

Stationstäthet och hydrologiska prognoser



Sara Larsson Rikard Lidén

Stationstäthet och hydrologiska prognoser

Sara Larsson Rikard Lidén

Omslagsbild: Klarälvens avrinningsområde uppströms Höljes kraftverk.

© SMHI 1996

Citera oss gärna och använd materialet, men ange källan.

Konvolutet tryckt hos CA-Tryck AB, Norrköping 1996

ISSN 0283-7722

Issuing Agency Swedish Meteorological and Hydrological Institute S-601 76 Norrköping Sweden	Report number SMHI Hydrology No. 68	
		Report date January 1996
Author (s) Larsson, Sara and Lidén, Rikard		
Title (and Subtitle) <h2 style="text-align: center;">Effects on Hydrological Forecasts Due to Changes in the Meteorological Gauging Network</h2>		
Abstract <p>Ten basins in the north of Sweden, where the hydrological model system, HBV-IHMS, has been set up, were studied. The effects on the hydrological model if an approximate 20% decrease in meteorological stations occurs were studied as well as the possibility to reduce an eventual decline in model efficiency through recalibration of the model parameters. Also, an addition of stations was investigated.</p> <p>The results indicated that the mean reduction in model efficiency due to an approximate 20% decrease in station density was small. If the most representative stations were removed the model performance, however, decreased significantly. When a recalibration was allowed the decline in model accuracy was reduced considerably. An addition of meteorological stations gave a minor improvement in model efficiency. No significant relationships between the basin characteristics and the model sensitivity due to a change in the station network, were found.</p>		
Key words Hydrological forecasts, Station density, Sweden		
Supplementary notes	Number of pages 30	Language Swedish
ISSN and title ISSN 0283 - 7722		
Report available from: SMHI S-601 76 Norrköping Sweden		

INNEHÅLL

Sida

	FÖRORD	
1	SAMMANFATTNING	1
2	INLEDNING	2
2.1	Bakgrund.....	2
2.2	Målsättning.....	2
2.3	Begränsningar.....	3
3	TIDIGARE STUDIER	4
4	MATERIAL OCH METODIK	5
4.1	IHMS-HBV.....	5
4.2	Arbetsmetodik.....	5
4.2.1	Allmän metodik.....	5
4.2.2	Arbetsgång.....	6
4.2.3	Kalibrering.....	7
4.2.4	Kriterier.....	8
4.3	Studerade områden.....	8
4.3.1	Allmän beskrivning.....	8
4.3.2	Studerade perioder.....	11
4.3.3	Områdesegenskaper.....	12
5	RESULTAT	13
5.1	Redovisningsmetodik.....	13
5.2	Nederbördsstationer.....	13
5.2.1	Utglesning utan omkalibrering.....	13
5.2.2	Omkalibrering.....	14
5.2.3	Installation av ny P-stn.....	15
5.3	Temperaturstationer.....	16
5.3.1	Utglesning utan omkalibrering.....	16
5.3.2	Omkalibrering.....	18
5.3.3	Installation av ny T-stn.....	18
5.4	Nederbörds- och temperaturstationer.....	19
5.4.1	Utglesning utan omkalibrering.....	19
5.4.2	Omkalibrering.....	20
5.5	Modellförsämring kontra områdesegenskaper.....	21
5.5.1	Områdesvariabler.....	21
5.5.2	Försämring i R2-värde.....	21
5.5.3	Försämring i ackumulerad differens över vårfloden.....	24
6	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	27
7	REKOMMENDATIONER	29
	REFERENSER	30

BILAGA I	Kartor över de tio studerade avrinningsområdena
BILAGA II	Modellresultat för varje enskilt område
BILAGA III	Försämringen plottad mot olika områdesegenskaper

FÖRORD

Detta projekt "Stationstäthet och hydrologiska prognoser" har genomförts under hösten 1995 inom SMHI hydrologi. Projektet initierades av SMHI men är finansierat av Vattenregleringsföretagens Samarbetsorgan (VASO/HUVA).

Tack till Professor Sten Bergström, Göran Lindström, Barbro Johansson, Maja Brandt och Anna Amrén för värdefulla synpunkter angående rapporten. Tack också till Martin Häggström på Hydrologiska Prognos- och Varningstjänsten och till Gunlög Wennerberg för information och data. Karin Tiderman har gjort kartorna och Eva-Lena Ljungqvist har hjälpt till med layouten.

Norrköping, januari 1996

Författarna

SAMMANFATTNING

Det nederbörds- och temperaturstationsnät som idag finns uppbyggt i landet är under ständig förändring. Manuella klimatstationer läggs ned och dessa ersätts av nya automatstationer. Vad blir då konsekvenserna av denna utglesning i stationsnätet och hur kommer installationerna av de nya stationerna att påverka de hydrologiska prognoserna?

Detta VASO/HUVA-projekt har genomförts med avsikt att bland annat belysa dessa frågeställningar. Studien har också genomförts i syfte att komplettera det tidigare utförda VASO/HUVA-projektet "Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser", Brandt (1987), vilket beskrev effekten av en systematisk utglesning av klimatstationsnätet genom att successivt ta bort de sämst belägna stationerna i området.

Målsättningen med studien var att klargöra effekterna på HBV-modellens prestanda vid en ca 20% slumpmässig utglesning i klimatstationsnätet och vid en nyinstallation av nederbörds- eller temperaturstationer samt att redogöra för möjligheten att kalibrera bort eventuella försämringar av modellresultatet. Modellprestandan har genomgående bedömts utifrån de tre kriterierna R^2 -värde, ackumulerad differens över vårfloden samt träffsäkerheten i vårflodens start. Nederbörds- och temperaturstationer har studerats var för sig.

Inom projektets ramar har tio områden i norra Sverige studerats. Urvalet har styrts av önskan att få områden i både skogs- och fjällområden representerade samt att deras områdesegenskaper såsom storlek, sjöprocent etc. är någorlunda spridda.

Studien visar att den genomsnittliga försämringen i HBV-modellens prestanda är måttlig efter en 20% nedläggning av antalet klimatstationer. Detta gäller för modellresultatet uttryckt i såväl den förklarade variansen (R^2 -värde), volymfel över vårflod samt vårflodens start. Däremot är den maximala försämringen när en eller två av de mest representativa stationerna tas ur bruk betydande. Inga tydliga trender eller samband kan ses om områdenas egenskaper sätts i relation till modellförsämringen.

Den eventuella modellförsämring som uppstått efter en utglesning i stationsnätet kan minskas avsevärt om en omkalibrering genomförs. Modellförsämringen reduceras i genomsnitt till hälften efter omkalibrering av HBV-modellens parametrar för en nedläggning i såväl nederbörds- som temperaturstationsnätet.

Vid en installation av nya representativa stationer i området, utan att HBV-modellen omkalibreras, blir förbättringen marginell. Här kan till och med en betydande försämring ske om modellen tidigare varit kalibrerad så att modellparametrarna kompenserar de indata som egentligen inte är representativa för området.

2 INLEDNING

2.1 Bakgrund

Hydrologiska prognoser på flödesutvecklingen i Sveriges vattendrag är idag ett viktigt instrument för att förebygga och varna för höga flöden samt för optimering av vattenkraftsproduktion. Hydrologiska modeller som används för att prognosera vattenföringen är dock helt beroende av bra indata, framförallt nederbörd och temperatur.

Nederbörd och temperatur samlas idag in av det nät av nederbörds- och temperaturstationer som är spritt över landet. Detta nät förändras kontinuerligt av olika skäl t. ex. rationalisering, personalförflyttning, ny mätningsteknik etc. En intressant frågeställning är hur dessa förändringar påverkar de hydrologiska prognoserna.

I VASO/HUVA:s regi genomfördes 1987 projektet "Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser", Brandt (1987), i vilket effekten av en systematisk utglesning av stationsnätet studerades. Utglesningen antogs ske så att de geografiskt sämst belägna stationerna lades ner i tur och ordning. Resultatet visade att prestandan av den hydrologiska modellen försämrades måttligt av denna utglesning, förutsatt att några få geografiskt representativa stationer återstod.

I verkligheten glesas inte stationsnätet ut så att enbart de sämst belägna stationerna faller bort. Genom förflyttningar och ny mätningsteknik finns också möjligheten att antalet stationer ökar för ett specifikt område där hydrologiska prognoser är av intresse.

Mot denna bakgrund har därför under 1995 ytterligare ett VASO/HUVA-projekt utförts där effekten på de hydrologiska prognoserna studeras vid en mer realistisk förändring av nederbörds- och temperaturstationsnätet. Denna rapport beskriver kortfattat denna studie.

2.2 Målsättning

Målsättningen med studien är att bedöma effekten på hydrologiska prognoser av

- en realistisk nedskärning i nederbörds- och temperaturstationsnätet
- en installation av nya nederbörds- eller temperaturstationer

samt att undersöka

- möjligheten att kalibrera bort effekten av den minskade indatamängden vid nedläggning av stationer, genom förändring av den hydrologiska modellens parametrar.

2.3 Begränsningar

Följande begränsningar har valts:

- utglesningen av nederbörds- och temperaturstationer begränsas till en 20% nedläggning som antas ske slumpvis homogent över landet. Detta innebär att för de studerade områdena sker utglesningen enligt följande:
 - en station läggs ner om ursprungliga antalet stationer är mindre än eller lika med sju
 - två stationer läggs ner om ursprungliga antalet stationer är 8-12
- max tio kombinationer studeras vid nedläggning av två stationer
- max tio områden studeras
- endast områden i norra Sverige studeras
- endast den hydrologiska modellen IHMS-HBV studeras.

3 TIDIGARE STUDIER

Tidigare studier, vilka behandlar det kvantitativa behovet av indata för hydrologisk modellering och prognosering är dessvärre få.

WMO (1981) och WMO (1994) rekommenderar, för hydrologiska tillämpningar, minst 4-10 nederbördsstationer per 1000 km² i bergsområden och 1.1-1.7 nederbördsstationer per 1000 km² i flacka områden.

Brandt (1987) studerade HBV-modellens prestanda i sex områden i norra Sverige vid en systematisk utglesning av klimatstationerna. De sex områdena som studerades var Höljes i Klarälven, Torpshammar i Gimån, Sillre i Indalsälven, Kultsjön i Ångermanälven, Sädvajaure i Skellefteälven och Suorva i Luleälven. Stationstäthetens betydelse studerades genom att de sämst geografiskt belägna klimatstationerna togs bort och modellen omkalibrerades manuellt. Nederbörds- och temperaturstationer studerades separat.

Resultatet, enligt Brandt (1987), visar att HBV-modellens prestanda påverkas måttligt av denna utglesning och att en till två representativa nederbördsstationer per 1000 km² kan anses vara ett minimum för tillförlitliga prognoser.

Häggström *et al* (1990) använde sig av liknande teknik för att undersöka HBV-modellens prestanda i ett ca 4000 km² stort avrinningsområde i Panama då olika antal nederbördsstationer användes. Resultatet pekade även här på en måttlig försämring av modellens flödessimulering då antalet stationer minskar. Med åtta ursprungliga nederbördsstationer försämrades modellresultatet avsevärt först då endast fyra stationer återstod.

Studier av effekten på hydrologiska prognoser vid en utökning av indata är även dessa mycket få. Brandt och Bergström (1994) studerade möjligheterna att förbättra HBV-modellens prestanda genom olika form av snökartering. Studierna utfördes i fjällområden i övre Ångermanälven, Luleälven och Klarälven och visade att modellresultatet förbättrades, framförallt i områden med få klimatstationer.

4 MATERIAL OCH METODIK

4.1 IHMS-HBV

Integrerat Hydrologiskt Modell System (IHMS) är ett Windows-baserat system anpassat för hydrologisk modellering och prognosering. IHMS utnyttjar den hydrologiska modellen HBV som utvecklades på SMHI under början av 1970-talet, Bergström (1976). HBV-modellen är kalibrerad för ca 170 avrinningsområden i Skandinavien, se t. ex. Bergström (1990), Killingtveit och Aam (1978), Vehviläinen (1986). IHMS används idag kontinuerligt för hydrologisk prognosering i Sverige av SMHI:s Hydrologiska Prognos- och Varningstjänst samt av stora delar av vattenkraftsindustrin.

I IHMS finns möjlighet till att sätta upp och kalibrera HBV-modellen för ett godtyckligt avrinningsområde. Kalibrering av modellparametrarna kan ske både manuellt och automatiskt, Harlin (1992). Indata i form av punktnederbörd och punkttemperatur viktas i modellen ihop till arealvärden.

En mer detaljerad beskrivning av HBV-modellens rutiner och parametrar kan studeras i t. ex. Bergström (1976) och Bergström (1990).

Bedömningen av modellresultatet sker främst på tre vis:

1. visuell jämförelse mellan simulerad och observerad hydrograf
2. den ackumulerade differensen mellan simulerad och observerad vattenföring
3. den förklarade variansen R^2 , Nash and Sutcliffe (1970), där

$$R^2 = \frac{\sum (\bar{Q}_o - Q_o)^2 - \sum (Q_c - Q_o)^2}{\sum (\bar{Q}_o - Q_o)^2}$$

Q_o = observerad vattenföring

\bar{Q}_o = observerad medelvattenföring

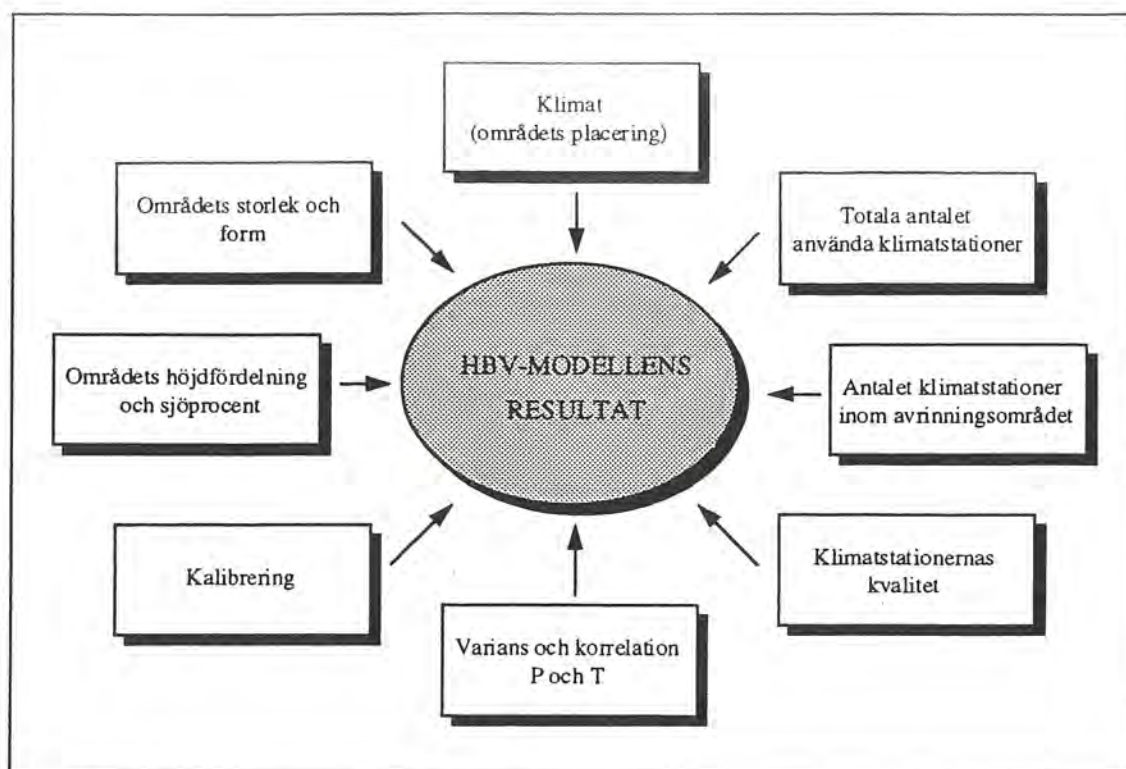
Q_c = simulerad vattenföring

Om $R^2=1$ finns en fullständig överensstämmelse mellan simulerade och observerade värden medan $R^2=0$ innebär att den simulerade serien ej beskriver verkligheten bättre än medelvärdet av de observerade värdena. $1-R^2$ benämns ofta som oförklarad varians.

4.2 Arbetsmetodik

4.2.1 Allmän metodik

Det totala antalet nederbörds- och temperaturstationer som är tillgängliga för ett område, är endast en av många faktorer som påverkar prestandan av den hydrologiska modell som sätts upp för området. Några av de viktigaste faktorerna är sammanfattade i Fig. 4.1.



Figur 4.1. Faktorer som påverkar HBV-modellens resultat.

En generell bedömning av förändringen i modellens prestanda vid en förändring i stationsnätet är mycket svår att göra eftersom stationstäthetens betydelse är beroende av de övriga faktorerna. Inom projektet har därför förändringen i modellprestandan studerats för ett antal områden med olika storlek, sjöprocent etc., för att få en bild av hur modellresultatet förändras i olika avrinningsområden i norra Sverige. Denna metodik ger även möjlighet att sätta förändringen i relation till de olika områdesegenskaperna.

Av praktiska skäl är det mycket enklare att studera prestandan i den hydrologiska modellen än att studera enskilda resultat i prognoser gjorda med modellen. I projektet har därför en kalibrerings- och valideringsperiod med historiska meteorologiska och hydrologiska data valts ut för att studera HBV-modellens prestanda med olika mängd indata.

4.2.2 Arbetsgång

Arbetsgången för respektive studerat område kan sammanfattas enligt följande:

1. Kalibrering med hjälp av automatisk kalibrering görs för kalibreringsperioden. Resultatet över valideringsperioden noteras.
2. En eller två stationer tas bort beroende på ursprungligt antal stationer. De borttagna stationernas vikt fördelas jämt på de närliggande stationerna men ingen förändring i modellparametrarna görs. Resultatet över valideringsperioden noteras. Detta upprepas för alla möjliga borttag av en eller två stationer. Nederbördsstationer och temperaturstationer behandlas dock var för sig.

3. Då alla kombinationer av en approximativ 20% utglesning har testats väljs det alternativ som givit den största försämringen. HBV-modellen omkalibreras därefter under kalibreringsperioden och modellen valideras med de nya parametrarna. Resultatet över valideringsperioden noteras.
4. Den eller de stationer som tagits bort, varefter modellen omkalibrerats i 3. återinstalleras nu i modellen igen. De nya modellparametrarna som blev resultatet av omkalibreringen används dock och en modellkörning görs över valideringsperioden.

Syftet med punkt nr 2. är att allmänt beskriva modellresultatets försämring vid en realistisk utglesning av stationsnätet medan punkt nr 3. syftar till att testa möjligheten att kalibrera bort effekten av utglesningen. Eftersom det finns väldigt få verkliga fall, vilka kan jämföras med varandra, då en ny klimatstation har installerats har metodiken i punkt nr 4. valts för att beskriva förändringen vid en ökning i antal stationer.

För att studera synergieffekten av att både en nederbördsstation och en temperaturstation gallras bort gjordes även en modellkörning med borttag av både den nederbörds- och temperaturstation som givit störst försämring i de enskilda fallen. Möjligheten att kalibrera bort denna effekt testades också.

Slutligen sammanfattades resultaten från alla områdena och en jämförelse mellan den genomsnittliga förändringen i modellprestanda och områdenas olika egenskaper gjordes.

4.2.3 Kalibrering

Automatisk kalibrering har genomgående använts för att ge den objektiva förändringen av modellprestandan. Den automatiska kalibreringen skedde enbart på de parametrar som är direkt anknutna till nederbörds- och temperaturdata. Parametrarna som kalibrerades på var:

PCORR	Korrektionsfaktor för nederbörd
SFCF	Korrektionsfaktor om nederbörden faller som snö
CFMAX	Graddagarsfaktorn som styr snösmältningshastigheten
TT	Tröskeltemperatur för snösmältning och för vilken typ av nederbörd som faller

Övriga parametrar hölls konstanta under alla modellkörningar. Dessa parametrar var för alla de valda områdena, fastlagda vid tidigare kalibreringar av HBV-modellen.

Som kriterie för den automatiska kalibreringen användes en kombination av R^2 -värdet och den ackumulerade differensen mellan simulerad och observerad vattenföring över kalibreringsperioden.

4.2.3 Kriterier

För att bedöma förändringen i modellprestanda studerades tre olika kriterier.

- Den förklarade variansen R^2 . Dels studerades den absoluta förändringen av R^2 -värdet dels den procentuella ökningen av oförklarad varians δ , beräknad som

$$\delta = \frac{(1 - R^2_{ny}) - (1 - R^2_{urspr})}{(1 - R^2_{urspr})}$$

där R^2_{ny} = R^2 -värde efter förändring av stationsnätet
 R^2_{urspr} = Ursprungligt R^2 -värde.

- Den ackumulerade differensen mellan simulerad och observerad vattenföring över vårfloden, beräknad som medelvärde av den absoluta differensen i mm för alla de vårfloder som inkluderades i valideringsperioden. Även den relativa ackumulerade differensen, beräknad som medeldifferens över vårfloden genom den totala årsavrinningen i mm, studerades för respektive område.
- Vårflodens start, beräknad som medelvärdet av det absoluta tidsfelet i dygn mellan simulerad och observerad start av vårfloden, för alla de vårfloder som inkluderades i valideringsperioden. Tidsfelet bestämdes subjektivt genom visuell studie av hydrograferna.

Syftet att studera de relativa förändringarna, procentuell ökning av oförklarad varians samt vårflodsdifferens/total årsavrinning, var att kunna jämföra resultaten mellan de olika områdena.

4.3 Studerade områden

4.3.1 Allmän beskrivning

I denna studie har tio områden valts ut i norra Sverige. Urvalskriterierna bestod främst av att områdena tidigare skulle vara uppsatta och kalibrerade med HBV-modellen samt att områdena fick viss spridning såväl geografiskt som i de egenskaper respektive område har. De tio områdena som valdes är följande:

Område	Vattendrag / Huvudvattendrag
Ytterholmen	Rörån / Råneälven
Suorva	Stora Luleälven / Luleälven
Sädvajaure	Skellefteälven / Skellefteälven
Kultsjön	Kultsjön / Ångermanälven
Laiksjön	Bergvattenån / Ångermanälven
Sillre	Oxsjöån / Indalsälven
Torpshammar	Gimån / Ljungan
Torrön	Ängsströmmen / Indalsälven
Konstdalsströmmen	Testeboån / Testeboån
Höljes	Klarälven / Göta älv

De tio områdenas geografiska spridning visas i Fig. 4.2.

Hälften av områdena, Suorva, Sädvajaure, Kultsjön, Torrön och Höljes, är rena fjällområden med varierande storlek och andel sjöprocent medan de resterande fem områdena är belägna längre ner i skogs- och kustlandet.

En kort allmän beskrivning av de studerade områdena ges i punktform nedan och i Bil. I visas respektive område uppritat med de av prognosmodellen utnyttjade nederbörds- och temperaturstationerna inprickade:

- *Ytterholmen* är ett till största delen skogsklätt område som dränerar ett biflöde till Råneälven. Området har i det här sammanhanget mycket liten sjöprocent och är lite drygt 1000 km² stort. HBV-modellen är för området uppsatt på tre nederbördsstationer och en temperaturstation.
- *Suorva* är beläget i övre delen av Luleälven på gränsen till Norge. Det är till större delen ett högfjällsområde på ungefär 4600 km² med mycket stora höjdskillnader inom området. Här finns även de stora sjöarna Virihaure, Vastenjaure och Akkajaure vilka medför att området även har stor andel sjö. Det är glest med nederbörds- och temperaturstationer och i prognosmodellen utnyttjas fyra norska nederbördsstationer medan de resterande tre är belägna på den svenska sidan. Endast två av nederbördsstationerna är belägna i området.
- *Sädvajaure* är ett fjällområde där kalfjäll är av det dominerande inslaget. Området som också gränsar mot Norge är beläget i översta delen av Skellefteälven och är till arealen knappt 1500 km². I den uppsatta prognosmodellen utnyttjas fem nederbördsstationer varav två av dessa är norska.
- Det lokala tillrinningsområdet till *Kultsjön* som har studerats är beläget i övre delen av Ångermanälven och består till ungefär halva arealen av högfjäll. Höjdskillnaderna är på grund av fjällinslaget relativt stora inom området. Till storleken är området ungefär 1000 km² och sjöandelen utgörs främst av sjön Kultsjön. I prognosmodellen används tre nederbördsstationer, varav två är belägna inom området, och en temperaturstation.
- *Laiksjön* dränerar ett biflöde till Ångermanälven och är i det här studien ett relativt litet område på knappt 600 km². Området är långsträckt och består till stora delar av öppen mark. Två av de tre nederbördsstationerna som används i den uppsatta HBV-modellen är belägna i varsin ända av avrinningsområdet.
- *Sillre* är av dessa tio områden det minsta på sina 230 km². Avrinningsområdet dränerar ett biflöde till Indalsälven och i modellen är nederbördsstationerna och temperaturstationerna fyra respektive två till antal där inga stationer är belägna inom området.
- Till ytan är *Torpshammar* i Gimån lite drygt 4300 km² och är i den här studien ett av de större områdena. Det är dessutom det område där antalet utnyttjade nederbördsstationer i den uppsatta HBV-modellen är störst. Många av stationerna är dessutom belägna inom området eller alldeles i dess närhet. Detta medför att vikten för respektive station är liten. Området är sjörikt med många småsjöar vilket är en bidragande orsak till att sjöprocenten för området är relativt stor.



Figur 4.2. De studerade områdenas geografiska läge. Skala 1:7 000 000.

- Tillrinningsområdet till *Torrön* ligger vid norska gränsen i den övre delen av Indalsälven och är även det ett fjällområde med stort inslag av kalfjäll. I övrigt har området stor andel sjö där sjön *Torrön* utgör merparten av sjöprocenten i området. En norsk nederbördsstation samt tre svenska används som indata till prognosmodellen varav två av stationerna finns inne i området.
- *Konstdalsströmmen* som dränerar delar av Testeboån är knappt 1000 km² stort. Området är framförallt skogsklätt med nästan 90% skog och har en relativt liten andel sjö. Nederbördsstationerna är tre till antal varav två är belägna i området.
- *Höljes* på ungefär 6000 km² är det största av dessa tio studerade områden. Det är beläget i Klarälvens översta del och är förhållandevis avlångt till formen. Merparten av avrinningsområdet är beläget i Norge och höjdskillnaderna inom området varierar mellan ungefär 300 och 1700 m.ö.h. Större delen av arealen utgörs av skog förutom i de norra delarna där stora sjöar och fjäll är av det dominerade inslaget. Av de åtta nederbördsstationer som används som indata till den uppsatta HBV-modellen är sju av stationerna norska. Dessutom är sju av dessa åtta nederbördsstationer placerade inne i området.

4.3.2 Studerade perioder

De för den här studien valda kalibrerings- respektive valideringsperioderna framgår av Tab. 4.1.

De båda perioderna har i möjligaste mån valts att vara densamma för samtliga områden för att lättare kunna jämföra områdena inbördes. Dock har detta ej varit möjligt i alla fall, där framförallt *Suorva* och *Torpshammar* avviker från mönstret. Detta beror på att det i dessa två områden finns stationer som startar eller slutar mitt under den tidsperiod som valdes att studeras för de övriga områdena.

Målet att studera ungefärligen samma perioder för alla tio områdena medförde också att kalibrerings- respektive valideringsperioderna blev relativt korta. Valideringsperioden har valts i direkt anslutning till kalibreringsperioden och längden på de båda perioderna är ca fyra år.

Tabell 4.1. Valda kalibrerings- respektive valideringsperioder för de tio områdena.

Område	Kalibreringsperiod	Valideringsperiod
Ytterholmen	1982-11-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-03-31
Suorva	1986-10-01 -- 1990-12-31	1991-01-01 -- 1994-12-31
Sädvajaure	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31
Kultsjön	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31
Laiksjön	1983-01-01 -- 1986-12-31	1987-01-01 -- 1990-12-31
Sillre	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31
Torpshammar	1979-01-01 -- 1982-12-31	1983-01-01 -- 1986-12-31
Torrön	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31
Konstdalsströmmen	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31
Höljes	1982-01-01 -- 1985-12-31	1986-01-01 -- 1989-12-31

4.3.3 Områdesegenskaper

Ett urval av allmänna egenskaper hos avrinningsområden som är av relevans för hydrologisk modellering har gjorts. Dessa egenskaper för de tio studerade områdena är beskrivna i Tab. 4.2-3.

I Tab. 4.2 definieras antal stationer per 1000 km² som det totala antalet använda stationer genom avrinningsområdets area, även om stationerna är placerade utanför avrinningsområdet.

Tabell 4.2. Några specifika områdesegenskaper för de tio studerade områdena.

