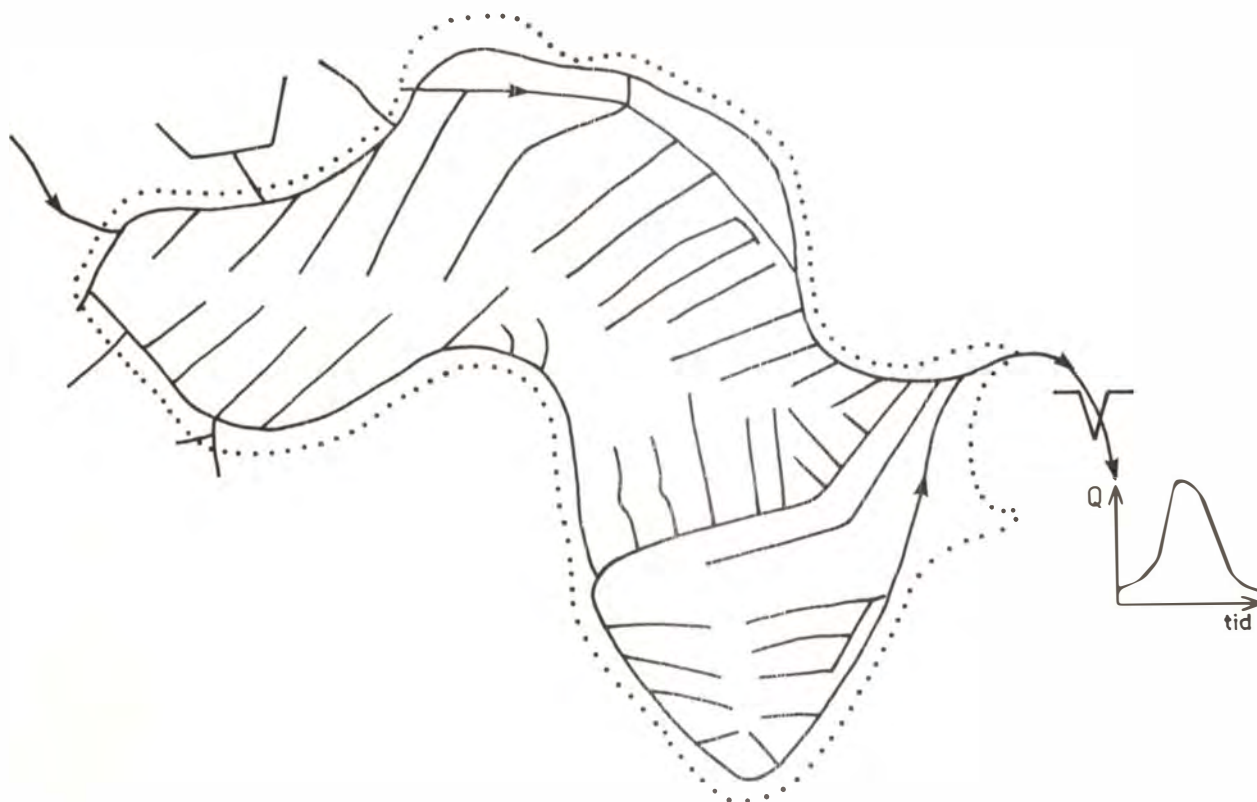




MYRDIKNING OCH FLÖDEN

Projektet är finansierat av Vattenregleringsföretagens
Samarbetsorgan (VASO)

MYRDIKNING OCH FLÖDEN

Maja Brandt

INNEHÅLL

	Sid.
INLEDNING	1
METOD	2
DATABAS	3
Torrbråten - Myggbotjärn	3
Siksjöbäcken	5
RESULTAT	6
Torrbråten - Myggbotjärn	6
Siksjöbäcken	10
SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	14
SLUTORD	16

Ordbehandling: Vera Kuylenstierna
Omslag: Eva-Lena Ljungberg
Figurer: Anita Bergstrand

SMHls tryckeri, Norrköping 1988.

MYRDIKNING OCH FLÖDEN

INLEDNING

I samband med kraftiga höstflöden och översvämningar 1985 och 1986 diskuterades i massmedia, om dessa kunde vara en följd av kalavverkning och dikning av stora ytor.

Avverkningens effekter på flöden har analyserats i en tidigare studie med hjälp av avrinningsmodellen PULS (Brandt, Bergström och Gardelin, 1987).

På liknande sätt analyseras dikningens effekter på flödena och avrinningen i denna rapport.

Vid en skogs- och myrdikning eftersträvas en sänkning av grundvattenytan. Det innebär, att det skapas ett omättat markskikt, som kan magasinera nederbörd och smältvatten tillfälligt. Det medför, att flödestopparna kan bli lägre, när magasinet inte är mättat. Den totala avdunstningen minskar efter dikning av kal myr. Medför dikningen, att skog eller vegetation tillväxer bättre, kommer däremot evapotranspirationen att öka samtidigt.

När det gäller dikningens effekter på högvattenflödena, visar olika undersökningar skilda resultat. I Sverige finns några sammanställningar gjorda av dikningens effekter (SNV Rapport 3270, 1987, IVA Rapport 227, 1982, och Stenbeck, 1985). Från några undersökningar rapporteras ökade högvattenflöden (Braekke, 1970, Seuna, 1974, Mustonen, 1975, Bergquist m fl, 1984), medan andra rapporterar minskade högvattenflöden (Multamäki, 1962). Lundin (1984) redovisar både minskade och ökade vattenföringstoppar från Docksmýran i Jämtland, liksom Heikurainen m fl (1978), som anser, att flödena ökar under våta förhållanden men minskar vid torra. Det finns därför inga samstämmiga undersökningsresultat från dikningsundersökningar. Det kan även bero på att undersökningarna berör skilda typer av dikningar - allt från nydikningar av olika typer

torvmark och kärr till dikning av försumpad skogsmark. Det dikade områdets belägenhet i avrinningsområdet, storlek, dikesintensitet och utformning kan även ha stor betydelse för effekten.

Det är mycket svårt att utföra undersökningar för att fastställa effekter av ändrade avrinningsförhållanden i ett avrinningsområde. Det krävs en mycket noggrann uppläggning och uppsättning av mätinstrument för avrinningsmätning. Inget år är det andra likt klimatologiskt, vilket innebär stora naturliga variationer i avrinningen. Det vanligaste sättet att analysera effekter av olika mänskliga ingrepp är att utföra regressionsanalys mellan ett opåverkat referensområde och ett påverkat område. Det är viktigt att områdena är relativt likartade till storlek och utseende före ingreppet, och att inga ingrepp eller förändringar sker i referensområdet.

I denna rapport redovisas ett annat sätt att analysera avrinningseffekterna, nämligen med hjälp av en avrinningsmodell - PULS-modellen. Detta har utförts för några områden, där Lars Lundin vid Institutionen för Skoglig Marklära, Sveriges Lantbruksuniversitet, ansvarat för hydrologiska mätningar och även analyserat resultaten med regressionsanalys och liknande metoder. Tyvärr saknas områden med fullständig dikning inom hela avrinningsområdet, vilket naturligtvis beror på att myrar och försumpade skogar normalt omges av högre fastmark.

