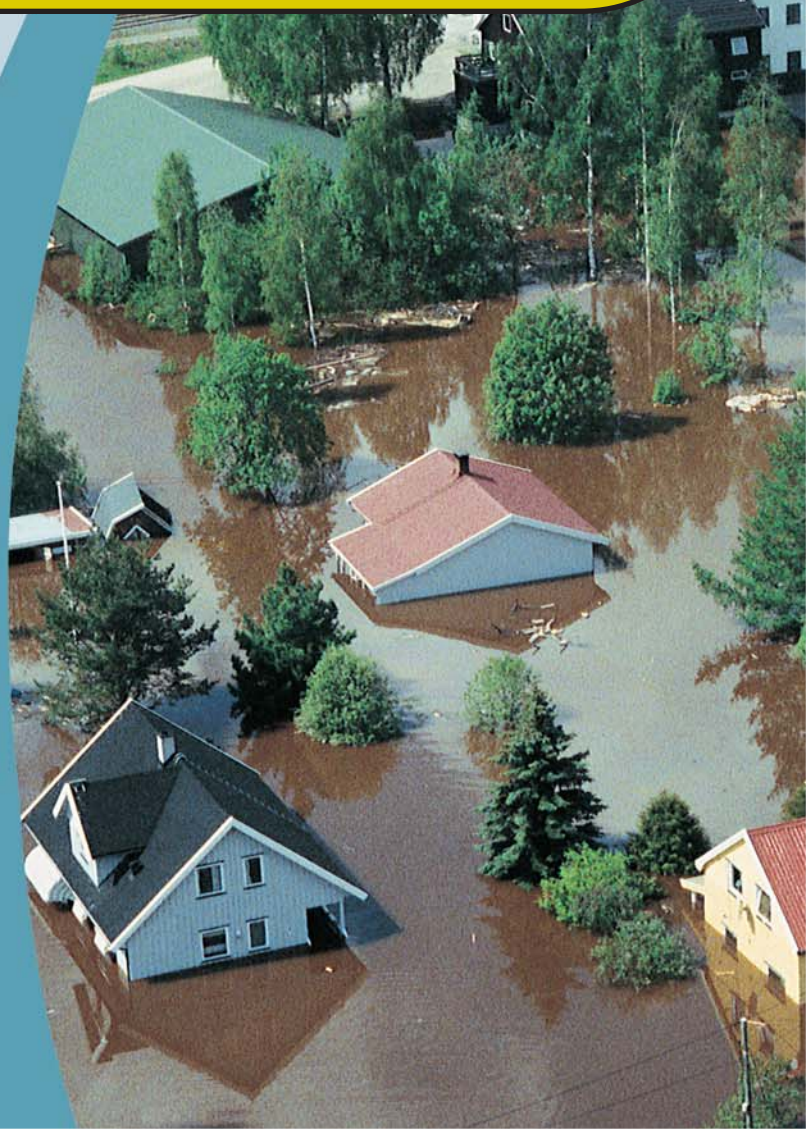


tettsteder



Nils Roar Sælthun og Oddvar Lindholm

Forurensningsproblemer i og fra tettsteder i forbindelse med flom



HYDRA - et forskningsprogram om flom

HYDRA er et forskningsprogram om flom initiert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 1995. Programmet har en tidsramme på 3 år, med avslutning medio 1999, og en kostnadsramme på ca. 18 mill. kroner. HYDRA er i hovedsak finansiert av Olje- og energidepartementet.

Arbeidshypotesen til HYDRA er at summen av alle menneskelige påvirkninger i form av arealbruk, reguleringer, forbygningsarbeider m.m. kan ha økt risikoen for flom.

Målgruppen for HYDRA er statlige og kommunale myndigheter, forsikringsbransjen, utdannings- og forskningsinstitusjoner og andre institusjoner. Nedenfor gis en oversikt over fagfelt/tema som blir berørt i HYDRA:

- Naturgrunnlag og arealbruk
- Skaderisikoanalyse
- Tettsteder
- Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak
- Flomdemping, flomvern og flomhandtering
- Databaser og GIS
- Modellutvikling

Sentrale aktører i HYDRA er; Det norske meteorologiske institutt (DNMI), Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB), Jordforsk, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges Landbruks-høgskole (NLH), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), SINTEF, Stiftelsen for Naturforskning og Kulturminneforskning (NINA/NIKU) og universitetene i Oslo og Bergen. HYDRA is a research programme on floods initi-

HYDRA - a research programme on floods

ated by the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) in 1995. The programme has a time frame of 3 years, terminating in 1999, and with an economic framework of NOK 18 million. HYDRA is largely financed by the Ministry of Petroleum and Energy.

The working hypothesis for HYDRA is that the sum of all human impacts in the form of land use, regulation, flood protection etc., can have increased the risk of floods.

HYDRA is aimed at state and municipal authorities, insurance companies, educational and research institutions, and other organization.

An overview of the scientific content in HYDRA is:

- Natural resources and land use
- Risk analysis
- Urban areas
- Flood reduction, flood protection and flood management
- Databases and GIS
- Environmental consequences of floods and flood prevention measures
- Modelling

Central institutions in the HYDRA programme are; The Norwegian Meteorological Institute (DNMI), The Glommens and Laagens Water Management Association (GLB), Centre of Soil and Environmental Research (Jordforsk), The Norwegian Geological Survey (NGU), The Agriculture University of Norway (NLH), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), The Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS), The Norwegian Institute for Water Research (NIVA), The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF), The Norwegian Institute for Nature and Cultural Heritage Research (NINA/NIKU) and the Universities of Oslo and Bergen.

HYDRA-rapport nr. T05

Forurensningsproblemer i og fra tettsteder i forbindelse med flom

av

Nils Roar Sælthun, NIVA

Oddvar Lindholm, NLH

Forord

Den foreliggende rapporten er produsert som en del av HYDRA-programmets T-prosjekt: Tettsteder, delprosjekt T-8: Forurensning i tettsteder.

Rapporten gir en oppsummering av forurensningsproblemer i forbindelse med flommer, basert på erfaringer fra flommer i Norge og utlandet. Både de viktigste kildene for antropogen forurensning, og virkningene av forurensningen er vurdert. Den favner dermed noe bredere enn prosjektets tittel tilsier - forurensning fra forskjellige typer punktkilder er vurdert, enten de er knyttet til tettsteder eller ikke. Forurensningstilførsler fra diffuse kilder - typisk utvasking av næringsstoffer og pesticider fra landbruksarealer er derimot ikke vurdert.

En god del av informasjonen er hentet fra Internet. Vi har her forsøkt å holde oss til offisielle servere og kryssjekket informasjon, men det er ikke til å komme fra at en del av kildene kan være noe upålitelige. Internett-kildene er stort sett behandlet som vanlige referanser - ofte foreligger de også som trykte rapporter. Enkelte kilder som det foreligger lite tilleggsinformasjon om er bare referert til gjennom fotnoter med URL.

Oslo/Ås, 19. oktober 1999

Nils Roar Sælthun

Oddvar Lindholm

Innhold

	Side
Sammendrag	4
Summary	5
1 Innledning	6
2 Problemstilling	7
3 Forurensningskilder	8
3.1 Utslipp av kloakk	8
3.2 Fyllinger, deponier og sedimentasjonsdammer	8
3.3 Olje	9
3.4 Kjemikalier	11
3.5 Kadavere	12
4 Konsekvenser	13
4.1 Vannforsyning	13
4.2 Helseproblemer forårsaket av forurenset drikkevann	13
4.3 Andre helseproblemer	14
4.4 Miljøskader	14
4.5 Opprydding	14
5 Tiltak	16
5.1 Tiltak før, under og etter flom	16
5.2 Risiko- og sårbarhetsanalyse	16
5.3 Overvåkning og sikring under flom	17
5.4 Spesielle tiltak	17
5.5 Informasjonsspredning	17
5.6 Oppryddingsfasen	18
6 Konklusjoner	19
Referanser	20
Tidligere utgitt i HYDRA-serien	22
Vedlegg	24
"A Prevention Guide to Promote Your Personal Health and Safety", US Department of Health and Human Services	

Sammendrag

Rapporten tar for seg forurensninger og effekter av forurensninger i tettsteder i forbindelser med flom. De viktigste forurensningskildene som beskrives er urensset kloakk, utvasking av fyllinger, deponier og sedimentasjonsdammer for gruveavfall (avgangsdammer), samt olje- og kjemikalie-spill. Typiske effekter er vannforsyningsproblemer, infeksjonssykdommer og helsefare i forbindelse med opprydding etter flommer. Videre diskuterer rapporten tiltak før, under og etter flom, særlig risiko- og sårbarhetsanalyser, og informasjonsspredning.

Hovedkonklusjonene er at forurensning under flommer bare utgjør et moderat helseproblem i det moderne samfunn, i alle fall så lenge ikke flomhendelsen blir så stor at den fører til massivt sammenbrudd av infrastrukturene. Vanligvis er problemene og farene svært "synlige" under flommer, og dermed lette å oppdage. Sikker drikkevannforsyning er den viktigste faktoren for å unngå helseproblemer, og vanligvis kan nødforsyning av drikkevann nokså enkelt etableres ved problemer eller sammenbrudd i den normale vannforsyningen. Det største problempotensialet ligger sannsynligvis i privat vannforsyning til enkelthusholdninger, der det er større mulighet for at problemer ikke oppdages i tide.

En faktor som bidrar til å avhjelpe forurensningsproblemer under flom er den store fortynningen, særlig i større elver. Virkninger av punktutslipp av kloakk, olje og kjemikalier er dermed gjerne mindre under flom enn i lavvannsperioder. Imidlertid kan konsentrasjonene bli store i oversvømmelsesområder som er kjennetegnet av stillestående vann og store lokale forurensningstilførsler. Typiske eksempler er tettsteder bak oversvømte flomverk, og innendørs i hus og kjellere som er satt under vann. I slike situasjoner bidrar forurensninger i stor grad til problemene, plagene og helsefaren knyttet til oppryddingen.

Et av de viktigste tiltakene for å redusere faren for helseskader under og etter flommer er godt gjennomførte og risiko- og sårbarhetsanalyser på kommunenivå som blir fulgt opp og oppdatert. Etablering av beredskapsplaner, avklaring av ansvarforhold og effektiv informasjonsspredning er sentrale virkemidler i denne sammenheng.

Summary

This report focuses on antropogenic pollution and pollution effects in built-up areas during and after floods. Main pollution sources covered are raw sewage, erosion and wash outs from fills and man made deposits, break of tailings dams, oil and chemical spills. Effects considered are problems connected to water supply, infectious diseases and health hazards during the clean up phase. One chapter is dedicated to remedial measures before, under and after a flood - especially risk and vulnerability analysis, and information distribution.

The main conclusions are that pollution during floods constitutes only a moderate health problem in modern society as long as the event is not as large as to cause major infrastructure breakdowns. The potential problems and hazards are usually very "visible" during a flood. Emergency supply of safe drinking water can normally be established in case of breakdown or pollution problems in the normal water supply system. A potential problem is private, single household supplies that can be infected without this being detected by the users.

A factor that reduces the pollution problem during flood is the large dilution, especially in large rivers. Effects of oil spills, chemical spills and raw sewage spills can thus be less if they occur during a flood than under low flow conditions. The pollution problems can however be large in flooded areas characterised by stagnant water and large local pollution sources, typically in urban areas behind flooded levees, and inside houses. In such cases the pollution contributes strongly to the difficulties, nuisance and health hazards during clean up.

The most important measures for reducing the risk for damage, injuries and health problems during and after floods are properly conducted and followed up risk and vulnerability analyses, especially at municipal levels. Preparedness plans, clear definition of responsibilities, and efficient information dissipation during floods are central issues in this context.

