

Tilbakeblikk på den katastrofale gassutblåsinga frå Lake Nyos i Kamerun, 21. august 1986.

Av Lars G. Golmen

Lars G. Golmen er cand. real i oseanografi og leder for NIVAs vestlandsavdeling i Bergen.

Summary

On the evening of 21 August 1986 a violent release of gas from the depths of the small Lake Nyos in Cameroon suddenly occurred. The gas cloud instantly killed about 1.750 people that inhabited the small near-by communities. Only a very few witnesses survived. Soon after the disaster it was suggested that the gas was CO₂ that had been accumulating in the hypolimnion (dense lower layer) of the lake. The source of this gas was magmatic CO₂ that slowly seeped through the bottom of the volcanic lake and dissolved in the deep water. Recent studies on the eruption have shown that decompression of such CO₂-saturated deep water is able to power explosive and fountain-like eruptions with lake-surface exit velocities of the gas-liquid mixture of 90 m/s or more. This is in harmony with the observations made that the fountain had splashed over an 80-m-high rock on the shore. Gas is again accumulating in the lake, and it is anticipated that Lake Nyos may become dangerously unstable again in 20-40 years. This urgently

calls for emediation e.g. in the form of controlled degassing of the lake.

Samandrag

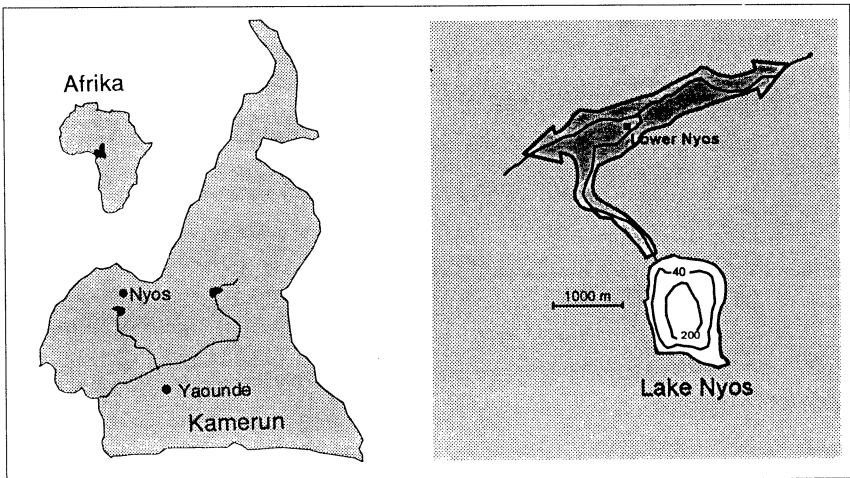
Om kvelden den 21. August 1986 strøymde store mengder giftig gass brått og utan forvarsel opp av den ellers så rolege innsjøen Nyos i det nordvestlige Kamerun i Afrika. Gass-skya spreidde seg raskt med fatale følger for busetnadane i dalføret nedanfor. Om lag 1.750 menneske blei drept momentant som følge av kveling eller forgifting på grunn av gassen, som seinare er blitt identifisert som CO₂. Alt dyreliv blei utrydda der gass-skya for fram, mens vegetasjonen stort sett var intakt. Kva skjedde egentleg? Kan dette skje igjen i Nyos innsjøen eller andre stader? Artikkelen berører desse spørsmåla, i lys av forskning og analyser omkring dette fenomenet som har pågått i dei ti åra etter katastrofen.

Innsjøen Nyos

Nyos er ein idyllisk liten innsjø som ligg 1.100 m.o.h. i høglandet i nordvestre delen av Kamerun i Afrika (Fig. 1). Fjellområdet er vulkansk, og Nyos ligg

i eit av dei mange kratera. Innsjøen måler om lag 1,5 km tvers over, og største djup er målt til 210 meter. Som i området for øvrig, dekkjer frodig og innbydande vegetasjon det meste av dei relativt bratte fjellskråningane rundt innsjøen. Desse fjellskråningane er godt beiteland for kveg, og kvegdrift utgjør eit viktig næringsgrunnlag for busetnaden av folk av Bantu eller Fulani stam-

menes som er konsentrert i dalføret nedanfor innsjøen. Nyos er med andre ord ein liten innsjø som på overflata er som dei 30 andre krater-innsjøane som ligg i same fjellkjeden. Nyos er likevel spesiell med sin dystre nære forhistorie og det potensialet for framtidige katastrofer den fortsatt kan skjule i djupet under den rolege overflata.