METOD

Avrinningsmodellen PULS är en enkel begreppsmässig modell, som bygger på dygnsvärden av nederbörd och lufttemperatur samt enkla månadsvärden på den potentiella evapotranspiration. Modellen har en uppsättning empiriska koefficienter, som fastställs genom kalibrering med en uppmätt vattenföringsserie (Carlsson m fl, 1987, Bergström m fl, 1985). Modellen har utnyttjats tidigare för studier av kalavverkningens inverkan (Brandt m fl, 1987), avrinning och kväve-

läckage från små åkerområden (Brandt m fl, 1986) samt för avrinning, pH och alkalinitetssimuleringar i ett antal småområden (Carlsson m fl, 1987).

Modellen har för denna analys kalibrerats för två referensområden samt för fyra påverkade områden före dikningens utförande. Efter det att dikningen har utförts har modellen framkörts med oförändrad parameteruppsättning för de påverkade områdena. Om modellen är bra kalibrerad och inga andra förändringar skett i områdena, såsom dammläckage eller ändrad avrinningsstorlek, framgår då inverkan av dikningen som skillnaden mellan simulerad och uppmätt avrinning.

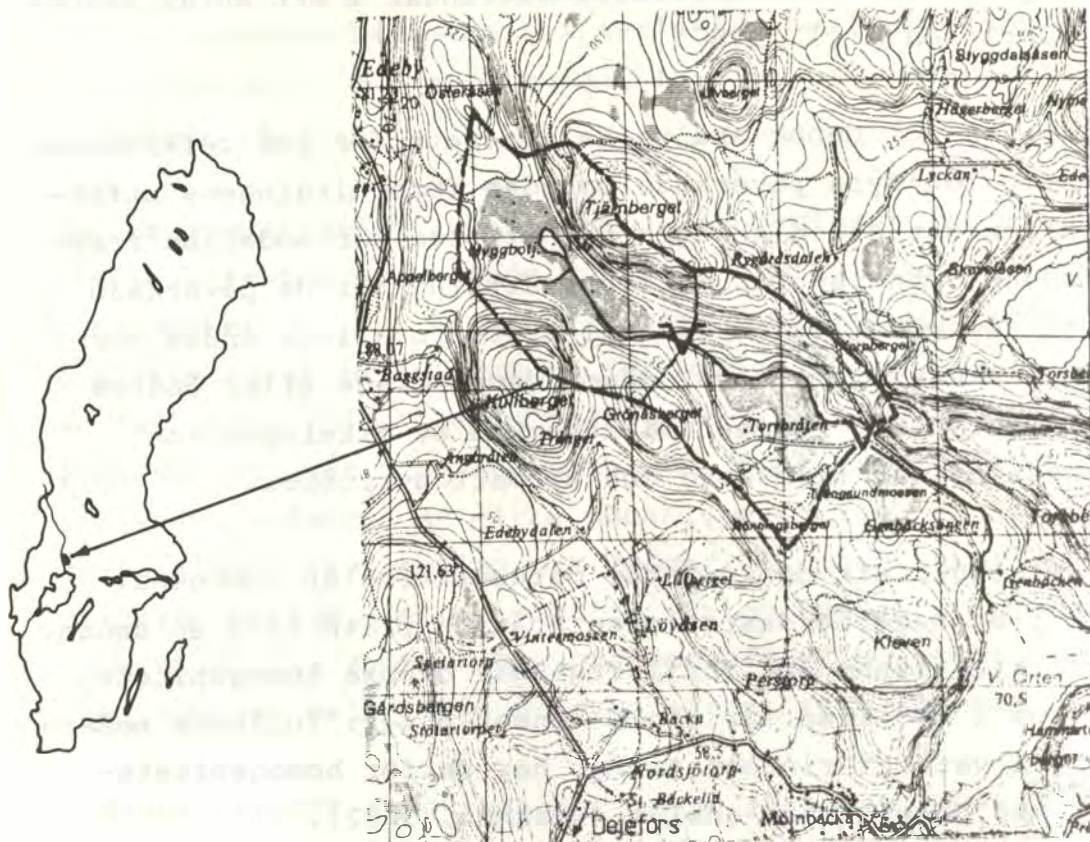
Det är viktigt, att de ingående dataserierna är homogena. Flyttas t ex nederbördsstationen från en plats till en annan, kan även till synes små förflyttningar orsaka homogenitetsbrott, som i modellen får stora konsekvenser. Ingående nederbörds- och vattenföringsstationer har därför homogenitetstestats med double-mass-analys (Westman, 1982).

DATABAS

Torvbråten - Myggbotjärn

Detta undersökningsområde består av en dalgång med två delområden. Myggbotjärn (1.9 m²) utgör ett opåverkat referensområde, bestående av både skog- och myrmarker. Det ligger uppströms Torvbråten (1.4 km²), som delvis har dikats under undersökningsperioden. Vattenföringen, som uppmätts vid Torvbråtens mätdamm, hänförs sig därför från både Myggbotjärns- och Torvbråtenområdet (3.3 km²).

Undersökningsområdet är beläget i Värmland ca 3 mil norr om Karlstad (se figur 1).



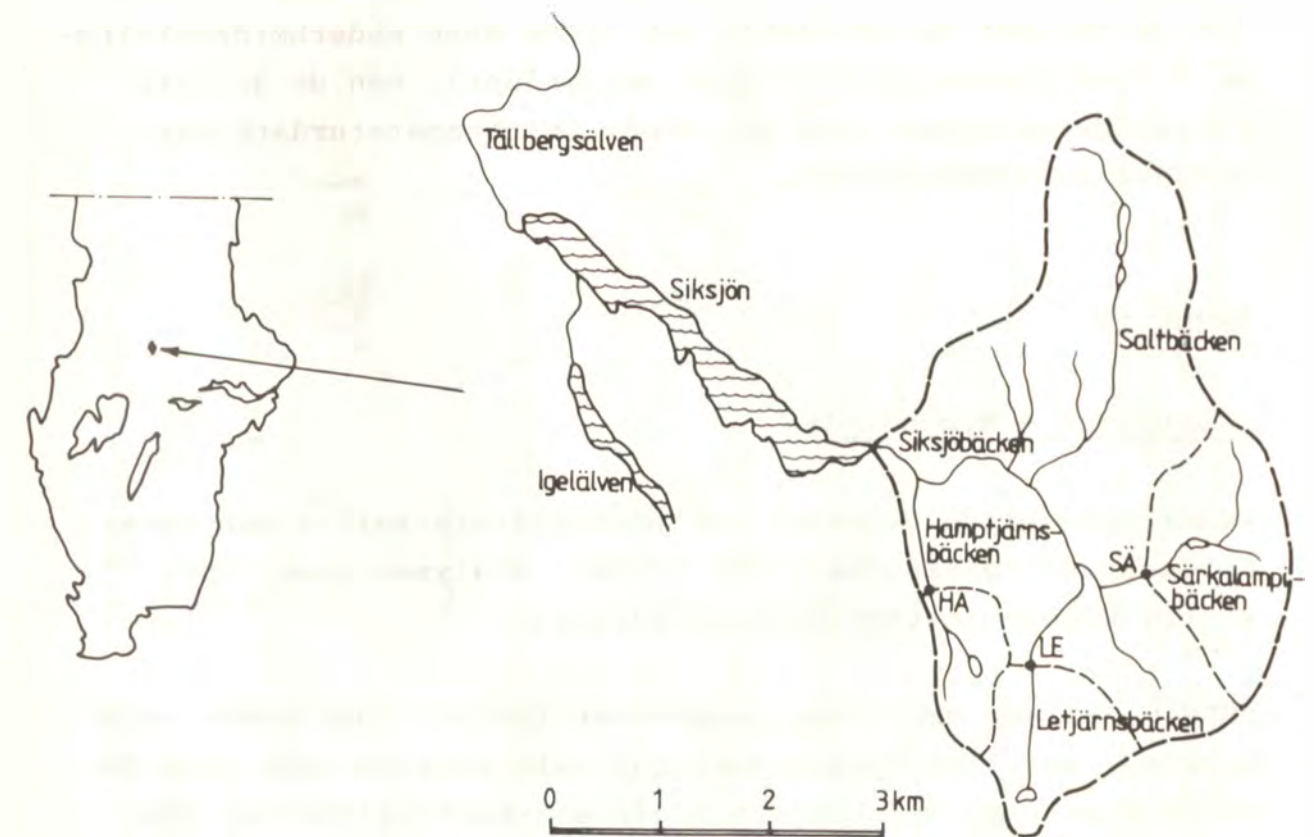
Figur 1. Undersökningsområdet Myggbotjärn och Torvbråten.