1. Innledning

Flommer har betydelige konsekvenser for samfunn og miljø. I HYDRA-programmet er disse først og fremst behandlet av prosjektene R (Skade- og risikoanalyse), Mi (Miljøkonsekvenser) og T (Tettsteder). Sentrale rapporter er "Økonomisk risikoanalyse for flommer" (Sælthun m.fl. 2000), "Virkninger av flom på vannlevende organismer" (Brabrand m.fl. 1999), "Miljøeffekter av flomforebyggende tiltak - en litteraturstudie" (Østdahl og Taugbøl, 1999), "Flommer, flomsikring og miljø - konflikt eller konsensus?" (Sælthun, 1999). Vannkvaliteten under flommet er behandlet i "Miljøkonsekvenser av flom - flom og vannkvalitet", HYDRA rapport Mi 01 (Faafeng m.fl. 1999).

Den foreliggende rapporten behandler problemstillinger omkring forurensninger i forbindelse med flom, da først og fremst konsentrerte punktutslipp. Dette har to aspekter:

1. Faren for at flommer utløser store utslipp
2. De tilleggsbelastninger slike utslipp gir på miljø, helse og infrastruktur

Selv om utslagene ikke var spesielt dramatiske under storflommen på Østlandet i 1995, p.g.a. fraværet av større punktutslipp, og som følge av den store vannføringen som fortynner forurensningene sterkt, er det likevel en helsefare knyttet til store flommer. Forurensning og sammenbrudd i drikkevannforsyning kan føre til problemer i de områdene som er rammet. I et velorganisert samfunn som det norske er den største risikoen

knyttet til at det kommer forurenset vann og kloakk inn i offentlig vannforsyning eller i private brønner uten at brukerne er klar over det - dersom brukerne er eller blir gjort oppmerksomme på slike problemer, vil de vanligvis kunne skaffe alternativt drikkevann eller ha muligheter for koking eller rensing. Under flommen i 1995 ble det ikke registrert alvorlige sykdomstilfeller forårsaket av forurensning av drikkevann, dette skyldtes både effektivt arbeid fra vannverkens side for å sikre drikkevannforsyningen, og betydelig informasjonsarbeid fra vannverk og myndigheter (Fonahn, 1995). Når infrastruktur bryter massivt sammen kan bildet bli et annet. Under flommen i Bangladesh i august/september 1998 ble det registrert over 100000 tilfeller av mageinfeksjoner - av 640 flomrelaterte dødsfall skyldtes 116 mageinfeksjoner (AFP-melding 5. september 1998). Det var en flom som berørte en fjerdedel av Bangladesh' befolkning på 124 millioner.

Av norske tettsteder er det Lillestrøm som har vært mest utsatt for flom. I dette hundreåret har det vært store oversvømmelser i 1910, 1927, 1934, 1966 og 1967¹. Etter 1967-flommen, da 1200 hus fikk vannskader i Lillestrøm og Fet, ble det iverksatt store flomsikrings tiltak, først og fremst flomsenkning av Øyeren. Som en følge av disse fikk dette området små problemer i 1995. Det mest kritiske tettstedet i 1995 var Kirkenær, som til store deler ville ha vært oversvømt dersom man ikke hadde lyktes i å bygge betydelig på flomverkene under flommen. Her og i store deler av Glomma ellers gikk flommen over dimensjonerende vannstand for flomverkene.

¹ En huseier på Lillestrøm beskrev sitt bidrag til forurensningssituasjonen som følger når han så uthuset på vei vekk fra tomte: "Stille flyter do'n".

2. Problemstilling

Selv om utvasking av forurensninger av næringsstoff og miljøgifter øker kraftig under flommer, så fører den store fortynningen til at konsentrasjonen fra diffuse kilder, f.eks. jordbruksområder sjelden når dramatiske nivåer under flommer (Faafeng m. fl. 1999). Etter storflommen i 1995 konkluderer SFT, basert på m.a. NIVAs målinger (SFT, 1995b; Faafeng m. fl. 1996):

”Flommen nådde et maksimum med hensyn på fosfor- og partikkelinnhold i Glomma ved Sarpsfossen den 8. juni. I Drammenselva ved Mjøndalsbrua ble det registrert høyest innhold av fosfor og partikler helt i begynnelsen av juni. Vannføringen har uvanlig høy i begge vassdragene i juni, opp mot det dobbelte av normalt flommaksimum for den aktuelle årstiden, regnet som midlere døgnvannføring. Høy vannføring har også gitt store forurensningstilførsler. I perioden 1.-19. juni passerte nærmere 90% av en normal årstilførsel av fosfor og omlag 1/4 av en normal nitrogentilførsel gjennom Sarpsfossen. I Drammenselva passerte i samme periode noe over halvparten av en normal årstilførsel av fosfor og omtrent 1/3 av normal årstilførsel av nitrogen forbi Mjøndalsbrua. Største delen av fosforet er partikkelbundet og i mindre grad tilgjengelig for algevekst. Erosjonsmaterialet i form av jordtap fra jordbruksarealene gir det største bidraget til fosforinnholdet i flomvannet. Nitrogenet foreligger i langt større grad løst i form av nitrater.

Målinger av tungmetaller viser relativt høyt innhold av bly i begge vassdragene. Det er også målt et noe forhøyet innhold av kadmium og kvikksølv i Glomma. Konsentrasjonene er imidlertid ikke alarmerende høye. Metallene er i stor grad partikkelbundet, slik at høyt partikkelinnhold også bidrar til høyere metallinnhold enn normalt. Det er ikke funnet spor av PCB eller plantevernmidlet DDT i flomvannet. Plantevernmidlet lindan opptrer imidlertid i relativt lave konsentrasjoner, slik det også har gjort i den rutinemessige overvåkingen i vassdraget de siste årene.”

Punktutslipp kan imidlertid gi store lokale belastninger. De mest kritiske situasjonene vil være

- Utslipp av kloakk fra havarerte pumpestasjoner, renseanlegg og overløp.
- Erosjon av søppelfyllinger og andre deponier og fyllinger.
- Oppflyting og brekkasje på olje, parafin og kjemikalietanker, med etterfølgende utslipp.
- Tap av kjemikalier fra lagre og oppstillingsplasser.
- Havari av kjemikalietransporter.
- Kadavre.

Den største faren er selvsagt at forurensninger fra punktkilder når fram til usikrede drikkevannskilder mens konsentrasjonen er høy. Man så omrisset av slike problemer under flommen i 1995, f.eks. gikk betydelige mengder råkloakk direkte i vassdragene:

Under flommen ble en rekke avløpsanlegg satt under vann og urensset kloakk rant fritt ut i vassdragene. I perioden 04.06 - 14.06 ble det sluppet ut urensset kloakk tilsvarende 56000 personekvivalenter pr. dag i Mjøsa. De fleste avløpsanleggene var i normal drift igjen i utgangen av juni måned. (Museth og Qvenild, 1996) Dette gjaldt bare Hedmark, fra Oppland regner med at utslippet tilsvarer 60000 pe per døgn.

Store havarier av kjemikalielagre o.l. slapp man imidlertid. Likevel var situasjonen alvorlig:

Vi kan trygt slå fast at forurensningssituasjonen var såpass alvorlig at sykdomsspredning ville ha vært uunngåelig dersom flomvann hadde kommet ubehandlet inn på nettet. Enkelttilfeller av mave-tarmsykdom har dog vært registrert, hovedsakelig som følge av forurensede enkelvannforsyninger (brønner). (Fonahn, 1995)

Potensialet for problemer var stort - en analyse tidlig i flommen estimerte at vannforsyningen til 65000 personer i Hedmark (ca 1/3 av befolkningen), 66000 i Oppland (også ca 1/3) og 43000 i Østfold (18%) kunne bli berørt. Totalt var vannforsyningen til ca 175000 personer truet.

Faren for høye forurensningskonsentrasjoner er uten tvil større i små vassdrag enn i hovedvassdrag som Glomma. I Norge er gjerne vannverkene basert på overflatevann fra småvassdrag. Det er imidlertid sjelden at farlige potensiell punktkilder ligger oppstrøms disse inntakene p.g.a. bosettingsmønsteret.

Det er betydelige helseisiki forbundet med opprydding etter flommer. Disse er imidlertid ikke spesielt knyttet til selve forurensningen, selv om forurenset vann og oljespill inn i bygninger både gir større skader og et mer utrivelig oppryddingsarbeid enn dersom vannet er rent. Helseisiki er knyttet til sammenrasningsfare, elektriske støt, utløsning av allergi og luftveisproblemer p.g.a. utvikling av mugg og annen mikrobakteriell vekst i fukt og stillestående vann innendørs, kullsforgiftning fra vannpumper og lignende. Forurenset vann kan øke faren for stivkrampe ved rifter og sår (CDC, 1996).

3. Forurensningskilder

3.1 Utslipp av kloakk

Utslipp av kloakk kan skje på grunn av at renseanlegg slutter å fungere, f.eks. på grunn av oversvømmelse eller for stor belastning. Av naturlige årsaker plasseres renseanlegg lavt i terrenget, de er dermed svært utsatt for oversvømmelse. Selv om renseanlegget fortsetter å fungere, kan tilførslene bli så store at deler må gå i avlastning, eller slår tilbake gjennom ledningene. Dessuten vil avlastning via overløp i kombinerte avløpssystemer føre til at urensset kloakk går rett til resipient, rett nok sterkt fortynnet. Også i separat-systemer, (altså separate ledninger for kloakk og overflatevann), kan flomvann trenge inn på kloakksystemet gjennom luftehull i kumlokk osv, og føre til overbelastning, slik at kloakk blandet med overflatevann strømmer ut at rørsystemer eller inn i kjellere. Trykket i rørsystemet kan også føre også til kumlokk lettes av, noe som ytterlige øker utstrømningen. Typiske forurensningsmomenter er altså:

- utvasking fra renseanlegg pga stor hydraulisk belastning
- renseanlegg stanser pga oversvømmelse, kloakk går urensset til resipient
- renseanleggets maksimalkapasitet overskrides, overskytende går urensset til resipient via overløp
- avlastning i kombinerte avløpssystemer
- oppstuing og tilbakeslag i kloakkledninger
- tilbakeslag til kjellere
- "utblåsning" av kloakk gjennom kumlokk

Under flommen på Østlandet i 1995 sviktet avløpshåndteringen i stor grad. Flomtiltaksutvalget (NOU, 1996) gir følgende oppsummering:

Flere kloakkrenseanlegg fikk problemer med driften, slik at en del avløpssvann gikk urensset ut i vassdragene. En rekke pumpestasjoner for kloakk ble stoppet og til dels demontert for å unngå skader, med samme konsekvens for vassdraget. Videre oppstod det brudd og skader på ledningsnettene blant annet ved Tretten.

Fylkesmannen i Oppland uttaler i en oppsummering av en spørreundersøkelse til kommunene om virkningene av flommen (Fylkesmannen i Oppland, 1996):

Totalt forårsaket flommen utslipp av kloakk fra omlag 900000 persondøgn tilsvarende 1,2 tonn fosfor. Fosformengden kan relateres til en ekstra fosfortilførsel til Mjøsa på omlag 200 tonn fosfor. Det er dermed ikke fosfatmengden i kloakkutslippet som var mest betenkelig, men derimot bakteriologisk forurensning på grunn av utslipp av kloakk.

Under flommen i Oder 1997 ble 169 kloakkrenseanlegg skadet (anonymous, 1998a).

Alt i alt gjør imidlertid kloakk begrenset skade så lenge den holder seg i vassdraget, og i en innsjø av Mjøsas størrelse blir fortynningen stor. Når den avsettes i tettbebyggelse eller inne i bygninger blir problemene langt større. Under flommen i Red River i Midtvesten i 1997 sviktet flomverkene som beskytter tvillingbyene Grand Forks og East Grand Forks i Nord-Dakota. 75 prosent av tettbebyggelsen ble oversvømt, og hele befolkningen på 50000 måtte evakueres. Et gjennomgående tema i rapportene fra oppryddingen er stanken og tilsviningen med kloakk og oljesøl.

3.2 Fyllinger, deponier og sedimentasjonsdammer

Utvasking av lagret avfall i flytende eller fast form er et betydelig problem under flommer. Dette kan skje enten ved at det er lagret i selve flomsone, og dermed flyter opp eller vaskes ut, eller ved at høyereliggende områder undergraves og raser ut. Det siste er vanskeligere å forutse enn ren oversvømmelse. Det samme gjelder situasjoner der sideelver bryter ut av hovedløpet .

