sten Bergström (2007)
Översiktlig kartpresentation av klimatförändringars påverkan på Sveriges vattentillgång - Underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen”
- 107 Berit Arheimer, Charlotta Pers (2007)
Kväveretention i svenska sjöar och vattendrag – betydelse för utsläpp från reningsverk
- 108 Calle Granström, Martin Häggström, Sten Lindell, Judith Olofsson, Anna Eklund (2007)

- Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i Götaland – juni och juli 2007
- 109 Niclas Hjerdt, Markus Andersén, Christer Jonsson och Dan Eklund (2007)
Hydraulik i Klarälvens torrfåra vid tappningar från Höljes kraftverksdamm
- 110 Sara-Sofia Hellström, Göran Lindström (2008)
Regional analys av klimat, vattentillgång och höga flöden
- 111 Calle Granström, Linda Gren, Magdalena Dahlin, Sara-Sofia Hellström (2008)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden under vårfloden 2008
- 112 Gitte Berglöv, Jonas German, Hanna Gustavsson, Ulrika Harbman, Barbro Johansson (2009)
Improvement HBV model Rhine in FEWS. Final report
- 113 Katarina Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i södra Sverige 2010
- 114 Katarine Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i Norrland 2010
- 115 Gunn Persson m.fl (2011)
Detaljerad översvämningskartering av nedre Torneälven
- 116 Johan Södling, Jonas Olsson, Karin Nyström, Fredrik Wetterhall (2011)
Högupplösta nederbördsdata för hydrologisk modellering: en förstudie
- 117 Sven Fremling, Thore Karlin, Birgitta Raab, Eva Edquist, Anna Eklund (2012)
Is på sjöar och älvar



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 0283-7722