Område	Area [km ²]	Andel sjö [%]	Antal P-stationer			Antal T-stationer		
			i avrinnings- området	totalt	P-stn/ 1000 km ²	i avrinnings- området	totalt	T-stn/ 1000 km ²
Ytterholmen	1012	1.5	1	3	2.96	1	1	0.99
Suorva	4646	13.9	2	7	1.51	2	3	0.65
Sädvajaure	1473	4.9	2	5	3.39	1	2	1.36
Kultsjön	1020	6.7	2	3	2.94	1	1	0.98
Laiksjön	581	5.0	2	3	5.16	0	3	5.16
Sillre	233	8.0	0	4	17.17	0	2	8.58
Torpshammar	4317	11.6	6	11	2.55	1	3	0.69
Torrön	1366	13.5	2	4	2.93	1	1	0.73
Konstalsströmmen	990	2.9	3	3	3.03	1	3	3.03
Höljes	6005	7.2	7	8	1.33	1	2	0.33

Modellprestandan, uttryckt som R²-värde, i Tab. 4.3 är baserad på valideringsperioden.

Årsmedelnederbörden för respektive område är beräknad som medelvärdet av den uppmätta årsnederbörden för de av HBV-modellen utnyttjade nederbördsstationerna. Denna siffra motsvarar alltså ej den areella nederbörden, främst på grund av att höjdkorrigerings ej genomförts. Därför kan ibland medelvattenföringen överstiga årsmedelnederbörden, vilket är fallet i vissa av fjällområdena.

Höjdskillnaden mellan högsta och lägsta punkt i varje avrinningsområde betecknas med Δh och kvoten $(\Delta h)^2/\text{area}$ beskriver följaktligen höjdfördelningen i respektive område.

Standardavvikelsen beskriver spridningen i uppmätt årsmedelnederbörd mellan de använda nederbördsstationerna i varje område. För att jämförelsen skall bli riktig har årsmedelnederbörden höjdkorrigerats till 500 m.ö.h.

Tabell 4.3. Ytterligare ett antal specifika områdesegenskaper för de tio områdena.

Område	Modell- prestanda R ²	Medel Q [mm/år]	Årsmedel- nederbörd [mm]	$(\Delta h)^2/\text{area}$ [m ² /km ²]	Standard avvikelse P _{medel}
Ytterholmen	0.939	365	629	179	80
Suorva	0.923	1100	850	446	713
Sädvajaure	0.815	728	557	873	100
Kultsjön	0.743	849	714	901	160
Laiksjön	0.921	394	647	277	15
Sillre	0.854	324	583	228	44
Torpshammar	0.899	272	576	111	52
Torrön	0.817	1130	957	542	180
Konstalsströmmen	0.927	392	657	158	44
Höljes	0.934	473	635	318	144

5 RESULTAT

5.1 Redovisningsmetodik

I kapitel 5.2-3 nedan sammanfattas resultaten av modellkörningarna i de tio områdena. För nederbörds- och temperaturstationer presenteras var för sig, resultatet av en utglesning av stationsnätet, möjligheten att kalibrera bort den eventuella försämringen och effekten av att nya stationer installeras.

För nederbördsstationer presenteras förändringen i R^2 -värde och volymen över vårfloden medan förändringen av den simulerade vårflodens start ej redovisas p.g.a. att ingen märkbar förändring skedde. För temperaturstationer redovisas dock effekten på alla tre kriterierna.

Effekten av omkalibrering samt installation av en ny station var för de olika kriterierna mycket lika och därför redovisas endast effekten på R^2 -värdet.

Den redovisade försämringen eller förbättringen är beräknad som differensen mellan det ursprungliga resultatet och resultatet efter att förändringen skett.

I kapitel 5.4 presenteras vad som sker om de sämsta enskilda resultaten för utglesning av nederbörds- och temperaturstationerna sammanfaller samt möjligheten att kalibrera bort den eventuella försämringen.

I kapitel 5.5 jämförs de genomsnittliga förändringarna i respektive område med de olika områdesegenskaperna. Dock redovisas endast de jämförelser som författarna har ansett vara av intresse.

Resultaten från alla modellkörningar är presenterade i Bil. II och modellförändringarna kontra områdesegenskaperna är fullständigt presenterade i Bil. III.

5.2 Nederbördsstationer

5.2.1 Utglesning utan omkalibrering

Resultaten av HBV-modellens försämring, i R^2 -värde och ackumulerad differens över vårfloden, om ca 20% av nederbördsstationerna läggs ner är sammanfattade i Tab. 5.1-2 nedan. En negativ försämring innebär en förbättring av modellresultatet efter borttag av nederbördstationer.

I genomsnitt försämras modellens R^2 -värde med 0.014 för de 10 studerade områdena. Dock försämras modellresultatet för det värsta fallet med i snitt 0.038. Den oförklarade variansen, vilken i Tab. 5.1 relateras till medelförsämringen, ökar i genomsnitt 12%. I Tab. 5.1 kan även utläsas att den minsta försämringen blev en förbättring av modellresultatet i alla områden utom Sillre och Höljes. Spridningen mellan områdena är allt ifrån en förbättring på R^2 -värdet för Ytterholmen där den oförklarade variansen minskar med i genomsnitt 4% till en kraftig försämring för områdena Suorva, Kultsjön, Konstdalsströmmen och Höljes där den oförklarade variansen istället ökar med omkring 25%.

Tabell 5.1. Effekten på R^2 -värdet om ca 20% nederbördsstationer tas ur bruk.

Område	Antal P-stn	Alla stn R^2	Antal stn borttagna	Max försämring R^2	Min försämring R^2	Medel försämring R^2	Medelökning av oförkl. varians
Ytterholmen	3	0.939	1	0.001	-0.006	-0.002	-4%
Suorva	7	0.923	1	0.057	-0.002	0.020	26%
Sädvajaure	5	0.815	1	0.013	-0.001	0.006	3%
Kultsjön	3	0.743	1	0.156	-0.117	0.061	24%
Laiksjön	3	0.921	1	0.003	-0.004	0.000	0%
Sillre	4	0.854	1	0.011	0.001	0.006	4%
Torpshammar	11	0.899	2	0.023	-0.003	0.006	6%
Torrön	4	0.817	1	0.038	-0.004	0.013	8%
Konstalsströmmen	3	0.927	1	0.029	-0.002	0.018	25%
Höljes	8	0.934	2	0.044	0.002	0.016	24%
Medel:				0.038	-0.014	0.014	12%

Den ackumulerade differensen över valideringsperiodens vårfloder ökar i förhållande till ursprungliga volymfelet med i medeltal 6.3 mm. I Tab. 5.2 ses att det är en stor skillnad mellan det maximala och minimala volymfelet. Relateras försämringen till områdenas årliga avrinning är den genomsnittliga försämringen 0.7% och spridningen av försämringen är relativt liten mellan de tio områdena. Om man däremot studerar de maximala försämringarna så fås exempelvis en kraftig försämring i framförallt Kultsjön och Suorva. Försämringen relaterad till den årliga avrinningen blir i båda fallen ungefär 7%.

Tabell 5.2. Effekten på ackumulerad differens mellan simulerat och observerat flöde under vårfloden om ca 20% nederbördsstationer tas ur bruk. Volymfelet är medelvärdet av de absoluta volymfelen i mm under de vårfloder som är inkluderade i valideringsperioden.

Område	Antal P-stn	Medel Q [mm/år]	Volymfel med alla stn [mm]	Antal stn borttagna	Max försämring [mm]	Min försämring [mm]	Medel försämring [mm]	Medel förs./ Medel Q
Ytterholmen	3	365	20.57	1	0.60	-10.20	-5.14	-1.4%
Suorva	7	1100	27.95	1	75.10	-1.05	25.90	2.4%
Sädvajaure	5	728	38.60	1	18.15	-15.33	4.94	0.7%
Kultsjön	3	849	111.92	1	63.55	-104.18	6.83	0.8%
Laiksjön	3	394	13.95	1	2.48	-0.25	0.95	0.2%
Sillre	4	324	16.00	1	7.75	-1.50	2.25	0.7%
Torpshammar	11	272	8.25	2	5.45	-0.43	1.43	0.5%
Torrön	4	1130	12.08	1	26.48	9.17	20.11	1.8%
Konstalsströmmen	3	392	13.95	1	5.45	-9.00	-0.16	0.0%
Höljes	8	473	15.45	2	26.95	-3.68	6.05	1.3%
Medel:			27.87		23.20	-13.64	6.31	0.7%

5.2.2 Omkalibrering

Möjligheten att kalibrera bort försämringen efter en utglesning av nederbördsstationer testades för varje område genom att kalibrera om HBV-modellens parametrar för den utglesning som givit störst försämring inom respektive område. Resultatet av denna omkalibrering är presenterad i Tab. 5.3.

Den sista kolumnen visar ökningen av oförklarad varians om omkalibrering görs efter att de 20% mest representativa stationerna tagits bort. Negativa resultat innebär ett bättre modellresultat i jämförelse med det ursprungliga resultatet med samtliga nederbördsstationer medtagna.

Tabell 5.3 Modellresultat om de mest representativa nederbördsstationerna i varje område tas bort. Kolumn 3 och 4 visar resultaten om ingen omkalibrering görs medan kolumn 5 och 6 visar resultaten efter en omkalibrering.

Område	Alla stn R^2	Max försämring R^2	Max ökning av oförklarad varians	Max försämring om omkalibrering görs	Max ökning av oförkl. varians om omkalibrering görs
Ytterholmen	0.939	0.001	2%	-0.002	-4%
Suorva	0.923	0.057	74%	-0.003	-4%
Sädvajaure	0.815	0.013	7%	0.017	9%
Kultsjön	0.743	0.156	61%	0.094	37%
Laiksjön	0.921	0.003	4%	0.006	8%
Sillre	0.854	0.011	7%	0.003	2%
Torpshammar	0.899	0.023	22%	0.004	4%
Torrön	0.817	0.038	21%	0.008	4%
Konstdalsströmmen	0.927	0.029	40%	0.042	58%
Höljes	0.934	0.044	67%	0.004	6%
Medel:		0.038	30%	0.017	12%

Tab. 5.3 visar att den försämring av modellresultatet uttryckt som minskning i R^2 eller som ökning av den oförklarade variansen minskar avsevärt i sju av de tio studerade områdena efter en omkalibrering av HBV-modellens parametrar. Den oförklarade variansen minskas i genomsnitt till knappt hälften liksom även försämringen i R^2 efter en omkalibrering av modellen. Motsvarande resultat kan ses om den ackumulerade differensen över vårfloden studeras.

I de enskilda fallen Suorva och Höljes uppnås en mycket kraftig förbättring av modellresultatet efter omkalibrering. För tre av områdena uppnås ingen förbättring alls utan modellresultatet försämras istället efter omkalibreringen. I två av fallen är försämringen av modellresultatet marginell medan den i Konstdalsströmmen är betydligt kraftigare. Ökningen av den oförklarade variansen ökar i Konstdalsströmmen från 40% till 58%.

5.2.3 Installation av ny P-station

För att studera effekten av att en ny nederbördsstation installeras i de tio områdena kördes den omkalibrerade modellen (se föregående kapitel 5.2.2) med de nya modellparametrarna men med de borttagna stationerna återinstallerade. Resultatet redovisas i Tab. 5.4.

Tabell 5.4. Effekten av att nya nederbördsstationer installeras i den omkalibrerade modellen.

Område	Omkalibrerad modell med 1(2) P-stn borttagna R^2	Omkalibrerad modell med de borttagna P-stn installerade R^2	Förbättring R^2
Ytterholmen	0.941	0.942	0.001
Suorva	0.926	0.862	-0.064
Sädvajaure	0.798	0.796	-0.002
Kultsjön	0.649	0.783	0.134
Laiksjön	0.915	0.916	0.001
Sillre	0.850	0.857	0.007
Torpshammar	0.894	0.902	0.008
Torrön	0.809	0.825	0.016
Konstdalsströmmen	0.885	0.903	0.018
Höljes	0.930	0.935	0.005
Medel:			0.012

Endast i Kultsjön sker en signifikant förbättring av modellresultatet med 0.134. I ytterligare sju områden förbättras modellresultatet medan det i Suorva istället försämras drastiskt. Den genomsnittliga förbättringen av R^2 -värdet blir 0.012 vid installation av nya nederbördsstationer.

Man bör notera att de stationer som återinstalleras var de som, enligt kapitel 5.2.1, är de mest representativa för respektive område. Detta innebär troligen att den genomsnittliga förbättringen är i överkant eftersom man i verkligheten ej kan förutspå var den optimala platsen för en nyinstallation skall göras.

5.3 Temperaturstationer

5.3.1 Utglesning utan omkalibrering

Då antalet temperaturstationer i de tio utvalda områdena ej översteg tre stycken för något område begränsas studien till att en station tas bort. I de fall endast en ursprunglig temperaturstation finns har denna tagits bort och ersatts av den till avrinningsområdet geografiskt mest närbelägna stationen.

HBV-modellens försämring, i R^2 -värde, ackumulerad differens över vårfloden samt start av vårflod, av denna studie är sammanfattade i Tab. 5.5-7 nedan. Ett negativt resultat innebär en förbättring av modellresultatet efter borttag av en temperaturstation.

Tabell 5.5. Effekten på R^2 -värdet om en temperaturstation tas ur bruk.

Område	Antal T-stn	Alla stn R^2	Antal stn borttagna	Max försämring R^2	Min försämring R^2	Medel försämring R^2	Medelökning av oförkl. varians
Ytterholmen	1	0.939	1	0.015	0.015	0.015	24%
Suorva	3	0.923	1	0.025	0.026	0.010	13%
Sädvajåure	2	0.815	1	0.005	0.001	0.003	2%
Kultsjön	1	0.743	1	-0.016	-0.016	-0.016	-6%
Laiksjön	3	0.921	1	0.008	0.001	0.005	6%
Sillre	2	0.854	1	0.047	0.036	0.041	28%
Torpshammar	3	0.899	1	0.008	-0.020	-0.005	-5%
Torrön	1	0.817	1	0.017	0.017	0.017	9%
Konstdalsströmmen	3	0.927	1	0.013	-0.010	0.000	0%
Höljes	2	0.934	1	0.011	0.000	0.006	8%
Medel:				0.013	0.005	0.008	8%

Den genomsnittliga försämringen av R^2 -värdet efter en utglesning i temperaturstationsnätet är 0.008. Den oförklarade variansen ökar i genomsnitt 8%. Spridningen av förändringen på den oförklarade variansen är allt ifrån en minskning, d.v.s. en förbättring av modellresultatet, på 6% i Kultsjön till en ökning på 28% i Sillre. Största enskilda försämringen uppkom i Sillre som också är det klart minsta området i den här studien. Även i Ytterholmen som också är ett av de mindre områdena blir försämringen stor om den enda temperaturstationen Pålkem i området läggs ner.

Tabell 5.6. Effekten på ackumulerad differens mellan simulerat och observerat flöde under vårfloden om en temperaturstation tas ur bruk. Volymfelet är medelvärdet av de absoluta volymfelen i mm under de vårfloder som är inkluderade i valideringsperioden.

Område	Antal T-stn	Medel Q [mm/år]	Volymfel med alla stn [mm]	Antal stn borttagna	Max försämring [mm]	Min försämring [mm]	Medel försämring [mm]	Medel förs./ Medel Q
Ytterholmen	1	365	20.57	1	1.83	1.83	1.83	0.5%
Suorva	3	1100	27.95	1	41.73	-3.70	17.32	1.6%
Sädvajaure	2	728	38.60	1	0.33	0.10	0.21	0.0%
Kultsjön	1	849	111.92	1	5.05	5.05	5.05	0.6%
Laiksjön	3	394	13.95	1	1.60	-0.90	0.61	0.2%
Sillre	2	324	16.00	1	7.78	-6.15	0.81	0.3%
Torpshammar	3	272	8.25	1	0.35	-0.50	0.03	0.0%
Torrön	1	1130	12.08	1	12.80	12.80	12.80	1.1%
Konstdalsströmmen	3	392	13.95	1	1.35	-2.50	-0.46	-0.1%
Höljes	2	473	15.45	1	1.18	0.03	0.60	0.1%
Medel:			27.87		7.40	0.61	3.88	0.4%

Försämringen av den ackumulerade differensen efter en utglesning av antalet temperaturstationer blir i genomsnitt 3.9 mm. Relateras försämringen till den årliga avrinningen inom respektive område är spridningen områdena emellan mycket liten. Den genomsnittliga maximala försämringen i mm är ungefär dubbla medelförsämringen. Kraftigaste enskilda försämringen uppnås i Suorva där maximala försämringen långt överstiger maximala försämringen i de övriga områdena. Resultatet över effekten på den ackumulerade volymen är därmed ej entydig försämringen av R^2 -värdet enligt Tab. 5.5 där Sillre och Ytterholmen gav de sämsta enskilda resultaten.

Tabell 5.7. Effekten på simulerad start av vårfloden om en temperaturstation tas ur bruk. Startfelet är ett medelvärde av de absoluta startfelen i dygn under de vårfloder som är inkluderade i valideringsperioden.

Område	Antal T-stn	Startfel med alla stn [dygn]	Antal stn borttagna	Max försämring [dygn]	Min försämring [dygn]	Medel försämring [dygn]
Ytterholmen	1	1.67	1	-1.33	-1.33	-1.33
Suorva	3	1.25	1	0.50	-0.25	0.17
Sädvajaure	2	1.75	1	0.00	-0.25	-0.13
Kultsjön	1	0.50	1	0.00	0.00	0.00
Laiksjön	3	0.25	1	0.75	0.00	0.25
Sillre	2	1.25	1	0.75	-0.50	0.13
Torpshammar	3	1.25	1	0.25	0.00	0.08
Torrön	1	0.50	1	0.25	0.25	0.25
Konstdalsströmmen	3	0.75	1	0.00	0.00	0.00
Höljes	2	1.75	1	0.25	-0.25	0.00
Medel:		1.09		0.14	-0.23	-0.06

Resultaten av effekten på vårflodens start i Tab. 5.7 visar att försämringen i genomsnitt för de tio områdena är mycket marginell. Medelvärdet som är -0.06 dygn och innebär en förbättring är något snedviden eftersom den stora förbättringen i Ytterholmen efter borttag av den enda temperaturstationen Pålkem drar ned medelvärdet betydligt. För de resterande områdena görs en genomsnittlig försämring på lite knappt 0.08 dygn om en temperaturstation tas ur bruk. Största enskilda försämringen inträffar annars i Laiksjön och Sillre där starten av vårfloden försämras med 0.75 dygn.

5.3.2 Omkalibrering

Möjligheten att kalibrera bort försämringen av en utglesning av antalet temperaturstationer testades för varje område genom att kalibrera om HBV-modellen för den utglesning som givit störst försämring för respektive område. Resultatet av denna omkalibrering är presenterad i Tab. 5.8.

Den sista kolumnen visar ökningen av oförklarad varians om omkalibrering görs efter att den mest representativa temperaturstationen tagits bort. Ett negativt resultat innebär att modellresultatet är bättre än det ursprungliga resultatet med samtliga nederbördsstationer medtagna.

Tabell 5.8. Modellresultat om den mest representativa temperaturstationen i varje område tas bort. Kolumn 3 och 4 visar resultaten om ingen omkalibrering görs medan kolumn 5 och 6 visar resultaten efter en omkalibrering.

Område	Alla stn R^2	Max försämring R^2	Max ökning av oförklarad varians	Max försämring om omkalibrering görs	Max ökning av oförkl. varians om omkalibrering görs
Ytterholmen	0.939	0.015	24%	-0.007	-11%
Suorva	0.923	0.025	32%	0.010	13%
Sädvajaure	0.815	0.005	3%	0.005	3%
Kultsjön	0.743	-0.016	-6%	0.012	5%
Laiksjön	0.921	0.008	10%	0.007	9%
Sillre	0.854	0.047	32%	0.027	18%
Torpshammar	0.899	0.008	8%	0.008	8%
Torrön	0.817	0.017	9%	0.003	1%
Konstdalsströmmen	0.927	0.013	18%	0.004	6%
Höljes	0.934	0.011	17%	0.009	14%
Medel:		0.013	15%	0.008	7%

I Tab. 5.8 kan utläsas att den försämring av modellresultatet, efter borttag av en temperaturstation, uttryckt som minskning i R^2 eller som relativ ökning av den oförklarade variansen i stort sett kan halveras genom att kalibrera om den för området uppsatta modellen.

Den genomsnittliga minskningen av den oförklarade variansen efter en omkalibrering minskar från 15% till 7%. Bästa enskilda resultatet uppkommer i det här fallet för Ytterholmen där den oförklarade variansen minskar från 24% försämring till 11% förbättring. Endast i ett av områdena, Kultsjön, görs en försämring av HBV-modellen efter omkalibrering.

Motsvarande resultat med en halvering av försämringen kan ses om den ackumulerade differensen över vårfloden studeras. Effekten på vårflodens start efter omkalibrering är minimal där det i hälften av fallen görs en förbättring och i den andra halvan i stället en försämring av vårfloden start.

5.3.3 Installation av ny T-station

För att studera effekten när en ny temperaturstation installeras i de tio områdena kördes den omkalibrerade modellen (se föregående kapitel 5.3.2) med de nya modellparametrarna men med de borttagna stationerna återinstallerade. Resultatet redovisas i Tab. 5.9.

Tabell 5.9. Effekten av att en ny temperaturstation installeras i den omkalibrerade modellen.

Område	Omkalibrerad modell med en T-stn borttagen R^2	Omkalibrerad modell med den borttagna T-stn installerad R^2	Förbättring R^2
Ytterholmen	0.946	0.934	-0.012
Suorva	0.913	0.905	-0.008
Sädvajaure	0.810	0.814	0.004
Kultsjön	0.731	0.685	-0.046
Laiksjön	0.914	0.922	0.008
Sillre	0.827	0.843	0.016
Torpshammar	0.891	0.899	0.008
Torrön	0.814	0.828	0.014
Konstdalsströmmen	0.923	0.932	0.009
Höljes	0.924	0.929	0.005
Medel:			0.000

Tab. 5.9 visar att den genomsnittliga förbättringen av modellresultatet blir marginell vid installationen av en ny temperaturstation. Dock bör påpekas att variationen mellan områdena är relativt stora. T. ex. så sker en klar försämring av modellresultatet i Ytterholmen. I de flesta av områdena sker dock en förbättring av modellresultatet efter en nyinstallation av en temperaturstation.

Även här bör noteras att de stationer som återinstalleras var de som, enligt kapitel 5.3.1, är de mest representativa för respektive område. Detta innebär troligen att den genomsnittliga förbättringen är i överkant eftersom man i verkligheten ej kan förutspå var den optimala platsen för en nyinstallation skall göras.

5.4 Nederbörds- och temperaturstationer

5.4.1 Utglesning utan omkalibrering

För att studera om någon eventuell synergieffekt uppkommer då både en temperaturstation och en eller två nederbördsstationer tas bort gjordes en modellkörning för respektive område med de nederbörds- och temperaturstationer som gav störst försämring i de enskilda fallen. Resultaten visas i Tab. 5.10.

Tabell 5.10. Effekten på R^2 -värdet av att de var för sig mest representativa nederbörds- och temperaturstationerna gallras bort samtidigt.

Område	Antal P-stn	Antal T-stn	Alla stn R^2	Antal P-stn borttagna	Antal T-stn borttagna	Försämring R^2	Ökning av den oförkl. variansen
Ytterholmen	3	1	0.939	1	1	0.016	27%
Suorva	7	3	0.923	1	1	0.132	171%
Sädvajaure	5	2	0.815	1	1	0.016	8%
Kultsjön	3	1	0.743	1	1	0.118	46%
Laiksjön	3	3	0.921	1	1	0.013	17%
Sillre	4	2	0.854	1	1	0.066	45%
Torpshammar	11	3	0.899	2	1	0.031	30%
Torrön	4	1	0.817	1	1	0.058	31%
Konstdalsströmmen	3	3	0.927	1	1	0.038	53%
Höljes	8	2	0.934	2	1	0.065	98%
Medel:						0.055	53%

Denna studie kan ses mer som en känslighetsanalys eftersom sannolikheten att de två mest representativa nederbörds- och temperaturstationerna läggs ner samtidigt är relativt liten. Resultaten visar dock att den genomsnittliga ökningen av den oförklarade variansen uttryckt i R^2 -värdet är 53%. Den absolut största försämringen inträffar i Suorva där R^2 -värdet minskar från 0.923 till 0.791 vilket är en radikal försämring. Även i Höljes sker en dramatisk försämring då den oförklarade variansen ökar med 98%.

Motsvarande resultat i ackumulerad differens över vårfloden samt vårflodens start, skiljer sig mycket litet från Tab. 5.2 respektive 5.7 och presenteras därför ej. Likheter torde bero på att en borttagning av nederbördsstationer har liten betydelse på vårflodens start och att en borttagning av en temperaturstation endast marginellt påverkar volymfelet i modellen.

5.4.2 Omkalibrering

På samma sätt som i 5.2.2 och 5.3.2 visar Tab. 5.11 resultatet av en omkalibrering efter det att stationsnätet glesats ut med både nederbörds- och temperaturstationer.

Tabell 5.11. Modellresultat om de mest representativa nederbörds- och temperaturstationerna i varje område tas bort. Kolumn 3 och 4 visar resultaten om ingen omkalibrering görs medan kolumn 5 och 6 visar resultaten efter en omkalibrering..

Område	Alla stn R^2	Försämring R^2	Max ökning av oförklarad varians	Max försämring om omkalibrering görs	Max ökning av oförkl. varians om omkalibrering görs
Ytterholmen	0.939	0.016	27%	-0.009	-15%
Suorva	0.923	0.132	171%	0.021	28%
Sädvajaure	0.815	0.016	8%	0.178	10%
Kultsjön	0.743	0.118	46%	0.014	5%
Laiksjön	0.921	0.013	17%	0.012	16%
Sillre	0.854	0.066	45%	0.017	12%
Torpshammar	0.899	0.031	30%	0.016	16%
Torrön	0.817	0.058	31%	0.056	31%
Konstdalsströmmen	0.927	0.038	53%	0.000	0%
Höljes	0.934	0.065	98%	0.013	19%
Medel:		0.055	53%	0.032	12%

Också Tab. 5.11 visar att en omkalibrering av HBV-modellens parametrar effektivt minskar den försämring som uppkommer efter en 20% nedläggning av antalet klimatstationer. I detta fall minskar den oförklarade variansen i genomsnitt från 53% till 12% efter en omkalibrering av modellen.

Största enskilda förbättringen uppkommer i Suorva, där också försämringen blir störst enligt Tab. 5.10. Modellresultatet efter omkalibreringen uttryckt i den oförklarade variansen minskar från 171% till 28%. På avvikelsen i R^2 -värdet i förhållande till det ursprungliga R^2 -värdet sker i princip en halvering. I endast ett av de tio studerade områdena, Sädvajaure, inträffar en försämring av modellresultatet efter omkalibreringen.

5.5 Modellförsämring kontra områdesegenskaper

5.5.1 Områdesvariabler

Med syftet att förutspå vilka områden som lämpar sig bättre eller sämre för en utglesning av klimatstationsnätet, har resultaten för de 10 områdena satts i relation till respektive områdesegenskaper, se Tab. 4.2 och 4.3.

Områdesegenskaper har konverterats till variabler, vilka är mindre beroende av områdenas absoluta egenskaper, för att ge möjlighet till att jämföra områdena sinsemellan. De sex variabler som har undersökts är

1. Antal stn per 1000 km² = Ursprungligt antal stationer genom avrinningsområdets area
2. Andel stn inom området = Antalet stationer inom området genom totala antalet stationer
3. Area = Avrinningsområdets area
4. Sjöprocent = Total sjöarea inom området genom avrinningsområdets area
5. $(\Delta h)^2/\text{Area}$ = Höjdskillnaden inom området i kvadrat genom avrinningsområdets area
6. $\text{Stdav}(P_{\text{medel}})$ = Standardavvikelsen av den observerade årsmedel-nederbörden (höjdkorrigerad till 500 m.ö.h.) vid de ursprungliga nederbördsstationerna.

Förutom area är områdesvariablerna valda så att dess enhet är dimensionslös.

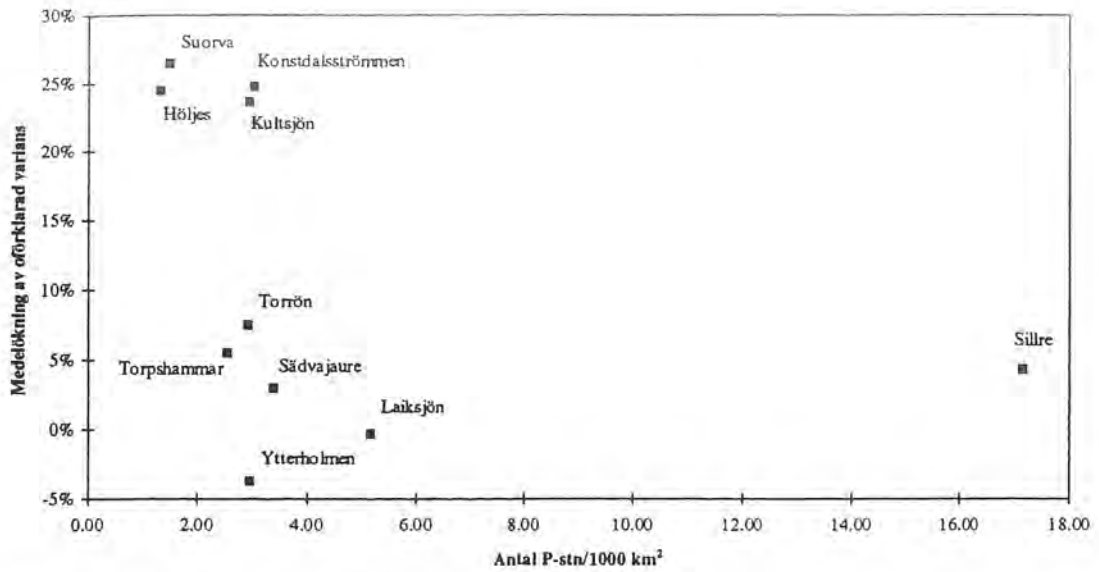
5.5.2 Försämring i R²-värdet

För att kunna jämföra försämringen i R²-värdet studerades ökningen av den oförklarade variansen vid en utglesning av stationsnätet. Medelökningen av oförklarad varians för respektive område plottades mot områdenas respektive variabler.

