



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R93:1978

A 146

**Kustnära
strömningsproblem**

**Utveckling av undersöknings-
och analysmetoder**

**Hans Hanson
Lennart Jönsson**

Byggforskningen

R93:1978

KUSTNÄRA STRÖMNINGSPROBLEM

Utveckling av undersöknings- och analysmetoder

Hans Hanson
Lennart Jönsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770549-9 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för teknisk vatten-
resurslära, LTH, Lund.

I Byggnadsforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Nyckelord:

kuster
havsströmmar
enkäter
kommuner
sanddrift
vattenkvalitet

UDK 532.5
551.46

R93:1978

ISBN 91-540-2936-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 858803

INNEHÅLL

1	BAKGRUND	5
2	PROJEKTETS SYFTE	6
3	PROJEKTETS UPPLÄGGNING	7
4	PRESENTATION AV SVARSMATERIALET	8
4.1	Sand- och tångvandring	8
4.2	Vattenomsättning	11
4.3	Övrigt	14
5	KOMMENTAR TILL UNDERSÖKNINGEN	15
5.1	Materialtransport	15
5.2	Vattenkvalitet	15
5.3	Kommunernas intresse	16
6	METODER ATT STUDERA DE FRAMKOMNA STRÖMNINGSPROBLEMEN	17
6.1	Materialtransport	17
6.2	Vattenomsättning	18
	FIGURER	21

1 BAKGRUND

Kustnära vattenområden utnyttjas för olika ändamål och utsätts för olika typer av ingrepp. Det kan gälla aktiviteter såsom

- rekreation, bad
- fiske
- hamnutbyggnader
- utfyllnadsarbeten
- täkt- och muddringsverksamhet

Vattenområdet kan också fungera som recipient eller som källa för kylvattenförsörjning.

De strömningsmässiga förhållandena i vattenområdet är därvid en mycket viktig faktor att ta hänsyn till. Strömningsmönster och mer allmänt hydrografen är kopplad till kraftpåverkan på konstruktioner såsom pirar, rör, vågbrytare, transport av sand, grus, transport och utspädning av olika typer av föroreningar, hamnanläggningars funktion, utformning av utfyllnader osv. Kännedom om strömförhållandena utgör också en nödvändig bas för bedömning av det hygieniska, fysikaliska och biologiska tillståndet i vattenområden, befintliga eller efter ingrepp.

Från främst kommunalt håll har visats stort intresse för dylika kustnära strömningsproblem vilket har manifesterats genom att kommuner i många fall har sökt samarbete med bl a tekniska högskolor i en rad konkreta projekt, exempelvis

- testning av alternativa hamnutformningar i Ystad
- vattenomsättningsstudie i Lommabukten föranledd av planerad utfyllnad i samband med deponeringsanläggning och hamnutbyggnad
- vattenomsättningsstudie vid Landskrona i samband med utfyllnader och avloppsvattenutsläpp
- inverkan av vägbank på vattenomsättningen i Blekinge skärgård

I framtiden kommer säkerligen de strömningsmässiga förhållandena i kustnära vattenområden att tillmätas än större betydelse. Härför talar faktorer såsom ett ökat utnyttjandetryck på många vattenområden, intressekonflikter mellan olika utnyttjandeformer av vattenområden, skärpta krav på vattenkvaliteten, ingrepp i större skala i vattenområden. Dessa frågor är i stor utsträckning kommunala angelägenheter. De kommunala myndigheternas behov av noggranna och tillförlitliga undersöknings- och analysmetoder för kustnära strömningsproblem bör således bli än mer uttalade i framtiden.

Mot bakgrund av detta har Institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH, sökt och beviljats medel från Statens råd för byggnadsforskning för att genomföra en enkätundersökning angående Sveriges kustkommuners kustnära strömningsproblem.

2 PROJEKTETS SYFTE

Projektet syftade till att ta fram information för bedömning av omfattning och art av fortsatt utvecklingsarbete vad gäller undersöknings- och analysmetoder för kustnära strömningsproblem, främst inom kommunernas verksamhetsområden. I projektet skulle dessutom kommunernas intresse att ekonomiskt bidra till dylikt utvecklingsarbete undersökas.

3 PROJEKTETS UPPLÄGGNING

För att erhålla information om kommunernas problem vad gäller kustnära vattenområden utfördes inventeringsarbete i form av enkätundersökningar. Därvid avsågs ett studium av samtliga berörda kommuner i Sverige. Som underlag för den mer omfattande undersökningen gjordes förberedande intervjuundersökningar i ett antal kommuner i sydligaste Sverige, varvid främst personer knutna till hamnförvaltningar, gatukontor, hälsovårdsnämnder besöktes. Intervjuerna koncentrerades till följande frågor:

- omfattningen av kommunala problem med anknytning till kustzonen
- angelägenhetsgradering av problemen
- kommunernas intresse att stödja utvecklingsarbete rörande kustnära strömningsproblem

Med stöd av erfarenheterna från intervjuundersökningen utformades ett enkätformulär som skickades ut till resterande kustkommuner. De här framkomna strömnings- och vågproblemen kunde hänföras till några olika kategorier varefter en värdering av möjligheten att tillämpa befintliga modellansatser och undersökningsmetoder utfördes.

