

Översvämningar i jordbrukslandskapet orsak, verkan och lösningar

Exempel från Smedjeåns avrinningsområde

2011:7



LÄNSSTYRELSEN
HALLANDS LÄN



Länsstyrelsen i Hallands län

Meddelande 2011:7

ISSN 1101 - 1084

ISRN LSTY-N-M-2011/07-SE

Tryckt på Länsstyrelsens tryckeri, Halmstad, 2011

Översvämningar i jordbrukslandskapet orsak, verkan och lösningar

Exempel från Smedjeåns avrinningsområde

Delprojekt inom Interreg IVB Nordsjöprojekt
Aquarius - Lantbrukare som vattenförvaltare i ett förändrat klimat

*The flooding of farmland
cause, effects and solutions*

Sub-project under the Interreg IVB North Sea Project
Aquarius - Farmers as water managers in a changing climate



Johan Kling
Länsstyrelsen i Hallands län
Halmstad, 2010

Innehållsförteckning

Förord	6
Sammanfattning	7
Foreword	10
Abstract	11
Inledning	14
Syfte	17
Metodik	18
Beskrivning av Smedjeåns avrinningsområde	20
Topografin	22
Reliefen	22
Berggrundsgeologin	25
Jordarter	26
Dräneringsnätet	27
Våthetsindex	29
Markanvändningen	29
Fysisk påverkan	31
Smedjeåns klimat och hydrologi	41
Klimatstationer	43
Klimatförändringar	45
Hydrologin i Smedjeån	46
Geomorfologiska processer	49

Översvämningar i Smedjeån	60
EU:s översvämningsdirektiv	61
Faktorer som påverkar översvämningar	63
Översvämningen i Smedjeån juli 2007	64
Åtgärder mot översvämningar och torka	80
Gemensam vattenförvaltning i Smedjeån	80
Rensa Smedjeån	80
Rensa död ved och ta bort träd och buskar	81
Bredda och fördjupa fåran	83
Leda fåran västerut mot Skottorp	85
Nyttja Oxhultasjön som utjämningsmagasin	86
Återskapa Ränneslövs ängar	88
Referenser	90

Förord

VI LEVER I EN TID med pågående klimatförändringar som för jordbrukets del innebär situationer med vattenbrist och därmed risk för ytterligare bevattningsbegränsningar. Klimatförändringarna beräknas också kunna ge ökad risk för översvämningar av jordbruksmark och förstörda skördar. Det ändrade klimatet leder dessutom inte bara till förändrade nederbörds- och avrinningsförhållanden utan kvalitén på vattnet försämras också.

Med översvämningar kommer näringsläckage som leder till övergödning. Torkperioder påverkar artrikedomen i vattnet kraftigt, inte minst blir fisket, särskilt reproduktionen av lax och havsöring, påverkat av torkperioder med låga flöden i vattendragen. Faktorer som både kan minska den biologiska mångfalden och den ekologiska statusen i vattendragen.

Vatten i rätt mängd och kvalitet är intressant för de flesta, vare sig det används till odling eller för rekreation. Aquarius arbetar med flera projekt som syftar till att underlätta för och motivera markägarna till en god vattenförvaltning för att ta vara på vattnet på bästa möjliga sätt.

Aquariusprojektet är ett Interreg IVB Nordsjöprojekt, delfinansierat av EU. Projektet har partners från Danmark, Norge, Holland, Tyskland, Skottland och Sverige och en projektbudget på ca 50 miljoner kronor för åren 2009-2011. Den svenska delen av Aquariusprojektet består av deltagare från fem organisationer; Länsstyrelsen i Hallands län, Hushållningssällskapet i Halland, Region Halland, Högskolan i Halmstad och Laholms Kommun. Ett viktigt syfte är erfarenhetsutbyte mellan länder. Förutom gemensamma projektmöten i de olika länderna sker det kontinuerligt utbyte direkt mellan länderna. Till exempel har lantbrukare och andra intressenter från både Skottland och Tyskland varit på studiebesök i Sverige, träffat halländska lantbrukare och diskuterat hur vi hittills har löst vattenproblemen. Framför allt vårt arbete med våtmarker har varit intressant för de andra länderna i projektet. Ett av projektets syften utöver erfarenhetsutbyte mellan länderna är att skapa och utveckla samarbetsformer mellan markägarna och samhället samt finna verktyg för mark- och vattenvård i ett tuffare klimat.

Denna rapport baseras på undersökningar av Smedjeåns hydromorfologi av Johan Kling, Länsstyrelsen i Hallands län under 2009. I arbetet har även Katarina Vartia och Jonas Svensson, Länsstyrelsen i Hallands län medverkat. Flera av Aquarius-projektets deltagare har varit behjälpliga med olika typer av data och synpunkter. Laholms kommun har bidragit med GPS mätningar av fårans tvärsektioner samt inmätning av samtliga broar i nedre delen av avrinningsområdet. Författaren vill rikta ett särskilt tack till de markägare längs Smedjeån som bidragit med viktig information kring vattendraget i samband med samverkansmöte, men också till de som upplåtit mark för klimatstationer och tryckpeglar.

Sammanfattning

Målsättningen med projektet var att genomföra en övergripande analys av Smedjeåns hydrologi och geomorfologiska processer för att kunna utgöra underlag till kostnadseffektiva åtgärder för förvaltning av vattensystemet avseende översvämningssrisk enligt översvämningdirektivet men även avseende ambitionerna i Ramdirektivet för vatten och behovet av vatten inom jordbruket.

Resultaten visar att avrinningsområdet kan delas i två separata områden. Ett låglänt område i nedre, västra halvan av avrinningsområdet som till största del domineras av jordbruk. Jordarterna varierar från leror med dålig infiltrationskapacitet, till permeabelt grusigt isälvsmaterial. Inom den nedre delen av avrinningsområdet finns problem med både för mycket vatten, tex översvämningar, men också brist på vatten i samband med sommartorka. Detta gör problematiken hur vattnets kvantitativt ska förvaltas i området mer komplext. Den övre delen av avrinningsområdet domineras av skogsbruk i moränområden. En betydande del av den vattenhållande kapaciteten i avrinningsområdet finns i det övre området, med stora våtmarker och de två största sjöarna, Store Sjö och Oxhultasjön. Avrinningsområdet är sjöfattigt.

Avrinningsområdet och Smedjeån med biflöden har påverkats på olika sätt genom tiderna. Markavvattning i jord- och skogsbruk förekommer i hela avrinningsområdet. Ett flertal sjöar är sänkta och många våtmarker är utdikade. Själva Smedjeån är i sig uträtad och omgrävd i nästan en tredjedel av vattendragslängden. Rensningar av sediment och död ved förekommer längs långa sträckor. Smedjeån och Edenbergaån är också reglerade genom åtta vattenkraftverk. Bedömningen är att vattenkraftverken inte har så stor betydelse för extrema högvattenflöden i och med att de flesta är av typen strömkraftverk, men kan ha viss inverkan på låga flöden sommartid. Störst betydelse har Oxhultasjöns reglering som motsvarar närmare 97% av den totala magasinsvolymen i avrinningsområdet. Även om fiskvägar förekommer i flera kraftverk finns det indikationer på att dammarna fungerar som sedimentfällor och leder därmed till bristande kontinuitet avseende sediment och organiskt material. Detta kan påverka fårans morfologi i nedströms ligande delsträckor.

Idag saknas hydrologiska mätningar i Smedjeåns huvudfåra. En analog mätstation finns sedan 1995 i Menlösabäcken, det minsta biflödet till Smedjeån. En tidserie från denna station analyserades tillsammans med modellerad data från SMHI:s modell S-Hype, framförallt avseende högvattenflödet juli 2007 då översvämningar uppstod. Analysen visar att högvattenflöden förekommer årligen under framförallt december till mars. Ofta uppgår dessa högvattenflöden till 1-2 m³/s. Generellt sätt är vattenflödena i Menlösabäcken mycket låg under maj till oktober. Ett extremt flöde uppstod emellertid juli 2007 med över 5 m³/s. Beräkning av återkomstperiod tyder på att detta flöde motsvarade ett 31-årsflöde. Det bedömdes som sannolikt att flödet i Smedjeåns huvudfåra motsvarade samma återkomstperiod vilket också kunde verifieras med andra källor, till exempel lokal kännedom.

En jämförelse mellan flödet i Menlösabäcken och den nordatlantiska oscillationen, NAO, tyder med ett visst samband mellan NAO vintertid och högvattenflöden. Motsvarande index för sommarperiod visade ett något sämre resultat. Resultatet visar dock på ett relativt bra samband mellan NAO vintertid och tillgången sommartid. Detta är speciellt tydligt när både NAO vinter och sommar är negativa. Resultat indikerar att index för nordatlantiska oscillationen skulle kunna bidra till att prognosticera höga och låga flöden. Beräkning av dimensionerande flöden visar att ca 60% av vattnet i Smedjeån vid mynningen härstammar från huvudfårans delavrinningsområde, 32% från Edenbergaån och endast 9% från Menlösabäcken. Vid låga flöden ökar

Smedjeåns andel till 70% vilket pekar mot att åtgärder för att öka tillgången på bevattningsvatten bör ske till största del i detta delavrinningsområde. Även när det gäller översvämningar har Smedjeån störst betydelse, men även Edenbergaån tillför mycket vatten.

En sammanställning av effekterna av klimatförändringarna pekar mot att översvämningssrisken kommer öka betydligt under vinterperioden genom högre nederbörd. Detta betyder att områden som idag har problem med översvämningar kommer att få skador mer frekvent. Samtidigt kommer tillgången på vatten för bevattning minska, både genom minskad nederbörd men också ökad avdunstning. Med tanke på att återkomstperioden för översvämningar är låg och att översvämningarna trots allt är knuten till begränsade områden, bedöms brist på vatten bli ett större problem Smedjeåns avrinningsområde i ett framtida klimat.

Analys av geomorfologin pekar på måttlig sedimenttransport i avrinningsområdet. Mycket av sedimenten härstammar från delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv där materialet består av sand och isälvsmaterial och där fåran är relativt brant. Sedimentation av finsand förekommer framförallt inom Ränneslövs ängar som utgör ett naturligt sedimentationsbäcken.

En viktig del av detta projekt var att analysera översvämningen 2007. Detta genomfördes genom att digitalisera flygbilder, intervjua markägare och mäta in olika nivåer med hjälp av precisions-GPS. Resultatet visar att översvämningssområdet vara betydligt mindre än det som angavs i en enkätundersökning som genomfördes strax efter översvämningstillfället. Skillnaden kan bero på definitionen av en översvämning och att del områden som låg i vatten berodde snarare på hög grundvattenyta. En annan faktor som har betydelse är att markavvattningen, med andra ord den hydrotekniska fallet i dikessystemen försämras när vattenståndet i Smedjeån ökar. Detta kan ge sekundära skador på jordbruksmark. Det föreslås därför att översvämningar delas in i en primär och en sekundär zon, där den primära zonen är det som direkt översvämmas av vattnet från vattendraget och den sekundära där skador uppstår på grund av försämrade markavvattning.

Analys av orsaker till översvämningen 2007 visar att den viktigaste faktorn var en extrem nederbördssituation där nästan hälften av årsnederbörden föll under två veckor. Detta innebar att marken mättades på vatten och ytavrinningen var omfattande. Vattenytan vid översvämningen kunde rekonstrueras med hjälp av markägares lokalkännedom. Dessa nivåer kunde sedan jämföras med vattenståndet vid ett flöde kring medelvattenföring.

Resultatet tyder på att Lagan och vindskjuvningen från havet inte kan ha haft en signifikant betydelse på översvämningarna mellan Ränneslöv och Skottorp som tidigare hade antagits utan de hydrauliska orsakerna finns att hämtas i fårans morfologi. Resultatet visar också att det vara framförallt tidigare våtmarksområden som dikades ut på 1930-talet som översvämmades som också utgör ett naturligt flodplan runt Smedjeån.

Beräkningar av breddflöde visar att vattnet börjar svämma över fårans kanter redan vid 11 m³/s vilket kan jämföras med ett uppskattat flöde vid översvämningen 2007 som uppgår till 24 m³/s. En annan viktig faktor är att fårans lutning är betydligt lägre nedströms Ränneslöv jämfört med delsträckan mellan Ränneslöv och Våxtorp. Det betyder att vattnet bromsas upp i Ränneslövs ängar. Nedströms Smedjebron tyder analysen på att det finns begränsningar i fåran i en meandrande delsträcka. En möjlig åtgärd skulle innebära att fåran grävdes om på denna delsträcka. Detta skulle emellertid innebära ökad översvämningssrisk nedströms, framförallt vid Mellbymotet. Analysen visar att den rensning som genomfördes 2008 inte skulle påverkat översvämningförloppet nämnvärt.

I projektet analyserades olika möjligheter för att minska översvämningsrisken i nedre delen av Smedjeån. Från olika beräkningar konstaterades att det skulle behövas en radikal ökning av fårans bredd och djup för att klara de flöden som förekom juli 2007. Möjligheten att nyttja Oxhultasjöns som utjämningsmagasin vid höga flöden analyserades, men bedömdes som mycket begränsade, särskilt om sjöns ekosystem ska kunna bibehållas. Regleringen av sjön kan däremot ha betydelse för tillgång på vatten under torka. Även en åtgärd som innebär att fåran leds rakt västerut vid Skottorp bedömdes inte som samhällsekonomiskt lönsamt. Eftersom det förekommer behov av bevattningsvatten i stort sätt årligen, föreslås att Ränneslövs ångar återställs så att området kan nyttjas dels som magasin för bevattningsvatten sommartid. Ränneslövs ångar skulle också kunna utgöra utjämningsmagasin för medelhöga flödena för nedströms liggande åkermark. Åtgärden skulle också innebära en förbättring av den ekologiska statusen i området.

Sammanfattningsvis visar undersökningen av Smedjeåns hydromorfologi på att hantering vattnets kvantitet och de nyttor man får ut genom olika nyttjande av resursen måste avvägas på avrinningsområdesnivå. Om en markägare till exempel inom översvämningsområdet under 2007 får ut en nytta av att förhindra översvämning på sin mark, kan detta innebära att någon annan markägare nedströms får större skador. I många fall har inte de ursprungliga tillstånden för markavvattning, dammar och annan vattenverksamhet beaktat det större perspektivet i avrinningsområdet eller den ackumulerade effekten på vattendragens hydrologi och geomorfologi. Solidaritetsprincipen, som EU:s översvämningsdirektiv förordar, är viktig att uppmärksamma i större utsträckning.

Det är också viktigt att beakta att åtgärder för att minska översvämningsrisk i jordbruksmark kan också innebära sämre tillgång på vatten under torka. Även om detta kan skilja sig geografiskt i avrinningsområdet, bör en långsiktig förvaltning av vattnet i Smedjeån sträva efter att hantera vattenresursen, men även dess skador vid översvämnningar och torka, samfällt i hela avrinningsområdet. I denna förvaltning bör inte bara nyttorna för jordbruket vägas in utan även andra vattentjänster och miljöproblem, tillsammans med den ekologiska statusen i vattenförekomsterna.

Foreword

WE LIVE IN A TIME of ongoing climate change for the agriculture which involves situations of water scarcity and hence a risk of further water restrictions. Climate change is also projected to enhance the risk of flooding of agricultural land and crops destroyed. The changing climate also leads, not only to changes in precipitation and runoff conditions, but also water quality of deterioration.

With the floods, nutrient leakage will lead to eutrophication. Drought will affect species richness in the water bodies, not at least, fish species. Particularly the reproduction of salmon and sea trout will be affected by drought and low flows in rivers. Factors that can both reduce biodiversity and the ecological status of rivers.

Water in the right quantity and quality are of interest to most, whether it is used for farming or for recreation. The Aquarius project is working on several projects which aim to facilitate and motivate landowners to good water management, to take advantage of the water in the best possible way.

The Aquarius projekt is an Interreg IVB North Sea project, partly financed by the EU. The project has partners from Denmark, Norway, Holland, Germany, Scotland and Sweden and a project budget of approximately SEK 50 million for the years 2009-2011. Each country is working on a pilot area for Sweden is Smedjeån in Laholm. The Swedish part of Aquarius-projektet consists of participants from five organizations: the County Administrative Board of Halland, Agricultural Society of Halland, Region Halland, Halmstad University and Laholms Municipality. An important objective is the exchange of experience between countries. In addition to joint project meetings in the various countries is the continuous exchange directly between countries. For example, farmers and other stakeholders from both Scotland and Germany were on a study visit in Sweden, Halland farmers met and discussed how we have solved the water problems. In particular, our work with the wetlands have been interesting for the other countries in the project. One of the objectives of the project, in addition to exchange of experience among countries, is to create and develop forms of cooperation between landowners and the community and finding tools for soil and water conservation in a tougher climate.

This report is based on surveys of the hydromorphology in Smedjeå catchment by Johan Kling, the County Administrative Board of Halland in 2009. The work was also carried out in cooperation with Katarina Vartia and Jonas Svensson, County Administrative Board of Halland. Several of the Aquarius project participants have assisted with various types of data and obser-

vations. Laholm Municipality has assisted with GPS surveying of stream cross-sections and measures of all the bridges in the lower part of the catchment. The author wishes to express special gratitude to the landowners along Smedjeån, who contributed with important information about the river in connection with the collaboration meetings, but also those who made their land available for the climate stations and stream gauges.

Abstract

The goal of this project was to conduct analysis of Smedjeåns hydrology and geomorphological processes in order to form a basis for cost-effective measures for management of the water both in terms of flood risk under the Flood Directive, but also in respect of the ambitions of the Water Framework Directive and the needs for the Agriculture.

The results show that the basin can be divided into two separate areas. A low-lying area in the western half of the catchment which are mostly dominated by agriculture. Soils varying from clays with poor infiltration capacity to permeable, sandy glaciofluvial material. In the lower part of the catchment there are problems with both too much water, such as floods, but also water shortages associated with summer drought. This makes the problem of how water quantity should be managed in the catchment more complex. The upper part of the catchment is dominated by forestry in the moraine areas. A significant portion of the water-holding capacity in the basin located in the upper area, with large wetlands and the two largest lakes, Store sjö and Oxhultasjön. The catchment area has however, small water area compared to total land area.

The catchment and river Smedjeån with tributaries have been affected in different ways through the ages. Land drainage in agriculture and forestry occur in the basin. Several lakes have been lowered and many wetlands are drained. The actual Smedjeån itself is realigned and morfologically altered in nearly a third of the rivers length. Dredging of sediment and woody debris occurs along considerable distances. River Smedjeån and Edenbergaån are also regulated by eight hydroelectric plants. It is estimated that the hydropower plants are not so important for extreme high water flows, but may have some impact on low flows during summer period. Most important is Oxhultasjöns regulation, covering nearly 97% of the total storage volume in the basin. Although fishways exist in several power plants, there are indications that the dams act as sediment traps and thus lead to a lack of continuity regarding sediment and organic matter. This may affect the morphology of the downstream sections.

Today there is no hydrological measurements in river Smedjeån. An analog station has been installed in Menlösabäcken since 1995, the smallest tributary to river Smedjeån. Time series from this station were analyzed together with modeled data from SMHI's hydrological model S-Hype, particularly for the high water flow in July 2007 when flooding occurred. The analysis of the flow data in Menlösabäcken shows that high water flows occur annually, particularly during December to March. Often, these amount to a high water flow of 1-2 m³/s. In general, the flow pattern suggests that the stream flow is very low during May to October. An extreme high flow, however, came in July 2007 with over 5 m³/s. Calculation of recurrence suggests that this flow was equivalent to a 31-year flow. It was considered likely that the flow which created flooding around river Smedjeån correspond to the same return period. This figure was also verified with other sources, such as local knowledge. A comparison between the flow of river Menlösabäcken and the North Atlantic Oscillation, NAO, indicates a some correlation between winter NAO index and high water flows during winter period. The corresponding NAO index for the summer pe-

riod showed a fairly good correlation between NAO winter index and low flows during the summer period. Results indicate that the index of the North Atlantic Oscillation could assist to forecast high and low flows in river Smedjeån catchment.

Calculation of design flows shows that about 60% of the water in river Smedjeån at the outlet to Lagan come from the main sub-basin, 32% from river Edenbergaån and only 9% from river Menlösabäcken. At low flows river Smedjeåns share increases to 70% of total flow, which suggests that measures to increase the supply of irrigation water should be made for the most part in this sub-basin. Even in the case of floods, river Smedjeån has greatest significance, but also river Edenbergaån bring plenty of water.

A summary of the effects of climate change suggest that flood risk will increase significantly over the winter period with higher precipitation. This means that areas that currently have problems with flooding will get damages more frequently in the future. Meanwhile, the availability of water for irrigation will decrease through reduced rainfall but also increased evaporation. Given that the return period of flooding is low and that floods, after all, is linked to limited areas of the catchment, expected water shortages become more of a problem in Smedjeåns basin in a future climate.

Analysis of the geomorphology indicates moderate sediment transport in the catchment. Much of the sediments are derived from the stretch between Våxtorp and Ränneslöv, where the material consists of sand and glaciofluvial material and where the stream slope is relatively steep. Sedimentation of fine sand occurs mainly in Ränneslövs meadows, which form a natural sedimentation basin.

An important part of this project was to analyze the flood of 2007. This was done by rectifying oblique aerial photographs, interviews with landowners and measure the different water level marks by using high precision GPS. The results show that the flood area was substantially smaller than what was indicated in a survey conducted shortly after the flood event. The difference may be due to the definition of a flood area and that some areas was flooded rather due to high water table. Another important factor is that the drainage, in other words, the hydro-technical fall in ditch systems deteriorate when the water level in Smedjeån increases. This may cause secondary damage to agricultural land. It is therefore suggested that flooding in agricultural areas is divided into a primary and a secondary zone, where the primary zone is directly flooded by water from the stream and the secondary where injuries occur due to poor drainage.

Analysis of the causes of the flooding in 2007 shows that the most important factor was an extreme precipitation event where nearly half the annual rainfall fell over two weeks. This meant that the soil was saturated with water and surface runoff was extensive. The water surface at the flooding could be reconstructed with the help of local landowners' knowledge. These levels could then be compared with the water level at a flow around the mean flow. The results suggest that the river Lagan and wind shear from the sea could not have had a significant effect on the floods between Ränneslöv and Skottorp. The results also show that it is above all, previous wetland areas which were drained in the 1930's, which was flooded, which also constitutes a natural flood plain around Smedjeån. Calculations of the size of the flow, indicates that water begins to flood already at 11 m³/s in the flooded area. This can be compared with an estimated flow of the flooding in 2007 which amounted to 24 m³/s. Another important factor is the significantly lower stream slope downstream Ränneslöv compared with stretch upstreams between Ränneslöv and Våxtorp. This means that the water is slowed down in Ränneslövs

meadows. Analysis of the hydraulic situation downstream Smedjeå bridge below Ränneslövs meadows, suggests that there are limitations in a meandering section which create a damming effect. One possible measure would be to mechanically increase the water flow capacity in the part of the river. This however, would mean increased risk of flooding downstream, especially at Mellby but also increased shortage of surface water during drought. The analysis shows that the dredging that took place in 2008 would not have affected the flooding process in 2007 significantly.

The project analyzed different options to reduce flood risk in the lower part of river Smedjeån. From various calculations, it was found that it would require a radical increase in the stream width and depth to cope with the flows that occurred July 2007. The ability to use lake Oxhultasjön as flow reduction dam at high flows were analyzed, but it is regarded as very limited option. The regulation of lake may however, have an impact on water availability during drought. Also a measure resulting in that the mainstream is realigned to run due west at Skottorp were not considered realistic. Since there is a need for irrigation water in virtually every year, it is suggested that Ränneslövs meadows are restored so that the area can be used both as storage area for irrigation water in summer, as well as flow reduction storage for medium-high flows. The measure would also mean an improvement of the ecological status of the area.

In summary, the survey of river Smedjeåns hydromorphology and on the management of water quantity and the benefits we get out of the various uses of the natural resource has to be evaluated at a catchment level. If certain landowners gets a benefits of preventing floods on their land, this may mean that other landowners downstream would have greater damage. In many cases, the original permits for drainage, dams and other water activities need to take into account the broader context of the catchment area and the cumulative effect on hydrology and geomorphology. Solidarity principle, which EU Flood Directive advocates, is important to consider in a greater extent.

It is also important to consider that action to reduce flood risks in the agricultural may also mean less access to water during droughts. Although this may differ geographically in the basin, a long-term sustainable management of water in river Smedjeån should endeavor to manage water resources, but also its damage during floods and droughts, on a basin scale. This administration should not only be focused on agriculture, but also other water services and environmental problems, together with the ecological status of water bodies.

Inledning

SMEDJEÅNS AVRINNINGSOMRÅDE ÄR BELÄGEN I Södra Halland mellan Stensån och Lagan. Vattendraget utgör ett biflöde till Lagan och rinner ut i Lagan strax innan mynningen vid havet. Inom avrinningsområdet finns det två biflöden, Edenbergaån och Menlösabäcken, som tillför båda vatten till Smedjeån i de nedre delarna av avrinningsområdet. Smedjeåns avrinningsområde delas av Hallands, Kronobergs och Skåne län.

Smedjeån har stora naturvärden, inte minst uppströms Ränneslöv. Variationen är stor med blockrika strömsträckor till lugnflytande våtmarkssträckor. Vattendraget har emellertid påverkats under lång tid av mänsklig aktivitet. Hydrologin är delvis förändrad genom regleringar i sjöar och dammar samt olika former av markavvattning. Markanvändningen har förändrats

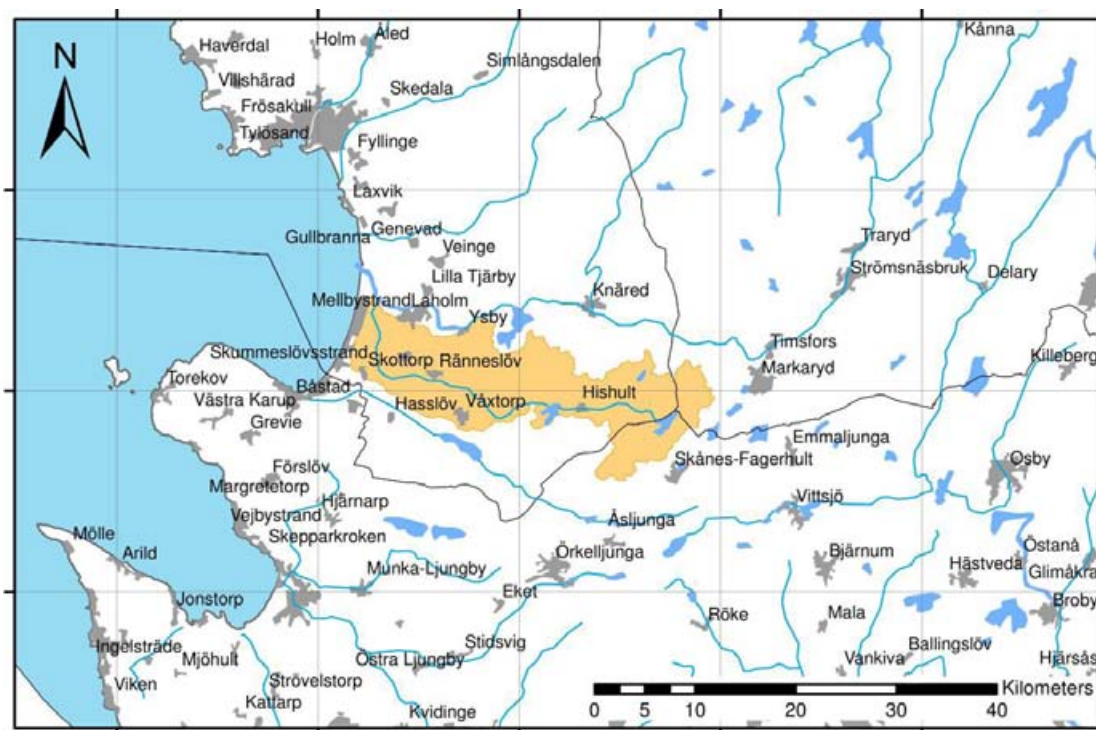


Fig. 1.1 — Översiktskarta över Halland med Smedjeåns avrinningsområde markerat med orange. (Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)



Fig. 1.2 — Karta från tidigt 1700-tal som bland annat visar Smedjeån. Notera att ån löper ungefär i samma sträckning som idag, men med ett mer meandrande lopp. (Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)

kontinuerligt sedan människan började bo i avrinningsområdet och bara under de sista hundra åren har det skett förändringar inom skogs- och jordbruket. Jordbruk har lagts ned vilket innebär att åker och betesmark har blivit skogsområden. Sammantaget innebär det att nederbörden når Smedjeåns huvudfåra på andra sätt än tidigare.

Vattendrag är generellt sätt långsamma system, vilket gör att det tar lång tid innan man kan notera en morfologisk förändring i fält. Geomorfologin, med andra ord hur Smedjeåns ser ut, vilka sediment som förekommer och de terrängformer som bildas på grund av rinnande vatten, är också påverkad. I nedre delen av avrinningsområdet har till exempel fåran rätats ut och bredats. I Smedjeån förekommer vattenkraftstationer som kan förhindra sedimenttransporten och ändra flödena om regleringen är omfattande. Den påverkan som har skett under modern tid innebär att Smedjeåns hydromorfologi, med andra ord dess form och strukturer och dess hydrologi, har förändrats på olika sätt vilket i sin tur har påverkat vattendragets ekosystem. Detta innebär att vi måste genomföra åtgärder för att förbättra möjligheterna för biologisk mångfald men också övriga ekosystemtjänster vi får från ett vattendrag och förvalta vattnet på ett mer hållbart sätt.

Smedjeåns avrinningsområde utgör ett viktigt område för jord- och skogsbruk och en del av den fysiska påverkan har tillkommit för skapa ett effektivt brukande av marken. Med en växande global befolkning kommer jordbruket bli allt viktigare både avseende matproduktion som energiproduktion. Detta kommer förstärkas med de förväntade effekterna av klimatförändringarna med torka och vattenbrist i de områden som idag utgör stora matproducenter. I Sverige och Smedjeån kan klimatförändringarna innebära ökade möjligheter för jordbruket samtidigt som riskerna med översvämningar, kraftiga nederbördstillfällen, stormar men också omfattande torka sommartid, kan leda till allt större ekonomiskt vågspel för jordbruket.

Vi har gemensamt inom EU bestämt att vi ska förvalta de vattenberoende ekosystemen på ett mer hållbart sätt. Vi har idag en situation där vi har förlorat både ekosystem och arter, men

också viktiga ekosystemtjänster som vi i vardagen kanske inte alltid tänker på. EU har därför infört ett av de största och mest genomgripande direktiven någonsin genom Ramdirektivet för vatten. Målsättningen med Ramdirektivet för vatten är att uppnå god ekologisk och kemisk status i alla vattenförekomster, såvida man inte gör avvägningen att sänka målet på grund av verksamheter med stor samhällsnytta, att det är ekonomiskt orimligt eller att det av tekniska eller andra orsaker är svårt att uppnå målet i rimlig tid. EU har emellertid varit tydlig med att det senare ska vara ett undantag snarare än en praxis.

För att klara jordbrukets allt viktigare roll och samtidigt uppnå väl fungerande ekosystem i ett klimat som förändras, krävs långsiktigt hållbara lösningar så att vattnet i Smedjeån kan förvaltas till kommande generationer. Detta arbete kan inte genomföras enbart av myndigheter och kommuner utan markägare och jordbrukare måste själva bli vattenförvaltare i större utsträckning än idag. För att utveckla verktyg för detta arbete startades ett Interreg-projekt under 2009 med fem medverkande länder, Danmark, Holland, Tyskland, Skottland, Norge och Sverige. I Sverige skapades ett regionalt projekt med hjälp av Länsstyrelsen i Hallands län, Region Halland, Hallands hushållningssällskap, Högskolan i Halmstad och Laholms kommun. I projektet kommer olika lösningar studeras, från hur översvämningar kan hanteras till hur näringsläckaget och vattenbrist lösas. En viktig del i projekt är att få medverkan av markägare. Eftersom en stor översvämning inträffade sommaren 2007 i Smedjeåns nedre delar och att det fanns omfattande arbete med våtmarker och näringsläckage i Smedjeån, var det naturligt att förlägga projektet till detta avrinningsområde. Projekt kommer att vara från 2009 till 2011.



Fig. 1.3 — Karta från tidigt 1700-tal som bland annat visar Smedjeån. Notera att ån löper ungefär i samma sträckning som idag, men med ett mer meandrande lopp. ((©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

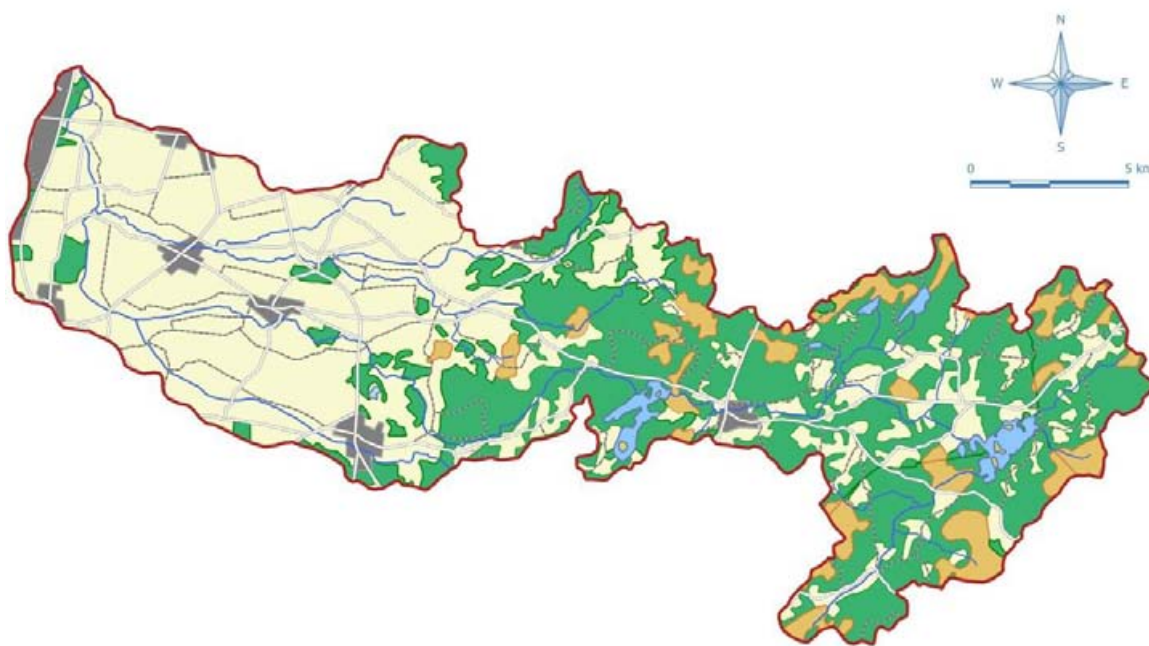


Fig. 1.4 — Översiktskarta över avrinningsområdet. Ljusgul färg representerar åkermark, brun färg är våtmarker och grön färg är skog. (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

Denna del av arbetet i Aquarius-projektet har fokuserats på Smedjeån hydrologi och geomorfologi och ska ses som en första etapp kring dessa frågor. Under projektets fortsatta del kommer ytterligare information att tas fram genom de mätningar som nu pågår i avrinningsområdet. Ett särskilt fokus har lagts på översvämningsproblematiken och dess orsaker samt möjliga lösningar. Denna del har utformats så att resultatet också ska kunna nyttjas i det kommande arbetet med EU:s översvämningsdirektiv som ska genomföras mellan 2011 till 2015 och sedan, med jämna mellanrum, uppdateras. I arbetet har också problematiken kring torka och vattenbrist beaktats vilket i bland kan kräva motsatta åtgärder jämfört med översvämningsrisk.

Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva Smedjeåns hydrologi och geomorfologi samt undersöka och utvärdera den fysiska påverkan som förekommer inom avrinningsområdet så att en hållbar lösning på översvämningsrisk och torka kan uppnås. Denna rapport ingår som en första del i projektets hydromorfologiska undersökningar. Under projektets fortsatta gång kommer data om Smedjeån hydrologi och geomorfologi löpande samlas in från olika typer av mätstationer och fältundersökningar och målsättningen är att modeller ska kunna nyttjas för att prova olika lösningar. Målsättningen med projektet har varit följande:

- Genomföra en övergripande analys av Smedjeåns hydrologi och geomorfologiska processer för att kunna utgöra underlag till kostnadseffektiva åtgärder för förvaltning av vattensystemet både avseende översvämningsrisk enligt översvämningsdirektivet, men även avseende ambitionerna i Ramdirektivet för vatten och behovet inom jordbruket.
- Sammanställa och analysera tidigare översvämningsfall, framförallt 2007 års översvämning, samt utvärdera åtgärder för att hantera framtida översvämningsfall. Insamla

tillräcklig hydrologisk och geomorfologisk data så att olika scenarier och åtgärder kan analyseras i modeller.

- Utvärdera effekten av kommande klimatförändringar både avseende hydrologin och geomorfologin.
- Utvärdera metoder där markägare och jordbrukare kan bli en del av ett mer utvecklat system för övervakningen av Smedjeåns vattensystem.

Metodik

Avrinningsområdets karaktäristik har sammanställts från en rad olika källor. Avrinningsområdet karaktäristik avseende hydrologi och geomorfologi har sammanställas framförallt med GIS analyser med hjälp av höjddatabas, flyg- och satellitbilder. SAGA, System for automated geoscientific analyses (Cimmery, 2010) nyttjades som mjukvara för de flesta analyserna. Följande parametrar bedömdes som särskilt värdefulla att samla in: avrinningsområdet storlek och form, relief och marklutningar, hypsometri, översiktlig information om jordarter, markanvändning.

Tyvärr har den nationella höjddatabasen relativt låg noggrannhet, ca 2,5 meter i höjdled, vilket gör att analysen har begränsningar i de nedre delarna av avrinningsområdet. Analysen kan på sikt utvecklas när den nya höjddatabasen med betydligt högre upplösning blir tillgänglig. Markanvändningen har baserats på satellitbilder från SPOT 5 som innehåller flera kanaler, från nära infrarött ljus till nedre delen av det synliga ljuset. Bilderna som har en upplösning kring 10 meter har klassificerats med hjälp av markstöd från fältarbetet. De bilder som framförallt har utnyttjats var tagna 2007-08-09 samt 2009-06-14.

Smedjeåns form har studerats med hjälp av högupplösta flygbilder och i fält. Fårans bredd och flodplanets bredd har karterats upp till Ränneslöv från flygbilderna. Fallhöjden har mätts in med hjälp av höjddatabas, dammregister och GPS mätningar för hela rinnsträckan. I nedre delen av avrinningsområdet har tvärsektioner mätts upp av Laholms kommun under hösten 2009 med hjälp av differentiell GPS. Noggrannheten på dessa mätningar uppgår till några centimeter. I vissa fall har mätningarna kompletterats med traditionell fältmätning med avvägningsinstrument och totalstation.

Detaljerade tvärsektioner uppmättes över ån mellan Smedjebron och Skottorp där översvämningarna var som störst 2007. För eventuellt kommande mätningar av höga flöden har också mätpunkter lagts upp på varje bron från Ränneslöv till mynningen i Lagan. På brons överyta på uppströmssidan finns en orange punkt som har mätts in med hög noggrannhet. Totalt rör det sig om 20 mätpunkter på broar. Syftet är att vid nästa extrema högvattenflöden mäta vattenståndet från brons överyta ned till vattnet och därmed få betydligt bättre underlag för att avgöra eventuella begränsningar i fåran.

Historiska förändringar har studerats med hjälp av äldre kartmaterial och inte minst ekonomiska och häradseconomiska kartblad. Tyvärr har inte kartor från Storskifte och Laga skifte påträffats, vilket borde ha kunnat ge information kring Smedjeåns morfologi före rätningarna under 1800-talet. Den häradseconomiska kartan från 1919 finns tillgänglig över stora delar av Smedjeån, vilket innebär att åns morfologi kan studeras före åtgärderna i Ränneslövs ängar på 1930-talet.

Inom Smedjeåns avrinningsområde förekommer kontinuerlig mätning av flöde endast i Menlösabäcken. Av den anledningen upprättades fem tryckpeglar i avrinningsområdet varav fyra i Smedjeån och en i Edenbergaån. Vid varje pegelplats har tvärsektioner mäts upp med hjälp av totalstation för att skapa ett samband mellan vattenstånd och vattenföring. Utöver tryckpegarna har ytterligare fem pegelskalor placerats i närheten av broar längs Smedjeån söder om Ränneslöv. Tanken med dessa peglar är att mäta in vattenståndet för att kunna kalibrera en framtida modellering med hydraulisk modell samt avgöra var i delsträckan det finns begränsande rinnsträckor.

Modellerad data genom SMHI:s modell S-Hype har nyttjats för alla tre delavrinningsområdena. Eftersom det saknas hydrologiska mätstationer i Smedjeån har modellen inte kalibrerats för detta avrinningsområde. Man kan därför förvänta sig att modellen kan ha brister när det gäller extremt höga eller låga vattenflöden. En kontroll genomfördes med data från Menlösabäcken som visar stora avvikelser från faktiska mätningar i detta delavrinningsområde för de allra högsta och lägsta flödena. För flöden mellan medelhögvattenföring och medellågvattenföring visar modellen god överensstämmelse med mätdata. Data framtagen vid Rossby centrum över effekter av klimatförändringar har också nyttjats. Upplösningen är 50 x 50 km rutor vilket att klimatscenariet representerar hela området söder om Halmstad. Data från Menlösabäcken har analyserats med hjälp av olika statistiska beräkningar, bland annat har återkomstperiod för olika flöden beräknats. Tidserien, som sträcker sig från 1995 till 2009, har också jämförts med data från Nordatlantiska oscillationen för att avgöra eventuella samband med hög- och lågvattenflöden.



Fig. 1.5 — Smedjeån norr om Våxtorp. Fåran rinner genom isälvsmaterial och en stor del av botten är täckt med sten och block. Det finns emellertid tecken på aktiv sedimenttransport som i detta fallet en sidobank med finsand och organiskt material längs fårans ena kant.

Beskrivning av Smedjeåns avrinningsområde

SMEDJEÅNS AVRINNINGSOMRÅDE STRÄCKER SIG FRÅN Lagans mynning till källorna sydost om Store sjö och omfattar en yta motsvarande 277 km². Avrinningsområdet har delats in i tre delavrinningsområden: Smedjeåns huvudfåra, Edenbergaån och Menlösabäcken. Smedjeåns delavrinningsområde är det största av de tre samtidigt som det utgör det mest utsträckta. Delavrinningsområdet är nästa tio gånger så långt som det är brett.

Den långsträckta formern på avrinningsområdet har betydelse för hydrologin och hur snabbt nederbörden når vattendraget. Ett långsträckt avrinningsområde brukar innebära att nederbör-

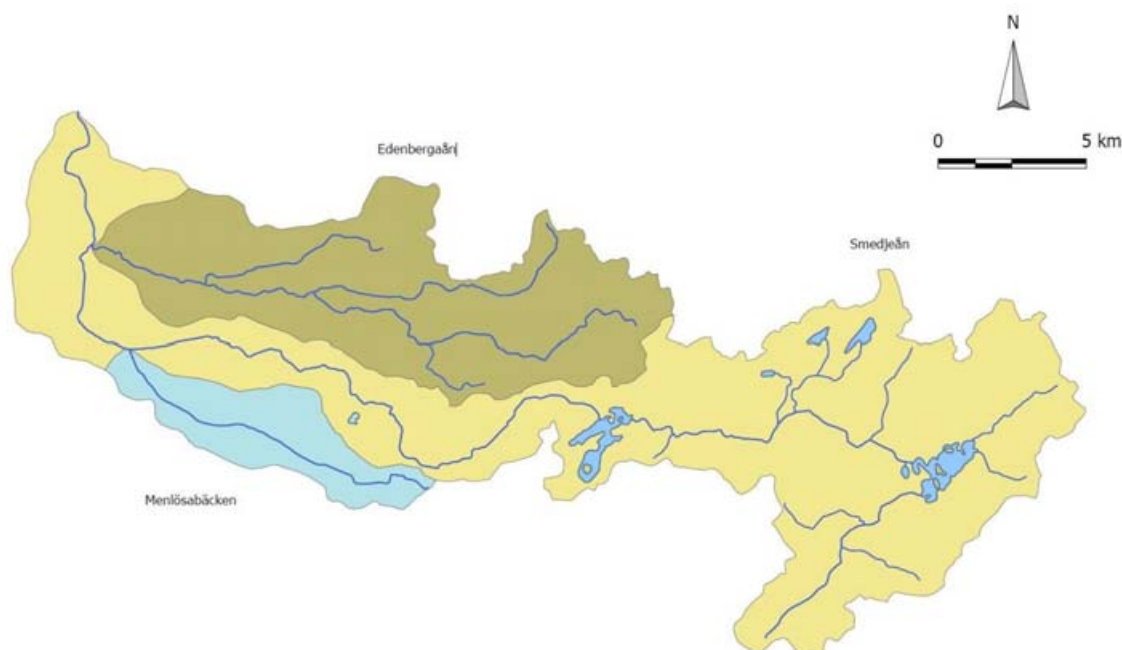


Fig. 2.1 — Smedjeåns avrinningsområde med de tre delavrinningsområdena.
(©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

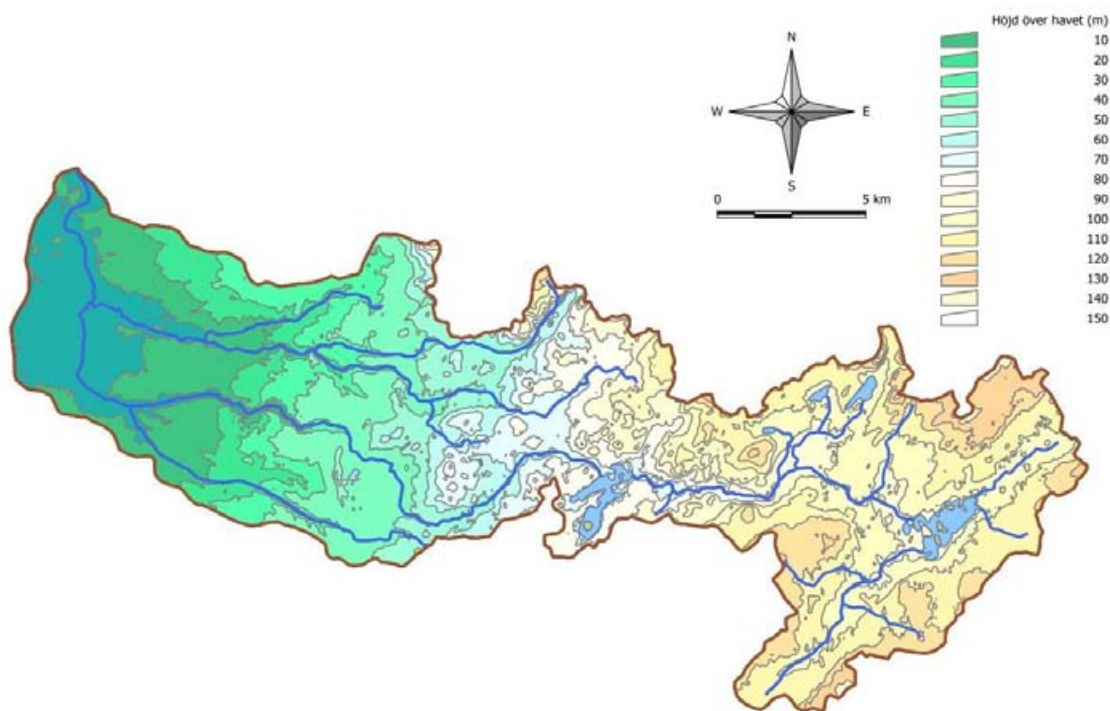


Fig. 2.2 — Topografin i Smedjeåns avrinningsområde (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)

den snabbt når fåran vilket också ger en snabb ökning av flödet men att det avklingar långsamt. Ett mer solfjäderformat avrinningsområde där kvoten mellan avrinningsområdets längd och bredd närmar sig ett, innebär en långsam ökning av flödet vid nederbörd, men avtar ungefär lika snabbt som det stiger. Smedjeåns hela avrinningsområde är ca 35,6 km lång och ca 6,5 km bred i genomsnitt. Det ger en kvot mellan avrinningsområdet längd och bredd kring 5,5. Om vi delar avrinningsområdet i dess tre delavrinningsområden, blir dess utdragna form än mer tydlig. Framförallt Smedjeåns delavrinningsområde är mycket smalt och långsträckt med en längd/bredd-kvot kring 9,8. Responsen i flödet vid nederbörd borde därför vara snabb. Edenbergaåns avrinningsområde är det delavrinningsområde som har den största längd/bredd kvoten och bör därför reagera något mer långsamt jämfört med Smedjeån. De preliminära resultaten från tryckpeglarna som sattes ut i detta projekt tyder på att detta stämmer.

Topografin

Topografin varierar från ca 0,5 m.ö.h. vid Lagans mynning till 140 m.ö.h. i de övre delarna av avrinningsområdet. Från havet in mot Ränneslöv sträcker sig en flack kustslätt. Närmast havet finns det något högre partier parallellt med stranden. Dessa består av äldre flygsanddyner, men också en med kusten parallell rygg av isälvs-material. Strax innan Ränneslöv övergår topografin till en svagt stigande brant upp mot en mindre plåtå kring 50-60 möh. Plåtån består av isälvs-material som har avsatts i samband med inlandsisens avsmältning för drygt 12 500 år sedan (Berglund, 1995). Plåtån utgör mer eller mindre en bred deltabildning.

Högsta kustlinjen motsvarar ca 60 m.ö.h., vilket gör att den västra halvan av avrinningsområdet ligger under högsta kustlinjen medan den östra ligger över. Inåt landet stiger topografin till

Tabell. 2.1 — Grundläggande information om Smedjeåns delavrinningsområden

Avrinningsområde	Storlek	Medelhöjd	Skog	Jordbruk	Våtmark
	km ²	m.ö.h.	%	%	%
Hela avrinningsområdet	277,1	63	34,3	43,2	6,8
Smedjeån	174,4	81	43,2	31,9	9,4
Edenbergaån	80,9	51	22	61,8	2,8
Menlösabäcken	21,8	32	9,9	73,2	0,0

en central flackare yta kring 80-90 m.ö.h. med omkringliggande höjder upp mot 130 till 140 m.ö.h. En hypsografisk kurva, som representerar den areella fördelningen av olika höjd över havet, visar tydligt på ett linjärt samband mellan höjd över havet och den areella fördelningen. En linjär regression visar hög korrelation. Fördelningen av olika höjd över havet har betydelse för nederbörden. På västkusten är ofta nederbörden positivt korrelerad med höjd över havet genom att luftmassorna hävs när landytan stiger.

Reliefen

Reliefen, eller skillnaden mellan högsta och lägsta punkten i landskapet, är tämligen måttlig i avrinningsområdet, särskilt i de västra delarna av avrinningsområdet. Större variation förekommer framförallt i den nordvästra delen. Reliefkvot (Schumm, 1956) är ett enkelt mått för att beskriva reliefen i ett avrinningsområde. Reliefkvoten beräknas enligt följande:

$$R_f = \frac{h}{L}$$

där R_f motsvarar reliefkvoten, h är skillnaden mellan höjd över havet vid avrinningsområdets mynning och högsta nivån på vattendelaren, samt L är maximala längden på avrinningsområdet. Reliefkvoten kan relateras till den årliga sedimenttransporten där högre reliefkvot ofta representeras av en högre sedimenttransport. Hadely och Schumm (1961) visade till exempel på exponentiell ökning av årlig sedimenttransport med ökad reliefkvot. För Smedjeåns avrinningsområde motsvarar detta värde 0,0039 vilket får anses vara ett lågt värde. Detta kan indikera att sedimenttransporten är måttlig i Smedjeån.

Markytans lutning är viktig för att avgöra omfattningen av erosionen i avrinningsområdet, men även betydelsen för olika sluttningsprocesser, till exempel ras och skred. Generellt sätt ökar risken för erosion av markytor med ökad sluttningslutning. Även sluttningsprocesser såsom kryprörelser, ras och skred ökar med ökad sluttningslutning. Analys av sluttningslutningar i Smedjeåns avrinningsområde pekar på att låga sluttningslutningar dominerar. Medellutningen i hela avrinningsområdet motsvarar 2,3% med en variation mellan 0 till 27% lutning. Den dominerande området för branta sluttningar är i mellersta segmentet av avrinningsområdet. Denna del domineras av skogbeklädda moränkullar och berg i dagen. Risk för ytavrinning är störst vid stora skogsavverkningar i detta området och om det uppstår körskador i samband med skogsbruk.

Den känsligaste delen förekommer i höjd med Ränneslöv i sydvästlig till nordostlig riktning. Detta område domineras av sandigt isälvsmaterial som lätt kan tillföras vattendraget om det fö-

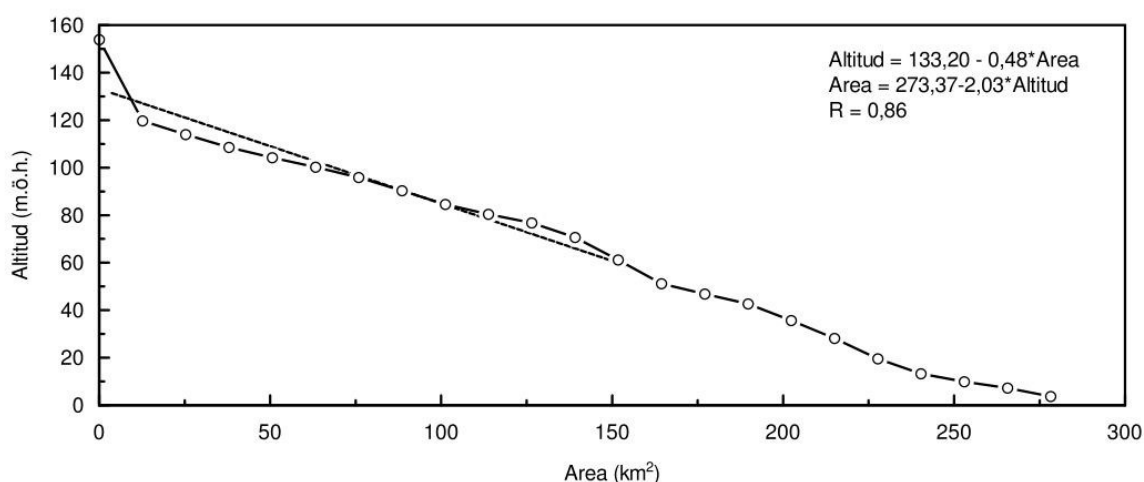


Fig. 2.3 — Hypsografisk kurva som visar den areella fördelningen av olika höjd över havet i Smedjeåns avrinningsområde.

rekommer bar mineraljord. Sluttningslutningar mellan tre till fyra procent förekommer inom området medan sluttningar ned mot den ravin som Smedjeån har bildat, kan ha lutningar närmare 20%. Nedre delen av avrinningsområdet domineras av marklutningar under en procent vilket gör att ytavrinning knappast förekommer i större uträkning än vid tillfällen med mycket hög grundvattennivå eller tillfällen med tjälad mark.

Generellt sätt har Edenbergaån högre andel marklutningar över tre procent i jämförelse med Smedjeån och Menlösabäcken. Detta kan innebära att risken för ytavrinning är större i detta delavrinningsområde. Den kumulativa fördelningen av olika sluttningslutningar visar att cirka 70% av avrinningsområdet har en lutning mindre än tre procent. Endast sju procent av ytan är brantare än fem procents lutning. Detta antyder att risken för erosion och snabba sluttningsrörelser är mycket små i avrinningsområdet.

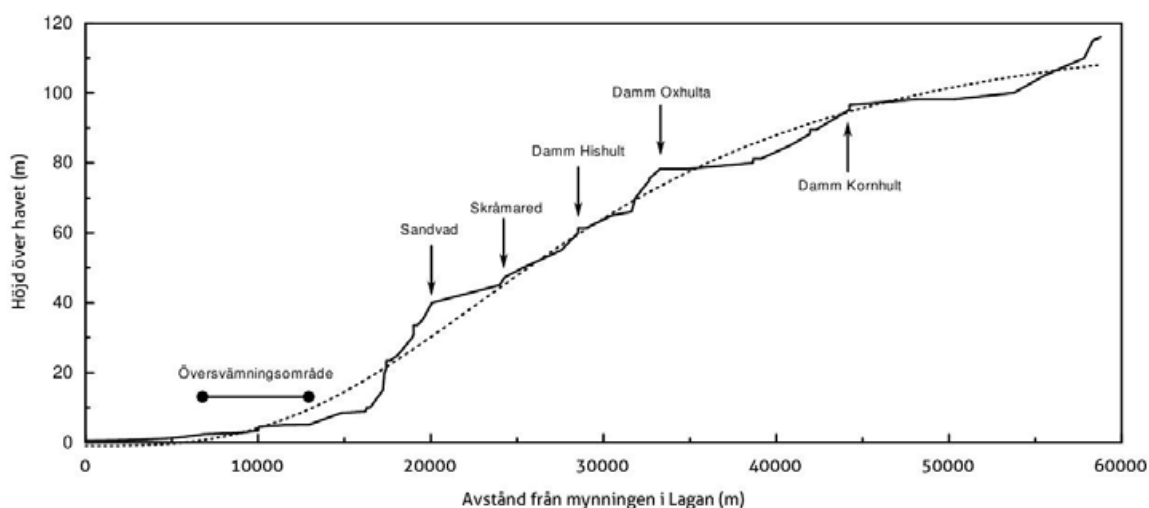


Fig. 2.4 — Smedjeåns höjd över havet från källorna till mynningen i Lagan. Den prickade linjen motsvarar en utjämnad kurva. Området som översvämmades under juli 2007 är markerat i nedre vänstra hörnet.

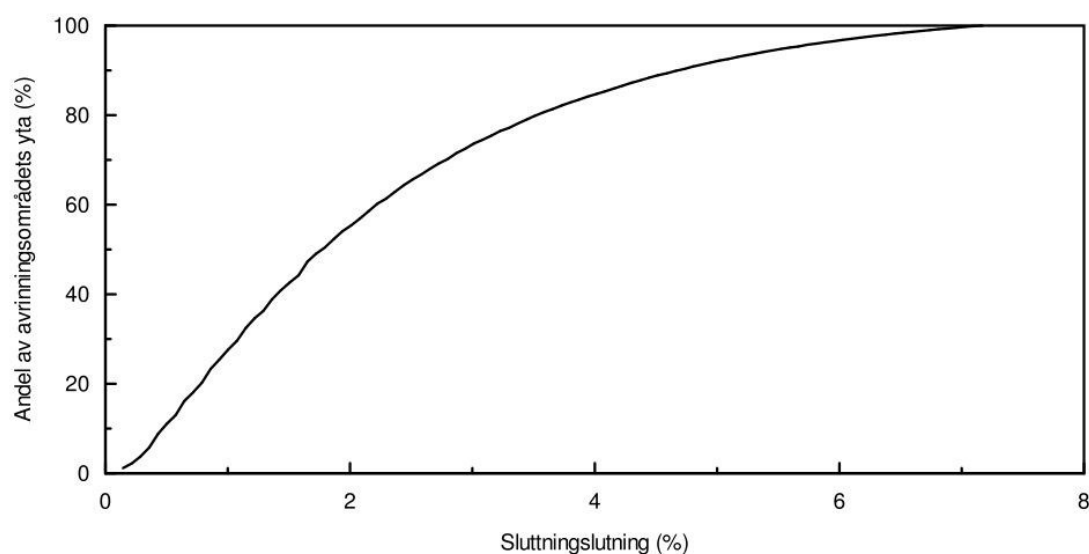


Fig. 2.5— Areella utbredningen för olika höjd över havet i Smedjeåns avrinningsområde.

De brantaste lutningarna förekommer i den mellersta delen av avrinningsområdet framförallt i moränområdena. Branta lutningar förekommer också i höjd med Ränneslöv i det deltalikande isälvsområdet. Detta sandiga material borde vara tämligen lätteroerade, varför det finns ökad risk för ytavrinning mellan Ysby och Ränneslöv.

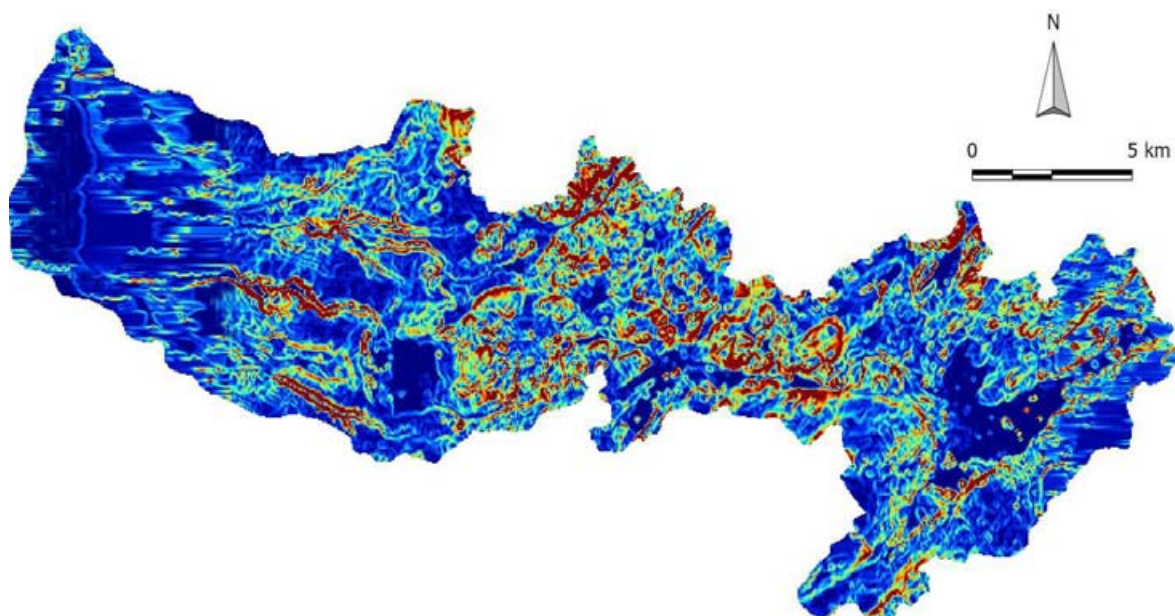


Fig. 2.6 — Slutningslutning i Smedjeåns avrinningsområde. Ju rödare området är desto brantare är slutningslutningen. Mörkblått markerar slutningslutning nära noll. (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

Berggrundsgeologin

Berggrunden i Smedjeåns avrinningsområde tillhör de sydvästsvenska gnejsområdet (Loberg, 1980) med röda kiselrika gnejser. Berggrunden bildades under den gotiska bergskedjeveckning för ca 1,8 till 1,6 miljarder år sedan. I samband med den svekonorvegiska bergskedjeveckningen för ca 1,25 miljarder år sedan omvandlades graniterna, genom omfattande tryck, till de gnejser som förekommer i hela övre delen av avrinningsområdet. Smedjeåns avrinningsområde utsattes för omfattande tektoniska rörelser i berggrunden under perioden 1,1 till 0,9 miljarder år sedan, med förkastningar och överskjutningar som skapade rikligt med spricksystem i området. Under den geologiska perioden fanerozoikum, för 570 miljoner år sedan, var avrinningsområdet täckt av sedimentära bergarter vilka till stor del har eroderats bort.

Under kritperioden avsattes stora mängder med sediment i området genom att tidigare vitt-ringsprodukter från gnejsberggrunden avsattes i det varma grundhav som sträckte sig in över La-holmsslätten. Framförallt var det näringsfattiga lermineral som kaolin som fördes fram till det grundhav som avrinningsområdet var del av vid denna tidpunkt. Resultat blev en berggrund bestående av kaolin, andra lermineral och kalksten som avsattes på gnejserna. Genom ett flertal vitt-ringsperioder och ett flertal nedisningar under kvartärperioden har mycket av de sedimentära bergarterna försvunnit från avrinningsområdet. Undantaget är den nedre delen från Ränneslöv.



Fig. 2.7 — Rester av tundrapolygoner i en åker strax norr om Edenbergaån. Tundrapolygoner bildas i extremt kallt klimat och fylls med sand och grus under töperioder. Polygonerna bildar naturliga dräneringsvägar idag och kan ha betydelse för vattnets väg till Smedjeån. (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)

När Hallandsåsen började bildas för ca 80 miljoner år sedan, när den geologiska tidsperioden tertiär började, lyftes åsen upp samtidigt som omkringliggande landskap sänktes. Vid denna period började Atlanten bildas och jordskorpan utsattes för omfattande isärbrytning och isärglidning. Resultatet blev att de rester av sedimentära bergarter som fanns norr om Hallandsåsen blev delvis skyddade från inlandsisarnas kraftiga erosion under kvartärperioden. Detta innebär att kritavlagringar finns i avrinningsområdets södra delar upp till Våxtorp. Förmodligen är de lösa jordarterna så pass tjocka att detta inte avspeglas i grundvattenkemin eller i grundvattenhydrologin när markytan.

I landskapet söder om Laholm förekommer rikligt med rester av ett tundralandskap som utbildades för ca 10 500 år sedan när klimatet var betydligt kallare. Inom Edenbergåns avrinningsområde förekommer rikligt med rester av tundrapolygoner (Svensson, 1964) som endast kan utbildas i ett klimat med kraftig permafrost. När isen i kilarna har smält vid varmare klimat, har dessa fyllts med sand och grus och utgör därmed polygonformade dräneringsnät vilket kan påverka hydrologin. Eventuellt kan en del av de småvatten som förekommer i nedre delen av avrinningsområdet utgör rester av pingo eller mineraljordspalsar, former av isfyllda jordkullar som kan bildas under permafrostförhållanden. Även fossila dräneringsnät förekommer i området som bör skiljas från de som kulverterats eller lagts igen under de senare 100 åren.

Jordarter

Jordarterna i avrinningsområdet domineras av morän, grovmo, sand samt i begränsad omfattning lera (SGU, jordartskartan 4C Halmstad SO). Den övre delen av Smedjeåns domineras av morän med inslag av isälvssand i dalgångarna. Även tjockare torvtäcken förekommer framförallt i den allra översta delen av avrinningsområdet. Kalt berg är mindre vanligt i avrinningsområdet.

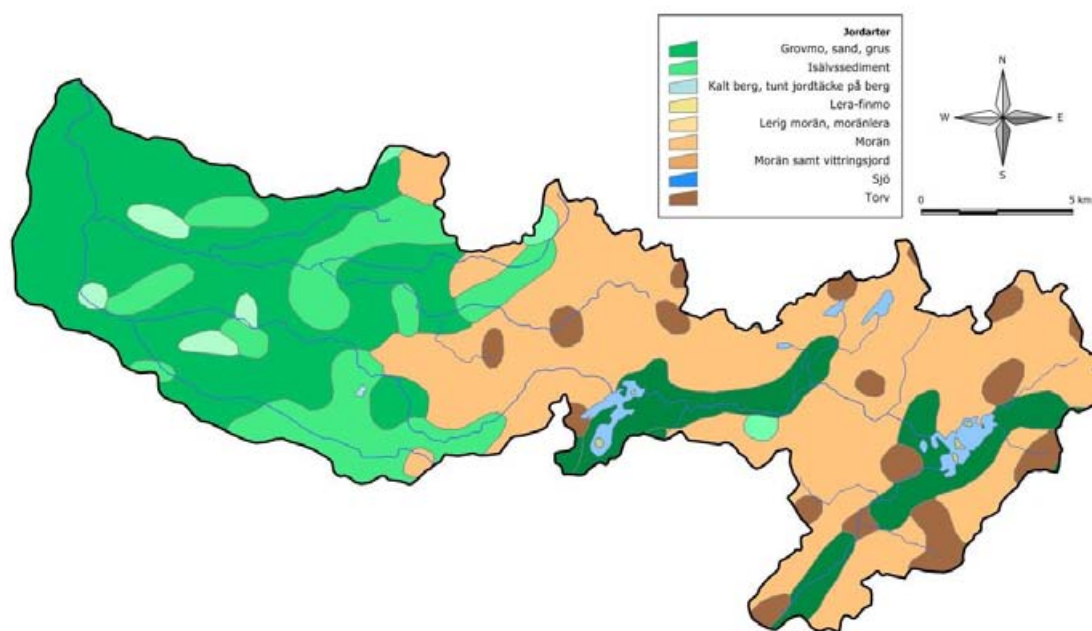


Fig. 2.8 — Jordarter inom Smedjeåns avrinningsområde. (©Sveriges Geologiska Undersökning)

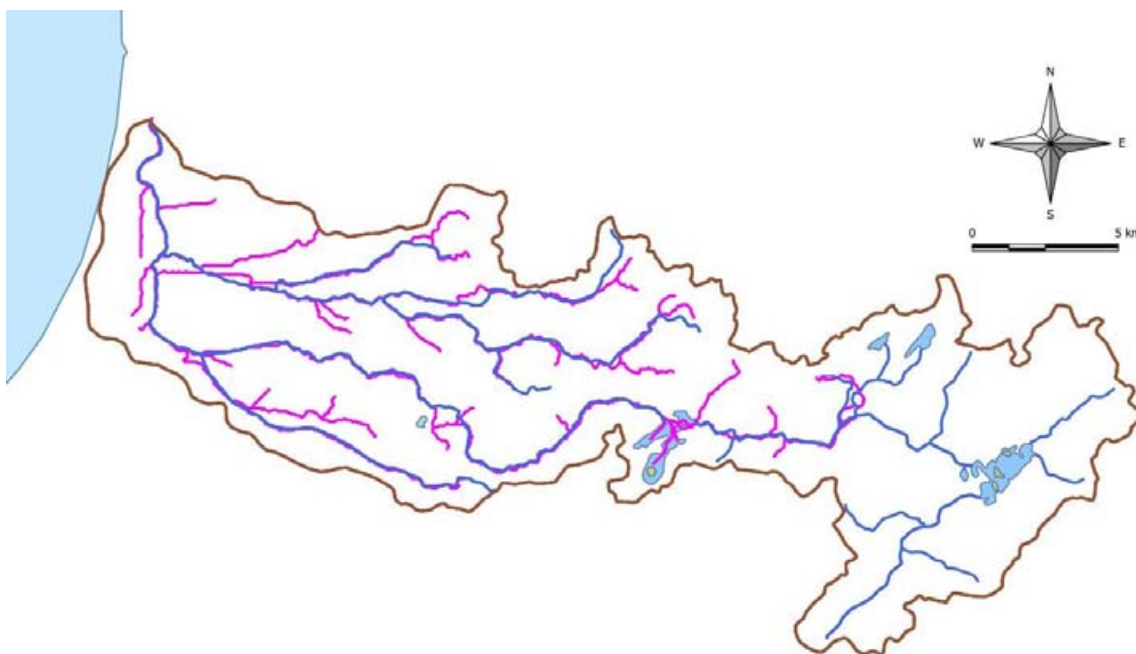


Fig. 2.9 — Potentiellt dräneringsnät beräknat från höjddatabasen, lila, med det verkliga dräneringsnätet markerat med blå färg. (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

I den nedre delen av avrinningsområdet finns det fläckvis inslag av lera. I delsträckan mellan Ränneslöv och Lögnäs är Smedjeån i stort sätt helt omgiven av lera. Runt ån förekommer dock sandiga svämsediment. Tjockare torvtäcken förekommer framförallt i den övre delen av avrinningsområdet. Kalt berg är ovanligt. Jordartstäcket bedöms vara relativt stort, inte minst i nedre delen av avrinningsområdet, varför inverkan från berggrundens kemiska sammansättning är begränsad i denna del.