Figur 1: Kart over Kamerun (til venstre) og innsjøen Nyos, med djupnekoter for 40 m og 200 m djup. Kartet over Nyos syner også utbreiinga av gasskya i dalføret nedanfor innsjøen.

Katastrofen

Det var dei nemnde busetnadane i dalføret nedanfor Nyos som den 21. august 1986 blei offer for giftig gass som i løpet av ein time eller to fann veg gjennom innsjøens overflate og opp til lufta. Gasskya som danna seg, breidde seg nedover dalføret dels på grunn av vinden og dels på grunn av gassens eigen tyngde.

Ingen veit eksakt korleis gasskya oppstod. Overlevande kvegdrivarar som

oppheldt seg i høgareliggende deler av skråningane rundt Nyos, kunne fortelje om ein kraftig rumlende lyd frå innsjøen. Deretter skimta dei i kveldsmørkret ei sky av damp som strøymde som ei elv nedover dalen. Kortvarig kraftig vind førte med seg ei kvalmande lukt som minna om rotne egg i følge desse og andre vitne (Stager og Suau 1987).

Den anslagsvis 50 meter høge gasskya breidde seg langs bakken, og nådde raskt landsbyen Nedre Nyos. 1.200

menneske omkom der i løpet av minuttar, enten ved kveling eller forgifting. Vidare nedover i dalen tok gassen ennå meir enn 500 liv, før skya stansa eller forsvant som følgje av ut-tyunning om lag 20 km nedanfor innsjøen. Totalt omkom det 1.746 menneske i ulukka (Ladbury 1996). Ikkje berre menneske, men alt dyreliv vart samtidig utrydda, frå insekt til om lag 3.000 stor-fe (kveg). Dødt kveg vart funne i skråningane så høgt som 100 meter over innsjøen, noko som ga ein peikepinn på omfanget av gass-skya. Vegetasjonen i dalføret var stort sett inntakt. 4-5.000 menneske blei drevne på flukt.

I innsjøen medførte gassutlekkinga at vannstanden blei redusert med ein meter (-noko usikkert tal). Vatnet var blitt farga rust-brunt. Langs dei sørlege strendene hadde vatn blitt skylt 25 meter opp og medført øydeleggingar. På ein stad hadde vatn skylt over 80 meter til vers! Dette tyder på at ei høg fontenelignande vass-søyle må ha oppstått. Høgda på denne er anslått til 120 meter eller meir (Zhang 1996). Store energimengder må ha blitt frigjort i samband med at gassen strøymde ut, sannsynlegvis i den tidlige fasen i prosessen, som er antatt å ha vart i 1-2 timar før den stansa av seg sjølv, av ukjent grunn.

Årsaken

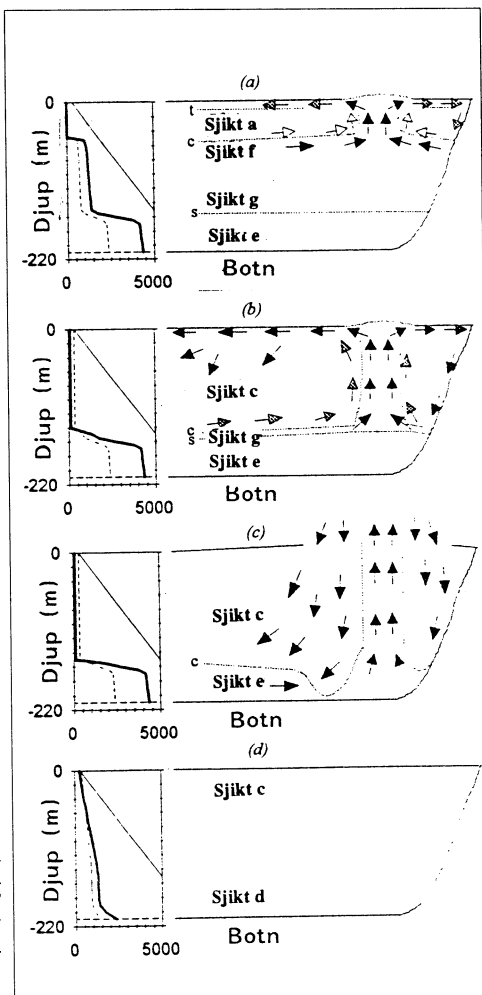
I tida etter hendinga blei det framsett fleire teoriar om kva slags naturfenomen dette var. I Nyos var det kun tatt nokre sporadiske prøver av overflatevatn før katastrofen, og desse prøvene ga lite grunnlag for å fastslå årsaken. Det var aldri blitt tatt prøver av djupvat-

