

DP1+2 Erfaringsinnsamling og analyse av skadeårsaker

Rapportering av skadesaker og vurdering av
skadeårsaker

Anders Østbye Eknes, Alf Kristian Lund, Jenny Langford

BegrensSkade Delrapport nr. 1+2.2

Begrensning av skader som følge av grunnarbeider

Delprosjekt 1 + 2: Erfaringsinnsamling og analyse av skadeårsaker

Rapportering av skadesaker og vurdering av skadeårsaker

Delrapportnr: 1 + 2.2

Dato: 2013-02-19

Revisjonsdato: 2014-07-02

Revisjonsnr.: 01

Delprosjektleder: Anders Østbye Eknes, Norconsult

Utarbeidet av: Alf Kristian Lund og Jenny Langford, NGI og Anders Østbye Eknes,
Norconsult

Kontrollert av: Kjell Karlsrud, NGI og Arne Engen, Norconsult

Sammendrag

BegrensSkade er et bransjeomfattende forskningsprosjekt, finansiert av Norges forskningsråd, og 23 konsortiepartnere. Prosjektet har som mål å utvikle nye utførelsesmetoder og forbedre samhandlingsprosesser, for å begrense skader som kan tilbakeføres til grunn- og fundamenteringsarbeider innenfor bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen.

I delprosjekt 1+2 har oppgaven vært å samle inn informasjon om skader utløst av grunn- og fundamenteringsarbeider, for deretter å bearbeide denne for å se etter trender og sammenhenger. Dette legger så grunnlaget for å bestemme hva man bør arbeide videre med i prosjektet.

Av sakene som er rapportert inn er dette de fire viktigste årsakene til skade:

Ramming / vibrering av spunt eller peler

Boring for stag eller peler

Innlekkasje av grunnvann

Grunnforsterking (manglende effekt)

Rapporten konkluderer med at BegrensSkade skal jobbe videre med å se på installasjonseffekter som følge av boring og ramming for om mulig å komme frem til hvilke metoder som er best egnet under forskjellige grunnforhold. I tillegg skal man se på hvordan med bedre systematikk i prosjektgjennomføringen kan oppnå bedre resultater.

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Metode	5
3	Vurdering av årsaksforhold	6
3.1	Innledning.....	6
3.2	Generelt.....	6
3.3	Boring av peler og stag; hvordan boring påvirker grunnen	7
3.4	Ramming av spunt og peler; hvordan ramming påvirker grunnen	8
3.5	Hvordan grunnforsterking kan medføre uheldig påvirkning på omgivelsene	9
3.6	Hvordan grunnvannssenking oppstår ved grunnarbeider	9
4	Sammenstilling av innrapporterte saker	10
4.1	Skadesaker ved boring av peler og stag	11
4.1.1	Innrapporterte saker	11
4.1.2	Oppsummering av innrapporterte saker.....	13
4.2	Skadesaker ved ramming av spunt og peler.....	14
4.2.1	Innrapporterte saker	14
4.2.2	Oppsummering av innrapporterte saker.....	14
4.3	Skadesaker ved grunnforsterking.....	15
4.3.1	Innrapporterte saker	15
4.3.2	Oppsummering av innrapporterte saker.....	15
4.4	Skadesaker på grunn av innlekkasje.....	16
4.4.1	Innrapporterte saker	16
4.4.2	Oppsummering av innrapporterte saker.....	17
4.5	Vellykkede saker.....	17
4.5.1	Innrapporterte saker	17
4.5.2	Oppsummering av innrapporterte saker.....	19
4.6	Øvrige saker.....	19
5	Oppsummering.....	20
6	Forslag til videre arbeider i BegrensSkade	20
7	Referanser	20

VEDLEGG

- A. Oppsummeringsark for alle innrapporterte saker, 47 sider
- B. Skadesaker fra Sintef

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 BAE-bransjen med 23 partnere, med representanter fra alle aktører (bygherrer, entreprenører, underentreprenører, konsulenter, eiendoms- og forsikringsselskaper 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

2 METODE

I delprosjekt 1+2 har oppgaven vært å samle inn informasjon om skader utløst av grunn- og fundamenteringsarbeider, for deretter å bearbeide denne for å se etter trender og sammenhenger. Dette legger så grunnlaget for å bestemme hva man bør arbeide videre med i prosjektet.

I slutten av oktober 2012 ble det sendt ut informasjon om prosjektet og en detaljert beskrivelse for hvordan erfaringer fra tidligere prosjekter (skadesaker og gode prosjekter) skulle rapporteres. Deltagerne i prosjektet fikk så en drøy måned på seg til å rapportere aktuelle saker. Delprosjektet har fra tidligere skadesaker bedt om dokumentasjon av type skadesak, grunnforhold og antatt årsak til skade. I rapporteringen av de vellykkede prosjektene er det først og fremst bedt om en beskrivelse av hva som ble gjort for å unngå skade og hvordan dette så fungerte i praksis.

Det har til sammen blitt rapportert inn ca. 50 saker. Dokumentasjonen av sakene varierer mye. I enkelte tilfeller foreligger det egne rapporter og utfyllende notater, mens det i andre tilfeller kun foreligger den informasjon som man fikk plass til i den utsendte oppsummeringstabellen. Det meste av det innkomne grunnlaget er av en slik art at det gir indikasjoner om årsakene til skade, men kun i få tilfeller finnes det direkte «bevis» som knytter en spesiell årsak til oppstått skade.

I tillegg til selve rapporteringen har det i noen tilfeller blitt tatt direkte kontakt med oppdragsansvarlige i de involverte firmaene for å få belyst enkelte spørsmål ytterligere. Avklaringer er utført per telefon, e-post og i noen tilfeller ved møter.

Den innsendte dokumentasjonen har så blitt lest og kategorisert og det er laget egne enkle anonymiserte beskrivelser av hvert prosjekt. På denne bakgrunnen er så de forskjellige årsakene til at skader har oppstått vurdert og det er søkt etter fellestrekk mellom skadesakene eller de vellykkede prosjektene. Denne rapporten sammenstiller de viktigste observasjoner og erfaringer som har kommet ut av dette arbeidet.

3 VURDERING AV ÅRSAKSFORHOLD

3.1 Innledning

I de følgende kapitlene blir de ulike skadeårsakene gjennomgått og det er gjort rede for når og hvorfor skadene oppstår. I tillegg er de rapporterte sakene kort oppsummert for å se på hvilke årsaker som opptrer ofte.

3.2 Generelt

Geoteknikeren innleder som oftest sine geotekniske vurderinger i et oppdrag med å undersøke og beskrive grunnens egenskaper. Videre etableres en regnemodell som inkluderer samvirke med konstruksjonselementer som stag, peler og spunt. Dagens regnemodeller gjøre det mulig å beregne ganske nøyaktig hvilke deformasjoner som forventes, og hvilke spenninger og krefter som vil oppstå i de ulike konstruksjonselementene. Slike beregninger tar normalt ikke hensyn til mulige effekter installasjonen av konstruksjonselementene (peler, stag og spunt) kan ha for grunnens oppførsel.

Når grunnarbeidene kommer i gang, har det i mange tilfeller vist seg at deformasjonene utløst av ramming av spunt og peler eller boring for peler og stag undervurderes i prosjekteringsfasen. Denne tilleggsdeformasjonen gjør at de totale deformasjonene blir større enn man har regnet med og i mange tilfeller så store at omgivelsene blir påført skader.

Det er innrapportert flere spesielt krevende prosjekter som har vært vellykkede der det har vært benyttet ulike metoder for ramming og boring. Det som er felles for disse prosjektene er at det har vært forståelse for og fokus på bruksgrensetilstanden (deformasjoner) og installasjonseffekter i tillegg til bruddgrensetilstand. I de fleste tilfeller er bruddgrensetilstanden under kontroll og denne tilstanden er kanskje også den letteste å beregne for rådgiveren og den letteste å forstå for byggherren. De fleste kan forstå et konsept med en sikkerhetsfaktor og at dersom den blir for lav, så oppstår brudd eller store og skadelige deformasjoner.

Man kan imidlertid ivareta bruddgrensetilstanden og likevel få skadelige deformasjoner på omgivelsene. I uheldige tilfeller kan installasjonsprosessen i vesentlig grad endre grunnens egenskaper i forhold til det som måles i laboratoriet og modelleres i idealiserte regnemodeller. Per i dag er det manglende kunnskaper i bransjen om installasjonseffekter og hvilke metoder som bør velges for beste resultat ved forskjellige grunnforhold. Med bedre kunnskaper om når man skal velge hvilken metode, vil rådgiverne kunne lage bedre konkurransegrunnlag som gjør det lettere for entreprenørene å prise riktig med riktig utstyr. Dermed øker sjansen for at jobben blir utført til det beste for alle involverte parter.

For å oppnå suksess i et prosjekt med komplisert fundamentering må alle parter forstå at de har en viktig rolle å spille. Det hviler et stort ansvar på rådgiver for å forstå kompleksiteten i oppdraget og kommunisere dette videre til byggherre og entreprenør, slik at disse to gjør de rette valgene i utførelsesfasen. Byggherren på sin side må avse tilstrekkelige midler for en skikkelig prosjektering og utførelse. I tillegg bør han selv, eller eventuelt ved innleie av kompetent ekspertise, følge opp tett

under utførelse, for å avdekke uklarheter og endrede forutsetninger slik at dette håndteres i tide. Entreprenøren må forstå det som er beskrevet i tilbudsgrunnlaget og utføre jobben slik den er beskrevet. Om noe er uklart er det viktig å ta opp dette tidlig for å få en avklaring og unngå uønskede hendelser.

Ved grunnarbeider er det ikke uvanlig at forholdene viser seg å avvike fra det som var forutsatt under prosjekteringen. Avvikende grunnforhold må rapporteres til prosjekterende geotekniker så snart de avdekkes slik at tiltak kan treffes og følgene av avvikene minimeres. I prosjekter der omgivelsene er sårbare for påvirkning fra nærliggende grunnarbeider, vil et måleprogram kombinert med regelmessig oppfølging på stedet av prosjekterende geotekniker, øke sannsynligheten for at problemer avdekkes i tide.