4 PRESENTATION AV SVARSMATERIALET

I Sverige finns cirka 70 kustkommuner vilka samtliga tillfrågades. Svar erhöles från 34 kommuner (~ 49 %) fördelade längs Sveriges kust från Haparanda till Lysekil med tyngdpunkt på södra Sverige (från Karlskrona till Göteborg). För tre av dessa har uppgifterna lämnats av grannkommunen (Kungsbacka, Falkenberg och Skurup). Figur 1 visar Sveriges kommunindelning med punktmarkering för de kommuner som lämnat information.

De vid inventeringen framkomna strömningsproblemen kan grovt indelas i följande grupper:

- sand- och tångvandring
- vattenomsättning
- övrigt

I det följande ges en kortfattad beskrivning av alla de strömningsproblem som framkom vid inventeringen.

4.1 Sand- och tångvandring

Trelleborgs kommun: (113)^X

Vid tre småhamnar transporteras sand och tång in i hamnarna med uppgrundning som följd. Detta kräver återkommande muddringsarbeten till en årlig kostnad av cirka 100.000:--.

Ystad kommun: (115)

Sandinträngning i Kåseberga fiskehamn, muddringskostnad cirka 30.000:--/år. Utbyggnad alternativt ombyggnad planeras för denna hamn.

Stranderosion vid Ystad Sandskog och Löderups strandbad. Det förstnämnda har hjälpligt åtgärdats med groins. Vid Löderup satsas årligen cirka 10.000:-- på strandrestaurering dock helt utan framgång. Det kan också nämnas att ett flertal sommarstugor har underminerats och förstörts.

Skurups kommun: (114)

Sand- och tångtransport in i Abbekås hamn.

Simrishamn kommun: (90)

Sandinträngning i tre småhamnar, som nödvändiggör muddring 1 - 2 gånger per år. I två av dem, Kivik och Vitemölle, har öppning tagits upp i ena pirarmen så att en viss genomströmning har möjliggjorts. Detta har motverkat sandansamlingen i viss utsträckning.

Inseglingssäcken till Skillinge hamn fylls igen regelbundet utanför hamnen.

Planer på byggande av ny småbåtshamn i anslutning till Simrishamns stad. Osäkerhet föreligger beträffande utformningen med hänsyn till sandtransporten.

^X Siffrorna hänför sig till beteckningarna i figur 2.

Sölvesborgs kommun: (88)

Planer på byggande av småbåtshamn i Norge. Muddringsarbeten erfordras och igensandning befaras.

Karlshamns kommun: (87)

Revisionsmuddring krävs i innerhamnen av starkt förorenat bottenmaterial. Viktigt att kunna förutsäga vart muddermassorna sprids efter tippning i havet. Detsamma gäller för planerad nymuddring i innerhamnen.

Karlskrona kommun: (85)

Sunna kanal har slammat igen p g a äldre, kommunala utsläpp. Då dessa numera är högradigt renade planeras en muddring av kanalen. Möjligheten att tippa muddermassorna i havet sammanhänger därvid med risken för spridning av de förorenade massorna.

Kristianstads kommun: (92)

Tång ansamlas på flera ställen längs stränderna, bl a badstranden vid Tället i Åhus.

Problem med sanddrift förekommer bl a vid Helgeås utlopp. Detta har tidigare lett till en uppgrumling av Helgeå i anslutning till utloppet. Problemet är mindre numera då pirar byggts ut i cirka 100 m i havet på ömse sidor om utloppet. Sanddriften orsakas av nord-sydliga strömmar i Hanöbukten. Pirarna har kontinuerligt förstärkts under 70-talet men bl a p g a strömmarna har blocken sjunkit.

Vellinge kommun: (112)

Erosion av sandstränderna från Falsterbohus till Ule Nabbe, en sträcka omfattande cirka 4 km utgör ett allvarligt problem. Erosionstakten har accelererats under de senaste tio åren trots försök till motåtgärder (slipers som groins). Erosion förekommer även vid Kämpinge - populärt havsbad. Viss ackumulation av sand förekommer vid Skanör men eftersom industriell sandsugning pågår i området erfordras ingen muddring.

Malmö kommun: (111)

Sandigensättning sker i de två inseglingsrännorna till Malmö hamn. Muddringskostnaderna uppskattas till mer än 100.000 kr/år. Vid Ribersborgs badstrand måste sand tillföras varje år p g a erosion.

Helsingborgs kommun: (104)

Sand tränger in i Domstens hamn. Som trolig orsak anges transport av suspenderad sand över pirarna. För att motverka denna transport avser man bl a att öka pirarnas höjd. Tång fastnar i intaget för kylvatten till en industri vilket kan resultera i drifts-avbrott. Tångansamling sker även vid badstränderna i norra Helsingborg. En åmynning söder om Helsingborg sandar igen emellanåt med översvämning som följd.