Vid en nedläggning av ca 20% nederbördsstationer indikerar jämförelsen mellan områdena att det ej finns något samband mellan avrinningsområdets area, sjöprocent eller höjdskillnad och försämringen i modellprestandan. Andelen stationer inom området uppvisar heller inget samband med respektive modellförsämring. Anmärkningsvärt är istället att Höljes och Konstdalsströmmen båda försämras kraftigt trots att nästan alla nederbördsstationer ligger inom avrinningsområdet.

Fig. 5.1 visar ökningen i oförklarad varians mot stationsnätets täthet. I diagrammet kan ses att alla fyra områden som uppvisade en kraftig försämring vid nedläggning av nederbördsstationer, har en stationstäthet på tre eller färre stationer per 1000 km².

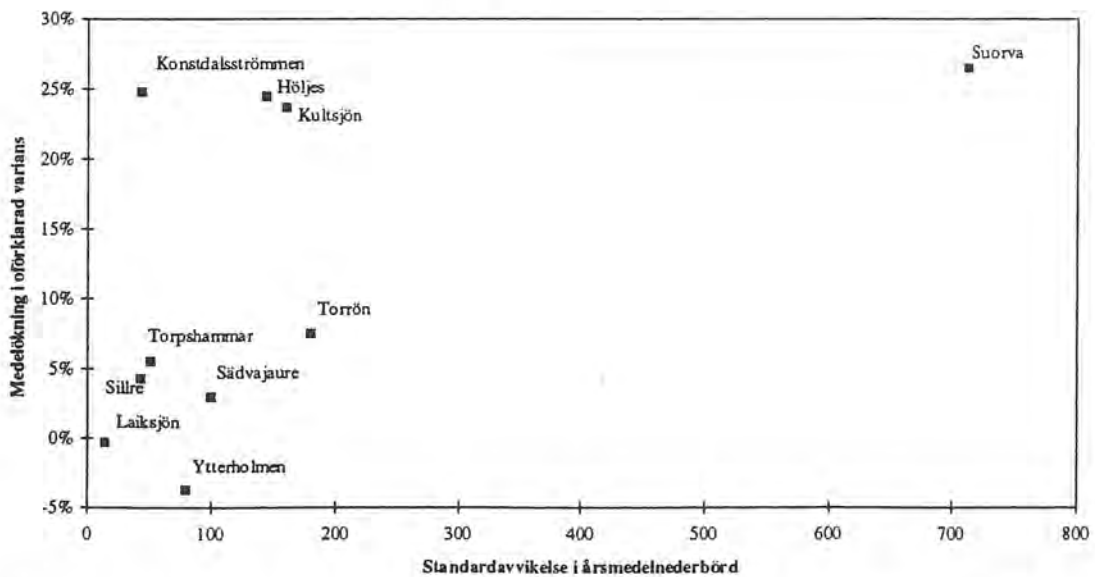
Utglesning P-stn



Figur 5.1. Medelökningen av oförklarad varians i de tio undersökta områdena plottade mot områdenas ursprungliga antal nederbördsstationer per 1000 km².

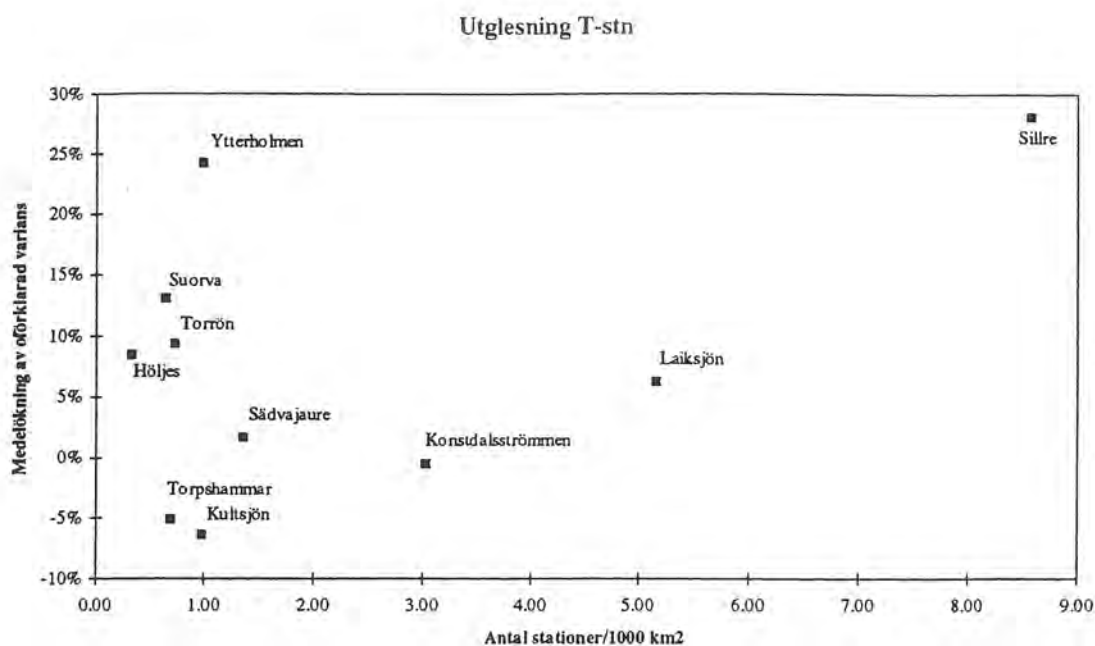
När ökningen i oförklarad varians istället plottas mot hur nederbörden varierar i områdena, se Fig. 5.2, ses att av de fyra områdena har Suorva också en mycket stor nederbördsgradient. Även Höljes och Kultsjön har en relativt stor nederbördsgradient medan Konsttalsströmmen har förhållandevis små skillnader i nederbörd inom området.

Utglesning P-stn



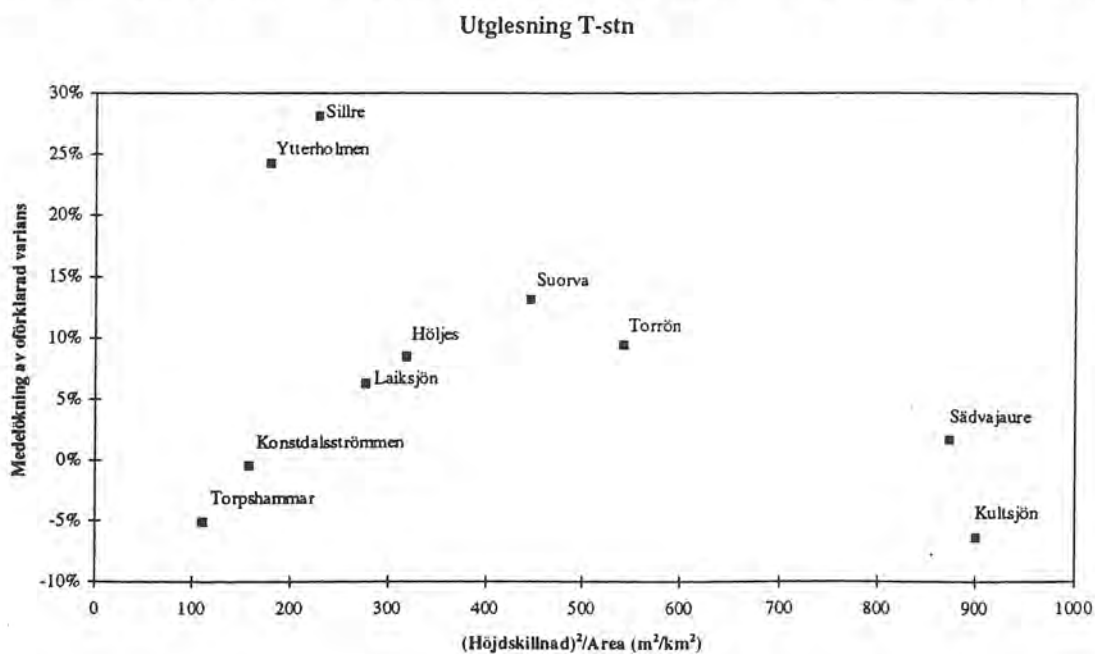
Figur 5.2. Medelökningen av oförklarad varians i de tio undersökta områdena plottade mot standardavvikelsen i årsmedelnederbörden vid områdenas nederbördsstationer.

Vid en utglesning av temperaturstationsnätet med en station per område visar jämförelsen mellan ökning i oförklarad varians och respektive områdesvariabler ej heller några klara trender eller samband. Fig. 5.3 visar jämförelsen med antalet stationer per area.



Figur 5.3. Medelökningen av oförklarad varians i de tio undersökta områdena plottade mot områdenas ursprungliga antal temperaturstationer per 1000 km².

De två områdena med kraftig försämring i modellprestanda, Sillre och Ytterholmen, ligger nära x-axelns båda ytterligheter. Totalt sex av områdena har färre än en temperaturstation per 1000 km² men spridningen i modellförsämring dem emellan är signifikant, från en förbättring på 6% i Kultsjön till en försämring på 24% i Ytterholmen.



Figur 5.4. Medelökningen av oförklarad varians i de tio undersökta områdena plottade mot områdenas höjdfördelning.

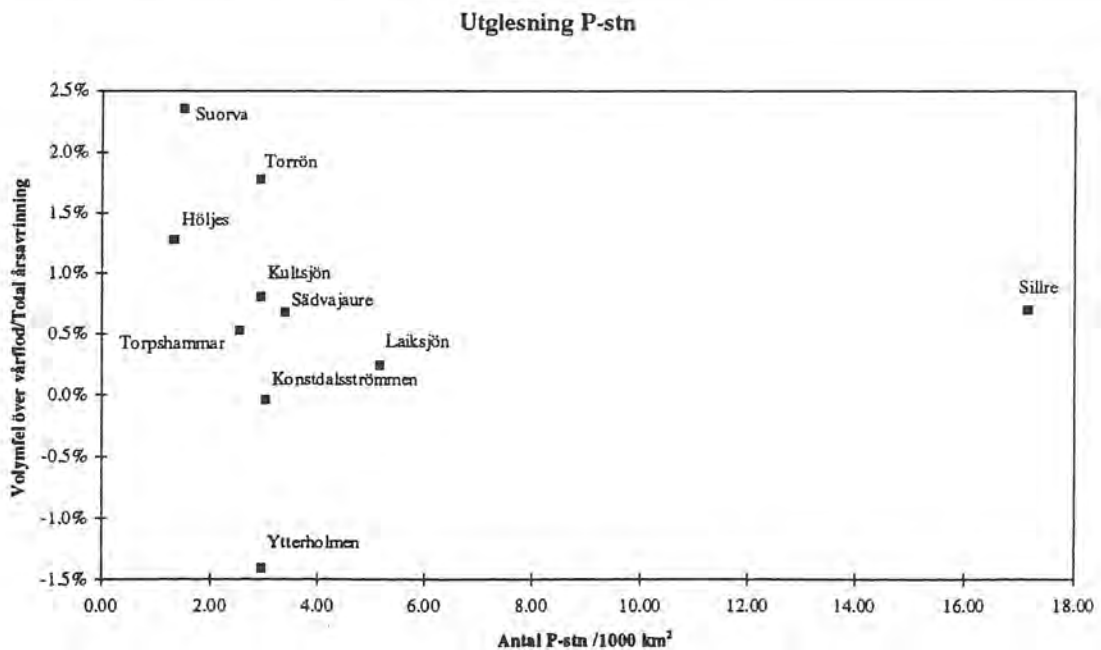
Fig. 5.4 visar ökningen av oförklarad varians mot ett mått på respektive områdes höjdfördelning. Det intressanta med denna jämförelse är att en liten höjdskillnad inom området främst ses hos de områden som ligger i skogslandet nära Östersjön.

Dock visar inte diagrammet i Fig. 5.4 något samband mellan modellresultatet i skogs- respektive fjällområdena. Sillre och Ytterholmen, som ligger nära Östersjön, visar visserligen de största försämringarna men Konstadsströmmen, som också ligger nära kusten visar ingen försämring alls. Istället uppvisar Suorva en relativt stor försämring när en temperaturstation läggs ner.

5.5.3 Försämring i ackumulerad differens över vårfloden

Motsvarande jämförelser, som i kapitel 5.5.2 mellan respektive områdes egenskaper och modellens försämring i ackumulerad volym över vårfloden indikerar också vaga eller inga samband. För att få en så riktig jämförelse mellan de olika områdena har, som mått på försämring i modellprestanda, volymfelet över vårfloden genom totala årsavrinningen använts.

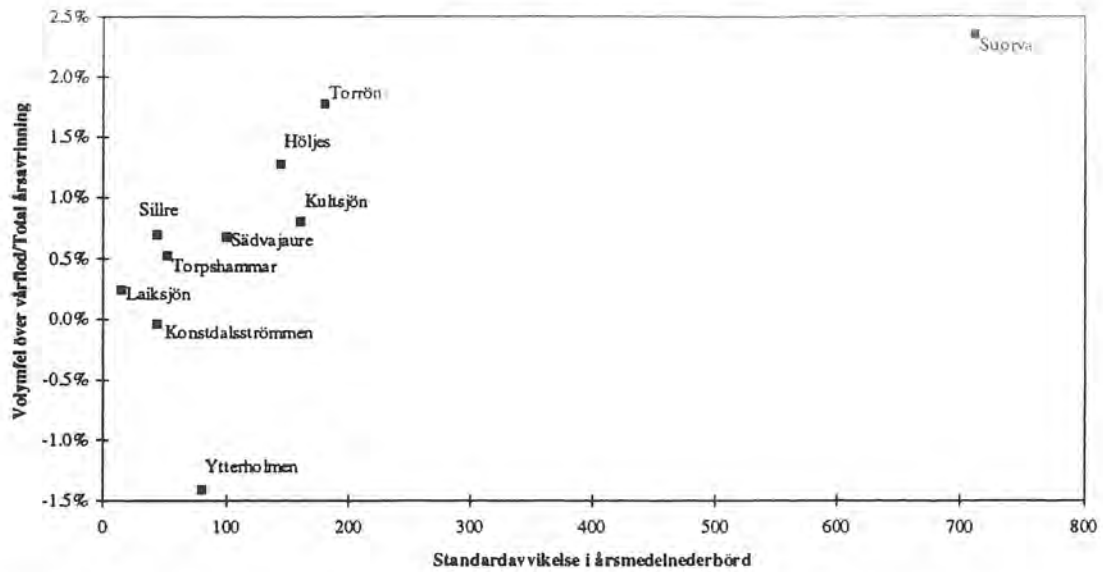
Fig. 5.5 och 5.6 visar modellförändringen, då ca 20% nederbördsstationer tas bort, mot antal nederbördsstationer per 1000 km² respektive standardavvikelsen i årsmedel-nederbörden för de använda stationerna.



Figur 5.5. Den genomsnittliga försämringen i volymfelet över vårfloden relaterat till den totala årsavrinningen för de tio undersökta områdena, plottade mot områdenas ursprungliga antal nederbördsstationer per 1000 km².

De tre fjällområdena, Suorva, Torrön och Höljes, vilka gav den största försämringen i modellresultat ligger alla i det övre vänstra hörnet av diagrammet i Fig. 5.5. Å andra sidan visar jämförelsen att Ytterholmen, Konstadsströmmen, Torpshammar, Sädvajaure, Kultsjön och Torrön som alla har ca tre stationer per 1000 km², också har en stor spridning i förändring av modellresultatet vid en nedläggning av 20% stationer.

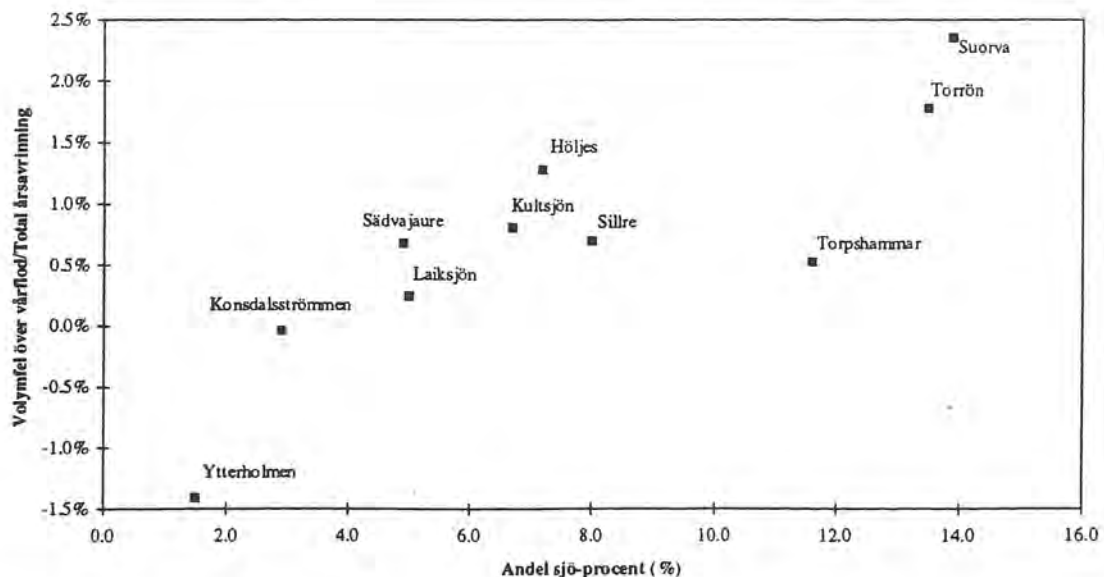
Utglesning P-stn



Figur 5.6. Den genomsnittliga försämringen i volymfelet över vårfloden relaterat till den totala årsavrinningen för de tio undersökta områdena, plottade mot standardavvikelsen i årsmedelnederbörden vid områdenas nederbördsstationer.

Om man undantar Ytterholmen, som gav en genomsnittlig förbättring då en nederbördsstation tas bort, visar Fig. 5.6 en trend att ökande nederbördsgradient i området ger ett större modellfel vid en utglesning av P-stationer. Suorva som har en mycket stor gradient uppvisar också den största modellförsämringen.

Utglesning P-stn



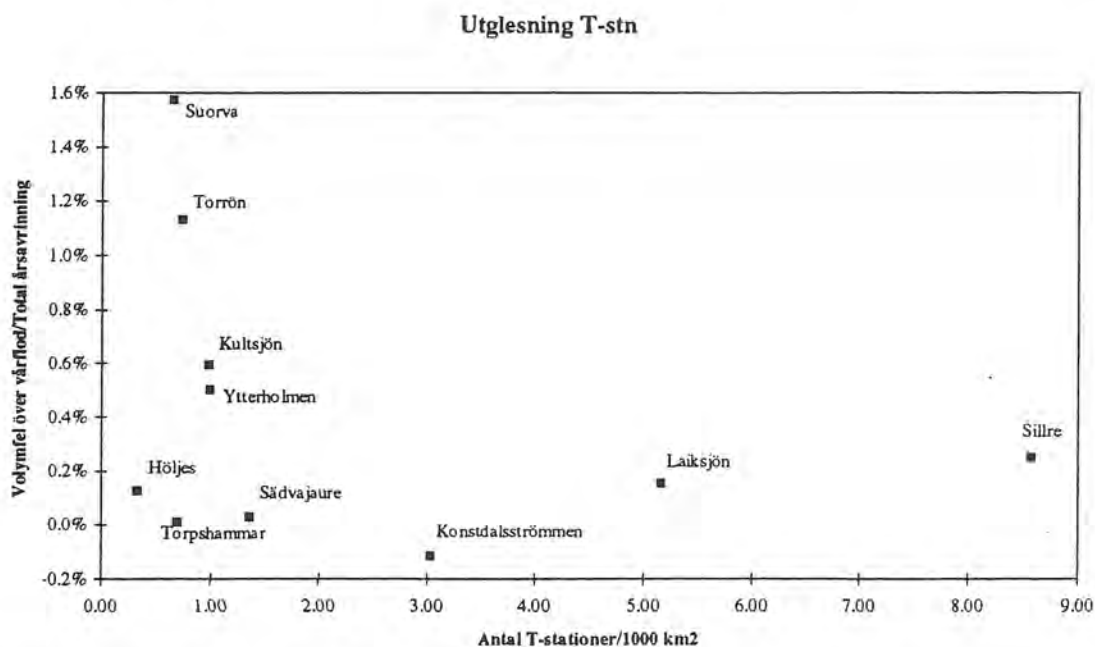
Figur 5.7. Den genomsnittliga försämringen i volymfelet över vårfloden relaterat till den totala årsavrinningen för de tio undersökta områdena, plottade mot andelen sjöar i respektive område.

En något mer förvånande antydning till trend kan ses i Fig. 5.7, som visar modellförsämringen i ackumulerad differens över vårfloden mot områdets sjöprocent. Enligt diagrammet ökar modellförsämringen med ökande andel sjöar.

I övriga jämförelser mellan modellens försämring i volym vid vårfloden och area, andel stationer inom området samt områdets höjdskillnader, kunde inga samband eller trender ses.

Även de försämringar i modellresultat som blev effekten om en temperaturstation läggs ner i de tio områdena jämfördes mot de sex områdesvariablerna. Inga samband eller trender kan utläsas i diagrammen.

Fig. 5.8 visar ökningen i volymfelet plottat mot antal ursprungliga stationer per 1000 km². Noterbart är att precis som för nedläggning av nederbördsstationer visar Suorva och Torrön de största modellförsämringarna. Dock är försämringen klart mindre i Höljes som har det lägsta antalet temperaturstationer per areaenhet.



Figur 5.8. Den genomsnittliga försämringen i volymfelet över vårfloden relaterat till den totala årsavrinningen för de tio undersökta områdena, plottade mot områdenas ursprungliga antal temperaturstationer per 1000 km².

6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Kvaliteten på hydrologiska prognoser är av naturliga skäl beroende av prestandan i den använda hydrologiska modellen. Dock finns en viktig skillnad mellan modell och prognos, nämligen möjligheten att uppdatera modellen inför en prognos. Erfarenheter av hydrologisk modellering och prognosering med IHMS-HBV tyder dock på att den allmänna modellprestandan också speglar prognosernas kvalitet.

Precis som Brandt (1987) diskuterar finns ett problem i hur antalet stationer per areaenhet skall definieras. I denna studie har det totala antalet använda stationer genom avrinningsområdets area valts som definition, även om stationerna är placerade utanför avrinningsområdet. Därför kan det i studien verka som om stationsnätet är tätare än det i verkligheten är.

Vid en jämförelse med internationella riktlinjer, WMO (1981) och WMO (1994) för minimum antal stationer per areaenhet, är det svenska klimatstationsnätet klart glesare än rekommenderat i fjällområdena medan stationsnätet i kust- och skogslandet ligger strax över acceptabel nivå.

Studierna av HBV-modellens prestanda i de tio områdena visar att kalibreringen är fundamental. Även om indata i form av nederbörd eller temperatur ej är representativ för det aktuella området kan kalibreringen kompensera för detta och modellen ger därmed ändå ett gott resultat. Detta är inte enbart positivt eftersom en förändring i indata, även en ökning eller förbättring, riskerar att göra parametrarna inaktuella. Effekten av detta kan tydligt ses i denna studie, nämligen genom att modellen ibland kan ge en markant förbättring i resultat vid en minskning av indata eller att resultatet ibland blir mycket sämre efter att en ny station installeras.

Kalibreringsmomentets viktiga roll visar också att en kombinerad utglesning av både meteorologiska stationer och hydrologiska stationer kan ge stora försämringar. Saknas observerad vattenföring ökar de meteorologiska stationernas betydelse avsevärt.

Följande generella slutsatser är dragna utifrån resultaten.

Utglesning utan omkalibrering:

- Den genomsnittliga försämringen på kvaliteten i hydrologiska prognoser är måttlig vid en realistisk (ca 20%) utglesning av stationsnätet. Detta gäller för såväl R^2 -värde, volymfel över vårfloden samt vårflodens start. Måttlig förändring innebär att förändringen är knappt visuellt synbar i hydrografen.
- Den maximala försämringen som erhöles i ett område om en eller två av de mest representativa stationerna läggs ner var å andra sidan signifikant. En slutsats av hur stor försämringen kan bli är dock svår att göra. Noterbart är att det i hälften av områdena ej är de bäst geografisk belägna stationerna som ger den största försämringen.

- Om de mest representativa nederbördsstationerna och temperaturstationerna läggs ner blir försämringen i modellprestanda dramatiskt större. I fyra av de tio områdena sammanföll den mest representativa nederbördsstationen med den mest representativa temperaturstationen.
- Storleksordningen av försämringen i R^2 -värde är ungefär lika vid en nedläggning av nederbörds- och temperaturstationer. För volymfelet över vårfloden är försämringen ca dubbel vid nedläggning av nederbördsstationer jämfört med temperaturstationer. Förändringen i startfelet vid vårfloden är endast märkbar vid en nedläggning av temperaturstationer.
- En försämringen i R^2 -värde innebär inte alltid att en likartad förändring också återfinns i volymfelet över vårfloden vid en utglesning av nederbördsstationer. Ej heller följs de tre kriterierna åt när en temperaturstation tas bort.
- Inget signifikant samband kan ses mellan respektive områdes egenskaper och modellförsämringen i området, om stationsnätet utglesas. Förändringen i modellresultatet för respektive område beror troligen istället på ett flertal faktorer, vilka kan kombineras obegränsat i varje område. Slutsatsen är därför att inget enskilt kriterie, t. ex. minimum för antal stationer per areaenhet, kan fastslås för att kunna prioritera i vilka områden eller regioner som en utglesning skall ske.

Omkalibrering:

- Om HBV-modellens parametrar kalibreras om efter att en utglesning skett minskar försämringen avsevärt. I åtta av de tio undersökta områdena reduceras försämringen nästan helt om de mest representativa stationerna tas bort.
- Försämringen reduceras ungefär lika mycket vid en omkalibrering för alla kriterierna, R^2 -värde, volymfel och start av vårflod.
- Försämringen minskar likartat vid en omkalibrering efter en utglesning av nederbördsstationer som efter en utglesning av temperaturstationer.

Installation av ny station:

- Om en ny nederbörds- eller temperaturstation installeras utan att modellen kan omkalibreras blir förbättringen av modellprestandan liten. Om modellen tidigare varit kalibrerad så att modellparametrarna kompenserat icke representativa data kan installationen till och med innebära en försämring i modellprestanda.

Syftet med uppläggningsen av detta projekt var att statistiskt undersöka effekten på hydrologiska prognoser vid en förändring av klimatstationerna i norra Sverige. Studien begränsades av praktiska skäl till tio områden och en ungefärlig 20% nedläggning av stationer.

I statistiska sammanhang är detta ett relativt litet underlag. För att ytterligare bekräfta de slutsatser som är dragna i denna rapport bör därför fler områden och längre perioder studeras.

I detta projekt valdes också att endast studera den totala försämringen över valideringsperioden vid en förändring i stationsnätet. I framtida studier bör kanske även modellresultatet under enskilda år studeras. Också hur modellresultatet förändras vid extrema flöden, som t. ex. vid vårfloden 1995, är av intresse, liksom om modellprestandan under höstflödena är lika känslig som under vårflödena.

REFERENSER

Bergström, S. (1976)

Development and Application of a Conceptual Runoff Model for Scandinavian Catchments,
SMHI Rapport, RHO nr 7.

Bergström, S. (1990)

Parametervärden för HBV-modellen i Sverige,
SMHI Hydrologi rapport, nr 28.

Brandt, M. (1987)

Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser,
SMHI Hydrologi rapport, nr 18.

Brandt, M. och Bergström, S. (1994)

Integration of Field Data into Operational Snowmelt-Runoff Models,
Nordic Hydrology, 25, 1994, pp 101-112.

Harlin, J. (1992)

Hydrological Modelling of Extreme Floods in Sweden,
SMHI Rapport, RHO nr 3.

Häggström, M., Lindström, G., Sandoval, L.A. och Vega, M.E. (1990)

Application of the HBV Model to the Upper Rio Cauca Basin,
SMHI Hydrologi rapport, nr 21.