Skillnaden i jordarter mellan övre och nedre delen av avrinningsområdet har betydelse för hydrologin. De sandiga, grusiga delarna av den nedre delen av avrinningsområdet innebär att jordarterna är betydligt mer genomsläppliga än i den övre delen. Vi kan därför anta att risken för ytavrinning generellt är större i de övre delarna av avrinningsområdet än i de nedre delarna. Detta kan dock variera under året, speciellt beroende var det förekommer tjäle.

Dräneringsnätet

Dräneringsnätet är till stor del styrt av topografin med åsar i öst-västlig riktning. Detta är särskilt tydligt i nedre delen av avrinningsområdet där Smedjeån, Edenbergån och Menlösabäcken löper som tre parallella vattendrag. I övre delen av avrinningsområdet övergår den topografiska styrning av dräneringsnätet till styrning i sydväst-nordostlig riktning. Detta beror på isälvsavlagringar och spolformade landskapsformer i den dominerande rörelseriktningen under istiden.

Närmast havet byter Smedjeån riktning och löper i nord-sydlig riktning. Orsaken kan hämtas både från flygsanddyner, men framförallt sandigt grusiga avlagringar då inlandsisen stod stilla

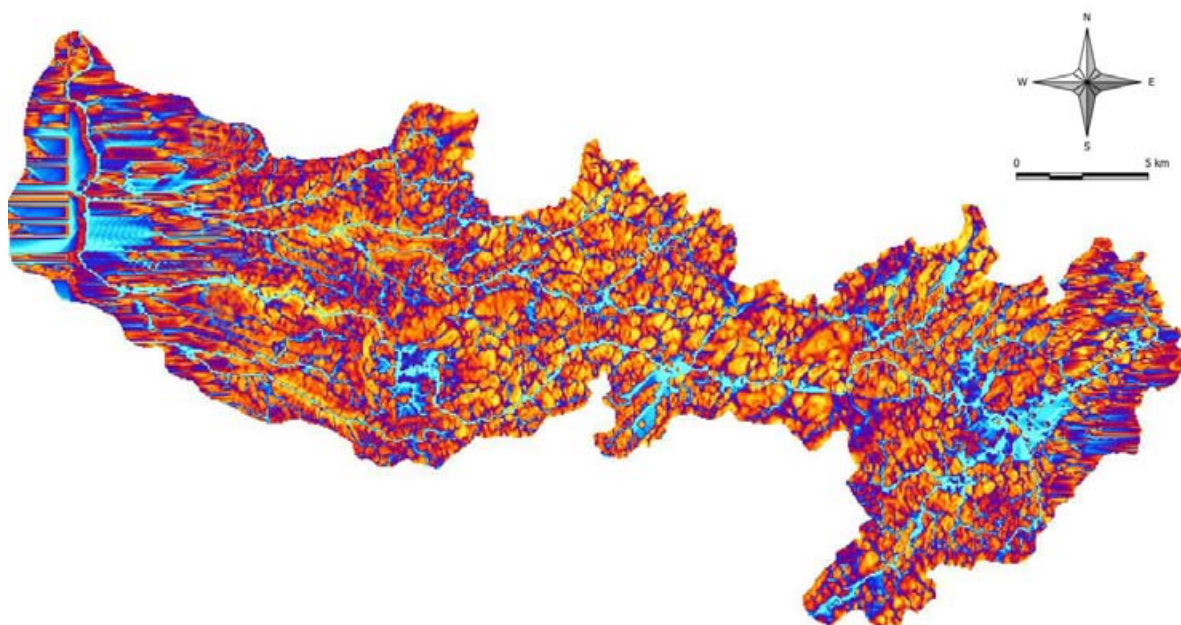


Fig. 2.10 — Våthetsindex beräknad från höjddatabasen. Blå färg indikerar ackumulation av vatten i landskapet och är ofta korrelerad med hög grundvattenyta. Ju rödare färg desto djupare ligger grundvattenytan. Notera att det finns fel i höjddatabasen söder om Ränneslöv. (©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)

vid denna punkt i samband med isavsmältningen. Detta avspeglas också i topografin som ökar från ca 5 m.ö.h. till mer än 10 m.ö.h närmast havet. En frågeställning som har dykt upp under arbetet med denna rapport är om Smedjeån har under historisk tid gått rakt ut mot havet vid Skottorp. Det finns inget i topografin som tyder på en genomskärning av topografin eller utbildande av flodplan, utan det är sannolikt att Smedjeån hela tiden haft en nordsydlig riktning. Detta kan också styrkas i äldre kartmaterial tillbaka till början av 1700-talet.

Dräneringsnätet i Smedjeåns avrinningsområde är glest med relativt få biflöden. Det finns flera orsaker som kan förklara detta. Avrinningsområdet är i sig långsmalt vilket innebär att vatten i samband med ytavrinning tämligen snabbt når Smedjeån. Vattnet hinner inte koncentreras i tillräcklig omfattning så dess erosiva kraft kan bilda större bäckar som biflöden. En annan orsak är att jordarterna i nedre delen av avrinningsområdet till viss grad består av sand med hög infiltrationskapacitet. Även täta leror förekommer men ofta på mycket låga marklutningar. Slutligen är markytans lutning i stora delar av avrinningsområdet generellt sätt låga vilket återigen gynnar infiltration i marken. Man ska emellertid beakta att en del av det naturliga dräneringsnätet saknas idag genom att biflöden till Smedjeån Edenbergaån och Menlösabäcken har kulverterats. Mindre biflöden har också rätats och gjorts om till diken. De nedre delarna av avrinningsområdet ger därför ett skenbart mindre tätt dräneringsnät.

Potentiellt dräneringsnät

För att undersöka var det kan ha förekommit biflöden, beräknades ett potentiellt dräneringsnät från höjddatabasen. Metoden bygger på att man låter vatten rinna från höjderna i landskapsmodellen för att ackumulera i svackorna. För varje 50x50 metersruta summerar man alla rutor upp-

ströms. Metoden som ofta kallas *flow accumulation*, (Merkel & Sperling, 1993) ger ett potentiellt dräneringsnät vilket kan jämföras med verkligt dräneringsnät men också hur mycket vatten som har ackumulerat vid varje punkt i dräneringsnätet.

I många delar av avrinningsområdet finns en god överensstämmelse mellan det beräknade dräneringsnätet och det verkliga, speciellt i Smedjeån huvudfåra, men det finns avvikelser. Ett tydligt exempel är ett biflöde norr om Menlösabäcken som idag är helt borta genom kulvertering. Även sista delen på Menlösabäcken har rätats ut. Edenbergaån saknar också flera biflöden, framförallt söder om ån. Även dessa har kulverterats men är fortfarande synliga i såväl flygbilder och i landskapet. Norr om Oxhultasjön finns ett biflöde som idag utgör ett översilningskärr. Förmodligen är detta en fossil fåra från isavsmältningen.

På flera platser längs Smedjeåns och dess biflöden kan man se att fåran har rätats ut. Geomorfologin i landskapet runt om fåran avspeglar dock fortfarande det ursprungliga mer meandrande tillståndet. En konsekvens av att biflöden har kulverterats är att vattnet kommer något snabbare fram till huvudfåran vid nederbörd. En annan konsekvens kan vara vid extrema nederbördstillfällena då avbördningskapaciteten i trummorna understiger avrinningen, är att man får ytavrinning längs de gamla fårorna.

Våthetsindex

Våthetsindex, *Topographic Wetness Index, TWI*, (Sörensen, 2006) är en parameter som uppskattar de områden i landskapet där vatten ackumulerar vid ytavrinning. Våthetsindex beräknas genom följande formel:

$$w_T = \ln \left(\frac{A}{\tan \beta} \right)$$

där w_T är våthetsindex, A är specifikt avrinningsområde (avrinningsområde uppströms varje punkt i höjddatabasen) och β är sluttningslutning vid den givna punkten. Högt våthetsindex betyder ofta att ytavrinningen bromsas upp och ackumulerar vilket ofta leder till hög grundvattenyta. Man måste emellertid beakta att in- och utströmningsområden för grundvatten inte beräknas med denna metod.

Resultatet visar områden runt Oxhultasjön och Store sjö som områden med hög våthetsindex. Detta avspeglas väl i naturen genom omfattande våtmarker. I de flesta fall har dessa dikats ut. Även norr om Våxtorp förekommer ett stort område med högt våthetsindex. Detta område har tidigare utgjort ett stort våtmarksområde men har även det dikats ut. Idag utgör en stor del av området en golfbana. Även Ränneslövs ängar är ett område där ytavrinningen ackumulerar naturligt. Även runt Skottorp finns det områden med högt våthetsindex, men dessa är mer osäkra på grund av fel i höjddatabasen.

Markanvändning

Markanvändningen domineras av jordbruksmark, framförallt i nedre delen av avrinningsområdet samt skogsbruk. Andelen jordbruksmark uppgår till ca 110 km² eller 40% av avrinningsområdet. Jordbruksmarken är framförallt knuten till de nedre delarna av avrinningsområdet samt

mindre områden väster om Store sjö. Klassning av markanvändning med hjälp av SPOT 5 satellitbilder visar på att stora områden ger en reflektion som motsvarar bar mineraljord under maj och slutet av augusti. Bilder tagna i juni visar betydligt mindre områden som inte är vegetations-täckta. Från fältkontroll kan man konstatera att dessa ytor utgörs av potatis, grönsaker eller säd i tidigt skede. Den stora andel av bar eller delvis bar mineraljord kan innebära att avrinningsområdet är mer känsligt för kraftiga nederbörds mängder i början eller slutet av sommaren.

Skog förekommer både som tallskog, granskog och olika former av lövskog, vilket omfattar 94 km² eller 34% avrinningsområdet. Tallskog förekommer framförallt i de sandiga jordarterna i nedre delen av avrinningsområdet men även på höjderna i den övre delen. Tallskog förekommer också runt de myrmarker som finns i de övre delarna av avrinningsområdet. Granskog med olika åldrar förekommer uteslutande i de övre delarna av avrinningsområdet, framförallt i moränområdena. Jämfört med löv- och tallskog är andelen granskog relativt liten i avrinningsområdet. En del avverkningsuppgifter uppstod efter stormen Gudrun och idag utgör hyggen ca 9 km² eller 3% av avrinningsområdets area. En inte obetydlig del av skogsmarken utgörs av sumpskogar kring våtmarker. Andelen våtmarker, framförallt i form av myrmark har betydelse, för att öka uppehållstiden för vattnet i avrinningsområdet. Andelen våtmark i avrinningsområdet utgjorde 2009 ca 12,4% av avrinningsområdets storlek. En stor del av våtmarkerna finns runt Store sjö, men är helt eller delvis utdikade idag. Ingen aktiv torvtäkt förekommer i avrinningsområdet.

Öppen vattenyta i form av sjöar motsvarar 4,15 km² eller ca 1,5% av avrinningsområdet storlek. Den största sjöandelen finns i Store Sjö och Oxhultasjön i Smedjeåns huvudfåra. Sammantaget omfattar dessa två sjöar 3,36 km² eller 81% av den totala sjöarean. Båda sjöarna är mycket grunda vilket gör att sjövolymen är liten. Några av de mindre sjöarna är dessutom avloppslösa. Den begränsade sjöarealen betyder att Smedjeån utgör ett mycket sjöfattigt avrinningsområde

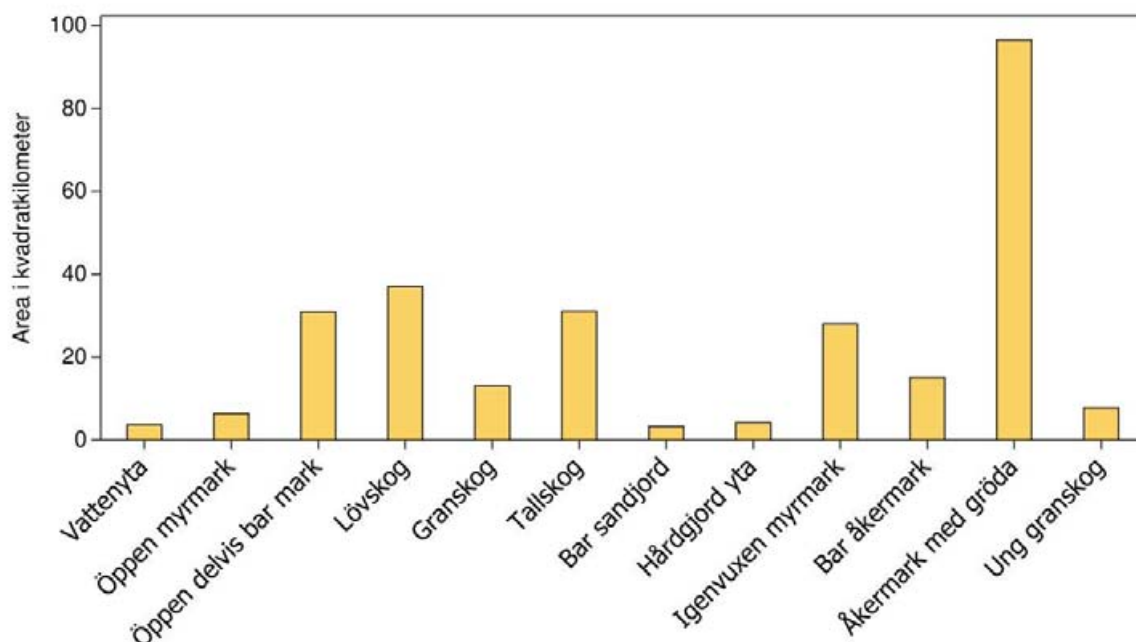


Fig. 2.11 — Markanvändningen i Smedjeåns avrinningsområde baserat på SPOT 5 satellitbild med utgångspunkt från markstöd. Satellitbilden representerar markanvändningen 6 juni 2008. Upplösningen på bilderna motsvarar 10 meter.

vilket borde innebära att flödet vid utloppet reagerar relativt snabbt på nederbörd i avrinningsområdet.

Andelen hårdgjorda ytor är en faktor som tagits upp i samband med översvämningen 2007. Hårdgjorda ytor i form av vägar, gator, parkeringar, takytor, m.m. förhindrar infiltrationen och leder ofta till att nederbörden koncentreras till dagvattensystem eller diken som snabbt för ut vattnet till Smedjeån. Baserat på SPOT 5 bilden från 2008 utgjorde 4,19 km² eller 1,5% av avrinningsområdets storlek hårdgjorda ytor. Största ytorna finns runt Laholm och vid Mellbystrand. Det är inte säkert att all denna yta avbördar vatten till Smedjeån utan dagvattensystemet kan gå till Lagan och direkt till havet. Andelen urbana områden är större, ca 9,3 km² eller 3% men all denna yta är inte hårdgjord, varför infiltrationen fungerar normal till grundvattnet.

Fysisk påverkan

Smedjeån har under flera århundraden genomgått förändringar. Flera av de dammar som förekommer i fåran är flera hundra år gamla, kanske till och med medeltida. De stora fysiska förändringarna i avrinningsområdet kom till under sista halvan av 1800-talet fram till 1940-talets början. Under denna period nyttjade staten stora resurser för att stötta olika åtgärder som kunde öka åkerarealen till den växande befolkningen. Mängder med rätningar, breddningar, sjösänkningar och rensningar genomfördes i framförallt finkorniga områden med hög grundvattenyta, områden som tidigare inte kunnat brukas. Även i Smedjeån genomfördes dessa åtgärder. I tabell 2.2 sammanfattas de väsentliga åtgärder som har påverkat Smedjeåns hydrologi, morfologi och kontinuitet. Bedömning av risk för påverkan är baserad på Smedjeåns förutsättningar. Varje typ av påverkan diskuteras utförligare i texten.

Markavvattning i skogsbruket

Markavvattning har varit omfattande i södra Sverige. Inom Smedjeåns avrinningsområde är skogsbruket beläget framförallt i de övre delarna av avrinningsområdet där marken kuperad och relativt väl dränerad. Markavvattningen i skogen har därför inte varit omfattande inom moränområdena i avrinningsområdet. I låglänta områden nära Smedjeån eller runt sjöar har emellertid markavvattningen varit betydande. Flera våtmarker har dikats ut för att kunna nyttjas för skogsbruk. Skyddsdikning i samband med avverkning förekommer fortfarande, även om nydikning är mycket begränsad idag.

Den hydrologiska konsekvensen av markavvattning inom skogsbruket är fortfarande under diskussion. Det är väl känt att grundvattenytan stiger vid avverkning vilket kan leda till mer accentuerade högflöden. Detta kan delvis motverkas av skyddsdikning genom att grundvattenytan sänks vilket ökar infiltrationen. Iritz et. al. (1994) visade i en studie att högvattenflöden minskade efter skyddsdikning, med undantag från kraftig nederbörd efter torra perioder då resultatet blev det motsatta.

Studier från Finland (Koivusalo et.al., 2008) visar att rensning av diken i områden med hög andel torv gav marginell hydrologisk effekt på höga flöden men att det ökade avrinningen. Vid låga vattenföringar kan skogsdikning öka flödet genom att öka avrinningen (Paavilainen, 1976; Sirin et al., 1991). Ur denna synvinkel kan skogsdikning vara positivt för de nedre delarna av avrinningsområdet där det förekommer vattenbrist under torka sommartid. Samtidigt är många

Tabell 2.2 — Sammanställning av fysisk påverkan inom Smedjeåns avrinningsområde samt bedömda effekter på översvämningar och torka.

Påverkan	Omfattning	Effekt	Effekt
		Översvämningar	Vattenbrist
Markavvattning i skogen	Begränsad	Ökad risk nedströms	Minskad risk
Markavvattning av våtmarker	Omfattande i övre delen	Viss minskning	Viss ökad risk
Markavvattning av jordbruksmark	Ca 20% av jordbruksarealen	Viss ökning	Ökad risk lokalt
Rätning och omgrävning	Ca 35% av hela rinnsträckan	Minskad risk lokalt Ökad risk nedströms	Minskad risk nedströms
Rensning av sediment	Ca 10% av rinnsträckan	Minskad risk lokalt Viss ökad risk nedströms	Ökad risk
Rensning av död ved och träd	Omfattande i hela rinnsträckan	Viss minskad risk lokalt Viss ökad risk nedströms	Ökad risk
Sjösänkning	Flera sjöar uppströms	Ökad risk	Ökad risk
Kraftverksdammar	8 vattenkraftverk	Marginell effekt	Viss risk beroende på regleringen
Reglering av sjöar	Reglering av Oxhultasjön	Marginell effekt	Ökad risk
Ej funktionella flodplan	Begränsad del av Smedjeån	Ökad risk	Marginell effekt

skogsdikningar grävda i torvjordarter vilket kan innebära ökad förmåga att ta upp vatten vid torka när torven är omättad, vilket leder till minskad avrinning sommartid. Vid kraftig nederbörd, då infiltrationskapaciteten överstigs innebär skogsdikena snabbare transportvägar för vatten än om det rinner på markytan som ytavrinning.

Utan mätningar är konsekvensen av skogsdikning i Smedjeåns avrinningsområde svår att bedöma om det ger effekt på höga eller låga flöden. Med tanke på att skogsdikningen inte är omfattande sett till avrinningsområdets yta är det tveksamt om detta har en stor effekt på hydrologin i Smedjeån i jämförelse med annan fysisk påverkan.

Markavvattning av våtmarker

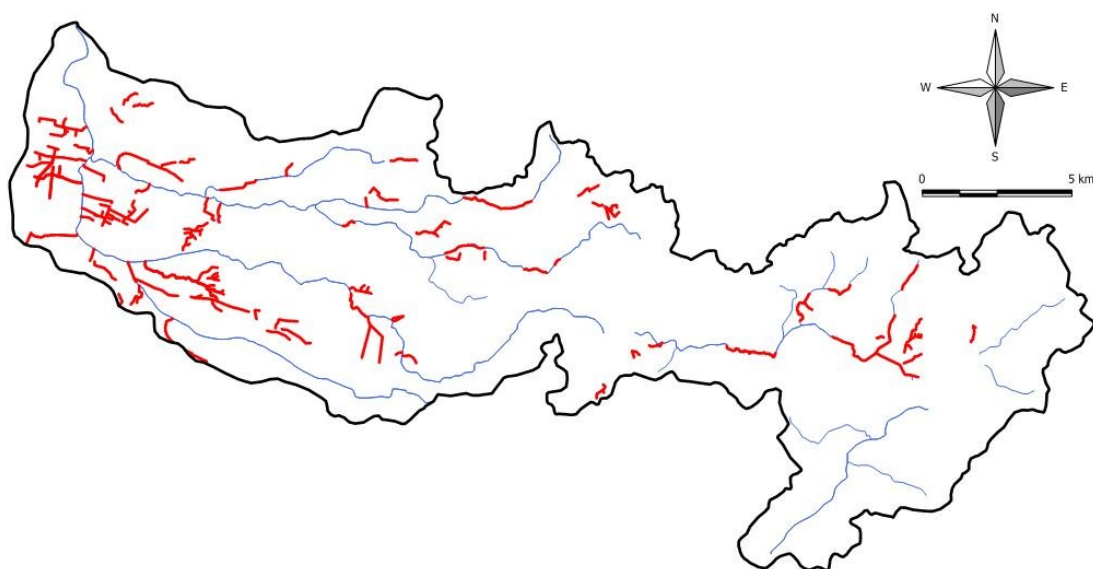
Inom Smedjeåns avrinningsområde är det flera våtmarker som har dränerats. De största arealerna är runt Store sjö och norr om Våxtorp. Flera myrar i övre delen av avrinningsområdet har också nyttjas för torvbruk och därmed dränerats. En uppskattning är att närmare en tredjedel av den totala våtmarksarealen har dränerats i olika omfattning inom Smedjeåns avrinningsområde.

Flera studier har visat att dränering av våtmarker ökar höga flöden (t.ex. Magner 2004). Våtmarker har ofta ansetts fungera som landskapets tvättvampar genom att de suger upp stora mängder nederbörd och fördelar ut dem under längre period vilket i sin tur ökar avdunstningen. Genom att våtmarkerna håller kvar mer vatten i landskapet innan stora nederbördsmängder faller, kan dock effekten bli att höga flöden accentueras. Till skillnad från omkringliggande marker är jorden till stor del vattenmättad när nederbörden börjar falla.

Demissie och Kahn (1993) gjorde en studie i Illinois, USA, en delstat inte helt olik Hallands kustslätt, där 30 avrinningsområden studerades under 10 år. Slutsatsen från denna studie visar att varje procent av avrinningsområdet som utgör våtmark accentuerar högvattenflöden som leder till översvämning med 1,4% och lågvattenföringar med 8%. Medelhöga flöden minskade dock med nästan 4% för varje procent av avrinningsområdet som utgör våtmark. Om dessa resultat tillämpas på Smedjeån betyder det att markavvattningen av våtmarker har dämpat de extrema flödena men minskar tillgången på vatten under torkperioden.

Man bör beakta att dränering av många våtmarker har skapat marksänkning som leder till att markytan kommer närmare grundvattenytan. De områden som utgör våtmarker, till exempel längs Smedjeån, Ränneslövs ångar med flera, består ofta organogena jordarter såsom kärrtorv till ganska stora mäktigheter. Så länge grundvattennivån är hög och syrehalten i marken är begränsad, bibehålls jordens luckra struktur. När grundvattennivån sjunker kommer marken att börja sjunka genom att det organiska materialet syresätts och bryts ner. Detta kan förvärras genom att tunga jordbruksmaskiner ytterligare kompakterar jorden. I fallet med Ränneslövs ångar har denna marksänkning varit omfattande från 0,3 till 1,1 m (Laholms Kommun, 2005). När man sedan rensat i ån har man utgått från markytan vilket innebär att även fårans botten har sänkts med tiden. I fallet med Ränneslövs ångar innebär det en sänkning med över en meter från det ursprungliga tillståndet från 1928. I och med marksänkningen kommer våtmarkernas vattenhållande egenskaper försämrats och de positiva effekterna på extrema högvattenflöden reduceras med tiden och till och med bli negativ.

Bullock och Acreman (2003) gjorde en sammanställning över 439 studier av naturliga våtmarker och dess effekt på hydrologin, från i stort sätt hela världen. Sammanställningen visar, likt ovanstående studier, att våtmarker kan förstärka extrema högvattenflöden. Resultatet pekar också på att våtmarker kan reducera tillgången på vatten under torrperioden, något som avviker från studien i Illinois. En faktor är att våtmarkerna har signifikant högre avdunstning än om-



Tabell 2.12 — Markavvattningsföretag inom Smedjeåns avrinningsområde.
(©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).



Fig. 2.13 — Häradsekonomisk karta över Ränneslövs ängar omedelbart före grävarbetena och rätningen på 1930-talet. Notera att fåran meandrande efter Smedjebron. Idag är den helt rätad. På kartan anges inte någon fåra i nedre delen av Ränneslövs ängar utan mer en öppen vattenspegel.
(©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

kringliggande markområden, speciellt under torra perioder, vilket leder till att vatten som annars skulle fortplanta sig nedströms avgår till atmosfären.

Ovanstående resultat avser framförallt solitära våtmarker i avrinningsområdena likt Smedjeåns myrar. När det gäller våtmarker på flodplanet längs vattendragen visar sammanställningen att dessa i huvudsak bromsar högvattenflöden och minskar översvåmningsrisken nedströms. En femtedel av studierna visade att dessa våtmarker kan öka flödet under torra perioder. Det ska beaktas att dränering av våtmarker längs vattendragen i Sverige, ofta har åtföljts av rätning, rensning och kanalisering av vattendraget vilket kan ha förstärkt den negativa effekten på höga flöden. En möjlig slutsats från dessa studier är att effekten av markavvattning och torvbrytningen på myrarna i framförallt den övre delen av Smedjeåns avrinningsområde kan ha varit positiv avseende extrema högvattenflöden och vattentillgång under torka. Markavvattning i våtmarker runt Smedjeån, tex norr om Våxtorp och Ränneslövs ängar, har tvärtom varit negativ för nedströms liggande sträckor, både på höga flöden och vid torka.

Rätningar av vattendrag

Rätning av vattendrag har skett på flera plaster i avrinningsområdet även om Smedjeån mellan Ränneslöv och Skottorp är den mest uppenbara. Till exempel förekommer rätade delsträckor öster om Hishult i övre delen av avrinningsområdet. Närmare en tredjedel av Smedjeåns huvudfåra har rätats eller har en ny sträckning. Menlösabäcken är kanske det vattendrag i avrinningsområdet som har rätats och grävts om i allra största utsträckning. En mindre delar är kvar i ursprunglig form. Flera biflöden till Menlösabäcken är idag rätade och kulverterade.

Den största rätningen i avrinningsområdet var de grävarbeten som startade 1930 i Ränneslövs ängar. Åtgärden innebar både att fåran rätades ut, att den blev betydligt bredare och att vattenståndet i ån sänktes. Före grävarbetena var åns botten täckt med finsand, troligen härstammande från ovanliggande isälvsmaterial, pålagrat lera. Efter grävarbetena försvann sanden och botten

bestod av ren lera. Åtgärden gav stora ekologiska konsekvenser, inte minst för det akvatiska djurlivet. Grundvattenytan i omkringliggande marker sänktes vilket gjorde att tidigare våtmarker torkade ut. Även om viss del odlingsmark skapades genom åtgärden, har de nya områdena betydande översvämningrisk. Ränneslövs ångar har alltid varit ett område där vattnet har kunnat breda ut sig och oavsett rätningen kommer det sannolikt att fortsätta vara det.

Edenbergaån har kvar en stor del av sitt kraftigt meandrande lopp i nedre delen av avrinningsområdet medan fåran har rätats ut öster om Edenberga, speciellt den norra grenen. Även inom Edenbergaåns avrinningsområde har biflöden kulverterats. Två typiska exempel är vid Grönadal norr om Ränneslöv. Mycket av rätningarna i Smedjeåns avrinningsområde skedde för över 100 år sedan.

Konsekvensen av en rätning inom den rätade delen innebär att vattendragets längd reduceras. Det betyder att fårans lutning ökar vilket i sin tur leder till att flödes hastigheten ökar och vattenståndet minskar. Detta är naturligtvis positivt för t ex jordbruket inom den aktuella delsträckan, eftersom det ökar markavvattningen och underlättar för jordbruksmaskiner. Nackdelen är emellertid, att nedströms liggande delsträckor kommer att utsättas för vatten som kommer in i delsträckan med betydligt högre hastighet än tidigare. Resultatet blir att nedströms liggande delsträckor kommer få en större risk för översvämningar. I och med att vattnet har en snabbare genomströmning än tidigare kommer också vattentillgången under torka försämrats i den rätade delsträckan.

En rätning av ett vattendrag kommer att ge långsiktiga konsekvenser på vattendragets form och utseende. Med ökad flödes hastighet betyder det att energin i vattnet tas ut på en kortare del-



Fig. 2.14 — Rätning och breddning troligen av Stensån vid Lilla Dömostorp. Motsvarande utrustning användes vid grävarbetena i Ränneslövs ångar 1928. Notera i bakgrunden, hur mycket smalare den ursprungliga fåran var jämfört med den nya.

sträcka jämfört med tidigare. Initialt kommer det betyda att det finns för mycket energi per meter vattendragssträcka för att vara i jämvikt med vattendragets form och utseende. Naturen kommer dock av sig själv att försöka komma till ett nytt jämviktsförhållande. Detta gör den genom att öka erosionen i den övre delen av den rätade delsträckan och öka depositionen i den nedre delen. På sikt leder detta till att bottenlutningen allt mer återgår till ett jämviktsförhållande med hydrologin och jordarterna i och runt vattendraget.

Förändringen i fårans formen kan ibland observeras i fält genom att fårans kanter blir allt högre i den övre delen när fårans botten fördjupas, medan den minskar i den nedre delen. Överfördjupningen i den övre delen av den rätade delsträckan brukar fortplanta sig bakåt så att även delsträckor utanför den rätade delsträckan påverkas. I den nedre delen av den rätade delsträckan kommer man att uppleva allt mer sediment som minskar tvärsnittsarean och ökar översvämningens risken. Det kan leda till att markägare som inte medverkat i rätningen får ta ökade rensningskostnader. Sedimentationen behöver inte ske precis där den rätade delsträckan slutar utan det kan ske långt nedströms. Förändringen är dock långsam att det kan ta generationer innan förändringen innebär problem för markägaren. I detta skede är det dock oftast allt för kostsamt att åtgärda.

Även kulvertering av biflöden förekommer som tidigare nämnt. I dessa fall rinner vattendraget i släta betongtrummor vilket ger små friktionsförluster och ingen möjlighet att plocka upp sediment på naturlig väg. När vattnet lämnar trumman kommer den därför ha hög flödeshastighet och underskott på sediment i jämförelse med det naturliga vattendraget. Detta kan leda till



Fig. 2.15 — Kraftigt rätad delsträcka vid Store sjö i övre delen av avrinningsområdet. Fårans form är parabelformad och med mycket litet friktionsmotstånd.



Fig. 2.16 — Kulverterat biflöde till Edenbergaån. Även om vattendraget inte syns idag, finns många rester kvar i landskapet såsom dalgången och flodplanet.

lokalt kraftig erosion där trumman mynnar i vattendraget. I och med att vattnet rör sig snabbare genom landskapet i trumman finns det risk att översvämningsrisken ökar nedströms.

Rensning av sediment

Rensning av sediment förekommer i avrinningsområdets nedre delar i form av punktinsatser. Denna typ av rensning får ses som måttlig i Smedjeåns avrinningsområde vilket ytterligare indikerar att sedimenttransporten är liten. I de flesta fall är det finsand som grävts upp och lagts längs fårans kanter. Rensning av sediment oavsett om det sker i dammar eller direkt i vattendraget, kan leda till underskott av sediment i nedströms liggande delsträckor. I Smedjeån bedöms denna risk vara låg eftersom det förekommer aktiv erosion längs fårans sidor som tillför sediment kontinuerligt.

Dammar och vattenreglering

Såväl Smedjeån som Edenbergaån hyser dammar. Totalt finns det tio dammar i avrinningsområdet varav åtta finns i Smedjeåns huvudfåra. Två dammar finns i Edenbergaån. Enligt dammregistret saknar de flesta dammarna tillstånd enligt 1918 års vattenlag eller nyare lagstiftning utan drivs med hänvisning till urminnes hävd enligt 1736-års byggningsabalk. Åldern på dammarna är i de flesta fall okänd, men är sannolikt från 1800-talets början eller äldre. Uppgifter kring regleringen i dammarna saknas i de flesta fall. Från observationer 2009 verkar dock inte nolltappning förekomma men det är oklart hur regleringen sker i kraftverken.

Tabell 2.3 ger en sammanfattande information om dammarna i Smedjeåns avrinningsområde. Magasinsytorna har hämtas från flygbilder. De flesta dammarna har mycket små dämningsområden varför de till största del utgörs av strömkraftverk om de är i drift för elproduktion. Regleringsmöjligheterna bedöms vara begränsade i de förekommande dammarna. Den enda dammen som har ett riktigt stort dämningsområde är Oxhulta som står för mer än 97% av den totala magasinsytan. Horsabäcks och Värestorps kvarn utgör därefter de största magasinerna men har sam-



Fig. 2.17 — Delsträckan nedströms Smedjebron efter rensningen 2009. Notera den begränsade kapaciteten för vatten i fåran upp till fårans breddar. Omkringliggande marker nära fåran är lägre än kanterna.

tidigt liten volym genom låg dammhöjd. Avseende Edenberga gamla kvarn saknas information. Från flygbilderna kan man dock notera att magasinssytan är ytterst liten.