Utnyttjad undersökningsperiod är oktober 1979 till november 1985. Dikning av delar av Torvbråtens yta utfördes i etapper. Under november 1981 dikades laggen och runt myrarna. Under juni och juli 1982 fortsatte dikningen av själva myrytan. Myrprocenten i båda delområdena utgör ca 20 %. Dikningen i Torvbråten omfattade 8 % av hela undersökningsområdet.

Dagliga nederbördsvärden har hämtats från SMHIs nederbördsstation i Deje-fors 5 km syd om området och lufttemperaturvärden från Karlstad.

Siksjöbäcken

Siksjöbäcksområdet är beläget i gränstrakterna mellan Dalar-
na, Västmanland och Värmland. Siksjöbäckens bäcksystem består
av fyra mindre bäckgrenar, varav Särkalampibäcken, Letjärns-
bäcken och Hamptjärnsbäcken har studerats i detta projekt (se
figur 2). Siksjöbäcksområdet har stora höjdskillnader. Torv-
markerna består av försumpningstorvmarker, där lutande låg-
starrmyrar överväger. Myrytorna ligger främst som stråk längs
bäckar och dråg eller som insprängda små ytor. På Särkalampis
centralt belägna myryta finns gles tallskog, i övrigt är
myrarna relativt trädlösa.



Figur 2. Siksjöbäckens avrinningsområde med delområdena Letjärn, Särkalampi och Hamptjärn.

Hamptjärn (1.1 km²) är ett referensområde, där myrorna (28 %) har bevarats orörda. Detta område har stora likheter

med Letjärnsområdet (1.4 km²) och med 24 % myr, varav 14 % dikades i mars - april 1980. Särkalampiområdet är 2.65 km² med 9 % myr. 7 % dikades under mars - april 1980. Utnyttjad undersökningsperiod är juli 1979 till december 1983. Området finns närmare beskrivet av Bergquist m fl (1984).

Lars Lundin, SLU, som ansvarat för de hydrologiska mätningarna i Siksjöområdet, har utnyttjat bl a regressionssamband för att jämföra avrinningen från kontrollområdet och från de påverkade områdena (se Bergquist m fl, 1984).

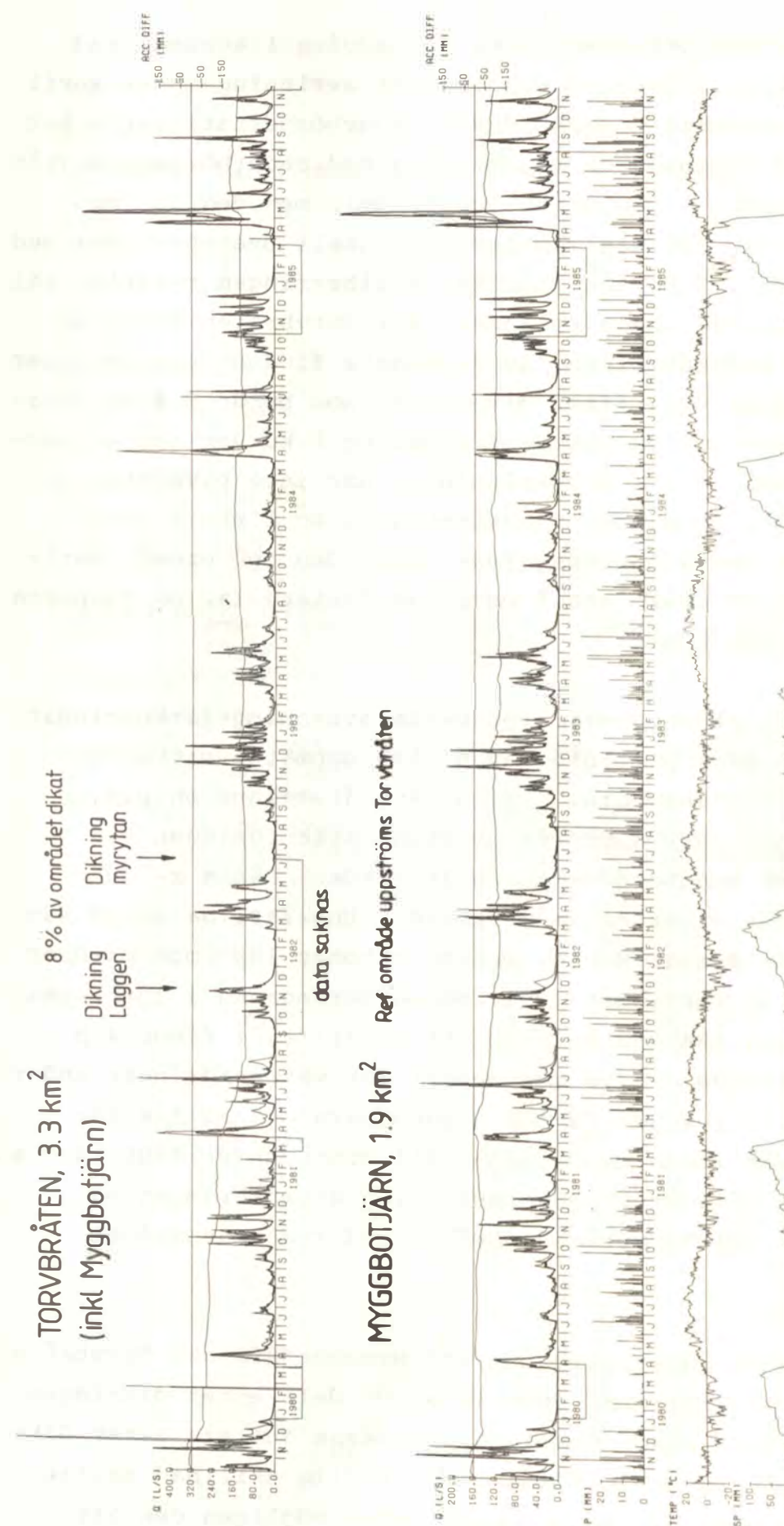
Dagliga nederbördsvärden har hämtats från SMHIs nederbördsstationer Hörken (26 km öster om området) och Telningsberg (25 km nordost om området). Det finns även nederbördsmätningar i Fredriksberg (12 km norr om området), men de är inte fullständiga under hela perioden. Lufttemperaturdata har hämtats från Ställdalen.

