

**Skador på vattenkraftens
betonganläggningar i
samband med långvariga
höga flöden år 2000**

Elforsk rapport 01:31

Skador på vattenkraftens betonganläggningar i samband med långvariga höga flöden år 2000

Elforsk rapport 01:31

Sammanfattning

Under sommaren och hösten 2000 föll stora regnmängder i delar av Sverige vilket resulterade i höga flöden i många vattendrag. Inom vissa områden var flödena mycket höga och lokalt extremt höga, allt enligt SMHI:s bedömning. Varaktigheten på de höga flödena i Norrland var cirka 1 – 1,5 månader medan varaktigheten i Götaland var cirka 6 månader. Erosion och översvämningar ledde till omfattande skador på infrastruktur och bebyggelse. Liknande situationer kommer att inträffa igen och sannolikt även överträffas.

För att ta lärdom av det som skett genomfördes ett antal inventeringar och dokumentationer av skadorna till följd av de höga flödena. För vattenkraftindustrin är det viktigt att få kunskap om hur deras anläggningar har klarat av de långvariga höga flödena. Den här inventeringen fokuserar på vattenkraftens betonganläggningar och deras olika typer av betongskador.

Syftet med projektet är att kunna ge svar på i vilken omfattning utskov, skibord, ledmur, stötbotten, intag, och betongdammkropp har skadats av den ovanligt långa belastningen orsakat av förhöjd vattenföring i Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

En enkät skickades ut till alla anläggningsägare eller deras kontaktpersoner längs de tre älvorna i vilken de fick svara på frågor om bland annat: anläggningen har inspekterats sedan sommaren 2000, eventuella betongskador och påverkan på dammsäkerheten.

Resultatet visar att den förhöjda vattenföringen har påverkat vattenkraftens betonganläggningar i ringa omfattning. I de fall skador har upptäckts har det varit i form av urgröpta betongfogar i stenmurverk och betongerosion på skiborden. Dessa skador är inte allvarliga, men behöver åtgärdas för att förhindra en fortsatt nedbrytning av betongen som annars kan leda till reducerad funktion.

Vid liknande flödessituationer i framtiden kan anläggningsägaren koncentrera sina resurser till mer utsatta delar som påverkas av till exempel jorderosion (ledmurar, utskov, utskovskanaler och erosionsskydd).

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|-------------------------|----------|
| 1 | INLEDNING..... | 1 |
| 2 | METOD | 2 |
| 3 | RESULTAT | 3 |
| 4 | DISKUSSION..... | 6 |
| 5 | SLUTSATSER | 7 |
| 6 | REFERENSER..... | 8 |

Bilagor

**BILAGA A ENKÄT SKICKAD TILL ANLÄGGNINGSÄGARNA I INDALSÄLVEN,
LJUNGAN OCH GÖTA ÄLV.**

1 Inledning

Under sommaren och hösten 2000 föll stora regnmängder i delar av Sverige vilket resulterade i höga flöden i många vattendrag. Inom vissa områden var flödena mycket höga och lokalt extremt höga, allt enligt SMHI:s bedömning. Varaktigheten på de höga flödena i Norrland var cirka 1 – 1,5 månader medan varaktigheten i Götaland var cirka 6 månader. Erosion och översvämningar ledde till omfattande skador på infrastruktur och bebyggelse. Liknande situationer kommer att inträffa igen och sannolikt även överträffas.

För att ta lärdom av det som skett genomfördes en inventering och dokumentation av skadorna till följd av de höga flödena. För vattenkraftindustrin är det viktigt att få kunskap om hur deras anläggningar har klarat av de långvariga höga flödena. Det var Svenska Kraftnät i samarbete med länsstyrelserna i Västernorrlands, Jämtlands, Gävleborgs och Dalarnas län som höll i den utredning under hösten 2000. Utredningen inriktade sig på skador som har betydelse för dammsäkerheten. Rapporteringen från utredningen är i skrivande stund inte klar. I [1] och [2] rapporteras att det uppkommit en del skador på vattenkraftanläggningar och i dess närhet, både uppströms och nedströms. Skadorna utgörs främst av sjunkhål, erosion runt utskov, utskovskanaler och ledmurar, förstörda erosionsskydd och släntras.