Från flygbilder och fältobservationer gjordes en bedömning under 2009 kring kraftverkens hydrologiska och morfologiska påverkan. För att uppskatta möjligheten att dämpa flöden har magasinssvolumen beräknats. Detta har gjort genom att beräkna den totala volymen genom att multiplicera arean med dammhöjden. Eftersom botten i magasinet lutar uppströms har en del av volymen räknats bort. I de flesta fall är det inte realistiskt att tömma hela magasinet utan ett värde har beräknats för en regleringsamplitud på 10 respektive 50 cm.

För höga flöden kan vi se att volymen vatten som kan lagras i dammarna är måttlig. Om man vill undvika en översvämning likt den som förekom 2007 och hålla flödet under breddflödet på 12 m³/s nedströms Ränneslöv skulle samtliga dammar kunna dämpa flödet under 37 timmar. Detta förutsätter emellertid att alla magasinerna är nedsänkta med 50 cm före flödespulsen kommer. Med tanke på att flödet i vattendrag inom Smedjeåns avrinningsområde reagerar mycket snabbt på nederbörd och att extremflöden inte kan förutsägas, är det inte troligt att detta kan ske utan att kraftigt påverka möjligheten till kraftproduktion. Räknar vi bort Oxhulta blir tiden ungefär en timme. Regleringen av Oxhultasjön är därför helt avgörande.

För låga flöden kan eventuell reglering i Smedjeåns dammar ha viss betydelse. Medellågvattenföringen motsvarar vid Smedjebron ca 300 l/s. Om man kunde nyttja 10 cm regleringshöjd i magasinerna under sommaren skulle det gå att fördubbla medellågvattenföringen, MLQ, under en månad. Det skulle kunna ske under vintern genom att magasinera en del av högvattenflödena.



Fig. 2.18 — Dammen vid Ränneslövs kvarn. Dammen är mycket låg och mycket vatten passerar genom utskoven. Det finns en fiskväg på dammkroppens södra sida. Uppströms dammen (nedre bilden) finns omfattande sedimentation vilket tyder på att dammarna utgör sedimentfälla.

Även i detta fall är regleringen i Oxhulta helt avgörande. Även nolltappning, om det förekommer, kan få mycket stora negativa konsekvenser sommartid då flödena är mycket låga och då det är stort behov av bevattningsvatten i de nedre delarna.

Sammantaget bedöms den hydrologiska påverkan för de flesta dammarna vara mycket liten, förutom vid flöden nära eller under medellågvattenföringen. Möjligheten att nyttja dammarna som utjämningsmagasinet bedöms vara mycket små, även om Oxhulta kan ge viss begränsad effekt. Svårigheten ligger också i att prognostisera när ett 30-50 årsflöde uppstår så att vattennivån i Oxhultsjön kan sänkas ner. För låga vattenföringar och torka finns det vissa möjligheter att lagra vatten för torra perioder som kan undersökas närmare.

Uppströms flera dammar finns det tecken på sedimentation i dämningområdet, framförallt de dammar som ligger i närheten av Ränneslöv. I dämningområdet förekommer både sediment och organiskt material. Sedimentationen pekar på att det finns aktiv sedimenttransport i Smedjeån i denna del. Detta är sig naturligt eftersom ån till stor del rinner genom lätteroderat sandigt isälvsmaterial som lätt transporteras när flödes hastigheterna är höga.



Fig. 2.19 — Delsträckan nedströms Smedjebron efter rensningen 2009. Notera den begränsade kapaciteten för vatten i fåran upp till fårans breddar. Omkringliggande marker nära fåran är lägre än kanterna.

Tabell. 2.3 — Grundläggande information om dammar och vattenkraftverk i Smedjeåns avrinningsområde.

Kraftverk	Dämningsyta m ²	Dammhöjd m	Regleringsvolym m ³	Volym, 0,5 m Reglering, m ³	Volym 0,1 m Reglering, m ³
Smedjeån i uppströms riktning					
Ränneslövs kvarn	979	2,3	730	490	98
Värestorps kvarn	17 187	2,4	31 000	8 594	1 719
Gränshults kvarn	1 041	2,6	2 030	521	104
Horsabäcks kvarn	10 272	2,2	1 700	5 136	1 027
Oxhulta	1 580 000	1,5	1 896 000	790 000	126 400
Stubbhultsdammen	3 130	1,8	4 200	1 565	313
Kornhult	6 039	1,5	6 800	3 020	604
Hishults kvarn	11 227	1,2	10 104	5 614	1 123
<i>Summa</i>	<i>1 629 875</i>		<i>1 952 600</i>	<i>814 940</i>	<i>131 388</i>
Edenbergaån					
Edenberga nya kvarn	1 965	5,1	7 500	983	197
Edenberga kvarn	—	—			
<i>Summa</i>	<i>1 631 840</i>		<i>1 960 100</i>	<i>815 920</i>	<i>131 585</i>

Smedjeåns klimat och hydrologi

DET FINNS INGEN OFFICIELL SMHI station inom Smedjeåns avrinningsområde. Den närmaste SMHI stationen är Genavad strax norr om Lagan (station 6334) och får representera data för nedre delen av Smedjeåns avrinningsområde. Längre inåt landet finns en stationen vid Markaryd (station 6328) som bedöms vara representativ för de inre delarna av avrinningsområdet.

Vindklimatet i Smedjeåns avrinningsområde domineras av sydvästliga vindar. Det betyder att fuktig maritim luft strömmar in från kusten och hävs när landytan höjs till ca 120 m.ö.h öster om Ränneslöv. Vi kan därför förutsätta att det sker en orografisk hävning av luftmassorna när de rör sig in mot nordöst vilket kan leda till ökad nederbörd vid mitten av Smedjeåns avrinningsområdet.

Årsmedelnederbörden vid Genevad uppgår till 773 mm medan motsvarande värde vid Markaryd uppgår till 818 mm vilket tyder på en gradient från havet in mot land. Gradienten är dock inte så stor som man kan förvänta sig men detta kan bero att mycket av nederbörden släpps mellan dessa två stationer. Båda stationerna uppvisar en fördelning av nederbörd med höga mängder under sensommaren och låga nivåer under senvintern.

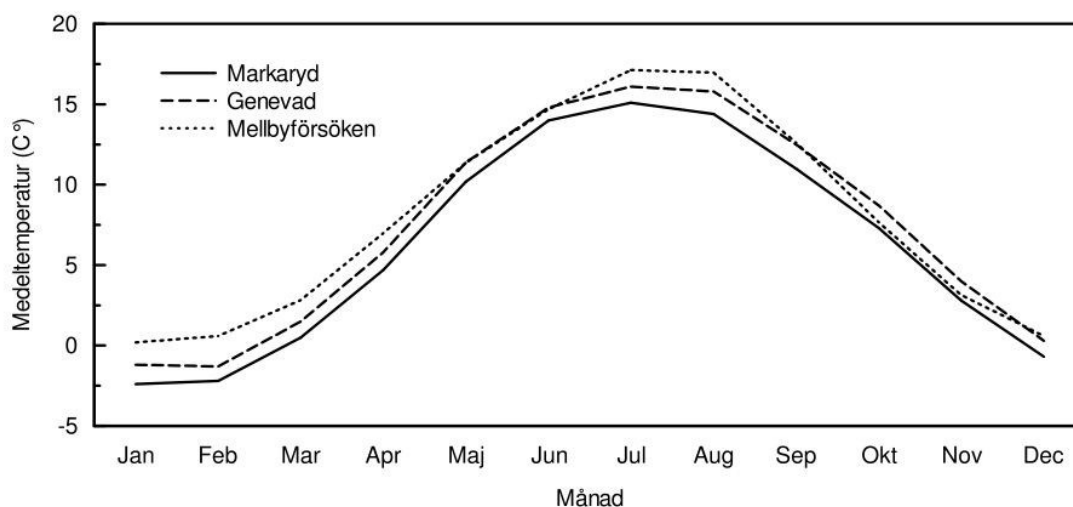


Fig. 3.1 — Månadsmedeltemperaturen vid Genevad, Markaryd och vid Mellbyförsöken (Källa: SMHI).

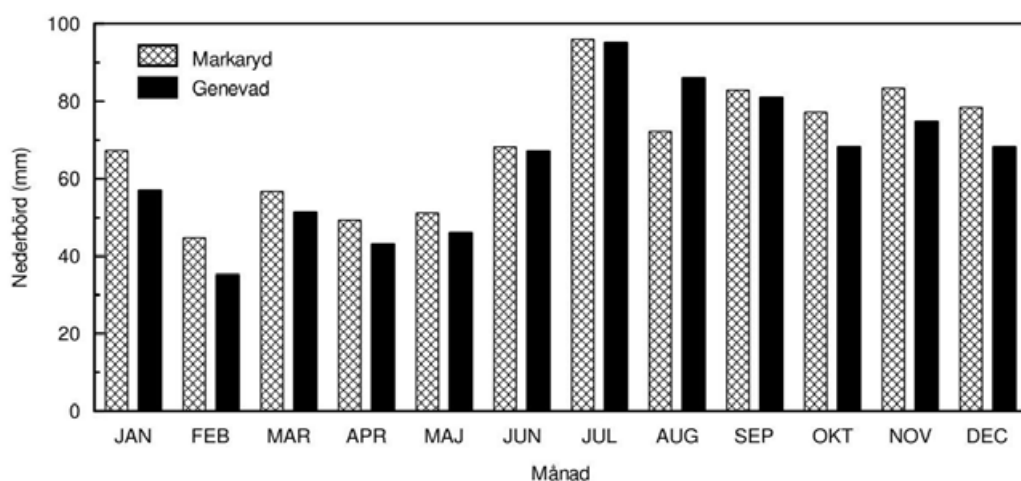


Fig. 3.2 — Månadsmedelnederbörden vid Genevad, Markaryd. (Källa: SMHI).

Även vid Mellbyförsöken har det funnits en klimatstation sedan 1990. Nederbördsfördelningen under året visar likartad fördelning som vid Genevad och Markaryd. Årsmedelnederbörden motsvarar 850 mm vilket är högre än Genevad och Markaryd. Detta kan dock härledas från att denna mätstation omfattar endast de sista 20 åren medan de två andra stationerna representerar en längre tidserie. Vid Mellbyförsöken har också avrinningen uppmäts. Till skillnad mot nederbörden är avrinningen som störst under december till mars vilket beror på att marken är mättad eller frusen samt att avdunstningen är mycket låg under denna period. Lägst avrinning förekommer under juni och juli trots att nederbörden är som störst under denna period.

Årsmedeltemperaturen visar de högsta temperaturerna under juni till augusti och de lägsta under januari till februari. Temperaturfördelningen mellan mätstationerna vid Mellbyförsöken,

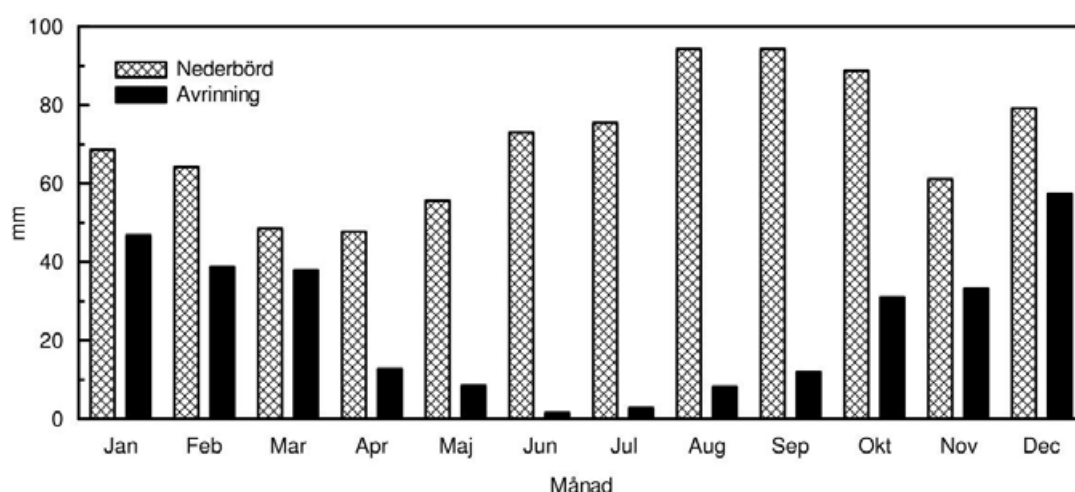


Fig. 3.3 — Månadsmedelnederbörden och avrinning vid Mellby i västra delen av avrinningsområdet. (Källa: Hallands hushållningssällskap).

Genevad och Markaryd visat även den på en gradient från kusten in mot inlandet. Skillnaden mellan stationerna är som störst under juli till augusti och januari till februari. Orsaken kan hämtas dels den utjämnande effekten ju närmare havet stationerna ligger dels höjdläget där Markaryd ligger över 100 meter högre än Mellbyförsöken. Normalt sätt avtar årsmedeltemperaturen med $0,5^{\circ}\text{C}/100$ meter höjd. I detta fall är skillnaden större vilket tyder på kustklimatets inflytande.

Klimatstationer

Under sommaren 2009 upprättades femton stycken klimatstationer i avrinningsområdet. Placering av stationerna valdes så att de bildar en så jämn fördelning över hela avrinningsområdet så att temperatur och nederbörd kan interpoleras över avrinningsområdets yta. Valet av klimatstationer utgick från att de ska betinga tillräckligt lågt pris så att en jordbrukare inom avrinningsområdet själv ska ha råd att införskaffa denna typ av utrustning och att stationen ska kunna lagra insamlad mätdata digitalt under en längre period. Den klimatstation som införskaffades, ProWeatherStation, Model #TP1080WC, betingar idag ett pris under 1 000 SEK. I detta projekt bedömdes den rumsliga upplösningen vara viktigare än att erhålla hög precision på mätutrustningen. Syftet med mätstationerna var flera förutom att öka upplösningen på klimatinformationen i avrinningsområdet. Ett syfte var att utvärdera möjligheten att nyttja denna typ av enklare klimatstationer som enskilda jordbrukare själv kan införskaffa och därmed gå samman och bilda nätverk. Detta skulle öka möjligheten av förstå det regionala klimatet i avrinningsområdet men öka möjlighet för att göra prognoser för översvämningar och torka. Mätstationerna mäter samtliga parameter var 48:e sekund och sparar ett medelvärde i loggern/displayen varje hel timme. Mätstationerna töms med ca 5-6 månader mellanrum. Förutom att mätstationerna ger viktig



Fig. 3.4 — En av de klimatstationer som placerades i avrinningsområdet, i detta fall söder om Oxhultasjön.

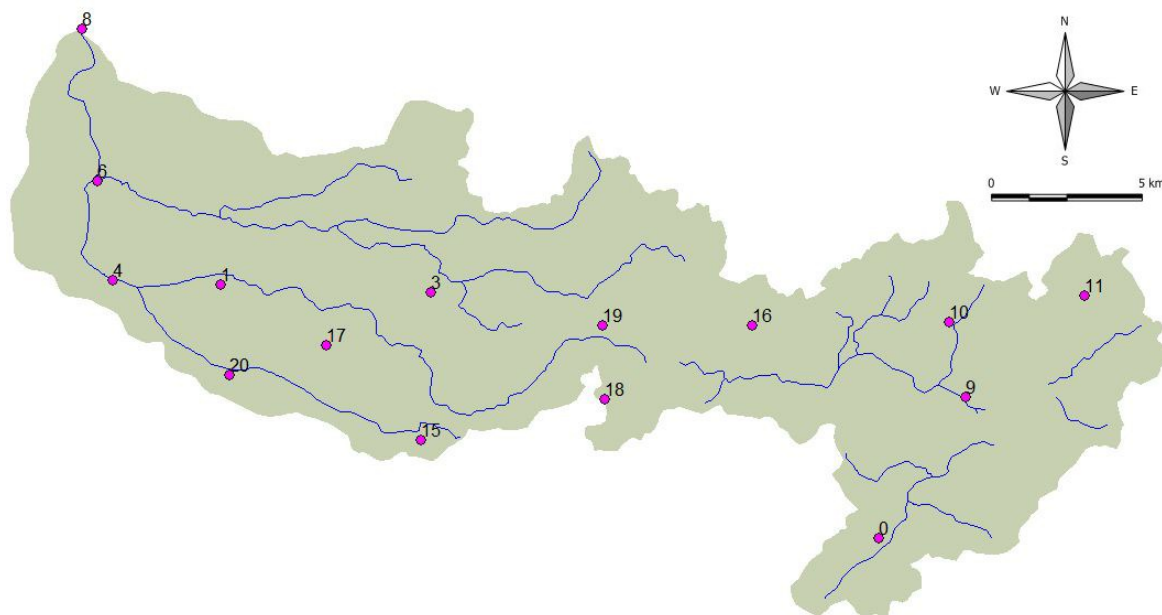


Fig. 3.5 — Placering av klimatstationer i Smedjeåns avrinningsområde

information om Smedjeåns klimat, har mätstationerna skapat en naturlig kontaktyta med markägare. Klimatstationerna utgör en viktig del för att skapa samverkan och intresse för Smedjeån.

Preliminär resultat från klimatstationerna

Även om mätperioden ännu är kort, från juli till december 2009, kan man dra några slutsatser. När det gäller temperatur pekar resultaten på att medeltemperaturen är högre i nedre delen av avrinningsområdet jämför med området runt Store Sjö. Eftersom det senare området är beläget nästa 100 meter högre jämfört med det nedre området, kan vi förvänta oss en medeltemperaturskillnad på $0,55^{\circ}\text{C}$ enligt torradiabatiska temperaturavtagandet. Resultatet tyder dock på betydligt större skillnad, upp mot $2,55^{\circ}\text{C}$, mellan området kring Store Sjö och nedre området kring Vallberga. En trolig orsak är att vi går från ett utpräglat mildt kustklimat in mot småländska hög-

Tabell. 3.1 — Grundläggande information kring klimatstationerna som nyttjats i Smedjeåns avrinningsområde.

Variabel	Typ av sensor	Noggrannhet
Nederbörd	Tipping bucket	0,1 mm
Temperatur	Termoelement	0,1 $^{\circ}\text{C}$
Lufttryck	Trycksensor	3 hPa
Vindhastighet	Skålkorsanemometer	10 %
Vindriktning	Vindflöjel	22,5°- klasser
Luftfuktighet	Elektronisk hygrometer	1 %

landet med mer kontinentalt klimat. Temperaturskillnaden har betydelse för exempelvis avdunstningen men också odlingssäsongens längd.

Nederbörden visar också på geografiska skillnader under den aktuella perioden. Framförallt finns det ett tydligt mönster där de största nederbördsmängderna faller strax öster om Ränneslöv. Längre österut i avrinningsområdet avtar nederbörden igen. Skillnaden är inte dramatisk, men kan ha vissa betydelse för hydrologin i de tre delavrinningsområdena. Den troliga orsaken till nederbördsmönstret i avrinningsområdet är orografisk hävning av luftmassor men också en läeffekt från Hallandsåsen i den östra delen av avrinningsområdet.

Klimatförändringar

De flesta klimatmodeller visar idag på en ökad temperatur under de närmaste 100 åren, såvida inte utsläppen av växthusgaser radikalt minskar. Den ökade temperaturen kommer även att påverka Smedjeåns hydrologi. Modeller har genomförts vid Rossby centrum vid SMHI med en regional klimatmodell RCA3. Modellen täcker hela Europa, uppdelad i 50 x 50 km rutor. För varje ruta finns det faktisk klimatdata samt beräknad klimatdata för ett framtida scenario. Detta skall inte ses som en prognos utan snarare en möjlig utveckling av klimatet med flera osäkra parametrar, inte minst utsläppsnivåerna.

De flesta scenarier visar på en ökad medeltemperatur med 3-5°C vid jämförelse mellan referensperioden 1961-1990 och den framtida perioden 2070 till 2100 (Kjellström et. al 2009). Detta i sin tur kommer leda till att odlingssäsongen förlängs i Smedjeån. Vi kan också förvänta oss att den ökade temperaturen tillsammans med minskad frostrisk kommer leda till möjligheter att nyttja nya typer av grödor i Smedjeåns avrinningsområde. Ökad temperatur leder emellertid till ökad avdunstning och nederbörd. Enligt modellerna kommer årsnederbörden öka med över 10% i Smedjeåns avrinningsområde, men även upp mot 20% enligt några utsläppsscenarier.

Nederbörden kommer fördelas olika under året. Sommartid kommer nederbörden minska med upp till 20%, vilket tillsammans med upp till 10% ökad avdunstning kommer innebära ökade problem med vattenbrist. Bevattning av olika grödor, inte minst grönsaker, kommer bli ett allt större problem för Smedjeån i framtiden. Under denna period kan nederbörden öka upp mot 50% i framtiden. Som tidigare nämnt förekommer de flesta höga flöden under perioden januari till mars, vilket gör att man kan förvänta sig fler översvämningar i framtiden under vinterperioden. Man kan också räkna med att marker som redan idag har problem med höga grundvattenytor under vinter till vår kommer få allt större problem i framtiden. Ökad nederbörd under vinterhalvåret kommer också leda till att avrinningen ökar. Detta i sin tur kommer sannolikt påverka Smedjeåns hydrologi och morfologi. Den ökade nederbörden leder till att medelvattenföringen ökar i Smedjeån. Detta i sin tur kommer öka de fysiska processerna i fåran. Ett resultat blir att Smedjeån kommer vilja öka sin tvärsnittsarea. Initialt kommer detta leda till ökad erosion framförallt längs fårans kanter och ökad sedimenttransport. Om sedimenttransporten hindras i dammar finns det risk att Smedjeån kommer vilja erodera sin botten så att fåran blir allt mer fördjupad i de nedre delarna.

Under vinterperioden kan vi förväntas att de lägsta vattenföringarna höjs betydligt. Det finns också en betydande risk för fler översvämningstillfällen vintertid. Med tanke på att nederbörden kommer öka kraftigast vintertid finns det också risk för ökad ytavrinning på vattenmättad eller

tjälad mark. De områden som framförallt kan bli känsliga är övre delen av Edenbergaåns delavrinningsområde samt Smedjeån kring Ränneslöv där slutningslutningarna är större.

I nedre delen av avrinningsområdet förekommer områden med lera. Med ökad temperatur och ökad nederbörd vintertid finns det risk att tjälbildning i marken reduceras. Tjäle har en mycket viktig funktion att öka porositeten i den annars täta leran och bryta sönder täta mark-nära jordaggregat. Om detta minskar i ett framtida klimat kan infiltrationen under vinterperioden minska och orsaka stillastående vatten i låglänt terräng och öka risken för ytavrinning i dessa områden.

Hydrologin i Smedjeån

Tyvärr saknas hydrologiska mätningar i Smedjeån och Edenbergaån. Detta är en orsak till varför fem mätstationer upprättades i början av Aquarius-projektet. I Menlösabäcken installerades en automatiska vattenståndsmätare redan 1994 vilket gör att det finns en tidserie som täcker perioden före och efter översvämningen 2007. Förmodligen är Smedjeåns hydrologi tämligen väl representerad genom Menlösabäcken på grund av dess närhet samt att både delavrinningsområdena har ungefär samma bredd/längd-förhållanden. Med utplacerade tryckpegel i Smedjeån och i Edenbergaån kommer det finnas möjlighet genomföra korrelation mellan de två stationerna för att extrapolera tidserierna bakåt i tiden med hjälp av Menlösabäckens data.

Menlösabäckens hydrologi

Analys av Menlösabäckens flöde från juni 1994 till juni 2009 visar på att flödet är starkt säsongsbetonat. Tidserien visar också att Menlösabäcken reagerar mycket snabbt på nederbörd och återgår sedan fort till ett flöde strax under medelvattenföringen. Säsongsanalys med multiplikativ modell (ARIMA) visar att låga flöden förekommer mellan första maj till mitten av november medan höga flöden förekommer mellan november till maj. Januari är den månad som har de högsta medelvärdet med $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ medan juni är den månad som uppvisar de lägsta flödena kring $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Statistisk analys av flödena i Menlösabäcken visar på en medelvattenföring kring $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$. Detta värde är nära det värde på $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$ som beräknats med hjälp av ekvationer för dimensionerande flöden. 25%-percentilen motsvarar $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ medan 75%-percentilen är $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$. Endast 5% tidseriens dagar översteg $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Flödesserien visar på en svag ökning av låga flöden och mer accentuerade högflöden mot slutet av tidserien. Detta kan bero på fler orsaker men mest troligt är en ökad nederbörd på grund av ett varmare klimat.

En närmare granskning av högvattenflödena i Menlösabäcken visar på 13 tillfällen under 15 år med flöden över $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Det innebär att dessa höga flöden förekommer nästan varje år. Högvattenflödena verkar mest vara kopplade till perioden november till februari. Endast två tillfällen förekommer med flöden över $4 \text{ m}^3/\text{s}$. 1 februari 1995 var flödet i Menlösabäcken upp i $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Varaktigheten var dock mycket kort och redan nästa dag var flödet ner under $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det allra högsta flödet i Menlösabäcken uppstod 6 juli 2007 med ett flöde över $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Detta tillfälle motsvarar översvämningstillfället i Smedjeån. Vid denna tidpunkt var flödet över $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ under fem dagar vilket är ovanligt lång tid för högvattenflöden i Menlösabäcken. Högvattentillfället var också ovanligt i och med att det föll under sommarperioden som ska domine-

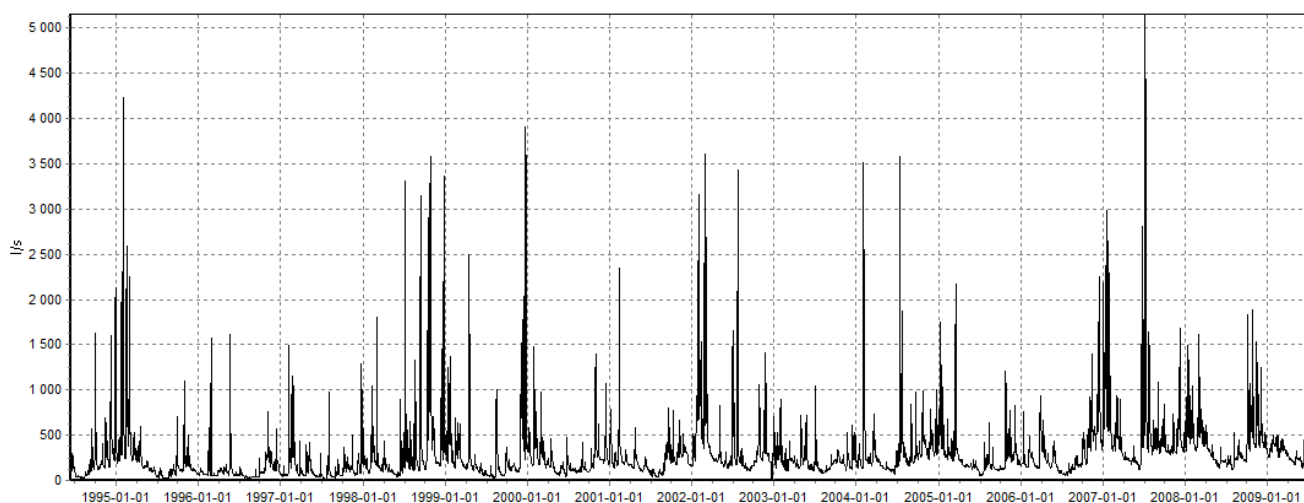


Fig. 3.6 — Flödet i l/s i Menlösabäcken mellan 1995 och 2009.

ras av de lägsta vattenföringarna. Liknande högvattenflöden, dock inte lika höga, har emellertid förekommit tidigare, bland annat 1998 och 2004.

Spektralanalys visar inte på någon signifikant cykel. Trots det verkar högvattenflödena förekomma med visst mellanrum. En möjlig förklaring är att dessa styrs av den Nordatlantiska oscillationen, NAO (Hurrell, 1995). Ett positivt NAO värde innebär kallare stratosfär över Arktis som i sin tur skapar kraftigare lågtryck riktade mot Skandinavien. När NAO är negativt tillåts kallluft från Arktis strömma söderut och vi får ett torrare och kallare klimat. Ett starkt positivt NAO index borde därför innebära ökad risk för höga flöden medan ett negativt kan innebära risk för mer accentuerad torka. Ett flertal publikationer visar på ett tydligt samband mellan nederbörden och NAO index vintertid (e.g Mares, 2006). Vid jämförelse kan man se att höga flöden vintertid är väl kopplad med NAO. 1996 till 1998 var en period med mycket lågt NAO index och detta år var högvattenflödet blygsamt och lågvattenföringen sommartid extremt låg. Det följdes av ett år med positivt NAO index 1999 vilket borde innebära ökad mängd lågtryck med nederbörd. Detta stämmer väl med flödesdata från Menlösabäcken som visar flera högvattenflöden under vintern. Om detta stämmer borde NAO index sommartid vara positivt vid översvämningstillfället 2007. Detta tycks stämma väl med tidserien över NAO index för juni. Från tidserierna kan man ana att höga sommarflöden förekommer om NAO index för juni och januari är positivt medan extrema lågvattenflöden förekommer om det är negativt. Om sambandet mellan NAO index och Menlösabäckens flöde stämmer borde nederbörden vara låg under sommaren 2010 med kallare temperatur.

Sannolikheten för att olika flöden ska inträffa i Menlösabäcken har också studerats. Beräkning av återkomstperiod för flödet vid översvämningstillfället 2007 pekar på en återkomst på ca 31 år. Detta stämmer väl med beräkningar av det flöde som inträffade i Smedjeån huvudfåra i början av juli 2007 där återkomstperioden för det aktuella flödet uppskattas till 30 till 40 års flöde.

Dimensionerande flöden

Som tidigare nämnt saknas idag tidserier för flödet i Smedjeån och Edenbergaån. För att ändå få en uppfattning om variationen av flöden har dimensionerande flöden beräknats på olika punkter

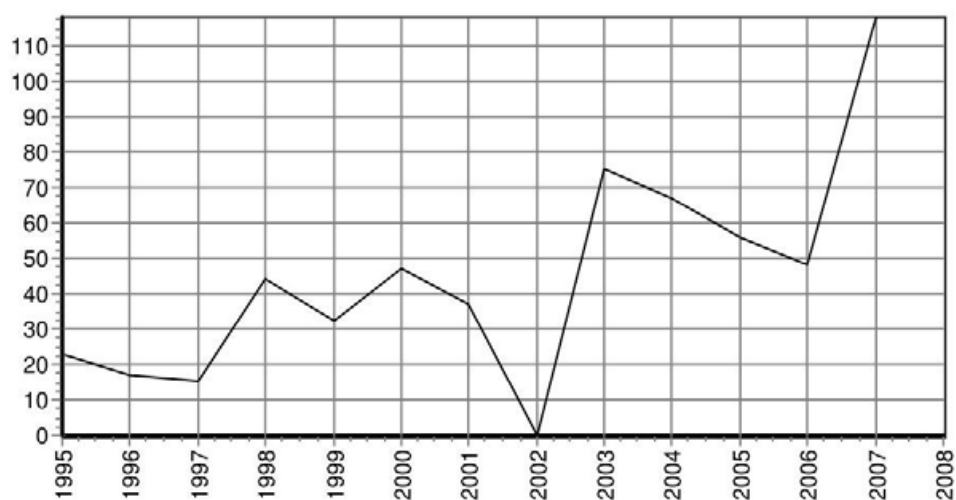


Fig. 3.7 — Förändring av lägsta vattenföringarna, LLQ (m³/s), varje år mellan 1995 och 2009 i Menlösabäcken.

i de respektive delavrinningsområde. Dimensionerande flöden används i huvudsak för att dimensionera konstruktioner i vattendrag och beräknas utifrån empiriska värden baserat på avrinningsområdets storlek, andel sjöyta och markanvändningen (Vägverket, 2008).

Beräkningarna visar att Smedjeåns flöde vid mynningen i Lagan varierar normalt mellan 0,54 till 24 m³/s. Medelvattenföringen motsvarar ca 4 m³/s. Om vi ser på fördelningen av tillfört vatten vid medelvattenföring mellan Smedjeån, Edenbergaån och Menlösabäcken vid mynningen vid Lagan kommer 8,6% från Menlösabäcken, 32% från Edenbergaån och övriga 59% från Smedjeåns delavrinningsområde. Vid låga vattenföringar, kring medellågvattenföring, förändras bilden något.

Cirka 70% av vattnet härstammar från Smedjeån, 25% från Edenbergaån och bara 5% från Menlösabäcken. Detta kan tyda på att åtgärder för att öka tillgången på bevattningsvatten under torka bör koncentreras till Smedjeån och Edenbergaån. Man måste beakta att medellågvattenför-

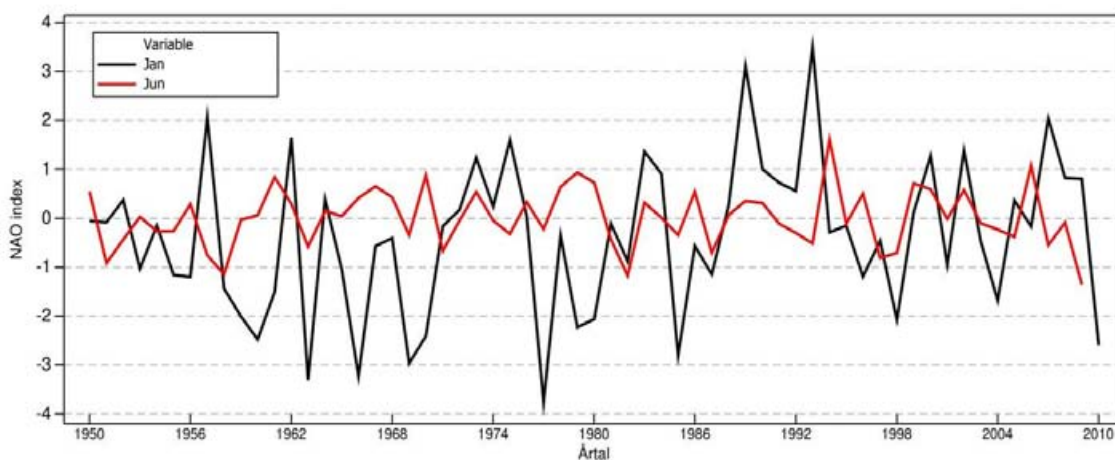


Fig. 3.8 — Variationen i Nordatlantiska oscillationen för vinter- och sommarperioden.

Tabell 3.2 — Korrelationen mellan Nordatlantiska oscillationen, NAO och lägsta samt högsta vattenföringen i Menlösabäcken.

Parameter	Högsta flödet	NAO vinter	NAO sommar	Lägsta flödet
Högsta flödet	-	0,08	0,12	0,73
NAO vinter	0,45	-	0,13	0,60
NAO sommar	-0,41	-0,40	-	0,05
Lägsta flödet	0,09	0,14	-0,51	-

ringen för Edenbergaån stämmer inte helt, på grund av att vatten pumpas över från Lagan till detta avrinningsområde för att öka mängden tillgängligt vatten sommartid.

För höga flöden stämmer beräkningarna av medelhögvattenföringen, MHQ, dåligt med verkligheten. Utifrån faktiska mätningar i ån bör MHQ motsvara kring 2 m³/s snarare än 0,66 m³/s. En problematik med dimensionerande flöden är att det svårt att förutsäga de lokala förutsättningarna för utflöde av grundvatten. En stor del av Menlösabäckens delavrinningsområde domineras av sandiga jordarter med hög permeabilitet vilket kan göra att beräkning av MLQ inte ger korrekt bild.

