

Nyheter Brokollapsen

Dette er teoriene som diskuteres nå

Kan et foredrag i Las Vegas forklare brokollapsen på Tretten? Eller hva med en hjemmetegnet illustrasjon?

Torkjell J. Trædal, Åshild Langved, Tor Arne Andreassen og Sveinung Berg Bentzrød

Vannet skulle rent under. Nå fosser det over den 148 meter lange trebroen.

Hvordan kunne en ti år gammel bro plutselig kollapse totalt?

Bromiljøene i Norge klør seg i hodet. Samtidig som broen rives, samles deler av miljøet i grupper og kommisjoner. De skal forsøke å finne årsaken.

Uten å kjenne fasiten – men etter å ha snakket med eksperter, lest eldre notater og tilsynsrapporter – kan Aftenposten gi et bilde av hva som kan ha skjedd.

I 2013 holdt fagfolkene som prosjekterte broen, et foredrag i Las Vegas. Der trakk de frem at broen hadde et svakt punkt: Det mest kritiske området var ved det nye fundamentet nær E6.

De valgte blant annet en annen klasse limtre for å forsterke punktet. Leverandøren Moelven bekrefter overfor Aftenposten at de leverte denne klassen limtre til broen.

Da en annen bro på Perkolo ved Sjøa kollapset i 2016, var det snakk om en åpenbar feil i designet. Broen tålte mye mindre enn man trodde.

Noen slik åpenbar feil finnes ikke her, mener Anders Rønnquist. Han er professor og leder ved institutt for konstruksjons-

teknikk ved NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Rønnquist er ekspert på trebroer og peker på området rundt det nye fundamentet.

– Jeg tror det hele koker ned til ett svakt punkt ved fundamentet, antagelig i overgangen mellom tre og stål.

Fagfolkene som prosjekterte broen, skrev i 2013 at dette fundamentet også var utfordrende for arkitekten. Man valgte to smale stålfundamenter, som understreket broens asymmetriske design: Tung og bred i vest, lettere og smalere i øst.

– Én teori er at broen er blitt overbelastet på grunn av en lite robust og uheldig konstruksjonsløsning ved fundamentet nærmest E6. Det kan ha medført en dårlig lastfordeling mellom de to fagverkene som igjen overbelast enkelte komponenter på en uheldig og ikke tiltenkt måte. Det vil si at det er noe feil med de valgte løsninger av detaljer i brokonstruksjonen, sier Rønnquist.

Dersom det for eksempel er brudd i deler som har stivet av broen sideveis, kan det gi en situasjon som ikke gir kollaps med en gang.

– I slike tilfeller kan svingninger som oppstår senere være med på å skape en situasjon som overbelast broen og gir kollaps, sier Rønnquist.

Geologens tegning. Øyvind Engen er strukturgeolog. Det betyr at han er spesialist på hvordan masser som stein og leire, flytter på seg. Byggverk er i utgangspunktet ikke hans felt, men da han så bildene av Tretten bru, stanset Engen opp.

Han tegnet ned sin teori, om hvordan broen først kan ha kollapset rundt det nye fundamentet i øst. Disse tegningene ser du til høyre på disse sidene.

– Jeg mener at det er viktig å si noe ut fra et samfunnsperspektiv. Alle som er trent i å observere og tolke bilder, bør bidra. Som geolog har jeg lang erfaring med å se hvordan bevegelser, eksempelvis



Disse punktene er blant dem som får Engen til å tenke som han gjør: **1.** Trebjelken er spjæret på langs. **2.** Treverket under kjørebanelen buler ut. **3.** Stålfundamentet luter noe fremover. Foto: Stian Lysberg Solum, NTB

i fjell og leire, utvikler seg over tid, sier Engen.

Han er ansatt som geolog i oljeindustrien og har 20 års erfaring innenfor sitt fagfelt.

– Kollapsen ser ut til å skyldes en utilsiktet konsekvens av konstruksjonen mellom stål og tre, sier han og utdyper:

– Se for deg at kjørebanelen var svekket under det tunge vogntoget, omtrent som når du skyver et gulvteppe foran deg. Da samler det seg en fold foran. Men når bevegelsen kommer til stolpene av stål, hindret de broen fra å bevege seg. Det kan ha ført til en knekk.