Killingveit, Å. och Aam, S. (1978)

En fordelt model for snöackumulering og -avsmältning,
EFI, Institutt for Vassbygging, NTH, Trondheim.

Nash, J.E., och Sutcliffe, J.V. (1970)

River Flow Forecasting through Conceptual Models. Part I - A Discussion of Principles,
Journal of Hydrology, 10, 1970, pp 282-290.

Vehviläinen, B. (1986)

Modelling and Forecasting Snowmelt Floods for Operational Forecasting in Finland,
Proceedings from the IAHS Symposium: Modelling Snowmelt-Induced Processes,
Budapest, IAHS Publ. no 155.

WMO (1981)

Guide to Hydrological Practices,
WMO no. 168, Vol I and II.

WMO (1994)

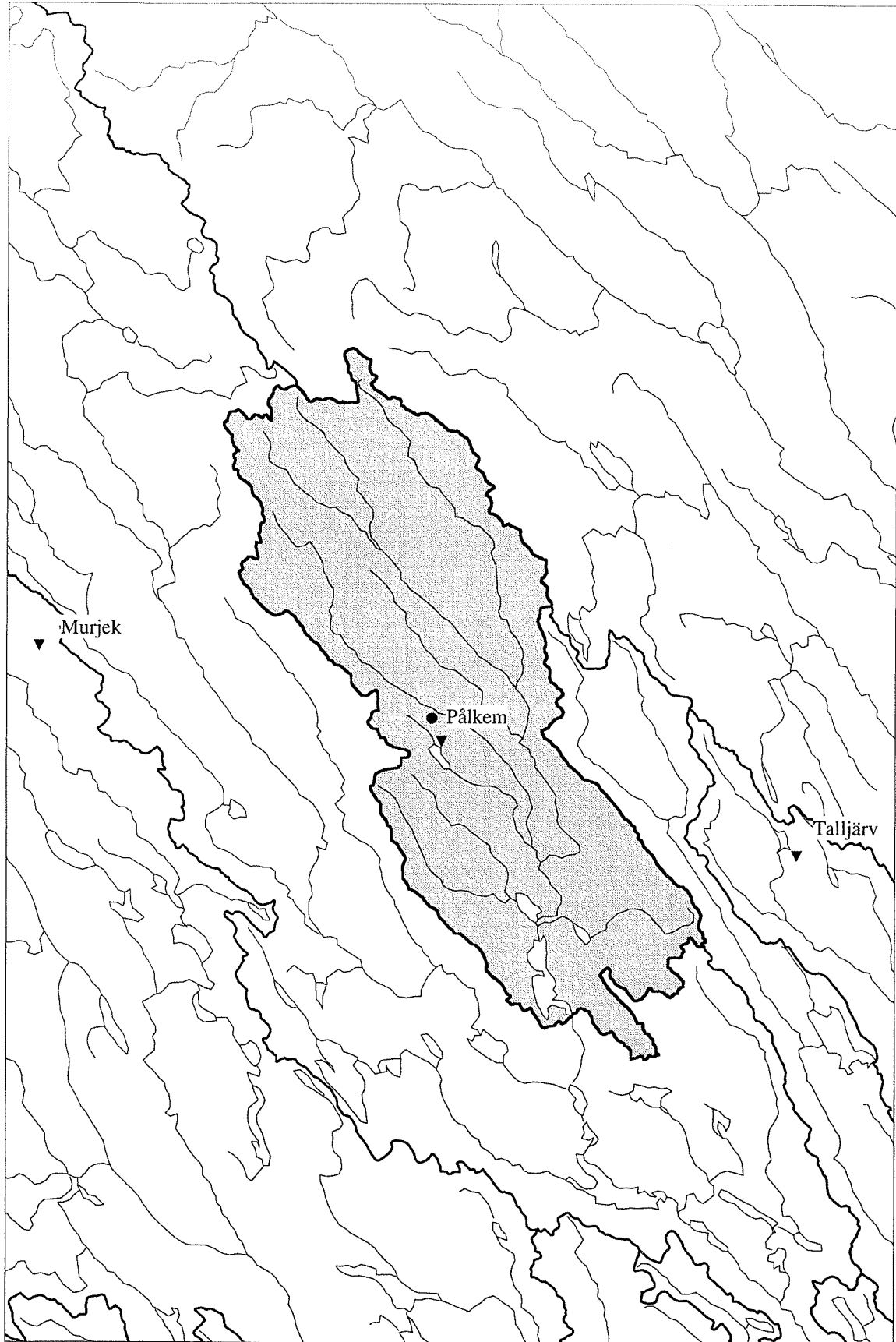
Guide to Hydrological Practices
WMO no. 168.

BILAGA

I

**KARTOR ÖVER DE 10
STUDERADE
AVRINNINGSOMRÅDENA**

Ytterholmen

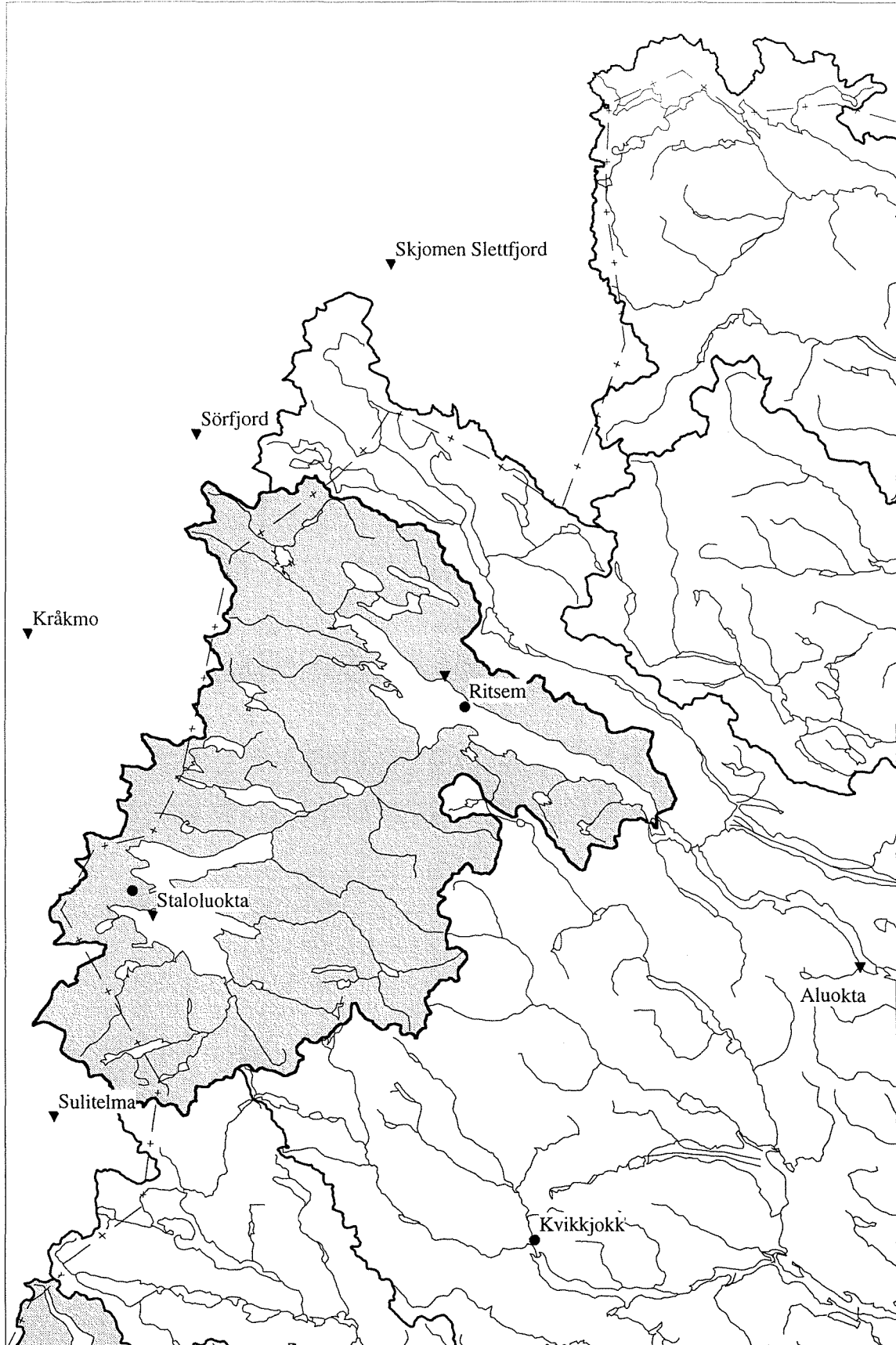


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:500 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Suorva

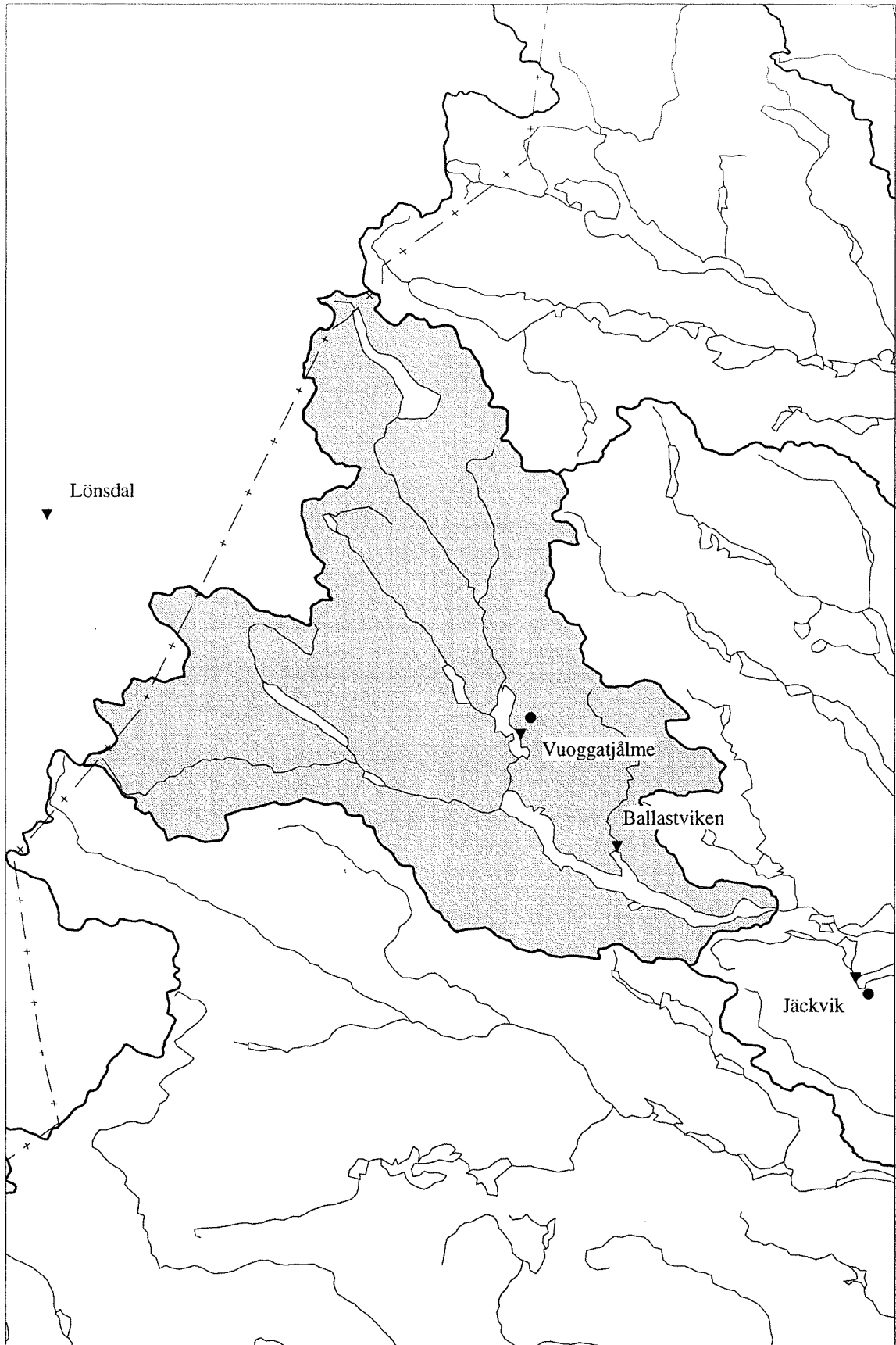


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:900 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Sädvajaure

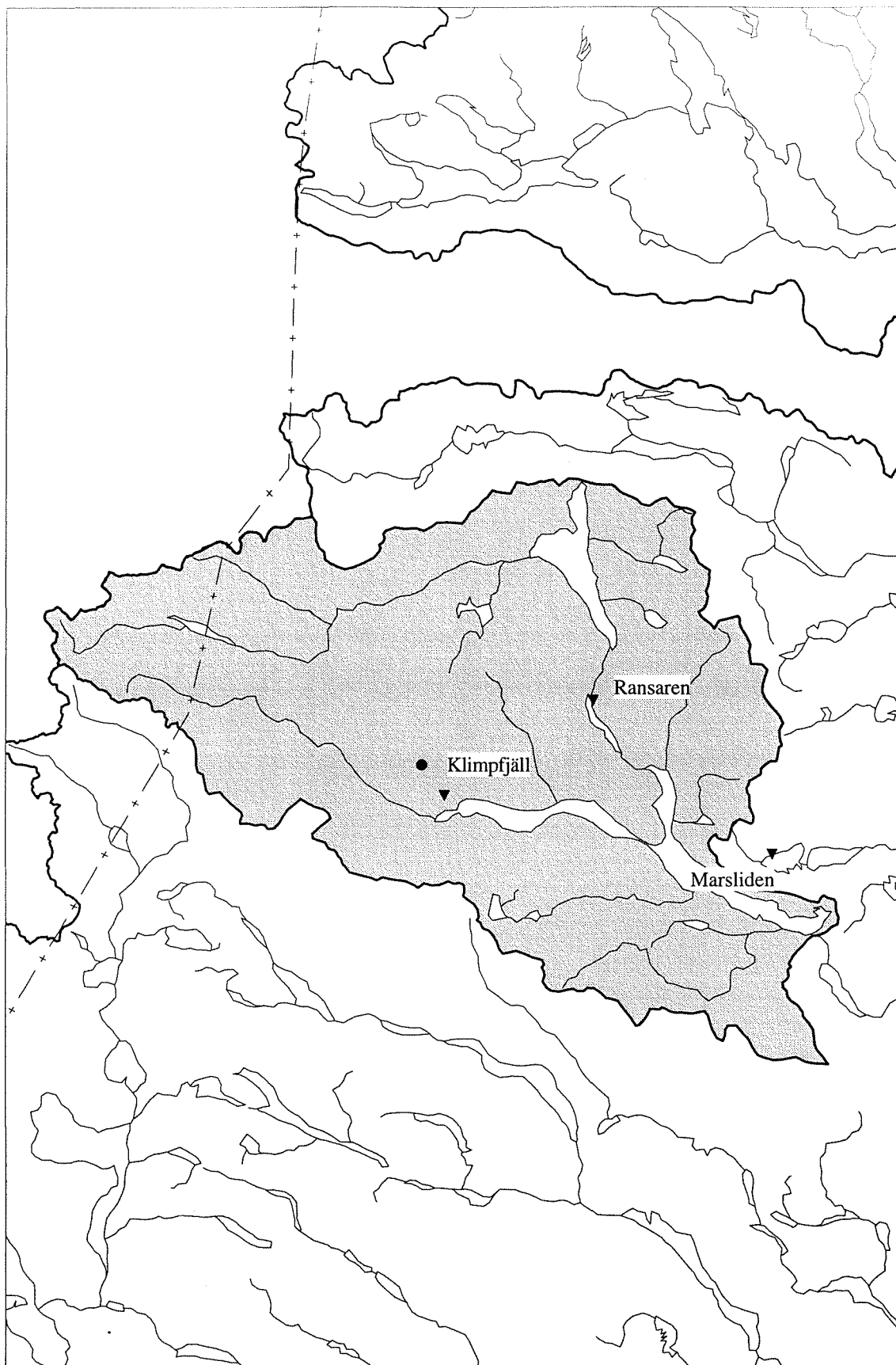


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:500 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Kultsjön

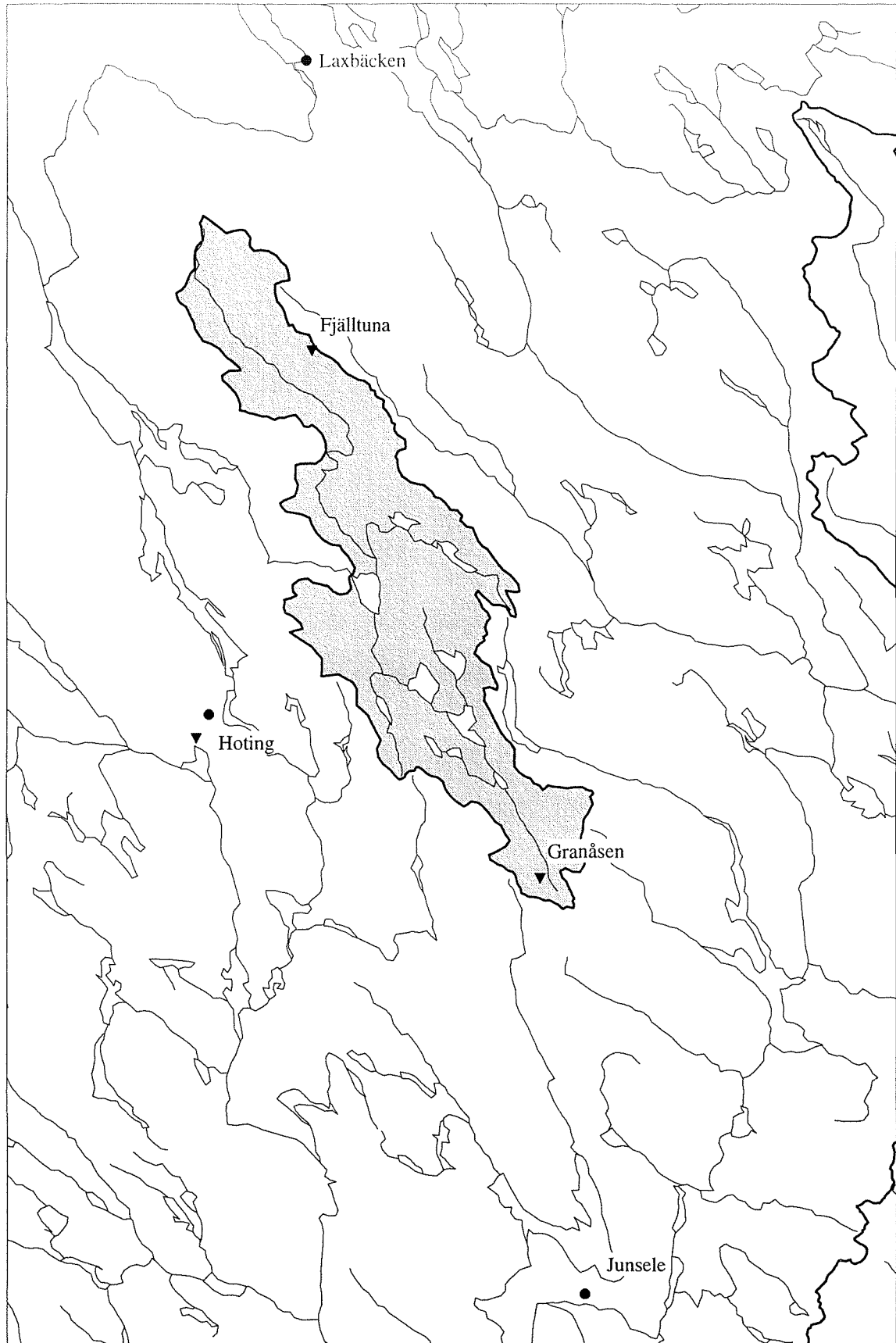


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:500 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Laiksjön

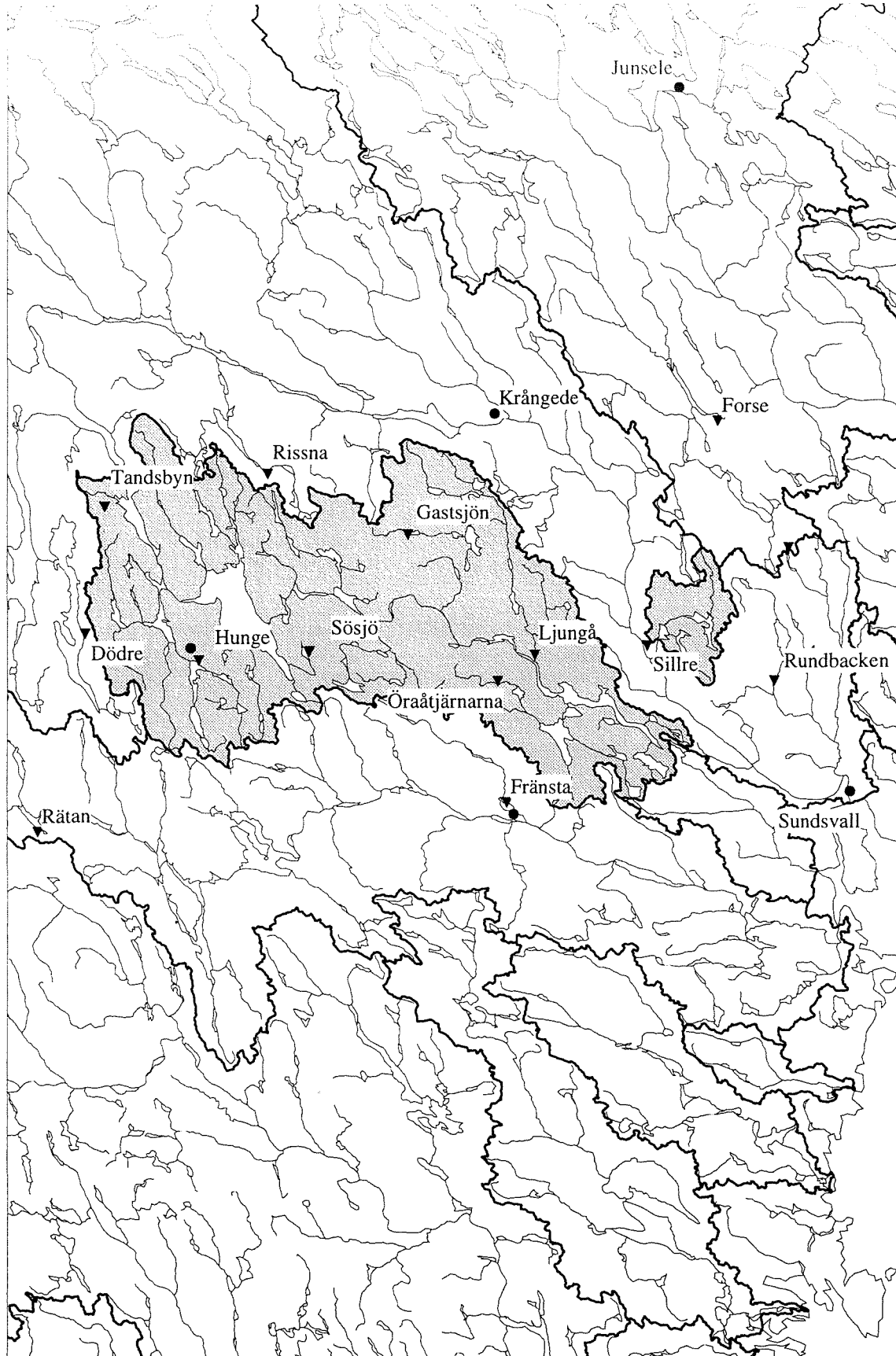


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:500 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Torpshammar och Sillre

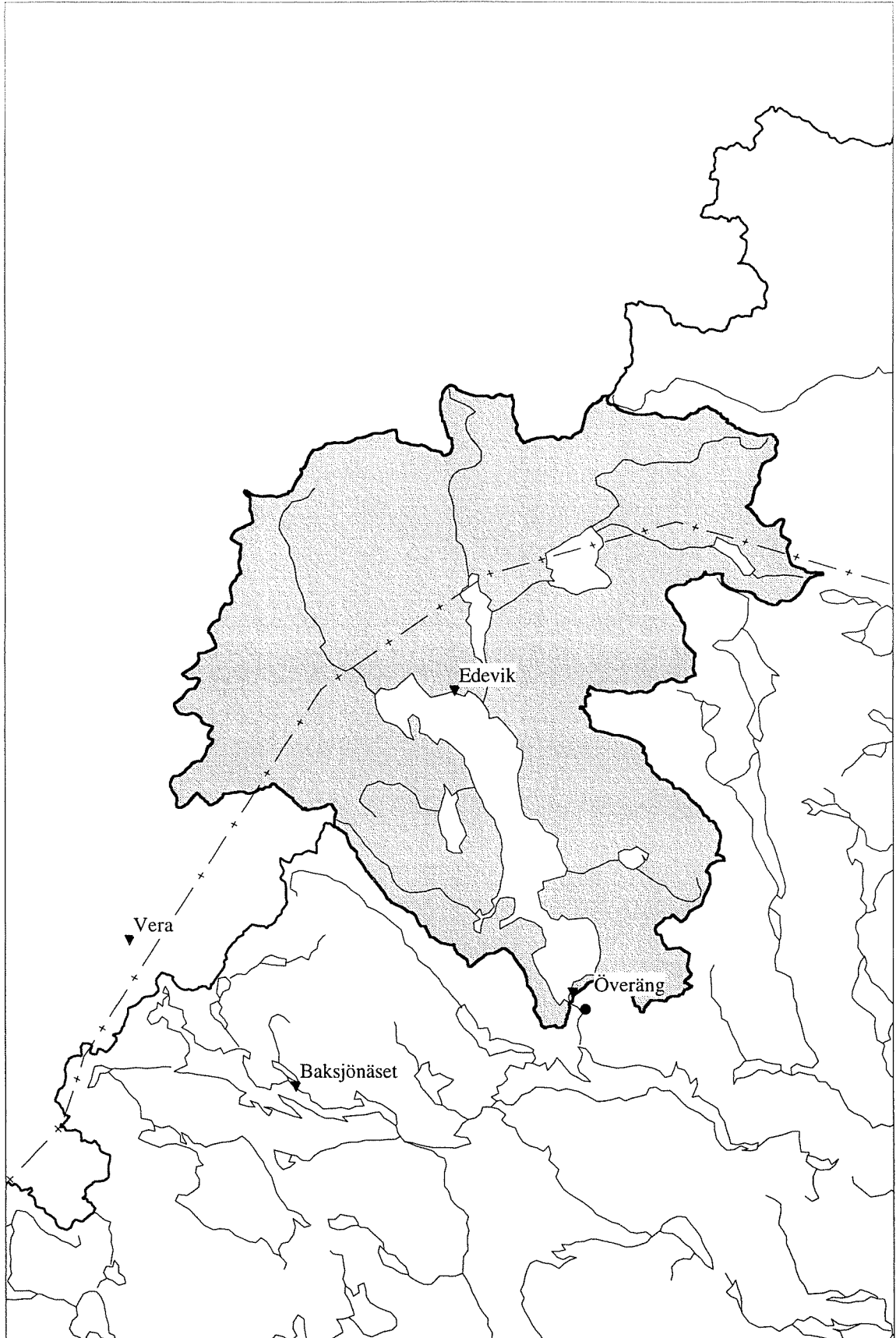


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:1 100 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Torrön