Laholms kommun: (121)

Laholmsbukten är ett populärt fritidsområde där det redan nu råder brist på småbåtshamnar och denna brist torde accentueras i framtiden. Lagans mynningsområde är därför tänkt att i framtiden utnyttjas för fritidsbåtar. Vid utformningen av hamnen måste därvid stor hänsyn tas till den kraftiga sandtransporten i området. Ett

problem därvid är att mynningen grundas upp vid vissa väderlekssituationer så att båttrafik omöjliggöres.

Halmstad kommun: (120)

Sand ansamlas i inseglingrännan till Halmstad hamn så att muddring fordras vid pirhuvudet. Kostnaden uppskattas till cirka 100.000 kr/år.

Badstranden norr om Nissans utlopp slammar igen. Den troliga orsaken är slam som transporteras med Nissans vatten. Kommunen uttryckte önskemål om samarbete inom en snar framtid med syfte att klarlägga strömningsförhållandena i området och finna lösningar till olägenheterna. Några småbåtshamnar, exempelvis Långanäs, behöver muddras regelbundet p g a sandinträngning. Planer på anläggning av nya småbåtshamnar samt utvidgning av ett par befintliga föreligger också och därvid måste utformningen anpassas till materialtransporten i området.

Falkenbergs kommun: (122)

I Stensjö planeras utvidgning av småbåtshamn varvid sandvandringsproblem befaras. Inseglingrännan till Falkenbergs hamn är utsatt för uppgrundningsproblem. Muddring fordras även i innerhamnen. Kostnaderna torde överstiga 100.000 kr/år.

Varbergs kommun: (123)

Stora mängder tång kastas upp varje år på stranden vid Varbergs fästning. Under den varma årstiden medför detta svåra luktproblem varför tången måste bortforslas till en kostnad av cirka 10.000 kr/år. Någon lösning på problemet har ännu inte framkommit.

I Träslövsläge har gjorts en utfyllnad med slänt av främst sprängsten. Vid kraftig bläst trycks tången upp på land där den sedan ruttar vilket förorsakar obehaglig lukt i angränsande villabebyggelse. Kommunen anser att tången fastnar i slänten p g a dess skrovlighet och branta lutning. Man avser därför att jämna till slänten samt att göra den flackare varvid tången antingen transporteras tillbaka i havet eller spolats upp på land så att den samlas upp.

Öckerö kommun: (129)

På såväl Öckerö som Hönös västsidor har man problem med erosion. I sandfyllda vikar tenderar bottenstrukturen att bli stenig. Orsaken anses vara en utbyggnad av vågbrytande stenpirar som medfört att strömningsmönstret i badvikarna ändrats. På Hönö planeras bortforsling av utlagd stenpir i syfte att undersöka om detta kan inverka på materialtransporten i badviken.

Torsås kommun: (81)

Mindre problem med tångansamling på två badstränder.

Umeå kommun: (257)

Slamavsättningar förekommer vid Umeå hamns kajer i anslutning till Umeälvens nedre del. Muddring erfordras vart tionde år till en kostnad av cirka 100.000 kronor.

Luleå kommun: (273)

I Jämtöälven, vid Jämtön, förekommer sanddrift i förening med erosion. Landhöjningen och därmed successivt sjunkande vattennivå vid älvutloppet medför att strandformationerna av typen nipor blir instabila. En tidigare, relativt djup älvfåra håller snabbt på att uppgrundas till ett delta. Uppgrundningen kombinerad med igenväxningen medför svårigheter att ha båtar för fiske och fritid. Slam- och sandavsättningar är vanliga vid mynningar till vattendrag i kommunen.

Vanligaste problemet vid byggande i vatten är de mäktiga sedimentlagren med omfattande muddring som följd. Utfyllnader eller muddertippar på land är svåra att genomföra p g a dålig markhållfasthet.

Haparanda kommun: (278)

Slamavsättning förekommer nedströms Keräsjokiåns mynning mot Bottniska viken. Man har även problem med igensättning av upp- muddrad farled till fiskehamn i Nikkalaviken.

4.2 VattenomsättningTrelleborgs kommun: (113)^x

Vid Dalabadet öster om Trelleborg hade man under en lång följd av år dålig vattenkvalitet vilket menligt inverkade på möjligheten att utnyttja badet. I slutet av 60-talet byggdes den kommunala vattenreningen ut varefter förhållandena vid Dalabadet förbättrades. 1970 erhöles dock en plötslig försämring av vattenkvaliteten i samband med muddring av starkt förorenade massor i Trelleborgs hamn. De följande åren förbättrades åter vattenkvaliteten för att 1977 plötsligt åter försämrats. Orsaken härtill är ännu okänd. I sammanhanget kan noteras att en starkt förorenad å, Dalköpingeån, mynnar i närheten samt att utsläpp från ett stort antal hushåll också sker utanför Trelleborg. Öster om Dalabadet har aldrig dålig vattenkvalitet rapporterats.