Som ett komplement till Svenska Kraftnäts utredning initierade Elforsk ett projekt där man ville fokuserade på vattenkraftens betonganläggningar och deras olika typer av betongskador längs med Indalsälven, Ljungan och Göta älv. Dessa älvar blev värst drabbade under sommaren 2000, figur 1.

Syftet med projektet är att kunna ge svar på i vilken omfattning utskov, skibord, ledmur, stötbotten, intag, och betongdammkropp har skadats av den ovanligt långa belastningen orsakat av förhöjd vattenföring i Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

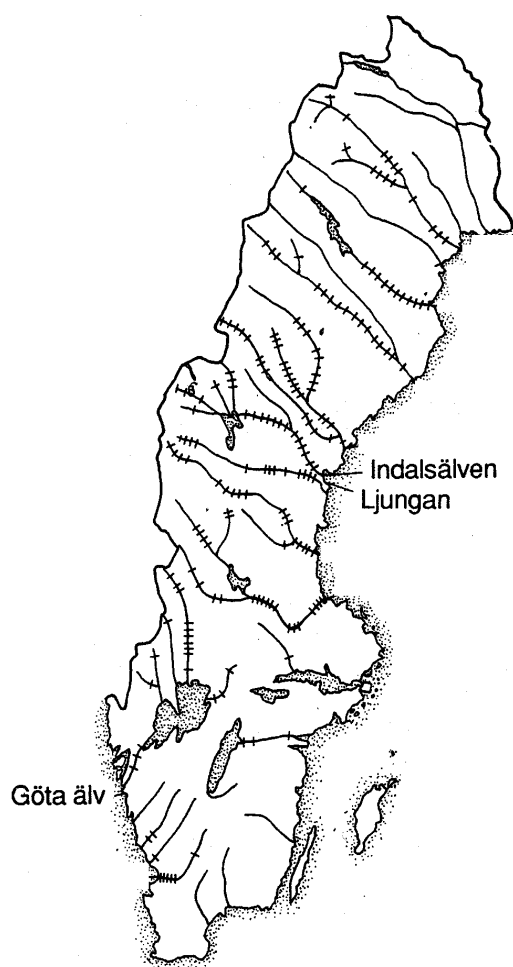


Figur 1. Höga flöden i Lilla Edet, Göta älv (Foto J. Yang).

2 Metod

En enkät, bilaga A, skickades ut till alla anläggningsägare eller deras kontaktpersoner längs de tre älvarna i vilken de fick svara på frågor om bland annat: anläggningen har inspekterats sedan sommaren 2000, eventuella betongskador och påverkan på dammsäkerheten.

Längs med Indalsälven, Ljungan och Göta älv finns det 19 kraftverksföretag, figur 2. Många av dessa företag har gemensamma kontaktpersoner, så sammanlagt sändes 10 enkäter ut.



Figur 2. Indalsälven, Ljungan och Göta älv (3).

3 Resultat

Svarsfrekvensen på enkäterna var 100 procent och svaren finns sammanställda i tabell 1. Alla anläggningar, utom en, har inspekterats efter de höga flödena. Endast ett fåtal anläggningar uppvisar några betongskador och då i form av urgröpta betongfogar i stenmurverk eller betongerosion på skiborden.