En generell erfaring fra rådgiver-ståsted er at det ved direkte dialog med de utførende på byggeplassen kan fremkomme kommentarer til arbeidstegninger, beskrivelse og prosedyrer som med fordel kan innarbeides i arbeidsgrunnlaget for å gi et bedre sluttprodukt. Slike besøk kan derfor ofte vise seg å være meget lønnsomme for byggherren og dessuten lærerike for både prosjekterende og utførende.

3.3 Boring av peler og stag; hvordan boring påvirker grunnen

Det bores for flere ulike konstruksjonselementer, det kan være fotbolter, stag, peler eller rør. Boringen foregår i alle vinkler fra loddrett til horisontalt. I prinsipp er påvirkningene på grunnen de samme om man borer vertikalt, skrått eller horisontalt. Ved skrå eller horisontal boring beveger man seg imidlertid ofte ut av egen byggegrop og inn under nabobygninger eller infrastruktur, slik at eventuelle konsekvenser gjerne rammer en tredjepart. Også ved vertikal boring (kun på egen tomt) kan uønskede effekter av boringen, som grunnvannssenkning, påvirke tredjeparts eiendom.

I forbindelse med boring påvirker boreprosessen grunnen på flere måter. Uønskede hendelser eller skader kan tenkes å skyldes en, eller ofte flere, av følgende fire fenomener:

1. Tap av masser ved boring. Dette skyldes både overboring ved at borkrona har større diameter enn foringsrøret, og at spylemedium som vann eller trykkluft drar med seg et større volum masser enn det røret opptar og etterlater seg et hulrom i grunnen.
2. Tap av masser ved skvising. Dette er egentlig et grunnbrudd, der man ved boring eller hulltaking innfører trykkforskjeller som er for store for jordens fasthet. I sensitiv leire vil omfanget kunne utvikle seg progressivt og bli stort.
3. Rekonsolidering av leire som har vært omrørt på grunn av påkjenninger den har blitt utsatt for i forbindelse med boreprosessen.
4. Drenering. Et stag eller en pel vil kunne fungere som et dren i tette masser og dermed senke poretrykket i grunnen. I tillegg vil installasjon av stag eller peler til berg kunne føre til drenering av vannførende lag i overgangen mellom berg og leire, med setning som konsekvens.

Det er valgt å skille mellom to typer massetap fordi tap ved boring er aktivt drevet av borutstyr og prosedyre, mens tap ved skvising skyldes at massene selv finner vegen ut gjennom utettheter.

I teorien skulle det være mulig å si noe om omfanget av massetap ved boring ved å vurdere mengden utspylt masse, men i praksis er dette svært vanskelig da den er oppbløtt og blandet med borevannet. Mistanken om at boring av stag eller peler direkte eller indirekte har ført til store setninger og skader tilskrives ofte at målte horisontaldeformasjoner av spuntveggen, er mindre enn hva målt setning bak

spunten skulle tilsi. Slike setninger fortsetter dessuten ofte lenge etter at bunnplate er støpt og kjellerkonstruksjon er etablert.

I de rapporterte skadetilfellene vet man ikke med sikkerhet hva som er de viktigste årsakene til de oppståtte setningene og skadene. Det er en viktig målsetning i BegrensSkade-prosjektet å kartlegge dette bedre, slik at metoder og prosedyrer kan forbedres og risikoen for skader reduseres.

Det er stort fokus på ulike borutrustninger og borsystemer i bransjen og i hvilken grad det ene er mer skånsomt enn det andre. Det må imidlertid ikke glemmes at utførelsen av metoden kan ha vel så stor betydning som selve valget av metode. Det er et potensiale for bedre beskrivelse av prosedyrer fra rådgivere, og samtidig muligheter for større fokus på kvalitet og geoteknisk forståelse hos de utførende.

3.4 Ramming av spunt og peler; hvordan ramming påvirker grunnen

Selve pelerammingen kan ved flere typer grunnforhold komprimere massene rundt området det peles i og slik sett forårsake setninger på nærliggende konstruksjoner. Peleramming i friksjonsjord (primært silt, sand og grus) blir i prinsipp en form for dypkomprimering der løsmasselagene rundt pelen komprimeres etter hvert som pelen rammes ned i dypet. Ved peleramming i områder med leire vil grunnen komprimeres lite eller ingenting.

Poretrykksoppbygging på grunn av peleramming i leire er helt normalt. Det har sin årsak i massefortrengningen installasjon av pelen medfører. I tilfeller der en ikke har vært observant på denne problemstillingen på forhånd, finnes det flere eksempler på både mindre bevegelser i skråninger og større utglidninger. Problemstillingen begrenses ved å benytte peler som gir en liten massefortrengning. Propptaking før ramming kan også begrense massefortrengningen. Måling av poretrykk og tilpassing av pelerekkefølge og fremdrift til målt poreovertrykk har også ofte vært benyttet for å unngå stabilitetsproblemer under ramming.

Rystelser ved spuntramming oppstår i de fleste prosjekter med avstivede byggegroper, men er ikke rapportert i datagrunnlaget vårt da slike rystelser relativt sjelden forårsaker skader på bygninger.

Per i dag er det som oftest akseptert at det rister og bråker når grunnarbeider utføres i bystrøk, og man får dispensasjon fra bydelsleger og liknende til å jobbe innenfor bestemte klokkeslett. Likevel er det ikke til å komme bort fra at støy og rystelser fra ramming av spunt og peler kan oppleves som svært plagsomt for naboer, enten disse er hjemme eller på jobb. Det er ikke usannsynlig at det i fremtiden vil stilles strengere krav på dette området enn det gjøres i dag og da kan alternative utførelsesmetoder fort bli langt mer aktuelle enn de er nå.

Ved jobbing på sykehusområder både i Oslo og Trondheim har man i senere år benyttet Silent piler (støy- og rystelsesvak metode) til å få ned spunt etter påtrykk fra omgivelsene. I senere år er også stålkjernepeler blitt en svært mye benyttet pelemetode i bystrøk. Det er flere grunner til dette, men å unngå støy og rystelser på grunn av ramming er nok en av årsakene.

For å se på hvordan de forskjellige rammemetodene som benyttes i dag slår ut ved forskjellige grunnforhold med tanke på støy og rystelser, anbefales det at en slik studie utføres som en del av dette prosjektet. Det vil være en relativt enkel sak å måle støy og rystelser ved forskjellige typer grunnarbeider i bystrøk for å komme frem til hvilken metode som er best egnet avhengig av stedlige forhold.

3.5 Hvordan grunnforsterking kan medføre uheldig påvirkning på omgivelsene

Grunnforsterkingen i seg selv har som oftest liten negativ påvirkning på omgivelsene. Metodene er jo tvert i mot brukt for å forsterke materialene i grunnen. Ved uriktig bruk av grunnforsterking er det imidlertid kjent at skader kan oppstå. Det er først og fremst i forbindelse med bruk av KS-peler at det finnes eksempler på skader.

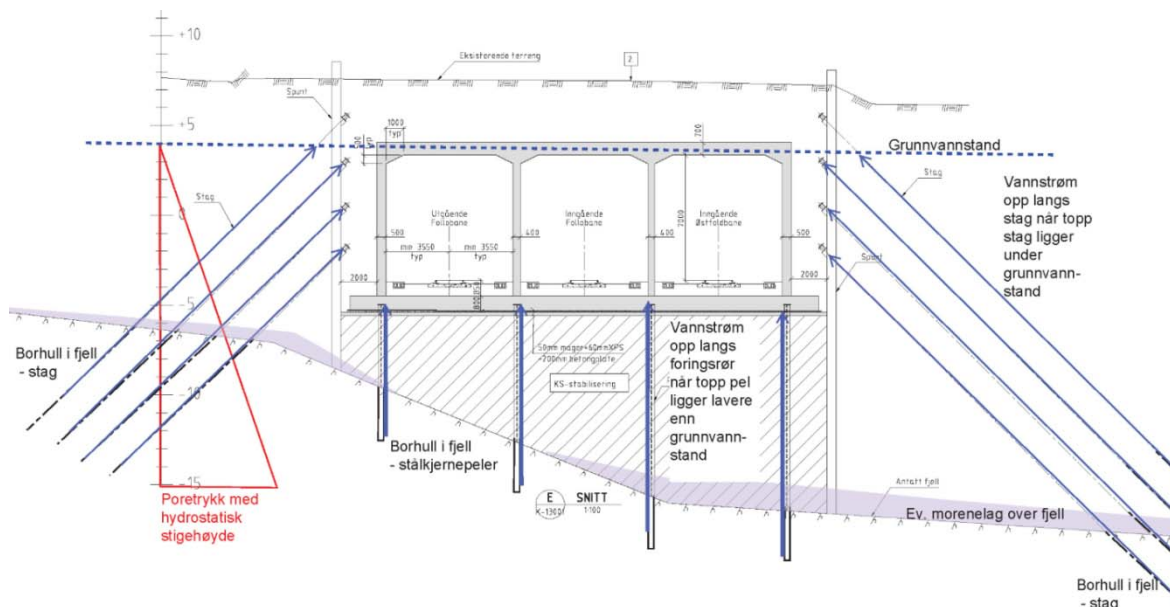
Eksempelene dreier seg da først og fremst om uriktig bruk av metoden. Slik uriktig bruk kan for eksempel være enkle ribber av KS-peler med manglende overlapping i ribbene. Når metoden benyttes riktig er den et godt hjelpemiddel for å få utført dype utgravinger under kompliserte grunnforhold til en akseptabel pris.