Sölvesborgs kommun: (88)

Ett flertal utsläpp förekommer i Sölvesborgsviken. Vid västra stranden mynnar ett kommunalt avlopp omfattande hela Listerlandet samt delar av Bromölla kommun. Vid östra stranden sker utsläpp från Mjällby stärkelsefabrik. På ömse sidor om viken ligger två massafabriker, Mörrum i norr och Nymölla i söder. De senaste åren har vattenkvaliteten i området - speciellt vikarna såsom Sölvesborgsviken, Pukaviksbukten - försämrats med ökade mängder tång och gräs som följd.

I området bedrivs ett betydande fiske av främst lax och ål och man är bekymrad över utsläppens inverkan på fiskebeståndet. Stor oklarhet råder därvid om de olika utsläppens betydelse för ovan nämnda olägenheter. Koncession har nyligen beviljats för utbyggnad i Sölvesborgs yttre hamn men från naturvårdshåll är man orolig för effekten på vattenomsättningen. Utbyggnaden försvårar nämligen vattenutbytet mellan inre hamnen och Sölvesborgsviken. Stärkelsefabrikens ansökan om koncession för fortsatt utsläpp har avslagits och Nymölla massafabriks koncessionsansökan om fortsatt utsläpp

^x Siffrorna hänför sig till beteckningarna i figur 3

är under behandling. Från kommunalt håll betonades synpunkten att en större kunskap om vattenrörelser och spridningsmönster skulle medföra en säkrare bedömning av koncessionsansökningar.

Karlshamns kommun: (87)

Även här befaras utsläpp från Mörrums bruk ha negativ effekt på fisket. Algblandning förekommer över stora områden och orsaken misstänks vara utsläpp från Karlshamns fettfabrik i kombination med varmvattenutsläpp från Karlshamnsverket.

Karlskrona kommun: (85)

Utanför Karlskrona avskärmar skärgårdsöarna ett vattenområde från Östersjön, ett förhållande som förstärks genom ytterligare ingrepp såsom vägbankar och militära fördämningar. Härigenom reduceras vattenutbytet markant. Detta har försämrat vattenkvaliteten med ökad igenväxning som följd. För att kunna förstå effekten av såväl ytterligare utsläpp i skärgården som åtgärder för att förbättra vattenutbytet erfordras en ökad förståelse för områdets hydrografi och vikten av detta underströks från kommunalt håll. Speciellt utsatta härvidlag är Nordsjön och Nättrabyfjärden. Man planerar för närvarande att öppna en kanal till Nordsjön från Östra fjärden men osäkerhet råder om storleken på denna kanal för att tillfredsställande vattenomsättning skall erhållas.

Malmö kommun: (111)

Lommabukten norr om Malmö har redan nu vissa problem med vattenkvaliteten. Detta sammanhänger dels med den dåliga vattenomsättningen och dels med att bukten är recipient för såväl kommunalt utsläpp som tre förorenade åar.

Detta betyder att ytterligare utsläpp och andra ingrepp kan få betydande konsekvenser för vattenkvaliteten. Det är emellertid ett starkt önskemål att vattenkvaliteten upprätthålles då Lommabukten är utnyttjad för rekreatiönsändamål. Önskemål om ny småbåtshamn i bukten har under senaste åren växt sig allt starkare och vaga planer finns därför på en småbåtshamn i anslutning till en konstgjord ö i buktens södra del. Det är därvid viktigt att utfyllnaden utformas så att vattenomsättningen inte försämras ytterligare. Tidigare har andra utfyllnader (för industriändamål bl a) planerats varvid effekten av dessa på vattenomsättningen studerats i fysisk modell.

Planer finns för närvarande också på en utfyllnad i Limhamn i södra Malmö för erhållande av industrimark. Därvid befaras nordgående kustströmmar avlänkas på sådant sätt att vattenomsättningen vid en badplats norr om utfyllnaden blir försämrad.

Landskrona kommun: (106)

Landskrona kommun har planerat att muddra och fylla ut områden i anslutning till hamnen för framtida industriutbyggnad. Dessutom har Supra AB avsett att lägga upp gips inom ett invallat område nära hamnen. Ingreppen påverkar strömningsförhållandena i området och en viktig faktor att ta hänsyn till var därvid vattenomsättningen i de grunda partierna öster om utfyllnaderna. Effekterna har studerats med matematiska modeller.

Supra AB har ansökt om tillstånd att släppa ut hexafluor-kiselsyra i Öresund. För att bedöma effekterna på växt- och djurliv har utspädnings- och spridningsberäkningar gjorts. Det initiella utspädningsförloppet kan beräknas relativt väl medan starkt idealiserade förhållanden om recipientströmmar måste antas om det fortsatta spridningsförloppet. Från hälsovårdsnämndens sida framfördes starka önskemål om att kunna ta hänsyn till inverkan av mer realistiska strömningsförhållanden i recipienten. Man befärade således att en koncentrationsförhöjning skulle kunna inträffa vid strömkantring med en icke förutsedd effekt på det biologiska livet som följd.