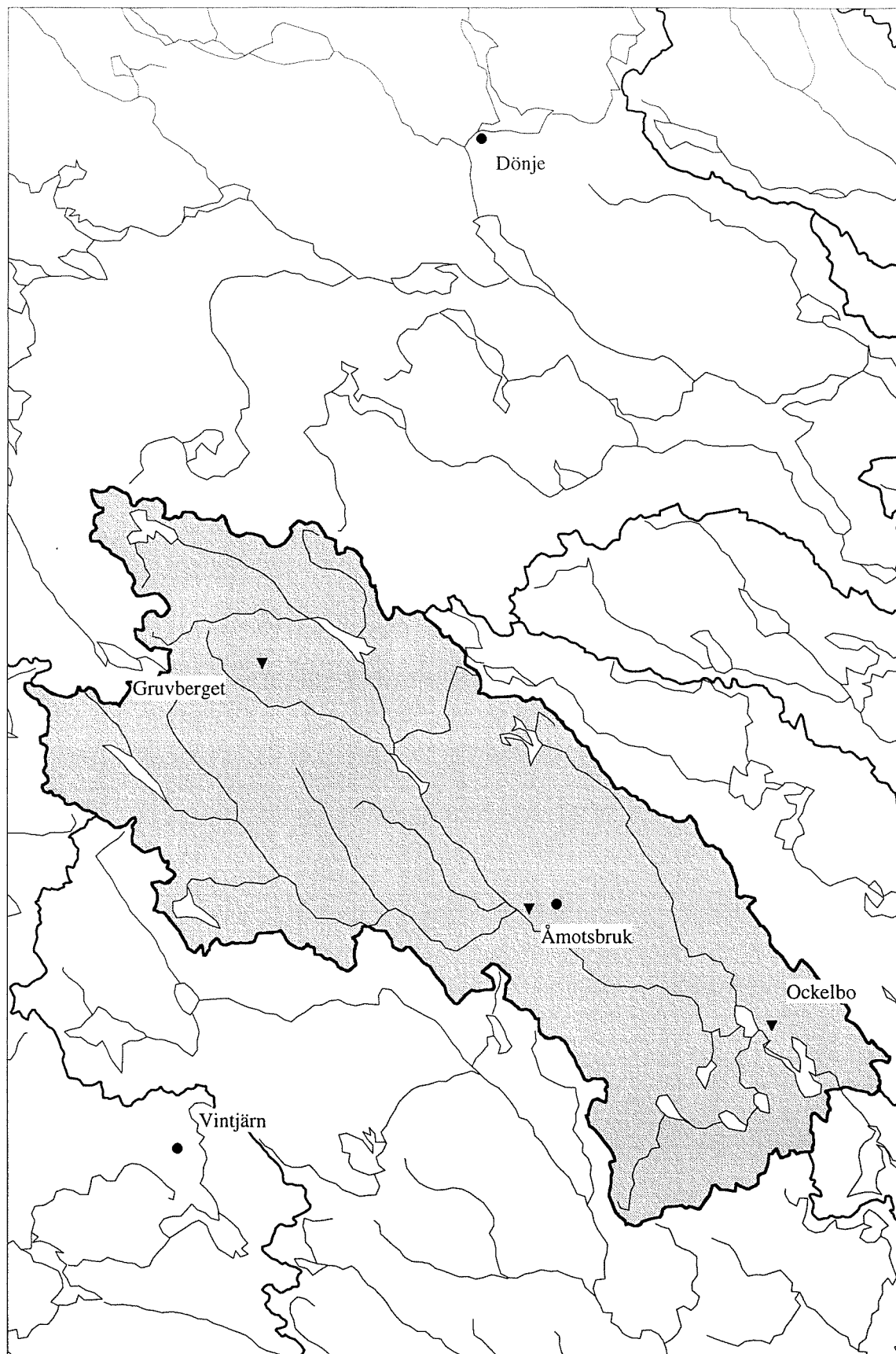


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:450 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Konstdalsströmmen

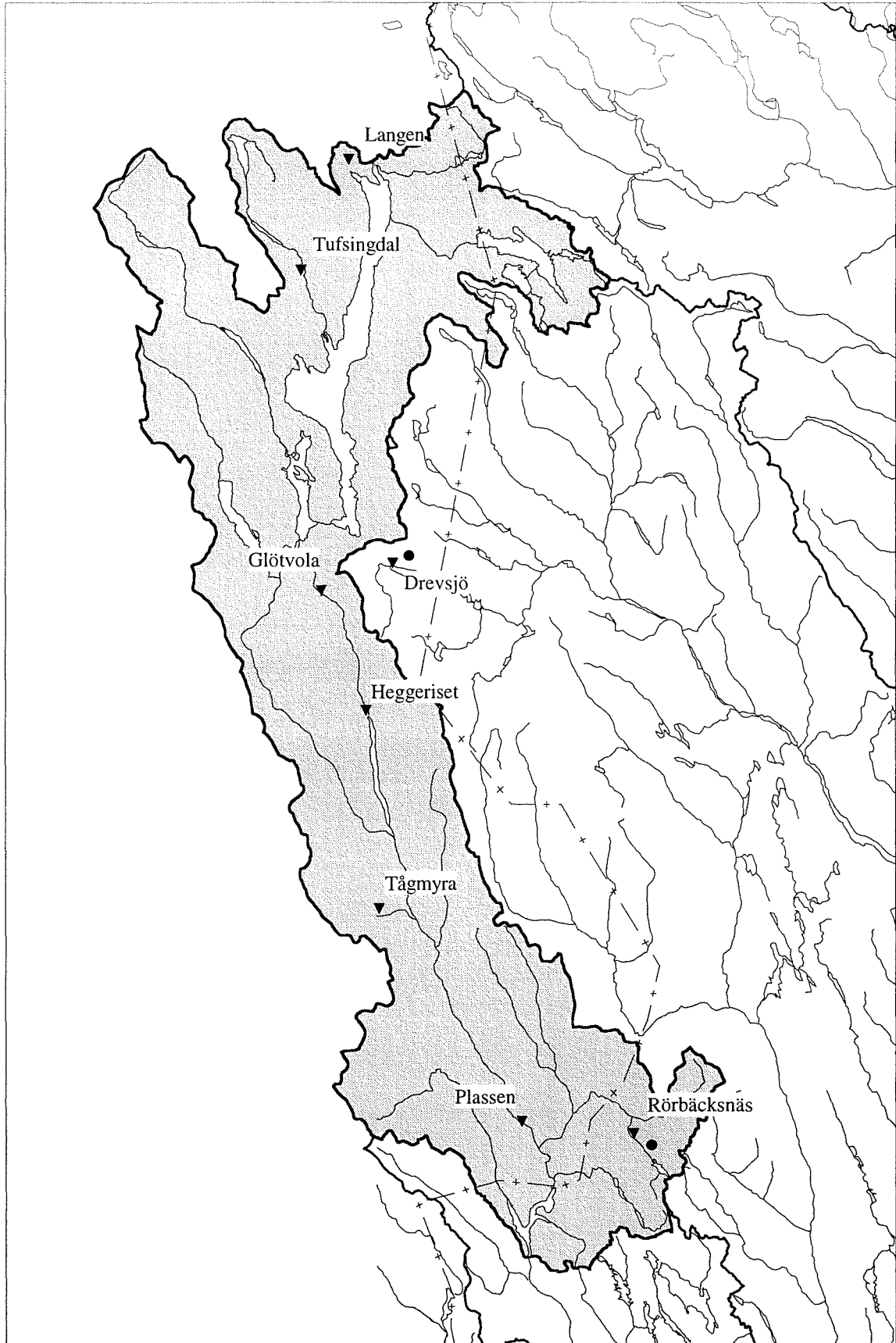


SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:370 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

Höljes



SMHI/SamhälleAnalys

Skala 1:900 000

- Temperaturstation
- ▼ Nederbördsstation

**BILAGA
II**

**MODELLRESULTAT FÖR VARJE
ENSKILT OMRÅDE**

THE
UNIVERSITY OF
MICHIGAN LIBRARY
ANN ARBOR, MICHIGAN

Nedan ges en förklaring till tabellerna över resultaten för varje enskilt område i Bilaga II.

I valideringsperioden genomförs alltid bara en modellkörning med sparad sluttillstånd från kalibreringsperioden. I de fall där omkalibrering gjorts av några parametrar används den nya parameteruppsättningen vid valideringen.

KALIBRERINGSPERIOD

Automatisk omkalibrering = Omkalibrering av modellen görs under kalibreringsperioden för några utvalda parametrar.

Omkalibrering av sämst P (T, P & T) = Efter borttag av stationer under valideringsperioden görs en omkalibrering av det sämsta enskilda resultatet.

VALIDERINGSPERIOD

Efter automatisk omkalibrering = Med sparad sluttillstånd från omkalibreringen under kalibreringsperioden görs en modellkörning under valideringsperioden.

Borttag av P (T, P & T)-stationer = Stationer tas i varje område bort och en körning med samma parameteruppsättning och starttillstånd som efter den automatiska omkalibreringen utförs.

Efter omkalibrering av sämst P (T) = En körning av modellen genomförs med den nya parameteruppsättningen efter omkalibrering av det sämsta enskilda resultatet.

Återinstallation av sämst P (T) = Med de nya modellparametrarna körs den omkalibrerade modellen över det sämsta resultatet men med de tidigare borttagna stationerna återinstallerade.

RESULTAT FÖR YTTERHOLMEN											
	R ²	Volymfel värflod [mm]					Start värflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	860101-890331	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.93908	7.4	25.6	28.7		20.6	1	2	2		1.7
Borttag av Murjek P	0.93783	7.9	26.1	29.5		21.2	1	2	2		1.7
Borttag av Pålkem P	0.94516	9.1	15.1	6.9		10.4	1	2	2		1.7
Borttag av Talljärv P	0.94103	-0.5	20.4	23.3		14.7	1	2	2		1.7
Borttag av Pålkem T	0.92432	7.4	29.6	30.2		22.4	0	0	1		0.3
Borttag av sämst P och sämst T	0.92270	7.8	30.1	31.0		23.0	0	0	1		0.3
Efter omkalibrering av sämst P	0.94131	6.2	24.6	26.3		19.0	1	2	2		1.7
Efter omkalibrering av sämst T	0.94573	10.1	22.4	27.9		20.1	1	1	2		1.3
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.94818	6.1	23.0	22.4		17.2	0	1	2		1.0
Återinstallation av sämst P	0.94248	5.8	24.1	25.4		18.4	0	2	2		1.3
Återinstallation av sämst T	0.93411	9.8	15.5	26.6		17.3	1	2	2		1.7
KALIBRERINGSPERIOD	821101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.91107		-3.7	17.2	-12.3	11.1		1	2	1	1.3
Omkalibrering av sämst P	0.91122		-5.2	15.8	-14.0	11.7		1	2	1	1.3
Omkalibrering av sämst T	0.92655		-4.9	25.4	-11.0	13.8		1	1	1	1.0
Omkalibrering av sämst P och T	0.92951		-9.5	20.9	-14.4	14.9		1	1	1	1.0

RESULTAT FÖR SUORVA											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	910101-941231	-91	-92	-93	-94	Medelfel	-91	-92	-93	-94	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.92298	-24.1	37.5	-44.2	-6.0	28.0	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Aluokta P	0.92188	-26.0	39.2	-43.7	-6.5	28.9	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Kråkmo P	0.90945	-62.6	-24.2	-84.6	-43.5	53.7	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Ritsem P	0.86621	58.9	151.9	51.7	82.8	86.3	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Skjomen Slettjord P	0.92450	-11.0	57.3	-21.7	17.6	26.9	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Staloluokta P	0.90733	27.6	110.6	5.5	54.7	49.6	3	0	-1	0	1.0
Borttag av Sulitelma P	0.86735	-96.1	-86.0	-135.7	-94.4	103.1	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Sörfjord P	0.92140	-18.1	45.5	-46.9	-3.5	28.5	3	0	-1	1	1.3
Borttag av Kvikkjokk T	0.92019	-27.3	-4.0	-114.8	-21.4	41.9	3	0	-1	0	1.0
Borttag av Ritsem T	0.89804	-22.4	-43.6	-175.5	-37.2	69.7	2	1	-4	0	1.8
Borttag av Staloluokta T	0.92043	-21.6	43.7	-31.2	-0.5	24.3	3	1	-1	1	1.5
Borttag av sämst P och sämst T	0.79101	45.5	39.5	-143.5	29.4	64.5	3	2	-1	0	1.5
Efter omkalibrering av sämst P	0.92636	-24.2	22.6	-44.9	-17.3	27.3	3	1	-1	0	1.3
Efter omkalibrering av sämst T	0.91307	-26.8	-23.4	-123.5	-26.8	50.1	3	1	-2	1	1.8
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.90152	-6.2	3.1	-125.1	-35.8	42.6	3	1	-2	0	1.5
Återinstallation av sämst P	0.86244	-93.4	96.2	158.9	-103.0	112.9	3	0	-1	0	1.0
Återinstallation av sämst T	0.90508	-27.1	54.0	-8.1	-5.4	23.7	4	1	0	1	1.5
KALIBRERINGSPERIOD	861001-901231	-87	-88	-89	-90	Medelfel	-87	-88	-89	-90	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.93423	14.8	-12.1	-18.1	24.3	17.3	3	0	-2	2	1.8
Omkalibrering av sämst P	0.92207	-3.9	-32.0	-21.2	39.9	24.3	3	0	-2	2	1.8
Omkalibrering av sämst T	0.91777	-14.6	-38.7	-42.5	-34.2	32.5	0	0	-2	2	1.0
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.91717	-13.7	-40.7	-12.1	34.0	25.1	2	1	-2	2	1.8

RESULTAT FÖR SÄDVAJAURE											
	R ²	Volymfel värflod [mm]					Start värflod [dagar]				
VALIBERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.81529	-73.6	-20.6	-20.9	39.3	38.6	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Ballastviken P	0.81260	-47.4	12.5	16.3	73.9	37.5	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Jäckvik P	0.81092	-90.5	-43.4	-39.9	26.3	50.0	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Junkerdal P	0.80213	-94.0	-67.3	-57.4	8.3	56.8	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Lönsdal P	0.81659	-44.9	15.4	-11.4	-21.4	23.3	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Vuoggatjälme P	0.80650	-90.1	-28.3	-30.7	51.3	50.1	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Jäckvik T	0.81438	-75.2	-32.6	-20.9	26.1	38.7	5	1	0	-1	1.8
Borttag av Vuoggatjälme T	0.81001	-71.1	2.6	-20.6	61.4	38.9	4	1	0	-1	1.5
Borttag av sämst P och sämst T	0.79966	-91.8	-45.5	-5.8	29.9	43.3	4	1	0	-1	1.5
Efter omkalibrering av sämst P	0.79840	-67.8	-9.0	9.3	70.8	39.2	5	1	0	-1	1.8
Efter omkalibrering av sämst T	0.81040	-69.1	-4.4	-20.3	52.6	36.6	4	1	0	-1	1.5
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.79747	-73.3	-3.3	-9.1	63.9	37.4	4	1	0	-1	1.5
Återinstallation av sämst P	0.79643	-45.2	41.9	49.6	100.9	59.4	5	1	0	-1	1.8
Återinstallation av sämst T	0.81423	-72.3	-28.3	-20.8	26.0	36.9	4	1	0	-1	1.5
KALIBRINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.87123	-49.7	-5.0	-2.0	9.0	16.4	0	0	2	-2	1.0
Omkalibrering av sämst P	0.86104	-58.8	6.1	-16.6	38.3	30.0	0	0	2	-2	1.0
Omkalibrering av sämst T	0.86302	-49.9	5.0	10.5	14.7	20.0	0	0	2	-2	1.0
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.85582	-64.2	-5.2	-20.3	25.2	28.7	0	0	2	-2	1.0

RESULTAT FÖR KULTSJÖN											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.74306	40.4	69.1	169.6	168.6	111.9	1	0	0	-1	0.5
Borttag av Klimpfjäll P	0.59921	81.4	104.9	283.6	222.3	173.1	1	0	0	-1	0.5
Borttag av Ransaren P	0.86016	-5.1	4.0	19.3	-2.6	7.8	1	0	0	-1	0.5
Borttag av Marsliden P	0.58751	50.6	110.9	224.4	316.0	175.5	1	0	0	-1	0.5
Borttag av Klimpfjäll T	0.75946	37.5	81.6	171.3	177.5	117.0	1	0	0	-1	0.5
Borttag av sämst P och sämst T	0.62553	48.1	124.5	225.6	327.3	181.4	1	0	0	-1	0.5
Efter omkalibrering av sämst P	0.64917	45.6	82.6	193.7	282.9	151.2	1	0	0	-1	0.5
Efter omkalibrering av sämst T	0.73094	45.1	95.2	182.0	172.3	123.7	0	-1	0	-1	0.5
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.72932	7.0	54.7	144.1	202.5	102.1	0	-1	0	-1	0.5
Återinstallation av sämst P	0.78265	35.1	44.6	141.3	138.1	89.8	1	0	0	-1	0.5
Återinstallation av sämst T	0.68464	47.6	85.3	181.4	157.7	118.0	0	0	0	-2	0.5
KALIBRERINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.86945	-70.6	-36.0	-32.6	6.0	36.3	0	0	0	0	0.0
Omkalibrering av sämst P	0.86788	-80.4	-56.2	-6.0	16.2	39.7	0	0	0	0	0.0
Omkalibrering av sämst T	0.80058	-93.6	-66.4	9.9	64.3	58.6	1	0	0	0	0.3
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.79676	-117.6	-123.5	-16.6	27.1	71.2	1	0	1	-1	0.8

RESULTAT FÖR LAIKSJÖN											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	870101-901231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.92114	-1.0	28.6	-14.7	-11.5	14.0	0	0	0	1	0.3
Borttag av Fjälltuna P	0.91835	0.8	23.6	-12.9	-21.0	14.6	0	0	0	1	0.3
Borttag av Granåsen P	0.92026	3.6	38.2	-19.1	-4.8	16.4	0	0	0	1	0.3
Borttag av Hoting P	0.92548	-8.2	19.1	-14.7	-12.8	13.7	0	0	0	1	0.3
Borttag av Hoting T	0.91312	1.4	28.9	-14.7	-15.3	15.1	0	0	0	1	0.3
Borttag av Junsele T	0.91546	1.9	29.2	-15.2	-5.9	13.1	0	0	-1	0	0.3
Borttag av Laxbäcken T	0.91993	-9.1	26.7	-14.6	-11.8	15.6	1	1	-1	1	1.0
Borttag av sämst P och sämst T	0.90775	-5.9	19.5	-14.9	-16.7	14.3	0	0	0	1	0.3
Efter omkalibrering av sämst P	0.91469	3.2	31.3	-1.7	-2.2	9.6	0	0	0	1	0.3
Efter omkalibrering av sämst T	0.91428	-3.3	27.9	-16.0	-17.9	16.3	0	0	1	2	0.8
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.90887	3.7	30.7	-1.8	-6.9	10.8	0	0	0	2	0.5
Återinstallation av sämst P	0.91608	11.3	40.9	-1.5	-0.9	13.7	0	0	1	1	0.5
Återinstallation av sämst T	0.92217	-5.4	27.1	-15.3	-14.3	15.5	0	0	0	1	0.3
KALIBRERINGSPERIOD	830101-861231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.91090	-3.9	5.6	45.9	-14.6	17.5	1	2	1	2	1.5
Omkalibrering av sämst P	0.91620	-2.0	3.9	41.6	-14.2	15.4	0	2	1	2	1.3
Omkalibrering av sämst T	0.90852	-4.2	4.2	45.2	-17.2	17.7	1	2	1	2	1.5
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.91314	-1.2	2.9	42.2	-16.0	15.6	0	2	1	2	1.3

RESULTAT FÖR SILLRE											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.85370	-10.7	-13.2	2.7	-37.4	16.0	3	2	0	0	1.3
Borttag av Forse P	0.85302	-12.0	-14.7	-2.6	-38.1	16.9	3	2	0	0	1.3
Borttag av Rundbacken P	0.84311	-16.1	-16.3	-17.3	-45.3	23.8	3	2	0	0	1.3
Borttag av Sillre P	0.84514	-0.7	-6.3	20.3	-30.7	14.5	3	2	0	0	1.3
Borttag av Åkroken P	0.84825	-10.1	-13.6	14.2	-33.7	17.9	3	2	0	0	1.3
Borttag av Fränsta T	0.81798	4.4	4.1	-9.6	-21.3	9.9	1	0	0	-2	0.8
Borttag av Sundsvall T	0.80719	-18.8	-18.0	7.7	-50.6	23.8	3	3	0	2	2.0
Borttag av sämst P och sämst T	0.78753	-26.7	-23.1	-23.6	-61.7	33.8	3	3	0	2	2.0
Efter omkalibrering av sämst P	0.85033	-14.7	-11.2	-12.8	-39.2	19.5	3	2	0	0	1.3
Efter omkalibrering av sämst T	0.82675	-12.8	-3.7	17.9	-33.7	17.0	2	2	0	0	1.0
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.83643	-17.5	-2.8	-5.2	-38.3	16.0	3	2	0	1	1.5
Återinstallation av sämst P	0.85742	-9.1	-7.9	8	-31	14.0	3	2	0	0	1.3
Återinstallation av sämst T	0.84325	-5.8	3.3	15.2	-23.7	12.0	2	1	-1	0	1.0
KALIBRERINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.77773	52.3	-18.7	-19.3	-8.2	24.6	1	0	2	3	1.5
Omkalibrering av sämst P	0.77820	49.4	-17.8	-23.4	-4.2	23.7	1	0	2	3	1.5
Omkalibrering av sämst T	0.77130	51.5	-19.6	-25.0	-6.1	25.6	0	0	2	3	1.3
Omkalibrering av sämst P och T	0.77101	49.0	-17.0	-29.4	0.2	23.9	0	0	3	5	2.0

RESULTAT FÖR TORPSHAMMAR											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	830101-861231	-83	-84	-85	-86	Medelfel	-83	<1	-85	-86	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.89872	-23.0	4.3	5.2	0.5	8.3	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Hunge och Sösjö P	0.88524	-12.6	8.8	7.9	3.0	8.1	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Hunge och Gastsjö P	0.89856	-25.7	-0.6	-3.1	-6.7	9.0	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Sösjö och Ljungå P	0.87599	-13.7	12.9	18.4	9.8	13.7	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Gastsjö och Ljungå P	0.89508	-20.7	5.0	8.6	0.1	8.6	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Rissna och Sillre P	0.89878	-22.9	3.6	4.2	0.6	7.8	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Sillre och Fränsta P	0.89971	-25.2	3.0	3.5	-0.3	8.0	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Dödre och Tandsbyn P	0.90123	-24.6	6.0	8.9	2.3	10.5	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Sösjö och Råtan P	0.89129	-17.2	10.2	13.7	8.2	12.3	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Ljungå och Rissna P	0.88523	-16.7	6.4	10.2	3.5	9.2	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Öraåttjärnarna och Fränsta P	0.90014	-29.9	-2.1	-1.4	-4.8	9.6	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Fränsta T	0.91877	-24.0	3.4	6.4	-0.1	8.5	-3	1	0	1	1.3
Borttag av Hunge T	0.89071	-22.9	5.8	4.8	0.9	8.6	-4	0	0	1	1.3
Borttag av Krångede T	0.90221	-23.3	3.1	3.7	-0.9	7.8	-4	1	0	1	1.5
Borttag av sämst P och sämst T	0.86788	-13.5	14.4	17.8	10.5	14.1	-4	0	0	1	1.3
Efter omkalibrering av sämst P	0.89450	-16.7	5.7	5.8	1.0	7.3	-4	0	0	1	1.3
Efter omkalibrering av sämst T	0.89074	-22.2	5.7	4.8	0.9	8.4	-4	0	0	1	1.3
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.88245	-13.8	8.3	7.2	3.2	8.1	-4	0	0	1	1.3
Återinstallation av sämst P	0.90216	-26.2	-2.3	-6.7	-7.7	10.7	-4	0	0	1	1.3
Återinstallation av sämst T	0.89885	-22.2	4.4	5.2	0.5	8.1	-4	0	0	1	1.3
KALIBRINGSPERIOD	790101-821231	-79	-80	-81	-82	Medelfel	-79	-80	-81	-82	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.83271	-1.0	-12.9	-23.8	-10.4	12.0	1	4	-1	-2	2.0
Omkalibrering av sämst P	0.82548	2.2	-14.7	-23.2	-14.1	13.6	1	4	-1	-2	2.0
Omkalibrering av sämst T	0.83379	-0.8	-11.7	-23.5	-9.8	11.5	1	4	-1	-2	2.0
Omkalibrering av sämst P och T	0.82742	3.3	-11.3	-20.0	-11.5	11.5	1	4	-1	-2	2.0

RESULTAT FÖR TORRÖN											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.81661	-13.8	-10.0	-2.6	-21.9	12.1	2	0	0	0	0.5
Borttag av Baksjönäset P	0.82058	-17.6	-33.2	-26.8	-62.3	35.0	2	0	0	0	0.5
Borttag av Edevik P	0.79637	10.9	39.2	-13.1	-72.6	34.0	2	0	0	0	0.5
Borttag av Överäng P	0.77833	-0.9	24.6	54.2	74.5	38.6	2	0	0	0	0.5
Borttag av Vera P	0.81607	-29.7	-23.1	-8.5	-23.7	21.3	2	0	0	0	0.5
Borttag av Överäng T	0.79940	-14.8	-38.0	16.8	-29.9	24.9	2	1	0	0	0.8
Borttag av sämst P och sämst T	0.75888	-2.1	-0.9	75.6	69.0	36.9	2	1	0	0	0.8
Efter omkalibrering av sämst P	0.80869	-17.6	-24.7	17.7	19.3	19.8	2	0	0	0	0.5
Efter omkalibrering av sämst T	0.81398	-5.8	-36.9	14.5	-37.8	23.8	2	1	0	0	0.8
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.76023	16.8	-0.9	75.7	69.0	40.6	2	1	0	0	0.8
Återinstallation av sämst P	0.82463	-29.9	58.0	-35.1	-73.0	49.0	2	0	0	0	0.5
Återinstallation av sämst T	0.82753	-4.7	-10.9	-8.0	-31.1	13.7	2	0	0	0	0.5
KALIBRERINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.78914	-26.5	-6.6	-26.3	-7.6	16.8	0	0	1	0	0.3
Omkalibrering av sämst P	0.79127	-36.5	-5.7	-46.6	-9.0	24.5	0	0	1	0	0.3
Omkalibrering av sämst T	0.79858	5.9	-23.2	-19.5	-59.0	26.9	0	0	1	0	0.3
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.80013	-37.0	-12.5	-28.5	-52.2	32.6	0	0	1	0	0.3

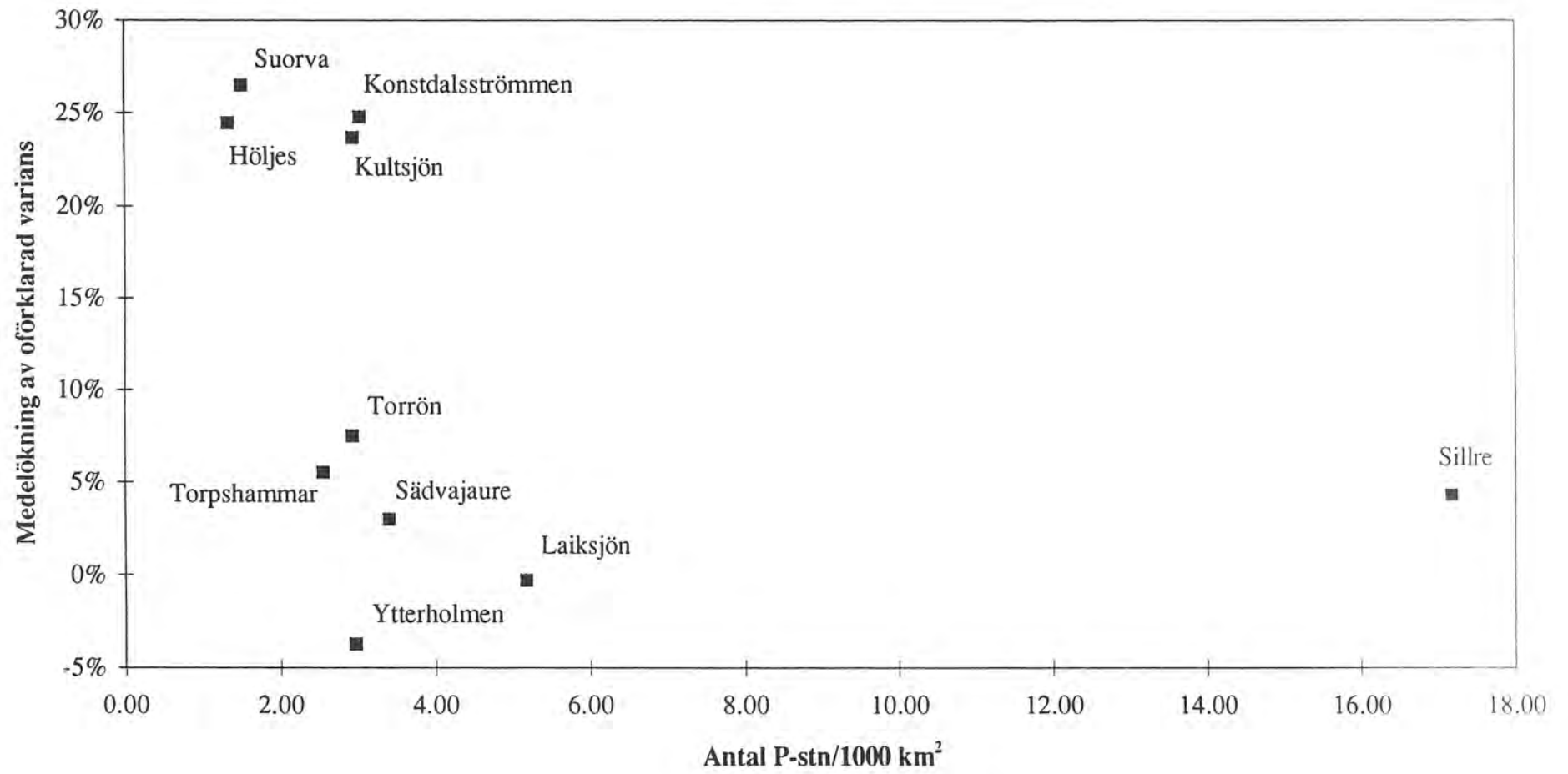
RESULTAT FÖR KONSTDALSSTRÖMMEN											
	R ²	Volymfel vårfod [mm]					Start vårfod [dagar]				
VALIBERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.92748	11.4	4.3	9.4	30.7	14.0	0	-1	-2	0	0.8
Borttag av Gruvberget P	0.89863	5	-4.2	14.3	44.6	17.0	0	-1	-2	0	0.8
Borttag av Ockelbo P	0.92974	-0.6	-6.2	-5.7	7.3	5.0	0	-1	-2	-1	1.0
Borttag av Åmotsbruk P	0.90017	20.3	0.5	27.6	29.2	19.4	0	-1	-2	0	0.8
Borttag av Dönje T	0.93152	11.3	4.4	8.7	30.5	13.7	0	-1	-2	0	0.8
Borttag av Vintjärn T	0.91441	12.5	6	10.4	32.3	15.3	0	-1	-2	0	0.8
Borttag av Åmotsbruk T	0.93756	6.3	-8.6	9.1	21.8	11.5	1	1	1	0	0.8
Borttag av sämst P och sämst T	0.88904	21.5	3	28.6	30.3	20.9	0	-1	-2	0	0.8
Efter omkalibrering av sämst P	0.88522	14.2	-6.9	17.7	38.1	19.2	0	-1	-2	0	0.8
Efter omkalibrering av sämst T	0.92313	10.1	5.5	10.1	31.6	14.3	0	-1	-2	0	0.8
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.92774	-8.8	-13.9	5.9	11	9.9	0	-1	-2	0	0.8
Återinstallation av sämst P	0.90261	21.8	2.2	12.7	25.2	15.5	0	-1	-2	0	0.8
Återinstallation av sämst T	0.93165	9.2	3.8	9.7	30.1	13.2	0	-1	-2	0	0.8
KALIBRERINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.89014	34.1	-30.8	-17.5	2.9	21.3	0	-2	-1	2	1.3
Omkalibrering av sämst P	0.87635	28.9	-30.7	-24.2	0.8	21.2	0	-2	-1	2	1.3
Omkalibrering av sämst T	0.89494	33.9	-30.2	-17.3	3.5	21.2	0	-2	-1	2	1.3
Omkalibrering av sämst P och sämst T	0.8834	26.4	-13	-17.5	-2.6	14.9	0	-2	-1	2	1.3

