

DP 5 Verktøy for risikovurdering

Workshop i gjennomføring av feiltreanalyse

Bjørn Kalsnes

BegrensSkade Delrapport nr. 5.3

Begrensning av skader som følge av grunnarbeider

Delprosjekt nr.: 5

Workshop i gjennomføring av feiltreanalyse

Dato: 2015-06-04

Revisjonsdato: 2015-06-04

Revisjonsnr.: 00

Delprosjektleder: Bjørn Kalsnes, NGI

Utarbeidet av: Bjørn Kalsnes, NGI

Kontrollert av: Unni Eidsvig, NGI

Sammendrag

Denne rapporten oppsummerer gjennomføringen av en workshop som ble avholdt på NGI 27. mai 2015. Workshopen bestod i gjennomføring av en feiltreanalyse for en byggegrøp. Ved en feiltreanalyse søker en å identifisere årsakene til at uønskede hendelser inntreffer, i dette tilfelle uønskede setninger utenfor byggegrøpen.

I alt 10 personer fra BegrensSkade-prosjektet deltok. Konstruksjonen av feiltredigrammet ble gjort i fellesskap etter at det ble avholdt faglige diskusjoner i grupper. Det ferdige resultatet i form av feiltredigram på de to øverste nivå er gitt under.



Innhold

1	Innledning.....	5
2	Beskrivelse av metoder der problemet dekomponeres visuelt ved hjelp av "trær"	5
3	Beskrivelse av byggegrupp	6
4	Oppsummering av workshop	8
4.1	Deltakere	8
4.2	Workshop gjennomføring	9
4.3	Resultater	9
5	Konklusjoner og videre arbeid	13

1 Innledning

Bakgrunnen for forskningsprosjektet BegrensSkade er at det ofte oppstår uventede og uønskede skader på naboeiendommer og nærliggende infrastruktur, som følge av grunn- og fundamenteringsarbeider. Det ligger derfor et betydelig potensiale i å utvikle nye metoder og forbedre prosedyrer for å unngå eller begrense slike skader innenfor bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen. Forbedret utførelse gir besparelse ved redusert antall skader, raskere gjennomføring, mindre forsinkelser og færre tvistesaker.

BegrensSkade har som mål å utvikle nye utførelsesmetoder og forbedre samhandlingsprosesser, for å begrense skader som kan tilbakeføres til grunn- og fundamenteringsarbeider innenfor bygg-, anleggs- og eiendomsbransjen. Prosjektet har en bred tilslutning fra den norske BA-bransjen med 23 partnere, med representanter fra alle aktører (bygherrer, entreprenører, underentreprenører, konsulenter, eiendoms- og forsikringselskaper samt forskningsinstitutt og universitet).

Prosjektet ser på hele kjeden av årsaker og forbedringsmuligheter fra prosjektering av grunn- og fundamenteringsarbeider til utførelse og oppfølging. BegrensSkade er delt opp i fem delprosjekter:

DP1+2 Kartlegging av årsaker til skader

DP3 Videreutvikling av metoder for å begrense skader

DP4 Dokumentasjon av nye metoder

DP5 Verktøy for risikovurdering

DP6 Forbedret samhandling i BA-prosessen

Delprosjekt 5 BegrensSkade er knyttet til håndtering av risiko. Delprosjektets mål er å utvikle metode(r) for å vurdere og redusere risiko, samt å utarbeide en veiledning for valg av optimal løsning for konkrete problemstillinger.

Denne rapporten oppsummerer en workshop som ble avholdt på NGI 27. mai 2015 med i alt 10 deltakere fra BegrensSkade-prosjektet. Hensikten med workshopen var i fellesskap å konstruere et feiltre diagram for en byggegrop med henblikk på å utforske mulige årsaker til store setninger utenfor byggegropa.