Laholms kommun: (121)

Under senare år har den dåliga vattenomsättningen i Laholmsbukten medfört en årligen återkommande kraftig algblomning, speciellt i de södra delarna. Vissa år har ett tjockt täcke av alger bildats med en längd av cirka 4 km och en bredd av cirka 200 m från stranden och utåt. Då bukten är starkt utnyttjad för rekreatiönsändamål är algblomningen naturligtvis ett mycket stort problem. För att bringa klarhet i orsaken till algblomningen har bl a SMHI engagerats i en stort upplagd fältundersökning med syfte att kartlägga strömningsförhållandena i området men några säkra slutsatser har ännu inte kunnat dragas. I Laholmsbukten mynnar två vattendrag, Stensån och Lagan, vilka är mycket kväverika. Dessutom förekommer kommunala utsläpp. Man misstänker att också förorenat Öresundsvatten kan strömma in i bukten och bidra till den dåliga vattenkvaliteten.

Varbergs kommun: (123)

Sedan en vågbrytare vid Varbergs fästning färdigställdes år 1973 har en ökad växtlighet iakttagits i vattnet norr om vågbrytaren. Den förut sandiga botten är nu täckt av gyttja.

Lysekils kommun: (135)

Kommunen har för närvarande två pirbyggen för småbåtshamnsändamål i gång och ett planerat. Dessa befaras ge upphov till vattenomsättningsproblem då de alla innebär invallning av tidigare öppna vikar och sund.

Söderhamns kommun: (233)

Inom Söderhamns kommun finns två närliggande men till sin karaktär olika vattenkvalitetsproblem. Det ena gäller avloppsutsläpp från cellulosaindustrier i Ljusnefjärden där spridningsbilden påverkas dels av älvströmmen med tillhörande returströmmar och dels av vindinducerade ytströmmar. Vid särskilt utpräglad havsbris med nordlig avlänkning av ytströmmen skulle ytligt avloppsvatten komma att transporteras till skärgårdsområdet norr om Ljusnefjärden och där ytterligare påverka det redan avloppsbelastade området med sin i övrigt betydligt lägre vattenomsättning. Ytterligare industrier förväntas bli lokaliserade till Ljusnans mynningsområde.

Det andra gäller Söderhamnsfjärden som också den är mottagare av avloppsvatten från främst cellulosaindustrier. På grund av den utanförliggande skärgården och fjärdens grundare djup blir utsläppen så dåligt utspädda att strömningsfisket av smakskäl måste flyttas successivt längre ut i ytterskärgården på senare år.

Vid högvatten misstänker man dessutom att förorenat vatten strömmar in i ett grunt sund och där påverkar badvattnet för en kommunal badplats och i sundet blivande naturreservat för sjöfågellivet. Även här kan ytterligare industriutbyggnad komma att ske.

Härnösands kommun: (243)

Strax söder om kommunen mynnar Indalsälven och Ljungan. Inom den kustregion som omfattas av dessa älvars mynningsområden utnyttjas vattenområdet sedan länge som recipient för såväl industriellt som kommunalt avloppsvatten. Enligt fysiska riksplanen finns dessutom inom denna region flera platser som är möjliga för etablering av miljöstörande industri. Vid bedömning av framtida verksamhetsetableringar och detaljutformning av bl a avloppsvattenutsläpp saknas dock för närvarande uppgifter om recipientens tillstånd och kapacitet i stort. Kommunen anser det därför mycket angeläget att beslutsunderlag om bl a recipientförhållandena upprättas som hjälp vid bedömning av framtida industrilokaliseringar.

Luleå kommun: (273)

Den pågående landhöjningen medför att drygt ett tiotal innerfjärdar inom Luleå kommun blir grundare. Härigenom minskar vattenomsättningen med vattenkvalitetsförsämring och igenväxning som följd. Uppgrundade och igenväxande fjärdar nära stadsbebyggelsen utgör kostsamma impediment. Svårigheter uppstår för bad, båttrafik, fritidsfiske och annan rekreation som i stället får ersättas på annat sätt. Kostnaderna är stora men svåra att uppskatta.

4.3 Övrigt

Trelleborgs kommun:

Efter en utvidgning av hamnen med två pirar 1974 uppstod vid speciella meteorologiska situationer besvärande vågrörelser i SJ:s båda tåg färjelägen. Fältmätningar har företagits av vågrörelser i och utanför hamnen med syfte att klarlägga orsakerna. Därvid kom man fram till ett antal tänkbara åtgärder såsom ändrad utformning av färjeläge, förtöjningar och inseglingränna. Effekten av dessa åtgärder studeras för närvarande i fysisk modell.

Karlshamns, Helsingborgs, Kristianstads och Malmö kommuner:

Mindre problem med vågrörelser i hamnarna. Någon närmare specificering har inte angivits.

Karlskrona kommun:

Ett projekt har startats med syfte att förse ett antal skärgårdsöar med kommunalt vatten. Därvid måste ledningar dras genom vattenområden med stark ström och vågbildning. Stor osäkerhet råder om de krafter som vågor och strömmar utsätter ledningarna för.

Karlshamns kommun:

För Karlshamnverket har det in- och utgående kylvattnet kortslutits vid ett flertal tillfällen. Dessutom har muddersuspensioner och olja följt med kylvattnet.