Geomorfologiska processer

Smedjeån form och utseende och därmed dess kapacitet att hålla vattnet inom fårans breddar, beror till stor del på fysiska processerna i vattendraget såsom erosion, deposition och transport. Detta i sin tur påverkas av avrinningsområdet naturliga förutsättningar, till exempel, geologin, topografin, klimatet och hydrologin. Även ekosystemen, inte minst vegetationen i och längs fåran, påverkar processerna och fårans form. Alträd längs Smedjeån kan ha en betydande effekt på fårans form genom att reducera erosionen.

Tabell 3.3 — Dimensionerande flöden i Smedjeåns avrinningsområde.

Parameter	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
Smedjeån vid Lagans mynning	0,27	0,54	3,96	24,30	72,61
Smedjeån vid Smedjebron	0,02	0,30	2,61	16,50	39,00
Smedjeån uppströms Menlösabäcken	0,02	0,25	1,91	10,54	31,62
Smedjeån uppströms Oxhultasjön	0,01	0,21	1,52	7,90	23,69
Menlösabäcken	0,01	0,03	0,31	0,66	1,97
Edenbergaån	0,01	0,13	1,16	1,76	5,27

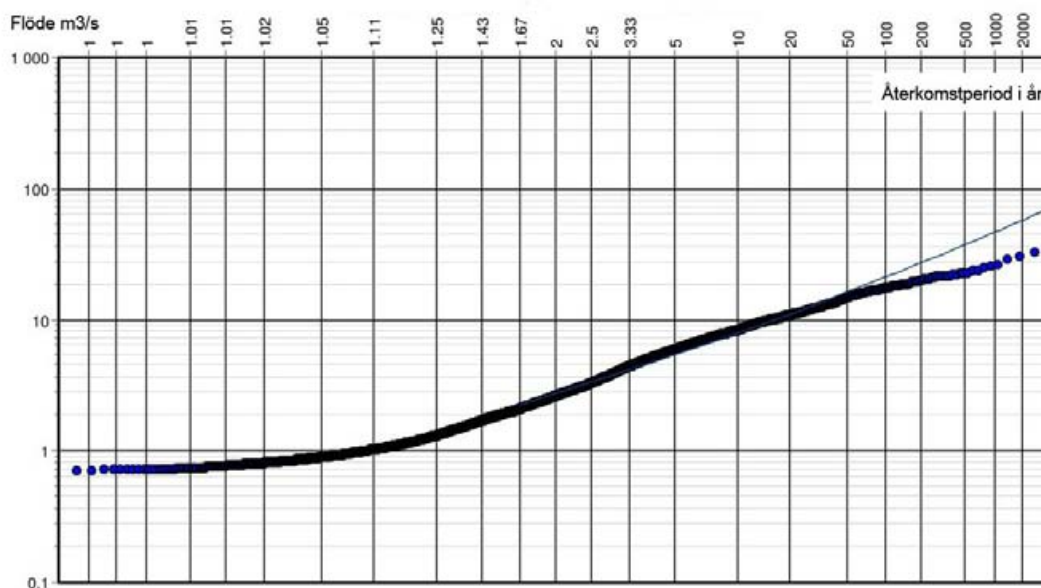


Fig. 3.9 — Återkomstperiod för olika flöden för Smedjeån vid mynningen i Lagan beräknad med S-hype. Den blå linjen utgör en anpassad Pearson-III fördelning. (Källa: SMHI).

De krafter som framförallt styr utvecklingen av Smedjeån, är hydrologin och sedimenttransporten. Om hydrologin förändras, till exempel genom klimatförändring, kommer detta oundvikligen leda till förändringar av Smedjeåns geomorfologi. Hydrologin styr nämligen sedimentprocesserna. Ökar flödet kommer Smedjeåns förmåga att bära sediment öka både avseende mängden och kornstorlek.

Sedimentprocesserna styrs av energin i vattnet som i sin tur är avhängigt vattnets energigradient vilken under vissa förutsättningar kan översättas till vattenytans lutning. Om man ser på längre delsträckor är oftast vattenytans lutning ungefär samma som vattendragets lutning. Ju högre lutning vattenytan har, desto mer energi finns i vattnet för erosion. Vattenytans lutning varierar vid olika flöden. Oftast ökar lutningen när flödet ökar eller tvärtom. Om det finns trånga tvärsektioner kan flödes hastigheten öka genom sektionen för att kompensera den minskade tvärsnittsarean, vilket ökar vattenytans lutning i delsträckan.

Om vattnet strömmar snabbare kommer det skapas en bromsande kraft, en skjuvspänning, som verkar mot fårans botten och sidor. Alla kornstorlekar har en unik kritisk skjuvspänning vilket innebär att om energin i vattnet ökar kommer man närma sig den kritiska skjuvspänningen. Detta leder till att sedimenten kommer i rörelse, antingen längs botten eller suspenderad i vattenmassan. Om energin i vattnet minskar, till exempel när fåran kommer in i en del av landskapet som är flackt kommer energin och skjuvspänningen minska vilket leder till att systemet övergår från erosion till deposition.

I alla vattendrag varierar förekomsten av erosion och deposition både geografiskt och i tid. Oftast domineras övre eller yttre delen av avrinningsområdet av erosion genom att landskapet är relativt brant. Den mellersta delen av avrinningsområdet svänger mellan erosion och deposition vilket betyder att sedimentbankar kan tillfälligt bildas vid låga vattenföringar men eroderas och

transporteras bort vid höga vattenflöden. Nedre delen av avrinningsområdet domineras av deposition av sediment. Övergången från erosion i övre delen av avrinningsområdet till deposition i nedre delen brukar kunna identifieras genom förekomst av ett tydligt flodplan med svämsediment kring vattendraget. I nedre delen av avrinningsområdet kan flodplanet vara mycket stort. Deposition av sediment på flodplanet sker genom att fåran förflyttas sig fram och tillbaka, men också vid höga flöden och översvämningar då sediment pålagras markytan när vattnet sjunker undan.

Övergång från erosion till deposition eller tvärtom, kan också variera i tid. Vid en kraftig nederbördssituation kommer flödet öka i fåran. Detta leder till att vattenytans lutning ökar tillsammans med tillgänglig energi. Initialt kommer det finnas ett underskott på sediment vilket leder till att erosionen ökar både i storlek och geografiskt. Vissa delsträckor som vid lågvattenföring domineras av deposition, kommer övergå till erosion när flödet ökar. I övre delen av avrinningsområdet kommer erosionen att accentueras medan i den mellersta delen av avrinningsområdet kommer sediment som deponerats tidigare att börja eroderas. Den nedre delen av avrinningsområdet kommer ta emot sedimenten som kommer från de övre delarna. Ofta leder höga flöden till översvämning av flodplanet. Inte ovanligt har flodplanet betydligt högre friktionsmotstånd än fåran i sig, vilket innebär att vattnet minskar i hastighet och tappar energi. Detta leder till deposition av sediment på flodplanet. Ju längre högvattenflödet pågår desto mer sediment kommer i rörelse och transporteras i suspension.

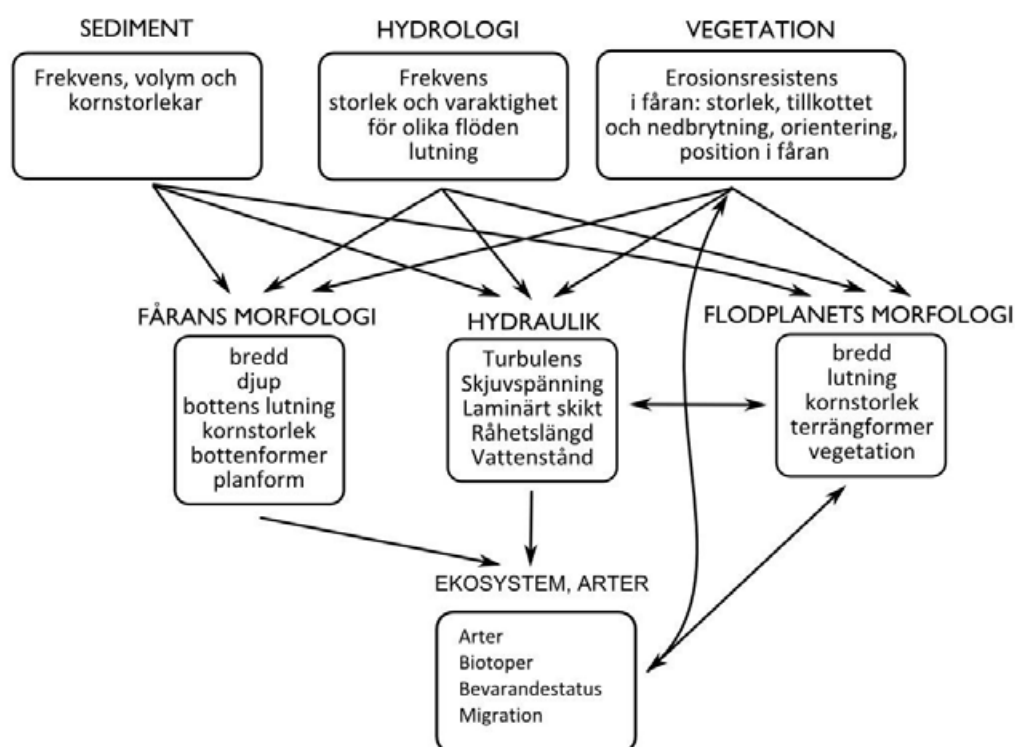


Fig. 3.10 — Samspelet mellan olika system i vattendrag. En förändring i en del av systemet leder ofta till återverkningar i andra delar.



Fig. 3.11 — Erosion längs fårans kanter med underminering och ras i Smedjeån vid Mellby. Detta är et av flera sätt sediment tillförs fåran. Om underminering förekommer på båda sidor av fåran kan det indikera en instabil fåra med deposition av sediment på botten. Vattendraget brukar då kompensera den minskande tvärsektionen med att öka fårans bredd.

När nederbörden avtar kommer flödet återigen att minska. Detta leder till att det finns för mycket sediment i vattnet i jämförelse vad vattnet kan bära. Systemet kommer nu övergå från erosion till att domineras av deposition av sediment. Framförallt kommer detta ske i nedre delen av avrinningsområdet. En viss del av sedimenten kommer lämna avrinningsområdet. I fallet med Smedjeån kommer en del av sedimenten föras ut till Lagan och sedan ut till havet. En effekt av detta är att det utbildas en mittbank med sediment omedelbart nedströms Smedjeåns utlopp i Lagan.

Genom att förstå interaktionen mellan hydrologin och sedimentsystemet finns det möjlighet att förstå stabiliteten i vattendraget. Med ett stabilt system menas ett vattendrag där fårans lutning inte förändras. Erosion i ytterkurvor och förflyttning av meanderbågar förekommer även i ett stabilt system. Ett typiskt instabilt system är när det förekommer omfattande sedimentation i en längre delsträcka så att fårans tvärsektion förändras mot en bredare fåra.

Även överfördjupning där fårans botten sjunker i nivå och vattnet tappar allt mer kontakt med flodplanet kan indikera ett instabilt vattendrag. Inflödet i jämförelse utflödet av sediment i en given delsträcka är en viktig faktor för avgöra om en delsträcka domineras av erosion och deposition. Inflödet av sediment kan ske på flera sätt. En stor del inflödet kommer från ovanliggande delar av avrinningsområdet och transporteras in i delsträckan med flödet.

I vissa fall kan det uppstå ytavrinning vilket leder till utbredd erosion av översta markytan. Detta kan förekomma vid extremt höga nederbördsmängder eller om marken har dålig infiltrationskapacitet. Det senare kan bero på till exempel tjälad mark eller att det har bildas täta jordaggregat på markytan eller i marken. Kompaktion av marken på grund av tunga maskiner kan

också minska infiltrationskapaciteten. Risken för ytvavrinning ökar med sluttningslutningen men också i områden där ytvavrinningen koncentreras, tex, i svackor. Ofta kan ytvavrinningen vara utbredd i stora områden för att koncentreras i en svacka på en åker och där skapa kraftig erosion med utbildande av små raviner. Hur man plöjer en åker kan ha stor betydelse för risken av erosion. Plöjer man vinkelrätt mot höjdkurvorna finns det stor risk för att ytvavrinningen koncentreras och förstärks. Hur lång tid som åkern är utan vegetation har också betydelse liksom typ av gröda.

Inom skogsbruket kan skyddsdikning innebära en ökad erosion och sedimenttransport om slamfickor saknas. Körskador i skogsbruket är ett problem som uppmärksammas av Skogsstyrelsen och där det pågår mycket arbete för att reducera skador. Djupa hjulspår i skogen kan exponera mineraljord och öka ytvavrinning. Sediment kan också tillkomma genom erosion längs fårans kanter, även om botten domineras av deposition. Underminering av fårans kanter kan leda till skred och ras som snabbt tillför stora mängder sediment i fåran. Ojämnheter i fårans botten kan lokalt leda till deposition trots att delsträckan i sin helhet domineras av erosion. Död ved på botten och fårans sidor skapar ojämnheter som fångar in sediment. Forskning från Nordamerika har visat att flera hundra års sedimenttransport kan fångas in av död ved. Rensning av död ved i botten kan därför under kort tid frigöra stora mängder sediment som lagrats i fåran.

Om inflödet av sediment är lika med utflödet kommer vattendraget vara stabilt. I många fall är dock inte vattendraget helt stabilt eftersom morfologiska förändringar är långsamma och att vattendraget inte helt kommit i jämvikt med rådande klimat. Om olika typer av påverkan ökar eller minskar inflödet av sediment kommer det leda till att fårans morfologi kommer förändras.

Sjöar och dammar kan utgöra sedimentfällor som minskar sedimenttransporten i vattendraget. Sjöar utgör naturliga sedimentfällor och ofta är dagens vattendrag anpassad till sjöar i avrinningsområdet. Dammar, oavsett syfte, kan leda till att sediment fångas in vilket ger ett underskott i nedströms liggande delsträckor. Om sedimenten i dämningssområdet grävs bort och inte tillförs vattendraget nedströms dammen kan det öka erosionen i nedströms liggande delsträckor. Inte ovanligt utbildas stenpäl på botten med ytterst lite finkorniga sediment mellan stenarna. Om inte botten armeras kan det i andra fall leda till att lutningen på fårans botten minskar genom erosion överfördjupar fåran närmast dammen och deposition längre nedströms. Denna förändring ger stora förändringar i ekosystemen.

Begränsande faktorer

Det finns en rad faktorer som begränsar erosionen, depositionen och sedimenttransporten i vattendrag liksom Smedjeån. Landskapet i sig är den viktigaste begränsande faktorn. Berggrundsgeologin kan begränsa fåran i dess form och att förflytta sig i sidled. Om vattendraget rinner i en sprickdal kan det innebära att fåran tvingas in i ett tillstånd av erosion. Om jordarten består av rikligt med grövre kornstorlekar kan fårans botten och kanter armeras så länge energin i vattnet aldrig når upp till den nivå som kan sätta dessa i rörelse. Bottenarmering med sten är inte ovanligt i moränområden vilket leder till att erosionen avtar i stort sätt helt och hållet och underliggande finkornigare sediment skyddas från vidare erosion.

I områden där det förekommer leror kan de elektrostatiske krafterna mellan lerpartiklarna vara så kraftiga att detta material inte eroderas i någon större omfattning. Det material som är mest lätteroderat är mellansand med en kornstorlek mellan 0,6 till 0,2 mm. Med allt större sedimentkorn kommer vikten innebära en begränsande faktor för att förflytta kornen.

En annan viktig faktor är vegetation i och längs fåran. Vegetation i fåran kan bromsa flödet och öka depositionen. Detta är avhängigt vilken typ av art som växer in i fåran. Arter som vass och flen bildar täta ruggar som bromsar flödet och ökar depositionen. Andra arter såsom säv innebär mindre effekt genom den har glesa rörliknande stammar som vattnet lätt kan flöda igenom. Vegetationens rotsystem kan också utgöra effektiva erosionskydd längs fårans kanter även om sedimenten i sig är lättroderade. Rörflen är ett exempel på gräs vars rotsystem utgör ett synnerligen effektivt erosionskydd. Inte ovanligt leder täta bestånd av denna art till att fårans bredd minskar vilket leder till ökad erosion i fårans botten och en djupare, men mer stabil fåra. I Smedjeån har den främmande arten knäckepil blivit allt vanligare. Denna buske har stora täta rotsystem som kan förskjuta flödeslinjen mot den motsatta sidan av fåran och därmed öka erosionen. I lättroderade material som finsand, kan detta innebära att fåran får en ökad rörlighet vilket inte alltid är önskvärt, även om det är en naturlig process.

Samband mellan hydrologin och morfologin

Det finns ett nära samband mellan de fysiska processerna i vattendraget och fårans form och utseende. Detta gäller särskilt de finkorniga delarna av avrinningsområdet. Ju grövre sedimenten är desto grundare och bredare är fåran. I delsträckor med sten och block är ofta fårans form rektangulär och upp mot tio gånger bredare än djup. Detta leder till att bottenfriktionsmotstånd får större betydelse i jämförelse med en mer rundad, djup fåra. När vattendraget rinner genom finkornigt material som mo och mjåla får ofta fåran en perfekt U-form medan den i sandiga jordarter blir mer kantig med platt botten. U-formen reducerar inflytandet av botten och kanternas friktionsmotstånd på ett effektivt sätt. När vi kommer in i lerområden blir ofta fåran återigen flackt parabelformad på grund av lerans sammanhållande egenskaper. I sandjordar är det inte ovanligt att fårans form är mer trapetsoid.

Många studier har visat att det finns ett samband mellan fårans bredd och avrinningsområdets storlek. Ju större avrinningsområdet är, desto större är fåran. Detta är en konsekvens av ökat avrinningsområde och högre medelvattenföring. Emmet (1975) visade på ett samband mellan fårans bredd vid breddflöde och avrinningsområdets storlek enligt:

$$B_b = 2,59 \cdot a^{0,38}$$

där B_b är vattendragets bredd vid breddflöde (m), den bredd som vattendraget har precis när vattnet börjar svämma över omkringliggande marker, a är avrinningsområdet är storleken i km^2 . Sambandet gäller för naturliga stabila vattendrag. Det är inte ovanligt att man har breddat fåran för att kunna minska effekten av översvämningar. Konsekvensen av detta är att fåran får en form och tvärsnittsarea som inte är i jämvikt med den hydrologiska regimen i avrinningsområdet. Eftersom Emmets samband är framtagen från vattendrag i USA, sammanställdes data från vattendrag i finkorniga sediment i sydvästra Sverige. I detta fall användes fårans bredd vid ett vattenstånd nära medelvattenföringen. Resultatet visar ett mycket starkt samband mellan bredd och avrinningsområdets storlek enligt följande:

$$B_{MQ} = 0,258 \cdot a^{0,665} \quad (r^2 = 0,96)$$

där B_{MQ} motsvarar fårans bredd vid medelvattenföring. Sambandet representerar ett naturligt jämviktstillstånd mellan morfologin och hydrologin. Detta sambandet nyttjades i Smedjeån genom att mäta fårans bredd i flygbilder var 200:e meter från mynningen i Lagan till Oxhultasjön.

Den nedersta kilometern av Smedjeån har en medelbredd kring 11,2 meter vilket är nära den medelbredd motsvarande 10,8 meter som framgår av ovanstående regressionslinje, något som tyder på att Smedjeån är nära ett jämviktsförhållande i denna delsträcka. Går vi längre uppströms i avrinningsområdet, upp till i höjd med Smedjebron, minskar fårans bredd till ett medelvärde kring 7,8 m. Bredden minskar ytterligare då vi närmar oss den rätade delsträckan i Ränneslövs ängar, där medelbredden motsvarar 6,9 meter. Avrinningsområdet vid denna punkt är ca 146 km² vilket borde innebära en fåra kring 7,2 meter enligt ovanstående samband.

Om vi fortsätter uppströms, till den rätade delen i Ränneslövs ängar, ökar fårans medelbredd till 9,6 meter. Detta är förmodligen en konsekvens av grävarbetena på 1930-talet när våtmarken dikades ut och fåran rätades. Om går uppströms i den rätade delen kan vi se att det håller på att utbildas ett sekundärt flodplan i fåran. I vissa sträckor löper de sekundära flodplanen om vartannat, vilket tyder på att fåran försöker återta en ursprunglig meandrande form. Bredden på den fåra som håller på att utbildas är mellan 6 till 7 meter. Konsekvensen av att bredda fåran såsom i Smedjeån och Stensån, är att man frångår jämviktstillståndet och skapar en instabil fåra. Naturen strävar dock mot jämvikt och ofta leder detta till deposition av sediment tills dessa att fåran har återgått till en jämviktsbredd med rådande hydrologin. Vid låga vattenföringar blir fårans form bredare och grundare vilket ökar risken att vegetation växer in på sedimenten som deponerats i fåran. Detta förstärks med tiden genom att den allt tätare vegetationen fångar in mer och mer sediment. Det är inte ovanligt att det utbildas sekundära flodplan längs fårans kanter vilket på sikt leder till att fåran återtar sin gamla jämviktsbredd.

Det kan noteras att den grävda meandrande fåran som ännu ej är ansluten till Smedjeån, har en bredd kring 12 till 14 meter vilket är betydligt bredare än vad sambandet för en stabil fåra

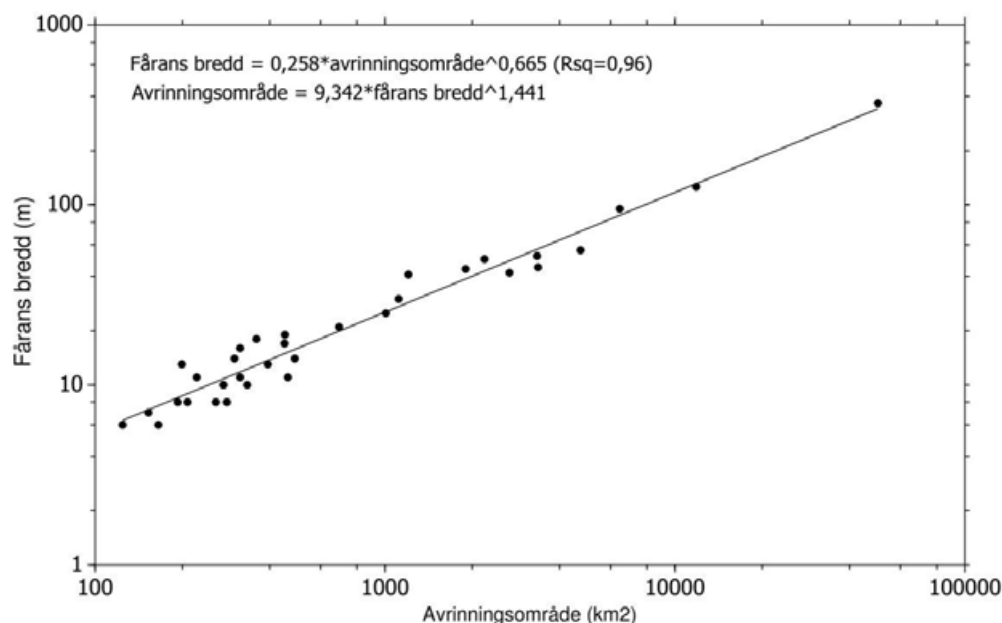
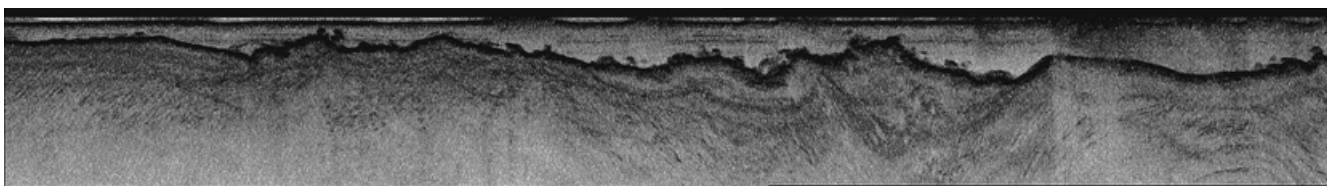


Fig. 3.12 — Samband mellan fårans bredd vid ett flöde nära medelvattenföringen och avrinningsområdets storlek i de större vattendragen i sydvästra Sverige.



anger. Detta kan dock bero på att vattenståndet i den grävda fåran är konstant mycket högre på grund av att de inte är anslutna till Smedjeån. Bredden motsvarar idag snarare bredden vid breddflöde.

Uppström Ränneslöv kommer vi in i de delar där sedimenten utgörs av isälvsmaterial. Materialet innehåller sten och block som armerar fårans botten. Detta leder till en grundare, men bredare fåra. Medelbredden mellan Ränneslöv och Oxhulta är 11,7 meter. Det finns dock betydande variation i bredd, från mycket smal fåra kring 5 meter till en 40-50 meter bred fåra. De smalare partierna förekommer där Smedjeån rinner igenom våtmarksområden. I dessa delsträckor är fårans medelbredd ca 6,3 meter. Djupet är också betydligt större än i strömsträckorna. De platser där fåran är över 16 meter är i samtliga fall dämningsområden till vattenkraftverken i Smedjeån. En annan faktor som påverkar fårans bredd är om kanterna och den strandnära zonen är skogsbevuxen eller inte. Flera studier visar att fåran är generellt sätt bredare om fåran kantas med träd (Sweeney et al., 2004). Långa delsträckor uppströms Ränneslövs är kantade med skog och bör därför generellt sätt vara bredare, även om avrinningsområdet minskar uppströms.

Rätning av vattendrag har varit en vanlig åtgärd i jordbrukslandskapet under sent 1800-tal fram till 1900-talets början. Effekten av att rätta vattendrag är att fårans längd blir kortare. Detta i sin tur ökar fårans lutning vilket innebär att tillgänglig energi ökar. Ur fysikalisk mening innebär en rätning av ett naturligt vattendrag att man övergår från ett stabilt tillstånd till en vattendrag som inte är i jämvikt med sin omgivning. Systemet kommer dock försöka reducera energin, och

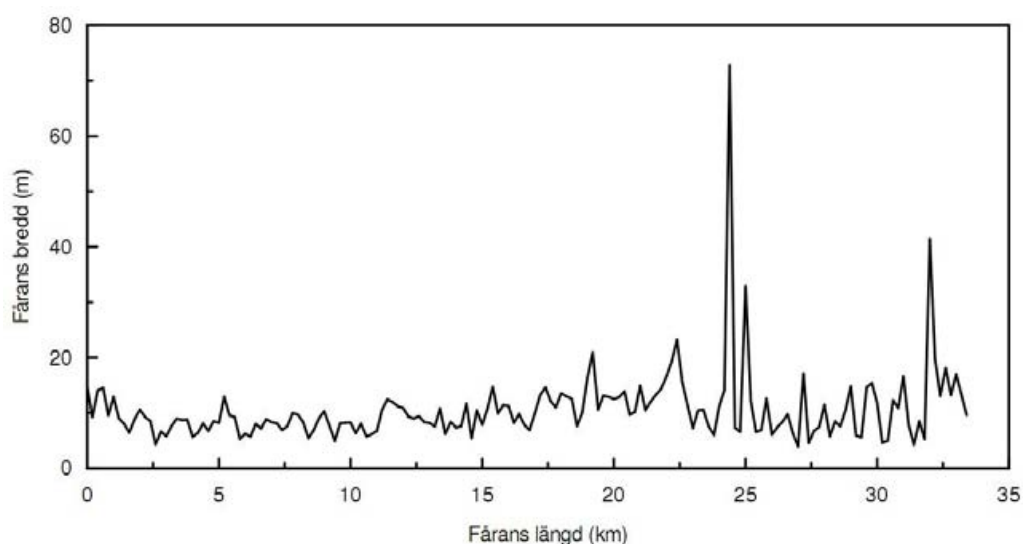


Fig. 3.13 — Bredden på Smedjeån vid en vattenförling nära medelvattenförling mellan mynningen i Lagan (0 km) till Oxhultasjön (33,4 km).



Fig. 3.14 — Ekolodsregistrering från ca hundra meter uppströms Smedjebron ned till ca hundra meter nedströms bron med en Lowrance sidoseende ekolod. Ekolodet tränger ner i bottensedimenten vilket gör att man, förutom bottensubstrat och strukturer, kan sedimenten en bit ned i botten. I detta fall kan bilden tolkas som tecken på glacial skjuvning av sedimenten vid den isälvsrygg som förekommer i höjd med Smedjebron. Vid bron är fårans botten täckt med sten. Bilden visar också på den variation i djup som förekommer i Smedjeån.

ofta innebär det att fåran skär sig ner i sedimenten i övre delen av den rätade delsträckan och övergår till deposition i den nedre. Orsaken till detta är att den ökade flödes hastigheten genom ökad lutning ökar vattnets erosiva krafter. Processen kommer fortgå till dess att fårans har antagit en lutning som är i jämvikt med de rådande hydrologiska förhållanden.

Bottenförhållanden

Smedjeån har ekolodats under 2010 med hjälp av en Lowrance Structurscan, vilket är ett såväl sidoseende som ett enkelstråligt ekolod. Fördelen med detta ekolod i vattendrag är att man får en tvådimensionell bild av bottenstrukturerna samtidigt som den enkelstråliga delen av ekolodet tränger ner en bit i sedimenten för att se underliggande lager. Vid den aktuella tidpunkten var vattenståndet lågt ca 80 cm i medel. Vattendjupet varierade från ca 60 cm på de grundaste områden till ca 1,5 meter i de djupaste.

Ekolodsregistreringen visar att bottendjupet varierar även i del delar som till synes har en helt slät botten. De mer släta områdena förekommer framförallt inom Ränneslövs ångar vilket förmodligen är ett resultat av grävarbetena på 1930-talet. I meandrande vattendrag brukar vattendjupet varierar betydligt där de djupa delarna finns i ytterkurvorna och de grunda områdena mellan två meanderbågar. Det finns tecken på likartat mönster i Smedjeån men inte så accentuerat som i mer meandrande vattendrag. Detta kan delvis bero på det sandiga materialet och att fårans sinositet är låg. Figur 3.14 visar på en typisk ekolodsregistrering med den enkelstråliga delen av ekolodet (stråle rakt ned mot botten). På botten finns det sten i det mellersta partiet vilket är en del av erosionskyddet runt Smedjebron. Strax efter bron finns ett djupare parti vilket är relativt typisk förekomst efter strömssträckor. Längst till höger börjar det område som har rensats från sediment, framförallt finsand. En bit uppströms bron, där svagt utbildade strömsträckan börjar är fåran grund och hyser troligen en bestämmande sektion för Ränneslövs ångar.

Delsträckan mellan Lögnäs och Ränneslöv visar på en mer accentuerad botten topografi vilket beror på en mer naturligt fåra. Ekolodsregistreringen tyder på att det kan förekomma flera bestämmande sektioner mellan Skottorp och Mynningen i Lagan. Ekolodsregistreringen kan i framtiden bli ett bra hjälpmedel för att bedöma var det finns rensningsbehov så att detta kan utföras som punktinsatser.

Smedjeåns geomorfologi.

Om vi studerar tillgänglig energi i Smedjeån avspeglas denna till stor del av avrinningsområdets storlek vid varje punkt och vattenytans lutning. Den senare parametern kan ofta relateras till

hela vattendragets lutning i lite större skala. Vattendragets energin kan beräknas som:

$$E = \rho \cdot g \cdot Q \cdot S$$

där E är energin (W/m), ρ är vattnets specifika vikt (9 810 N/m³), Q är vattenföringen (m³/s), oftast medelvattenföringen och S är lutningen eller det hydrotekniska fallet i vattendraget (m/m). Om energin divideras med fårans bredd kan man jämföra tillgänglig energi i olika delar av vattendraget.

Vid Smedjebron uppgår energin enligt ovanstående ekvation till 2,35 W/m vid medelvattenföring vilket kan jämföras mot delsträckan norr om Ränneslöv, vid väg 24, där beräknad energi i vattnet uppgår till närmare 88 W/m. Vid medelhögvattenföring stiger energin till 117 W/m vid Smedjebron och till närmare 390 W/m uppströms Ränneslöv vid väg 24. Eftersom medelvattenföringen ökar nedströms kommer också tillgänglig energi att öka nedströms. Den viktigaste faktorn för tillgänglig energi i vattnet är dock vattendragets lutning. Detta gör att delsträckan mellan Oxhulta och Ränneslöv samt de övre yttre delarna av avrinningsområdet kommer påverkas av betydligt högre energi än de flacka delarna norr om Oxhultasjön och nedströms Ränneslöv. Vid höga flöden minskar skillnaden något mellan dessa områden.

Eftersom det finns ett bra samband mellan tillgänglig energi och vattendragets erosiva krafter kan vi konstatera att delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv kommer påverkas av betydligt kraftigare erosion jämfört med delsträckan nedströms Ränneslöv. Denna delsträcka domineras av sandigt isälvsmaterial vilket är relativt lättroderat. Konsekvensen är att delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv kommer att plocka upp betydligt mer sediment genom erosion som sedan deponeras i delsträckan nedströms Ränneslöv där lutningen radikalt minskar. Detta faktum avspeglas väl i landskapet där den första delsträckan domineras av en djupt nedskuren fåra i ett ravinlandskap medan delsträckan nedströms Ränneslöv domineras av ett brett våtmarksområde som domineras av deposition.

Även avseende fårans morfologi kan man se skillnader. I delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv är materialet grovt och fåran bredd och grund. Det förekommer lite finmaterial mellan blocken. Detta är en effekt av långvarig erosion som har skapat en stenarmerad botten som hindrar fortsatt erosion. Genom erosionen och det grova materialet har fåran fått en stor bredd. I vissa fall, till exempel norr om väg 24, har fåran delats upp sig i ett kvillområde. Man kan säga att dessa delsträckor har kommit till en jämvikt och är mycket stabila i nuvarande tillstånd.

Sedimenttransporten i avrinningsområdet

Förståelse av sedimenttransporten är viktig för att avgöra om det finns ett verkligt behov av att rensa Smedjeån eller om det sker deposition i vissa delsträckor så att tvärsektion minskar och översvämningens risken ökar.

För närvarande finns inga mätningar av sedimenttransporten i avrinningsområdet, men avsikten är att suspenderat material ska mätas vid ett flertal tillfällen vid olika vattenflöden så att ett samband mellan transport och flöde kan upprättas. Sambandet kan sedan nyttjas tillsammans med data från tryckpeglarna för att beräkna det effektiva flödet, det flödesintervall där den största transporten av sediment sker men också den totala mängden suspenderat material som transporteras med Smedjeån under ett år. Eventuellt kan bottentransport också mätas med hjälp av sedimentfällor.

Det finns flera sätt sediment tillförs Smedjeån. Trots att det saknas mätningar kan man ändå dra vissa slutsatser kring sedimentsystemet i Smedjeån. Det är viktigt att komma ihåg att en del av det material som kommer transporteras i Smedjeån kommer tillfälligt att lagras i själva systemet i form av älvvallar, mittbankar och sidobankar.