Ikke alle er enige. En annen fagperson Aftenposten har snakket med, mener den teorien er «ganske sannsynlig».

Men ikke alle er enige med Engen. Én ekspert mener dette ikke er svaret på kollapsen.

Andre mener det kan ha skjedd enda lenger mot øst, i festet til land, og at delen over E6 raste først.

Da Statens vegvesen kontrollerte broen i juni, pekte de på bevegelser i fugen mellom broen og

land. Årsaken mente de var mye «tungtransport som bremser ned mot krysset». De vurderte det ikke som noe som kunne true bæreevnen til broen.

Manglet retningslinjer før 2010. Teoriene over peker på hva som kan ha skjedd under selve kollapsen. De sier ikke nødvendigvis noe om hva som kan ha forårsaket en eventuell ustabilitet eller svikt i forkant.

Som Aftenposten fortalte tidligere denne uken, ble det anbefalt å utbedre Tretten bru etter en inspeksjon av alle fagverksbroer i tre i 2016. Det handlet om å forsterke knutepunktene ved broen. Dette ble ikke gjort.

Knutepunktene er der treverket er bundet sammen med stålet. Det skjer ved hjelp av flere metallstenger som kalles dybler.

En av risikoene i et slikt knutepunkt, er det som heter blokkutrivning. Da sitter treverket igjen inne i dyblene, mens trebjelken rundt festet ellers, forsvinner.

Kreftene som var i sving på Tretten, førte til flere slike utrivninger da broen kollapset, viser bilder fra stedet.

I 2010 ble det innført nye standarder for bygging av trebroer, men siden arbeidet med Tretten bru startet før dette, ble den bygget etter de forrige standardene.

I trebrorapporten fra 2016 heter det at det ikke var noen kontroll av eller vurdering av sikkerhet mot blokkutrivning i tidligere retningslinjer.

Kan en slik blokkutrivning være årsaken?

Det vet vi foreløpig ikke. Det er ukjent om noen av blokkutrivningene man ser på Tretten kan ha utløst kollapsen, eller om de oppsto da broen raste av en annen utløsende faktor.

Seksjonssjef i Statens vegvesen, Gunnar Eitejord, skriver til Aftenposten at rapporten ikke konkretiserer hvilke elementer som eventuelt måtte forsterkes i knutepunktene. Det ble heller ikke omtalt som kritisk å gjøre det.

– Ettersom det i rapporten ikke ble sagt at noe var kritisk, ble naturlig nok oppfølgingen i tråd med det. Det ble gjort forsøk på å se på mulige generelle forsterkningstiltak uten at en landet noen konkrete rett og slett fordi det var



Det aller viktigste nå er at alle spor blir tatt godt vare på. Alle de vitale bitene fra bruddet må berges.

Kjell Arne Malo, professor ved institutt for konstruksjonsteknikk ved NTNU



Øyvind Engen er strukturgeolog. Det betyr at han er spesialist på hvordan masser som stein og leire, flytter på seg.
Foto: Privat



Kollapsen ser ut til å skyldes en utilsiktet konsekvens av konstruksjonen mellom stål og tre

Øyvind Engen, strukturgeolog

vanskelig å finne slike.

- **Ble det laget en plan for å gjøre dette, på et senere tidspunkt?**

- Nei. De mindre utbedringene som ble gjort (dybler), ble gjort når det passet inn i forhold til andre oppgaver.

- **Fikk noen ansvaret for å følge opp?**

- Nei. Den oppfølgingen som ble gjort, ble gjort av personell som ikke var gitt noe spesielt ansvar for oppfølging.

Ikke bekymret for limtre. En rekke fagverksbroer i limtre er nå stengt rundt i landet. Men at broen er bygd i limtre, er ikke alene en grunn til bekymring, ifølge professor Anders Rønning ved NTNU.

- Jeg er ikke urolig for at vi bygger trebroer og bruker limtre. Det er helt greit. Feilen kan ligge i at man har laget løsninger som er lite robuste og altfor høyt utnyttet. Da kan mindre endringer i geometri føre til asymmetriske påkjenninger. Noe som igjen kan føre til kollaps av broen.

Han skisserer et scenario der den ene siden av broen kan ha vært overbelastet.