5 KOMMENTAR TILL UNDERSÖKNINGEN

Utifrån enkätundersökningen framkom att två problemområden är helt dominerande på det kommunala planet, nämligen materialtransport och vattenkvalitet. Dessa områden kan förväntas bli viktiga även i framtiden.

Mycket talar dessutom för att strömningsproblem förekommer i betydligt större omfattning än vad som framkommit i denna undersökning. Många kommuner anser sig inte ha resurser att medverka i sådana här enkäter med följd att de antingen inte svarar eller uppger att de inte har några problem. En anledning till den höga svarsprocenten i södra Sverige är att personliga besök företagits i de flesta kommuner mellan Karlskrona och Halmstad. Samtliga av dessa hade problem medan endast en kommun av de övriga lämnade skriftligt besked om kustproblem.

5.1 Materialtransport

Mycket stora kostnader är förbundna med muddringsarbeten i hamnar. Som exempel kan nämnas att muddringskostnaderna för en liten hamn, exempelvis Gislövs läge i Trelleborg, uppgår till cirka 50-100 tusen kronor per muddringstillfälle medan motsvarande kostnad för en större hamn, av typ Halmstads hamn, ligger på en miljon eller mer. Till dessa utgifter kommer också kostnader för att hamnen inte kan användas i full utsträckning.

Den ökade fritidsaktiviteten medför en ökad efterfrågan på nya hamnar men också ett allt större tryck på befintliga hamnar och badstränder. Det är därför av största betydelse att dessa fungerar tillfredsställande.

Efter hand som hamnar byggs ut med pirarmar allt längre ut från kusten kommer de att få en successivt större inverkan på den kustparallella materialtransporten. En sådan utbyggnad kan få ödesdigra konsekvenser för omgivande kuststräckor inom såväl ackumulations- som erosionsområden. Små hamnar utsatta för ackumulation kommer att fyllas med sand medan andra kommer att få stabilitetsproblem för sina pirarmar.

För vinnande av industrimark kommer man liksom nu att i framtiden få göra utfyllnader i havet. Detta gäller främst landets tätbefolkade delar. Den motsatta åtgärden, sand- och grusupptagning från havsbotten, förväntas öka väsentligt i framtiden genom ett ökat intresse från industrin att utvinna havssand. Den ökade kunskapen rörande sandens kvalitet och kvantitet bidrar också starkt till ett allt större intresse. För utfyllnader eller täkter i inte allt för liten skala är det emellertid av största betydelse att konsekvenserna av åtgärden är klarlagd.

5.2 Vattenkvalitet

Under senare år har vattenkvaliteten runt våra kuster fått en allt större betydelse. Detta hör naturligtvis ihop med ett ökat miljömedverkande men också med att effekterna av olika typer av utsläpp gör sig allt mer gällande. Med begränsade ekonomiska resurser måste man ha ett tillförlitligt instrument, dvs bra prognosmetoder, för en optimering av insatserna.

I samband med koncessionsansökningar uppfattar man från många kommuner beslutsunderlagen som något bristfälliga. Vid åtgärder av liten omfattning kan man i allmänhet göra en bedömning av effekterna direkt utifrån tidigare erfarenheter, medan man vid större ingrepp låter göra en ordentlig undersökning med möjligheter till prognos. Det är härvid nödvändigt att man tittar på större områden än tidigare och på detta sätt bestämmer hur olika t ex utsläpp samverkar inom ett större område och även ställer denna totaleffekt i relation till de olika aktiviteter som är knutna till vattenområdet.

Från kommunalt håll har också framkommit en osäkerhet rörande olika reningsåtgärders inverkan på vattenkvaliteten. Det gäller här att hitta en riktig avvägning mellan hur mycket föroreningar som ska släppas ut i recipienten och hur mycket man har möjligheter att ta hand om på land.

5.3 Kommunernas intresse

De kommuner i undersökningen som har uppgivit att de har problem har också uttryckt sitt intresse angående utveckling av metoder att komma till rätta med dessa. Då kustzonen emellertid utgör rekreationsområde för många människor utanför kustkommunerna är man från de flesta håll inte beredda att med kommunala medel stödja ett sådant utvecklingsarbete. Man ser det i stället som en regional, och i vissa fall statlig, angelägenhet.

6 METODER ATT STUDERA DE FRAMKOMNA STRÖMNINGSPROBLEMEN

I detta avsnitt värderas möjligheten att tillämpa befintliga modellansatser och undersökningsmetoder på de kustnära strömningsproblem som framkommit vid inventeringen. Dessutom diskuteras de områden där utvecklingsarbete i första hand bör sättas in.

6.1 Materialtransport

Vid konstruktion av hamnar, pirar etc i kustnära områden med materialtransport måste denna transport beaktas ur flera synvinklar. Konstruktionen måste utformas så att dess funktion inte äventyras av sandtransporten - exempelvis genom uppgrundning av hamnen. Dessutom är det viktigt att kunna bedöma konstruktionens inverkan på materialtransporten i stort - risk kan exempelvis föreligga att närliggande badstränder eroderas.