Fyllinger

Kommunale fyllplasser og fyllplasser for spesialavfall kan utgjøre en betydelig forurensningsrisiko. I Norge er ikke kjent situasjoner med store slike skader underflom. Dersom renovasjon er dårlig organisert, og søppelplasser dårlig sikret, kan situasjonen være en helt annen. Figur 1 viser et situasjonsbilde umiddelbart etter en moderat flom i Midt-Østen. Fra Oder-flommen i 1997 nevnes det at dusinvis at kommunale fyllplasser ble rammet, men uten nærmere angivelse av omfanget (Serafin, 1997). Et sekundærproblem med at kommunale fyllplasser oversvømmes er at man får vansker med renovasjonen generelt. I Polen måtte søppel transporteres opp til 100 km under flommen.

Spesialavfall kan innebære en langt større forurensningsrisiko enn vanlige søppelfyllinger. Det finnes mange eldre fyllplasser som verken er godt identifisert eller overvåket. Et eksempel på en nesten-katastrofe: "Sikes Disposal Pit" i flomområdet til San Jacinto River i Texas, store deler innenfor 10 år-flomsonen og alt innenfor 100 års-sonen, ble i perioden 1961-67 fylt opp med store mengder giftavfall, eksempelvis naftalin, klorbensen, kreosot, toluen, xylene, halider, dikloreten og vinylklorid. Firmaet opphørte i 1967. I perioden 1992 til

juni 1994 renses EPA opp gjennom sin "Superfund"-operasjon. 500000 tonn grunn ble renses, hovedsakelig ved forbrenning, og over en million m³ forurenset grunnvann ble renses. Operasjonen kostet 115 mill USD (EPA, 1998 a). I oktober 1994 kom hundreårsflommen...

Deponier

Midlertidige og permanente lagerplasser for råvarer, produkter og avfall kan lett bli tatt av flom. Under 1995-flommen var det flere steder man identifiserte utsatte lagerplasser, men de ble i hovedsak godt fulgt opp, og ingen større problemer oppstod. Under Oder-flommen nevnes oversvømmelse av en gjødselabrikk som et betydelig bidrag til økt fosfor- og nitrogenbelastning, oversvømmelse av store industriområder og forurensning med tungmetaller og organiske miljøgifter (anonym, 1998 b). Oljeprodukter er en sak for seg, det behandles nærmere nedenfor.

Sedimentasjonsdammer

Et spesielt problem er sedimentasjonsdammer med gruveavfall (avgangsdammer). Disse utgjør en dobbel risiko - erfaringsmessig er sikkerheten for dambrudd mindre for slike dammer enn for reguleringsdammer. I tillegg kan innholdet være svært miljøskadelig, f.eks. på grunn av høyt tungmetallinnhold. Sammenbrudd av sedimentasjonsdammer, enten det skjer i forbindelse med flom eller ikke, utgjør noen av de mest katastrofale enkelthendelser i vassdragene. Noen eksempler:

"The Buffalo Creek Disaster" i West Virginia i 1972: En serie kullgravedammer brøt sammen under flom. 127 personer ble drept, og det var store ødeleggelse i vassdraget.

I 1985 brøt to sedimentasjonsdammer for fluorid sammen i Stava i Nord-Italia. Volumet var bare på 200000 m³, men på grunn av det trange dalføret ble massive ødeleggelse i landsbyene nedenfor. 287 personer mistet livet.

Ved en gullgruve i Omai i Guyana brøt en sedimentasjonsdam sammen i 1995. 4 mill m³ med cyanid-slam havnet i Río Omai og Río Essequibo, med katastrofale konsekvenser. 80 km elvestrekning ble erklært miljøkatastrofeområde. Det er ikke kjent om det var flom som utløste ulykken.

Spania hadde to dambrudd på sedimentasjonsdammer siste år. Det mest kjente er Bolidens bly/sink-gruve i Los Frailes, hvor 4-5 mill m³ med slam havnet i Río Agrío, skadet store jordbruksområder og truet vernete våtmarker i Doñana. Bruddet var ikke utløst av stor nedbør eller flom, men av sviktende fundamenter. Nyttårsaften brøt en dam på 1 mill m³ sammen under storm og flom



Figur 1. Forurensning etter utvasking av søppelfyllinger, Ramallah 1996.

Figure 1. Pollution after wash out of garbage dumps, Ramallah 1996.

Photo: Nils Roar Sælthun

i Huelva ved en fosfatgruve. Den innehold ekstremt surt (pH 1.5) og giftig vann, som havnet i våtmarkene og Ría de Huelva. Det er uklart hvor stort selve spillet var, det offisielle tallet er 50000 m³, andre estimat er 400000 m³.

I Norden har man hatt et større sedimentasjonsdambrudd i nyere tid - Saxberget i Bergslagen. Store mengder gruvefall (kobber, sink og blygruve) ble erodert ut når dammen brøt sammen etter store nedbørmengder 15. oktober 1964. Figur 2 viser erosjonen rundt damstedet.

Det finnes en del sedimentasjonsdammer i Norge, de fleste ikke i aktivt bruk. De er kartlagt når det gjelder utlekking av forurensning, i mindre grad når det gjelder sikkerhet mot brudd (Arnesen & Iversen, 1995). De fleste høre til gruver som er nedlagt, og er dermed ikke under løpende ettersyn. Tilsynsmyndigheten er NVE (Sikkerhetsavdelingen).

3.3 Olje

Det er gjerne spesiell oppmerksomhet på forurensning fra olje og oljeprodukter. Slik forurensning er iøynefallende, preger miljøet lenge, og skadelig for de levende organismer som ikke kan unnsnippe. Oljeprodukter lagres og transporteres nesten overalt, så mulighetene for ulykker er stor. På den andre siden er giftighet lav, og de fleste oljeproduktene brytes etter hvert ned til nokså harmløse sluttprodukter.

De viktigste potensielle kildene for oljeforurensning i ferskvann er:

- lagertanker over bakken
- oljeledninger
- deponier og fatlagre
- private oljetanker
- bensinstasjoner
- tankbiler og jernbanevogner
- båt- og lekertransporter
- oljeutvinningsfelt

Noen av disse kildene er mer utsatt for lekkasjer under flom, for andre er uhell uavhengig av flom, og det skal mye til at flom og utslipp hender samtidig. Et aktuelt spørsmål i denne sammenhengen er om problemene blir større eller mindre når utslipp skjer under flom. For oljespill er det sannsynligvis ugunstig dersom de skjer i en flomsituasjon. Spredningen blir raskere, oppsamlingen vanskeligere, og oljesøl blir ikke begrenset til selve vannstrengen, men vil også spre seg innover land. Siden oljeprodukter flyter, gir ikke høy vannføring noen særlig fortykningseffekt.

Permanente lagertanker

Større permanente tanker er vanligvis godt sikret og fundamentert, og bør normalt ikke være utsatt for å bli tatt

av flom. De største faremomentene vil sannsynligvis være at grunnen raser ut, eller at tanken blir tatt av ras eller elvebrudd. På grunn av størrelsen representerer de likevel en risiko. Et eksempel, som rett nok ikke er knyttet til en flomsituasjon er det store oljespillet i Allegheny. I januar 1988 sprakk en oljetank med 15000 m³ diesel i Floreffe i Allegheny, Pennsylvania. Dieselstrålen var så kraftig at den holdt på å slå åpen nabotanken. Ca 2000 m³ nådde Monongahela River etter å ha vasket over nøddammene rundt oljeanlegget. Elvene Monongahela og Ohio ble forurenset. Elvene er drikkevannskilder, og drikkevannsforsyning til en million mennesker var i faresonen. 10000 var uten normal vannforsyning i opptil en uke, mens forsyning til 200000 gikk over på reservekilder og klarte seg gjennom situasjonen med forbruksrestriksjoner (Tank Collapse Task Force, 1988).

EPAs oppsummering konkluderer med at mobiliseringen av det regionale katastrofeteamet (Regional Response Team) var for langsom, det tok to dager før det var operativt. De lokale myndighetene var imidlertid raskt i aksjon. Selskapet som eide tanken ble dømt for forsømmelse (tanken sprakk ved første oppfylling) og brudd på "Clean Water Act" (EPA, 1998b).



Figur 2. Uterodert gruvedeponi etter dambrudd i Saxberget.

Figure 2. Eroded tailings after dam break in Saxberget, Sweden.

Photo: Boliden.

I Norge er det ikke kjent tilfeller av store lekkasjer fra slike tanker. Et mindre spill fra flommen i 1995 er vist i figur 3.

Oljeledninger

Oljeledninger vil krysse elver, og dersom konsekvensene av flommer ikke er tatt i betraktning ved utforming av krysningene, eller vedlikeholdet blir neglisjert kan det oppstå meget alvorlige situasjoner. To av de mest dramatiske oljespill i ferskvann skyldes brudd på oljeledninger.

Det største er oljeledningsbruddene i Komi oblast i Nord-Russland i 1994. Olje av størrelsesorden² 100000 tonn olje fra oljeledningen fra Vozej-feltet rant ut ved flere brudd, og store deler endte etter hvert ut i elvene Kolva og Pechora (Trumbull, 1995). Det er uklart hvorvidt bruddene skyldtes flom, men oljen ble forsøkt fanget opp bak midlertidige jorddemninger på tundraen. Disse demningene brøt sammen under flom. Oljeforurensningen hadde selvsagt meget alvorlige konsekvenser, både økologiske og for bruken av vassdraget lokalt, mot munningen av vassdraget - i Nenets okrug - var virkningene begrenset (Wartena og Evenset, 1997).

En stor flom i San Jacinto River i Texas (elva nord for Houston til Galveston Bay) i oktober 1994 førte til at åtte oljeledninger ble brutt. Ca 5000 tonn olje og oljeprodukter rant ut i elva. Skadene (fra oljespillet) var av størrelsesorden 17 mill USD, og selve bekjempningen kom på 7 mill USD. Oljen tok fyr, og 547 personer ble behandlet for forbrenning og åndedrettsproblemer. Etterundersøkelsen, foretatt av National Transportation Safety Board, avdekket store svakheter både ved planlegging, oppfølging og drift av oljeledningene. Det var ikke utført noen sårbarhetsanalyse og det fantes ikke retningslinjer for å konstruere oljeledninger i flomutsatte områder. Operatørene forsto ikke at flommen kunne gi problemer, og fortsatte driften som normalt. Det fantes heller ingen automatikk eller andre rutiner for å raskt å oppdage og stenge brutte ledninger³.

I Norge er jo ikke oljeledninger særlig aktuelle som forurensningskilde i dag.

Deponier og fatlagre

Deponier vil alltid være en potensiell forurensningskilde, siden det ikke er alltid er lagt like mye planlegging i utforming og plassering, og innholdet lett kan vaskes ut i tilfelle flom. Den største enkeltforurensningen i Oder-flommen i 1997 kom fra et deponi av spillolje i Ostrava, på tsjekkisk side av grensen mot Polen. Fra tomte til Tsjekkoslovakias eneste reraffineringsanlegg for spillolje

ble det vasket ut 500 tonn spillolje. Flommen kom meget raskt i denne øvre delen av elva, og beredskapen for å håndtere en slik situasjon var dårlig (anonymous, 1997).

Private oljetanker, bensinstasjoner

Private oljetanker representerer hver for seg ikke store oljemengder, men ettersom de gjerne ligger i kjellere eller under bakken vil oljen lett presses opp av flomvannet gjennom lufterør o.l., og flyte utover, inne i bygninger eller utover oversvømmelsesområdene. Technisches Hilfswerk Weisenau melder f.eks at de i forbindelse med Oder-flommen i 1997 hadde pumpet opp 50 m³ olje, og oljespill ga skader på de oversvømte landbruksområdene i Ziltendorfer Niederung.

Olje og bensin kan også presses opp av underjordiske tanker på bensinstasjoner, men det er sannsynlig at beredskapen og de tekniske muligheten for avstengning er større der.

Oljetransport

Olje under veg- og banetransport kan havne i vassdrag, og sannsynligheten for slike ulykker er etter alt å dømme større i en flomsituasjon enn ellers - og mulighetene for at en slik ulykke skal føre til oljespill er større. De totale oljemengdene i et slikt havari er imidlertid begrensete.