Sediment tillkommer framförallt från omgivningen och transporteras i huvudsak vid medelhöga flöden. Delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv kommer därför variera mellan erosion och deposition. Nedströms Ränneslöv är vattendraget lutning betydligt lägre, även om den har ökat något genom rätning av fåran i början av 1900-talet och en förmodad sänkning av tröskeln vid Smedjebron. Eftersom ovanstående delsträcka ligger efter den brantare delsträckan uppströms Ränneslöv, kommer sediment som transporterats i Smedjeån, att komma in i en delsträcka med låg energi. Detta leder till deposition. Hela geomorfologin mellan Ränneslöv och Skottorp har ett tydligt brett flodplan vilket tyder på att detta under lång tid varit ett område som har präglats av deposition av sediment. Detta betyder att även om lutningen har ökat genom de åtgärder som genomfördes i början av 1900-talet kommer det alltid finnas ett visst rensningsbehov genom att nya sediment hela tiden tillförs i övre delen av delsträckan.

I samband med fältbesök i området konstaterades att den aktiva sedimenttransporten i delsträckan mellan Våxtorp och Ränneslöv är trots allt måttlig. Endast mindre sedimentbankar noterades i området. Mellan blocken i fåran är det relativt lite finkorniga sediment. Viss sedimenttransport förekommer i delsträckan eftersom det finns en tydlig deposition i dämningssområdet för Ränneslövs kvarn. Uppströms Våxtorp tycks även där förekomma en mycket begränsad sedimenttransport. Det finns flera faktorer som kan förklara detta. En viktig faktor är att stora delar av delsträckan mellan Oxhulta och Våxtorp består av botten med grova stenar och block. Det finns ingen möjlighet att erodera detta materialet. Lutning är i långa sträckor mycket låg vilket gör att Smedjeån i bland rinner genom våtmarksområde som filtrerar vattnet och leder till sedimentation. Uppströms finns också Oxhultasjön som fungerar som sedimentfälla för eventuell transport från ovanliggande delar av avrinningsområdet. De fem dammarna som finns mellan Oxhulta och Ränneslöv fungerar också som sedimentfällor.

I samband med rensningar av Smedjeån 2009, förekom sediment i begränsad omfattning på ett par platser, bland annat nedströms Smedjebron. En möjlig förklaring till just denna deposition är att det fortfarande sker en anpassning av fåran till den ökade bottenlutningen som blev resultatet efter det att fåran rätades på 1930-talet. Det är också sannolikt att det finns lokal erosion strax uppströms Smedjebron där fåran trängs ihop och rinner över isälvsmaterial.

Översvämningar i Smedjeån

ÖVERSVÄMNINGAR ÄR EN NATURLIG DEL av ett funktionellt vattendrag och kan sällan undvikas helt. Mänsklig aktivitet har emellertid bidragit till en ökad skaderisk och förvärrat de negativa effekterna på grund av extrema översvämningar (Commission of the European Communities, 2004). Även om åtgärder i form av borttagning av bestämmande sektioner, rensningar som ökar tvärsnittsarean och reducerar fårans friktionsmotstånd, kommer det alltid finnas en risk att ett ännu större flöde inträffar. Visserligen kan små översvämningar begränsas med åtgärder, men översvämningar vid riktigt höga flöden är i de flesta fall oundvikliga.

Översvämningar är en naturlig del av ett vattendrags utveckling och viktiga för att såväl fysiska processer och ekosystem ska fungera. Flodplan längs vattendrag hyser våra mest artrika ekosystem och är helt beroende av den störning som en översvämning innebär. Generellt sätt kan man säga att någon form av översvämning sker med ett till fem års mellanrum i ett naturligt fungerande vattendrag. Med översvämningar menas att vattnet i fåran stiger över sina breddar och svämmar över omkringliggande områden. Den huvudsakliga orsaken till översvämningar är att tillskottet av grund- och ytvatten överstiger fårans transportkapacitet. Detta i sin tur beror på kraftiga nederbördstillfällen, kraftig snösmältning eller att marken inte kan infiltrera regn och smältvatten. Man kan därför sällan förhindra översvämningar, men man kan göra åtgärder som dämpar de negativa effekterna av dessa.

Storleken på en översvämning kan påverkas om nederbörden inte kan infiltrera marken, till exempel på grund av tjäle eller impermeabel markyta såsom hårdgjorda ytor. Den huvudsakliga orsaken till ökad översvämningsrisk i en delsträcka kan oftast återfinnas i uppströms liggande områden av avrinningsområdet. Det kan handla om omfattande markavvattningar, utdikning av våtmarker, rätningar och rensningar av vattendrag, sjösänkningar som sammantaget har förstärkt de höga flödena. Dessa åtgärder leder till att vattnet snabbare transporteras genom landskapet vilket leder till att flödespulsen blir förstärkt.

Fårans kapacitet att transportera stora vattenmängder styrs av morfologin och dess friktionsmotstånd. Om vattnet bromsas upp i en delsträcka kommer inflödet att överskrida utflödet vilket leder till att vattennivån börjar stiga. Ju högre friktionsmotstånd i fåran, desto mer bromsas vattnet upp. Friktionsmotståndet är oftast högst i strömsträckorna där botten är täckt av sten och block och lägre i raka, finkorniga, delsträckor. Om vattendraget meandrar kraftigt kan detta också leda till att vattnet bromsas upp. Vegetation i fåran, men även död ved, kan innebära att friktionsmotståndet ökar, men kanske inte alltid så mycket som man kan tro. Många rensningar i

vattendrag har haft syftet att ta bort vegetation och död ved, just för att minska översvämningsrisken. Det är emellertid inte alltid att en hydraulisk utvärdering genomförs före rensningen eller att rensningen i efterhand utvärderas om nyttan har uppnåtts. Rensningar i vattendrag innebär ofta ett stort ingrepp i det akvatiska ekosystemen eftersom död ved fyller en viktig funktion för både landlevande och vattenlevande arter. Det har därför på senare tid blivit aktuellt att återföra död ved till vattendrag genom miljömålsarbetet. Även i detta sammanhang måste man beakta att tillförsel av död ved kan påverka friktionsmotståndet på ett signifikant sätt och därmed ge ökad översvämningsrisk lokalt.

När nederbörden faller i avrinningsområdet och vattnet börjar strömma till vattendraget, stiger flödet. Man kan betrakta detta som att det byggs upp en flödespuls. Flödespulsen blir allt större allt eftersom fler biflöden tillför vatten till fåran. Hur stor amplitud och hur långvarig pulsen blir beror naturligtvis på den drivande mekanismen, nederbörden, men också på friktionsmotståndet i fåran och fårans form. Om fåran växer igen eller om mängden död ved ökar kommer friktionsmotståndet att öka. Detta i sin tur leder till att flödespulsen bromsas, får en lägre amplitud men blir mer långvarig samt anländer till en given punkt med fördröjning. I fåran innebär det att vattendjupet ökar över en längre sträcka.

Om inflödet av vatten till en delsträcka fortsätter att öka snabbare än utflödet kommer vattennivån att stiga till en punkt då den går över sina breddar. Fortsätter vattnet att stiga kommer fårans bredd och tvärsnittsarea i många fall bli betydligt större jämfört med när vattnet innesluts av fåran. I de flesta fall har flodplanets yta betydligt större friktionsmotstånd än i fåran, vilket gör att det totala friktionsmotståndet blir betydligt större när fårans svämmar över sina breddar. Detta leder till vattnet som strömmar över fåran rinner snabbare än i de översvämmade områdena. I bland anges dessa som ineffektiva ytor eftersom flödet är så lågt. Eventuell död ved i fåran får emellertid allt mindre betydelse för det fortsatta förloppet när vattnet når över sina breddar. Ur lokal synvinkel kan död ved innebära att vattenståndet snabbare når breddflödet, men att när fåran väl svämmat över sina kanter så är det flodplanets friktionsmotstånd och form tillsammans med inflödet som till största del avgör det fortsatta förloppet.

EU:s översvämningsdirektiv

EU presenterade 2002 ett direktiv för hur översvämningsrisk ska hanteras i framtiden. Ursprunget till detta direktiv var de mycket stora översvämningskatastroferna som förekom under 1990-talet i Mellan- och Östeuropa. Efter dessa översvämningskatastrofer konstaterade man att de största orsakerna bakom de omfattande skadorna på allmänna och enskilda intressen, var omfattande förändringar i markanvändningen i avrinningsområdet, omfattande markavvattningar, rätningar och kanaliseringar samt att man har bebyggt de områden som alltid har varit påverkade av översvämningsrisk. Man konstaterade att den traditionella sättet att hantera översvämningsrisk, att skjuta vattnet nedströms inte har varit kostnadseffektivt. Man fastslog också att det är möjligt och önskvärt att minska risken för skador på människors hälsa, miljön och infrastruktur i samband med översvämningskatastrofer men för att åtgärderna för att minska risken för översvämningskatastrofer skall vara effektiva måste de samordnas i hela avrinningsområdet.

I en skrift från Kommissionen kring bästa möjliga teknik för att minska översvämningsrisk (EU-kommissionen, 2003) konstaterar kommissionen följande (egen översättning):



Fig. 4.1 — Smedjeån vid växthuset i Skottorp juli 2007. Skadorna på växthuset blev omfattande vid denna översvämning trots att dessa hade vallats in. Bilden är tagen några dagar efter flödet kulminerade.

“varje kubikmeter vatten som inte omedelbart dräneras bort från en delsträcka till en annan är en vinst för vattenregimen och tar också bort en del av bördan från översvämningar”. Man konstaterar också att “lagringsförmågan i vegetationen, jorden och våtmarker har en betydande effekt för att minska mindre och medelstora översvämningar. Varje enskilt lagringsmedium har förmågan att lagra en viss mängd vatten under en specifik period. En stor naturlig lagringsförmåga leder till långsamt tilltagande vattenstånd och i jämförelse, mindre översvämningar. Att bibehålla vatten i naturliga former bör ha prioritet framför åtgärder som leder till snabb avrinning. I vissa fall, med kraftig och långvarig nederbörd, är lagringsförmågan av mindre betydelse för att reducera flöden, men är fortfarande viktiga för att reducera sedimenttransporten”

Denna skrivning tyder på att Kommissionen bedömer värdet av att bromsa upp flödet i avrinningsområdet som hög, snarare än att leda bort det snabbare genom rensningar. Om det finns ett regelbundet behov av att rensa sediment för att bibehålla förmågan att leda bort vatten i en delsträcka, kan det vara bättre att analysera möjligheten att behålla sedimenten i uppströms liggande delsträckor, till exempel genom ökad mängd död ved i fåran. Rensning där man regelbundet tar bort sediment från fåran kan mycket väl leda till underskott på sediment i nedströms liggande delsträckor vilket kan leda till överfördjupning av fåran och mer ras och skred. Solidaritetsprincipen är i detta fall samma som för vatten.

Faktorer som påverkar översvämningar

I många vattendrag finns det begränsningar för vattnet att ta sig fram i landskapet. Fårans form och tvärsnittsarea kan vara exempel på en sådana begränsningar. Ofta använder man sig av uttrycket hydraulisk radie vilket utgör tvärsektionens area delat med den våta omkretsen. Om fåran är bred och grund kommer kontaktytan mot botten och sidor vara större vilket leder till mer friktionsmotstånd än om fåran är halvcirkulär. I många fall kan formen på fårans uppskattas som en parabel eller en trapetsoid i finkorniga vattendrag och som en rektangel i strömsträckor.

När det sker en översvämning så att vattnet stiger över fårans breddar kommer fårans form och tvärsnittsarean bli radikalt annorlunda. Vid översvämningen i Smedjeån 2007 var fårans bredd norr Skottorp betydligt mycket större än vid medelvattenföring. Vid detta tillfället var fårans bredd ca 350 meter och ungefär 1,5 meter djup vilket motsvarar en kvot mellan bredd och djup på 233 medan vid medelvattenföringen är motsvarande kvot 4,23. Det betyder att vattnet kontaktyta mot botten och sidor var betydligt större vid översvämningstillfället än vid medelvattenföring. Detta gör att friktionsmotståndet får betydligt större betydelse vid en översvämningen jämfört med tillfällen då vattnet är inom fårans breddar.

Tvärsnittsarean vid varje punkt i vattendraget är ett mått på kapaciteten att hålla vatten inom fårans breddar. Om kanterna är låga brukar kapaciteten att hålla vattnet inom fårans breddar också vara låg. Det betyder också att relativt snabbt börjar vattnet att breda ut sig i omgivande landskap när flödet ökar. Om det finns ett naturligt flodplan som inte är uppodlat eller hyser be-



Fig. 4.2 — Smedjeån vid Lögnäs nedströms det översvämmande området. I denna delsträcka har fåran relativt stor kapacitet att hålla vattnet inom fårans breddar varför översvämningarna 2007 framförallt var begränsad till det naturliga flodplanet.

byggelse och infrastruktur, kan fåran och flodplanet hålla stora mängder vatten innan det uppstår olägenheter. När det finns översvämningssproblem är det ofta en situation där man inte har beaktat riskerna genom att man nyttjar vattendragets naturliga flodplan.

En annan viktig faktor är friktionsmotståndet i fåran och omkringliggande landskap. När vattnet håller i sig inom fåran är det fårans friktionsmotstånd som begränsar flödet. Friktionsmotståndet brukar uttryckas som Mannings skrovlighetskoefficient ($s/m^{0,33}$) som varierar från ca 0,025 i mycket släta vattendrag upp mot 0,085 i strömsträckor (Arcement och Schneider, 1989). Mannings tal används också vilket är $1/n$. Ett typiskt medelvärde för vattendrag likt Smedjeån är runt 0,03. I många finkorniga vattendrag likt Smedjeån, minskar Mannings skrovlighetskoefficient när vattennivån stiger. Detta beror fåran under medelvattennivån ofta är slät med liten friktionstal medan kanterna är täckta med tät gräsvegetation. En vanlig utveckling i vattendrag likt Smedjeån är att man en genomsnittlig skrovlighetskoefficient kring 0,035 vid lågvattenföring som sjunker till under 0,03 vid medelvattenföring men som ökar till 0,05 vid breddflöde.

När vattnet når över fårans kanter och breder ut sig i landskapet kommer den genomsnittliga skrovlighetskoefficienten att förändras. En plöjd åker har en Mannings skrovlighetskoefficient kring 0,035 medan en skogsbevuxet område med buskar har motsvarande 0,05. Om vattendraget meandrar kraftigt kan detta också leda till att vattnet bromsas upp. Ofta kan man addera 0,005 till den totala skrovlighetskoefficienten om fåran meandrar. Vegetation i fåran som tidigare nämnt, men även död ved, innebär att friktionsmotståndet ökar. Inte sällan överskattas död ved effekt på friktionsmotståndet, inte minst vid översvämningstillfällen.

Översvämningen i Smedjeån juli 2007

Under sommaren 2007 drabbades området kring Smedjeån av kraftiga regn under kort tid, detta orsakade översvämmande jordbruksmarker och växthus. Det häftiga regnet skedde mitt under den gynnsammaste växtperioden vilket ledde till att lantbrukarna i området fick skador på sina grödor. Tyvärr genomfördes aldrig några hydrologiska undersökningar i samband med översvämningen. Detta gjorde att det fanns enbart knapphändig hydrologisk information om översvämningen och ingen beskrivning av utbredningen. I samband med att peglar och klimatstationer sattes ut i nedre delen av avrinningsområdet, frågades markägare om de kom ihåg hur högt vattenståndet hade nått i samband med översvämningen 2007 eller vid andra tillfällen. Förvåningsvärt många hade gjort markeringar på byggnader eller i terrängen vid den högsta nivån vattnet nådde. Det har möjliggjort att vattenstånd och vattenytans lutningar har kunnat rekonstruerats, information som är värdefull för att förstå orsakerna bakom översvämningen. LRF i Halland gjorde en enkätundersökning direkt efter översvämning där frågeformulär 45 skickades ut med en svarsfrekvens på 60%. En fråga som ställdes i enkäten var kring vilka orsaker som låg bakom översvämningen. Det vanligaste svaret var extremt hög nederbörd som den huvudsakliga orsaken. Vid frågan om förslag till åtgärder som skulle kunna minska skadorna vid ett liknande tillfälle, svarade majoriteten att en rensning av Smedjeån skulle vara en effektiv åtgärd.

Nederbördssituationen vid översvämningstillfället

Under slutet av juni 2007 föll ovanligt mycket nederbörd under ett kort intervall. Från juni och början av juli var nederbördsmängden 400 mm istället för en normal nederbörd kring 146 mm. Enbart den 21 och 22 juni föll det 85 mm. Den totala nederbördsmängden mellan 16 juni till 7 juli

Tabell 4.1 — Mannings skrovlighetskoefficient, n , för olika typer av vattendrag.

Typ av fåra	Mannings skrovlighetskoeff.
Jämn med starkt bevuxen fåra	0,050 till 0,100
Tämligen jämn fåra med obevuxen botten och gräsbevuxna kanter	0,033 till 0,050
Tämligen jämn fåra, helt obevuxen med vegetation	0,025 till 0,033
Jämn fåra, helt utan vegetation	0,020 till 0,025
Tämligen ojämn och måttligt bevuxen fåra i morän	0,033 till 0,040

då översvämningen var som störst, motsvarar nästan hälften av årsnederbörden i området. Enbart nederbörden den 21 juni motsvarar nästan 8% av årsnederbörden. Även om den största utbredningen av översvämningen skedde kring 5-7 juli var marken sannolikt mättad med vatten i de nedre delarna av avrinningsområdet genom föregående veckas omfattande regn.

Översvämningens utbredning

Tyvärr genomfördes inte några hydrologiska undersökningar i samband med översvämningen 2007. Några dagar efter högsta vattenståndet uppnåddes, genomfördes emellertid en överflygning över området då även snedbilder togs. Snedbilderna har rektifierats i GIS genom att nyttja högupplösta ortofoton som underlag. Översvämningens utbredning har därefter digitaliserats. Som komplement till snedbilderna har också en satellitbild från Spot 5 nyttjats. Den satellitbild som bedöms som särskilt värdefull är daterad till 2007-08-09, med andra ord drygt en månad efter översvämningen. Genom att kombinera de olika kanalerna i satellitbilden så att markfuktigheten framstår tydligt, kan man se översvämningens utbredning genom att marken i det översvämmade området har högre markfuktighet och därmed annan reflektans. Som komplement till fjärranalys intervjuades personer längs Smedjeån i samband med fältarbete 2009 för att skapa en bild av hur högt vattenståndet var vid olika platser längs ån vid översvämningstillfället 2007. Förvånansvärt många markägare har gjort olika former av markeringar för högsta vattenståndet vilket har mätts in med totalstation och precisions GPS.

Analysen visar att översvämningens utbredning var framförallt lokaliserad runt delsträckan från Ränneslöv ned till växthusen vid Skottorp. Nedströms Skottorp verkar utbredningen av vattnet i stort sätt följa det naturliga flodplanet och låglänta områden närmast ån. I detta området är också andelen åkermark i det naturliga flodplanet begränsat utan en stor del av den översvämmade arean nyttjas till bete. Viss översvämning skedde dock vid motorvägsmotet öster om Mellbystrand.

Totalt översvämmades ca 47 ha söder om Skottorp, varav nästan hela ytan utgörs av betesmark samt träd- och buskvegetation. Ett flertal våtmarker översvämmades vilket kan ha betydelse för att mobilisera fosfor som sedimenterat i dammarna. Den största utbredningen av översvämningen skedde mellan Ränneslöv och växthusen vid Skottorp. Denna del är också väl dokumenterad i snedbilderna. Söder om Ränneslöv kan man se att vattnet snabbt bredde ut sig inom den meandrande delen av ån. Vid Lindesnäs går är vattnets utbredning något smalare vilket beror på topografin i stor del. Delsträckan är också rätad och med bredd på fåran som långt överstiger den naturliga fårans bredd i området. Mellan Lindesnäs och Smedjebron bredda vattnet ut sig

mellan 175 till 350 meters bredd. Området motsvarar i stort sätt bredden på det tidigare, nu utdikade våtmarksområdet, som förekommer i område.

Den totala arealen som översvämmades mellan Ränneslöv och Smedjebron motsvarar 109 ha. Av denna del motsvarar ca 20 ha åkermark. Övrig markanvändning är våtmark, betesmark samt träd och buskvegetation. Söder om Smedjebron, ned till växthusen vid Ränneslöv, utgör den bredaste delen av översvämningsområdet. Vattnet bredd översteg närmare 400 meter då vattennivån var som högst. Totalt omfattar det översvämmade området ca 38 ha söder mellan Smedjebron till området strax norr om växthusen. Av denna yta var 24,7 ha åkermark. Sammanfattningsvis uppskattas översvämningsens totala yta till 174 ha och den översvämmade åkermarken till 48 ha.

Nedströms Smedjebron, är flodplanet runt fåran relativt smalt med konvexa sluttning ned mot fåran. Fåran är drygt 8,2 meter bred och ca 1,2 meter djup vid medelvattenföringen. På norra sidan är fårans kant något högre vilket beror på att rensningsmassor. På södra sidan är sluttningen ned mot fåran flackare vilket delvis beror på att fåran ursprungligen meandrade i detta område. Vid senare tillfälle har fåran rätats ut. Vid översvämningstillfället 2007 var det översvämmade området ca 145 bred vid högsta nivån. Tvärsektionen öster om den gamla järnvägsbron vid Skottorp visar på ett tydligt flodplan runt Smedjeån. Den flackt S-formade sluttningarna ned mot Smedjeån är tämligen typisk för vattendrag i finkorniga sediment, till exempel mjåla och ler. Denna form brukar karaktärisera flodplan med låg permeabilitet vilket gör att ytavrinning är vanligt förekommande vilken i sin tur jämnar av formen.

Den största utbredningen av vattnet förekom vid växthusen vid Skottorp. Fältnätningarna visar tydligt hur mycket större tvärsektionen är vid översvämningstillfället 2007 än vad som är normalt när vattnet flödar inom fårans breddar. En av de inmätta tvärsektionerna är lokaliserad mellan den gamla järnvägsbron och själva växthusen. Man kan ana att det har skett en viss marksänkning i området med ca 25-30 cm, men detta är svårt att verifiera utan att gå tillbaka till ursprungliga inmätningar av området. Vid växthusen i Skottorp har det tidigare byggts vallar för att skydda mot översvämningar. Höjd på vallarna visar tydligt i tvärsektionen att de borde vara tillräckligt höga för att helt undvika skador på växthusen. Trots det stod området under vatten vid översvämningen 2007. Orsaken kan eventuellt hämtas från geotekniska undersökningar i

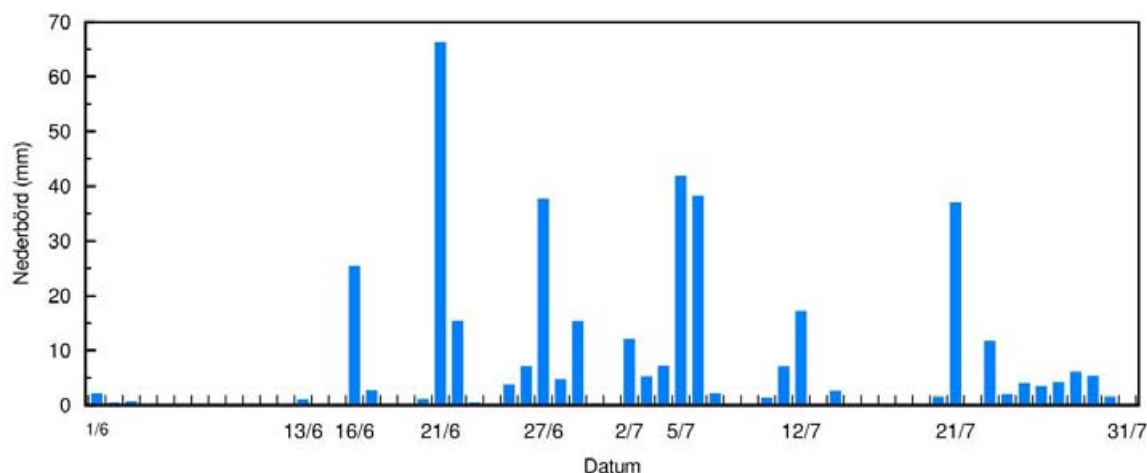


Fig. 4.3 — Nederbörd vid Mellby under veckorna runt översvämningen juli 2007.



Fig. 4.4 — Utbredning av översvämningen juli 2007 markerad med orange raster.
(©Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

området. Väster om växthusen finns en isälvsavlagring bestående av sand och grus med relativt hög permeabilitet (WSP Environmental, 2009). Detta kan innebära att det framförallt var grundvatten som trängde in bakom vallarna vid växthusen i samband med översvämningen. Området kring växthusen består till största del av lera med låg genomsläpplighet för vatten.

I naturliga finkorniga vattendrag bildas ofta en rygg längs åns sidor som flackt avtar i höjd med avstånd från fåran. Materialet är ofta sandigt närmast fåran men övergår alltmer till finkorniga kornstorlekar såsom mjäla och ler. Inom geomorfologin kallas dessa ryggar för levéer. I detta fallet rör det sig sannolikt inte om enbart naturliga levéer utan dessa högra partier längs Smedjeån beror snarare på att man har lagt upp rensningsmassor längs fåran och därmed under lång tid, höjt marknivån närmast ån. Fördelen med denna åtgärd är att högre flöden hålls inom fårans breddar. Nackdelen, som var uppenbar vid översvämningen 2007, är att när väl vattnet får över fårans kanter kommer stora område översvämmas. Dessutom kommer detta vattnet få svårt att rinna tillbaka till fåran när de artificiella levéerna finns i vägen. Detta kan leda till att varaktigheten för översvämningar ökar.

Vid växthusen meandrar fåran samtidigt som tvärsektionen är mindre än uppströms liggande delsträckor. Detta kan innebära att fåran kapacitet att hålla vattnet inom fårans breddar är mindre i denna delsträcka i jämförelse med uppströms och nedströms liggande delsträckor. Bottenmaterialet består av lera vilket tyder dels på att materialet är relativt resistent mot erosion samtidigt som sedimenttransporten är måttlig. Mycket tyder på att deposition av sand sker längre uppströms närmare Smedjebron och Ränneslöv. Längre nedströms växthusen är fårans tvärsektion betydligt större. Detta är särskilt tydligt vid raksträckan norr om växthusen kring Bäckagården. Denna delsträcka är kraftigt rensad och stora vallar har lagts upp längs sidorna. Delsträckan är också brantare jämfört med delsträckan mellan Ränneslöv.

I samband med översvämningen 2007 kunde allt vatten hållas inom fårans breddar och ingen direkt översvämning förekom utanför fåran i denna delsträcka. Längre nedströms är det tydligt att det fåran är relativt djupt nedskuren i sedimenten med en stor tvärsektion. I del flesta fall har



Fig. 4.5 — Bron vid Hishult i mellersta delen av avrinningsområdet. Den bruna silt- och humusgränsen på brofundamentet ger en indikation om hur högt vattenståndet kan nå vid höga flöden.

vattnet kunnat hållas inom den naturliga flodplanet. Tvärsektionen vid Mellby är ett exempel som visar på den relativt stora tvärsektionen. Även om fårans lutning är lägre än uppströms vid Ryttharuset, är tillgänglig tvärsektion så pass stor att vattnet trots det hålls inom flodplanets breddar. Liknande situation förekommer även vid Lögnäs.

Hydrologin vid översvämningstillfället

Tyvärr saknas mätning av flödet det finns därför ingen möjlighet att direkt uppskatta hur stort flödet var vid översvämningstillfället. Med fortsatt mätning inom Aquarius-projektet kommer det bli möjligt att med hydraulisk modell beräkna det flöde som skapade den aktuella översvämningens utbredning. Från intervjuer med markägare kring Smedjeån kan man möjligen konstatera att denna typ av extrema flöden är relativt ovanliga. Ägaren av huset vid Smedjebron konstaterade att vattenståndet vid översvämningen 2007 var det högsta under den 40-åriga period som han hade bott på platsen. En översvämning, dock något mindre, förekom på 1960-talet

Ägaren till sista huset i Smedjeån, vid mynningen i Lagan berättade om en översvämning 1904, då vattenståndet vid huset var närmare än meter högre än vid översvämningstillfället 2007. En beskrivning av hur högt flödet nådde fanns angiven i en berättelse från huset. Det kan vara vanskligt att anta att samma situation förekom 1904 som 2007 eftersom efter 1904 har stora delar av Lagan byggts ut för kraftproduktion med omfattande regleringsmagasin. Markanvändningen i avrinningsområdet har också förändrats både i Lagans och Smedjeåns avrinningsområde under de senaste 100 åren.

Både huset vid Smedjebron och huset vid Lagans mynning är byggda under 1800-talet. På denna tid var man ofta medveten om naturens svängningar och det är därför inte troligt att man skulle ha bebyggt dessa platser om man var medveten att områdena svämmades över regelbundet. En trolig uppskattning utifrån markägarnas redovisning av det aktuella flödet 2007 vid översvämningen 2007 samt tidigare översvämningar, bedöms flödet juli 2007 motsvara ett 30 till 40-års flöde.

Skador på grund av översvämningen

I samband med LRF:s enkät efterfrågades uppgifter om totalskador på skörden från översvämningen 2007. Frågan var emellertid inte formulerad så att det var tydligt att det gällde skador på skörden som enbart var orsakad av högt vattenstånd i Smedjeån. Från enkäten anges att 344 ha totalskadades vid tidsperioden då det var översvämning. Det är betydligt större område jämfört med vad som faktiskt översvämmades enligt ovanstående analys. Troligen beror detta på att frågan inte var tydligt ställd så att enbart skadad gröda som kan härledas till Smedjeåns översvämningssområde finns med. Sannolikt förekommer en del av den skadade grödan i områden där grundvattenytan har legat vid markytan eller där avrinningen har varit dålig på grund av topografiska sänkor.

En annan faktor är att när vattenståndet i Smedjeån är högt kommer också fallhöjden i anslutande diken att minska. Det innebär att dräneringen försämras speciellt i de områden där marklutningen är obefintlig. Det kan därför övervägas om översvämningssområden ska delas in i primärt översvämningssområdet vilket utgör det område som direkt översvämmas på grund av åns vattenståndet och ett sekundärt område vilket är delar avrinningsområdet som får skador på grund att markdräneringen blir obefintlig. Den dominerande grödan som skadades var potatis och spannmål. Enkätsvaren var anonyma vilket gör att skadorna inte går att koppla till ett geografiskt område.

Utöver skador på gröda fick växthusen vid Skottorp omfattande skador på växtproduktionen och på teknisk utrustning. Stora delar av elektroniken fick bytas ut till ett stort värde.

Orsaker till översvämningen 2007

Den viktigaste drivkraften för översvämningen var utan tvekan en extrem nederbördssituation där närmare 300 mm föll under tre veckor. Detta motsvarar mellan $\frac{1}{3}$ till $\frac{1}{2}$ av hela årsnederbörden. Intensiteten vara sådan att markens infiltrationskapacitet snabbt överstegs och vattnet tillfördes Smedjeån genom ytavrinning. När väl vattnet nådde fåran var det flera faktorer som kan ha styrt det fortsatta förloppet. Ett vanligt sätt att beskriva flödet i ett vattendrag är att nyttja Mannings ekvation:

$$Q = v \cdot A = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

där Q är flödet (m^3/s), v är flödeshastigheten (m/s), A är den våta tvärsnittsarean (m^2), P innebär fårans våta omkrets (m), samt S är lika med vattenytans lutning (m/m). n motsvarar Mannings skrovlighetskoefficient som är ett mått på råheten i fåran. Kvoten mellan arean och den våta omkretsen brukar kallas den hydrauliska radien. Denna ekvation kan omformas till att beräkna det hydrotekniska fallet:

$$I = \frac{h_f}{L} = \frac{v^2}{\left(\frac{1}{n}\right)^2 \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{4/3}}$$

där I är lika med vattenytans lutning (m/m), h_f är strömningsförluster (m). Förutom strömningsförluster kan det förekomma lokala förluster, så kallade tilläggsförluster, som uppstår vid förträngningar eller vidgningar av fåran. Även vid kraftiga meandrar kan det uppstå tilläggsförluster. För att kunna pröva effekten av de ingående parametrarna i vattnets strömning i Smedjeån, gjordes beräkningar vid olika flöden i delsträckan mellan Smedjebron och växthusen vid Skottorp.

Vattenytans lutning

Den drivande mekanismen för flödet i ett vattendrag är att inflödet överstiger utflödet i en delsträcka vilket leder till att vattenytan lutar eller ett hydrotekniskt fall. Om lutningen är noll betyder det att det inte sker något flöde utan delsträckan utgörs av ett sjöliknande tillstånd. På längre sträckor är ofta vattenytans lutning ungefär samma som fårans lutning eller det geometriska fallet. På korta sträckor och vid högre flöden är det dock skillnader. En orsak är att fårans friktionsmotstånd ökar i betydelse när flödes hastigheten ökar i många vattendrag.

Smedjeån är ett förhållandevis brant vattendrag sett ur hela avrinningsområdets perspektiv. Detta gäller speciellt mellan dammen i Kornhult och ned till Ränneslövs ängar. Från Ränneslöv till mynningen i Lagan är fårans lutning mycket liten, ofta under 1 cm/100 m. De brantaste partierna utgörs av strömsträckor med relativt grov botten. Fåran är ofta flackt rektangulär i sin form vilket tillsammans med stor råhet, gör att friktionsmotståndet är högt i dessa områden. Med tanke på att sjöandelen i avrinningsområdet är liten, kan det innebära att vattnet relativt snabbt transporteras genom Smedjeåns huvudfåra men bromsas upp när vattnet når Ränneslövs ängar. Detta kompenseras genom att vattenståndet stiger och översvämningsrisken ökar.

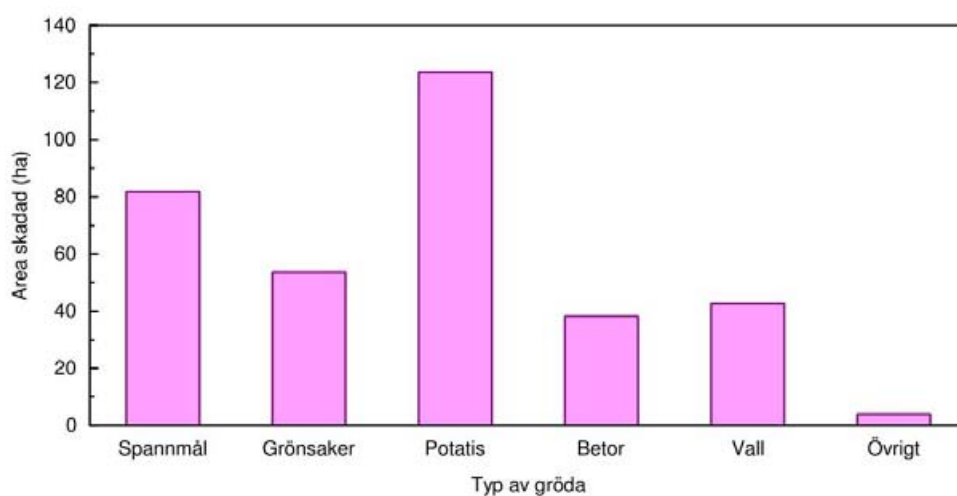


Fig. 4.6 — Skador på gröda i samband med översvämningen 2007 enligt LRF:s enkätundersökning. Totalt skadades en jordbruksareal motsvarande 344 ha enligt enkätundersökningen.