2 Beskrivelse av metoder der problemet dekomponeres visuelt ved hjelp av "trær"

Hendelsestrær, feiltrær og beslutningstrær er en måte å dele opp et problem på en visuell måte. Analysene har mye til felles. For kvantitative analyser er en viktig forutsetning for at denne oppdelingen skal være hensiktsmessig, at det er lettere å estimere sannsynligheter for enkelthendelser enn for mer sammensatte hendelser.

Hendelsestreanalyse

Et hendelsestre er et logisk diagram med forgreninger som sprer seg utover som et tre. Hendelsestreet viser mulige ikke-overlappende hendelseskjeder og utfall som kan føre til skade etter en uønsket hendelse. Analysen kan anvendes både kvalitativt og kvantitativt. Hendelsestreanalysen kan vurdere

avdempende og forverrende hendelser, ved å ta hensyn til tilleggssystemer, funksjoner og barrierer i vurdering av responsen på den initierende uønskede hendelsen.

Hendelsestreanalyser kan benyttes for modellering, beregning og risikorangering av ulike scenarier utløst av en initierende uønsket hendelse. Hendelsestreanalyse kan benyttes i enhver fase av et produkt eller prosjekt. Det kan benyttes kvalitativt i idedugnad av potensielle scenarier og hendelseskjeder, og i vurdering av hvordan utfallet påvirkes av ulik behandling, barrierer eller kontroller som har til hensikt å forebygge uønskede utfall.

Når hendelsestreet er definert, er neste steg å fastsette sannsynligheten for de enkelte hendelsene i treet ut fra statistikk, probabilistiske modeller eller ekspertvurderinger for en kvantitativ vurdering. Sannsynligheten for en hendelseskjede (dvs. en spesifikk forgrening i hendelsestreet) fås ved å multiplisere alle sannsynlighetene langs forgreningen.

Beslutningstreanalyse

Et beslutningstre representerer beslutningsalternativer og mulige utfall på en sekvensiell måte. I likhet med et hendelsestre starter det også med en initierende hendelse eller en initierende beslutning og modellerer ulike hendelseskjeder basert på mulige hendelser og beslutninger.

Et beslutningstre benyttes i håndtering av prosjektrisiko og for å velge rett strategi for handling. Den grafiske visualiseringen kan også benyttes i kommunikasjon for å synliggjøre beslutningsgrunnlaget

Feiltreanalyse

Feiltreanalyser anvendes først og fremst i tekniske system og for utredning av årsaker. Den har et relativt bredt anvendelsesområde og er en av de mest anvendte metodene for risikoanalyser. Den har som formål å identifisere årsakene til at uønskede hendelser inntreffer.

Utgangspunktet er en uønsket hendelse, en såkalt topphendelse. Hendelsen dekomponeres suksessivt ned til ønsket detaljnivå for at feilene som har forårsaket topphendelsen skal oppdages. Metoden er både kvalitativ og kvantitativ i karakter.

En feiltreanalyse består av tre steg: konstruksjon av feiltreet, identifisering av hvilke kombinasjoner av hendelser som har forårsaket topphendelsen, samt en vurdering av sannsynligheter. I konstruksjonen av feiltreet beskrives topphendelsen og de feilhandlinger og feilfunksjoner som kan være de bakenforliggende årsakene til topphendelsen. Det skjer gjennom ulike logiske operatører: disse viser for eksempel om topphendelsen er forårsaket av en enkelthendelse eller flere hendelser i kombinasjon.