Båttransporter på vannveier har gitt betydelige oljespill, eksempler er Savannah River i 1986 (1700 tonn) og Delaware River i 1989 (1000 tonn). Slike utslipp kan ha dramatiske konsekvenser i trange farvann, men skjer som regel uavhengig av flom.

3.4 Kjemikalier

Kjemikalier fra kjemisk industri vil kunne nå vassdragene stort sett de samme veiene som oljeprodukter. En av de mest kjente forurensningsepisodene er Sandoz-uhellet i Basel i 1986. En brann i Sandoz' kjemiske fabrikk, som hadde lagret 840 tonn med pesticider, førte til at 30 tonn konsentrert gift havnet i Rhinen med slukkevannet. Det er anslått at en halv million fisk døde, vesentlig som resultat av kvikksølvforgiftning, og vannforsyningen til hundretusener måtte stenges av. Uhellet skjedde ikke i forbindelse med flom - det ville sannsynligvis vært gunstigere for miljøet om det hadde vært tilfelle. Det er likevel en milepel, fordi det mer enn noen annen enkelthendelse satte fokus på industriutslipp til vassdrag - kanskje først og fremst fordi det skjedde i et tett befolket område.

² Estimaten varierer fra 14 000 m³ (offisielt tall fra Komineft) til 300 000 m³ (US EPA).

³ <http://www.nts.gov/Pressrel/960904-2.htm>



Figur 3. Oljespill under flommen i 1995.

Figure 3. Oil spill during the 1995 flood.

Photo: Fotonor.

Transport av kjemikalier er også et risikomoment. I 1991 sporet et godstog av oppstrøms Dunsmuir i California. En tankvogn med 70 m³ metam-natrium (et bredspektrert biocid som blir brukt i landbruket) gikk rett i Sacramento River, og drepte det meste over en strekning på 65 km, ned til Shasta-reservoaret, som er Californias største vannforsyningsmagasin. Her var imidlertid for-tynningen så stor at det ikke ga farlige virkninger. Det ble imidlertid meldt om helseeffekter, m.a. aborter, for befolkningen i Dunsmuir. Metam-natrium er flyktig og fordamper cyanat, hydrogensulfid og metyll-amin fra vannflaten⁴. En dramatisk og fargerik beskrivelse er gitt i den ikke helt nøytrale "Sonoma County Free Press" (Gherman, 1997)⁵.

3.5 Kadavere

I de store flommen omkommer det alltid dyr, både vilt og husdyr – og i verste tilfelle mennesker. Kadavere flyter i vannet, blir liggende igjen på land når vannet trekker seg tilbake, og representerer en betydelig risiko for bakteriologisk forurensning og sykdomsspredning. Ved flommen i Oder ble det f.eks. meldt om tap av 5000 griser og en million kyllinger (Serafin, 1997). Langt verre var situasjonen i Mellom-Amerika i forbindelse med den tropiske syklonen Mitch i 1998. Den offisielle skadelisten per 6. november 1998 i Honduras var 7000 døde⁶, 2 millioner hjemløse og 70% avlingstap (Amador, 1998). I en slik situasjon kan man bare gjette på hvor stort tapet av dyr er.

⁴ <http://air.llnl.gov/sacspill/sac.html>

⁵ "At daybreak the smell was so noxious near Dunsmuir that it was difficult to breathe. A pea-green foam was running down the Sacramento River, and dead trout were everywhere, upside down, many on the bottom of pools, some floating. Under the rocks, the insect larvae were dead. Residents seemed confused but there was no doubt what was happening: A river was being murdered." (Tom Stienstra, San Francisco Examiner)."

⁶ Det er store uklarheter om antall døde etter Mitch. Det var enkelte regionale administrasjoner som synes å ha tatt godt i for å sikre seg bistand.

4. Konsekvenser

De viktigste risikomomentene i forbindelse med forurensninger og utslipp under flom er:

- sammenbrudd i vannforsyning
- helseskader forårsaket av forurenset drikkevann
- andre helseskader
- miljøskader
- ekstra ulemper knyttet til oppryddingen

Under flom oppstår en rekke nye smitteveier og øket risiko for å få i seg smitte, både under selve flommen og under opprydningsarbeidet.

4.1 Vannforsyning

Vannforsyning fra overflatevann kan måtte stenges på grunn av at forurensningsnivået blir så høyt at vannet ikke kan renses til akseptabel kvalitet. Dette kan skyldes høy bakteriologisk belastning fra kloakk eller kadavere, eller forurensning fra olje- eller kjemikalieutslipp. Dette kommer i tillegg til at vannforsyning kan bryte sammen på grunn av oversvømmelse av produksjonsanleggene eller brudd på ledninger. Kloakkinfisert vann kan komme inn i vannforsyningsnettene via vannkilden, behandlingsanlegget eller transportsystemet. Spesielt utsatt kan drikkevannsnettene være etter at trykket blir satt på etter et bortfall av vannforsyningen. Da kan kloakkinfisert vann ha klart å trenge inn i det trykkløse drikkevannssystemet gjennom hull og lekkasjepunkter.

Stopp i vannforsyningen mer enn en halv dag vil skape alvorlige problemer. Et problem er mangelen på vann til å skylle ned i toalettet. Dette problemet kan komme hvis vannet er borte og det er langt til nærmeste vannkilde (og flomvannet). Et vanligere problem i flomsituasjoner er at vannet ikke er borte, men forurenset med sykdomsfremkallende mikroorganismer. Dette vil da ikke kunne brukes uten koking, hvilket i sin tur normalt krever at strømforsyningen er intakt.

Folk kan ved bortfall av vann i ledningsnettene, komme til å hente vann i nærliggende bekker o.l. Disse kan være forurenset med kloakk og andre forurensninger. I tillegg til at vannforsyningen til befolkningen, sykehus og andre institusjoner kan bli helt borte eller ubrukt til drikke og matlaging, mister deler av næringslivet og industrien en viktig forutsetning for å kunne produsere. Vann til brannslukking kan også falle bort mens den mest trengs.

Avløpsnett har vanligvis rotter i ledninger og kummer. Disse vil i stor grad drukne eller rømme ut av ledningene til tørre områder. Dette kan skape frykt og smittemulig-

heter, samt gi skader på varer og eiendom påført av rottene.

Under Vesle-ofsen ble det registrert en del irregulariteter i driften av vannverkene, men i det store og hele klarte man å opprettholde normal vannforsyning. Flomtiltaksutvalget oppsummerer:

Flommen forårsaket ulike problemer for drikkevannsforsyningen. En rekke grunnvannsbrønner, inntak og pumpestasjoner ble oversvømmet og forurenset. Pumpene ved Rena vannverk i Åmot kommune måtte evakueres. Kvam vannverk i Nord-Fron kommune ble satt ut av drift på grunn av transformatorutfall. Grunnvannsanlegget på Tretten klarte seg bra fordi man fikk bygget voller, men det oppstod ledningsbrudd på grunn av storflommen i Moksa. Baterød vannverk som forsyner 40 000 personer i Sarpsborg hadde små marginer å gå på før hele behandlingsanlegget ville ha stått under vann. Vannverket selv begynte tidlig å bygge diker rundt behandlingsanlegget, senere kom Forsvaret inn og bygget nye flomvoller. (NOU, 1996)

Flere steder gikk det ut påbud om å koke drikkevannet.

Under Oder-flommen i 1997 brøt vannforsyningen til Wrocław (650 000 innbyggere) sammen i tre uker (anonymous, 1998).

Private brønner kan være særlig utsatt, først og fremst ved inntrenging av forurenset vann ovenfra. Særlig utsatt er grunnvannsanlegg nær elver og innsjøer. Problemene kan økes ved at man ofte oppfatter slike vannkilder som trygge. De amerikanske offentlige informasjonsskrivene som m.a. distribueres på Internet, gir utførlige beskrivelser av hvordan privatpersoner kan desinfisere brønner ved hjelp av husholdningsklor (CDC, 1996) - se vedlegg.

I tillegg kan også grunnvannsforsyning bryte sammen av mekaniske årsaker, på samme måte som vannverk med overflatevann.

4.2 Helseproblemer forårsaket av forurenset drikkevann

De viktigste helseproblemene forårsaket av forurenset drikkevann er mageinfeksjoner, som i de verste tilfellene kan være dødelige. Ved flommen oktober/november 1998 i Bangladesh ble det meldt om 100 000 tilfeller av mageinfeksjoner, 114 med dødelig utgang. En måned etter Mitch (oktober 1998) meldes det fra Honduras om 13 000 tilfeller av mageinfeksjoner. Dette er flommer

som har gitt omtrent fullstendig sammenbrudd av infrastruktur, og hvor millioner er berørt, så alt i alt kan man ikke si det er dramatisk høye tall. Et spesielt trekk med Mitch var at det oppstod epidemilignende utbrudd av dengue-feber, en koleralignende infeksjon som smitter gjennom rotter og smågnagere. Fra flommene i Europa og USA dette tiåret, inkludert Oder-flommen i 1997, er det få rapporter om alvorlige helseproblemer. Det gjelder også flommen på Østlandet i 1995, hvor det meldes om noen få mageinfeksjoner som skyldes forurenset drikkevann i private brønner. Alt i alt kan det synes som om samfunnet er ganske robust overfor vannforsyningsproblemer, i alle fall når de har begrenset varighet⁷.

4.3 Andre helseproblemer

Det ser ellers ut om helsefarer gjerne er knyttet til oppryddingssituasjonen (figur 4). Det er en rekke potensielle farer knyttet til opprydding:

- sammenrasningsfare
- elektrisk sjokk
- kullosforgiftning fra pumper
- annen oksygenmangel
- allergier og åndedrettsproblemer forårsaket av muggsopp og annen mikrobiologisk aktivitet
- kontakt med forurenset vann, særlig innendørs

I tillegg kommer psykiske belastninger.

En måned etter Mitch melder helsemyndighetene i Honduras om følgende helseproblemer knyttet til flommen: 53617 tilfelle av åndedrettsproblemer, 13293 mageinfeksjoner, 19158 tilfeller av hudsopp og 20000 andre tilfelle (anonymous, 1998c). Det synes som om mye av dette kan være knyttet til opprydding i usunne omgivelser.

4.4 Miljøskader

Forurensninger i flomvannet øker mulighetene for miljøskader, selv om det er få rapportert tilfelle av dramatiske skader. Etter Vesle-ofsen ble det funnet få alvorlige miljøskader som skyldes antropogene forurensninger (Museth og Qvenild, 1996). Umiddelbart etter Oder-flommen registrerte State Environmental Protection Inspectorate i Polen 241 potensielle miljøskadearealer, hvor de alvorligste synes å være forurensning av

grunnen fra nærliggende fyllinger og oljespill (Serafin, 1997).

I senere oppsummeringer er imidlertid miljøproblemer ikke nevnt. I Østersjøen synes det ikke å ha ført til alvorlige problemer, selv om det rapporteres om registrering av pesticider i Stettin-estuarieret og bakteriologiske forurensning som følge av økt kloakktilførsel i Gdansk-bukta fra Vistula (anonymous, 1998b). Resultatene minner forsåvidt på konklusjonen fra miljøundersøkelsene i Oslofjorden etter flommen på Østlandet i 1995, hvor det bare ble registrert små utslag (Olsgard, 1996; Kristiansen, 1996).

De tilfellene hvor man har tunge miljøskader er først og fremst knyttet til brudd på sedimentasjonsdammer, eller store kjemikalieutslipp. Oljespill kan også ha store miljøkonsekvenser.

4.5 Opprydding

Avfall som en kommune må håndtere i forbindelse med en flom kan komme fra:

- Opprydding av vrakgods, trær, busker og avfallssjøppel på oversvømte landområder.
- Opprydding på innsjøer, elvestrekninger og ved utløpsområdene fra elvene.
- Riving og rehabilitering av ødelagte bygninger, anlegg og konstruksjoner.
- Annet avfall.

En akutt virkning er at ferdsel på elver og innsjøer med båt kan være farlig på grunn av drivgods i vannet. Bruk av strender til rekreasjon kan bli umulig og farlig da avfallssjøppelet kan inneholde farlige stoffer.