RESULTAT FÖR HÖLJES											
	R ²	Volymfel vårflod [mm]					Start vårflod [dagar]				
VALIDERINGSPERIOD	860101-891231	-86	-87	-88	-89	Medelfel	-86	-87	-88	-89	Medelfel
Efter automatisk omkalibrering	0.93372	8.6	29.4	17.7	-6.1	15.5	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Glötvola och Heggeriset P	0.92986	16.9	34.5	15.6	-1.5	17.1	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Glötvola och Drevsjö P	0.88925	36.0	49.8	63.6	20.2	42.4	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Heggeriset och Tågmyra P	0.92023	-11.7	25.8	-2.7	-8.7	12.2	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Glötvola och Tufsingdal P	0.90613	16.7	50.0	32.2	30.5	32.4	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Plassen och Glötvola P	0.93152	24.1	31.0	19.3	-3.9	19.6	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Tufsingdal och Heggeriset P	0.90581	-20.3	26.1	-12.7	1.8	15.2	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Tågmyra och Drevsjö P	0.91624	7.8	34.7	29.4	4.1	19.0	3	2	-1	0	1.5
Borttag av Plassen och Rörbäcksnäs P	0.92977	-2.7	16.5	0.4	-27.5	11.8	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Tufsingdal och Langen P	0.91800	15.6	41.8	17.0	19.7	23.5	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Rörbäcksnäs och Langen P	0.92835	12.2	27.8	27.4	-19.8	21.8	3	2	-1	-1	1.8
Borttag av Drevsjö T	0.93397	8.2	30.7	19.4	-3.6	15.5	3	2	0	-1	1.5
Borttag av Rörbäcksnäs T	0.92225	9.7	32.1	16.6	-8.1	16.6	3	2	-2	-1	2.0
Borttag av Sämst P och sämst T	0.86890	37.2	53.2	62.3	18.3	42.8	3	2	-2	-1	2.0
Efter omkalibrering av sämst P	0.92999	22.1	17.2	35.4	-4.8	19.9	3	2	-1	-1	1.8
Efter omkalibrering av sämst T	0.92440	6.9	27.4	14.5	-13.5	15.6	3	2	-2	-1	2.0
Efter omkalibrering av sämst P och T	0.92082	18.9	13.1	29.8	-13.4	18.8	3	2	-2	-1	2.0
Återinstallation av sämst P	0.93497	-3.4	-2.2	-8.0	-29.8	10.9	3	2	-2	-1	2.0
Återinstallation av sämst T	0.92927	5.6	22.5	16.5	-10.9	13.9	3	2	-1	-1	1.8
KALIBRERINGSPERIOD	820101-851231	-82	-83	-84	-85	Medelfel	-82	-83	-84	-85	Medelfel
Automatisk omkalibrering	0.95195	21.3	-19.4	-12.5	16.7	17.5	0	0	1	0	0.3
Omkalibrering av sämst P	0.95823	17.5	-9.2	-19.7	14.6	15.3	0	0	1	0	0.3
Omkalibrering av sämst T	0.94335	21.5	-19.3	-12.6	14.8	17.1	1	0	2	0	0.8
Omkalibrering av sämst P och T	0.94836	16.7	-11.1	-20.8	11.1	14.9	1	0	2	0	0.8