3.6 Hvordan grunnvannssenkning oppstår ved grunnarbeider

Årsaken til at poretrykket kan reduseres ved store avstivede utgravinger er mange og sammensatte. Det vil alltid være spesielle hydrogeologiske forhold knyttet til en hver byggegropa som det må tas hensyn til og som vil påvirke poretrykket. Den viktigste fellesnevneren er likevel innlekkasje i byggegropa, og lekkasjeveiene er listet opp nedenfor:

Grunnvannslekkasje fra løsmasser til byggegropen kan skje:

- I glippen mellom spunt og berg, spesielt når det er grovere masse over bergoverflaten
- Gjennom oppsprukket berg i såle og bergvegger
- I forbindelse med stagsetting, lekkasjer opp langs stagene som enten kommer inn i spuntgropa gjennom staghullene eller som finner drenering ut gjennom permeable lag i leira
- Lekkasje opp langs peler som er satt fra bunnen av gropa
- Gjennom utette spuntlåser
- Ved pumping av vann i byggegropa med tilhørende senking av poretrykk i grunnen rundt byggegropa



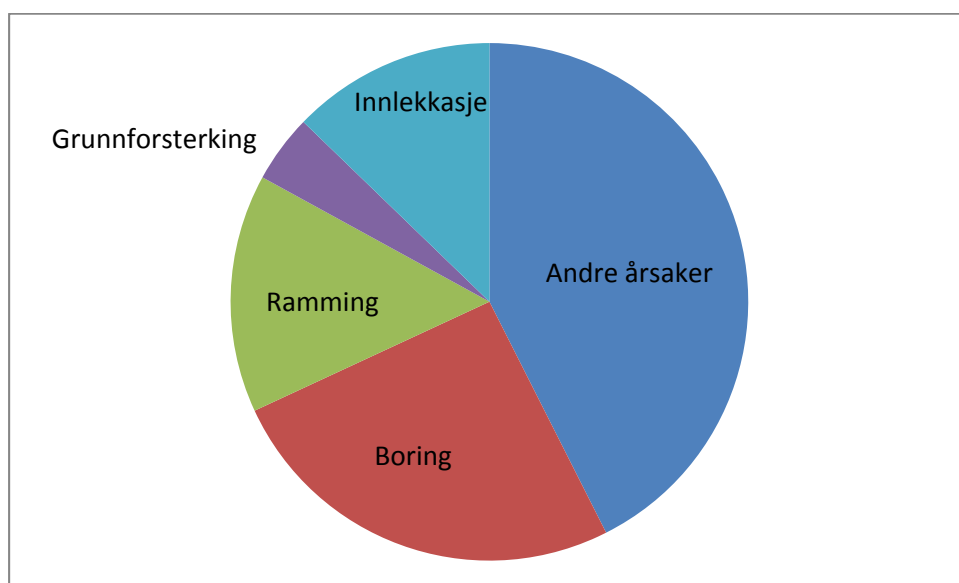
Figur 1: Spuntgrop med mulighet for innlekkasje langs stag og peler /1/.

4 SAMMENSTILLING AV INNRAPPORTERTE SAKER

I de innrapporterte sakene er det totalt 47 skadetilfeller. I disse tilfellene er de fire viktigste årsakene til skade som følger:

1. Ramming / vibrering av spunt eller peler (12)
2. Boring for stag eller peler (7)
3. Innlekkasje av grunnvann (6)
4. Grunnforsterking (manglende effekt)(2)

I tillegg er det 20 skadetilfeller som karakteriseres som "Andre årsaker". Fordelingen er illustrert i Figur .



Figur 2: Oversikt over hvordan skadetilfellene fordeler seg på årsak.

I kategorien "Ramming" inkluderes både ramming og vibrering av spunt og peler. Dette dreier seg om tilfeller der selve installasjonsprosessen er skadeårsaken, ikke skader der det har oppstått deformasjoner som følge av at en spunt gir etter for jordtrykksbelastning.

Ut fra det innrapporterte materialet kan det se ut som at det er spesielt innenfor "Ramming", "Boring" og "Innlekkasje" at det oppstår skader. Dette kan tyde på at bransjen mangler kunnskap i forhold til å forstå og håndtere installasjonseffekter av ramming og boring. Ramming og boring er typiske eksempler på operasjoner som har konsekvenser for grunnen som ikke alltid fremkommer gjennom prosjekteringsarbeidet utført av geoteknisk rådgiver.

Det er viktig å notere at de innsamlede data ikke reflekterer fordelingen av alle skadesaker som følge av grunnarbeider. Ved innhenting av data ble det uttrykt ønske om saker som ble ansett som interessante for prosjektet BegrensSkade, og da spesielt knyttet opp mot installasjonseffekter / andre effekter av metodene som benyttes. Det finnes en rekke andre årsaker til skader som ikke omhandles i dette prosjektet, som for eksempel feilprosjektering, utførelsesfeil, slurv og uvitenhet. Det er likevel sendt inn mange slike tilfeller til prosjektet, disse er samlet under kategorien "andre årsaker".

I tillegg til de 47 skadetilfellene er det 18 innrapporterte tilfeller som karakteriseres som vellykkede takket være "spesielle tiltak". "Spesielle tiltak" er ikke en presis formulering, men det dreier seg om vellykkede prosjekter som er spesielt egnet for læring der det er benyttet løsninger som ikke er dagligdags. Et fellestrekk for disse vellykkede prosjektene, tross krevende fundamenteringsforhold, er en felles forståelse av prosjektets utfordringer og god kommunikasjon og samhandling mellom aktørene: byggherre, rådgiver og entreprenør.

I de etterfølgende kapitlene er de innrapporterte sakene oppsummert.

4.1 Skadesaker ved boring av peler og stag

4.1.1 Innrapporterte saker

Prosjekt 1

I prosjektet er det benyttet stagavstivet spuntvegg for en byggegrop i skrånende terreng med kvikkleire. To uønskede hendelser er beskrevet. Den første hendelsen skjedde i forbindelse med rensk av hull for fotbolt. Ved rensk ble det oppdaget at spylevannet var farget grått av leirslam. Umiddelbart fikk terrenget utenfor spunten en setning på ca. 20 cm i et område på 10 m langs spunten og 7 m ut fra spunten. Det antas at leire fra utsiden av spunten har strømmet inn gjennom en glippe mellom spunt / rør for bolt og berg, og deretter har blitt med spylevannet opp gjennom røret. Den store vannmengden man bruker ved rensk av hull var nok en forutsetning for at så mye masse skulle kunne fjernes fra grunnen, skaden defineres derfor som et tilfelle av tap av masser ved boring. At leira var kvikk var også medvirkende til det store omfanget.

Den andre uønskede hendelsen i dette prosjektet skjedde under boring for et bergstag på nedre stagnivå. I denne dybden var det kvikkleire bak spunten. Under boring ble det en rift i gummipakningen i spunten og 50 m³ kvikkleire strømmet raskt inn i gropa. Setningene på terrenget oppstod i samme område som for den første hendelsen, men ble nå ca 50 cm.

Prosjekt 2

Her var gravedybden 1-1,5 m i bunnen av en 5 m høy skråning mot nabobebyggelse. Grunnen bestod av 15-25 m leire. Det ble installert styltespunt med bergstag inn under nabobygg. I gropa ble det rammet betongpeler og boret stålkjernepeler. Nabobygget fikk setningsskader og et komplekst årsaksforhold nevnes, men det foreligger ingen solid dokumentasjon av saken. Mulige årsaker som nevnes er: grunnvannssenking ved utgraving, rystelser ved ramming av spunt og boring av stag under nabobygg. Ut fra beskrivelsen er det ikke mulig å si noe om hva det eventuelt var ved stagboringen som medførte skadene.

Prosjekt 3

Et bygg uten kjeller ble fundamentert på friksjonspeler. Grunnen i området består av fast lagrede fyllmasser over sandige masser med silt- og leirlag. Fra 10-15 m dybde øker lagringsfastheten jevnt fra middels fast til fast ned til 25 m dyp, og massene består av silt med varierende innhold av sand og leire. Under ca. 20 - 35 m dybde er massene fast lagret moreneleire. Bergoverflaten ligger dypt. Pelingen ble utført tett inntil et direktefundamentert nabobygg som opplevde inntil 100 mm setning. Pelene ble installert ved boring, og luft- og vanntrykk er oppgitt som årsak til setningsskadene. Heller ikke her foreligger det nok grunnlag til å kunne si noe om hva det var ved boringen som forårsaket skadene. Siden det ikke er sensitiv leire i grunnen er skvisning mindre sannsynlig, antagelig skyldes skaden en eller annen form for massetap.

Prosjekt 4

En planlagt bakforankret permanent spunt ble erstattet av en uavstivet rørvegg da det ble påtruffet grove masser i toppen som det ikke kunne spuntet gjennom. Videre i dybden var det bløt og middels fast leire og kvikkleire. Under boring fikk nabobygg setningsskader. Årsaken opplyses å kunne skyldes omrøring på grunn av høyt luft- og vanntrykk under boringen. Skaden opplyses å ha oppstått under boringen, det er derfor sannsynlig at den kom raskt og skyldes et massetap ved boring som primær årsak.

Prosjekt 5

Under boring av foringsrør for stålkernepeler i kvikkleire oppstod det store hull / krater rundt rørene. Årsaken oppgis å være uforsiktig bruk av trykkluft. Hendelsen plasseres i kategorien "tap ved boring", siden det umiddelbart rundt rørene var store lommer i grunnen der massen var forsvunnet. Det ble også registrert store basseng med omrørt kvikkleire som over tid vil konsolidere og minke i volum, men effekten av dette er ikke registrert.

Prosjekt 6

Dette var en 10 m dyp spuntet byggegrop med bergstag, KS-peler og stålkernepeler. Grunnen bestod av tørrskorpe og fylling over bløt, middels sensitiv leire. Terrengetningene ble dobbelt så store som horisontaldeforماسjonen av spunten. Dette bekreftes av målinger i helningskanaler og på setningsbolter. Det ble boret forsiktig med tilbaketrukket borkrone i foringsrøret. Setningene antas å ha noe med stagboringen å gjøre, men grunnlaget er ikke godt nok til å konkludere med dette.

Prosjekt 7

Her skulle det graves ut en 9 m dyp byggegrop, det ble brukt uavstivet skråning øverst og en stagavstivet spunt i nedre del. I forbindelse med arbeidene ble det registrert setninger på nabobygg. Under tilbakefylling i byggegropa stoppet setningene på nabobygget ikke like raskt som horisontaldeforماسjonene av spunten. Årsakene til skaden er ikke dokumentert og antagelig er det flere forhold som spiller inn. En del skyldes trolig at grunnen var høyt mobilisert i en tidligere fase og i tillegg antas stagboringen å ha bidratt i en eller annen form.