RESULTAT

Torvbråten - Myggbotjärn

Nederbördsserien Dejefors har homogenitetstestats mot nederbördsserien Telningsberg och Hörken. Analysen visar inga större homogenitetsbrott för Dejefors.

PULS-modellens empiriska parametrar fastställdes genom kalibrering, dels för Myggbotjärn för hela perioden och dels för Torvbråten (där Myggbotjärn ingår som kontrollområde) före dikningen. Därefter framkördes Torvbråten inklusive Myggbotjärn med samma parameteruppsättning. I figur 3 redovisas kalibreringen för Myggbotjärn för hela perioden och för Torvbråten före dikningen och framkörningen efter dikningen. Vattenföringsdata saknas vid Torvbråten för september 1981 - juni 1982 på grund av bävvar. På grund av isdämning saknas även vattenföring för vintrarna 1979/80 och 1984/85 för båda områdena.



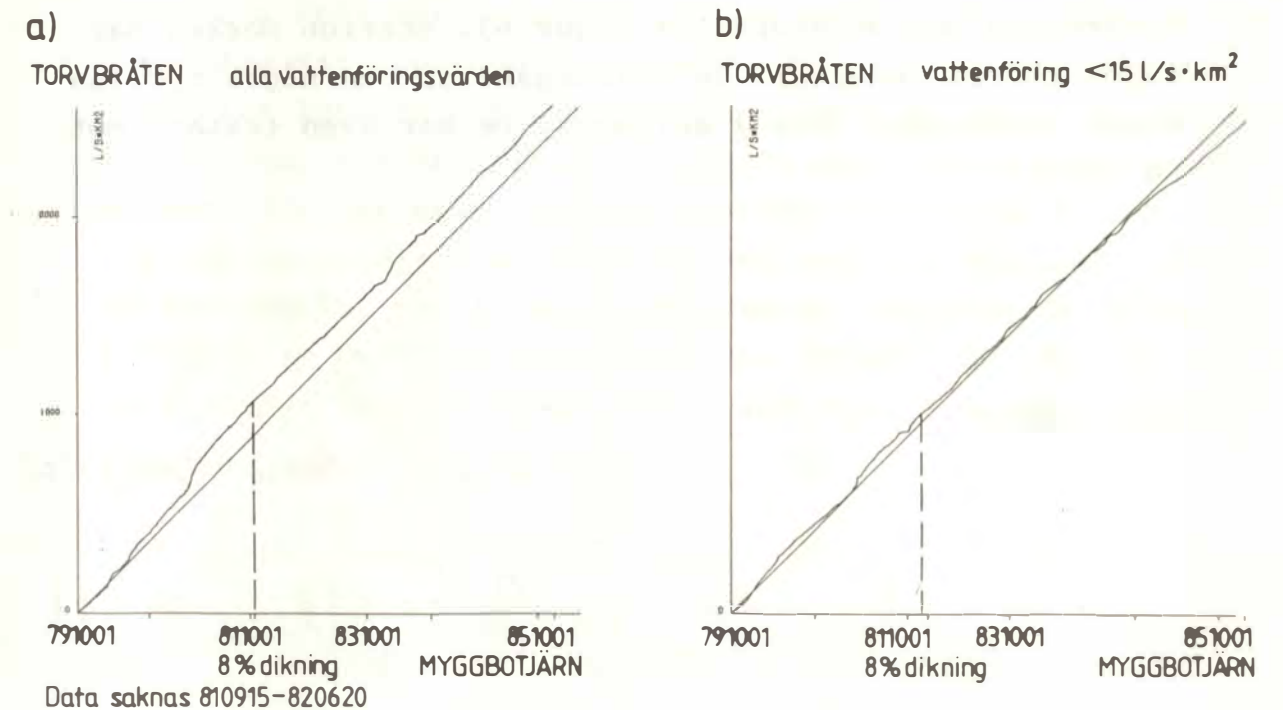
Figur 3. Modellsimulering (tjock linje) och uppmätt avrinning (tunn linje) för referensområdet Myggbotjärn samt för Torvbråten före dikningen och framkörningen efter dikningen. Acc. diff.-kurvan visar differens mellan simulerad och uppmätt avrinning. Indata är nederbörd (P) och lufttemperatur (TEMP). SP är simulerat snötäcke i mm i PULS-modellen.

Under kalibreringsperioden finns en nedgång i ackumulerad differens mellan simulerad och uppmätt avrinning under april - juni 1981. Uppmätt nederbörd vid nederbördsstationerna kan inte förklara flödena. En uppdatering med nederbördsdata från Siksjöbäckensområdet har skett (ca 14 mm), men den är inte alls tillräcklig för att simuleringen skall överensstämma med uppmätta flöden. I övrigt fungerar kalibreringen relativt väl för Myggbotjärn för hela perioden. För Torvbråten finns en tendens till underskattning av de högsta flödestopparna under kalibreringsperioden. Efter dikningen, som berör 8 % av totala ytan, framgår ingen större förändring i kurvan för ackumulerad differens, d v s årsavrinningen har inte påverkats så att det märks i modellen. Flödestopparna är i regel underskattade, men samma tendens finns under den opåverkade perioden, och det är svårt att i modellen fastställa, om topparna verkligen blivit högre.

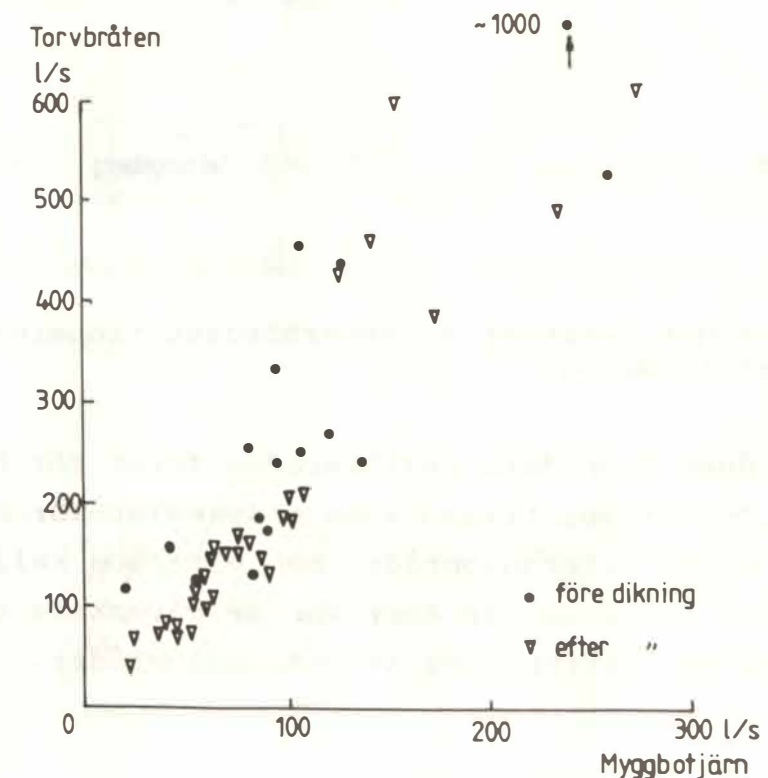
Ett annat sätt att studera eventuella avrinningsförändringar är med double-mass-plottning av de två uppmätta vattenföringsserierna mot varandra. I figur 4 a återfinns en plottning av ackumulerade summorna av dygnsvattenföringen vid Torvbråten mot Myggbotjärn för alla värden. Längs x- och y-axlarna finns vissa datum markerade. Ungefärliga datum kan avläsas mellan dessa. Hacket mellan oktober 1980 och oktober 1981 orsakas av vårflödet 1981. Någon förändring i lutningen efter dikningen 1981-82 är svår att urskilja. I figur 4 b återfinns liknande analys men endast för vattenföringar under 15 l/s · km², d v s 30 l/s för Myggbotjärn och 50 l/s för Torvbråten. Här finns en tendens till brott under 1985, d v s att under det våta året 1985 skulle lågvattenföringen ha minskat något vid Torvbråten jämfört med referensområdet Myggbotjärn.