Som underlag för projekteringsarbetet krävs ingående kunskaper om strömningsmönster, vägklimat, sandtransport till storlek och riktning under olika väderförhållanden. Denna information kan erhållas genom långvariga och detaljerade fältmätningar vilket emellertid blir dyrbart. Härvid föreligger naturligtvis möjligheten att intressanta strömningssituationer inte inträder under fältmätningssperioden. Bestämning av sandtransporten är i sig en svår uppgift. Ansatser finns i form av enkla modeller som bygger på att viss del av vägen utnyttjas för materialtransporten. Andra och potentiellt mer tillförlitliga metoder baseras på möjligheten att spåra sandens rörelser i fält. Därvid kan sandmärkning med färg eller radioaktivt material användas. Metoden är dock ganska ovanlig i Sverige och har hittills endast utnyttjats för studium av sandens småskaliga rörelser (nägra tiotal metoder).

I vissa fall kan också transportvägarna kartläggas med utgångspunkt från sandens sammansättning.

För att få en ur materialtransportsynpunkt lämplig utformning av konstruktionen utnyttjas sedan tumregler baserade på lång erfarenhet av liknande konstruktioners funktion i likartad miljö. Förutsägelseerna om samverkan mellan konstruktion och materialtransport är dock mycket osäkra eftersom de littorala och hydrografiska förhållandena aldrig är identiska på olika platser. En säkrare bedömning av konstruktionens funktion skulle erhållas om större hänsyn kunde tas till samverkan mellan lokal topografi, konstruktion, strömmar, vågor och materialtransport.

Utnyttjandet av fysiska modeller har en lång tradition som ett hjälpmedel vid studium av strömningstekniska problem vid exempelvis vattenkraftutbyggnader. Även vågrörelser i hamnar kan studeras på detta sätt. Man har också utomlands byggt skalmodeller där materialtransporten har inkluderats. Rent allmänt kan emellertid sägas att resultaten från sådana försök får tolkas med stor försiktighet. Materialtransport är ett komplicerat fenomen vilket är omöjligt att modellera under iakttagande av alla relevanta modellregler. Ofta tillgrips således förställda modeller och sanden modelleras med lättare och större korn. Dyliga åtgärder medför dels att omfattande kalibreringsarbete krävs innan modellerna kan köras och dels att stor erfarenhet krävs av liknande modellarbeten vid utvärdering av modellresultat rörande materialtransporten. Fysiska modeller bedöms således inte som någon särskilt lovande eller utvecklingsbar metod att studera materialtransportproblem i Sverige.

En möjlighet att förbättra analysmetodikerna vid materialtransportproblem ligger i utnyttjandet av olika numeriska strömningsmodeller. Därvid kan exempelvis de s k shallow water ekvationerna för tvådimensionell strömning kopplas till en beskrivning av vågorna och deras eroderande och materialtransporterande egenskaper. Strömningsmodellen ger en uppfattning om strömningsmönstret i området kring konstruktionen. Härigenom kan områden med höga hastigheter och därmed förknippade risker för erosion identifieras liksom områden med låga hastigheter och risk för sandansamling. Vattenströmmens erosions- respektive depositionsbenägenhet sammanhänger också med mängden transporterat material. En uppskattning av denna skulle kunna erhållas ur beräkning av de mot kusten infallande vågornas spektrum samt dessa vågors refraktion och diffraktion på grunt vatten.

En kännedom om strömningsmönstret är också väsentlig för utformningen av hamnlopp med avseende på sandinträningen.

Strömningsmodeller kan också utnyttjas som ett medel att öka förståelsen av sandtransportens mekanismer. Genom rekonstruktion av strömningsmönstret vid speciella tillfällen med sandansamling eller erosion kan olika hypoteser om materialtransporten testas.

6.2 Vattenomsättning

Vattenomsättning syftar på den typ av frågor och problem där kunskapen om vattnets strömningsmönster är en viktig faktor vid analys av vattenkvaliteten. Problemen är av skiftande slag och kan exemplifieras av

- inverkan av utfyllnader på vattenomsättningen. Finns risk att stagnanta zoner uppkommer
- vad ger ett utsläpp för föroreningskoncentrationer i olika punkter i en recipient under olika recipientförhållanden
- hur samverkar flera föroreningskällor i en recipient

För att besvara denna typ av frågor fordras kunskap om strömningsmönster i vattenområdet, vattnets transporterande och utspädande egenskaper. De intressanta vattenområdena utgörs ofta av begränsade vattenmassor, exempelvis vikar, som i sin tur är mer eller mindre starkt kopplade till större havsområden. Vattenutbytet med dessa havsområden bestämmer ytterst föroreningsnivån i den begränsade vattenmassan och det är således väsentligt att denna utbytesmekanism kan beskrivas.