Prosjekt 8

I prosjekt 8 var det en 6 m dyp byggegrop i kvikkleire hvor det tørt inn masser ved hulltaking i spunten. Skaden skyldes dermed ikke selve boringen, men forarbeid i tilknytning til boring av stag.

Prosjekt 9

Ved utvidelsen av et bygg ble det boret 27 m lange stålrørspeler nær eksisterende bygg for å unngå komprimering ved ramming av betongpeler. Grunnvannstanden var høy og grunnen bestod for en stor del av finsand og silt. Etter boring var pelene bare delvis fylt med vann, og vann strømmet inn nedenfra og dro med seg masser inn i pelen. Før utstøping ble pelen pumpet tørr, men da viste det seg at bunnen i pelen hadde steget med flere meter, 16 m på det meste. Skade anses å skyldes tap av masser ved skvising i og med at det er et hydraulisk grunnbrudd som medfører at massene transporteres inn i pelen med vannstrømmen.

Prosjekt 10

Ved prosjektet ble det etablert en ca 8 m dyp byggegrop. Målte setninger samsvarer ikke med målte horisontaldeformasjoner eller beregninger. Derimot viser setningene en klar sammenheng med periodene med stagboring. Utspyling av masser og rekonsolidering antas som årsak. Tilfellet kategoriseres som tap av masser ved boring primært og konsolidering som en sekundær effekt.

Prosjekt 11

Etter at det ble utført retningsstyrt boring for to fjernvarmerør oppstod det setninger på en eiendom. Setningene antas å skyldes overboring og påfølgende konsolidering av massene som har fylt hulrommet etter rømmeren. Denne hendelsen kategoriseres som "tap av masser ved boring" med påfølgende konsolidering.

Prosjekt 12

I forbindelse med Prosjekt 12 ble det etablert en stagavstivet byggegrop og boret stålkjernerpeler. Nabobygg satte seg inntil 5 cm i perioden for boring av foringsrør for stålkjernerpeler. Siden setningsutviklingen var så "kontant" i perioden for boring av stålkjernerpeler antas den primært å skyldes tap av masser ved boring.

4.1.2 Oppsummering av innrapporterte saker

Det er rapportert inn 12 skadesaker eller uønskede hendelser som følge av boring av peler eller stag. 2 av disse er i grove masser, det vil si silt eller grovere, mens de resterende 10 er i leire, hvorav 4 i kvikkleire. Grunnlaget anses å være for tynt til å konkludere med at det oppstår flere skader i leire enn i grovere jordarter.

Ni av sakene viser klare sammenhenger mellom uheldig utførelse av boring og oppstått påvirkning på omgivelsene. Det er ikke rapportert at boringene i disse tilfellene er utført i konflikt med beskrivelsen av arbeidene så det synes rimelig å anta at det ikke har vært noe spesielt fokus på slik beskrivelse under prosjekteringen.

De tre siste sakene synes å være enkelthendelser av rene utførelsesfeil under boring med uheldig påvirkning på omgivelsene som resultat.

4.2 Skadesaker ved ramming av spunt og peler

4.2.1 Innrapporterte saker

Prosjekt 13

I prosjekt 13 ble det rammet spunt i sand tett inntil eksisterende fundamenter (direktefundamentert) og det oppstod setninger på opptil 10 cm.

Prosjekt 14

I prosjekt 14 ble det rammet peler i sand som ga en komprimeringseffekt slik at man flyttet på fundamentene til en nærliggende bro. Det ble rammet peler på den andre siden av broen for å kompensere for dette.

Prosjekt 15

Skred som følge av ramming av trepeler i bløt leire. Pelerammingen førte til store deformasjoner og stor økning i poretrykk som igjen medførte at beregningsmessig sikkerhet i området sank fra ca 1,3 til under 1.

Prosjekt 16

En relativt godt overvåket skråning fikk deformasjoner ved ramming av betongpeler i bløt leire. Poretrykket økte mer enn antatt på grunn av pelerammingen med en påfølgende tilnærmet labil stabilitetssituasjon. Det ble lagt ut motfylling for å bedre stabiliteten, poretrykksmålinger i området viste at poreovertrykkene ble redusert meget sakte.

Prosjekt 17

Sig i skråning med bløt leire som følge av ramming av betongpeler og oppfylling. Poreovertrykkene som oppstod som følge av peleramming og oppfylling dissiperte meget sakte, og medførte redusert skråningsstabilitet med tilhørende bevegelser i inntilliggende skråning.

Prosjekt 18

Stor nedbør og peleramming i skråning med helning 1:2 medførte økte poretrykk i den bløte leira med tilhørende redusert stabilitet og sig i skråning.

Prosjekt 19

Poretrykksoppbygging og lav skråningssikkerhet ved ramming av spunt i leire. På grunn av meget stor effekt på poretrykk og skråningsstabilitet kunne man kun ramme noen få nåler per dag gjennom det meste av rammeprosessen.

4.2.2 Oppsummering av innrapporterte saker

Det er kun rapportert to eksempler på skader som følge av komprimering på grunn av ramming av peler i sand. Årsaken til dette antas først og fremst å være at grunnforholdene i mange norske byer er slik (leire) at ramming av spunt og peler ikke fører til komprimering av massene i grunnen, da leire komprimeres lite eller ingenting ved ramming. Ramming av peler i stor skala skjer vel nå oftest for industriutbygging og liknende, og foregår da ofte langt fra bebyggelse som kan påvirkes av arbeidene.

Det er rapportert inn 5 saker der det har oppstått glidninger / deformasjoner / høye poretrykk som følge av ramming. Det er vel kjent at ramming av peler og til en viss grad spunt kan gi betydelig økning av poretrykk i leira rundt området det rammes i. Problemstillingen er først og fremst aktuell ved rammearbeider i nærheten av skråninger der man vil få redusert stabilitet direkte som følge av massefortrenging og tilhørende oppbygging av poretrykk. De innrapporterte sakene viser tydelig at slik redusert stabilitet kan få store konsekvenser for omgivelsene om man ikke er påpasselig med oppfølging av poretrykket under arbeidene.

4.3 Skadesaker ved grunnforsterking

4.3.1 Innrapporterte saker

Prosjekt 20

Spunten byggegrop avstivet med KS-peler og 1 til 3 stagrader i sensitiv leire med gravedybde på drøyt 10 m. KS-pelene med diameter 800 mm ble satt i enkle ribber og det ble ikke satt ekstra peler inn mot spunt for å minimere deformasjonspotensialet der. Grunnet store dybder til berg ble det rammet svevespunt / styltespunt. Det oppstod store horisontaldeformasjoner av spunt under utgraving, med tilhørende terrengsetninger rundt byggegropa. Det ble montert ekstra avstiving med rørstivere i et nivå etter store horisontale deformasjoner av stag. I vurderingene som ble gjort i etterkant av prosjektet, ble det antatt at dårlig overlappning mellom KS-pelene i enkle ribber var årsaken til deformasjonene.

Prosjekt 21

Spunten byggegrop for parkeringskjeller med gravedybde på ca. 4,5 m. Spunten var innvendig avstivet og utført med KS-peler i enkle ribber under endelig gravenivå. Det ble boret stålkjernepeler med såkalt skånsom utførelse og det ble ikke registrert noen endringer i poretrykksnivå. Det oppstod terrengsetninger bak spunt på inntil 100 mm. Økte horisontaldeformasjoner av spunt som følge av manglende overlappning mellom KS-pelene synes å være en naturlig forklaring.

4.3.2 Oppsummering av innrapporterte saker

Det er kun rapportert to skadesaker der problemer med grunnforsterking er vurdert å være skadeårsak. I begge tilfellene dreier det seg om spuntede utgravinger der bløt leire er stabilisert med KS-peler i enkle ribber. Ved bruk av enkle ribber øker sjansen for at overlappningen mellom ribbene blir dårlig og dermed at beregningsforutsetningene (kontinuerlige ribber av peler normalt på spunt) ikke er oppfylt.

4.4 Skadesaker på grunn av innlekkasje

4.4.1 Innrapporterte saker

Prosjekt 32

Byggegrop til 16 m dybde utført med slissevegger med borede stag til berg. Stiv, "vanntett" konstruksjon valgt på grunn av naboforhold og risiko for setningsskader. Grunnen bestod av 2-3 m fyllmasser over middels fast til bløt leire. Over berg er det registrert tynt til noe tykkere dekke med sand/ grus/morene. Dybden til berg var 2-29 meter og i deler av gropen ble det oppsprukne berget blottlagt. Det var utført berginjeksjon som tetting før gravearbeidene startet.

Det ble registrert innlekkasje til byggegropa, og senking av poretrykk i overgangen løsmasse/berg på 5-8 meter over 5-6 måneder, i forbindelse med stagboring samt ved blottlegging av berg i traubunn.

Setninger på 80-120 mm ble registrert på nabobebyggelse. Infiltrasjonsbrønner forhindret ytterligere omfang av skader.

Prosjekt 33

15 m dyp og flere hundre meter lang byggegrop, utført med stagforankret spunt i kvikkleire. Bygget kulvert ble fundamentert på stålkjernepeler til berg. Under avdekking av spuntfot, samt ved boring for stag og stålkjernepeler, ble poretrykkene ved berg redusert med inntil 8 m over et halvt år. Påvirkning på poretrykk ble målt 200-300 m unna byggegropa.

Det ble målt setninger på 140 mm nærmest spuntfoten og inntil 20 mm på en avstand på mer enn 70 m fra byggegropa.

Effektene av drenasje ble uventet store, sannsynligvis på grunn av svært vannførende morenelag over berg som ble avdekket i forbindelse med gravearbeidene.

Prosjekt 34

Byggegrop tett innpå brufundament har forårsaket setninger og sideforskyving av bru. Høyst sannsynlig har setningene oppstått på grunn av deformasjoner av støttekonstruksjonen, samt grunnvannssenking forårsaket av drenasje til byggegrop. Målt poretrykkssenking ved berg er ca. 4-5 m i området.