Tabell 1. Inrapporterade betongskador på vattenkraftanläggningarna längs med Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

| Anläggningsnamn | Ägare 1 | Ägare 2 | Kontaktperson | Insp | Skador | Kommentarer |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|--------|-------------|
| Parteboda | Parteboda Kraft | | | Ja | Nej | |
| Kvarnfallet | Stensjön Kraft | | | Ja | Nej | |
| Stensjöfallet | | | | Ja | Nej | |
| Ljunga | Birka Kraft | Birka Kraft | Jonas Birkendahl | Ja | Nej | |
| Svarthålsforsen | | | | Ja | Nej | |
| Gammelänge | | | | Ja | Nej | |
| Krångede | | | | Ja | Nej | |
| Mörsil | | | | Ja | Nej | |
| Järpströmmen | | | | Ja | Nej | |
| Juvelns Kraftverk | | | | Ja | Nej | |
| Torröns kraftverk | | | | Ja | Nej | |
| Anjans Kraftverk | | | | Ja | Nej | |
| Hermansboda | | | | Ångefallen Kraft | | |
| Spinneridammen | Hallfaxen | Hallfaxen | C-O Hallström | Ja | Nej | |
| Alsensjön | Indalsälvens vattenreg | Indalsälvens vattenreg | Gunnar Sjödin | Ja | Nej | |
| Anjan | | | | Ja | Nej | |
| Burvattnet | | | | Ja | Nej | |
| Fisklössjön | | | | Ja | Nej | |
| Gesunden | | | | Ja | Nej | |
| Greningen | | | | Ja | Nej | |
| Helgesjön | | | | Ja | Nej | |
| Hotagen | | | | Ja | Nej | |
| Häckren | | | | Ja | Nej | |
| Juveln | | | | Ja | Nej | |
| Kallsjön | | | | Ja | Nej | |
| Korsvattnet | | | | Ja | Nej | |
| Landösjön | | | | Ja | Nej | |
| Midskogs dämningso. | | | | Ja | Nej | |
| Mjölkvattnet | | | | Ja | Nej | |
| Nedre Lilla Stensj. | | | | Ja | Nej | |
| Norsjön | | | | Ja | Nej | |
| Näckten | | | | Ja | Nej | |
| Näldsjön | | | | Ja | Nej | |
| Oxsjön | | | | Ja | Nej | |
| Rörvattnet | Ja | Nej | | | | |
| Sarvesgaisenjaure | Ja | Nej | | | | |
| Stora Stensjön | Ja | Nej | | | | |
| Stor-Foskvattnet | Ja | Nej | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|-----|-----|--|
| Storrensjön | | | | Ja | Nej | |
| Storsjön | | | | Ja | Nej | |
| Sällsjön | | | | Ja | Nej | |
| Torrön | | | | Ja | Nej | |
| Övre Lilla Mjölkvatt. | | | | Ja | Nej | |
| Övre Oldsjön | | | | Ja | Nej | |
| Granboforsen | AB Kattstrupeforsen | | | Ja | Nej | |
| Kattstrupeforsen | | | | Ja | Nej | |
| Högfors | Jämtkraft | Jämtkraft | Johan Berlin | Ja | Nej | |
| Näsaforsen | | | | Ja | Nej | |
| Älviken | | | | Ja | Nej | |
| Lövhöjden | | | | Ja | Nej | |
| Rönnöfors | | | | Ja | Nej | |
| Hissmofors | | | | Ja | Nej | |
| Slagsån | | | | Ja | Nej | |
| Duved | | | | Ja | Nej | |
| Flåsjö - Grucken | Ljungans vattenreg | Ljungans vattereg | Gunnar Sjödin | Ja | Nej | |
| Havern - Mellansjön | | | | Ja | Nej | |
| Holmsjön | | | | Ja | Nej | |
| Holmsjön - Leringen | | | | Ja | Nej | |
| Lännessjön | | | | Ja | Nej | |
| Storsjön | Ja | Nej | | | | |
| Sällsjö Kraftverk | AB Storboforsen | Skelleftekraft | Martin Johansson | Ja | Nej | Gäller Håckren dammen (G Sjödin) |
| Hammarforsen | Hammarforsens Kraft | Sydkraft Vattenkraft | Kenneth Burstedt | Ja | Nej | |
| Järnvägsforsen | Järnvägsforsens Kraft | | | Ja | Nej | |
| Bursnäs | | | | Ja | Nej | |
| Turinge | | | | Ja | Ja | Mindre btgskada (0,5* 0,5 m) på skibordet |
| Rätan | | | | Ja | Nej | |
| Oldens Kraftverk | Korselbränna | | | Ja | Nej | |
| Långsån | | | | Ja | Nej | |
| Viforsen | Sydkraft Vattenkraft | | | Ja | Nej | |
| Matfors | | | | Ja | Nej | |
| Skallböle | | | | Ja | Nej | |
| Nederede | | | | Ja | Nej | |
| Trångfors | Trångfors | | | Ja | Nej | |
| Flåsjö | | | | Ja | Nej | |
| Waplan | Waplan Mek Verk | Waplan Mek Verk | Roger Nöjd | Nej | Nej | |
| Lilla Edet | Vattenfall | Vattenfall | Per-Olof Ferm | Ja | Ja | Svar för Lilla Edet, Olidan, Hojum & Vargön! |
| Olidan | | | | Ja | Ja | Skador på skibord i form av |
| Hojum | | | | Ja | Ja | urgröpta fogar mellan |
| Vargön | | | | Ja | Ja | granitstenar |
| Billingsfors | | | Roger Sandgren | Ja | Ja | Btg på stenmurverk & utskovsbotten eroderat |
| Dals-Långed | | | | Ja | Ja | Btg på stenmurverk & hö ledmur eroderat |
| Håverud | | | | Ja | Nej | |
| Krokfors | | | | Ja | Nej | |
| Skåpafors | | | | Ja | Nej | |
| Upperud | | | | Ja | Nej | |