- Husk at alle konstruksjoner rører på seg og endrer form. Lastebilen og personbilen utgjorde ingen ekstrem vekt for broen, så det er neppe lasten

som forårsaket kollapsen, men broen kan ha vært overbelastet på en av sidene, sier han.

- Tørke og fukt kan på sikt også bli et problem for en trebro. Spesielt om knutepunktene med bolter eller dybler blir utsatt for dette.

Statens vegvesen og Innlandet fylkeskommune skal nå granske hvordan broen kunne kollapse. Kjell Arne Malo fra NTNU er én av dem som skal sitte i kommisjonen.

- Alle steiner må snus. Det aller viktigste nå er at alle spor blir tatt godt vare på. Alle de vitale bitene fra bruddet må berges, sier Malo.

Han jobber som professor ved institutt for konstruksjonsteknikk. I likhet med Rønning mener han at Tretten bru skulle ha tålt vekten fra en lastebil og personbil uten problem.

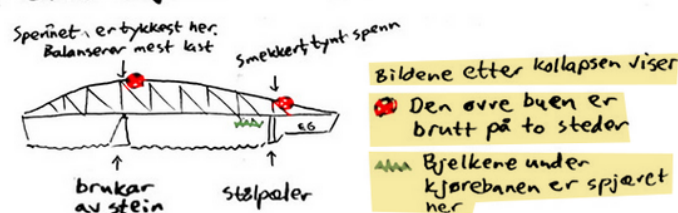
- Om det har skjedd en menneskelig feil her i konstruksjonen av broen, er altfor tidlig å si noe om.

- Denne broen skulle ikke ha falt ned, sier Malo.

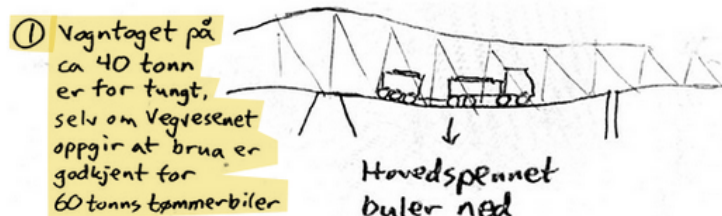
Pressesjef Kjell Bjørn Vinje i Statens vegvesen viser til at hendelsen skal granskes. Dessuten er saken under etterforskning. Derfor vil ikke han si noe om årsaker nå. Det samme gjelder for Norconsult som var involvert i prosjekteringen av broen.

Dette er Øyvind Engens teori:

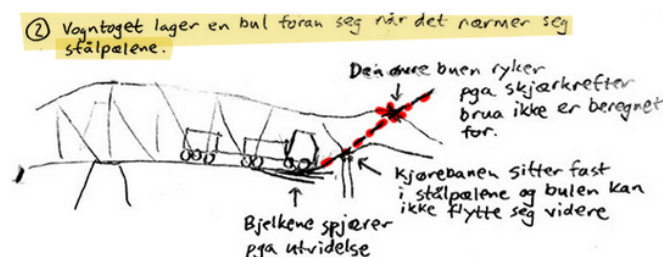
Observasjoner:



Observasjoner: Bildene etter kollapsen viser at den øvre buen er brutt på to steder og at bjelkene under kjørebane er spjæret her.



Vogntoget på 40 tonn er for tungt. Selv om broen skal tåle mye mer.



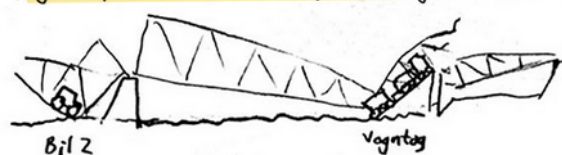
Vogntoget lager en bul foran seg når det nærmer seg stålplåtene.

Hovedspennet og vogntoget raser ned



Hovedspennet og vogntoget raser ned. Den bakerste delen av broen med personbilen, kan ha rast fordi hele veibanen er rykket løs fra festet på vestsiden.

Brua balanserer ikke lenger på bruket av stein og sidespenner raser ned. Kanskje var det også svekket av vogntoget



Brua balanserer ikke lenger på bruket av stein og sidespenner raser ned. Kanskje var det også svekket av vogntoget

HYPOTESE: SLANKT SPENN OVER STÅLPÆLER ER KONSTRUKSJONSFEIL!