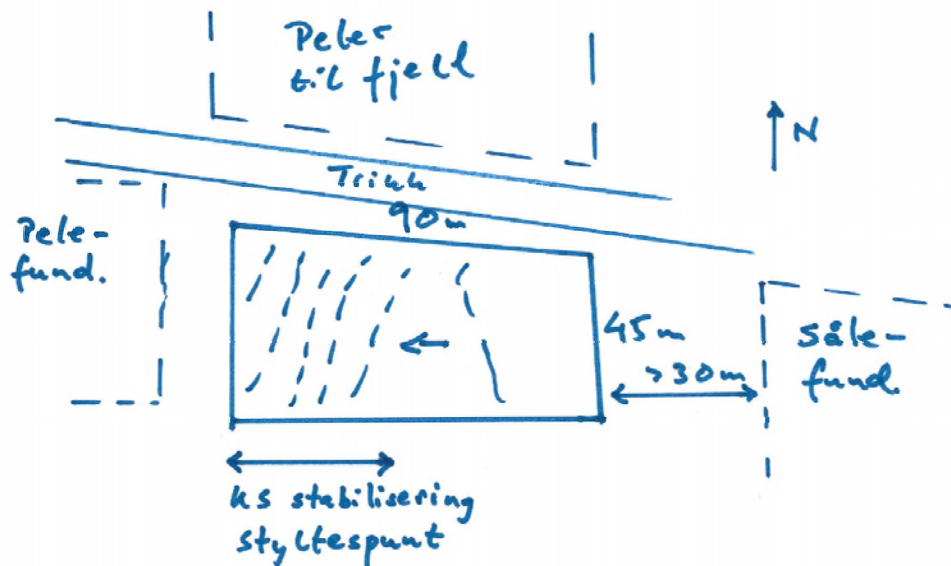
De identifiserte feilhandlinger og feilfunksjoner dekomponeres videre ned i mindre hendelser. I neste steg identifiseres de hendelsene som påbegynte kjeden, også kalt basishendelsene. Deretter gjøres en kartlegging av spesifikke kombinasjoner av hendelser. Sannsynligheten kan vurderes kvalitativt eller kvantitativt. For kvantitativ vurdering beregnes sannsynligheten for topphendelsen ved hjelp av regneregler for de logiske operatørene.

3 Beskrivelse av byggegrop

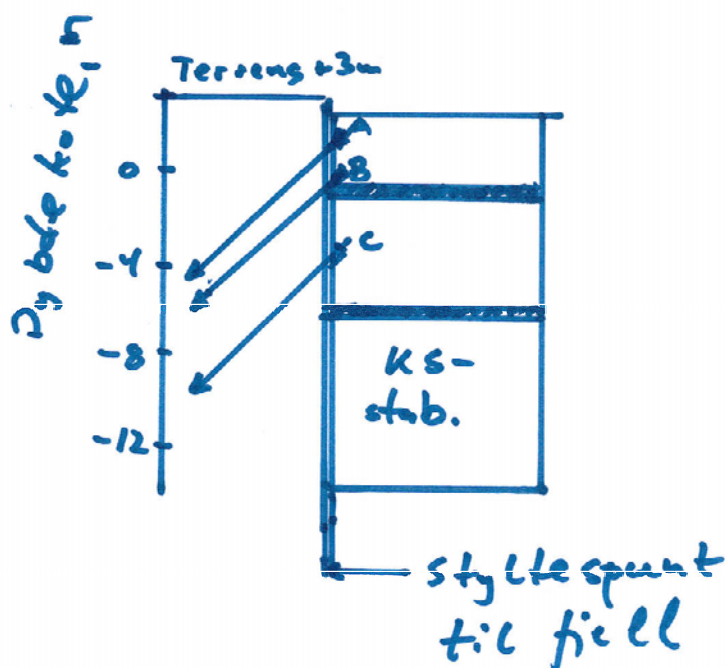
Arbeidet med utarbeidelse av et feiltre diagram ble utført for en byggegrop med følgende karakteristika:

- Areal byggegrop (45m*90m), se Figur 1.

- Avstivningsløsning: Spunt/styltespunt, 3 stagnerivå, traubunn 10 m under terreng, se Figur 2.
- Fundamentering: Peler til fjell fra støpt bunnplate, kalk-sementstabilisering langs deler av gropa.
- Avlastingsbrønner sentralt i gropa for å unngå bunnoppressing.
- Grunnforhold: Varierende dybde til fjell, fyllmasser, homogen leire, grunnvannstand 1 m under terreng, muligens noe silt/sand rett over fjell.
- Nabobygg: Noen pelet, noen pelet til fjell, trikk på nordside, noen sålefundamenterte bygg, se Figur 1.