I figur 5 har de högsta flödena vid Myggbotjärn och Torvbråten plottats mot varandra, dels före och dels efter dikningen för att man skall kunna urskilja, om dessa ändrats efter dikningen. Det går inte att finna någon tydlig skillnad mellan förhållandena före och efter denna, utom möjligen den att

de lägre flödestopparna (mindre än 200 l/s vid Torvbråten) har minskat efter dikningen.



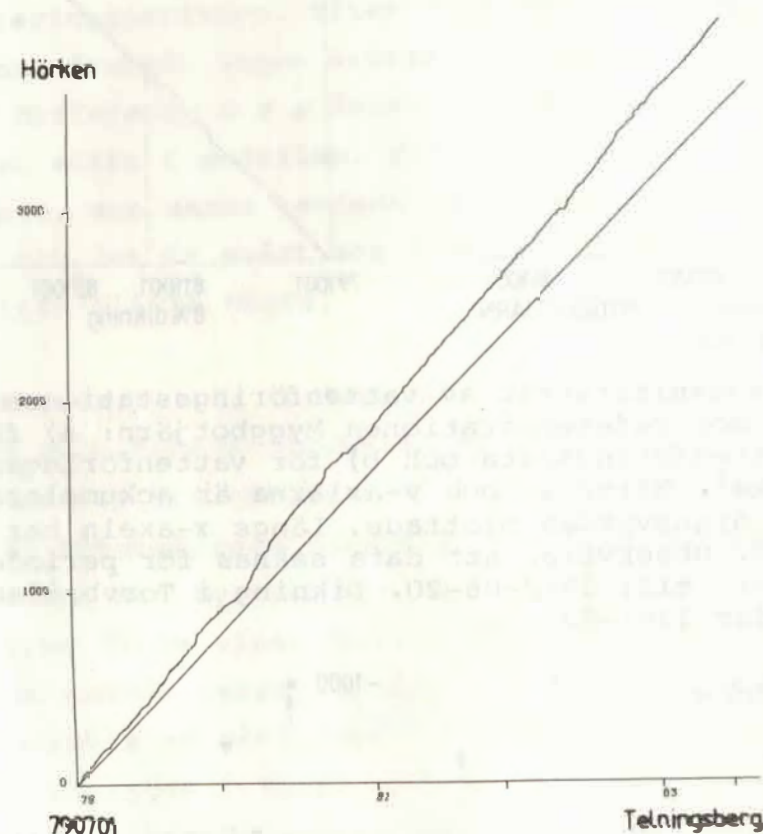
Figur 4. Homogenitetstest av vattenföringsstationen Torvbråten mot referensstationen Myggbotjärn: a) för alla vattenföringsdata och b) för vattenföringar < 15 l/s · km². Efter x- och y-axlarna är ackumulerade summor av dygnsvärdena plottade. Längs x-axeln har angetts tid. Observera, att data saknas för perioden 1981-09-15 till 1982-06-20. Dikning i Torvbråten skedde under 1981-82.



Figur 5. Flödestoppar (dygnsmedelvärden) uppmätta vid Torvbråten, plottade mot samtliga flödestoppar vid referensstationen Myggbotjärn före dikning (•) och efter (▽).

Siksjöbacken

Nederbördsstationerna Hörken och Telningsberg har homogenitetstests mot varandra (se figur 6). Station Hörken har något större nederbörd än Telningsberg, men några tydliga brott föreligger inte i serierna. De har även testats mot Dejefors.



Figur 6. Homogenitetstest av nederbördsstationerna Hörken och Telningsberg.

Referensområdet Hamptjärn kalibrerades först för hela området (figur 7). Det är egentligen inte nödvändigt för modellanalysen att ha ett referensområde, men eftersom kalibreringsperioden före dikningen är kort för de påverkade områdena, är det ett stöd med kalibrering av referensområdet.

Under vintern sker avläsning av vattenståndet ca en gång per vecka. Det är därför svårt att kontrollera, om modellen är helt rätt kalibrerad vad det gäller snörutinen, eftersom den även påverkar uppbyggnad och avsmältning av snömagasinet. Vintrarna 1980/81 och 1982/83 uppvisar t. ex. ett antal flöden i modellen, som är svåra att kontrollera. Vissa kortvariga sommarflöden är svåra att få modellen att klara, vilket delvis kan bero på att områdena är små och att modellen räknar på dygnsbasis. Det finns en höjning av ackumulerad differens i slutet av perioden från 1982, som ökar. Det rör sig om 7 - 10 %, d. v. s. 40 - 60 mm/år, ökad simulerad avrinning jämfört