| | | | | | | |
|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------|----|-----|--|
| Vänern | | | | Ja | Nej | |
| Torpshammar | | | | Ja | Nej | |
| Leringsforsen | | | | Ja | Nej | |
| Bergeforsen | Bergeforsens Kraft | | Jan Mikaelsson | Ja | Nej | |
| Sillre | Vattenfall Indalsälven | Vattenfall Indalsälven | | Ja | Nej | |
| Järkvissle | | | | Ja | Nej | |
| Hölleforsen | | | | Ja | Nej | |
| Stadsforsen | | | | Ja | Nej | |
| Stugun | | | | Ja | Nej | |
| Näverede | | | | Ja | Nej | |
| Midskog | | | | Ja | Nej | |

4 Diskussion

Även om vissa anläggningar är inspekterade endast på de ställen man kommer åt utan dykare visar denna undersökning att vattenkraftens betonganläggningar har klarat de höga flödena bra.

Ett högt flödet i sig utgör ingen ökad belastning på utskovsdelar så länge som uppströms vattennivå kan hållas konstant. Vattenhastigheten på skibordet bestäms i första hand av uppströms vattennivå. Däremot innebär ett högt flöde att vattnet kommer att innehålla mer partiklar som får en nötande effekt på utskoven. Detta, i kombination med långa exponeringstider, kan resultera i en forcerad åldring av anläggningen.

Av anläggningarna som har rapporterat om skador är de i Göta älv överrepresenterade. Detta bör kunna kopplas till resonemanget om forcerad åldring då exponeringen i Göta älv var cirka 6 månader, vilket är lång tid.

Vid liknande situationer i framtiden behöver således anläggningsägarna inte oroa sig för själva betonganläggningarna utan kan koncentrera sina resurser till mer utsatta delar som påverkas av till exempel jorderosion (stöd för ledmurar och utskovskanaler samt erosionsskydd).

Trots den rikliga nederbörden under sommaren och hösten 2000 inträffade och rapporterades väldigt få dammincidenter i Sverige. Hur kan det då komma sig att vi har så få dammincidenter i Sverige trots de ”höga”, ”mycket höga” och ibland ”extremt höga” flödena som massmedia rapporterar om med jämna mellanrum? En förklaring kan vara att massmedia (inklusive samhället) och kraftindustrin har olika referensramar. Massmedias referensram grundar sig på SMHI:s varningsnivåer: *högt flöde* – ett flöde med återkomsttiden 2–10 år, *mycket högt flöde* – återkomsttid 10–50 år och *extremt högt flöde* – återkomsttid 50 år eller mer.