Prosjekt 35

I prosjektet var det utfordringer med tetting av innlekkasje ved spuntfot, i overgang mellom løsmasse og berg. Morenelag over berg var betydelig mektigere enn antatt fra utførte grunnundersøkelser. Utført løsmasseinjeksjon i foringsrør for fotbolter var ikke vellykket. Poretrykket ved berg ble redusert med 60-70 kPa under byggetiden og setninger på 20-25 mm ble målt på nabobygg, tilstrekkelig til å forårsake skader på bygget.

Lekkasjene ble til slutt tettet med jetpeler.

Prosjekt 36

Stagforankret byggegrop til 16 m dybde, til dels med berg i traubunnsnivå. Prosjektet hadde stort fokus på innlekkasje og ble utført injeksjon i berg samt installert infiltrasjonsbrønner før gravearbeidene startet.

I forbindelse med at berg ble avdekket i traubunn ble det målt senkning av grunnvannsnivå ved berg på 7-8 m i måler nærmest gropen. Effekten ble forsterket av at grunnvannsnivået i området allerede var senket på grunn av tidligere tunnelarbeider. Setninger på 60-180 mm ble målt i områder rundt nabobygg i byggeperioden. Ved å utføre skråboret injeksjonsskjerm i berg ble innlekkasjen i all vesentlig grad stoppet og i kombinasjon med infiltrasjonsbrønner ble poretrykkene mer eller mindre tilbakeført til opprinnelig nivå.

Prosjekt 6

Sannsynligvis har drenasje til flere byggeproper i området vært en medvirkende årsak til at setninger på terreng i området er større enn forventet.

I tillegg til prosjekt 6 er det meldt inn noen prosjekter hvor grunnvannssenking har vært en medvirkende årsak til deformasjoner i forbindelse med arbeider i byggegrop.

4.4.2 Oppsummering av innrapporterte saker

Det er rapportert inn 6 saker der ulike former for innlekkasje av grunnvann er årsak til skader på omgivelsene. Det er dessuten sannsynlig at flere saker rapportert under boring også delvis kan skyldes en form for senkning av grunnvann.

Størrelsesordenen på setningene i de innrapporterte tilfellene viser svært tydelig hvilken utfordring man har med lekkasje av grunnvann til byggegrop.

4.5 Vellykkede saker

4.5.1 Innrapporterte saker

Prosjekt 22

Innvendig avstivet spunt og rørsputt i kvikkleire med KS-peler både over og under endelig gravenivå. Det benyttet peler i doble ribber og i blokk, og det ble satt ekstra peler for å oppnå god kontakt mellom spunt og KS-peler. Til tross for store gravedybder fikk man svært små deformasjoner, og metoden må sies å ha vært svært vellykket.

Prosjekt 23

Gammel bygård refundamentert på jet-peler til berg, ny kjelleretasje ble gravd ut under tidligere laveste nivå. Jetpelene ble også benyttet som støttekonstruksjon. Metoden fungerte utmerket og prosjektet fremstår som vellykket.

Prosjekt 24

Kraftig stagforankret og innvendig avstivet spunt, stedvis med styrte jekker. Spunten er stedvis også avstivet med jetpeler i spesielt kritiske områder med suksess. En meget godt instrumentert byggegrop der man hadde god oversikt over påvirkningen på omgivelsen underveis ga et godt resultat i et meget komplisert prosjekt.

Prosjekt 25

I prosjekt 25 ble det benyttet Silent Piler for å skåne spesielt sårbare gamle konstruksjoner i sentrum av en by på Østlandet. Løsningen fungerte etter hensikten.

Prosjekt 26

I prosjekt 26 ble de planlagte betongpelene fullstendig erstattet med injeksjonspeler. Resultatet ble ingen rystelser, lite støy og ingen poretrykksoppbygging, meget vellykket prosjekt.

Prosjekt 27

I prosjekt 27 ble en parkeringskjelleren for et butikkcenter avstivet med sekantpeler. Utgravingen av gropa ble gjort vannfylt, sekantpelene fungerer som permanent kjellervegg i parkeringshuset, det er ikke rapportert om noen vesentlig negativ påvirkning på omgivelsene.

Prosjekt 28

I forbindelse med bygging av ny bru ble det benyttet to typer borede peler/pilarer. Det ble boret stålkjernepeler med "reverse circulation" gjennom løsmassene, dermed kunne man bore med lavt trykk og redusere forstyrrelsene på omkringliggende kvikkleire. I tillegg ble det boret pilarer med diameter 180 cm inn i skrått berg, det ble ikke rapportert om noen negativ påvirkning på omgivelsene.

Prosjekt 29

Sirkulær sjakt av sekantpeler til berg, stedvis gjennom kvikkleire. Bergdybdene varierer mellom ca. 15 og ca. 25 m, utgraving til berg. Det ble satt KS-peler i mønster rundt sekantpelene for å sikre at flytende betong ikke penetrerte ut i kvikkleirelaget når foringsrøret for sekantpelene trekkes opp under utstøping. Erfaringen herfra er at KS-pel-laget rundt sekantpeler i kvikkleire bør gjøres tykkere enn det som ble gjort i dette prosjektet. I et område fikk man stort merforbruk av mørtel fordi mørtelen strømmet ut i omrørt kvikkleire under utstøping. Hvor langt ut i kvikkleira fra sekantpelen mørtelen hadde strømmet ble først avdekket ved utgraving av sjakten.

Prosjekt 30

I prosjekt 30 skulle det rammes betongpeler for landkarene for en ny bru i et område med meget dårlig stabilitet fra landkaret ned mot elva. Det ble utført et omfattende program med overvåking av poretrykk og hyppig flytting av pelerigg for å sikre tilstrekkelig stabilitet under pelearbeidene.

Prosjekt 31

Spunting med Silent piler for å unngå rystelser og støy i operasjonssaler tett inntil byggegropa. Løsningen fungerte etter hensikten.

4.5.2 Oppsummering av innrapporterte saker

De innrapporterte vellykkede sakene har et stort spenn med tanke på type grunnarbeider og hvordan de kunne ha påvirket omgivelsene i uheldig grad. Det de har til felles er et godt samarbeid mellom byggherre, prosjekterende og utførende der man har vært observant på de geotekniske utfordringene på et tidlig stadium i planleggingen. Under prosjektering og utførelse har det vært et stort fokus på utfordringene i prosjektet og på å benytte løsninger som er trygge og i liten grad påvirker omgivelsene. Dette har medført eksempler på at det selv i prosjekter med utfordrende grunnforhold, meget dype utgravinger eller sårbare omgivelser, eller kombinasjoner av disse forholdene, har blitt utført prosjekter der man i meget liten grad har påvirket omgivelsene på en uheldig måte.

I mange tilfeller vil slike gode løsninger koste mer enn de tradisjonelle løsningene og for mange byggherrer kan slike økte kostnader være vanskelige å akseptere. Det kan ofte være vanskelig på forhånd å se for seg de faktiske kostnadene som skader på omgivelsene vil medføre, og troen på at de tradisjonelle mindre kostbare metodene skal være gode nok, kan i flere tilfeller være for stor. Det hviler derfor et stort ansvar på geoteknisk prosjekterende på å kunne formidle de reelle utfordringene i prosjektet man jobber med, slik at riktig utførelsesmetode velges.

Det synes å være en generell erfaring at man får mindre setninger og skader ved innvendig avstivede byggegrøper enn der det er brukt stagavstivinger.

Ikke alle de innkomne vellykkede sakene er listet opp her, da flere av sakene som er rapportert inn rett og slett er for dårlig redegjort for med tanke på hva utfordringene bestod i og hvordan disse ble løst.

4.6 Øvrige saker

I tillegg til skadene som er gjennomgått i de foregående kapitlene har det blitt meldt inn 20 saker der skadeårsaken er karakterisert som "andre årsaker" i Figur . Dette er saker med meget varierende årsaker til skader som ikke kommer inn under noen samlekategori. I mange tilfeller er det saker der årsaken til skaden er åpenbar, og kunne vært unngått dersom kjente standarder, metoder og prosedyrer ble fulgt. Dette dreier seg om for eksempel:

- Det bygges på frossen grunn eller man bruker fyllmasser med snø og is
- Dårlig komprimering av fyllinger
- Utette spunter, manglende hjørnelås
- Fylling som skulle vært bygd med lette masser ble bygd med tunge masser
- Terreng eller nabofundament ligger høyere enn forutsatt
- Det bygges på organiske masser

Slike unødvendige feil koster antagelig samfunnet vel så mye som de geoteknisk "mer utfordrende" kategoriene som er omtalt tidligere. Ny teknisk forskrift TEK10 med økt krav til kontroll og uavhengig kontroll vil forhåpentligvis redusere unødvendige prosjekterings- og utførelsesfeil.

Det er også flere saker som har havnet i kategorien «andre årsaker» fordi det rett og slett er gjort for dårlig rede for årsakene til skaden i det innrapporterte materialet og det således ikke har vært mulig å finne noen kategori til saken.

Skadesaker som per dato er tvistesaker i rettssystemet er heller ikke inkludert i denne rapporten. Disse sakene kan likefullt være veldig interessante og bør tas tak i for å trekke ut lærdom når en rettslig avklaring foreligger.

5 OPPSUMMERING

De innrapporterte skadesakene gir et bilde av hvilke utfordringer bransjen har i forbindelse med utførelse av grunnarbeider i områder med sårbare omgivelser. Dokumentasjonen av skadesakene er imidlertid for det aller meste på et nivå som gjør at konklusjonene om skadeårsaker må trekkes på tynt grunnlag og mer eller mindre velbegrunnede antagelser.

Det er likevel ingen tvil om at skader på grunn av ramming, boring og drenasje er betydelig representert blant skadesaker fra byggebransjen og at delprosjekt 1+2 således dokumenterer behovet for de senere delprosjektene i BegrensSkade.

Det vil bli laget en egen rapport som mer i detalj analyserer og vurderer skader som helt eller delvis kan knyttes til boring for stag og peler i forbindelse med byggeproper i leire.