Avfallsdeponier og fyllinger kan få masse og gjenstander revet ut i flommen. Ved mindre voldsomme strømmer vil øket grunnvannstand kunne føre til øket mengde sigevann og utlekking fra deponier og fyllinger.

Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen (1996), rapporterer at man under flommen opererte med to hovedkategorier av avfall. Dette var avfall som fulgte med flomvannet og ble liggende igjen på innsjøstrender og langs elvekanter når vannet gikk tilbake, samt avfall etter riving og reparasjon av hus og flomrammede bygninger.

⁷ Et kuriosum: Ganges har store industriutslipp, i tillegg tilføres 1 mill m³ rå kloakk per døgn. En kilde angir en typisk kadaverfluks på ett i timen. Likevel:

"Water from the Ganga has the recursive property that any water mixed with even the minutest quantity of Ganga water becomes Ganga water, and inherits its healing and other holy properties. Also, despite its many impurities, Ganga water does not rot or stink if stored for several days (This is true, I think, though it may have alternate explanations)." Amitabha Mukerjee, Indian Institute of Technology, Kanpur. <http://www.iitk.ernet.in/pub2/mech/www/faculty/amit/ganges.html>



Figur 4. Etter flommen. Foto: Bård Andersen, NVE.

Figure 4. After the flood.

Photo: Bård Andersen, NVE.

Fylkesmannen foreslo å sortere avfallet i containere for mulig gjenvinning av noen fraksjoner etter følgende kategorier:

- komposterbart avfall
- møbler, hvitevarer, bildekk, oljefat, metaller etc.
- plastfolie
- spesialavfall
- matavfall
- restavfall

Den dominerende avfallsmengden kom fra rivningsavfall og ødelagt løsøre fra hus og bygninger. Mesteparten av avfallet fra rehabiliteringen av bygninger ble deponert usortert. Mesteparten av avfallet fra rehabiliteringen av bebyggelsen har gått utenom det organiserte avfallssystemet. De som ble rammet av flommen hadde så store mengder avfall at de måtte levere direkte til grovavfallsplasser.

Det finnes ikke en samlet oversikt over fordelingen av avfallet på ulike fraksjoner. Imidlertid har noen kommuner gjort registreringer. For eksempel har Stor-Elvdal kommune rapportert følgende volumfordeling av avfall på oversvømte områder:

hvitevarer	1%
organisk avfall	42%
plast	28%
glass	1%
metaller	28%

Følgende fordeling ble rapportert for avfall fra rehabilitering og opprydning fra ødelagt bebyggelse:

hvitevarer	28%
matavfall	34%
plast	7%
glass	3%
metaller	28%

Forurensninger i flomvannet gjør opprydningen både mer vanskelig og utrivelig, særlig innendørs, og kan også øke skaden for helseskader. Slik forurensning kan komme inn utenfra, men er gjerne mer konsentrert om den kommer innenfra, f.eks. fra lokale oljetanker eller ved tilbakeslag av kloakk.

En talende beskrivelse er gitt av en journalist som besøkte Grand Forks umiddelbart etter oversvømmelsen i 1997:

"The first thing that hit you when you got out on the lake of flotsam and jetsam that once was downtown Grand Forks, N.D., was the smell. When the Red River breached the city's dikes last week, it overwhelmed the sewage system; flushed a sea of paints, solvents, and fuel oil from thousands of basements; and emptied every garbage can and trash bin in town. The visuals were arresting--picture a brackish, fetid film of oil and raw sewage lapping against the walls of your home--but you could avoid them by shutting your eyes. The odor you could not escape." (Vest, 1997)

I en slik situasjon, hvor vann oversvømmer tettbebyggelse gjennom brudd i flomverk, blir vannet i stor grad stående stille, den lokale forurensningen blir i området, og fortynningen blir begrenset (figur 5).



Figur 5. Velkommen til Grand Forks, ND.

Figure 5. Welcome to Grand Forks, ND.

Photo: Grand Forks Herald.

5. Tiltak

5.1 Tiltak før, under og etter flom

Tiltak før flom vil rette seg mot å redusere sannsynligheten for utslipp - hovedaktivitetene vil være kartlegging og sikring. Under flommen vil fokus rettes mot å redusere omfanget av utslipp ved overvåking og ytterligere sikringstiltak. Etter flommen blir oppgaven først og fremst skadebegrensning. Eventuelle miljøskader er det begrenset hva man kan gjøre med på dette stadiet - fokus vil stort sett være rettet mot å redusere mulighet for helseskader og å begrense økonomiske skader. De viktigste aktivitetene vil være:

Før flom:

- kartlegging av potensielle forurensningskilder, risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS)
- generelle sikringstiltak
- beredskapsplaner og beredskapstiltak som nødvanntilforsyning, lagerhold av viktig utstyr osv.

Under flom:

- overvåking
- ekstraordinære sikringstiltak
- begrensningstiltak ved utslipp

Etter flom:

- kartlegging av skader
- skadebegrensning under opprydding
- forbedring av sikringstiltak og beredskapsplaner for neste flom

Et viktig element i alle faser er informasjon til publikum.

5.2 Risiko- og sårbarhetsanalyse

Det er et praktisk og forvaltningsmessig prinsipp at første linje katastrofeberedskap er lagt til det laveste forvaltningsnivået, dvs kommunene. I Stortingsmelding 48 (1993-94), Langtidsplan for det sivile beredskap, legges det opp til at samtlige kommuner skal ha gjennomført risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) innen utgangen av 1998 (Justis- og politidepartementet, 1994). Dette er nok ikke fullt gjennomført, men man er kommet et godt stykke på vei - ved årsskiftet 1996/97 hadde 20 prosent av kommunene gjennomført ROS-analyser, mens 25 prosent var i gang (Halvorsen, 1997). Flommen på Østlandet i 1995 satte ytterligere fokus på dette arbeidet - følge Stortingsmelding 25 (1997-98) mestret de kommunene som hadde gjennomført ROS-analyser situasjonen best, mens beredskapen generelt

ikke var god nok (Justis- og politidepartementet, 1998). Denne stortingsmeldingen viser til at Justisdepartementet arbeider med forslag til innføring av lovhjemmel for å pålegge beredskapsplanlegging og kommunal beredskapsplikt. Stortingsmeldingen tar også opp igjen behovet for kvalitetessikring av beredskapsarbeidet. Det skal gjennomføres etter interkontroll-prinsippet, med fylkesmennene som tilsynsmyndighet for kommunene. Dette er i hovedsak en presisering av prinsipper som ble etablert i Stortingsmelding 24 (1992-95), "Om det fremtidige sivile beredskap" (Justis- og politidepartementet, 1993).

Grunnlaget for kommunenes beredskapsarbeide foreligger i følgende veiledere, alle fra Direktoratet for sivilt beredskap:

- Normalreglementet for kommunenes beredskapsarbeid (DSB, 1979)
- Beredskapshåndbok for kommunene (DSB, 1989)
- Veileder for kriseplanlegging i kommunene - plan for kriseledelse (DSB, 1994b)
- Veileder for kommunal risiko- og sårbarhetsanalyse (DSB, 1994a)
- Veileder for internkontroll i kommunal beredskap (DSB, 1998)

Bortsett fra beredskapshåndboka foreligger disse i fulltekstversjoner på direktoratets web-server (<http://www.dsb.no>). Flomproblematikken tas ikke opp direkte, bortsett fra ROS-veilederen, som i en liste over eksempler på risikomomenter har med følgende flomrelaterte hendelser: forurensning av drikkevann, olje- og kjemikalieforurensning, flom, svikt eller brudd i vann- eller elektrisitetsforsyningen og svikt i avløpssystemet. En metodegjennomgang for sårbarhetsanalyse for flom er gitt av Jenssen (1998). Denne er fokusert på infrastruktur, særlig veier, men metodikken er ikke vesentlig forskjellig for andre utsatte objekter.

Et sentralt element i ROS-analyse vil være flomsonekartlegging. Dette er behandlet i Hydras R-prosjekt (Kristensen & Voksø, 1998; Sælthun m. fl. 2000). Det er imidlertid viktig å være klar over at også objekter over og utenfor selve flomsone kan være truet i en flomsituasjon, på grunn av:

- utrasning og sammenstyrting på grunn av undergraving (se f.eks. Bogen, 1999)
- ras utløst av store nedbørmengder, og som dermed gjerne sammenfaller med flom
- sideelver og bekker som bryter ut av løpet (jfr Moksa 1995)

- dambrudd - små dammer kan gi store flommer og ras, jfr Roppatjern i Gausdal 1976
- tette eller underdimensjonerte kulverter

Det siste momentet er vanligvis den viktigste årsaken til oversvømmelser i tettbebyggelser. Slike situasjoner kan også føre til langt mer dramatiske hendelser enn lokal oversvømmelse. Et eksempel er en situasjon på Ofot-banen: En tett eller underdimensjonert kulvert under banen ved Katterat førte under en moderat flom i 1959 til at det samlet seg en innsjø på nærmere 1 mill m³ oppstrøms banen. Vanntrykket og eventuelt begynnende erosjon destabiliserte banelegemet, slik at det brøt sammen når toget passerte. Toget sporet av, men unngikk å gå utfor (det er ca 300 m til dalbunnen), og flombølgen førte til store endringer på elvesletta i Rombaksbotn - som var imidlertid fraflyttet langt tidligere.

5.3 Overvåkning og sikring under flom

En gjennomført ROS-analyse øker klart mulighetene for å foreta en effektiv overvåkning og gjennomføring av ekstraordinære sikringstiltak. Under Vesle-osen var erfaringene nokså varierende - store sett kom beredskapstiltakene sent i gang, men man unngikk alvorlige forurensningsproblemer, muligens mye på grunn av hell. SFT var tidlig i flommen ute med en generell identifisering av utsatte objekter:

Ut fra en foreløpig faglig vurdering, mener SFT at faren for akutt forurensning er knyttet til større oljetanker, transport av farlig gods og bedrifter som håndterer kjemikalier. Flommen innvirkninger på avløpsystemet, avfallsdeponier og jordbruksarealer vil gi effekt på lengre sikt. (SFT, 1995a)

Ikke uventet klarte de operative tjenester som har etablerte vakt og overvåkningstjenester seg bra - f.eks. kraftverk og vannverk. I følge Flomtiltaksutvalget var det vannverkene fortjeneste at man unngikk alvorlige hel-seproblemer:

Statens institutt for folkehelse foretok en daglig oppfølging av vannverk som var utsatt under 1995-flommen. Forurensingssituasjonen var såpass alvorlig at sykdomsspredning ville vært uunngåelig dersom flomvannet hadde kommet inn på nettet. At det ikke forekom epidemiske sykdomsutbrudd under flommen, kan for en stor del tilskrives at vannverkene gjennom sin innsats har klart å etablere tilstrekkelig hygienisk sikring. (NOU, 1996)

5.4 Spesielle tiltak

Av spesielle sikringstiltak for VA-anleggene kan nevnes:

- Vanninntak og vannbehandlingsanlegg må være utformet og dimensjonert for å tåle flommer av en gitt størrelse.
- Man må ha en godkjent reserve-vannkilde og teste jevnlig at alle komponenter tilknyttet denne alltid virker.
- Brønner må sikres med tette masser rundt brønnrøret og brønntopper med elektrisk utstyr må føres over forventede flomnivåer (dersom dette er økonomisk forsvarlig).
- Pumpestasjoner og renseanlegg må bygges i vanntett konstruksjon, eller så må det vurderes om utstyret med maskiner o.l. kan utføres slik at det tåler en kortvarig neddykking.
- Elektrisk utstyr må legges over forventet flomnivå, eller det bør kunne demonteres raskt.
- Dersom avløpsrenseanlegget ligger for lavt til at utløpet kan renne ut i resipienten under flom, må dette kunne pumpes ut dersom det ellers er mulig å holde renseanlegget i drift.
- Dersom overløp på fellessystemer ligger under flomnivå, bør de kunne stenges eller ha en tilbake-slagsventil for å hindre at flomvann trenger inn i avløpsnett.
- Dersom flomvoller etableres rundt en tettbebyggelse må avløpsvannet kunne pumpes over flomvollen. Man må påse at virkningen av flomvollen ikke blir punktert av gjennomgående avløpsledninger.
- Utsatte steder bør vegsluk kunne tettes for å hindre at flomvannet trenger ned fra bakkenivået via sluket til avløpsnett.