Inom kraftindustrin är utskoven i de flesta klass 1 dammarna och många av klass 2 dammarna dimensionerade för att klara ett flöde med återkomsttiden 100 år eller mer. Detta får till följd att ett flöde med återkomsttiden 60 år klassificeras av SMHI (och följaktligen massmedia och samhället) som ett *extremt högt flöde* medan det av kraftindustrin klassificeras som ett högt flöde men som är långt ifrån det dimensionerande flödet. Under dessa förutsättningar är driften av anläggningen i huvudsak inriktad på elproduktion och inga större påfrestningar eller skador på anläggningen är därför att förvänta sig, vilket inte motsäger att ett 60 års flöde kan orsaka skador både uppströms och nedströms anläggningen som kan få konsekvenser för samhället.

5 Slutsatser

Resultatet av den här inventeringen visar att den förhöjda vattenföringen i Indalsälven, Ljungan och Göta älv har påverkat vattenkraftens betonganläggningar i ringa omfattning. I de fall skador har upptäckts har det varit i form av urgröpta betongfogar i stenvärk och betongerosion på skiborden. Dessa skador är inte allvarliga, men behöver åtgärdas för att förhindra en fortsatt nedbrytning av betongen som annars kan leda till reducerad funktion.

Vid liknande flödessituationer i framtiden kan anläggningsägaren koncentrera sina resurser till mer utsatta delar som påverkas av till exempel jorderosion (ledmurar, utskov, utskovskanaler och erosionsskydd).

6 Referenser

- [1] Helmfrid Y, ”Erfarenheter i samband med höga flöden i Indalsälven och Gimån under juli 2000”, Vattenfall internrapport nr 132 06 00 - 001, Stockholm, April 2001.
- [2] Lindström L, ”Dokumentation av skador vid Vattenfalls dammanläggningar i Indalsälven och i Gimån i samband med höga flöden i juli år 2000”, Vattenfall internrapport, Stockholm, Augusti 2000.
- [3] Svenska Kraftverksföreningen och Vattenfall, ”Hydro power in Sweden”, Stockholm, 1981.

Bilaga A Enkät skickad till anläggningsägarna i Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

INVENTERING AV SKADOR PÅ BETONGANLÄGGNINGAR

I ett projekt finansierat av Elforsk har Vattenfall Utveckling åtagit sig att göra en inventering av skador på vattenkraftens betonganläggningar orsakade av höga flöden sommaren 00. Berörda älvar är Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

Under hösten 00 gjorde Svenska Kraftnät, tillsammans med länsstyrelserna i Västernorrlands, Jämtlands, Gävleborgs och Dalarnas län, en inventering och dokumentation av dammsäkerhetsincidenter till följd av sommarens höga flöden. Detta material är under bearbetning av SMHI och rapporten förväntas bli offentlig någon gång i september. Samtidigt ska Svenska Kraftnät och Dammsäkerhetsrådet redogöra för sin analys av tänkbara förbättringar av dammsäkerheten baserat på nuvarande erfarenheter.

Enkäten som Svenska Kraftnät och länsstyrelserna skickade ut efterfrågade bara skador som har betydelse för dammsäkerheten. Elforsk finner därför av intresse att en särskild enkät, inriktad på betonganläggningar och alla typer av betongskador, ska skickas till berörda parter längs med Indalsälven, Ljungan och Göta älv.

Syftet med inventeringen är att kunna ge svar på i vilken omfattning utskov, skibord, ledmur, stötbotten, intag, betongdammkropp, etc., har klarat den ovanligt långa belastningen med stora flöden. Resultatet av inventeringen, som kommer att presenteras i en Elforskrapport samt under Kraftindustrins Betongdag, ska ligga till grund för fortsatta forsknings- och utvecklingsansökningar.

Enkäten ska vara Vattenfall Utveckling tillhanda senast 01-08-31.

Tack för er medverkan.

Mats Billstein, Mekanik och Materialteknik

Bilagor: Sändlista och Enkät för inventering av skador på betonganläggningar i vattenkraften.