Figur 1 Plantegning



Figur 2 Typisk profil

4 Oppsummering av workshop

4.1 Deltakere

Workshopen ble avholdt på NGI onsdag 27. mai 2015 med deltakere som angitt i Tabell 1.

Tabell 1 Deltakerliste

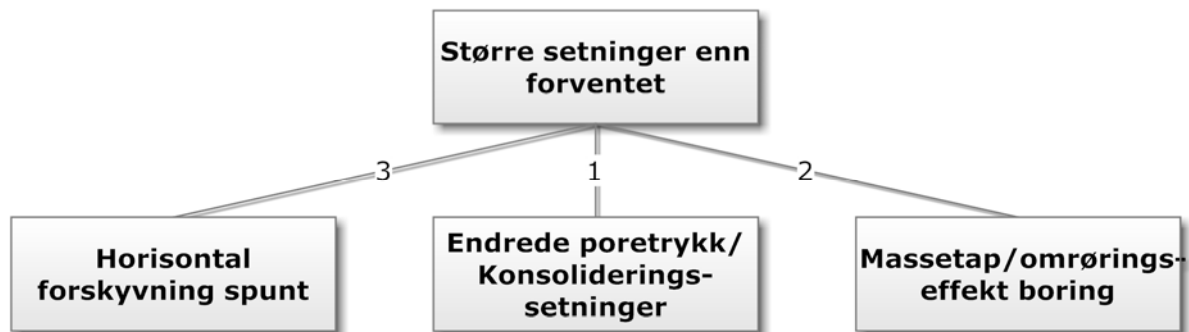
Navn	Organisasjon
Unni Eidsvig	NGI
Arne Engen	Norconsult
Torgeir Haugen	NCC
Bjørn Kalsnes	NGI
Stian Kalstad	NGI
Kjell Karlsrud	NGI
Einar John Lande	NGI
Josefin Persson	Statens Vegvesen
Arne S. Simonsen	Multiconsult
Svein Torsøe	Skanska

4.2 Workshop gjennomføring

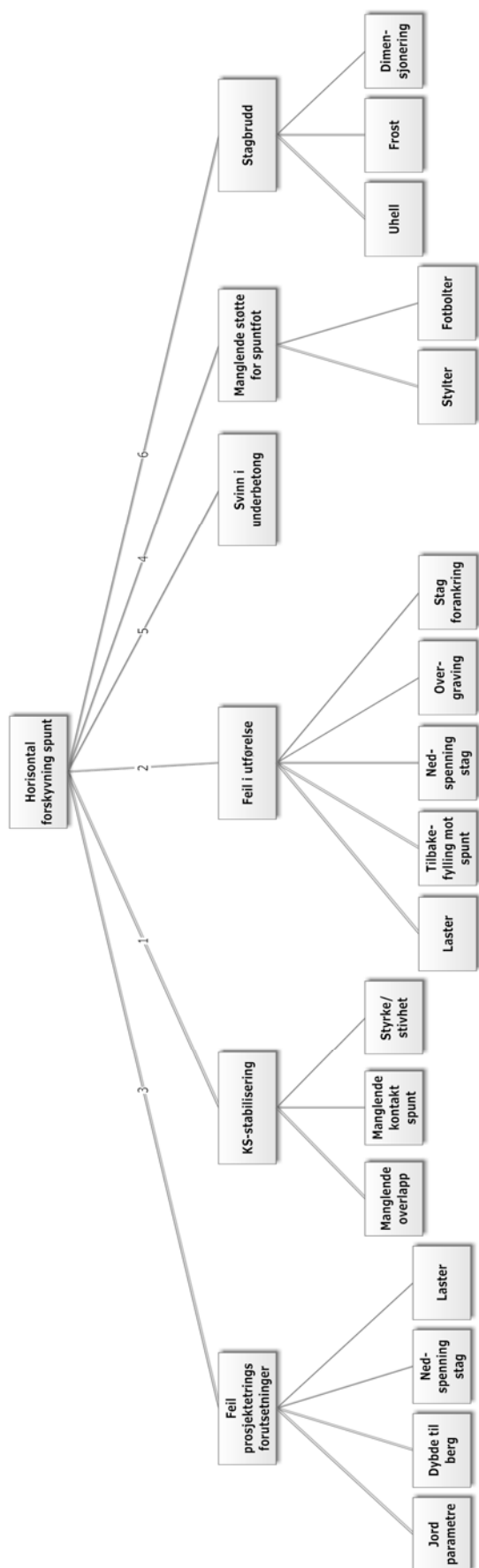
Hensikten med workshopen var å konstruere et feiltredigram for den angitte byggegruppen (se kap. 3). Topphendelsen var satt til å være større setninger enn antatt i byggegrupens omgivelser. Med dette som utgangspunkt ble deltakerne delt inn i to grupper der det ble diskutert om mulige årsaksforhold, og andre usikkerheter ved den angitte byggegruppen som kan føre til uønskede setninger. Etter denne diskusjon ble deltakerne samlet i plenum, hvor det i fellesskap ble konstruert et feiltredigram. Øvelsen ble ledet av NGIs Bjørn Kalsnes og Unni Eidsvig.