5.5 Informasjonsspredning

Vi ser at det etter de store flommen i USA dette tiåret blir lagt stor vekt på informasjon til publikum. Mye av dette er lagt ut på Internet. Det kan nok diskuteres hvor effektivt Internet er som kommunikasjonsmedium i en krisesituasjon - m.a. vil telefonettet lett bryte sammen, men det kan fungere som et effektivt arkiv hvorfra lokale myndigheter og ressurspersoner lett kan hente informasjon og kopiere opp for lokal distribusjon. Et eksempel på en slik opplysningbrosjyre er gjengitt i vedlegget. Ellers viste det seg under flommen i 1995 at de tradisjonelle massemedia fungerte godt som informa-

sjonsdistributører. Ikke minst var lokal- og regionalradio effektivt. Etter flommen i Oder i 1997 klages det imidlertid fra polsk side over at massemedia ikke var ansvarlige, de formidlet feilinformasjon og bidro til å spre panikk og negative holdninger som gjorde redningsarbeidet vanskelig (Kundzewicz, 1998).

Lokalradio har vist seg svært nyttig, da folk er vant til at nyheter, informasjon og beskjeder går ut denne veien. Fet kommune hadde meget god erfaring med dette under flommen i 1995.

5.6 Oppryddingsfasen

Selv om dødsulykkene først og fremst opptrer under selve flommen, er det et spørsmål om ikke de største helsefarene er knyttet til oppryddingsfasen. De fysiske og psykiske belastningene er meget store, og arbeidet foregår under forhold og med faremomenter som er ukjent for de fleste. Forurensninger gir som nevnt ekstrabelastninger i denne situasjonen, og øker den akutte helsefaren. Informasjon og et aktivt støtteapparat er meget viktig. Oppryddings- og reetableringsfasen etter storflommer varer typisk ett år.

6. Konklusjoner

De farligste forurensningssituasjonen ser ut til å være knyttet til store punktutslipp av kjemikalier, særlig pesticider, fra tanker, deponier eller transportere. Sannsynligheten for slike hendelser er imidlertid liten, så totalrisikoen er moderat. Det samme gjelder store oljeutslipp.

Et trekk ved slike store enkeltutslipp av kjemikalier eller olje er at selv om det nok er en forhøyet sannsynlighet for at de skal oppstå under flom, kan de inntreffe når som helst, slik at det alt i alt er større sannsynlighet at de inntreffer utenfor flomsituasjoner enn under flom. Det gjør dem vanskelige å forutse, og det er ikke lett å opprettholde høy beredskap mot så sjeldne hendelser som attpå til utvikler seg meget raskt. Om de gjør større skader i en flomsituasjon enn ellers er et åpent spørsmål. Fortynningen er større under flom, på den andre siden vil man da få avsetning av forurensningene inn over elveslettene, og dermed berøre større områder. Mindre lekkasjer og utslipp av olje er vanlig forekommende under flom, og gir lokal forurensning og tilgrising, men sjeldnere langvarige skader.

Råkloakk vil nesten alltid unnsnippe til vassdrag og oversvømmelsesområder under flom, og er en trussel for vannforsyningen, men synes i praksis sjelden å gi store problemer. Som regel lar det nok så enkelt å organisere nødforsyning av drikkevann i de tilfeller hvor offentlige vannverk får problemer. Privat vannforsyning kan være mer utsatt, ikke minst fra brønner som tilsynelatende ikke er påvirket.

En av årsakene til at forurensningsproblemene kan være mindre enn antatt er den store fortynningen man får i flomsituasjoner. Når det går urensset kloakk tilsvarende 125000 personekvivalenter per døgn ut i Mjøsa under Vesle-ofsen, er det selvsagt et høyt tall - en fosforbelastning på ca 170 kg per døgn med tilhørende bakteriebelastning. På den andre siden er det samtidige vanntilførselen av størrelsesorden 2000 tonn per sekund, i prinsippet tilsvarende en konsentrasjon på 0.001 mg/l i tilførselen til Mjøsa. I de store vassdragene skal det dermed mye til for at råkloakk gjør noe særlig til eller fra under flom. Helt annerledes kan det stille seg i små vassdrag, og særlig direkte nedstrøms store punktutslipp. Det samme gjelder når områder bak flomvern oversvømmes - flomvannet blir da gjerne stående stille, og lokale forurensninger blir langt mindre fortynnet. I ekstrem grad gjelder dette ved tilbakeslag av kloakk inn i bygninger.

Under store flommer, 100-årsflommer eller større, må man regne med at både vannforsyning og kloakksystemer bryter sammen. Dersom de rammer større områder, setter dette store krav til beredskap og organisering. I praksis vil dette være situasjoner der man også har omfattende evakuering. I et utviklet samfunn som Norge vil normalt ikke flommer skape utbrudd av epidemier eller overhyppighet av sykdommer, forutsatt at de lokale myndigheter gjør en normalt god innsats. I denne sammenheng er beredskapstiltak, klare ansvarsfordelinger og satsning på informasjonsspredning meget viktig.

Referanser

- Amador, E. (1998) Honduras went back 50 years. La Prensa Honduras on the Web 848 (Nov 6) <http://www.laprensahn.com/natarc/9811/english.htm>
- anonymous (1997) Crude awakening along the Odra riverbank. REC - The Bulletin 7 (2) <http://www.rec.org/REC/Bulletin/Bull72/BULL72cover.html>
- anonymous (1998a) The Odra River system. The Odra River system and its institutions. pp 23-38. Ekskursjonsmateriale fra N-gruppens besøk i Polen.
- anonymous (1998b) The flooding of the Odra and Vistula Rivers. HELCOM News (Helsinki Commission - Baltic Marine Environment Protection Commission) (2/98) <http://www.helcom.fi/news/news298.html>
- anonymous (1998c) Infections spread. La Prensa Honduras on the Web 848:(Nov 6) <http://www.laprensahn.com/natarc/9811/english.htm>
- Arnesen, R.T. & Iversen, E.R. (1995) Transport av tungmetaller fra norske kisgruver. NIVA-rapport 3294, 164 p. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. ISBN 82-577-2816-0.
- Bogen, J. (1999) Miljøkonsekvenser. Flommer og sedimenttransport i vassdrag. HYDRA rapportMi05, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Brabrand, Å., Arnekleiv, J.V., Brittain, J.E., Dolmen, D., Halvorsen, G., Hindar, K., L'Abée-Lund, J.H., Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Rørslett, B., Sand, K. & Aass, P. (1999) Virkninger av flom på vannlevende organismer. HYDRA rapport Mi 02, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- CDC (1996) Flood. A Prevention Guide to Promote Your Personal Health and Safety. Centers for Disease Control and Prevention. US Department of Health and Human Services, <http://www.cdc.gov/nceh/programs/emergenc/prevent/flood/flood.htm>
- DSB (1979) Normalreglementet for kommunenes beredskapsarbeid. Direktoratet for sivilt beredskap, Oslo. http://www.dsb.no/nivaa_tre_publikasjoner/normalreglementet/normalreglementet_for_kommunenes.htm
- DSB (1989) Beredskapshåndbok for kommunene. Direktoratet for sivilt beredskap, Oslo.
- DSB (1994a) Veileder for kriseplanlegging i kommunene - plan for kriseledelse. Direktoratet for sivilt beredskap, Oslo. http://www.dsb.no/nivaa_tre_publikasjoner/kriseveileder/veileder_for_kriseplanlegging_i_.htm
- DSB (1994b) Veileder for kommunale risiko- og sårbarhetsanalyser. Direktoratet for sivilt beredskap, Oslo. http://www.dsb.no/nivaa_tre_publikasjoner/ros-veileder/veileder_for_ros.htm
- DSB (1998) Veileder for internkontroll i kommunal beredskap. Direktoratet for sivilt beredskap, Oslo. http://www.dsb.no/nivaa_tre_publikasjoner/internkontroll/rettleiar_for_internkontroll.htm
- EPA (1998a) On site incineration at the Sikes Disposal Pits Superfund Site, Crosby, Texas. Cost and Performance Reports: On-Site Incineration at Superfund Sites. pp 178-193. US Environmental Protection Agency, Technology Innovation Office, Washington DC.
- EPA (1998b) Ashland Oil Spill. <http://www.epa.gov/oilspill/ashland.htm>
- Faafeng, B., Berge, J.A., Bjerkeng, B., Helland, A., Holtan, G., Holtan, H., Kjellberg, G., Källqvist, T.S., Moy, F., Skulberg, O.M., Sørensen, K. & Walday, M. (1996) Flommen på Østlandet 1995. Sammenstilling av NIVAs undersøkelser med spesiell vekt på måleprogrammet i Glomma og Vorma. NIVA rapport 3480-96, 80 p. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. ISBN 82-577-3020-3.
- Faafeng, B., Lydersen, E., Kjellberg, G. & Bjerknes, V. (1999) Miljøkonsekvenser av flom - flom og vannkvalitet. HYDRA-rapport Mi 01, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Fonahn, W. (1995) Storflommen på Østlandet juni 1995 - konsekvenser for drikkevannsforsyningen. Vann (3B)469-473.
- Fylkesmannen i Oppland (1996) Flommen 1995 - Kloakkutslipp fra renseanlegg og ledningsnett.
- Fylkesmannen i Hedmark (1996) Flommen - miljøkonsekvenser. Rapport 1/96, Miljøvernavdelingen, Hamar.
- Gherman, E. (1997) A Toxic Nightmare: The Dunsmuir Metam Sodium Spill Revisited. Sonoma County Free Press (July 1997) http://www.sonomacountyfreepress.org/reaction/a_toxic_nightmare.html
- Halvorsen, H.K. (1997) Betyr risiko- og sårbarhetsanalyse noe for kommunenes sivile beredskap? Kommunal rapport (30/97) <http://www.kommunalrapport.no/politikk/876214386.html>
- Jenssen, L. (1998) Assessing infrastructure vulnerability to major floods. IVB-rapport B2-1998-2, 199 p. NTNØ, Trondheim, ISBN 82-471-0229-3.