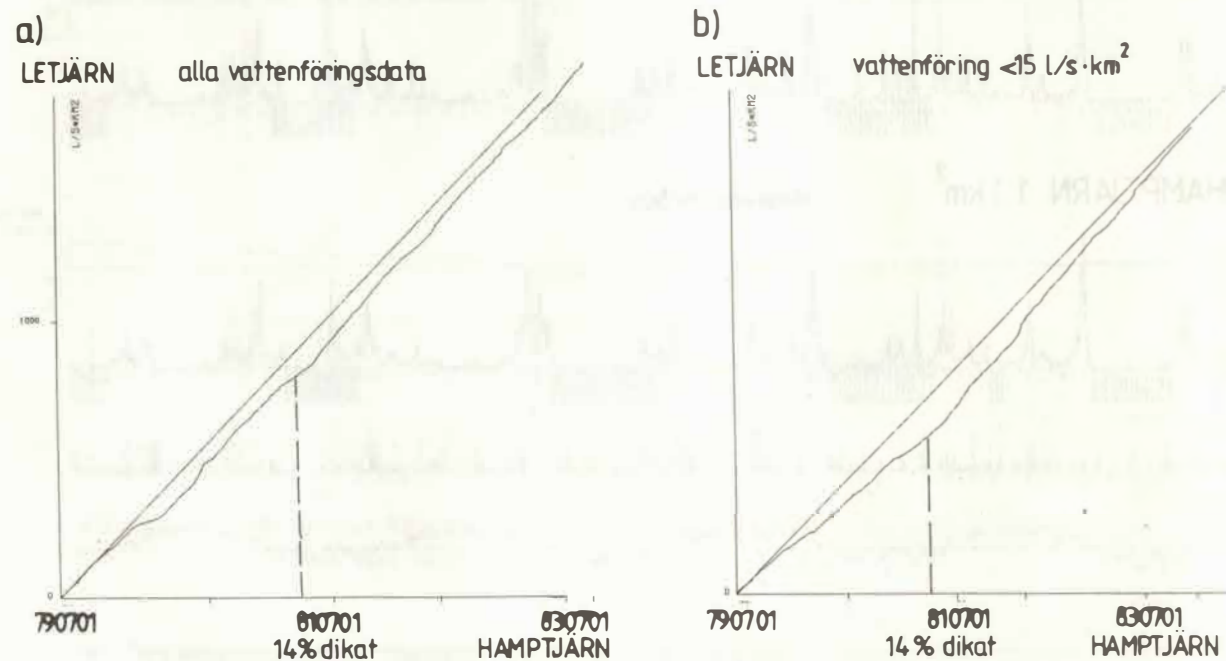


Figur 7. Modellsimulering (tjock linje) och uppmätt avrinning (tunn linje) för referensområdet Hamptjärn samt för Letjärn resp. Särkalampi före dikning och framkörning efter dikning. Acc. diff.-kurvan visar differens mellan simulerad och uppmätt avrinning. Indata är nederbörd (P) och lufttemperatur (TEMP). SP är simulerat snötäcke i mm i DLS-modellen.

med uppmätt. Homogenitetstesten av nederbördsserierna Hörken och Telningsberg tyder inte på något brott i dessa. Kan det vara ett litet läckage i dammen eller har modellen misslyckats med att simulera vattenföringen?

I figur 7 redovisas också kalibreringen för området Letjärn före dikningen i mars - april 1981 och framkörningen efter den. Dikningen berör 14 % av området. I samma figur redovisas även kalibreringen och framkörningen för Särkalampi. Här dikades 7 % av ytan. Det är svårt att urskilja någon tydlig tendens till ändring i ackumulerad differens.

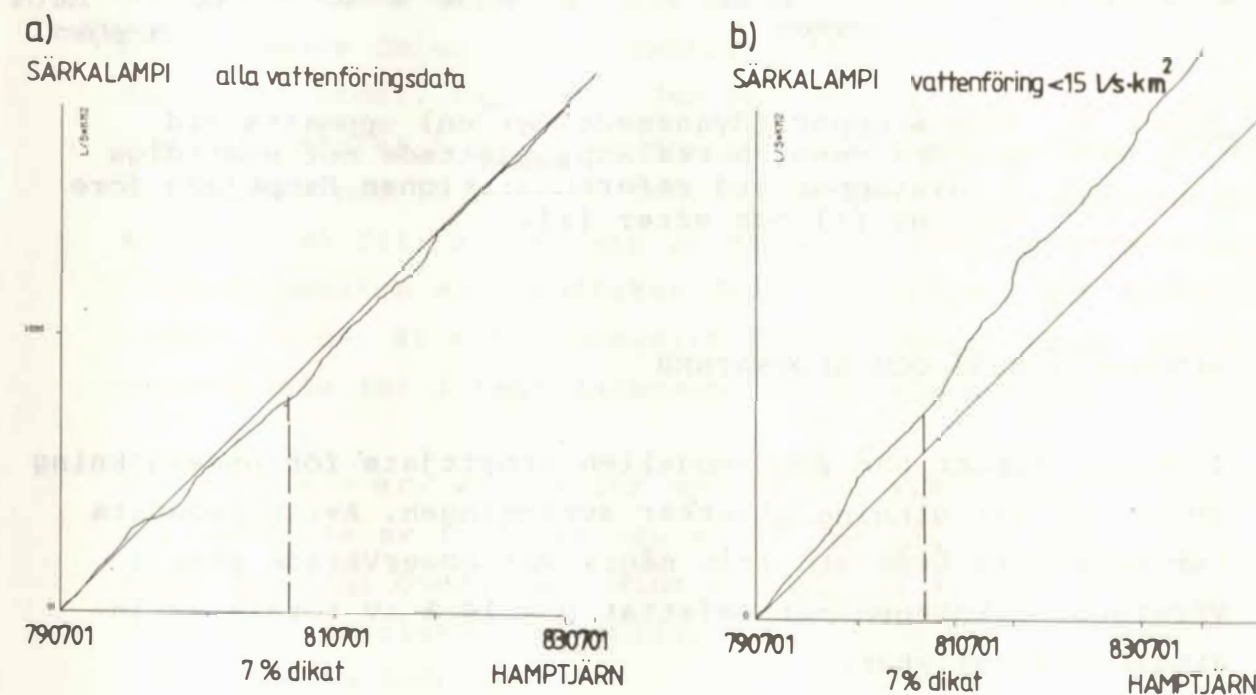
I figur 8 återfinns en homogenitetstest av Letjärns uppmätta dygnsvattenföringar mot referensområdet Hamptjärn, dels för alla vattenföringar och dels för vattenföringar mindre än 15 l/s · km², d v s mindre än 10 l/s för Letjärn och 16 l/s för Hamptjärn. Vårfloden 1980 framgår som ett ryck i diagrammet för samtliga vattenföringar, men sedan märks inga förändringar. För lågvattenföringarna framgår dock ett homogenitetsbrott



Figur 8. Homogenitetstest av vattenföringsstationen Letjärn mot referensstationen Hamptjärn a) för alla vattenföringsdata och b) för vattenföringar < 15 l/s · km². Dikning har skett mars - april 1981.

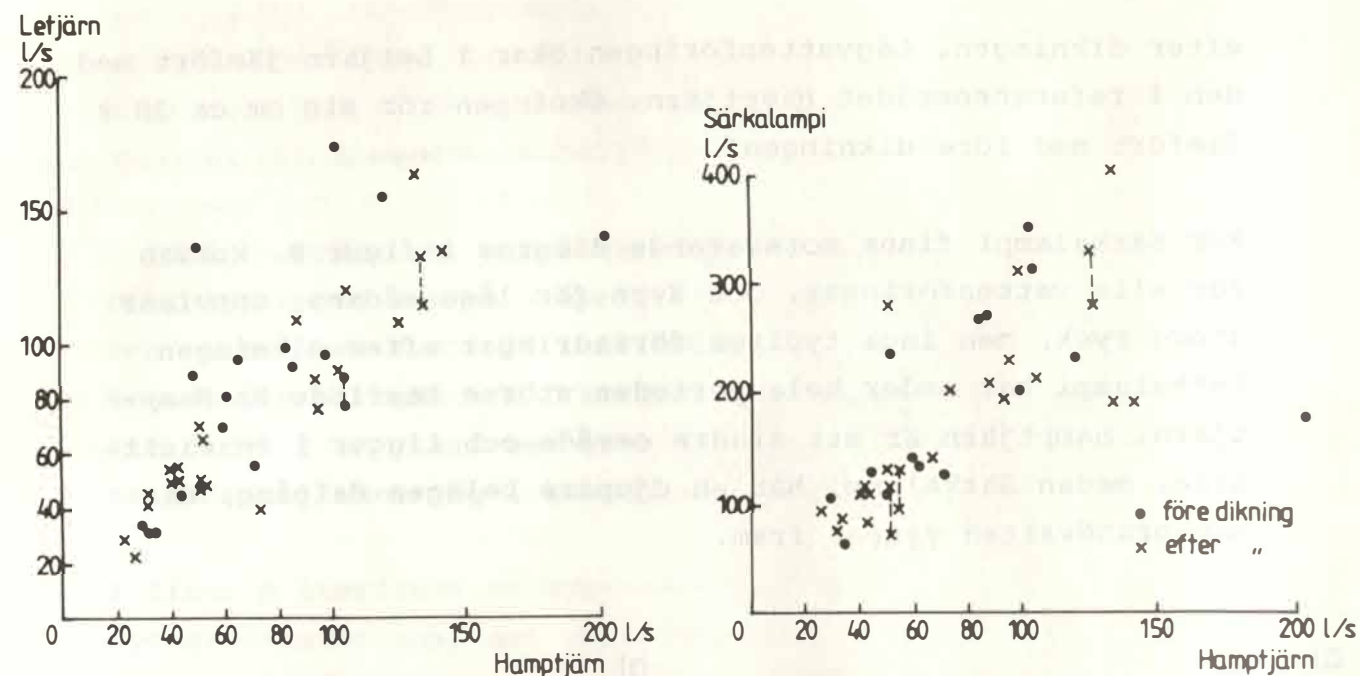
efter dikningen. Lågvattenföringen ökar i Letjärn jämfört med den i referensområdet Hamptjärn. Ökningen rör sig om ca 30 % jämfört med före dikningen.