4.3 Resultater

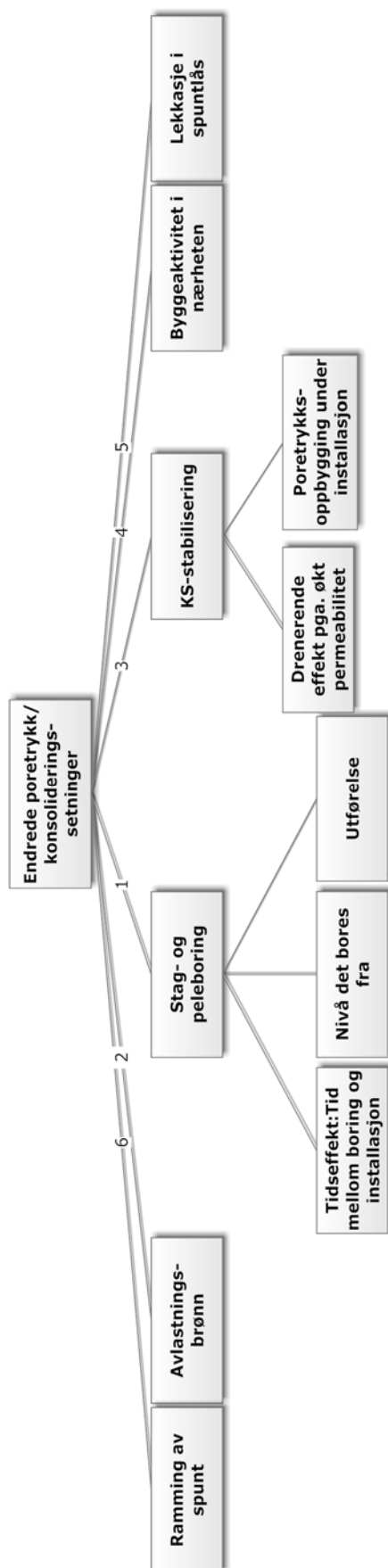
Resultatet av øvelsen i form av det konstruerte feiltredigram er gitt i Figur 3. Det ble angitt tre mulige uavhengige årsaksforhold; i) horisontale forskyvninger av spunt, ii) poretryksoppbygging og konsolideringssetninger, iii) massetap eller omrørings-effekt ved boring av stagforankring. Disse mulige årsaksforholdene ble så dekomponert videre i to nivåer til, se Figur 4, 5 og 6. De mulige årsakene på hvert nivå ble rangert fra størst sannsynlighet til minst sannsynlighet som angitt i figurene.