Området mellan Ränneslöv och Skottorp har sannolikt historiskt varit ett område som alltid drabbats av regelbundna översvämningar, något som avspeglas i att området utgörs av ett tidigare våtmarksområde. I delsträckan mellan Smedjebron och Skottorp är vattenytans lutning mycket liten. Vid medelvattenföring motsvarande $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ vid Smedjebron uppgår en beräknad lutning på vattenytan motsvarande $0,9 \text{ cm}/100 \text{ m}$. Vid medellågvattenföring sjunker denna lutning till under $0,2 \text{ cm}/100 \text{ m}$. Vid ett flöde motsvarande breddflödet kring $11 \text{ m}^3/\text{s}$ ökar vattenytans lutning till ca $2,7 \text{ cm}/100 \text{ m}$. Den ökade lutningen beror delvis på att fårans friktionsmotstånd ökar när fårans kanter även inkluderar den gräsbevuxna delen över vattenståndet vid medelvattenföringen. Vattendjupet vid detta flödet uppskattas till ca 2,2 meter. Vid vattenföringar över breddflödet kommer vattenytans lutning återigen att minska. Detta beror dels på att tvärsnittsarean blir drastiskt mycket större när vattnet breder ut sig på flodplanet, dels beror det på att det finns en begränsande faktor vid växthusen vid Skottorp som leder till viss dämmande effekt. Man kan därför anta att den maximala lutningen på vattenytan uppnås vid breddflödet.

En slutsats som drogs strax efter översvämningen 2007, var att Lagan hade förorsakat en dämningseffekt genom högt vattenstånd på grund av den rikliga nederbörden samt vindskjuvning från havet. I samband med den kraftiga nederbörden 2007 var vindstyrkorna kraftiga och mätningar av vattenståndet i havet visar på upp mot 40 cm högre vattenstånd. Detta borde ge en viss dämmande effekt på Lagans vattenstånd som i sin tur kan ge en dämmande effekt på Smedjeån. Om detta antagande stämmer borde vattenytans lutning i Smedjeån vid översvämningstillfället varit lägre och till och med nära noll i närheten av Lagan om man jämför med lutningen vid medelvattenföringen. För att kontrollera antagandet, mättes vattennivån vid ett flöde nära medelvattenföringen in av Laholms kommun med hjälp av precisions GPS, från mynningen i Lagan upp till Ränneslöv vid lämpliga punkter längs ån. Vattennivån i samband med översvämningen 2007 mättes in med hjälp av totalstation, Sokkia Set 5a, genom att mäta in de markering som markägare hade gjort för högsta vattenståndet. Vattenytans lutning rekonstruerades därefter för de båda flödetillfällena.

Resultatet visar att skillnaden i vattennivå mellan Smedjeån och Lagans mynning är närmare 6 meter vid medelvattenföring. För att Lagan ska ha en dämmande effekt, vilket innebär att vattenytans lutning är närmare noll, måste alltså vattenståndet i Lagan stiga med ungefär detta belopp. Detta är inte troligt ens vid de mest extrema översvämningstillfällena. Om man jämför skillnaden i vattenstånd mellan ett flöde nära medelvattenföringen och de rekonstruerade vattennivåerna vid översvämningen 2007 kan man tydligt se att vattenytans nivå var över 1,8 meter högre juli 2007. Skillnaden är något större när vi går uppströms mot Skottorp, där skillnaden uppgår till över 2,5 meter. Delsträckan från Skottorp till utloppet i Lagan visar på en större lutning i samband med översvämningen 2007 än vid medelvattenföringen.

Normalt sätt ökar vattenytans lutning vid högre flöden genom att friktionsmotståndet får högre inverkan när flödet och vattenståndet ökar. Rekonstruktionen visar att detta samband stämmer även i Smedjeån. Detta är emellertid ytterligare bevis för att Lagans dämning inte kan ha påverkat översvämningarna norr om Skottorp. Om detta hade varit fallet hade lutningen varit lägre juli 2007 i jämförelse med vattenytans lutning vid medelvattenföring. Om vi ser på delsträckan från Ränneslövs ängar till Smedjebron kan vi se att det finns en viss dämningseffekt uppströms Smedjebron genom att vattenytans lutning var lägre vid översvämningstillfället jämfört med vid medelvattenföring. Vi kan också se att vattenytans lutning är relativt stor i närheten av Smedjebron. Detta indikerar att den trånga sektionen som förekommer vid Smedjebron har



Fig. 4.6 — Delsträcka uppströms översvämningområdet i Ränneslövs ängar. Fåran är här bred och flack med grovt isälvsmaterial i botten. Detta leder till stort friktionsmotstånd i detta området. Fåran kantas av ett tydligt flodplan.

en dämmande effekt vid höga flöden. En intressant iakttagelse är att det verkar finnas en knäckpunkt i vattenytans lutning i Ränneslövs ängar. Denna punkt motsvarar övergången från den naturligt meandrande fåran till den rätade omgrävda fåran längre nedströms. Om vi förutsätter att den ursprungliga lutningen före grävarbetena var likartad mellan Ränneslöv och Smedjebron betyder det att åtgärden troligen sänkte fåran i den rätade delen med ca 40-50 cm vid Smedjebron, en lutningsökning från 0,7 cm/100 m till närmare 2,1 cm/100 m, något som får konsekvenser för erosions- och depositionsprocesserna.

Mellan Smedjebron och växthusen vid Skottorp är lutningen mycket flack även vid medelvattenföringen. Även denna delsträcka är delvis rätad i den första delen närmast Smedjebron. Lutningen är också här något större. Om vi jämför med översvämningen 2007 kan vi se att vattenytans lutning vid översvämningen var mycket liten. Skillnaden i vattenytans lutning mellan medelvattenföringen och översvämningstillfället 2007 tyder på att det finns en dämmande effekt i nedre delen av delsträckan. Kurvorna visar också att vattenståndsskillnaden var som störst i denna delsträcka, troligen i hela Smedjeåns avrinningsområde.

Från Skottorp till Lagans mynning visar vattenståndet på en konkvav form. Den brantaste delen ligger i delsträckan strax söder om Skottorp i höjd med Rytartorpet. Denna delsträcka är kraftigt rensad med en mycket stor tvärsektion. Fåran är nästan helt rak delvis påverkad av sand och isälvsmaterial omedelbart väster om Smedjeån. Vid översvämningen 2007 var lutningen i denna delsträcka betydligt större vilket kan härledas till att kanternas betydligt större friktionsmotstånd

fick allt större betydelse när flödet ökade. Vid låga vattenföringar, är fårans botten och sidor relativt släta.

Sammanfattningsvis kan en slutsats dras från mätningarna av vattenståndet i Smedjeån vid medelvattenföring och vid översvämningen 2007, att Lagan och vindskjuvning från havet, inte kan ha påverkat översvämningen uppströms Skottorp. Undersökningen indikerar emellertid att det finns begränsande sektioner vid Smedjebron och i delsträckan vid växthusen vid Skottorp.

Fårans form

En motsatt faktor till det ökade friktionsmotståndet vid högre vattenföringar är att fårans form ändras när flödet och vattenståndet ökar. Denna effekt kan uttryckas som en kvot mellan tvärsnittsarean och vattnets kontaktyta i tvärsnittet, den så kallade våta kontaktytan. Kvoten anges vanligen som den hydrauliska radien. En liten hydraulisk radie innebär att fåran är grund och bred medan en hög kvot anger att fåran har stor tvärsnittarea men liten våt kontaktyta. Den hydrauliska radien har ett maximum när fåran har en perfekt halvcirkelform.

I delsträckan mellan Smedjebron och växthusen vid Skottorp är den hydrauliska radien kring 1,0 vid medelvattenföring. Vid låga vattenföringar sjunker denna eftersom den flacka bottenytan får allt större betydelse vid låga vattenföringar och vattenstånd. När flödet ökar över medelvattenföring kommer fåran få en allt större tvärsnittsarea jämfört med den våta kontaktytan vilket leder till att den hydrauliska radien ökar. Detta leder i sin tur till att effekten av det ökade friktionsmotståndet vid högre flöden upp till breddflödet, dämpas något. Maximum för den hydrauliska radien ligger vid breddflödet, vilket kan ses som den mest effektiva formen för fåran har sett ur flödessynpunkt.

När vattnet når över fårans breddar och breder ut sig på flodplanet kommer den hydrauliska radien återigen minska kraftigt samtidigt som inflytandet från friktionsmotståndet ökar betydligt genom markytans större råhet. Vid översvämningstillfället 2007 var tvärsnittsarean strax söder om Smedjebron närmare 178 m² och den våta kontaktytan cirka 220 m. Detta leder till en hydraulisk radie motsvarande 0,81. Vid ett översvämningstillfälle kommer fårans våta kontaktyta endast motsvara ca 10 % av hela tvärsnittsarean. Man ska emellertid beakta att en stor del av flödet kommer även vid dessa tillfällen vara knuten till området runt fåran genom att flödes hastigheten i de översvämmande område är så pass låg i relation till fåran. I bland anges de översvämmande områdena av detta skäl som ineffektiva områden när man gör hydrauliska beräkningar.

Tabell 4.2 — Beräkning av hydrauliska parametrar för en tvärsektion nedströms Smedjebron inom det översvämningssdrabbade området.

	Flöde	Mannings n	Vattenstånd	Bredd	Area	Våt kontaktyta
	m ³ /s	s/m ^{0,33}	m	m	m ²	m
Lägsta lågvattenföring	0,12	0,030	0,5	5,2	1,7	5,7
Medellågvattenföring	0,30	0,030	0,6	5,8	2,3	6,0
Medelvattenföring	2,61	0,030	1,7	9,2	10,4	10,0
Breddflöde	11,30	0,040	2,3	18	27,2	18,8

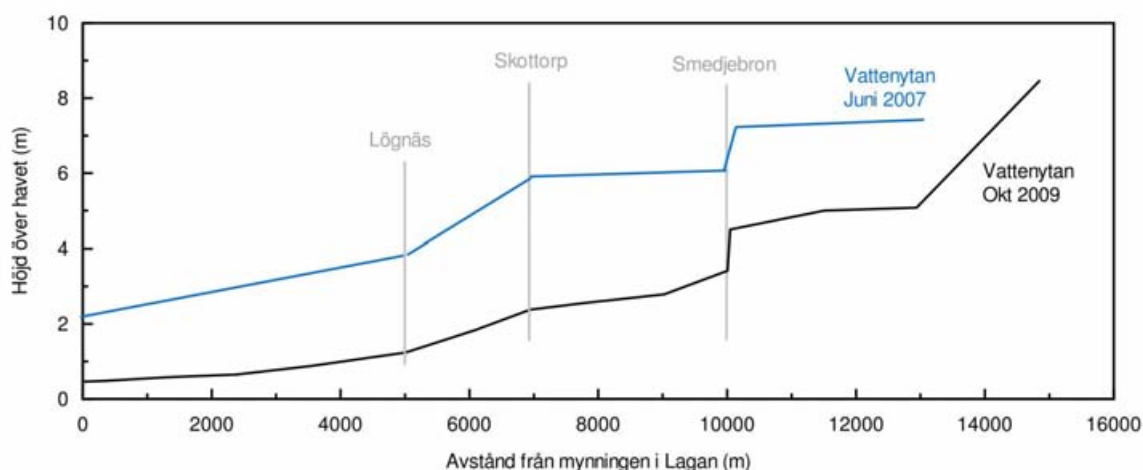


Fig. 4.8 — Rekonstruerat vattenstånd vid översvämningen 2007 jämfört med oktober 2009 vid ett flöde nära medelvattenföring.

Konsekvensen av förändring av fårans hydrauliska radie är att vattnet strömmar allt bättre i fåran ju närmare breddflödet vattnet kommer. Om det förekommer begränsande sektioner, till exempel smalare och grundare fåra, mindre area till förfogande innan breddflöde eller på andra sätt begränsningar, kommer vattnet allt snabbare till dess delsträckor och en översvämning skapas. När väl vattnet går över fårans breddar förändras hela situationen genom att tvärsektionen form ändras.

Friktionsmotståndets betydelse

Från Ränneslöv till Lagans mynning är friktionsmotståndet betydligt lägre då fåran rinner genom lerig eller sandiga sediment. Fårans tvärsektion är till största del flackt parabelformig till trapetsoid i denna delsträcka, medan den är bredare och mer rektangulär norr om Ränneslöv.

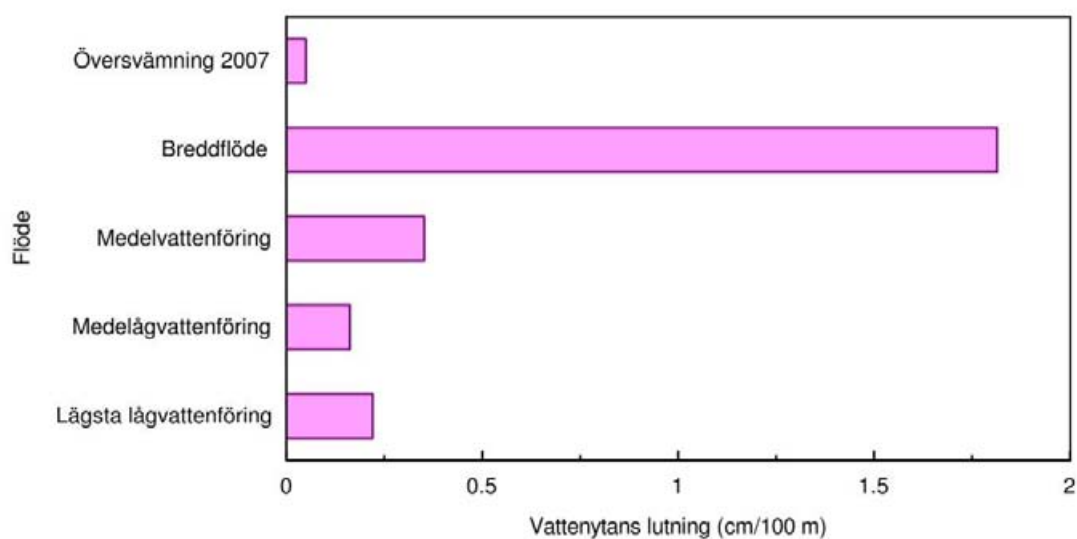


Fig. 4.9 — Beräknad förändring i vattenytans lutning vid olika flöden nedströms Smedjebron.



Fig. 4.10 — Exempel på död ved i vattendrag. Översta bilden ligger trädet delvis över vattnet. Flödeshastigheten motsvarar 0,6 m/s och dämningseffekten är några centimeter. Stamdiameter är ca 30 cm. Den nedre bilden visar träd i fåran vid ett högvattenflöde. Dämningen är någon centimeter vilket kan jämföras med en generell ökning i vattendjup vid det högre flödet med över 1,3 meter. I Smedjeån är flödeshastigheten betydligt lägre även vid höga flöden, varför dämningseffekten också blir lägre.

Friktionsmotståndet i fåran är mycket låg under vattenståndet vid medelvattenföringen. Det finns flera olika parametrar som påverkar friktionsmotståndet som kan ha betydelse för översvämningsförloppet. När vattennivån i ån stiger ökar generellt friktionsmotståndet. Detta beror på att allt mer av fårans kanter hamnar under vattenytan. Ofta är denna del över medelvattenståndet bevuxen med högt gräs, buskar eller träd. Vid delsträckan väster om Smedjebron innebär ett ökat vattenstånd från medelvattenföring till breddflödet att den våta kontaktytan med fåran botten och sidor nästan fördubblas. En stor del av denna ökning i kontaktyta är just den vegetationstäckta delen över medelvattenföringen. När vattennivån är under medelvattenföringen är Mannings skrovlighetskoefficient tämligen liten och under 0,03. Fårans vegetationstäckta kanter däremot har motsvarar ett Mannings skrovlighetskoefficient kring 0,045. Om vi går utanför fåran och ut på flodplanet utgörs markanvändningen av åkermark mellan Smedjebron och Skottorp. Mannings skrovlighetskoefficient kan här motsvara 0,04 till 0,05. Det betyder att vid högre vattenföringar kommer det genomsnittliga friktionsmotståndet att öka genom att fåran inkorporerar allt mer mark med högre friktionsmotståndet än i fårans botten och sidor vid vattenstånd under medelvattenföring.

Död ved i fåran

Död ved är en faktor som tillför ökat friktionsmotstånd och är förmodligen den parameter som kan ändras snabbast, tex genom att ett träd faller i ån, och som kan påverka friktionsmotståndet i fåran i Smedjeån. Död ved och träd i allmänhet har bedömts som en orsak till att det finns ett behov av rensa nedre delarna av Smedjeån. Det visuella intrycket av död ved som ligger i fåran är ofta att det påverkar strömningen på ett betydande sätt. En effekt är naturligtvis att den skapar turbulens, men ser man närmare på vattnet så är vattnets stighöjd bakom stora träd ofta någon eller några centimeter vid medelvattenföringen. Även om träd tycks täcka stor delar av fåran är den blockerade arean ofta under 10% av fårans totala tvärsnittsarea. Därtill ska lägga att formen är rund vilket gör att vattnet relativt lätt kan strömma runt träden utan skapa en större dämning. För att uppskatta effekten av död ved i fåran gjordes beräkningar av dämningseffekt av träd som ligger i fåran enligt en sammanställning av vetenskaplig litteratur av Kling (2008).

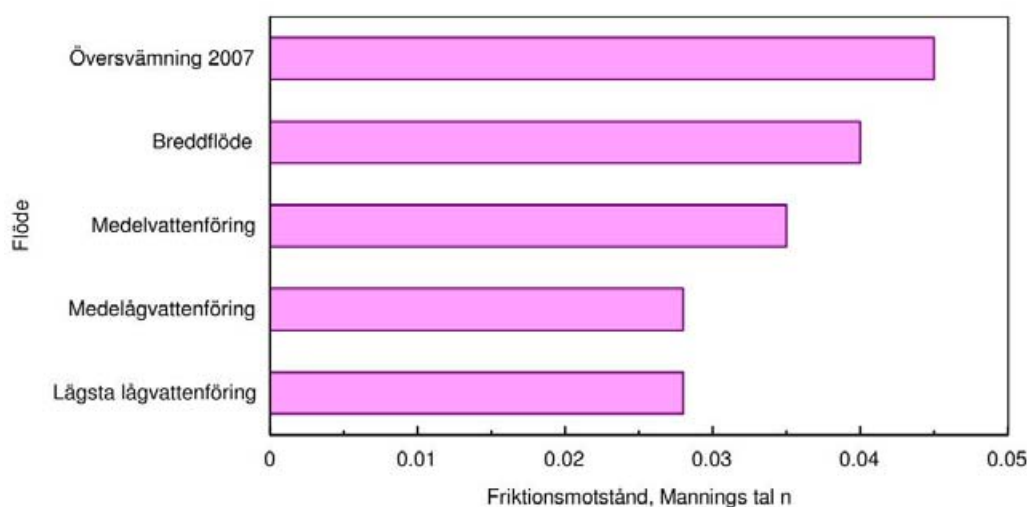


Fig. 4.11 — Förändring av Mannings friktionskoefficient vid olika flöden.

För undersöka effekten av olika mängder död ved gjordes beräkningar av fallförluster vid med olika mängd död ved i fåran och vid olika vattenstånd. I beräkningen antogs att det låg ett träd med diameter kring 20 cm vinkelrät ut från fårans kant, med längden 6 varje 100 meter i delsträckan mellan Smedjebron och växthusen i Skottorp. I beräkningarna antogs att hela trädet låg under vattenytan och blockerar därmed en del av tvärsektionen.

Vid medelvattenföring uppgår beräknad höjdförlusten i delsträckan (1 650 meter) till ca 3,9 cm vid medelvattenföring. Med träd i fåran kommer trädstammarnas dämning uppgå till cirka 0,7 cm i hela delsträckan. Om vi istället ser på tillfällen nära medellågvattenföring kommer trädens blockerande effekt vara större jämfört med medelvattenföringen i och med att tvärsnittsarean är mindre.

Vid breddflöde ökar strömningsförlusten i delsträckan till ca 12 cm. Detta innebär också att flödeshastigheten ökar vilket borde innebära trädens blockerande effekt är större. En beräkning av effekten av död ved med samma förutsättningar som tidigare med ett träd i fåran per 100 meter fast vid breddflöde leder till att den totala strömningsförlusten ökar med ca 3,5 cm. Detta värde kan jämföras med att fårans totala djup vid dessa tillfällen är över 230 cm. Orsaken till att dämningseffekten inte är större beror flera faktorer. Vid högre vattenstånd ökar fårans tvärsnittsarea medan den döda vedens blockeringsseffekt är konstant om träden ligger helt i vattnet vid medelvattenföring eller lägre. Den andra faktorn är att friktionsmotståndet från fårans kanter ökar när vattennivån stiger. Det leder till att den döda vedens effekt relativt fårans friktionsmotstånd minskar vid högre vattenflöden.

Vid tillfällen när vattnet översvämmar omgivningen likt översvämningstillfället 2007 kan död ved i fåran i stort sätt försummas, såvida den inte utgör täta veddammar. Orsaken är dels att fårans tvärsektion i sig utgör mindre än 10% av den totala tvärsektionen och att trädens blockeringseffekt i del flesta fall utgör mindre än 10% av tvärsnittsarean i fåran. Visserligen brukar strömningen även vid översvämningar fortfarande vara knuten till ett ungefärligt läge motsvarande fåran, men den aktiva flödesarean är trots det radikalt större än om vattnet är avgränsad av fåran. Detta gör att den döda vedens blockeringseffekt i hela den översvämmade tvärsektionen utgör mindre än en procent av tvärsnittsarean. Därtill ska läggas att träden är en runda form

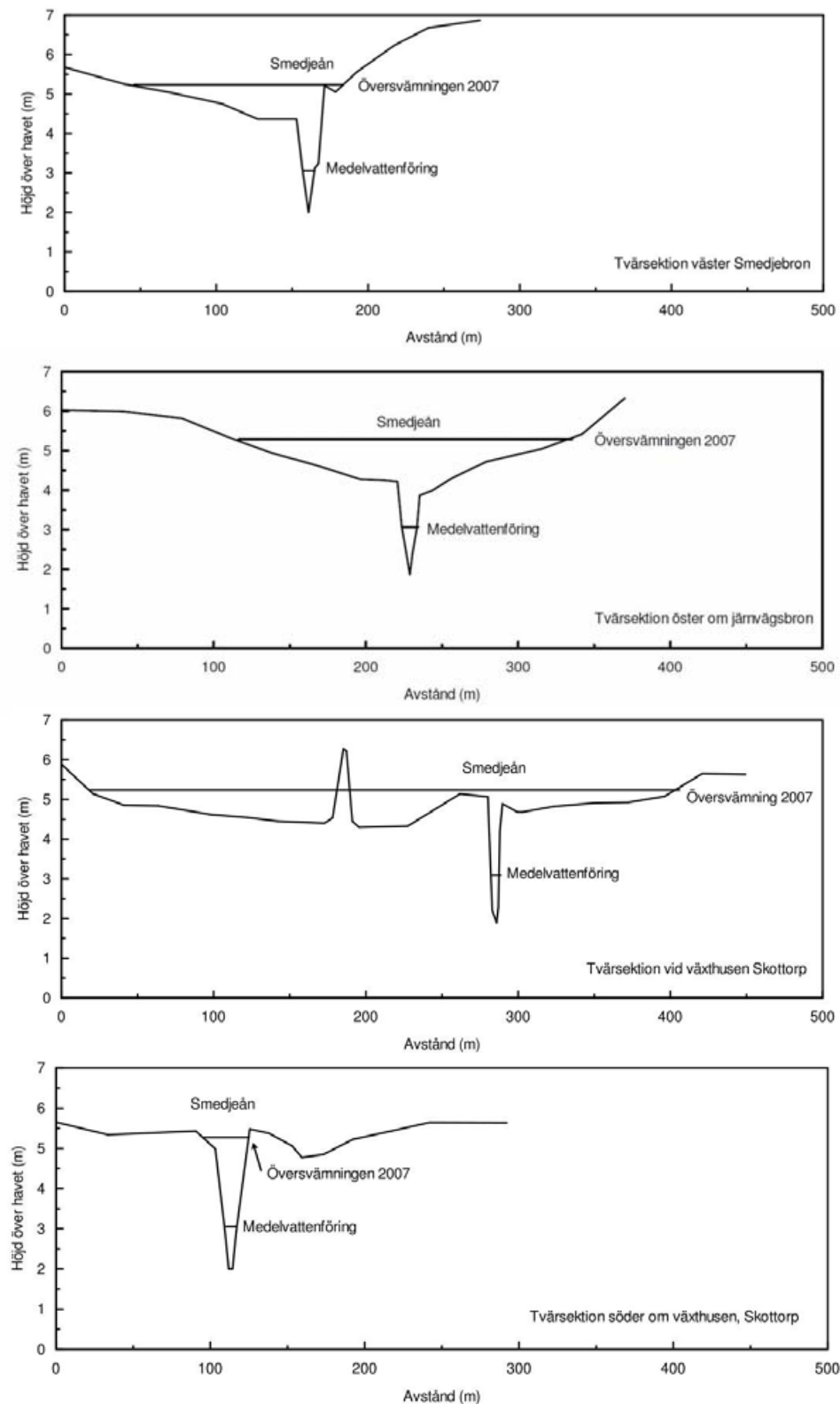


Fig. 4.12 — Rekonstruerat vattenstånd vid översvämningen juli 2007 i olika tvärsektion mellan Smedjebron och Skottorp

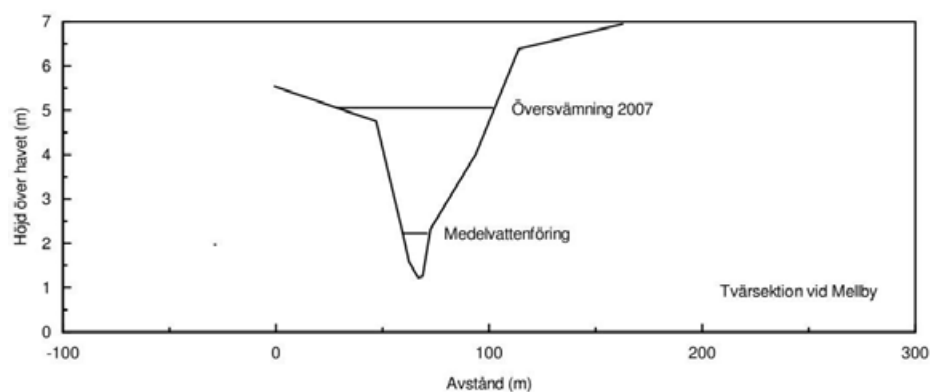


Fig. 4.13 — Rekonstruerat vattenstånd vid Mellby under översvämningen juli 2007

har en begränsad effekt på strömningen. Flodplanets friktionsmotstånd har vid dessa tillfällen betydligt större effekt, tex om det förekommer gröda, om åkern är nyplöjd m.m.

Enligt beräkningarna har död ved viss effekt på låga vattenföringar och speciellt i finkorniga vattendrag där sedimentens friktionsmotstånd är liten. Detta har betydelse för tillgången på bevattningsvatten sommartid. En faktor som kan ha viss betydelse är om ensilageplast fastnar i död ved och skapar ett tätt skikt vilket ökar blockeringseffekten betydligt

Tvärsektionens betydelse

Fårans tvärsnittsarea och dess form har betydelse för när det uppstår översvämningar. Om fårans tvärsnittsarea är begränsad kommer vattenståndet relativt snabbt nå breddflödet och börja svämma över omkringliggande marker. Även om avbördningen av vatten ökar med ökad tvärsnittsarea kommer även tvärsektionens form ha betydelse, inte minst för friktionsmotståndet. Av ovanstående anledningen undersöktes tvärsektionerna i Smedjeån inom det översvämningsdrabbade området.

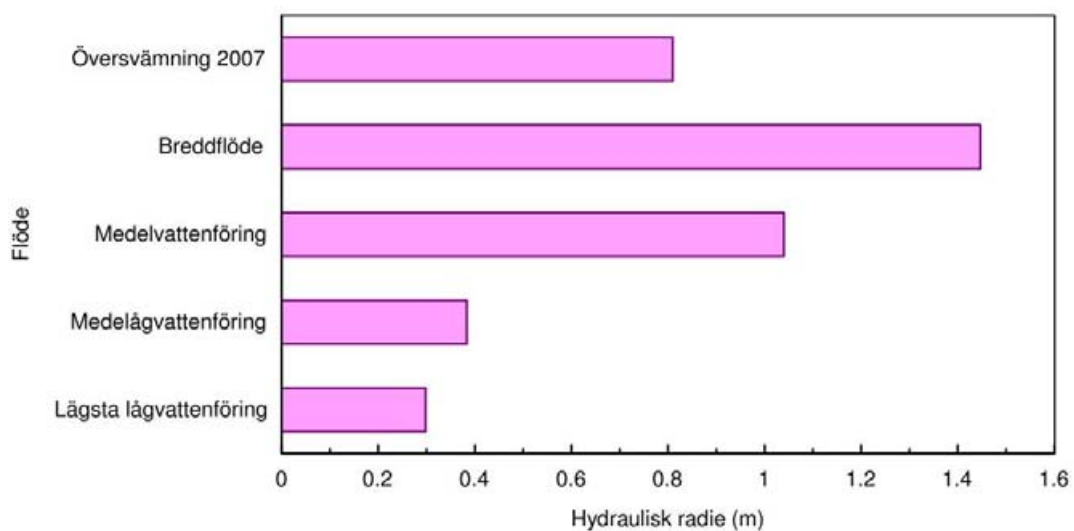


Fig. 4.14 — Förändring av den hydrauliska radien vid olika flöden som mått på fårans effektiva form att transportera vatten.

Inmätning av Smedjeån nedströms Smedjebron visar på relativt liten tvärsektion i dagens fåra. Tvärsnittsarean vid medellågvattenföring motsvarar ca 5,5 m² vid medelvattenföring ca 9,8 m² och vid breddflöde, ca 24,5 m². En beräkning med en rimlig flödes hastighet i tvärsektionen visar på att Smedjeån kommer svämma över sin breddar vid ca 11 m³/s, vilket är lägre än medelhögvattenföringen vid Smedjebron. Dessa värden kan jämföras med tvärsektionen vid översvämningen 2007 som motsvarade ca 600 m². Även om man reducerar det effektiva området för flödet till området närmast fåran bör tvärsnittsarean uppgå till närmare 100 m². Detta första värdet är orimligt högt för att enbart vara orsakad av flödet, fårans form och friktionsmotstånd, utan orsaken kan sannolikt hämtas från dämmande faktorer vid växthusen i Skottorp.

Motsvarande beräkning längre nedströms vid Mellby, där översvämningen 2007 var mer måttlig, visar på en tvärsektion kring 8,5 m² vid medelvattenföringen. Smedjebron rinner här mer nedsänkt i landskapet och med ett flodplan på bågiga sidor. Vid ett breddflöde är tvärsektionen över 160 m² vilket gör att även de högsta flödena kan hållas inom det naturliga flodplanet utan att översvämma omkringliggande marker. Eventuella skador uppstår framförallt där åkermark har dragits ned i flodplanet. Ett uppskattat breddflöde i denna delsträcka motsvarar ett flöde nära ett 100-års flöde eller ca 31 m³/s.



Fig. 4.15 — Vid Smedjebron är fåran betydligt smalare jämfört med uppströms liggande delsträckor. Fårans lutning är också högre vilket leder till högre flödes hastigheter. Nedströms bron bromsas flödet upp på grund av flackare lutning och större tvärsektion genom att fårans lutning minskar.

Åtgärder mot översvämningar och torka

FÖR DEN FRAMTIDA FÖRVALTNINGEN AV Smedjeån kan det vara intressant att se på olika möjligheter som finns till förfogande för att påverka effekterna av översvämningar. Följande analys av försökt beakta både positiva och negativa effekter med de olika åtgärderna.

Gemensam vattenförvaltning i Smedjeån

Trots att det finns enskilda tillstånd till reglering, markavvattning, rensningar med mera, kan en kostnadseffektiv lösning på översvämningsskador, brist på bevattningsvatten och samtidigt uppnå god ekologisk status i Smedjeån, Edenbergaån och Menlösabäcken inte ske om man inte ser på lösningar på avrinningsområdesnivå. I Aquarius-projektet kommer ett flertal förslag komma fram som både berör vattnets kvantitet och kvalitet som behöver diskuteras inom hela avrinningsområdet även efter projektet är slutfört 2011. Av den anledningen föreslås att ett forum, likt Lagans vattenråd, skapas med olika intressen inom Smedjeåns som diskutera och hitta långsiktiga lösningar på hur Smedjeåns vatten bör förvaltas. Denna grupp kan också samordna informationsinsamling vid översvämnings- och torktillfällen för att fortsätta kunskapsupbyggnaden kring vattnet i avrinningsområdet. En sammanslutning kan också fortlöpande undersöka förändringarna i Smedjeån så att åtgärderna optimeras efter nytta.

Rensa Smedjeån

En åtgärd som föreslogs efter översvämningen 2007 var att rensa ån, vilket också genomfördes under våren 2009 i ca 8,8 km vattendragssträcka mellan Ränneslöv och golfbanan vid Mellby motsvarande det legaliserade regleringsföretaget. En del av rensningen utgjordes av uppgrävning av sediment, men en betydande del var levande och död ved. Fältstudier strax efter rensningen tyder på att sedimenten hade deponerats på vissa punkter, men i relativt begränsad mängd.

Delsträckan omedelbart nedströms Smedjebron utgör ett exempel där det har skett deposition av sediment i fåran. Detta läge ligger nedströms det trånga passage som förekommer vid Smedjebron. Bottenlutningen i delsträckan nedströms bron är mycket liten, vilken leder till att delsträckan nedströms bron innebär ett naturligt depositionsområde. Deposition av sediment i vissa

delsträckor kan ge en ökad översvämningssrisk i och med att sedimenten minskar tvärsektionens area, något som kan motivera en rensning av sediment. Om 50 cm sediment rensades från botten kommer det innebära en ökning av tvärsektionen vid breddflöde från 27,6 m² till 31,6 m². Omräknat till flöde skulle det innebära att breddflödet ökade från 11 till 12,6 m³/s om flödeshastigheten var konstant. Med tanke på att flödet sannolikt översteg 20 m³/s juli 2007, kan man dra slutsatsen att en rensning av sediment knappast hindra framtida översvämningar likt den under sommaren 2007, men möjligen förändra antalet tillfällen då flödet går över sina breddar och är i närheten av breddflödet. Detta gäller under förutsättning att det inte finns begränsande tvärsektioner nedströms, något som sannolikt förekommer vid Skottorp. De beräknade breddflödena motsvarar enbart hälften av ett 50-års flöde.