För Särkalampi finns motsvarande diagram i figur 9. Kurvan för alla vattenföringar, och även för låga sådana, uppvisar stora ryck, men inga tydliga förändringar efter dikningen. Särkalampi har under hela perioden större basflöde än Hamptjärn. Hamptjärn är ett mindre område och ligger i en sluttning, medan Särkalampi har en djupare belägen dalgång, där mer grundvatten rinner fram.



Figur 9. Homogenitetstest av vattenföringsstationen Särkalampi mot referensstationen Hamptjärn a) för alla vattenföringsdata och b) för vattenföringar < 15 l/s · km². Dikning har skett mars - april 1981.

I figur 10 är högvattenflödestopparna (dygnsvärden) i Letjärn resp. Särkalampi plottade mot Hamptjärn, dels före och dels efter dikningen. Det går inte att urskilja några klara förändringar i högvattenflödena efter dikningen i dessa områden.



Figur 10. Flödestoppar (dygnsmedelvärden) uppmätta vid Letjärn resp. Särkalampi plottade mot samtida flödestoppar vid referensstationen Hamptjärn före dikning (•) och efter (x).

SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

I denna rapport har PULS-modellen utnyttjats för undersökning av om och hur dikning påverkar avrinningen. Avrinningsdata har erhållits från SLU från några väl observerade ytor i Värmland. Dikningen har omfattat 8 - 14 % av totala avrinningsområdenas ytor.

Framkörningen av modellen efter dikning med kalibrerad parameteruppsättning före dikning uppvisar inga urskiljbara förändringar i avrinningen för de olika områdena. Eventuella differenser döljs av osäkerheten i modellen.

Studeras specifikt lågvattenföringarna med double-mass-plottningsanalys, kan man dock urskilja en ökning av lågvattenföring i Letjärn efter dikningen, medan detta inte syns i övriga områden. Plottas högvattenföringarna mot referensområdena,

kan man för Torvbråten kanske ana, att de lägre flödena i Torvbråten-området sjunkit efter dikningen, medan de högre topparna inte visar någon urskiljbar förändring. Detta syns inte i de övriga områdena.

Denna analysmetodik visar därför inte på några tydliga förändringar av avrinningen, orsakad av en dikning, som omfattar ca 10 % av avrinningsområdet.

Analysmetoden kräver homogena nederbördsdata. Nederbördsserierna från Dejefors, Hörken och Telningsberg, som utnyttjas i analysen, förefaller homogena vid en test, men den ackumulerade differensen mellan simulerad och uppmätt vattenföring under senare delen av undersökningsperioden i referensområdet Hamptjärn oroar. Vad beror den på? Om det i alla fall är ett homogenitetsfel i nederbörden, så skulle ackumulerad differens sjunka med 10 % efter 1982 i Letjärn och Särkalampi och skulle i så fall kunna bero på ändring, orsakad av dikning (vilket motsägs av resultaten från Torvbråten, där inget syns). Om det är ett successivt ökande dammläckage, ger det motsvarande fel i regressionsanalysen, som används vid SLU.

Vår slutsats är, att vi ser mycket små avrinningsförändringar, orsakade av 10 % dikning av ett område. De naturliga variationerna överstiger vida eventuella dikningseffekter. Modellens precision är troligen för dålig för att urskilja dessa små förändringar.

Det är möjligt, att resultatet blivit ett annat vid en annan typ av dikning. Speciellt kan man tänka sig en dikning, som skär igenom en naturlig tröskel och därför tar bort en naturlig våtmark eller ett tillfälligt översvämningssområde. Denna typ av dikning borde kunna få samma effekt som en minskad sjöprocent i ett område, d v s medföra snabbare flöden och lägre lågvattenföring.

SLUTORD

Arbetet har finansierats av Vattenregleringsföretagens Samarbetsorgan (VASO). Undersökningarna och avrinningsmätningarna har skötts av Lars Lundin vid SLU. Tack för att vi fått tillgång till dem!

REFERENSER

- Bergström, S., Brandt, M., och Carlsson, B. (1985)
Hydrologisk och hydrokemisk modellberäkning i sjörika skogsområden.
Vatten 41:3, 164 - 171
- Bergström, S., Brandt, M., and Gustafson, A. (1987)
Simulation of runoff and nitrogen leaching from two fields in southern Sweden.
Hydrological Sciences Journal, Vol. 32, No. 2, 191 - 205
- Bergquist, B., Lundin, L., och Andersson, A. (1984)
Hydrologiska och limnologiska konsekvenser av skogs- och myrdikning. Siksjöbäcksområdet 1979 - 1983. Limnologiska Institutionen, Uppsala Universitet, Rapport LIU 1984 B:4, 116 sidor
- Braekke, F. (1970)
Myrgröftning för skogsproduktion. Innflyttelse på vannhusholdning og flomfare.
Tidskr. for Skogbruk, 78, 227 - 238
- Brandt, M., Bergström, S., och Gardelin, M. (1987)
Skogsavverkning och flöden.
Vannet i Norden, nr 2. årg. 20, 21 - 36
- Carlsson, B., Bergström, S., Brandt, M., och Lindström, G. (1987)
PULS-modellen. Struktur och tillämpningar.
SMHI Rapport Hydrologi nr 8, 49 sidor, Norrköping
- Heikurainen, L., Kenttämies, K., and Laine, J. (1978)
The environmental effects of forest drainage.
SOU 29 (3-4):s 49 - 58, Helsinki
- IVA, Rapport 227 (1982)
Miljökonsekvenser vid ökat torvutnyttjande.
Dokumentation från ett seminarium i Stockholm, 19 oktober 1982, arrangerat av Ingenjörsvetenskapsakademien, 23 - 34
- Lundin, L. (1984)
Torvmarksdikning. Hydrologiska konsekvenser för Docksmýren.
Naturgeografiska Institutionen, Uppsala Universitet, Rapportserie A 1984:3, 75 sidor

Multamäki, S.E. (1962)
Die Wirkung von Waldentwässerung auf die Ablaufverhältnisse von Torfboden.
Comm. Inst. for Fenn 55 (23)

Mustonen, S. (1975)
The influence of drainage for forestry on the hydrology of peatland. In Hansen 1975

Seuna, P. (1974)
Influence of forest draining on the hydrology of an open bog in Finland.
Proc. of the Internat. Symp. on Forest Drainage, Jyväskylä - Oulu, Finland

SNV Rapport 3270 (1987)
Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser.