Vid undersökningar om vattenomsättningsfrågor fordras alltid en insats med fältmätningar. Ström- och utspädningsförhållanden kan kartläggas med strömkors, fasta hastighetsmätare, spårämnen (färg eller radioaktivt material), temperaturmätningar osv. I vissa fall kan tilltänkta utsläppssituationer simuleras i fält med spårämnen. Därvid studeras främst spårämnets uppträdande i fjärrzonen, dvs den zon där recipientens hydrografiska egenskaper styr spridningsförloppet. Fältmätningar kan ge en mycket god och detaljerad bild av strömningsbilden vid de tillfällen då mätningarna utförs. Å andra sidan kan det vara svårt att uttala sig om strömningsförhållandena vid icke mätta tillfällen, och däri innefattas ofta extremsituationer av speciellt intresse för vattenomsättningen. Man skall heller inte underskatta de praktiska svårigheterna att utföra fältmätningar. Det gäller ju bl a att utforma mätprogrammet så att en relevant bild av strömningen erhålles.

Mätningarna blir också ofta dyra med massiva insatser av instrument och personal.

För att få en mer allsidig belysning av ett vattenomsättningsproblem krävs således ytterligare hjälpmedel. En tänkbar metod är därvid utnyttjandet av fysiska modeller. I Sverige har dessa i vattenomsättningsssammanhang framförallt använts vid bedömning av spridningen av kylvatten från atomkraftverken. Fysisk modellering av vattenomsättningsituationer försvåras dock av en rad faktorer såsom att hänsyn kan behöva tas till Corioliskraften, vind, skiktningar. Dessutom är det ofta fråga om vattenområden med stor horisontell utsträckning men litet djup vilket medför förställda modeller.

Under senare år har numeriska strömningsmodeller alltmer börjat användas vid studium av vattenomsättningsfrågor. Vid utsläppsproblem kan ibland närzonen (den zon där utsläppets egenskaper såsom densitet, hastighet ha störst betydelse för spridningen) behandlas med analytiska metoder. Man har dock här svårigheter att ta hänsyn till samverkan mellan utsläpp och topografi. Det fortsatta spridningsförloppet kan lämpligen studeras med hjälp av numerisk strömningsmodell för recipienten. Möjligheter härför finns i viss utsträckning redan nu för vissa typer av recipienter. Matematiska modeller finns utvecklade i Sverige för kustnära strömningar i två horisontella riktningar där hastigheten över en vertikal kan anses som konstant och där vattnets täthet är konstant. En annan typ av modeller gäller kanalliknande strömningar (en horisontell och en vertikal hastighetskomponent) med tillämpning på långsmala vikar (Bråviken), sund (Öresund) etc. Tätheten kan då tillåtas variera över djupet.

Svenska kustvatten är emellertid ofta skiktade i kombination med tvådimensionell strömning i horisontalplanet. I vissa fall ligger sprängskiktet stilla och kan då simuleras med en falsk botten i befintliga modeller. I andra situationer bidrar sprängskiktets rörelser till vattenutbytet (exempelvis Skälderviken) varvid strömning i båda skikten behöver simuleras. Försök till denna typ av beräkningar göres utomlands men metodiken är långtifrån färdigutvecklad.

Erfarenheten visar också att strömningsmönstren har starka tredimensionella inslag vid exempelvis kombinerad inverkan av vind och gradientströmning. Vattenhastigheten visar således en markant förändring i storlek och riktning över djupet. Tredimensionella strömningsmodeller har börjat formuleras utomlands men deras tillämpning befinner sig ännu i sin linda. På lång sikt är det emellertid nödvändigt att tillgripa denna typ av modeller.

Turbulensbeskrivningen är speciellt viktig vid vattenomsättningsproblem eftersom spridning av föroreningar och förekomsten av avskärande vattenområden starkt sammanhänger med de turbulenta förhållandena i vattnet. Idag används i stor utsträckning olika konstanta, turbulenta utbyteskoefficienter vars värden delvis bestäms ur kalibreringsberäkningar. Detta är naturligtvis ett mindre önskvärt förhållande och en utveckling mot bättre turbulensmodeller är angelägen. Utomlands men även i Sverige har mer allmängiltiga modeller för beräkning av turbulenskoefficienter tagits fram. Här kan nämnas den $s_k k - \epsilon$ -modellen från Imperial College, London, vari den turbulenta viskositeten beräknas ur två ekvationer för turbulent rörelseenergi och energidissipationen. Det är angeläget att följa upp idéerna bakom dessa turbulensmodeller och undersöka deras tillämpning på strömningsmodeller för vattenomsättningsproblem.

KOMMUNBLOCK



Figur 1. Kommuner från vilka svar inkommit



Figur 2. Kommuner med ur enkäten framkomna materialtransportproblem

KOMMUNBLOCK



Figur 3. Kommuner med ur enkäten framkomna vattenkvalitetsproblem

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770549-9 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för teknisk
vattenresurslära, LTH, Lund.**

STATENS RÅD FÖR BYGKNADSFORSKNING
SVEDESKA BYGGTJÄNSTEN
SVEDESKA BYGGTJÄNSTEN

R93:1978

**ISBN 91-540-2936-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Art. nr: 6600793

**Abonnemangsgrupp:
V. Anläggningsteknik**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirkapris: 15 kr exkl moms