net eller gjort andre granskingar i innsjøen som kan gje konkrete haldepunkt i ettertid. Slike prøver kunne sannsynlegvis ha avdekka risikoen for at noko alvorleg kunne skje, slik at ein kunne ha sett i verk førebyggjande tiltak. Det tok nesten tre døger før nyheitene om katastrofen nådde omverda, slik at omfattande hjelptiltak kunne setjast i verk (Kling et al. 1987). Katastrofen påkalla også raskt interesse blant fagfolk og bistandspersonell frå ulike land, og fleire feltekspedisjonar blei gjennomført til dette avsidesliggjande området for å få samle inn prøver og andre opplysningar.

Spreidde vitneutsegner frå overlevande ga visse haldepunkt om hendingsforløpet, men fortalte lite om årsaken. Det fanst lite bevis for at gass-skya var forårsaka av vulkansk aktivitet. Frigjeving av gass, mest sannsynleg karbondioksid (CO_2), som hadde samla seg i djupvatnet i innsjøen blei tidlig ansett som den mest sannsynlege teorien. Gassen måtte ha kome frå grunnen under innsjøen, ved langsam lekkasje til vatnet. På grunn av det store hydrostatiske trykket i djupet kunne store mengder gass bli løyst i vatnet uten at bobler oppstod. Kjemisk og termisk lagdeling i vatnet gjorde at djupare sjikt med høgt CO_2 innhald kunne bestå og anrikast over lang tid. I tillegg medførte auka CO_2 innhald i vatnet at dette også blei tyngre og dermed meir stabil.

Nyare anslag (Evans et al. 1994) viser at 0,17 km³ CO_2 -gass blei frigitt ved katastrofen. Andre har anslått at inntil 1 km³ gass blei frigjort. Prøvetaking i månadane etter hendinga fastslo at det

ennå var store mengder løyst CO_2 gass tilbake i innsjøen. Gass-lekkasjen hadde med andre ord berre frigjort deler av gassen. -Kva hadde så bidratt til å stanse lekkasjen før all gass var borte-, var eit av mange spørsmål som er blitt forsøkt forklart dei seinare åra, mens ein også har forsøkt å danne seg eit bilete av tilstanden før hendinga. Forstyrring av ekstra gassrike sjikt relativt nær overflata som har tvingga vatn oppover til lågare trykk, kan ha medført frigjeving av gassbobler som så har byrja stige til overflata. Gradvis større mengder vatn blei reve med av boblene, og prosessen kunne aksellerere. Til slutt oppstod det ei kraftig, nesten eksplosiv utblåsing eller fontene der store mengder vatn blei kasta høgt til vers. Denne vertikalarørsla har vore så kraftig at horisontal transport av "nytt" vatn frå andre deler av innsjøen ikkje kunne skje raskt nok til å oppretthalde fontenen. Gasslekkasjen stansa dermed like fort som den hadde starta, og Nyos var igjen roleg. Fig. 2 illustrerer denne modellen over hendingsforløpet.



Figur 2a-d: Skjematisk modell som syner eit sannsynlig forløp for gassutbruddet i Nyos i 1986. Kurvene til venstre syner metningskurve for CO_2 som funksjon av djupet (rett line), sannsynlig vertikalfordeling av CO_2 ($\times 10$ mmol/kg) ved ulike tidspunkt og vertikalfordeling av løyste stoff (TSS, mg/kg) i vatnet. Frigjeving av gass kan ha starta ved at gassrikt vatn frå nivå like under øvre kjemoklin (sjikt f) blei tvunge oppover av indre bølger eller andre fysiske fenomen. I ca 25 m djup kan overmetning ha inntrådt, og kraftig bobleindusert oppstrømming kunne starte (fig. 2a). Gradvis blei større deler av vassøyla trekt med i prosessen (fig. 2b-c), før stillstand med ei nesten gjennomblanda vass-søyle (fig. 2d). Etter Evans et al. (1994).