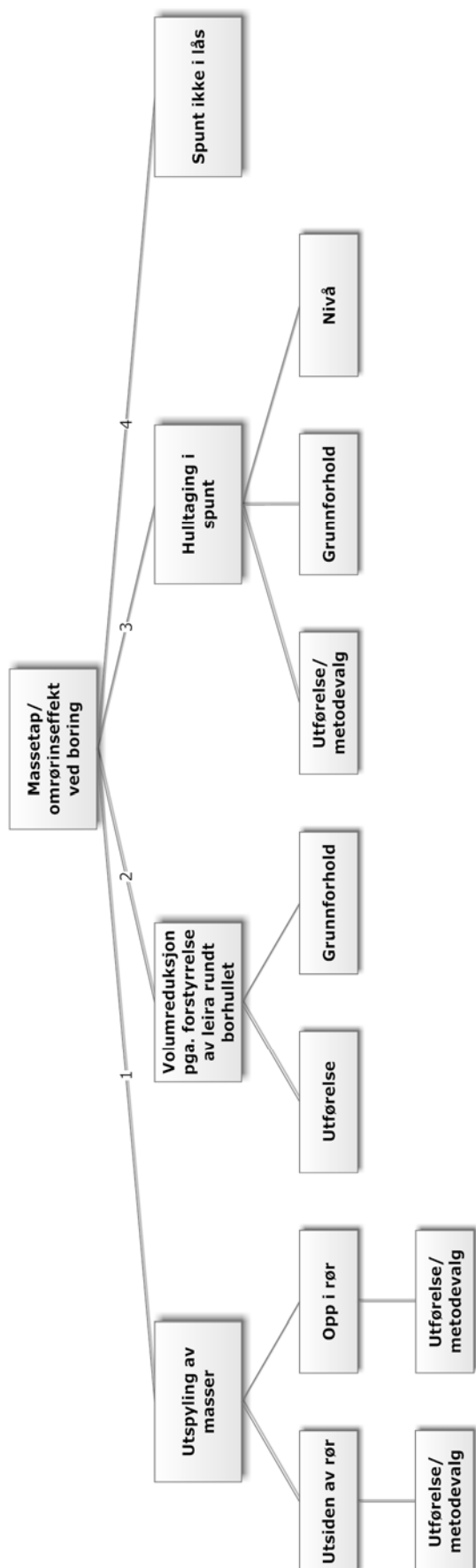
Figur 3: Overordnet feiltre for topphendelsen "større setninger enn forventet" med rangering av viktigheten (1 viktigst, 2 nest viktigst osv.) av de underliggende årsakene. (Se Figur 4, 5 og 6 for videre dekomponering av de tre årskasmulighetene gitt i Figur 3).



Figur 4: Feiltreanalyse av topphendelsen "Horizontal forskyvning spunt" med rangering av viktigheten (1 viktigst, 2 nest viktigst osv.) av de underliggende årsakene.



Figur 5: Feiltreanalyse av topphendelsen "Endrede poretrykk/konsolideringssetninger" med rangering av viktigheten (1 viktigst, 2 nest viktigst osv.) av de underliggende årsakene



Figur 6: Feiltreanalyse av topphendelsen "Massetap/omrøringsseffekt ved boring" med rangering av viktigheten (1 viktigst, 2 nest viktigst osv.) av de underliggende årsakene

5 Konklusjoner og videre arbeid

- Feiltrekonstruksjonen i plenum fungerte godt som kommunikasjonsverktøy.
- De konstruerte feiltrærne ga en god oversikt over mulige årsaker til uforutsette setninger. Konstruksjonen av feiltrærne hjalp deltakerne til å strukturere de ulike elementene som kan årsaksforklare den uønskede hendelsen (i dette tilfelle setninger).
- Endrede poretrykk/konsolideringssetninger ble vurdert som den mest sannsynlige årsaken til de uforutsette setningene, og videre ble stag- og peleboring vurdert som den mest sannsynlige årsaken til endrede poretrykk/konsolideringssetninger.
- Det anbefales at konstruksjonen av feiltrærne foretatt i BegrensSkade workshopen følges opp videre, for eksempel ved å gi sannsynligheter for hver av årsakskategoriene som er gitt i feiltrærne.