En konsekvens av att rensa fåran är att genomströmningen vid lågvattenföring ökar. Det betyder att mängden vatten vid torka minskar. Effekten blir störst närmast vattendraget eftersom en djupare fåra sänker grundvattenytan närmast vattendraget. Om omkringliggande områden består av sand kommer det också leda till grundvattensänkning i närheten av fåran vilket kan öka bevattningsbehovet. Förutom detta ger rensningar ofta stora ekologiska konsekvenser i vattendraget. Det kan ta lång tid innan ekosystemet återhämtar sig från en rensning. Det kan också finnas ett rent ekonomiskt intresse att minimera rensningsbehovet. I vissa fall rensas hela vattendragsträckor trots att det egentligen borde vara punktinsatser.

Det finns en rad åtgärder som kan genomföras för att säkerställa att man inte rensar i onödan. En enkel åtgärd är att sätta upp peglar i vattendraget med ett visst avstånd. Om vattenytans lutning långsamt ändras vid ungefär samma flöde är det en indikation på att tvärsnittsarean eller friktionsmotståndet håller på att förändras. Peglar kan också vara ett hjälpmedel för att utvärdera om rensning av död ved har betydelse. En annan enkel åtgärd är att ekoloda vattendraget med några års mellanrum vid ungefär samma vattenstånd. Detta kan avsevärt underlätta analysen var man bör sätta in rensningsinsatser. Slutligen kan man också göra enkla beräkningar för att avgöra när en rensning ger förväntade effekter.

Vid rensning bör man vara försiktig med att gräva sönder fårans kanter. Om detta sker kan erosionen accentueras vilket leder till att mer sediment tillförs fåran. Om det förekommer underminering av fårans kanter på ena sidan medan det finns tecken på deposition på andra sidan kan detta innebära att fåran håller på att förflytta sig i sidled. Det förändring kan vara svår att påverka, eftersom det kräver åtgärder både uppströms och nedströms för att få motverka förändringen. Om det finns tecken på underminering på båda sidor av fåran bör man undersöka om bottennivån har förändrats. Orsaken till underminering och erosionen i sidled kan i vissa fall hämtas från deposition på botten. En närmare undersökning av processerna i fåran bör genomföras innan rensning så att inte situationen förvärras eller förskjuts nedströms. I samband med grävarbeten är det viktigt att fårans kanter inte blir för branta. Överstiger lutningen 35 - 40 grader finns det risk för skred och ras. Det är också viktigt att fårans kanter blir snabbt vegetationsäckta för att minimera erosion. Detta gäller speciellt i de områden där det förekommer sand och mo.

Rensa död ved och ta bort träd och buskar

Död ved har många viktiga funktioner i vattendrag både över och under vattendraget. I samband med rensning 2009 togs en del träd i vattnet bort men även på flodplanet runt fåran. Anledning-



Fig. 5.1 — Träd längs Smedjeån som beskas kraftigt i samband med rensningar 2008. Området där träden står utgör ett brett flodplan med sandiga svämsediment som översvämmas naturligt vid höga flöden. Notera att det har skett viss sedimentation i fåran där grövre grenar tidigare har befunnit sig före rensningen. Detta är en naturlig process som är viktig för den biologiska mångfalden i Smedjeån.

en var att man ansåg att träden kunde ha påverkat översvämningsförloppet. Före rensningen togs fotografier av träden. Bilderna visar dock att eventuell dämningseffekt är begränsad, förmodligen långt under en centimeter i de flesta fall. Man måste komma ihåg att den blockerande effekten av död ved minskar ofta med ökat flöde som tidigare nämnt. Bedömningen är därför att träden i de flesta inte hade behövts tas bort om orsaken är dämningseffekt. Eftersom mängden död ved i Smedjeån är ytterst begränsad bör åtgärden på sikt bli att bibehålla så mycket död ved som möjligt. Det finns några rekommendationer hur död ved kan hanteras i Smedjeån:

- Om den blockerande ytan av död ved understiger 10 % av hela fårans tvärsnittsarea kan man i de flesta fall bortse från dämningseffekten och låta veden ligga kvar.
- Om en trädstam sträcker sig över hela fårans bredd kommer den med stor sannolikhet ligga kvar under lång tid. Om trädet är ett problem för framkomligheten kan man kapa trädet vid halva dess längd, alternativt skjuta in trädet längs fårans kant i nedströms riktning. Om vinkeln mellan trädet och stranden är mindre än 30 grader har man mer än halverat trädets blockeringsseffekt på strömningen.
- I strömsträckor med sten och block är friktionsmotståndet från botten och sidor så stora att död ved ger en mycket liten effekt. I dessa delsträckor kan man öka mängden död ved mycket mer än de delsträckor där vattendraget rinner genom finkorniga sediment.

- Om trädet hindrar framkomligheten kan grenar kapas av och trädet dras in längs fårans kant och där bilda ett erosionsskydd.
- Kapa inte grenar som hänger ut över fåran. Dessa är mycket viktiga för såväl fågel som insekter. Bland annat har kungsfiskare ett stort behov av grenar för sitt fiske.
- Om ett nyfallet träd har en stor krona kan man kapa grenverket och låta stamveden ligga kvar. Detta reducerar blockerings-effekten betydligt.

Vide- och pilbuskar, kan skapa stora täta rotsystem som minskar vattenströmningen genom rotmassan. Effekten blir därför att flödet trängs ihop i fåran och flödes-hastigheten ökar som kompensation. På sikt leder det till erosion längs den motsatta sidan på fåran, något som inte alltid är önskvärt. Man ska beakta att i ett naturligt vattendrag är detta en naturlig process. Erosionsbranterna är också viktiga häckningslokaler för tex kungsfiskare och insektsfauna. Buskarna i sig är också viktiga för småfågel och bör behållas så länge det inte finns risk för skada på egendom.

Träd längs fåran, speciellt på flodplanet och i branta sluttningar, bör bibehållas så långt det går. I branta sluttningar fyller trädens rötter en viktig funktion att öka skjuvhållfastheten och därmed minska risken för skred. Detta gäller speciellt arter med djupgående rötter, till exempel alträd. Träd på flodplanet innebär ökad infiltration och friktionsmotstånd. Om flodplanet är trädbevuxet uppströms i avrinningsområdet innebär det att flödet bromsas vilket kan minska översvämningsrisken nedströms.

Alträd har mycket starka rötter som bildar en palisad längs fårans kanter. Rotsystemen är utomordentliga erosionsskydd som bör bevaras intakt. I många fall ökar alträdens rotsystem med ålder och kan då sträcka sig många meter ut från trädet längs fårans kanter. Alträden kan hamlas om man vill undvika allt för mycket stora grenar i vattnet. Ofta ökar tillförseln av död ved till fåran med ökad ålder. I många fall har kraftiga alrosetter bildats på grund av kraftig beskärning. Alträd beskuggas också vattendraget så att fåran inte lika lätt växer igen om närings-tillgången är mycket god. Alträd bör därför bibehållas längs fåran.

I vissa fall förekommer fickbildning mellan alträden. Detta är sig inte trädens fel, utan detta är oftast ett resultat av en förflyttning av fåran eller en breddning på grund av ökad sedimentation på botten. Eftersom alträdens rötter är mycket erosionsresistenta bibehåller dessa sitt ursprungliga läge medan övriga delar av fårans kanter förflyttas. Efter ett tag kan effekten förstärkas genom att det skapas virvelbildning mellan träden som ökar erosionen. Om förändring fortsätter på lång sikt kan erosionen äta sig bakom träden så att dessa faller ut i fåran. Detta kan snabbt leda till ett instabilt vattendrag.

Gran är högst olämpligt trädslag på finkorniga flodplan och bör helt undvikas. Detta är speciellt viktigt i delsträckor söder om Ränneslöv. Ofta har flodplanen en hög grundvattenyta vilket gör att granens rotsystem inte går djupare än ett par decimeter. Vid stormfällning kan granens rotsystem dra upp mycket stora ytor av vegetationstäcket och frigör underliggande mineraljord för erosionen.

Bredda och fördjupa fåran

En möjlighet för att minska översvämningsrisk är att öka fårans tvärsnittsarea i de översvämmade områdena. Detta har varit en vanlig åtgärd i Sverige för att öka avbördningskapaciteten i

samband med översvämningar. För att undersöka denna möjlighet genomfördes beräkningar utifrån inmätta tvärprofiler mellan Smedjebron och Skottorp. Beräkningarna genomfördes vid ett flöde nära medellågvattnenföring och vid ett flöde nära breddflödet.

Resultatet visar att en fördjupning av fåran med ca 50 cm skulle förskjuta breddflödet från ca 11 m³/s till strax över 13 m³/s. I praktiken skulle det innebära att återkomstperioden för små översvämningar skulle förskjutas mot ett längre intervall, något som kan vara gynnsamt för omkringliggande jordbruksmark. En fördjupning av fåran måste emellertid ske i hela delsträckan så att inte bottenlutningen påverkas allt för mycket.

Även om beräkningarna visar på en viss positiv effekt på risken för små översvämningar skulle fortfarande inte kunnat hålla de flöden som förekom vid översvämningen 2007 inom fårans breddar enbart med att fördjupa fåran med 50 cm. För att klara ett 50-års flöde måste fårans djup öka med 1 meter och bredden med 7 meter, en radikal förstoring av fåran. Även med en sådan åtgärd finns det ingen garanti att inte ett högre flöde kan uppstå, särskilt med pågående klimatförändringar.

Fördelen med att fördjupa och bredda fåran ligger framförallt i samband med små översvämningar och vissa år då grundvattenytan ligger nära markytan. En fördjupning av fårans skulle då kunna sänka grundvattennivån närmast ån och förbättra markavvattningen i omkringliggande åkermark. De flöden som skulle kunna påverkas är de höga flöden som förekommer mellan 5-10 års återkomstperiod. En breddning av fåran innebär naturligtvis att åkermark måste tas i anspråk. En breddning av fåran kan innebära att ca 1,2 ha måste nyttjas till den nya bredare fåran. Om målet är att undvika flöden likt 2007 års översvämning med en återkomstperiod på ca 30-40 år, innebär det en kapitaliserad produktionsförlust mellan 35-40 ha, med andra motsvarande åkerareal som direkt översvämmades 2007. Vinster ligger därför framförallt i de åkerareal som fick försämrad markavvattnings på grund av hög vattennivå i ån. En konsekvens av en större fåra är att det ger negativa konsekvenser under de år då vi inte har extrema högvattenflöden. En större och bredare fåra ger en bredare och grundare fåra vid låga vattenföringar. Detta ökar friktionsmotståndet i fåran genom att den hydrauliska radien minskar, något som sänker flödes-hastigheten. Detta i sin tur ökar de positionen av sediment och organiskt material i fåran. En grundare fåra med lägre flödes-hastigheten innebär också risk för att vegetation växer in i fåran. Eftersom fåran inte är i jämviktsförhållande med, de i frekvens vanligaste flödena, kommer fåran hela tiden försöka återgå till en smalare fåra genom deposition längs fårans kanter. Slutsatsen är därför att denna åtgärd kommer leda till ett betydligt större rensningsbehov vilket också medför kostnader som måste kapitaliseras.

Nackdelen med att fördjupa och bredda fåran i det översvänningsdrabbade området är att man i princip enbart skjuter problemet nedströms. En område som sannolikt skulle få stora problem om man lyckas förskjuta vattenmängderna vid höga flöden nedströms Skottorp är området nedströms Mellby vid Mellbystrandsmotet. I denna delsträcka är fårans lutning mycket liten varför det finns risk att översvänningsproblemen radikalt skulle öka med snabbare transport av vattnet från Ränneslövs ängar. Det finns med andra ord en risk att översvänningsproblematiken inte har lösts med en förstoring av fåran mellan Ränneslöv och Skottorp utan enbart förskjutits till andra markägare.

Något som sällan beaktas i samband åtgärder för översvämningar är att det även kan påverka tillgången på vatten när det är torka. I Smedjeåns avrinningsområde, framförallt i de nedre delarna finns det problem med tillgång på vatten sommartid för bevattningsändamål. Genom att öka

genomströmningen i fåran för att minska risken för översvämningar, kommer också genomströmningen öka under de perioder då det finns behov av vatten. Detta behov föreligger i stort sätt årligen vilket kan jämföras med översvämningar som förekommer betydligt mer sällan. Det kommer därför behövas avvägningar mellan olika intressen innan en fördjupning och breddning av fåran sker.

Slutligen måste genomförandet av Ramdirektivet för vatten beaktas och bibehållandet av god ekologisk status. Med de omfattande grävarbeten som skulle behövas kan knappast dagens ekologiska status inte kunna bibehållas. En sådan kraftig åtgärd som att öka tvärsektionen i långa delsträckor av Smedjeån leder till mycket stora ekologiska konsekvenser, något som observerades redan efter de första grävarbetena i Ränneslövs ångar genomfördes i början av 1900-talet.

Om en breddning och fördjupning ska genomföras i Smedjeån bör det genomföras en ekonomisk analys som inkluderar vinsten att minska översvämningsskadad åkermark i jämförelse åtgärdskostnaderna, minskad tillgång på bevattningsvatten under torka, ökat rensningsbehov, kostnader för nedströms liggande markägare som får ökad översvämningssrisk, förlorade naturvärden m.m. Endast en sådan ekonomisk analys kan ge svar på om en förstoring av fåran är en kostnadseffektiv åtgärd. För närvarande talar mycket emot denna åtgärd.

Leda fåran rakt västerut vid Skottorp

I denna rapport har det konstaterats att det finns begränsande sektioner vid växthusen vid Skottorp och vid Smedjebron. En annan frågeställning som har diskuterats är om Smedjeån vid något tillfälle har runnit rakt västerut vid Skottorp istället för att svänga norrut mot Lagan. Det är naturligtvis omöjligt att svara på om Smedjeån vid något tillfälle efter sista istiden har runnit rakt västerut. Området väster om Skottorp består till stor del av sanddynsfält som sannolikt har förändrats vid många tillfällen beroende på vindförhållanden och vegetationstäcke. Om vi jämför med flera andra hallandsåar som rinner ut på sandkust kan vi emellertid se att många viker av norr- eller söderut när de närmare sig kusten, tex Lagan och Genevadsån. Idag finns det ingen i terrängen som tyder på att Smedjeån har runnit rakt västerut istället för norrut vid Skottorp. Från historiska kartor tillbaka till 1700-talets början har Smedjeån haft sin nuvarande sträckning.

En uträtning av Smedjeån så att den rinner rakt ut mot havet vid Skottorp, skulle naturligtvis radikalt minska risken för översvämningar nedströms Smedjebron. Denna åtgärd skulle dock vara förknippad med mycket stora kostnader att det är ytterst tveksamt om det överväger förlorad jordbruksproduktion även om en översvämning i framtiden skulle återkomma var 20 år. Dels krävs en genomgång av motorväg E6 samt genom bostadsområdet vid Skummeslövsstrand. Eftersom högre partier upp till 10 m.ö.h måste skäras igenom betyder det höga kanter på fåran som måste hålla lagom lutning för att vara stabila. Detta kräver större markarealer. Fåran kommer också vara brantare än tidigare vilket ökar flödes hastigheten och vattnets erosiva förmåga. Fårans måste erosionssäkras längs långa sträckor.

Nedströms Skottorp fyller Smedjeån en funktion av att markavvattna omkringliggande områden med lera vilket kan försämrats om fåran förlorar sin funktion. De ekologiska konsekvenserna av denna åtgärd och också mycket stora.

Nyttja Oxhultasjön som utjämningsmagasin

En lösning som har diskuterats för att minska översvämningar i framtiden är att nyttja Oxhultasjön som utjämningsmagasin vid höga flöden. Det finns en viss logik i detta eftersom sjön är den nästa största sjöytan i avrinningsområdet, att den ligger mitt på avrinningsområdet samt att det redan finns reglerutrustning vid Oxhulta. En enkel analys genomfördes därför för att utröna denna möjlighet både för höga flöden med också för låga flöden, något som ofta sammanfaller med stort bevattningsbehov.

Oxhultasjön har, som tidigare nämnt, en yta motsvarande 1,58 km² och ett medeldjup på 1,2 meter. Detta betyder att strandzonen är mycket flack varför en omfattande reglering snabbt skulle ge stora ekologiska skador på sjön genom att stora delar av strandzonen torrläggs. Strandzonen är den mest produktiva delen av sjön vilket gör att torrläggning kan påverka hela sjöns ekosystem. Torrläggning av strandzonen är särskilt känsligt under den ekologiskt aktiva perioden men också vintertid då det finns stor risk att en torrlagd strandzon utsetts för tjäle. Precis som de andra kraftverken i Smedjeån finns det ingen vattendom enligt 1918 års vattenlag eller senare utan regleringen utgår från urminnes hävd.

Regleringen av Oxhultasjön har emellertid varit problematisk under mycket lång tid, speciellt sommartid. 1953 upprättades ett protokoll och förlikningsavtal för att justera regleringen. Enligt avtalet ska sjöns vattenyta högst nå 78 m.ö.h. under vegetationsperioden (1 maj till 1 oktober) och högst 78,40 m.ö.h. under övrig tid. Det betyder att praktiserad regleringsamplitud i sjön motsvarar 40 cm. Eftersom nedreglering i början av maj i vissa fall har varit häftig har det funnits diskussioner att införa en mjukare reglering. Enligt en överenskommelse från 2006 ska sjön sänkas långsamt från 78,4 till 78 m.ö.h. från 1 mars till 1 maj och att vattennivån får variera mellan 78,00 till 78,20 m.ö.h. mellan 1 maj till 1 oktober.

En svårighet i att ändra regleringen av Oxhultasjön är att det förekommer många motstående intressen. Kraftverksägaren vill naturligtvis nyttja reglering så effektivt som möjligt så att energi kan produceras då priset är optimalt. I de flesta fall är priserna på Nordpools fysiska marknad som lägst sommartid varför det kan finnas intresse att bibehålla så mycket vatten som möjligt i sjön tills priserna stiger under hösten. För markägare runt sjön kan det vara önskvärt att hålla nere sjöns nivå under så lång tid som möjligt för att få en låg grundvattennivå i markområdena runt sjön så att ett effektivt skogsbruk kan vidmakthållas. För nedströms liggande jordbruk finns det naturligtvis ett stort intresse att hålla så mycket vatten som möjligt i Oxhultasjön under våren så att man kan säkra tillgången på bevattningsvatten sommartid när det är torka. Därtill ska läggas naturvårdsintressena som önskar en så naturlig hydrologi som möjligt både i Oxhultasjön och i nedströms liggande strömsträckor med höga naturvärden men även för säkra fiskvandringen. Det ska också beaktas att såväl Smedjeån som Oxhultasjön ska uppnå god ekologisk och kemisk status enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Med detta perspektiv kan man lätt inse att önskemålet att nyttja Oxhultasjön som utjämningsmagasin vid höga flöden kan bli mycket svårt att tillmötesgå. En beräkning genomfördes emellertid vilken nytta man kan uppnå vid ett flöde motsvarande det 2007.

Den första beräkningen utgick från ett flöde kring högsta högvattenflödet vilket motsvarar ett 50-årsflöde. Eftersom det är stor sannolikhet att stora mängder nederbörd faller i samband med detta flöde, antogs att 50 mm/dag föll över sjön. I beräkningen antogs ett maximalt utflöde på 10 m³/s. Syftet med värdet var att hålla vattnet inom breddflödet vid Smedjebron. Motsvarande be-

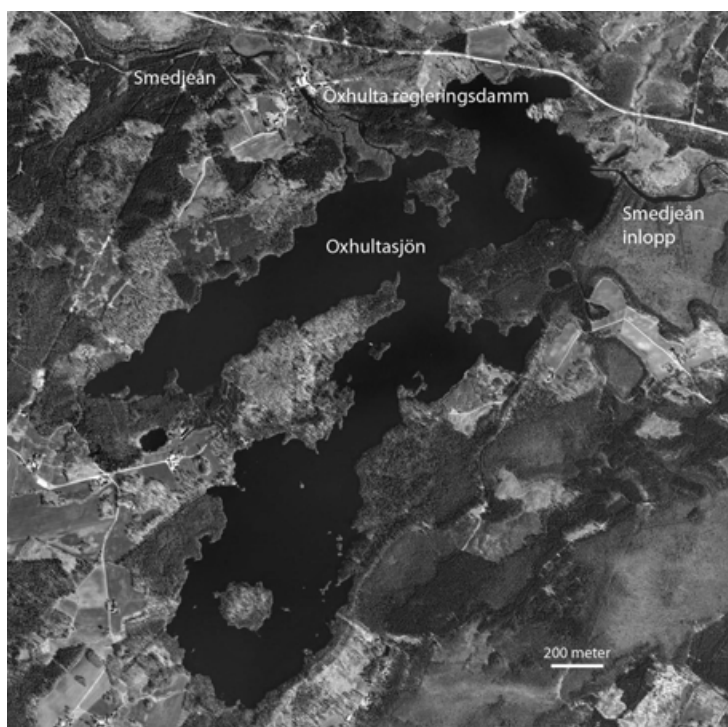


Fig. 5.2 — Flygbild över Oxhultasjön. Sjön regleras idag och skulle kunna nyttjas för att öka tillgången på bevattningsvatten under kritiska sommarmånader. För höga flöden bedöms tillgänglig volym i sjön vara för liten. Runt sjön förekommer rikligt med våtmarker och sumpskogar vilket måste beaktas vid eventuella åtgärder i regleringsstrategin. (Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N)

räkning genomfördes även för ett inflöde av $15 \text{ m}^3/\text{s}$ vilket motsvarar det flöde som förekom i samband med översvämningen 2007. Nederbörden hämtades från faktiska mätningar.

Resultatet visar att en reglering av Oxhultasjön knappast hade kunnat förhindra översvämningen 2007. Om sjön hade varit sänkt med 40 cm innan översvämningen hade man kunnat dämpa bort flödet under lite mer än 14 timmar. Därefter hade hela flödet passerat sjön om inte omkringliggande marker hade översvämmats. Även om en meter regleringshöjd hade nyttjats så hade det fortfarande bara fördröjt översvämningen en dag. Man måste beakta att sjöns medeldjup är 1,2 meter vilket gör att detta är tämligen orealistiskt fall. Vid högsta högvattenflödet är marginalerna mycket små, kring några timmar. Bedömningen är därför att reglering av Oxhultasjön för att dämpa bort översvämningar bedöms som orealistiska.

Eftersom torka är ett stort problem i nedre delen av avrinningsområdet, genomfördes nya beräkningar, fast i detta fallet som att en viss mängd vatten buffras för kommande bruk. I denna beräkning antogs ett fall vid medellågvattenföring kring $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$. Eftersom situationen oftast uppkommer sommartid antogs en avdunstning motsvarande 80 mm/månad.

Resultatet visar att Oxhultasjön skulle kunna nyttjas som ett magasin för bevattningsvatten. Om sjön inte sänktes ned enligt överenskommelsen utan behöll sitt vattenstånd till juli, skulle vattenföringen i ån kunna fördubblas under 10 dagar. Detta trots att avdunstningen från sjöytan kan vara betydande varma sommardagar. Av den anledning föreslås att denna möjlighet undersöks närmare. En brist i beräkningarna är att det inte finns ett samband mellan Oxhultasjöns vattenstånd och volym vatten. Detta samband hade kunnat fastställas om det hade funnits en detaljerad batymetrisk karta över sjön. Därför föreslås att sjön ekolodas med modern ekolodsteknik så att ett samband mellan vattenstånd och volym kan fastställas. Det är också viktigt att eventuella justeringar av regleringen vid Oxhulta bedöms avseende konsekvenser på strandzonen men också omkringliggande våtmarker och sumpskogar.

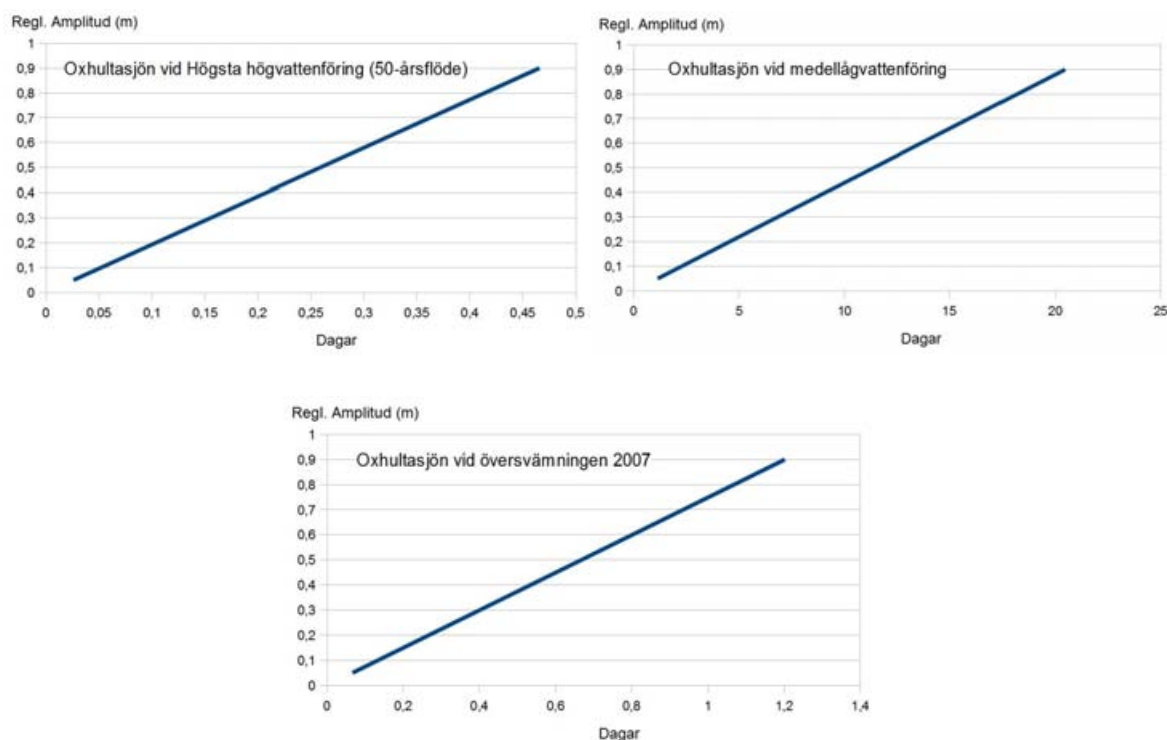


Fig. 5.3 — Beräkning av möjligheten att nyttja Oxhultasjön som utjämningsmagasin vid höga flöden och som bevattningsmagasin vid torka.

Återskapa Ränneslövs ängar

Denna rapport har konstaterat att det är mycket svårt att helt undvika översvämning i de områden som översvämmades juli 2007, vilket innebär det tidigare våtmarksområdet i Ränneslövs ängar. Med klimatförändringarna är det troligt att situationen också kommer att förvärras så att översvämningar återkommer oftare. Det kan därför vara aktuellt att ändra markanvändningen inom översvänningsområdet för att minimera riskerna med känsliga grödor. Samtidigt kommer behovet av bevattningsvatten att öka med ett förändrat klimat. Som tidigare nämnt är det svårt att uppnå både minskad översvänningsrisk och ökad tillgång på bevattningsvatten. Av den anledningen föreslås att markanvändningen återgår till det tillstånd som fanns före grävarbetena i Ränneslövs ängar på 1930-talet, med andra ord nyttja marken för bete och vall och till viss del som våtmark.

Vattenbrist i nedre delarna av avrinningsområdet är ett problem både avseende tillgång och de ekologiska konsekvenser som ett för stort uttag kan ge. Redan idag överstiger pumpkapaciteten tillgången på vatten i Smedjeån och Edenbergaån. Det är en anledning varför vatten pumpas över från Lagan till Edenbergaån. I frekvens bedöms vattenbrist vara ett större problem i avrinningsområdet än översvämningar.

En möjlighet är att acceptera översvämningar i Ränneslövs ängar för att minska de negativa konsekvenserna i nedströms liggande delsträckorna och samtidigt får ett stort magasin för bevattningsvatten. Detta skulle kunna uppnås genom att återskapa Ränneslövs ängar till den ur-

sprungliga utformningen före 1928. Hela det området som svämmade över 2007 mellan Ränneslöv och Smedjebron motsvarande 109 ha. Enligt häradssekonomiska kartan som visar Smedjeån före grävarbetena, fanns en större vattenyta inom Ränneslövs ängar som motsvarar ca 50 ha. Om 10 cm regleringsamplitud kunde nyttjas inom detta område skulle närmare 63 000 m³ vatten kunde användas som bevattningsbuffert. Det skulle ge tillgång till 200 l/s under cirka 3 dagar under förutsättning att medellågvattnenföringen upprätthålls i Smedjeån. Ett återskapade av Ränneslövs ängar skulle naturlig ge positiva ekologiska effekter men också öka näringsretentionen. De negativa effekterna innebär bland annat att 22,1 ha åkermark kommer att behöva konverteras till våtmark. Dessa områden ligger helt inom det område som översvämades 2007 och får därför i ett framtida klimat betecknas som riskområden för spannmål eller grönsaksodling. De ekologiska konsekvenserna behöver utredas närmare, särskilt med tanke på fiskvandring.

Det finns flera lösningar hur Ränneslövs ängar skulle kunna återskapas. Målsättningen bör vara att hålla hög vattenyta under sommarperioden, medan den bör hållas nere under vinterperioden för att inte accentuera översvämningsrisken runt Ränneslövs ängar. Den enklaste åtgärden för att återskapa Ränneslövs ängar är att skapa en bestämmande sektion i form av en grund strömsträcka en bit uppströms Smedjebron. Denna skulle då bilda en klack som innebär en dämning av vattnet uppströms i Ränneslövs ängar. Delsträckan runt Smedjebron kommer då övergå till en strömsträcka vilket det förmodligen var innan grävarbetena i Ränneslövs ängar påbörjades. Kanterna uppströms Smedjebron behöver sannolikt erosionsskyddas. Enbart en uppgrävning med tillhörande dämningseffekt kommer dock innebära att en konstant hög vattennivå i Ränneslövs ängar, vilket skulle innebära minskad kapacitet vid höga flöden. En lösning är att skapa ett utskov vid sidan av huvudfåran som kan öppnas under vinterperioden för att släppa förbi vatten. Regleringen av området innebär därför att vattennivån hålls uppe sommartid medan de hålls nere under vintertid. Möjligheterna att återskapa Ränneslövs ängar behöver utredas närmare om detta bedöms som en intressant lösning.



Fig. 5.4 — Ungefärlig yta på ett återskapat våtmarksområde inom Ränneslövs ängar.
(© Lantmäteriet, 2008, 106-2004/188-N).

Referenser

ARCEMENT, G., SCHNEIDER, V., 1989: Guide for selecting Mannings's roughness coefficients for natural channels and floodplains, U.S. Geological Survey Water Supply Paper, vol. 2339, 44 s.

BERGLUND, M., 1995: The Late Weichselian deglaciation, vegetational development and shore displacement in Halland, southwestern Sweden, Lundqua Thesis, Volume 35, 106 s.

CIMMERY, V. (2007-2010): SAGA User Guide, updated for SAGA version 2.0.5, <http://www.saga-gis.org/en/index.html>.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2004: Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, The European Economic and social Committee, and the Committee of the Regions, Flood risk management, Flood prevention, protection and mitigation, COM(2004)471 final, 11 s.

DEMISSIE, M., AND A. KHAN. 1993. Influence of wetlands on streamflow in Illinois. Illinois State Water Survey, Champaign, Illinois. Loberg, 1980: Geologi, Material, processer och Sveriges Bergrgrund, Nordstedt, 469 s.

Hadley, J.D., Schumm, S.A., 1961: Sediment sources and drainage basin characteristics in upper Cheyenne River Basin, US.Geol.Surv. Water Supply Paper, 1531-B, USGS, Washington, USA.

HJULSTRÖM, 1935: Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyris. Bull. Geol. Inst. Uppsala, 25.

HURRELL, J.W. 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation regional temperatures and precipitation. Science, 269, 676-9.

IRITZ, L. , JOHANSSON, B. AND LINDIN, L., 1994: Impacts of forest drainage on floods / Impacts sur les crues du drainage des forêts', Hydrological Sciences Journal, 39: 6, 637 — 661

KJELLSTRÖM-E., HANSSON, U., JONES C., NIKULIN G., STRANDBERG G OCH ULLERSTIG A., 2009: Changes in the wintertime temperature climate as deduced from an ensemble of regional climate change simulations for Europe, Rossby Centre Newsletter, May 2009, s. 9-15.

KOIVUSALO, E. AHTI, A. LAUREN, T. KOKKONEN, T. KARVONEN, R. NEVALAINEN, AND L. FINER, 2008: Impacts of ditch cleaning on hydrological processes in a drained peatland forest, Hydrol. Earth Syst. Sci., 12, 1211–1227, 2008

LAHOLMS KOMMUN, 2005: Ansökan till Miljödomstolen om tillstånd avseende våtmarksprojekt i Smedjeåns dalgång med bilagor.

MAGNER, J., PAYNE, G., STEFFEN, L., 2004: Drainage Effects on Stream Nitrate-N and Hydrology in South-Central Minnesota (USA), Environmental Monitoring and Assessment, Volume 91, Numbers 1-3.

- MARES, C., MARES, I., MIHAILESCU, M., 2006: Testing of NAO and ENSO signals in the precipitation field in Europe, *Advances in Global Change Research*, Vol. 10, 113-121.
- Merkel, B., Sperling, B., 1993: Raster based modelling of watershed and flow accumulation, *HydroGIS 93: Application of Geographic Information Systems in hydrology and Water Resources*. IAHS no.211, 1993.
- PAAVILAINEN, E., 1976: Effect of drainage and fertilization of peatlands on the environment, Man and the boreal forest, *Ecol. Bull.* 21, 137-141.
- SIRIN, A., VOMPERSKY, S., NAZAROV, N., 1991: Influence of Forest Drainage on Runoff: Main Concepts and Examples from Central Part of the USSR European Territory, *Ambio*, Vol. 20, No. 7 (Nov., 1991), pp. 334-339.
- SCHUMM, 1956: Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Geol. Soc. Amer. Bull.* 67. s. 597-646.
- SLU, HALLANDS HUSHÄLLNINGSSÄLLSKAP, 2006: Mellbyförsöken 2000-2005.
- STATENS GEOLOGISKA UNDERSÖKNING: Jordartskarta 4C Halmstad SO och SV. Vägverket, 2008: Hydraulisk dimensionering, VVMB 310, Pub. 2008:61, 68 s.
- SVENSSON, H., 1964: Fossil tundramark på Laholmsslätten. *Sveriges Geol. Unders. Ser. C. Nr. 598*. s. 1-29.
- SWEENEY, B., BOTT, T., JACKSON, J., KAPLAN, L., NEWBOLD, J., STANDLEY, L., W., HORWITZ, J., 2004: Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services, *PNAS*, vol. 101, no. 39, s. 14132-14137.
- SÖRENSEN, R., ZINKO, U., SEIBERT, J., 2006: On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods on field observations, *Hydrology and Earth System Sciences*, 10, s.101-112
- VÄGVERKET, 2008: VVMB 310 HYDRAULISK DIMENSIONERING, 2008.61, VÄGVERKET TRYCKER, BORLÄNGE, 68 s.
- WSP ENVIRONMENTAL, 2009: Skottorps vattentäkt, förslag till Skyddsområde.



European Union



The European Regional Development Fund

*Investing in the future
by working together for a
sustainable and competitive region*

The Interreg IVB
North Sea Region
Programme