Det er enno ikkje fastslått kva som forårsaka den nødvendige innleiande forstyrringa eller vertikalforflyttinga av vatn i innsjøen. Det er blitt spekulert på om det kan ha vore eit mindre under-sjøisk ras eller vind som laga indre bølger kring sprangsjiktet, der gasskonsentrasjonen sannsynlegvis låg nær 100% metning. Eller den kan ha blitt forårsaka av lokal avkjøling og nedsynking av overflatevatn som så har tvunge djupvatn oppover. Jordskjelv er blitt utelukka som årsak.

Kan det skje igjen?

Nyare vassprøver viser at gassmengdene aukar i Nyos. Dette medfører risiko for at ei tilsvarende utblåsing som den i 1986 kan skje igjen, kanskje allereie om 20-30 år. I august 1984 skjedde det ei noko liknande episode i innsjøen Monoun 100 km frå Nyos, og 37 menneske blei drept. At Nyos-katastrofen også skjedde i august, kan indikere at sesongmessige klimatiske faktorar slik som overflateavkjøling er ein viktig del av årsaksforklaringa for dette spesielle fenomenet. Sannsynlegvis har slike fenomen skjedd i tidligare tider, også i Kamerun. Overleverte folkelege skildringar, gjerne med sterke mytologiske trekk, kan tyde på dette. Andre innsjøar, t.d. i Japan, har høg CO₂ konsentrasjon i djupvatnet, men utan at det er rapportert om dramatiske episoder der, kanskje på grunn av dei klimatiske tilhøva er ulike dei i Kamerun.

Motverkande tiltak

Etablering av katastrofeplaner og automatisk overvaking av tilstanden i inn-

sjøen og av luftkvaliteten vil kunne redusere døds-risikoen ved framtidig ukontrollert gassutlekking. Men det beste vil vere å kunne regulere mengda av løyst CO₂ i djupvatnet, slik at overmetning ikkje kan inntreffe. Det er gjort vellykka eksperiment med kontrollert oppumping av CO₂ gass ved hjelp av plast-rør både i Nyos og i Monoun innsjøen (Halbwachs et al. 1993). Frigjeving av gass ved trykkreduksjon skapar ein sjølv-oppretthaldande strøming (auto-pumping) i røyra. Kivu innsjøen på grensa mellom Ruanda og Zaire inneheld anslagsvis 700 gonger meir gass enn Nyos. For Kivus vedkomande er det planer om kommersiell utnytting av gassen (metan) ved kontrollert oppdrift eller auto-pumping. Tilsvarende pumpemetode kan truleg også anvendast i Nyos, slik at gassmengdene i djupvatnet der kan haldast i sjakk.

Referansar

Evans, W. C. et al. (1994) Six years of change at Lake Nyos, Cameroon, yield clues to the past and cautions for the future. *Geochemical Journal*, Vol. 28, s. 139-162.

Halbwachs, M., J. Grangeon, J-C. Sabroux og A. Villevielle (1993) Purge par auto-siphon du gaz carbonique dissous dans le lac Monoun (Cameroun): premiers resultats experimentaux. *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 316, Ser. II, s. 483-489.

Kling, G. W. et al. (1987) The 1986 Lake Nyos gas disaster in Cameroon,

West Africa. *Science*, Vol. 236, april 1987, s. 169-175.

Ladbury, R. (1996) Model sheds light on a tragedy and a new type of eruption. *Physics Today*, mai 1996, s. 20-22.

Stager, C. og A. Suau (1987) Silent

death from Cameroon's killer lake. *National Geographic*, Vol. 172, Nr. 3, s. 404-420.

Zhang, Y. (1996) Dynamics of CO₂-driven lake eruptions. *NATURE*, Vol. 379, jan. 1996, s. 57-59.