6 FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDER I BEGRENSSKADE

På bakgrunn av de innrapporterte skadesakene anbefales det at BegrensSkade i fortsettelsen fokuserer på det følgende:

1. For å forbedre prosjekteringen: Forstå omfanget av installasjonseffekter knyttet til boring, ramming og vibrering. (DP3 og DP4)
2. For å forbedre utførelsen: Utarbeide veiledere og vurdere en sertifiseringsordning for utførende av grunnarbeid, samt forbedre kommunikasjonsmuligheter mellom partene. (DP6)
3. For å forbedre prosjektgjennomføringen: Utvikle et system for risikovurdering som verktøy for rådgiver og byggherre, samt et system for samhandling mellom Byggherre, rådgiver og utførende. (DP5 og DP6)

7 REFERANSER

1. NGI rapport nr.20110540-00-11-R Hydrogeologi knyttet til trasé gjennom Haven, Klypen og Loenga
2. TEK 10, Byggeteknisk forskrift

Vedlegg A

Oppsummeringsark for alle innrapporterte saker

Prosjektnummer: 1

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju, oppfølgingsspørsmål per e-post

Beskrivelse av utførte arbeider:

Spuntet byggegrop i kvikkleire. Stagboring gjennom kvikkleire.

Grunnforhold:

3 til 5 med tørrskorpe og fyllmasser over kvikkleire i ca. 30 m mektighet til berg.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Utvasking av kvikkleire i forbindelse med boring for fordyblingsbolter medførte inntil 20 cm setning over et område på 10X7m.

Ved en skadd pakning i spunt for stagmontering strømmet det inn flere titall kubikkmeter med kvikkleire. Inntil 50 cm setning i det samme området som for første hendelse.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Omrøring av kvikkleire ved boring for stag og dybler. Kvikkleire vasket inn i foringsrør og presset gjennom pakning i spunt - store setninger på terreng bak spunt.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Referanser finnes lagret på BegrensSkade-prosjektet

Prosjektnummer: 2

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju, oppfølgingsspørsmål per e-post

Beskrivelse av utførte arbeider:

Spunt i bunnen av skråning mot nabobebyggelse, stag for spunt kommer inn under nabobygg. Styltespunt, boring av stag, ramming av betongpeler og setting av stålkjernerpeler.

Grunnforhold:

Osloleire i 15- 25 m mektighet.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Setninger på nabobygg.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Vibrasjoner ved ramming av spunt, grunnvannssenkning ved utgraving, boring av stag under nabobygg.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Setningsmålinger

Prosjektnummer: 3

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju.

Beskrivelse av utførte arbeider:

Skolebygg uten kjeller, fundamentert på friksjonspeler

Grunnforhold:

Grunnen består fast lagrede fyllmasser over sandige masser med silt- og leirlag. Fra 10-15 m dybde øker lagringsfastheten jevnt fra middels fast til fast ned til 25 og massene består av silt med varierende innhold av sand og leire. Under ca. 20 - 35 m dybde er massene fast lagret moreneleire. Bergoverflaten ligger dypt.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Setninger på nabobygg på opptil 100 mm.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Peling inntil direktefundamentert nabobygg ble utført med borede peler. Luft- og vanntrykk under boringen førte til setninger på nabobygg.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Setningsplott

Prosjektnummer: 4

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-12. Alf Kristian Lund (NGI) og personer fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Opprinnelig: Permanent spuntvegg og forankring med lissestag.

Det var påtruffet steinmasser som ikke var spuntbare. For å hindre at masseutskiftingen med spuntbare masser skulle påføre skader på det eksisterende bygget, ble det anbefalt å benytte en uavstivet rørvegg som sikring av byggets fundamenter.

Grunnforhold

Siltig leire og leirig silt. Den siltige leira var bløt til middels fast, kvikk, lite til middels plastisk og middels til meget sensitiv. Det var på forhånd avdekt betydelige mengder kvikkleire i området.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

I forbindelse med nedboring av rør for rørvegg, oppsto en del setninger på et bygg som lå like ved.

Tiltak: Rørveggen erstattet den planlagte spuntveggen, og ble forankret med lissestag til berg.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Mulig årsak til setningsskadene var at høyt luft- og vanntrykk ved boring førte til omrøring av de sensitive massene i grunnen.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Prosjektnummer: 5

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI) Anders Østby Eknes (Norconsult) og aktuelle personer fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Stålkjernepeler for brufundament

Grunnforhold

2-3 m tørrskorpe over siltig leire, til dels kvikk. Meget skrått berg.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Bruk av luft ved boring av foringsrør medførte store hulrom i grunnen. Skjeve hull i berg medførte problemer med å få kjernene til bunns.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Luftbruk i leira antas å være årsaken til de store hulrommene. Problemet med hulrom forsvant når man boret forsiktig med vann.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSakde-prosjektet

Prosjektnummer: 6

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

10 m dyp byggegrep. Stagforankret. KC-ribber. Stålkjernerpeler

Grunnforhold

Tørrskorpe / fylling over bløt leire (middels sensitiv)

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Terrengsetninger opp mot 15 cm, dobbelt så mye som hor.def. av spunt. Noe poretrykksreduksjon påvist, delvi som følge av Barcode byggene.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Anatgelig stagboring. I mindre grad poretrykksreduksjon

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSkade-prosjektet

Prosjektnummer: 7

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ca. 9m dyp byggegrop, åpen graving med spuntvegg nedre 3m.

Grunnforhold

NC leire, noe sensitiv

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Stor forskyvning spunt (måtte forsterkes), og større setninger enn forventet på nabobygg

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Gravd for dypt og uforsiktig, men antagelig også stagboring

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSkade- prosjektet

Prosjektnummer: 8

Prosjektnavn:

Firma:

Beskrivelse av utførte arbeider

Spuntet byggegrop

Grunnforhold

Kvikkleire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Kvikkleire tørt inn ved hulltaking for stagboring i spunten

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Prosjektnummer: 9

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Kontorbygning i 5 etasjer over terreng med parkeringskjeller

Grunnforhold

Variierende fylling over grus, sand og silt

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Setninger på nabobygg

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Borede stålrørspeler ble pumpet tørre før utstøping og vann med omkringliggende masser strømmet inn i pelen.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSkade-prosjektet

Prosjektnummer: 10

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ca. 8 m dyp byggegrop, men hellende terreng. Stagforankret. Rammede peler. Kombinert sveve- og stultespunt med 3 nivåer stagforankring til berg. 10-13 m utgraving

Grunnforhold

Ca 3,5 m fyllmasse og tørrskorpeleire over ca 7,5 m leire, 3 m sand/grus, og videre flere lag leire (til dels sensitiv), silt og sand ned til berg. Lave poretrykk

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Oppstod uventede og store setninger på nabobygg og vei/trikkespor utenfor byggegrop, som ikke samsvarte med blant annet målt utbøying i spunt og Plaxis beregninger.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Oppfølging og målinger/instrumentering viste klar sammenheng mellom perioder med stagboring og målte setninger -> Stagboring med utspyling av masser og omrøring er mest sannsynlige årsak.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSakde-prosjektet

Prosjektnummer: 11

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Retningsstyrt boring / rørpressing

Grunnforhold

Leire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Setningsskader på enebolig

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Antas å skyldes boringen.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSkade-prosjektet

Prosjektnummer: 13

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ramming av spunt tett inntil eksisterende fundament

Grunnforhold

Sand og grus over grunnvannstanden

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Setningsskader på eksisterende fundament. Lite nøyaktige målinger antyder 10 til 15 cm setning.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Setninger oppstod umiddelbart ved ramming og førte til at man lokalt gikk over til boret rørspunt.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Prosjektnummer: 14

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI) Anders Østbye Eknes (Norconsult) og deltagere fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Fundamentering av motorvegbru på utstøpte stålrørspeler og svevende peler (H).

Grunnforhold

Sand over leire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Deformasjoner på nabokonstruksjoner ved ramming av peler. Bevegelsen i tverretning var større enn setningen.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Komprimering av sanda ved ramming av peler.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Erfaringsrapport fra fundamentering på stålpeler.
- Masteroppgave
- Diverse målinger

Prosjektnummer: 15

Prosjektnavn: Strømsø, Drammen

Firma: NGI

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ramming av 25 m lange trepeler.

Grunnforhold

5 m sand og silt over bløt leire, fastere fra ca 20 m dyp.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Etter at en del peler var rammet skjedde det en utglidning av ca. 1000 m³ ut i Drammenselva.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Artikkel viser en etterregning som dokumenterer at pelingen reduserte sikkerhetsfaktoren fra 1,3 til 1,0 på grunn av massefortrengning.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Aas G. (1975) Skred som følge av peleramming i bløt leire. Nordisk geoteknikermøte i København 1975, side 563-577.

Prosjektnummer: 16

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ramming av stålrørspeler og betongpeler

Grunnforhold

Ca. 5 m sand og silt over ca 6 m bløt leire, moreneleire fra 10-12 m dyp.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Man ble på et tidlig tidspunkt i prosjekteringen klar over områdets lave initielle stabilitet og det var klart at pelerammingen kunne forverre situasjonen ytterligere. Under ramming ble det målt meget høye poretrykk i leira med tilhørende deformasjoner i fylling. Stabiliteten i denne perioden ble beregnet til ca. 1,0. Prosjektet ble gjennomført med omfattende bruk av motfylling og peleramming over en lang tidsperiode.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Artikkel fra NGM 1979 med dokumentasjon av pelerammingens innvirkning på poretrykket i leira. To og et halvt år etter ramming var poreovertrykkene fortsatt 40% av den målte maksimale verdi.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Innlegg til NGM

Prosjektnummer: 17

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Overgangsbru over E18.

Grunnforhold

Bløt leire, ikke sensitiv

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Reisen forskjøvn seg etter at det oppsto deformasjoner i grunnen

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Grunnbrudd eller def. Pga massefortrengning fra peling eller poreovertrykk fra peling eller begge deler.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- NGI (2006) Teknisk notat

Prosjektnummer: 18

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Ca. 1700-1800 betongpeler og (foreløpig) ca 140 SKP

Grunnforhold

Fyllmasser i varierende tykkelse. 5-10 m fast leire over kvikkleire. Mellom 30-40 m til faste masser/fjell. Morenelag stedvis opp mot 15 m tykt

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Sprekker og sig i skråning (løsmasseskjæring) mot jernbanen ved peleramming

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Høyt poretrykk som følge av peleramming mulig bidragsyter, blant flere andre.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSakde-prosjektet

Prosjektnummer: 19

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI) Anders Østbye Eknes (Norconsult) og deltagere fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Ramming av spunt i skrått terreng med jernbanespor i bakkant. Under ramming steg poretrykket til et høyt nivå, og rammingen måtte stoppes. Den videre rammingen skjedde med nitidig oppfølging av poretrykk. Det kunne kun rammes få nåler hver dag for at poretrykket ikke skulle overstige faregrensen.