- Justis- og politidepartementet (1993) Det fremtidige sivile beredskap. Stortingsmelding 24 (1992-93), 66 p. Statens trykningsentral, Oslo.
- Justis- og politidepartementet (1994) Langtidsplan for det sivile beredskap 1995-98. Stortingsmelding 48 (1993-94), 38 p. Statens trykningsentral, Oslo.
- Justis- og politidepartementet (1998) Hovedretningslinjer for det sivile beredskaps virksomhet og utvikling i tiden 1999-2002. Stortingsmelding 25 (1997-98), Statens trykning, Oslo.
<http://odin.dep.no/repub/97-98/stmld/25/>
- Kristensen, S.E. & Voksø, A. (1998) Metodebeskrivelse for flomsoneanalyse med eksempler fra Flisa og Kirkenær. HYDRA Notat 7, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Kristiansen, S. (1996) Effekter på planteplanktonet i ytre Oslofjord (Glommas influensområde) etter flommen sommeren 1995. Biologisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Kundzewicz, Z. W. (1998) Destructive flood in Poland: Odra, summer 1997. RIBAMOD Workshop, Monselice, 25-26 Sept 1997. EUR 18 853 EN, pp 15-27, EUROP, Luxembourg.
- Museth, J. & Qvenild, T. (1996) Flommen - miljøkonsekvenser. Rapport nr. 1/96, 58 p. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernvedelingen, Hamar. ISBN 82-7555-054-8.
- NOU (1996) Tiltak mot flom. Noreges offentlige utredninger 1996:16, 207 p. Statens trykning, Oslo. ISBN 82-583-0404. <http://odin.dep.no/nou/1996-16/index.htm>
- Olsgard, F. (1996) Undersøkelser av marine bløtbunn-samfunn og sedimenter i Hvaler-området i forbindelse med storflommen i Glomma våren/sommeren 1995. Biologisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Serafin, R. (1997) Assessing the Polish flood. REC - The Bulletin 7:(2)
<http://www.rec.org/REC/Bulletin/Bull72/BULL72cover.html>
- SFT (1995a) Redegjørelse for skader flommen har forårsaket og kostnader i forbindelse med innsatsen. Dato: 07.06.95.
- SFT (1995b) Forurensning i forbindelse med flommen på Østlandet. Vurdering av hvilke typer forurensninger som kan oppstå og mulige konsekvenser.
- Sælthun, N.R., Berg, H., Eggestad, H.O., Gottschalk, L., Krasovskaia, I., Kristensen, S.E., Skoglund, M., Voksø, A. & Wathne, M. (2000) Økonomisk risikoanalyse for flommer. HYDRA rapport R03, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Sælthun, N.R. (1999) Flommer, flomsikring og miljø - konflikt eller konsensus? HYDRA-rapport Mi06. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
- Tank Collapse Task Force (1988) Report of the Investigation into the Collapse of Tank 1338. Pennsylvania Department of Environmental Resources, Harrisburg, PA.
http://www.dep.state.pa.us/dep/PA_Env-Her/ashland.htm
- Trumbull, N. (1995) Oil spills in Komi an ongoing threat to a fragile ecosystem. St Petersburg Press, internetutgave 111 (June 20 - 26) <http://solar.rtd.utk.edu/oldfriends/spbweb/sppress/111/feature.html>
- Vest, J. (1997) A disaster that stays a spell - What happens after the headlines recede. US News Online (5 May) <http://www.usnews.com/usnews/issue/970505/5nort.htm>
- Wartena, E.M.M. & Evenset, A. (1997) Effects of the Komi oil spill 1994 in the Nenets Okrug, North-west Russia. Oil components and other contaminants in sediments and fish from the Pechora River, 1995. Report APN514.789.1, 63 p. Akvaplan-niva, Tromsø.
- Østdahl, T. & Taugbøl, T. (1999) Miljøtilpasninger ved eksisterende og nye flomsikringstiltak - en litteraturstudie. Hydra-rapport Mi04, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.

Tidligere utgitt i HYDRA-serien

Flomdemping, flomvern og flomhandtering (F)

- F01 Analyse av lange flomserier.
Lars Andreas Roald, NVE.
- F02 Estimating the mean areal snow water equivalent from satellite images and snow pillows.
Thomas Skaugen, NVE.
- F03 Modellstudie av reguleringens flomdempende effekt i Gudbrandsdalslågen.
Magne Wathne og Knut Alfredsen, SINTEF.
- F04 Effekt av vassdragsreguleringer i Glomma og Lågen på stor flom.
Jens Kristian Tingvold, Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB).
- F05 Effekter av flomsikringstiltak på flomforløpet.
Hallvard Berg, Inger Karin Engen, Inggjerd Haddeland, Øyvind Høydal, Eirik Traaa, NVE
Morten Skoglund, SINTEF.

Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak (Mi)

- Mi01 Miljøkonsekvenser av flom - flom og vannkvalitet.
Bjørn Faafeng, Espen Lydersen, Gøsta Kjellberg, Vilhelm Bjerknes, NIVA.
- Mi02 Virkning av flom på vannlevende organismer.
Åge Brabrand, John E. Brittain, Ketil Sand, Per Aass, UiO
Gunnar Halvorsen, Kjetil Hindar, Arne Jensen, Bjørn Ove Johnsen, NINA
Jo Vegar Arnekleiv, Dag Dolmen, NTNU
Bjørn Rørslett, NIVA
Jan Henning L'Abée-Lund, NVE.
- Mi03 Miljøeffekter av flomforebyggende tiltak - en litteraturstudie.
Torbjørn Østdahl, Trond Taugbøl og Børre Dervo, Østlandsforskning.
- Mi04 Miljøtilpasninger ved eksisterende og nye flomsikringstiltak - en litteraturstudie.
Torbjørn Østdahl og Trond Taugbøl, Østlandsforskning.
- Mi05 Miljøvirkninger av erosjon og sedimenttransport under flommer.
Jim Bogen og Truls Erik Bønsnes, NVE.

- Mi06 Flommer, flomsikring og miljø - konflikt eller konsensus?
Nils Roar Sælthun, NIVA.

Naturgrunnlag og arealbruk (N)

- N01 Naturlige magasineringsområder.
Bjørn Follestad, Norges geologiske undersøkelse
Noralf Rye, Geologisk institutt, UiB.
- N02 Endringer i landbrukets arealbruk i Glommas nedbørfelt.
Arne Grønlund, Arnor Njøs, Bjørn Kløve, Jordforsk.
- N03 Naturgrunnlag og arealbruk i Glommas nedbørfelt.
Arne Grønlund, Jordforsk.
- N04 LANDPINE - en hydrologisk modell for simulering av arealbruksendringers innvirkning på avrenningsforhold.
Trond Rinde, SINTEF-BM.
- N05 Virkningen av arealbruksendringer på avrenningsforhold.
Trond Rinde, SINTEF-BM
Arnor Njøs, Arne Grønlund, Jordforsk.

Skaderisikoanalyse (R)

- R01 Economic Risk of Flooding - a case study for the floodplain upstream Nor in the Glomma River, Norway.
Lars Gottschalk, Dept. of Geophysics, UiO
Irina Krasovskaia, Dept. of Earth Sciences, Hydrology, University of Uppsala.
- R02 Samfunnskostnader på grunn av flom i vassdrag.
Magne Wathne og Morten Skoglund, SINTEF
Hans Olav Eggestad, Jordforsk.
- R03 Økonomisk risikoanalyse for flommer.
Nils Roar Sælthun, NIVA
Lars Gottschalk, UiO
Irina Krasovskaia, Univ. i Uppsala
Hallvard Berg, Astrid Voksø, Søren Elkjær Kristensen, NVE
Hans-Olav Eggestad, Jordforsk
Morten Skoglund, Magne Wathne, SINTEF.

Tettsteder (T)

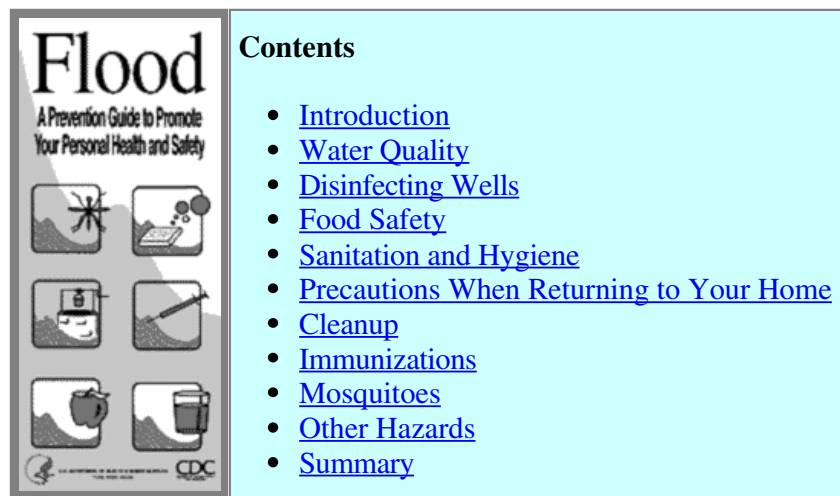
- T01 Betydningen av lokal-/total overvannsdiskonering (LOD/TOD) på flommer.
Svein Endresen, Siv.ing. Svein Endresen AS.

- T02 Urbaniserte områders innvirkning på flomforhold.
Oddvar Lindholm, NLH
Steinar Myrabø, Jordforsk
Jadranka Milina, Sveinung Sægrov og
Ingrid Selseth, SINTEF.
- T03 Lokal og total overvannsdiskonering (LOD/TOD)
- Beskrivelser av anlegg, erfaringer mm.
Svein Endresen, Siv.ing. Svein Endresen AS.
- T04 Skadereduserende kommunaltekniske tiltak med
tanke på flom.
Svein Endresen, Siv.ing. Svein Endresen AS og
Oddvar Lindholm, NLH.

Flood

A Prevention Guide to Promote Your Personal Health and Safety

Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
U.S. Department of Health and Human Services
Public Health Service
1996



Introduction

After a flood, the physical devastation to a community is obvious. But during the flood and its aftermath, there are some basic facts to remember that will help protect your personal health and safety. This pamphlet provides information that will help you and other flood victims prevent diseases and injury and maintain good health in the days and weeks following a flood.

This information is provided by the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) through state and local health departments. It includes general disease and injury prevention guidelines that may vary slightly from state to state. If in doubt, contact your local or state health departments, which will issue health advisories or recommendations particular to local conditions.

Water Quality

Listen for public announcements on the safety of the municipal water supply. Flooded, private water wells will need to be tested and disinfected after flood waters recede. Questions about testing should be directed to your local or state health departments.



Water for Drinking and Cooking

Safe drinking water includes bottled, boiled, or treated water. Your state or local health department can make specific recommendations for boiling or treating drinking water in your area. Here are some general rules concerning water for drinking and cooking. Remember:

- Do not use contaminated water to wash dishes, brush your teeth, wash and prepare food, or make ice.
- If you use bottled water know where it came from. Otherwise, water should be boiled or treated before use. Drink only bottled, boiled, or treated water until your supply is tested and found safe.
- Boiling water kills harmful bacteria and parasites. Bringing water to a rolling boil for 1 minute will kill most organisms.
- Water may be treated with chlorine or iodine tablets, or by mixing six drops (1/8 teaspoon) of unscented, ordinary household chlorine bleach (5.25 percent sodium hypochlorite) per gallon of water. Mix the solution thoroughly, and let stand for about thirty minutes. However, this treatment will not kill parasitic organisms.

Containers for water should be rinsed with a bleach solution before reusing them. Use water storage tanks and other types of containers with caution. For example, fire truck storage tanks, as well as previously used cans or bottles may be contaminated with microbes or chemicals. Do not rely on untested devices for decontaminating water.

Disinfecting Wells

If you suspect that your well may be contaminated, contact your local or state health department or agriculture extension agent for specific advice. Here are some general instructions for disinfecting wells.



To Disinfect Bored or Dug Wells

1. Use Table 1 to calculate how much bleach (liquid or granules) to use.
2. To determine the exact amount to use, multiply the amount of disinfectant needed (according to the diameter of the well) by the depth of the well. For example, a well 5 feet in diameter requires 4 1/2 cups of bleach per foot of water. If the well is 30 feet deep multiply 4 1/2 by 30 to determine the total cups of bleach required (4 1/2 X 30 = 135 cups). There are sixteen cups in each gallon of liquid bleach .
3. Add this total amount of disinfectant to about 10 gallons of water. Splash the mixture around the wall or lining of the well. Be certain the disinfectant solution contacts all parts of the well.
4. Seal the well top.
5. Open all faucets and pump water until a strong odor of bleach is noticeable at each faucet. Then stop the pump and allow the solution to remain in the well overnight.
6. The next day, operate the pump by turning on all faucets, continuing until the chlorine odor disappears. Adjust the flow of water faucets or fixtures that discharge to septic systems to a low flow to avoid overloading the disposal system.

Table 1. Bleach for a Bored or Dug Well		
Diameter of well (in feet)	Amount of 5.25% laundry bleach chlorine per foot of water	Amount of 70% chlorine granules per foot of water
3	1 1/2 cups	1 ounce
4	3 cups	2 ounces
5	4 1/2 cups	3 ounces
6	6 cups	4 ounces
7	9 cups	6 ounces
8	12 cups	8 ounces
10	18 cups	12 ounces

Source: Illinois Department of Public Health. Recommendations may vary from state to state.