Stenbeck, G. (1985)
Energitäkt, tänkbara miljökonsekvenser.
SNV PM 3003, 189 sidor

Westman, S.-E. (1982)
Metod för homogenitetskontroll av meteorologiska och hydrologiska observationsserier.
SMHI Rapport HÖ nr 1, 15 sidor, Norrköping

FoU-NOTISER

Nr	Titel		
1	Statistisk tolkning. Aktivitetsrapport. av Lars Moen och Håkan Törnevik	31	PROBE - A computer code for lake water quality model- ling. by Urban Svensson
2	Prognosmodell för begränsat område (LAM). av Per Undén	32	PHOENICS-simulering av plymspridning över ett skrov- ligt underlag. av Björn Bringfelt
3	Gränsskiktsmätningar i Klockrike. av Kjell Ericson	33	Temperature profile retrievals from TIROS Operational Vertical Sounder during the ONSAM-experiment. by Jan Svensson
4	Slump och determinism i vattenföringsserier. av Lars Gottschalk	34	Bruksanvisning för en operationell luftförorenings- modell. av Mikael Bäckström, Christina Lindgren och Gunnar Omstedt
5	Treatment of radiation in SMHI-LAM. av Svante Bodin	35	PHOENICS-simulations of plume spread in the lee of a building and comparisons with smoke experiments and Gaussian dispersion formulae. by Björn Bringfelt
6	WTVT - TV-weather in Tampa, Florida. av Svante Bodin	36	Nederbördsprognoser för Kultsjöns avrinningsområde med hjälp av statistisk tolkning av numeriska väderpro- gnoser. av Christer Törnevik
7	Teleradar på Flygvärdertjärnen, Bromma. av Tage Andersson och Maths Hansson	37	Workshop on simplified dynamical models for short- range forecasting on the mesoscale 18 - 19 June 1984. by Håkan Törnevik
8	Second Meeting of European Working Group on Limited Area Forecasting. by Per Undén	38	Numerical models of partially or well mixed estuaries Parts 1, 2, and 3. by Urban Svensson
9	Numerical simulation of transport and dispersion conditions over Öresund and in the Copenhagen area in case of a hypothetical core-melt at Barsebäck Nuclear Power Plant. by Svante Bodin, Kjell Ericson, and Pierre Schoeffler	39	Air Mass Classification of Temperature Profiles for Applications in Microwave Radiometry. by Nils Gustafsson and Erik Andersson
10	Information system for water quantity. by Irina Krasovskaia and Hasse Kvist	40	Workshop on the estimation of precipitation fields at SMHI, Norrköping, August 1-17, 1984. Main editor: Bengt Dahlström.
11	A numerical simulation of wind over Gotland with a two-dimensional mesometeorological boundary layer model. by José Melgarejo	41	On supercooling and ice formation in turbulent sea water. by Anders Omstedt
12	LAM - primitiv modell för ett begränsat område och korta prognoser. av Anders Ullerstig och Per Undén	42	Modelling frazil ice and grease ice formation in the upper layers of the ocean. by Anders Omstedt
13	Recent developments in the numerical modelling of the planetary boundary layer (PBL) with applications to wind field simulation and forecast. by Pierre Schoeffler	43	Congression - LQ 85. Ett programpaket för multipel regression med empiriska, linjära och icke-linjära lösningar. av Olov Lönnqvist
14	The landing of the radioactive cloud in Copenhagen. by Pierre Schoeffler	44	Areella snöstudier - Avdunstning vid snösmältning. av Björn Bringfelt
15	Statistisk tolkning. Aktivitetsrapport. av Håkan Törnevik och Gunhild Olovsson	45	Studies of upwelling in the Baltic Sea with a numeri- cal model. by Lennart Funkquist
16	Operationell beräkning av vädersatellitdata i Europa. Rapport från en studieresa. av Ingemar Udén och Sten Orrhagen	46	Verification of a numerical circulation model: Comparison with observations in the Baltic Sea. by Lennart Funkquist
17	Sea level forecasts with an EOF model. by Leif Nyberg	47	Verification of a numerical circulation model: Comparisons with some idealized cases. by Lennart Funkquist, Lars Gidhagen and Lars Rahm
18	Development of a three-dimensional boundary layer model using finite element technique. by Pierre Schoeffler	48	Three papers on environmental computational fluid dynamics. 1. Applications of a two-equation turbulence model to geophysical boundary layers; 2. PHOENICS in environmental flows. A review of appli- cations at SMHI; 3. Numerical modelling of environmental two-phase flows; Invited lecture at: ISPRA-Course "Modelling and Solution Techniques for Multiphase Flow", Ispra, Italy, November, 1985 by Urban Svensson
19	Hypothesis on runoff formation in small watersheds in Sweden. by Irina Krasovskaia	49	Modelling initial ice formation in rivers and oceans. by Anders Omstedt
20	Snöackumulationsmätningar med flygburen gammapektro- meter i Kultsjöns avrinningsområde. av Maja Brandt	50	Towards an operational TOVS processing package by Jan Svensson, Erik Andersson and Nils Gustafsson
21	Trajektorier - en introduktion. av Anders Persson	51	Beräkning av de aerodynamiska förlusterna för SMHIs nederbördsräknare av Urban Svensson
22	A danger in using too long timesteps. by Per Kållberg and Stefan Gollvik	52	Numerical simulations of frazil ice by Anders Omstedt
23	En undersökning av "The Maryland PPSP dispersion model for tall stacks". av Gunnar Omstedt	53	Jämförelse mellan HBV- och PULS-modellerna av Maja Brandt
24	A dynamical model for estimating orographic precipitation. by Stefan Gollvik	54	A synergistic approach to analyse remotely sensed data within the 1986 patchiness experiment (PEX) - some preliminary results av Lars Gidhagen och Bertil Håkansson
25	Program system for mesoscale spatial interpolation of meteorological data. by David Sapire	55	Myrdikning av flöden av Maja Brandt
26	Beräkning av vattenföring i ouppmätta vattendrag - Lägesrapport november 1983. av Sten Bergström och Sture Lindahl		
27	Modellsimulering av avrinning från åkermark - underlag för kväveläckageberäkningar. av Maja Brandt och Arne Gustafsson		
28	Prognos av vind i skiktet 50 - 150 m. Lägesrapport. av Håkan Törnevik och Eabjörn Olsson		
29	Sjukskrivning och väder. En pilot-undersökning. av Håkan Törnevik		
30	Modeling supercooling and ice formation in a turbulent Ekman layer. by Anders Omstedt and Urban Svensson		



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-158000. Telex 64400 smhi s.