SÄNDLISTA

| | |
|------------------------|---|
| Indalsälvens vattenreg | Gunnar Sjödin, Vattenregleringsföretagen, Fältjägarg 11, 831 31 Östersund, 063 15 08 00 |
| Ljungans vattenreg | Gunnar Sjödin, Vattenregleringsföretagen, Fältjägarg 11, 831 31 Östersund, 063 15 08 00 |
| Bergeforsens Kraft | Jan Mikaelsson, Vattenfall Driftkontor, 840 73 Bispgården, 0696 178 05 |
| Vattenfall Indalsälven | Jan Mikaelsson, Vattenfall Driftkontor, 840 73 Bispgården, 0696 178 05 |
| Vattenfall Trollhättan | Jonas Larsson, Vattenfall, Österlånggatan 60, 461 88 Trollhättan, 0520 88 000 |
| VESAB | Kurt Lindberg, VESAB, Österlånggatan 60, 461 88 Trollhättan, 0520 88 000 |
| Hallfaxen | Karl-Olov Hallström, Nälden Värmeindustri, Box 40, 830 44 Nälden, 0640 68 11 60 |
| Korsselbränna | Kenneth Burstedt, Sydkraft Vattenkraft, Box 850, 851 24 Sundsvall, 070 327 11 72 |
| Sydkraft Vattenkraft | Kenneth Burstedt, Sydkraft Vattenkraft, Box 850, 851 24 Sundsvall, 070 327 11 72 |
| Hammarforsens Kraft | Kenneth Burstedt, Sydkraft Vattenkraft, Box 850, 851 24 Sundsvall, 070 327 11 72 |
| Järnvägsforsens Kraft | Kenneth Burstedt, Sydkraft Vattenkraft, Box 850, 851 24 Sundsvall, 070 327 11 72 |
| Trångfors | Kenneth Burstedt, Sydkraft Vattenkraft, Box 850, 851 24 Sundsvall, 070 327 11 72 |
| Storboforsen | Martin Johansson, Skellefteå Kraft, 931 80 Skellefteå, 0910 77 25 00 |
| Kattstrupeforsen | Olle Wåhlen, Jämtkraft, Box 394, 831 25 Östersund, 063 14 90 00 |
| Jämtkraft | Olle Wåhlen, Jämtkraft, Box 394, 831 25 Östersund, 063 14 90 00 |
| Waplan Mek Verk | Roger Nöjdh, Waplan Mekaniska Verk, 830 44 Nälden, 0640 177 00 |
| Birka Kraft | Torgny Backlund, Birka Kraft, "Bispgården", 115 77 Stockholm, 070 653 82 00 |
| Parteboda Kraft | Torgny Backlund, Birka Kraft, "Bispgården", 115 77 Stockholm, 070 653 82 00 |
| Stensjön Kraft | Torgny Backlund, Birka Kraft, "Bispgården", 115 77 Stockholm, 070 653 82 00 |
| Ångefallen Kraft | Torgny Backlund, Birka Kraft, "Bispgården", 115 77 Stockholm, 070 653 82 00 |

ENKÄT ANGÅENDE SKADOR PÅ VATTENKRAFTENS BETONGANLÄGGNINGAR ORSAKADE AV HÖGA FLÖDEN SOMMAREN 2000

1. Anläggningens namn:
2. Typ av anläggning (damm, regleringsmagasin, etc.):
3. Ägare/kontaktperson:
4. Har anläggningen inspekterats sedan sommaren 00?.....
5. Har de höga flödena åsamkat anläggningen någon betongskada?.....
6. Vilken/vilka betongdelar har blivit skadade, beskriv skadorna kortfattat?

.....

.....

.....

.....

.....

Bedöms någon av ovanstående skador kunna påverka säkerheten?

.....

.....

.....

7. När åtgärdades eventuella skador (provisoriskt eller permanent?)

.....

.....

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 2530. Telefax 08-677 2535

www.elforsk.se