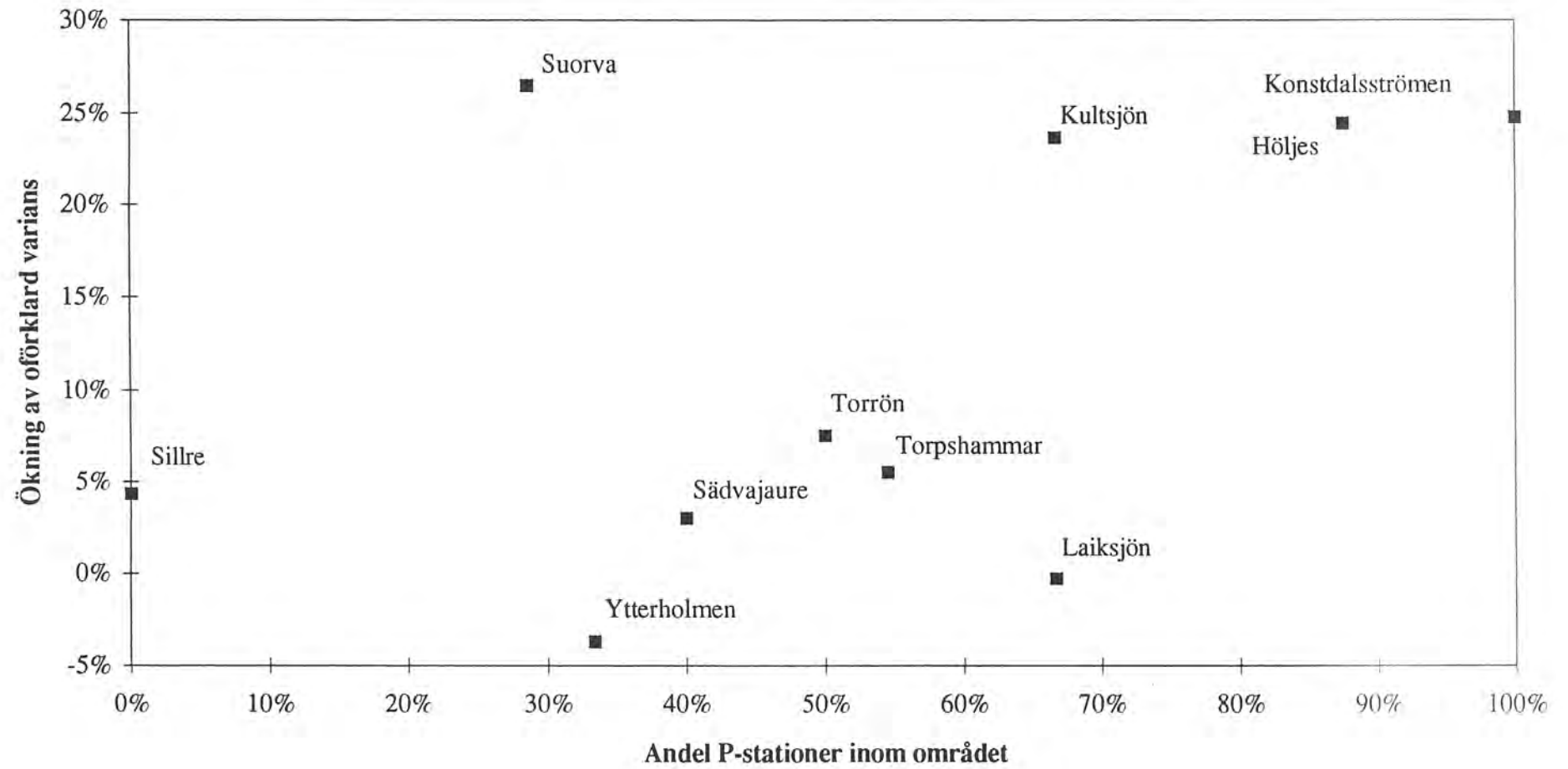
**BILAGA
III**

**FÖRSÄMRINGEN PLOTTAD MOT
OLIKA OMRÅDESEGENSKAPER**

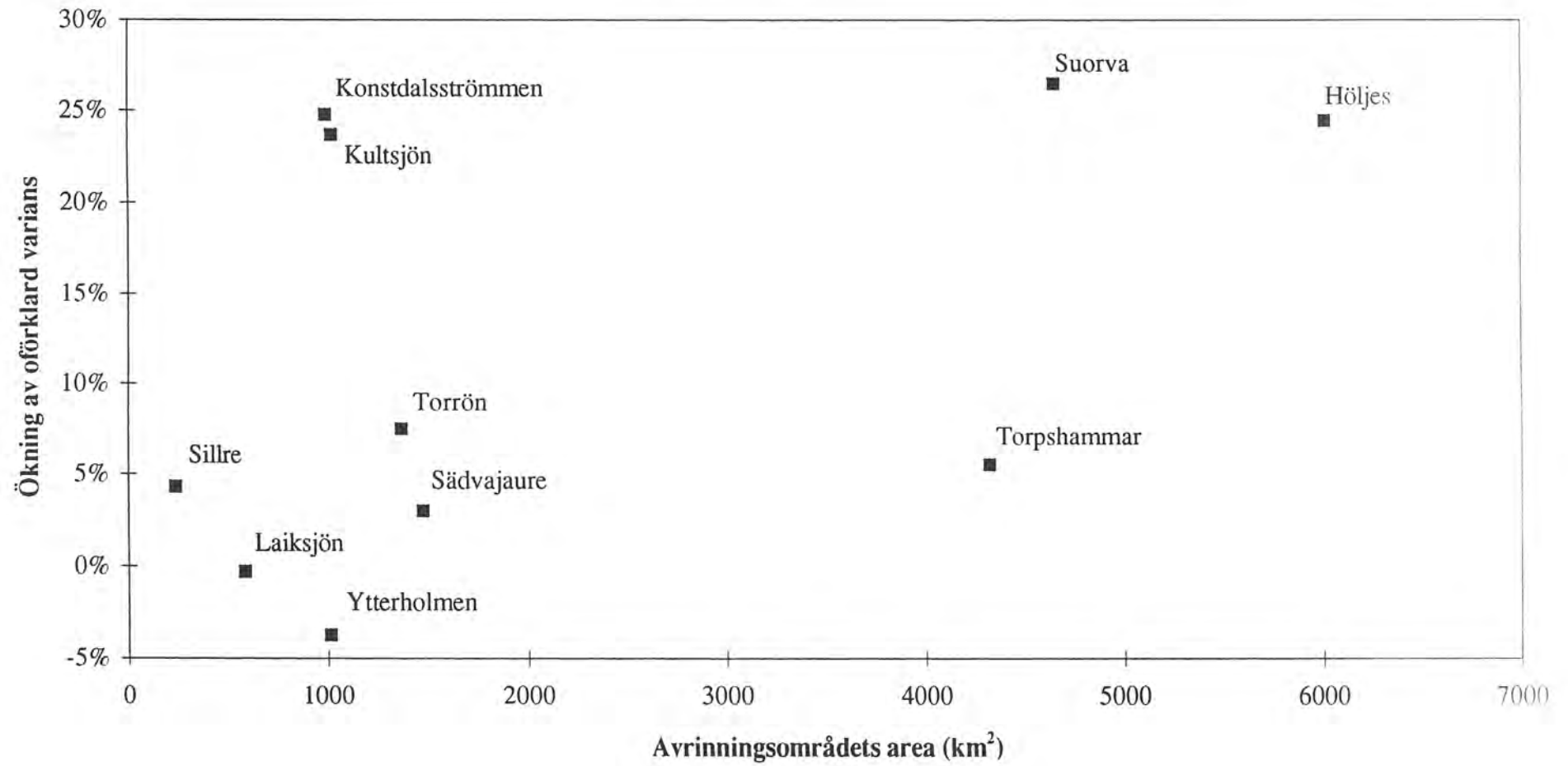
Utglesning P-stn



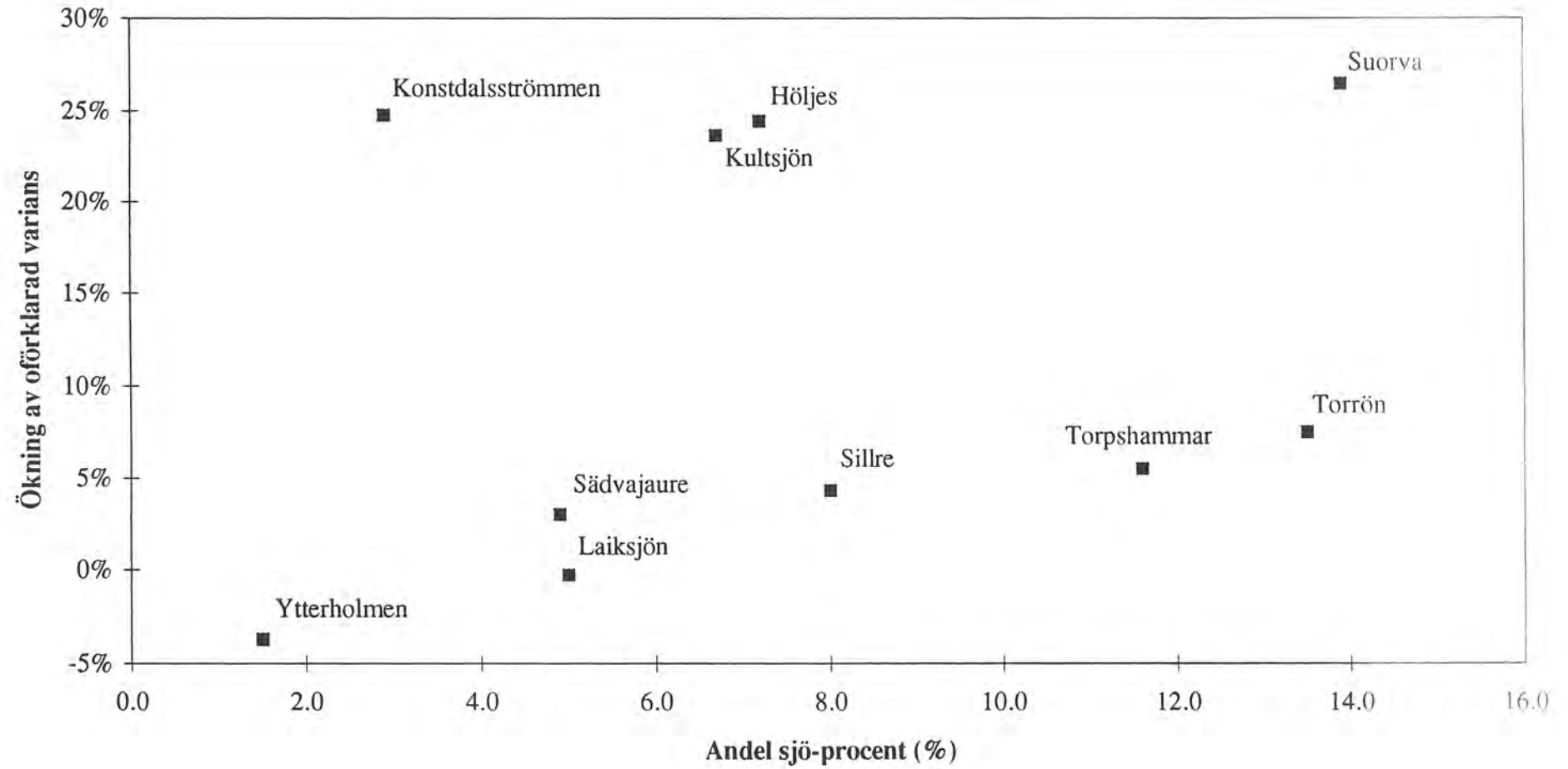
Utglesning P-stn



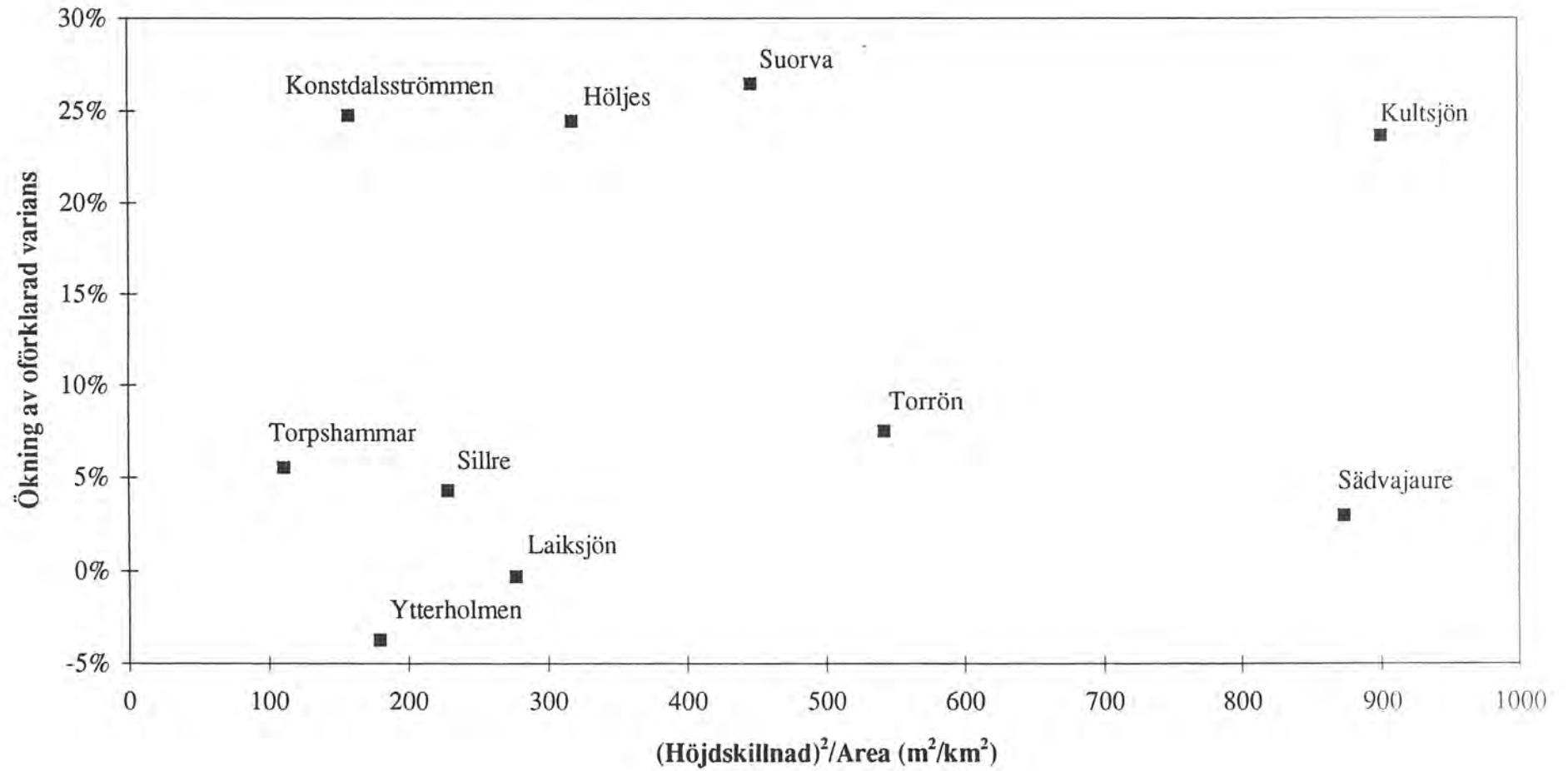
Utglesning P-stn



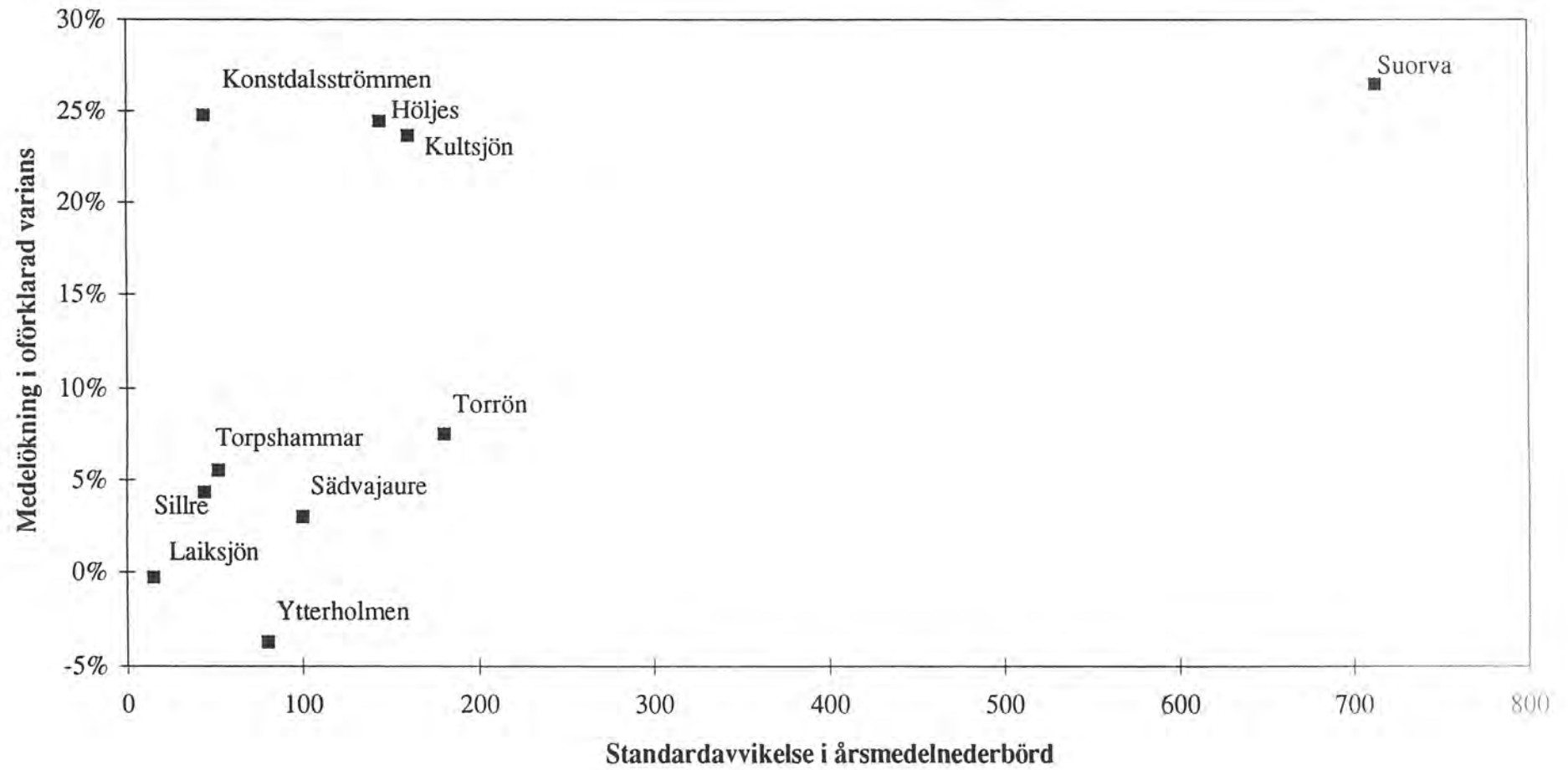
Utglesning P-stn



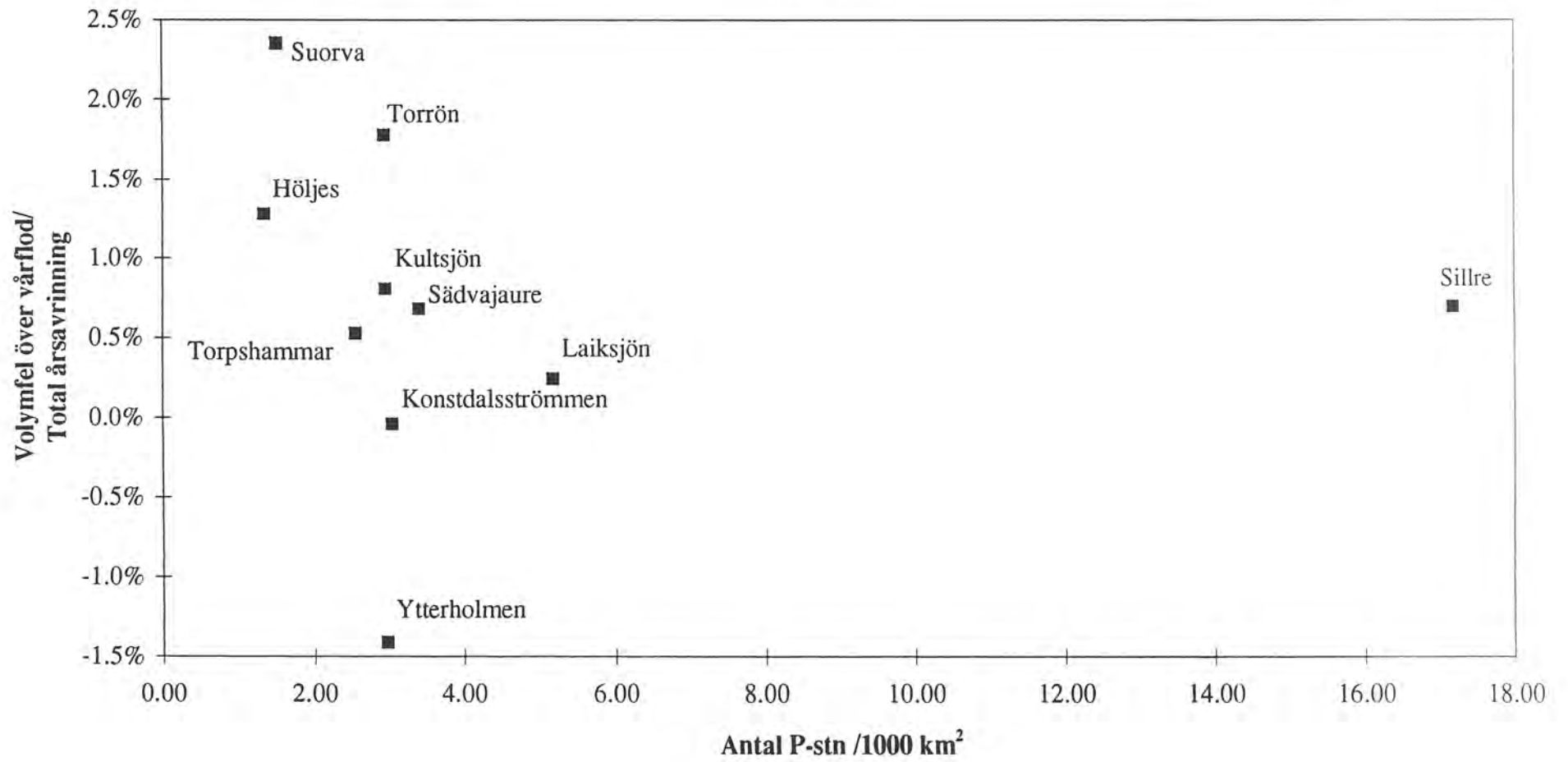
Utglesning P-stn



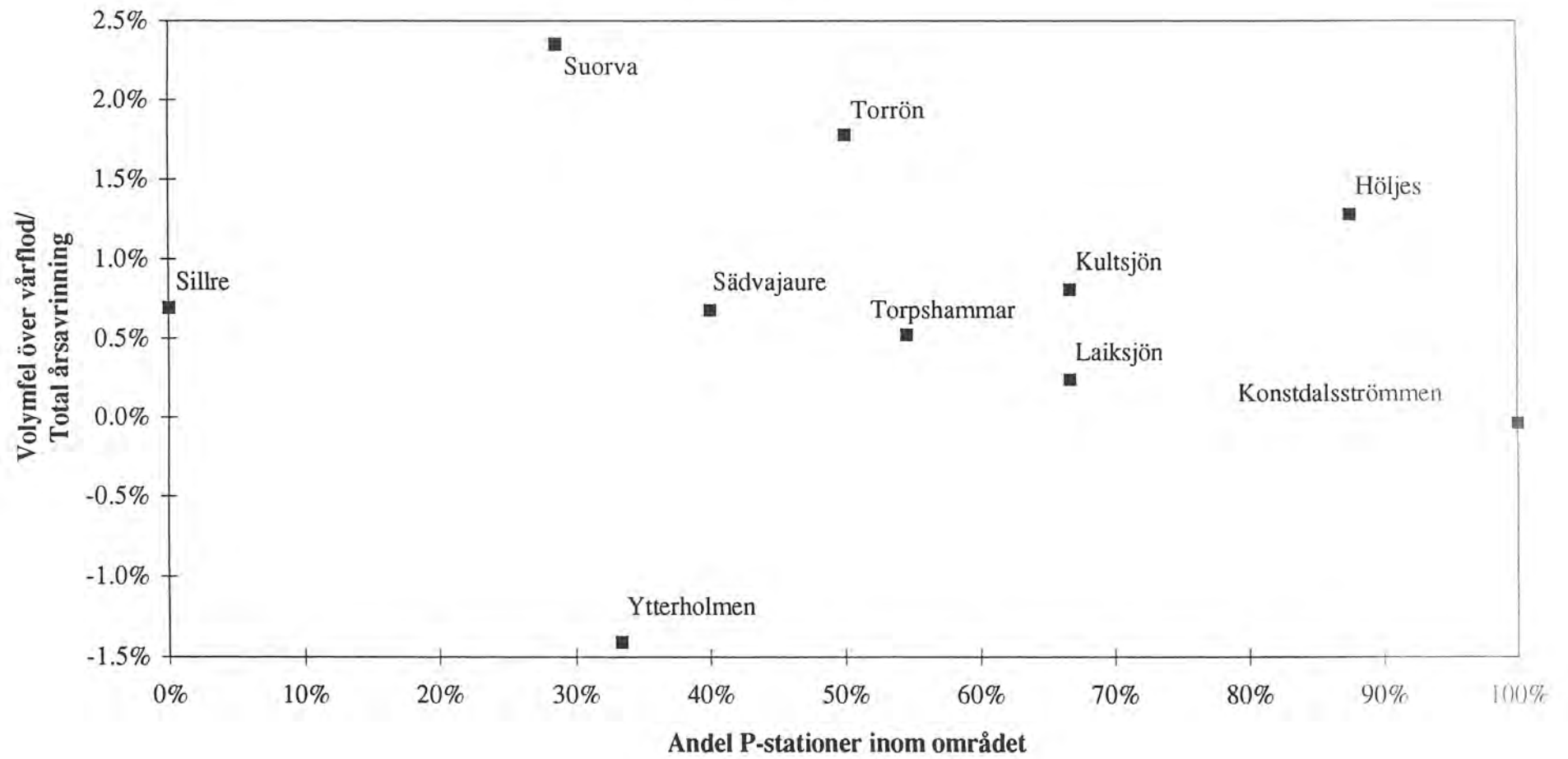
Utglesning P-stn



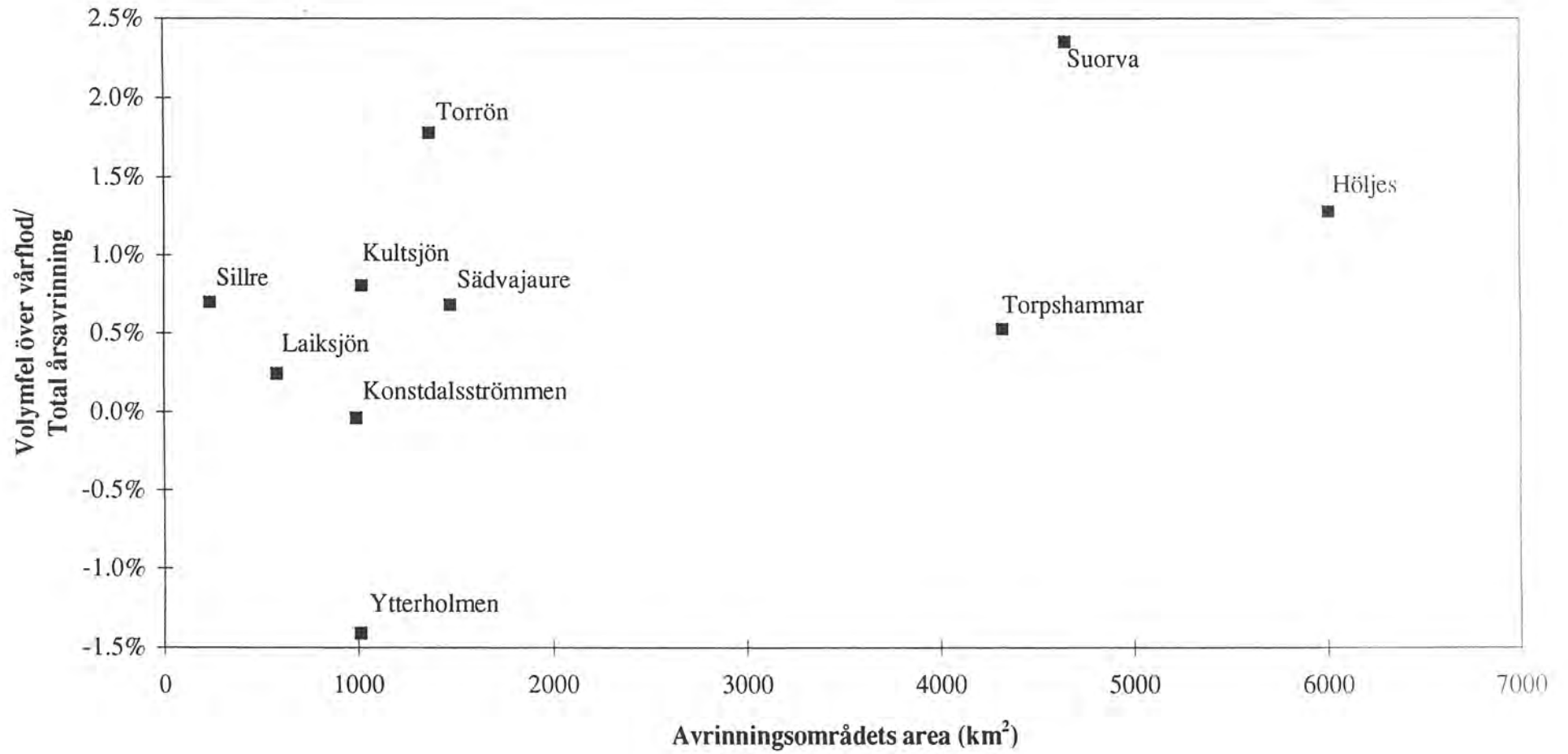
Utglesning P-stn



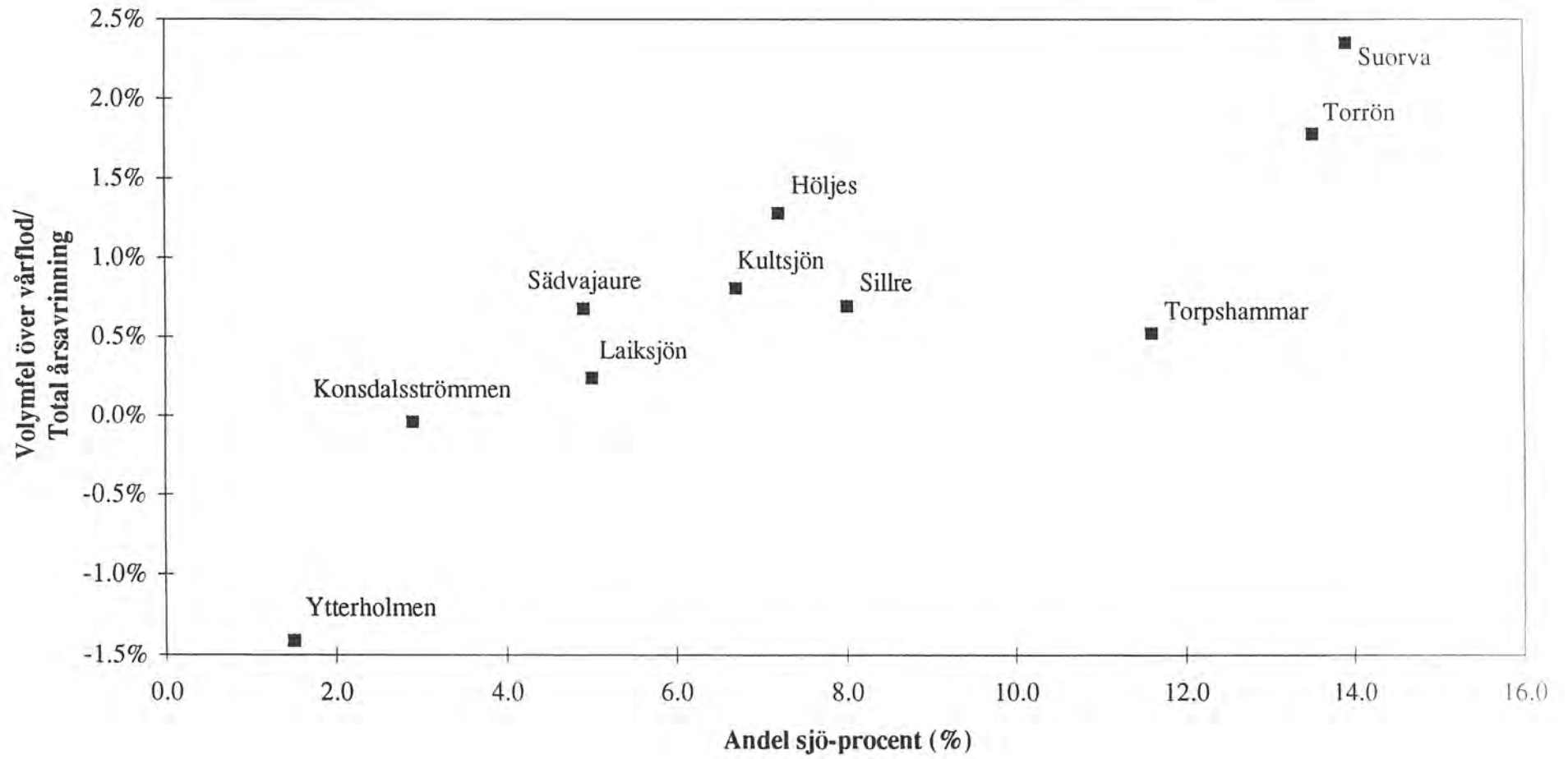
Utglesning P-stn



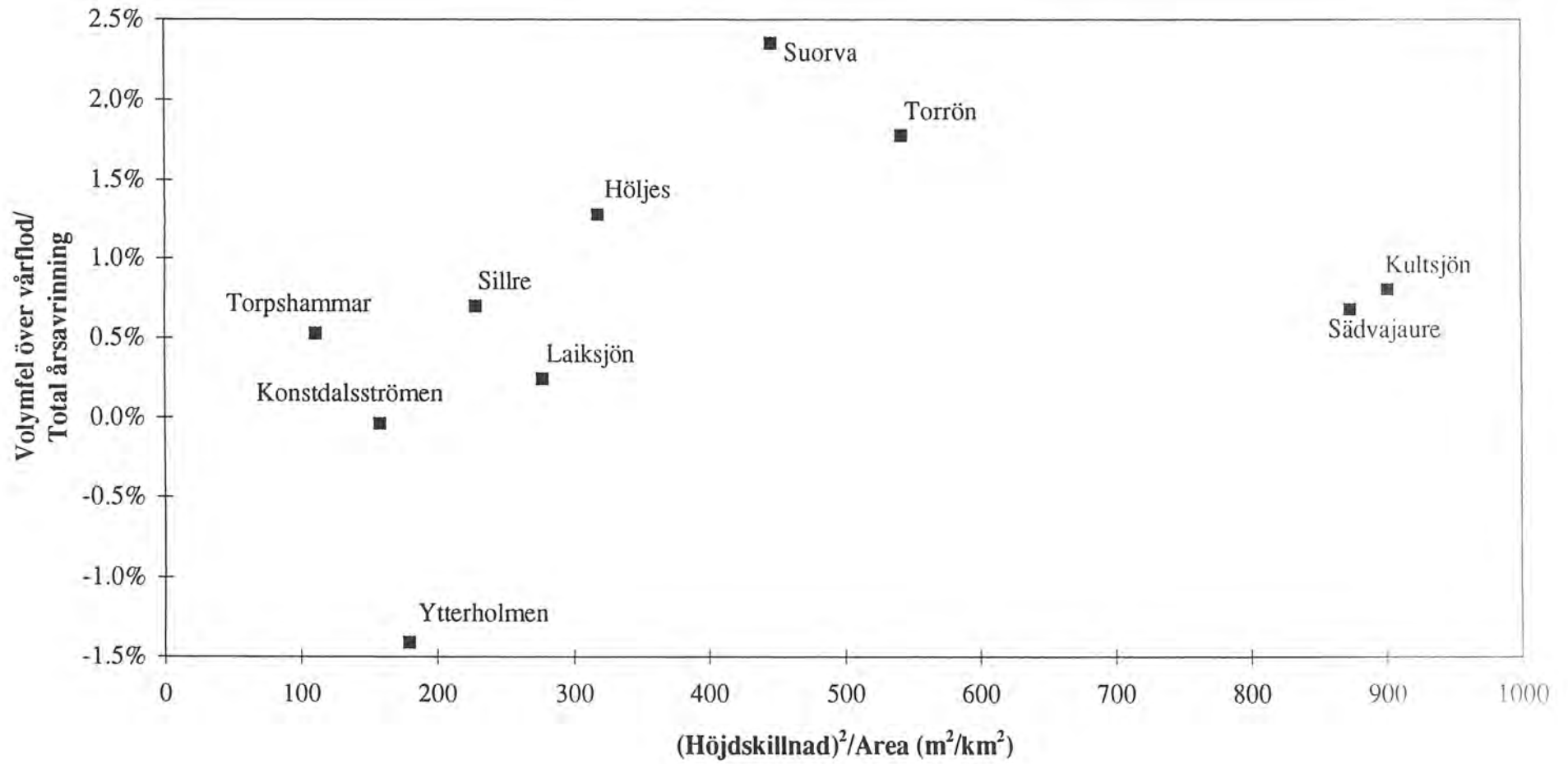
Utglesning P-stn



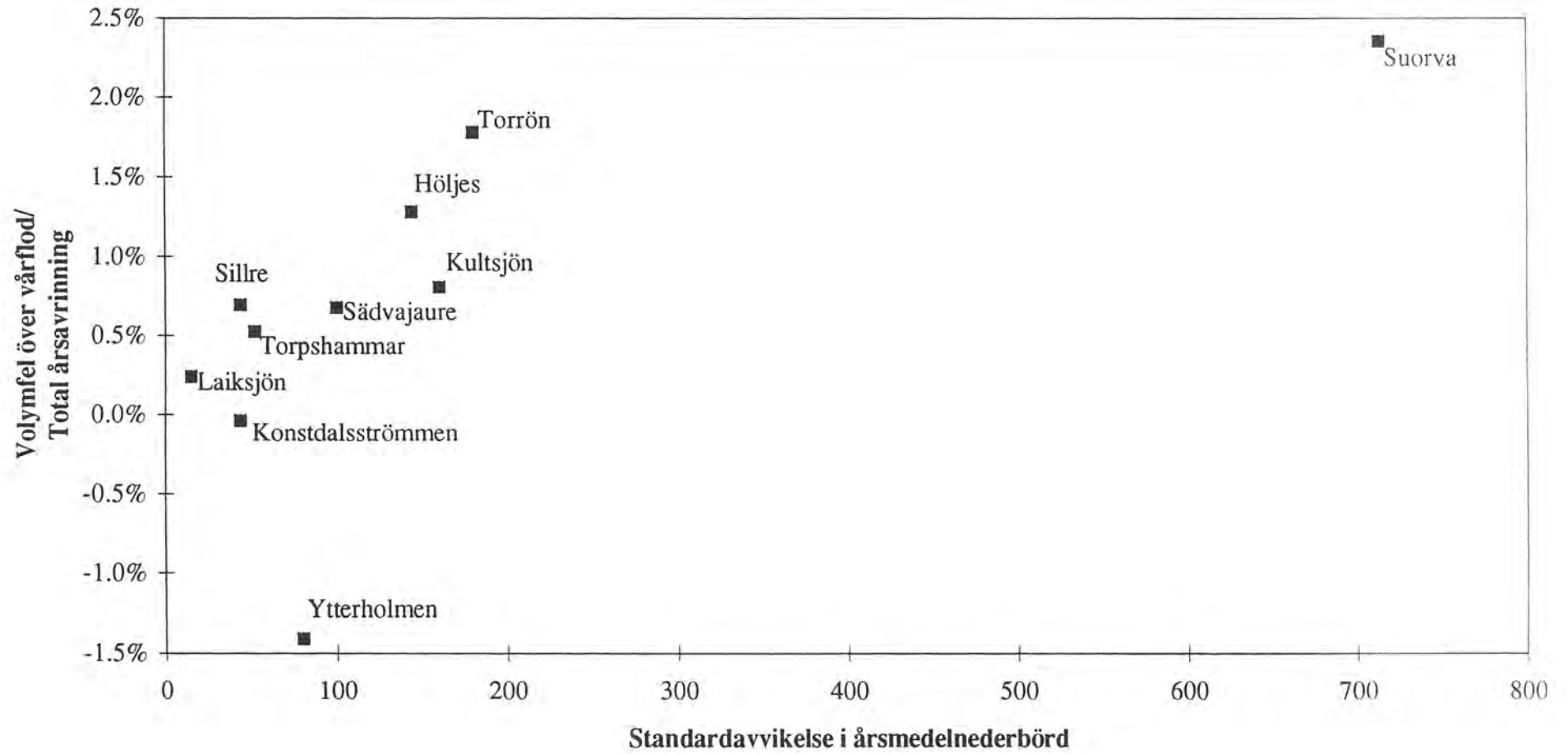
Utglesning P-stn



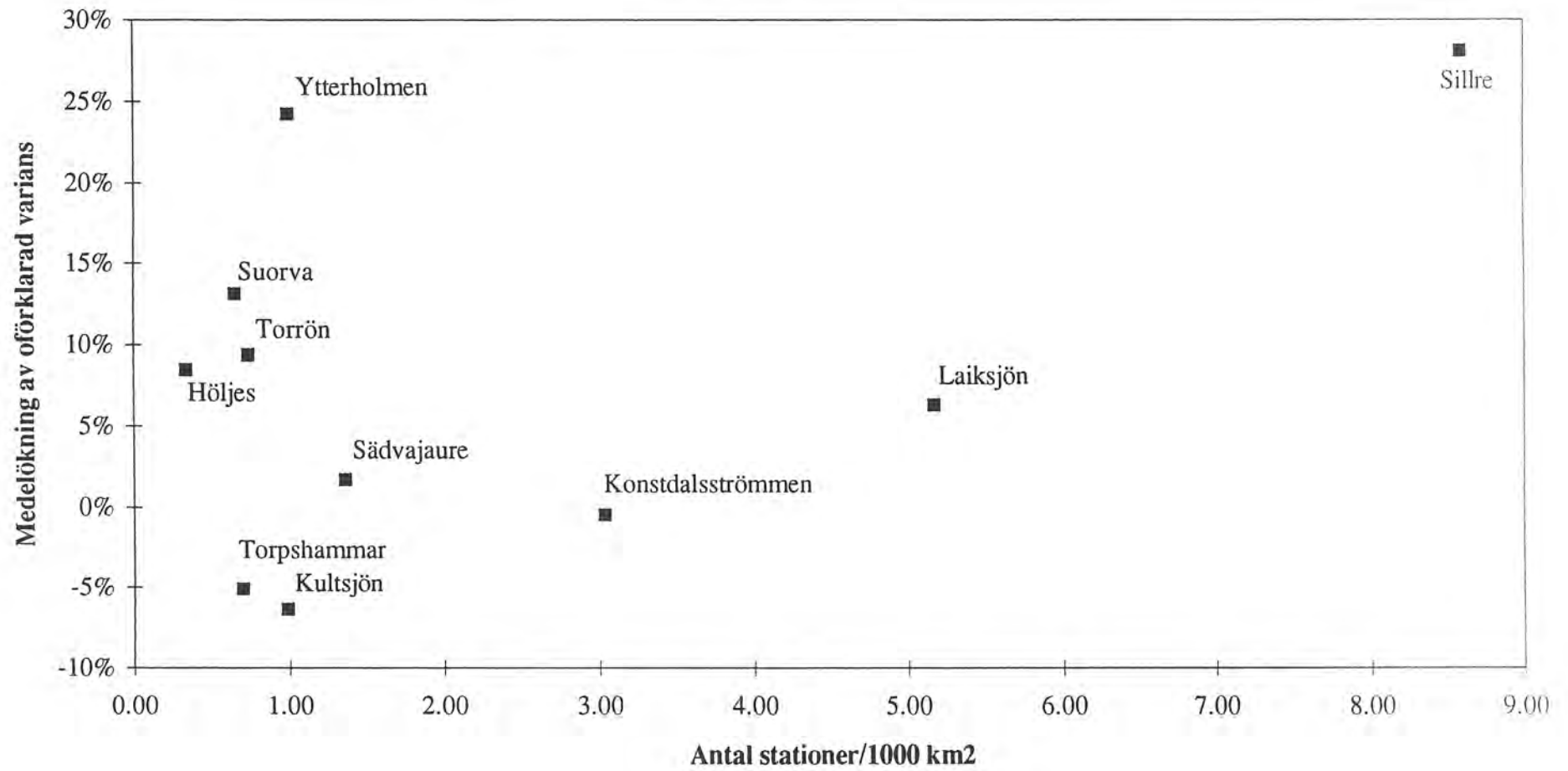
Utglesning P-stn



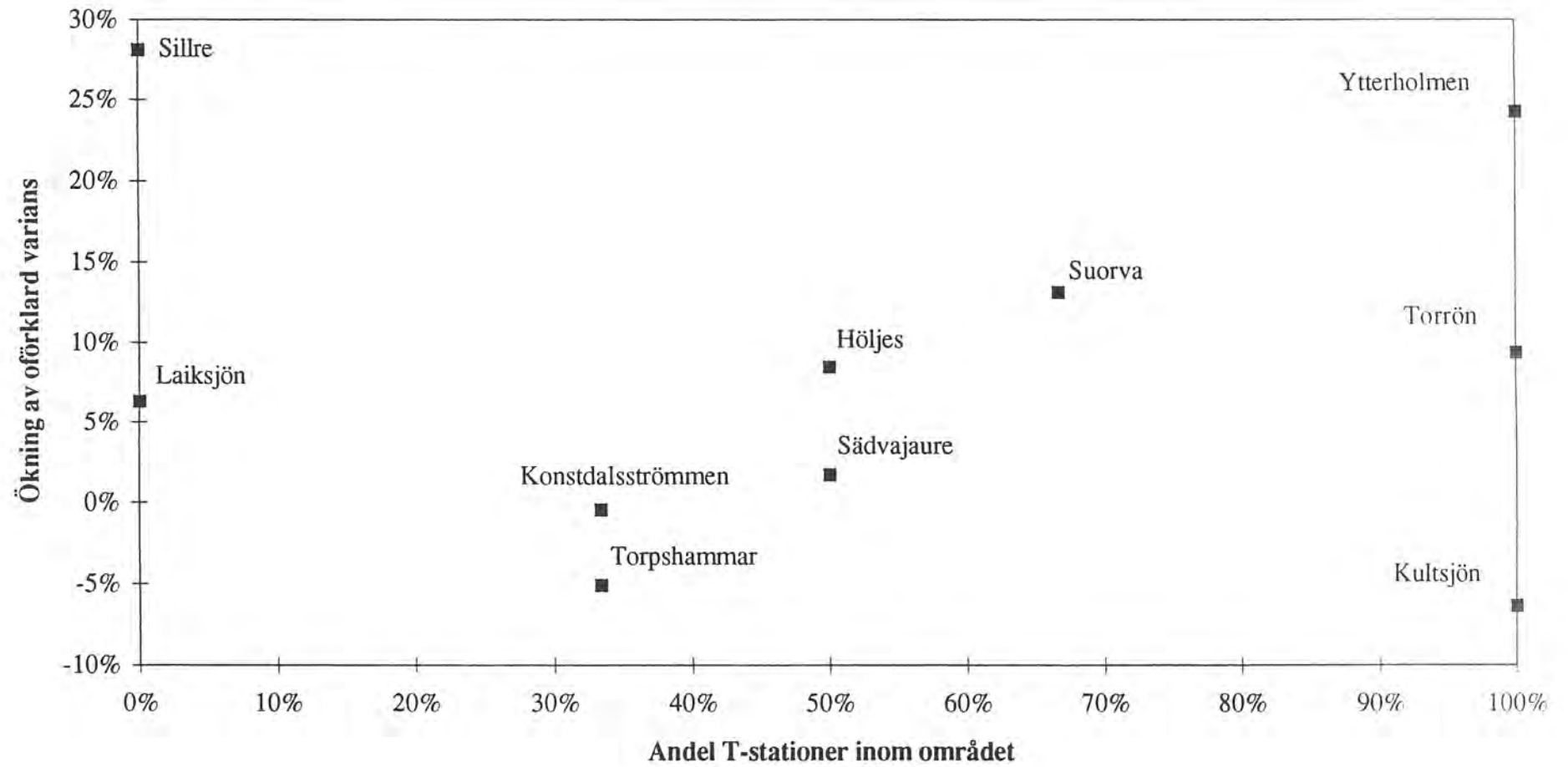
Utglesning P-stn



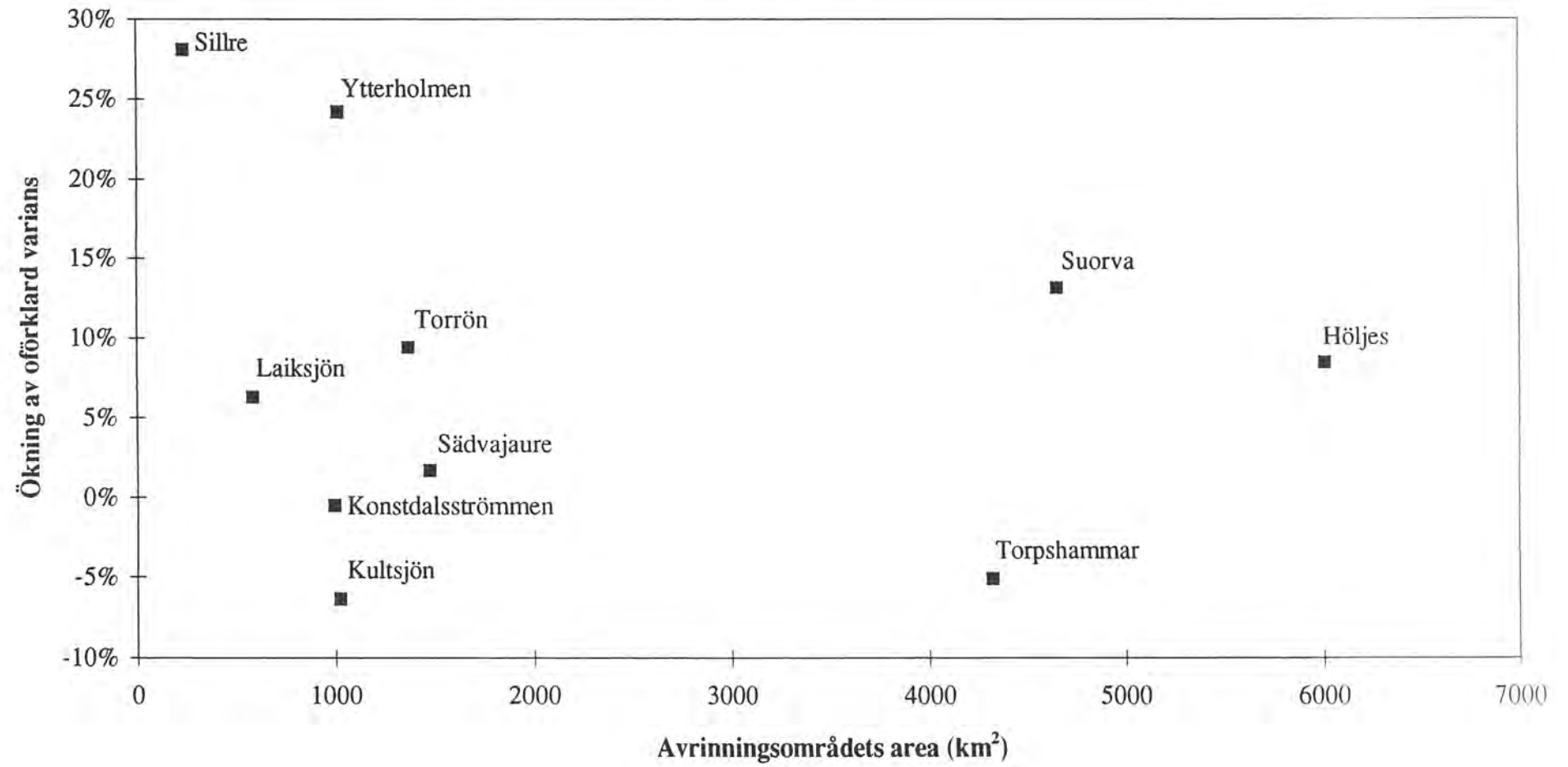
Utglesning T-stn



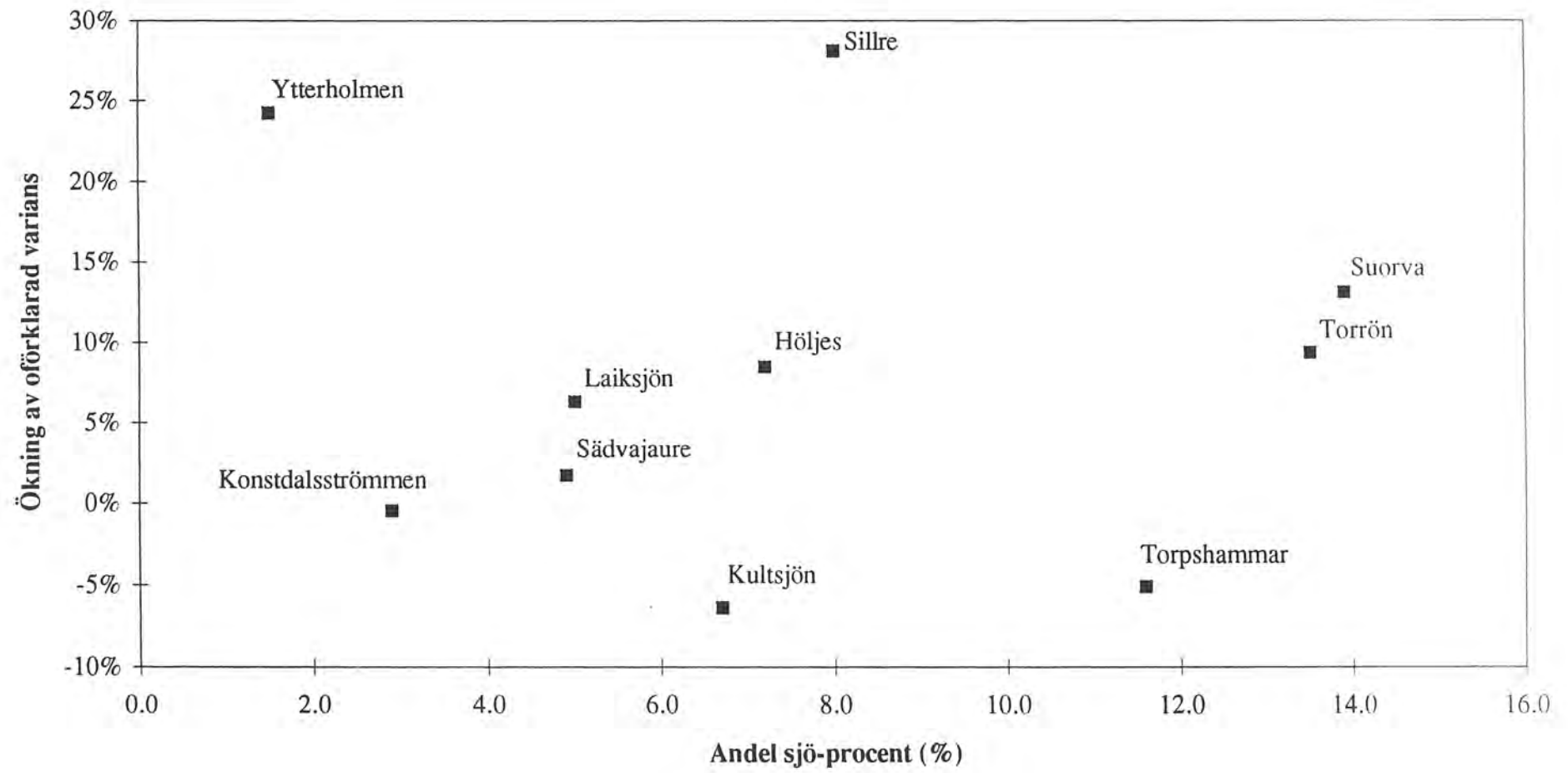
Utglesning T-stn



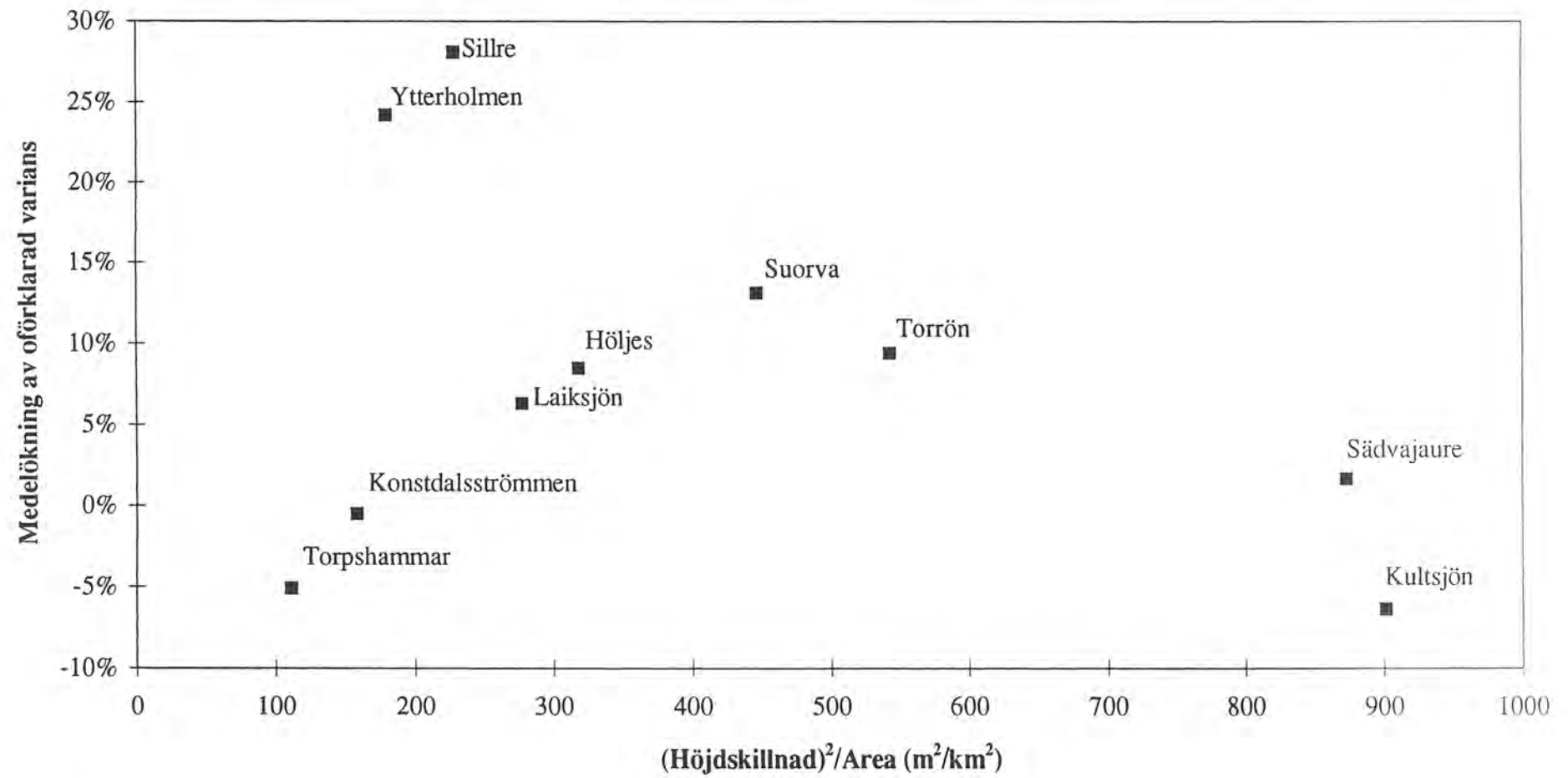
Utglesning T-stn



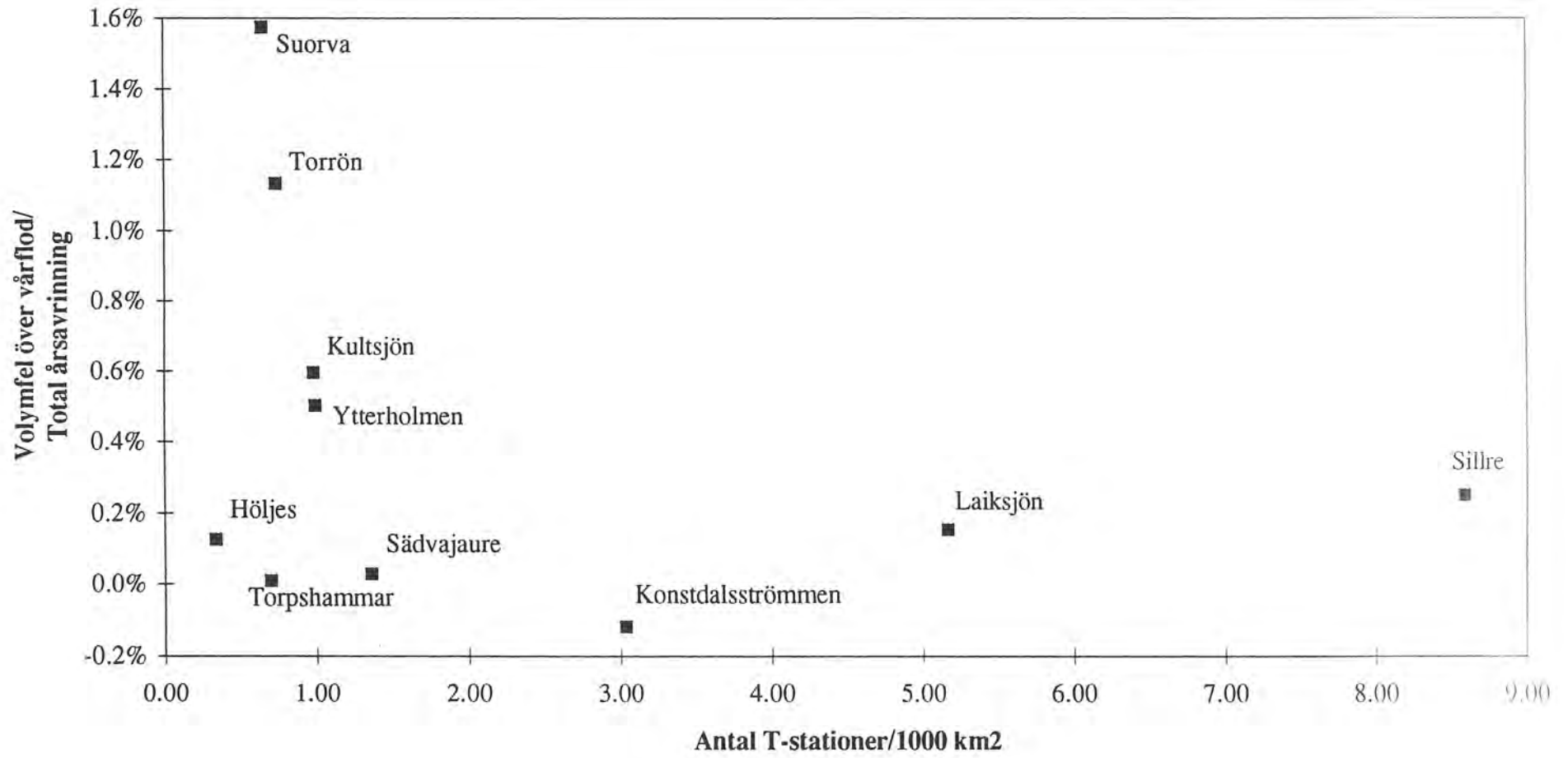
Utglesning T-stn



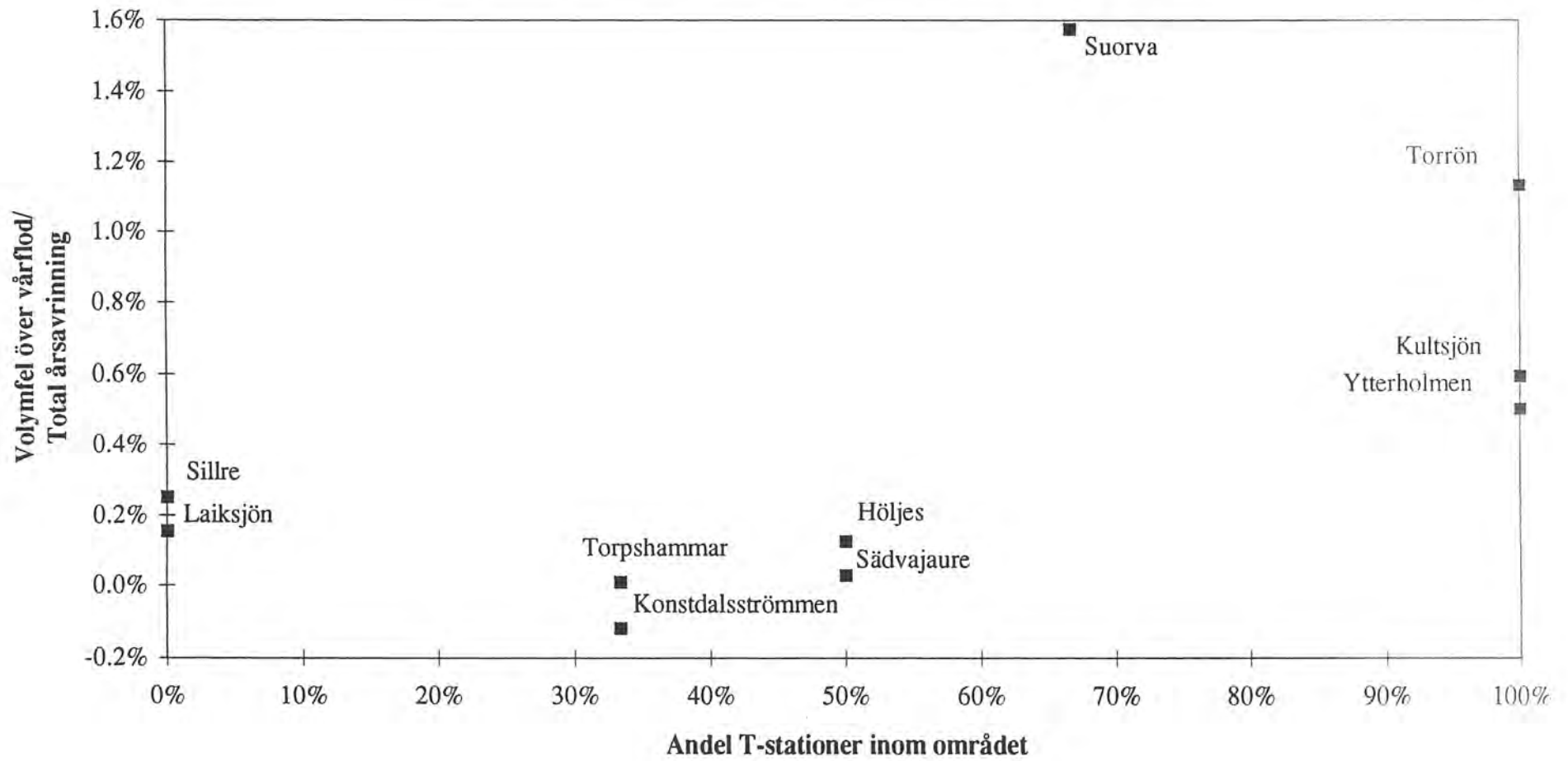
Utglesning T-stn



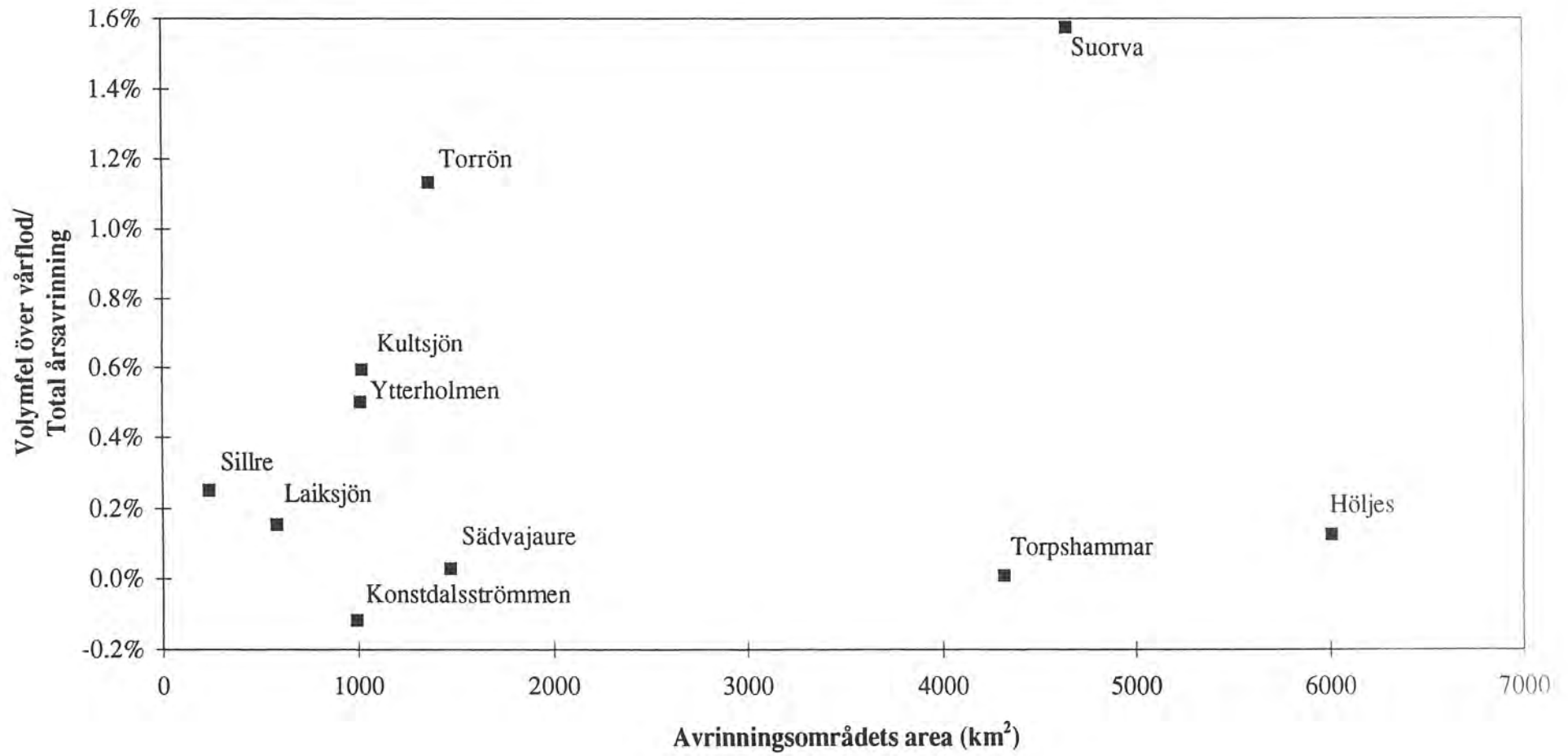
Utglesning T-stn



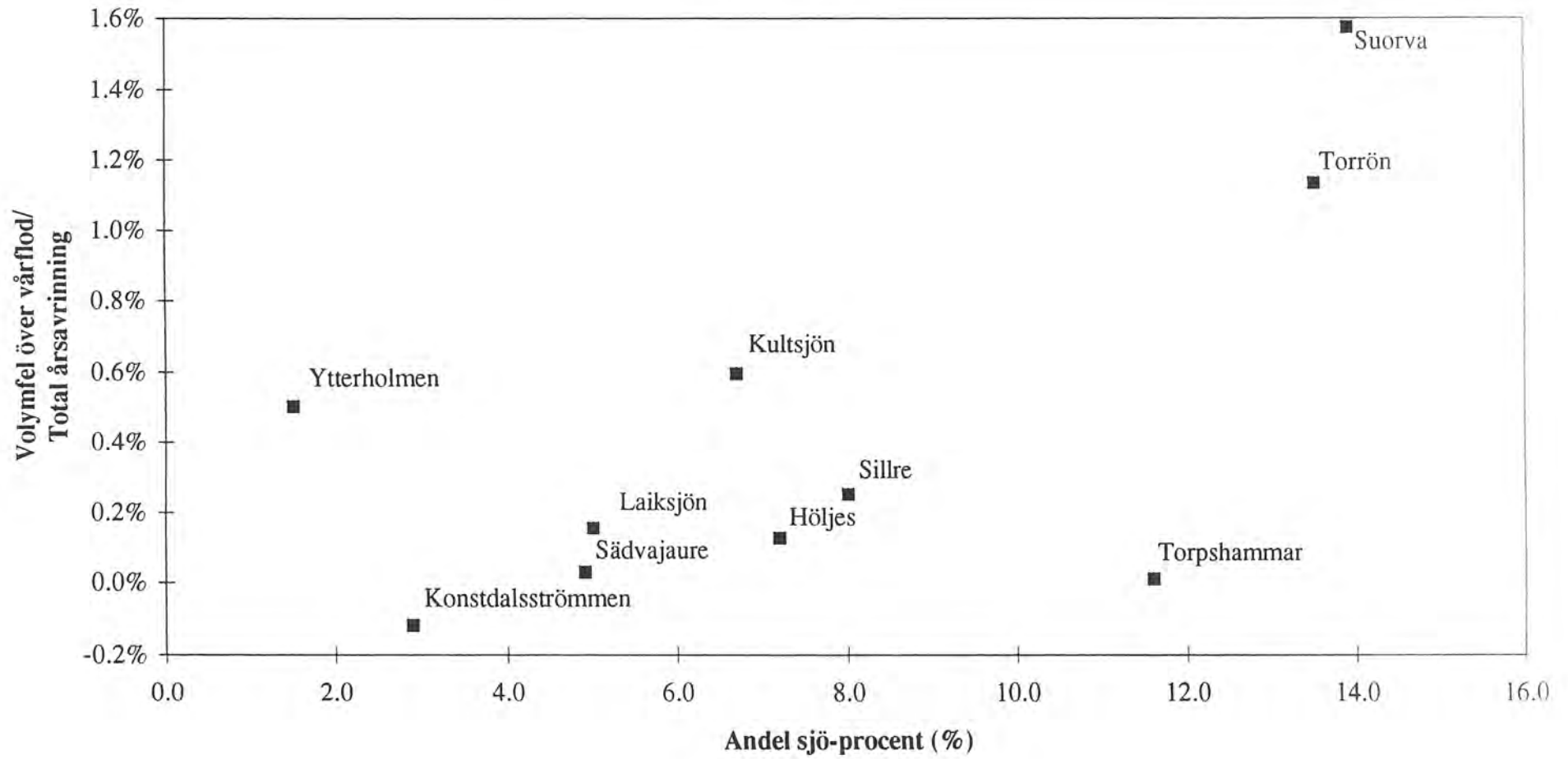
Utglesning T-stn



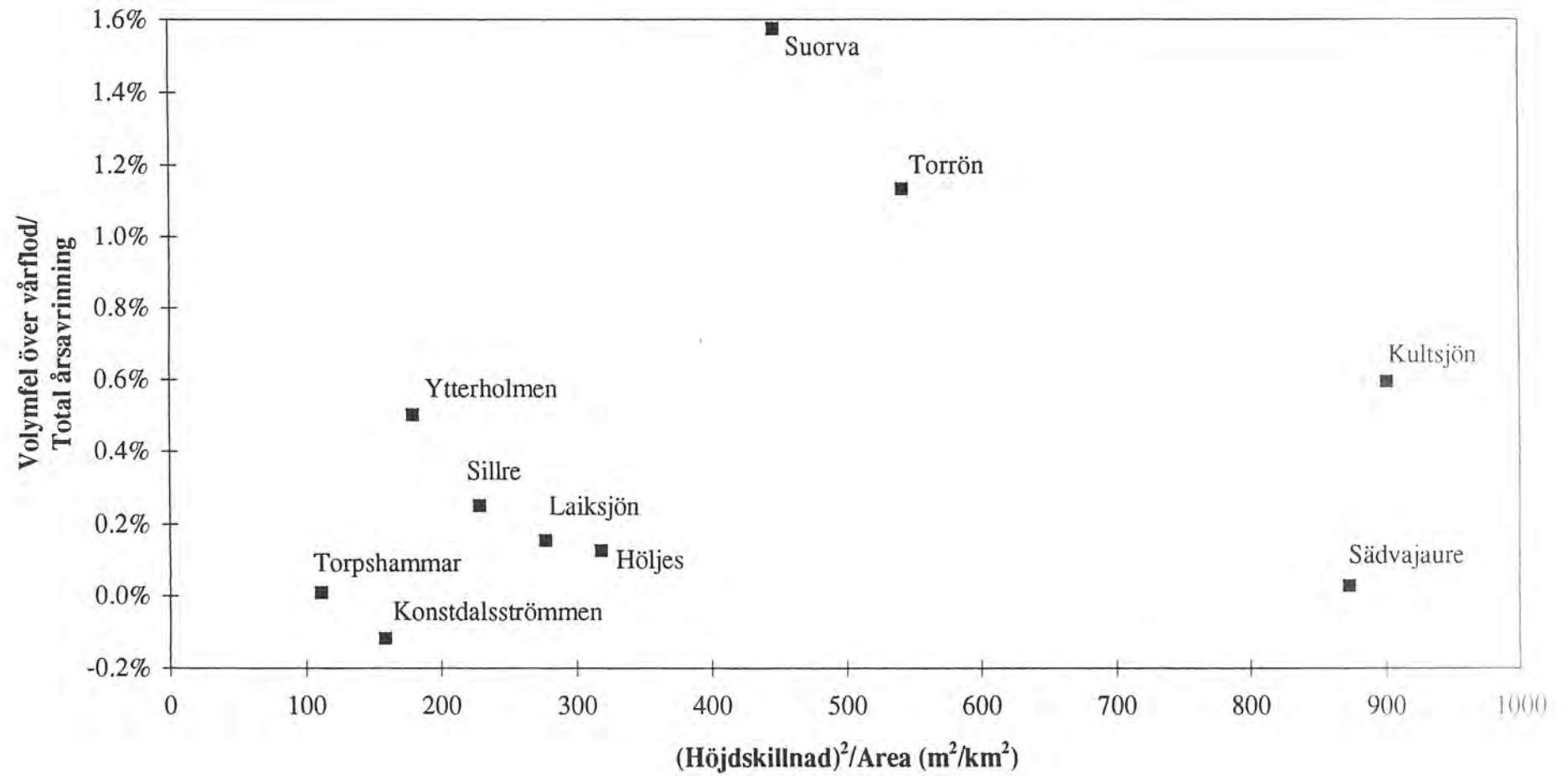
Utglesning T-stn



Utglesning T-stn



Utglesning T-stn



SMHI ger ut sex 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 (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

I serien HYDROLOGI har tidigare utgivits:

- | | |
|---|---|
| 1 Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska fältforskningsområdena. | 9 Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar. |
| 2 Martin Häggström och Magnus Persson (1986)
Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser. | 10 Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar and Robert Llobet (1987)
Application of the HBV model to Bolivian basins. |
| 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. | 11 Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in Bolivian basins with a stochastic model. |
| 4 Barbro Johansson, Erland Bergstrand och Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och oceanografisk information för vattenplanering - Ett pilotprojekt. | 12 Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter. |
| 5 Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985. | 13 Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn. |
| 6 Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt. | 14 Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd. |
| 7 Maja Brandt (1986)
Areella snöstudier. | 15 Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist (1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987. |
| 8 Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och tillämpningar. | 16 Martin Häggström och Magnus Persson (1987)
Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser. |

- 17 Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin (1987)
Skogsskador - klimat.
- 18 Maja Brandt (1987)
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser.
- 19 Martin Häggström och Magnus Persson (1988)
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser.
- 20 Todor Milanov (1988)
Frysförluster av vatten.
- 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)
Hydrologiskt stationsnät. 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 to six Centralamerican 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/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 temperaturens 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 Ume-älven 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. Under utgivning.
- 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 Koucheiki (1995)
Älvtemperaturers varianter 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, Håkan Sanner, Irena Nikolushkina, Inita Stikute (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Estonia



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING. Tel 011-15 80 00. Telefax 011-17 02 07

ISSN 0283-7722