Grunnforhold

Bløt leire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Poreovertrykk ved spuntramming, stagkollisjoner og boring i hulrom i berg. Setningsskader og sideforskyvning. Fare for utrasing av jernbane ned på E18.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Poretrykksøkning grunnet ramming av spunt.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Referanser finnes lagret på BegrensSkade-prosjektet

Prosjektnummer: 20

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Svevespunt avstivet med 3 stagrader og KS-peler. Total gravedybde 10-12 m.

Grunnforhold

Tørrskorpe / fylling over bløt leire (middels sensitiv)

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Inntil 20 cm horisontal deformasjon av spunt. Setnings-skader i omkringliggende veilegemer.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Enkle ribber med KS-peler \varnothing 800 mm. Det antas stedvis dårlig overlapp mellom pelene i ribbene og dermed betydelig økt deformasjon i forhold til beregnet.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Tegninger
- Inklinometermålinger
- Setningsmålinger
- Oppsummeringsnotat

Prosjektnummer: 21

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

Ingen intervju

Beskrivelse av utførte arbeider

7 etasjer bygg og parkeringskjeller. Tett på naboer. Inntil 4,5 m dyp grop. Fundamenteres på stålkjernepeler. Avstivet spunt, mye innvendig avstivning pga gammel spunt i bakken hos naboer. KC-stabilisering av byggegropa. Skånsom boring av SK-peler

Grunnforhold

1-2 m fyllmasser over bløt-middels fast leire. 15-30 m til berg, mulig noe varierende morene over berg. Stedvis kvikkleire fra 15 m dyp.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Thunes gate har satt seg 20-100 mm, skyldes ikke poretrykksreduksjon. Sprekker i terrenget.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Ingen årsak beskrevet, kan skyldes deformasjon i spunt og eller effekter av boring.

Prosjektnummer: 22

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju, oppfølgingsspørsmål per e-post

Beskrivelse av utførte arbeider:

Spuntet byggegrop med direktefundamenterte bygg rundt. Stagboring, stålkjernepeler, graving til berg.

Grunnforhold:

Fyllmasser og tørrskorpeleire over bløt til middels fast siltig leire. Skjærfasthet mellom 25 og 50 kPa.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Deformasjoner og skader på nabobygg

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Midlertidig senkning av grunnvann, spunt tett inntil bygg, stag under bygg.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Innlegg Geoteknikkdagen

Prosjektnummer: 23

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju, oppfølgingsspørsmål per e-post

Beskrivelse av utførte arbeider:

Ombygging og rehabilitering av gammel bygård med store setningsskader. Bygården ble refundamentert på jetpeler til berg og det ble så gravd ut for ny kjelleretasje.

Grunnforhold:

10 til 15 m med Osloleire over berg.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Jetpelene sørget for en god refundamentering av bygget, ingen skader under utførelse.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Artikkel Byggeindustrien

Prosjektnummer: 24

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju, oppfølgingsspørsmål per e-post

Beskrivelse av utførte arbeider:

Kraftig stagforankret og innvendig avstivet spunt. Spunten er stedvis også avstivet med jetpeler og styrte jekker.

Grunnforhold:

Bløt leire i 10- 15 m mektighet.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Tiltak for å unngå skader på omgivelsene var en meget stiv utførelse og et omfattende overvåkningsprogram. Vanninfiltrasjonsanlegg for å kunne kompensere for grunnvannssenkning på grunn av arbeidene.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Svært begrensede skader på grunn av spesielt stiv utførelse. Noe terrengsetninger.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Detaljert rapport med poretrykkmålinger, inklinometermålinger, setningsmålinger og tegninger.

Prosjektnummer: 25

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju

Beskrivelse av utførte arbeider:

Spuntet grøft for VA-anlegg tett inntil gamle, skrøpelige bygårder som det var antatt ville få skder ved vanlig ramming / vibrering av spunt. Spunting utført med Silent Piler.

Grunnforhold:

Bløt kvikkleire, rundt 10 m til berg

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Utførelse med Silent Piler var meget vellykket. Ingen rapporterte skader på omkringliggende skrøpelige bygninger.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Kun informasjon i e-post.

Prosjektnummer: 26

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju

Beskrivelse av utførte arbeider:

Peling tett inntil eksisterende bygningsmasse.

Grunnforhold:

Ukjent.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

23 000 m rammede betongpeler ble erstattet med 13 000 m borede injeksjonspeler. Det ble målt tilnærmet null rystelser og ingen poretrykksoppbygging.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Kun informasjon i e-post, men det skal foreligge en masteroppgave fra 2012.

Prosjektnummer: 27

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju

Beskrivelse av utførte arbeider:

Dyp byggegrop(12 m) tett inntil eksisterende bygninger. Byggegropp avstivet med sekantpeler og løsmassestag, vannfylt grop ved utgraving.

Grunnforhold:

Sand og grus til stort dyp, grunnvann ca. 7 m under terreng.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Byggegroppa er i sin helhet avstivet med sekantpeler og løsmassestag. Løsningen ble valgt for i størst mulig grad ikke å påvirke omgivelsene under utgraving.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Det ble kun registrert minimale setninger på byggene rundt (20 mm) og løsningen må sies å ha vært svært vellykket. Det er ellers verdt å merke seg at sekantpelveggene fungerer som konstruktive kjellervegger også i permanent fase.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Innlegg på Geoteknikkdagen

Prosjektnummer: 28

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI) Anders Østbye Eknes (Norconsult) og deltagere fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Stålkjernerpeleler med reverse circulation, grove pilarer, rammede betongpeleler

Grunnforhold

Bløt leire og kvikkleire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Ingen skade, men benyttet nye metoder som reverse circulation og grove borede pilarer.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

-

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Teknisk sluttrapport grunnarbeider og fundamentering.

Prosjektnummer: 29

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Intet intervju

Beskrivelse av utførte arbeider:

Meget dyp sirkulær byggegrop (inntil 25 m) i bløt og kvikk leire. Sirkulær byggegrop avstivet med sekantpeler uten ytterligere avstiving (ringtrykk). Byggegroppa ble bygget som mottaksgrop for bergtunnel og startgrop for påfølgende styrt boring i løsmasse. (Overføringsledning for VAV)

Grunnforhold:

Bløt leire som stedvis er kvikk. Bergdybder mellom 15 og 25 m.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak:

Den sirkulære byggegropa er i sin helhet avstivet med sekantpeler, alle krefter tas opp gjennom sekantpelene ved ringtrykk. Løsningen ble ansett å være den teknisk beste og mest økonomiske for den aktuelle problemstillingen.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon:

Det ble registrert svært små deformasjoner under utgraving og løsningen må sies å ha vært svært vellykket. For noen av pelene ble det et stort merforbruk av betong da betongen lokalt under utstøping av noen peler penetrerte og fortrengte kvikkleira. Man var observant på denne problemstillingen på forhånd og hadde satt ned 4 sirkulære ribber med KS-peler, men dette viste seg altså ikke å være tilstrekkelig. For evt senere liknende tilfeller anbefales en bredere sone av KS-peler rundt sekantpelene.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger):

Innlegg på Geoteknikkdagen, i tillegg var en av delprosjektrapportens forfattere med i innledende prosjektering av groppa.

Prosjektnummer: 30

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI) Anders Østbye Eknes (Norconsult) samt deltagere fra det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Stålrørspeler og betongpeler for bru

Grunnforhold

Bløt leire over morene

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Spesielt fokus på poretrykk og skråningsstabilitet, ingen skade.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Artikkel

Prosjektnummer: 31 og 12

Prosjektnavn:

Firma:

Intervju (person, firma, dato): Ikke avholdt

Beskrivelse av utførte arbeider

Spunt, utgraving og stålkjernepeler

Grunnforhold

fyllmasse, tørrskorpe over bløt leire

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Setninger

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Ser ut som setningene kommer under boring av foringsrør for SK-peler

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

- Tegninger
- Setningsmålinger
- Poretrykksmålinger
- Grunnundersøkelser og datarapport

Prosjektnr: 32

Firma:

Beskrivelse av utførte arbeider

Byggegrøp med 16 m gravedybde, utført med slisseveggskonstruksjon og forankringsstag til fjell (1000 stk). Valgt løsning grunnet naboforhold og behov for vanntett konstruksjon. Det ble installert stålpunt i de deler av byggegrøpen med liten garvedybde (< 5 m) og liten dybde til fjell (< 10 m).

Grunnforhold

2-3 m fyllmasse over middels fast til bløt leire, udrenert skjærstyrke 15-40 kPa.

Fjelldybde 2-29 m. Tynt sand/gruslag over fjell, men i de dypere delene av dyprennen mektigere morenelag registrert over fjell.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Det ble registrert 80-120 med mer setninger på nabobygg, med skader som følge. Tendens til at setningene i noe områder fortsatte også etter at grunnvannstanden var reetablert.

Det ble utført tiltak mot drenering både før arbeidene startet samt underveis:

- Injeksjonsskjerm i fjell samt støpt betongdrager i overgang mellom spuntfot og fjell, for å hindre innlekkasje.
- Etablert 5 infiltrasjonsbrønner i fjell før grunnarbeidene startet, samt boret ytterligere 9 brønner i byggeperioden (total kapasitet 120 l/min).
- Det ble spesielt utført tetting av staggjennomføringen i slisseveggene samt utført injeksjonstetting i stagene i overgangssonen mellom fjell/løsmasse.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Drenering og senkning av grunnvannstand ved boring av stag til fjell, samt lekkasje gjennom blottlagt, oppsprukket fjell i byggegrøpen. Midlertidig senkning av grunnvannstanden på 5-8 m over en periode på 5-6 måneder.