To Disinfect Drilled Wells
<ol style="list-style-type: none"> 1. Determine the amount of water in the well by multiplying the gallons per foot by the depth of the well in feet. For example, a well with a 6-inch diameter contains 1.5 gallons of water per foot. If the well is 120 feet deep, multiply 1.5 by 120 (1.5 X 120 = 180). 2. For each 100 gallons of water in the well, use the amount of chlorine (liquid or granules) indicated in Table 2. Mix the total amount of liquid or granules with about 10 gallons of water. 3. Pour the solution into the top of the well before the seal is installed. 4. Connect a hose from a faucet on the discharge side of the pressure tank to the well casing top. Start the pump. Spray the water back into the well and wash the sides of the casing for at least 15 minutes. 5. Open every faucet in the system and let the water run until the smell of chlorine can be detected. Then close all the faucets and seal the top of the well. 6. Let stand for several hours, preferably overnight. 7. After you have let the water stand, operate the pump by turning on all faucets continuing until all odor of chlorine disappears. Adjust the flow of water from faucets or fixtures that discharge into septic tank systems to a low flow to avoid overloading the disposal system.

Table 2. Bleach for a Drilled Well	
Diameter of Well (in inches)	Gallons per foot of water
3	0.37
4	0.65
5	1.0
6	1.5
8	2.6
10	4.1
12	6.0

Amount of Disinfectant Required for each 100 gallons of water	
Laundry Bleach (5.25% Chlorine)	3 cups*
Hypochloride Granules (70% Chlorine)	2 ounces**
*1 cup = 8-ounce measuring cup **1 ounce = 2 heaping tablespoons of granules <i>Source: Illinois Department of Public Health. Recommendations may vary from state to state.</i>	

Food Safety

Do not eat any food that may have come into contact with flood water. Discard any food without a waterproof container if there is any chance that it has come into contact with flood water. Undamaged, commercially canned foods can be saved if you remove the can labels, thoroughly wash the cans, and then disinfect them with a solution consisting of one cup of bleach in 5 gallons of water. Relabel your cans, including expiration date, with a marker. Food containers with screw-caps, snap-lids, crimped caps (soda pop bottles), twist caps, flip tops, and home canned foods should be discarded if they have come into contact with flood water because they cannot be disinfected. For infants, use **only** pre-prepared canned baby formula that requires no added water, rather than powdered formulas prepared with treated water.



Frozen and Refrigerated Foods

If your refrigerator or freezer may be without power for a long period:

- Divide your frozen foods among friends' freezers if they have electricity;
- Seek freezer space in a store, church, school, or commercial freezer that has electrical service; or
- Use dry ice -- 25 pounds of dry ice will keep a 10-cubic-foot freezer below freezing for 3-4 days. (Exercise care when handling dry ice, because it freezes everything it touches. Wear dry, heavy gloves to avoid injury.)

Thawed food can usually be eaten or refrozen if it is still "refrigerator cold," or if it still contains ice crystals. To be safe, remember, "When in doubt, throw it out." Discard any food that has been at room temperature for two hours or more, and any food that has an unusual odor, color, or texture.

Your refrigerator will keep foods cool for about 4 hours without power if it is unopened. Add block or dry ice to your refrigerator if the electricity will be off longer than 4 hours.

Sanitation and Hygiene



It is critical for you to remember to practice basic hygiene during the emergency period. Always wash your hands with soap and water that has been boiled or disinfected:

- before preparing or eating food;
- after toilet use;
- after participating in flood cleanup activities; and
- after handling articles contaminated with flood water or sewage.

Flood waters may contain fecal material from overflowing sewage systems, and agricultural and industrial byproducts. Although skin contact with flood water does not, by itself, pose a serious health risk, there is some risk of disease from eating or drinking anything contaminated with flood water. If you have any open cuts or sores that will be exposed to flood water, keep them as clean as possible by washing well with soap to control infection. If a wound develops redness, swelling, or drainage, seek immediate medical attention.

In addition, parents need to help children avoid waterborne illness. Do not allow children to play in flood water areas, wash children's hands frequently (always before meals), and do not allow children to play with flood-water contaminated toys that have not been disinfected. You can disinfect toys using a solution of one cup of bleach in 5 gallons of water.

Precautions When Returning to Your Home



Electrical power and natural gas or propane tanks should be shut off to avoid fire, electrocution, or explosions. Try to return to your home during the daytime so that you do not have to use any lights. Use battery-powered flashlights and lanterns, rather than candles, gas lanterns, or torches. If you smell gas or suspect a leak, turn off the main gas valve, open all windows, and leave the house immediately. Notify the gas company or the police or fire departments or State Fire Marshal's office, and do not turn on the lights or do anything that could cause a spark. Do not return to the house until you are told it is safe to do so.

Your electrical system may also be damaged. If you see frayed wiring or sparks, or if there is an odor of something burning but no visible fire, you should immediately shut off the electrical system at the circuit breaker.

Avoid any downed power lines, particularly those in water. Avoid wading in standing water, which also may contain glass or metal fragments.

You should consult your utility company about using electrical equipment, including power generators. Be aware that it is against the law and a violation of electrical codes to connect generators to your home's electrical circuits without the approved, automatic-interrupt devices. If a generator is on line when electrical service is restored, it can become a major fire hazard. In addition, the improper connection of a generator to your home's electrical circuits may endanger line workers helping to restore power in your area. All electrical equipment and appliances must be completely dry before returning them to service. It is advisable to have a certified electrician check these items if there is any question. Also, remember not to operate any gas-powered equipment indoors.

Cleanup

Walls, hard-surfaced floors, and many other household surfaces should be cleaned with soap and water and disinfected with a solution of 1 cup of bleach to five gallons of water. Be particularly careful to thoroughly disinfect surfaces that may come in contact with food, such as counter tops, pantry shelves, refrigerators, etc. Areas where small children play should also be carefully cleaned. Wash all linens and clothing in hot water, or dry clean them. For items that cannot be washed or dry cleaned, such as mattresses and upholstered furniture, air dry them in the sun and then spray them thoroughly with a disinfectant. Steam clean all carpeting. If there has been a backflow of sewage into the house, wear rubber boots and waterproof gloves during cleanup. Remove and discard contaminated household materials that cannot be disinfected, such as wallcoverings, cloth, rugs, and drywall.



Immunizations

Outbreaks of communicable diseases after floods are unusual. However, the rates of diseases that were present before a flood may increase because of decreased sanitation or overcrowding among displaced persons. Increases in infectious diseases that were *not* present in the community before the flood are not usually a problem. If you receive a puncture wound or a wound contaminated with feces, soil, or saliva, have a doctor or health department determine whether a tetanus booster is necessary based on individual records.



Specific recommendations for vaccinations should be made on a case-by-case basis, or as determined by local and state health departments.

Mosquitoes

The large amount of pooled water remaining after the flood will lead to an increase in mosquito populations. Mosquitoes are most active at sunrise and sunset. The majority of these mosquitoes will be pests, but will not carry communicable diseases. Local, state, and federal public health authorities will be actively working to control the spread of any mosquito-borne diseases.



To protect yourself from mosquitoes, use screens on dwellings, and wear long-sleeved and long-legged clothing. Insect repellents containing DEET are very effective. Be sure to read all instructions before using DEET. Care must be taken when using DEET on small children. Products containing DEET are available from retail outlets and through local and state health departments.

To control mosquito populations, drain all standing water left in containers around your home.

Other Hazards



Swiftly Flowing Water

If you enter swiftly flowing water, you risk drowning -- regardless of your ability to swim. Swiftly moving shallow water can be deadly, and even shallow standing water can be dangerous for small children. Cars or other vehicles do not provide adequate protection from flood waters. Cars can be swept away or may break down in moving water.

Animals

Many wild animals have been forced from their natural habitats by flooding, and many domestic animals are also without homes after the flood. Take care to avoid these animals, because some may carry rabies. Remember, most animals are disoriented and displaced, too. Do not corner an animal. If an animal must be removed, contact your local animal control authorities. Your local and state health department can provide information about the types of wild animals that carry rabies in your area.

Rats may be a problem during and after a flood. Take care to secure all food supplies, and remove any animal carcasses in the vicinity by contacting your local animal control authorities.

If you are bitten by any animal, seek immediate medical attention. If you are bitten by a snake, first try to accurately identify the type of snake so that, if poisonous, the correct anti-venom may be administered.

Chemical Hazards

Use extreme caution when returning to your area after a flood. Be aware of potential chemical hazards you may encounter during flood recovery. Flood waters may have buried or moved hazardous chemical containers of solvents or other industrial chemicals from their normal storage places.

If any propane tanks (whether 20-lb. tanks from a gas grill or household propane tanks) are discovered, do not attempt to move them yourself. These represent a very real danger of fire or explosion, and if any are found, police or fire departments or your State Fire Marshal's office should be contacted immediately.

Car batteries, even those in flood water, may still contain an electrical charge and should be removed with extreme caution by using insulated gloves. Avoid coming in contact with any acid that may have spilled from a damaged car battery.

Summary

The physical devastation that accompanies a flood is enormous. But as the flood waters recede, there may be more threats to your personal health and safety. By taking some basic precautions, you can help prevent many injuries as well as the possibility of some diseases.

In the midst of all this water, remember that heat or cold can play a major role in your personal health. Drink plenty of fluids, avoid caffeine, and do not wait to get thirsty. When possible, take a break, being careful not to get any more exhausted than you already may be. Do not add weather-related health problems like heat stress or hypothermia to your other problems.

The weeks after a flood are going to be rough. In addition to your physical health, you need to take some time to consider your mental health as well. Remember that some sleeplessness, or anxiety, anger, hyperactivity, mild depression, or lethargy are normal, and may go away with time. If you feel any of

these symptoms acutely, seek some counseling. Your state and local health departments will help you find the local resources, including hospitals or health care providers, that you may need.

In addition to the information provided in this pamphlet, local and state health departments or emergency management agencies may issue health advisories particular to your location. For more information, contact your local or state health departments.

[Introduction](#) | [Water Quality](#) | [Disinfecting Wells](#) | [Food Safety](#) | [Sanitation and Hygiene](#) | [Precautions When Returning to Your Home](#) | [Cleanup](#) | [Immunizations](#) | [Mosquitoes](#) | [Other Hazards](#) | [Summary](#)

[CDC Prevention Guides for Emergencies and Disasters](#)

National Center for Environmental Health ([NCEH](#))
CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION ([CDC](#))

Kontaktpersoner

- formann i styringsgruppen:** Ola Skauge
Tlf. 73 58 05 00
E-post: ola.skauge@dirnat.no
- programleder:** Arnor Njøs
Jordforsk
Tlf. 64 94 81 70 (Jordforsk)
Tlf. 22 95 90 98 (NVE)
E-post: arnor.njos@jordforsk.nlh.no
E-post: xarn@nve.no.
- naturgrunnlag og arealbruk:** Arne Grønlund
Jordforsk
Tlf. 64 94 81 09
E-post: arne.gronlund@jordforsk.nlh.no
- Noralf Rye
Universitetet i Bergen
Tlf. 55 58 34 98
E-post: noralf.rye@geol.uib.no
- tettsteder:** Oddvar Lindholm
Norges Landbrukshøgskole
Tlf. 64 94 87 08
E-post: oddvar.lindholm@itf.nlh.no
- flomdemping, flomvern og flomhandtering:** Dan Lundquist
Glommens og Laagens
Brukseierforening
Tlf. 22 54 96 00
E-post: post@glb.no
E-post: danlund@sn.no
- skaderisikoanalyse:** Nils Roar Sælthun
Norsk institutt for vannforskning
Tlf. 22 18 51 21
E-post: nils.saelthun@niva.no
- miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak:** Olianne Eikenæs
Norges vassdrags- og energidirektorat
Tlf. 22 95 92 24
E-post: oli@nve.no
- databaser og GIS:** Lars Andreas Roald
Norges vassdrags- og energidirektorat
Tlf. 22 95 92 40
E-post: lars.roald@nve.no
- modellarbeid:** Ånund Killingtveit
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet
Tlf. 73 59 47 47
E-post: aanund.killingtveit@bygg.ntnu.no
- programadministrasjon:** Olianne Eikenæs
Norges vassdrags- og energidirektorat
Tlf. 22 95 92 24
E-post: oli@nve.no
Hjemmeside: <http://www.nve.no>
- Per Einar Faugli
Norges vassdrags- og energidirektorat
Tlf. 22 95 90 85
E-post: pef@nve.no



**Norges
vassdrags- og
energidirektorat**

Kontoradresse: Middelthuns gt. 29
Postadresse: Postboks 5091 Maj. 0301 Oslo