Infiltrasjonsbrønnene var avgjørende for å forhindre omfanget av setningsskader på nabobygg.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Artikkel geoteknikkdagen, sammenstilling av poretrykks- og setningsmålinger.

Prosjektnr: 33

Firma:

Beskrivelse av utførte arbeider

700 m lang kulvert for tog bygget i spuntet byggegrop, bakforankret med fjellstag. Spunt med 3 og 4 stagnivå, stedvis berg i bunn byggegrop. Byggegroppen var inntil 15 m under grunnvannstanden i området. Morenen var så har at spuntnåler ble deformert i foten ved ramming. Kulverten ble fundamnetert på stålkjernepeler til fjell.

Grunnforhold

Bløt kvikkleire, $su=5-15$ kPa. Svært hard, vannførende morene over berg. Svakt poreovertrykk.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Setninger på hus, setninger på vannledning. Målt setning 140 med mer nærmest byggegrop, ca. 20 med mer 70 m fra byggegropen. Målt poretrykksfall ved fjell var inntil 80 kPa under stagboringen over ca 6 måneder. Påvirke på poretrykken ved fjell ble registret på 200-300 m avstand fra byggegropen.

Årsaker var fremfor alt manglende tetting av lekkasjer gjennom spunten, rundt foringsrør og gjennom foringsrør ved stagboringen, samt under spuntfoten i overgang mellom løsmasse/fjell. Det ble infiltrert vann i flere brønner og fokus på tettingsarbeider i staghullene. Det ble også registrert betydelig poretrykksfall under boring av stålkjernepeler til fjell, grunnet lekkasje på utsiden av foringsrørene. Forsinkelse i igangsetting av infiltrasjon, grunnet at det var behov for å få tett groppen for å ikke risikere utvasking ved infiltrasjonen.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Poretrykksreduksjon med konsolideringssetninger som konsekvens.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Artikkel til NGM.

Prosjektnr: 34

Firma:

Intervju (person, firma, dato):

2012-12-14 Alf Kristian Lund (NGI), Anders Østbye Eknes (Norconsult) og deltakere frå det aktuelle prosjektet

Beskrivelse av utførte arbeider

Bevegelseskontroll av bru i forbindelse med arbeider i dyp byggegrøp tett innpå brufundamenter. Byggegrøpen er ca. 10 m dyp og ligger 10 m fra brufundament.

Grunnforhold

Fyllmasse over marin leire til berg, på 30-40 m dybde.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Mulig setningsskade og sideforskyvning av bru.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Grunnvannssenking og deformasjoner av støttekonstruksjon. Poretrykket ved fjell er trolig senket med 4-5 m ved berg.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Setningsmålinger

Poretrykksmålinger

Prosjektnr: 35

Firma:

Beskrivelse av utførte arbeider

Ca. 16 m dyp byggegrop, utført med rammet stålpunt i forboret spuntlinje, for å komme igjennom steinfylling. Stålpunten ble meislet inn i fjell. Det ble løsmasseinjisert gjennom foringsrør for fotboldter for å tette fjellfoten. Spunten ble avstivet med borede forankringsstag til fjell.

Grunnforhold

Dyprenne med 30 m løsmassemektighet, siltig leire.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Store vannmengder rant inn i byggegropen i overgangen spuntfot/fjell, hvor det blitt masseutskuffet med stein ved forboringen for spunten. Det var umulig å lense gropa, hvor vann fra sjøen rant inn og forsinket arbeidene.

Målt poretrykksreduksjon var ca. 60-70 kPa, målt setning på nabobygg inntil 20-25 mm.

Spuntfoten ble forsøkt tettet med jetpeler på utsiden av spunten. Kartlegging av lekkasjepunkter ble utført med geofysiske målinger. I de områder hvor stor innlekkasje ble påvist ble det utført etterinjeksjon i løsmasser med Ischebeckstag og Tacss.

Det ble også utført infiltrasjon av vann i flere brønner. Infiltrasjon ble avsluttet når poretrykkene var steget til normale nivåer.

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Fjell ble i byggeperioden registrert 10-20 meter dypere enn antatt fra utførte grunnundersøkelser. Spuntfoten stoppet mot en morenerygg som var svært vannførende.

Anbefaling: I liknende prosjekter, med potensielle lekkasje problematikk med vannførende lag i direkte kontakt med sjø, bør det vurderes å tette spuntfot med jetpeler.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Artikkel på geoteknikkdagen, sluttrapport med setnings- og poretrykksmålinger.

Prosjektnr: 36

Firma:

Beskrivelse av utførte arbeider

Stagforankret spunt, byggegrop ca. 100 × 150 m og 16 m dybde.

Bygg fundamentert direkte på fjell samt med stålkjernepeler til fjell.

Grunnforhold

Noe fyllmasse, siltig leire over fjell.

Skadeforløp og/eller spesielle tiltak

Det ble utført tetteinjeksjon i fjell samt installert vanninfiltrasjonsbrønner utenfor byggegropen. Videre var det gjennomført et omfattende måleprogram med hensyn til poretrykk (29 målere) og setninger (300 målepunkter) i en sone på ca. 200 m fra byggegropen. I tillegg ble det installert og målt rystelsesmålinger, helningskanaler mot spunt, kraftmålere på stag samt vannmålere på installasjonsbrønner.

I byggeperioden ble det målt setninger på 60-180 mm i områder rundt nabobygg.

Før prosjektet startet var det registrert betydelige pågående setninger årsaket av grunnvannssenking fra utett kloakktunnel (ca. 10-35 kPa).

Oppsummering av trolig årsak basert på eksisterende notater, målinger eller annen dokumentasjon

Under ca. 9 måneder ble grunnvann som mest senket 7-8 m nærmest byggegropen, ved sprengningsarbeider i traubunn. Senkningen var større enn forventet, da det var utført injisert tetteskjerm i fjell samt det ble infiltrert vann i fjellbrønner. Grunnvannssenkingen ved berg, på en avstand på 200 m fra byggegropen var som mest 1 m.

Ved å utføre en ny skråboret skjerm i det nesten oppsprukne berget rundt spuntten, og ved å installere flere infiltrasjonsbrønner steg poretrykkene. Sprekkeretningen i fjellet var nærmest vertikal, grunnet sprekkretningen var tetteskjermen som ble utført før graving startet, ikke vellykket.

Etter at bunnplaten var støpt steg poretrykkene raskt til et normalt nivå. Vanninfiltrasjon ble trappet ned under et år etter avsluttet prosjekt og poretrykksnivåene. Poretrykkene ble målt to år etter avsluttet infiltrasjon og nivåene var da normale i hele området.

Referanser (rapporter, notater, tegninger, målinger)

Sluttrapport (teknisk notat) med sammenstilling av setnings- og poretrykksmålinger.

Vedlegg B

Skadesaker fra Sintef

Prosjektnavn	Firma	Kort beskrivelse av arbeidene på prosjektet	Grunnforhold	Type skade	Antatt skadeårsak	Vedlagt informasjon om saken	Befaring	Årsaksgruppe
Skolepaviljonger Bærum kommune		Paviljongene er sammensatt av moduler som enten er satt på fundamenter av trevirke eller på ringmur av betong.	komprimert og avrettet byggegrunn eller asfalt	Takvann må ledes bort fra bygningene og utenom skråningene som bygningene står på. Ved Høvik skole ble det registrert at enkelte søyler står på kanten av en skråning som er i ferd med å vaskes ut.	Utvasking av grunn ved søylerekke	Rapport 22206		Design
4 Barnehagepaviljonger Trondheim kommune	Uniteam AS	Moduler i stål satt opp i to høyder. Fundamentkonstruksjonen er en trekonstruksjon av bjelker og søyler som fører lasten ned på sviller.	Oppfylling med 150 – 200 mm med pukk (fraksjon 0 -16 mm), 50 mm tykt lag med Sundolitt MX 200, og et topplag med 200 mm pukk (fraksjon 0 – 16 mm). For Leistad barnehage ble et lag matjord fjernet i tykkelse fra 0,4 m – 1,20 m. Dette laget ble erstattet med stein i fraksjon 20 mm – 100 mm	Basert på geotekniske observasjoner og vurderinger, oppgir SWECO Grøner AS at grunnens bæreevne er betydelig overskredet pga betydelig lastnedføring i søylepunktene. Store deformasjoner og også brudd på svill mot terreng.	Bæreevne overskredet	Rapport 22112		Design
11 barnehagepaviljonger i Oslo	Uniteam AS	Paviljongene består av moduler av stål i en og to etasjer satt ned på fundamenter av trekonstruksjon av søyler av sammensatte treprofiler satt ned på bunnsvill av trykkimpregnert trevirke som er lagt direkte på komprimert og avrettet byggegrunn.		Mange steder registrert tydelige deformasjoner, både av treverket (på tvers av fiberretningen), og i underlaget (byggegrunnen). Mellom lastpunktene løfter bunnsvillene seg tilsvarende. Deformasjonene har gitt grunn til å stille spørsmål om byggegrunnen har tilstrekkelig bærekapasitet i forhold til søylelastene.	Bæreevne overskredet	Rapport 22109, fundamentplan		Design
Munkedamsveien 69, Oslo		Hjørnebygdlokk fra 1859 i tegl. Dybde til fjell øker mot øst slik at det blir skjevsetninger. Arbeid på Vestbanealleen har medført økt setning.		Inntil 4 cm setning i byggeperioden av Vestbanealleen	Senket GV (synkende tendens generelt, men økt senking i byggeperioden)	Rapport 11221, setningsmålinger, GV-peiling		GV
Ny fløy for byggfagundervisning ved V	Byggmester Grande AS	Flatdekke i armert betong prosjektet med tykkelse 300 mm. Dekket bæres av søyler med senteravstand hhv. 6,0 m og 7,2 m. Søylerne er fundamentert med punktfundamenter på løsmasser.				Ingen rapport, bare anbefalte videre undersøkelser.		
Hvidstenveien 17, Billingstad		Privatbolig fra 1965		Har fått setninger, og golvet i kjellerstuen buler opp. Samtidig har det blitt sprekker i bærevegger i kjelleretasjen.	Det er sannsynlig at fundamentene under ytterveggene er for små til å fordele trykket fra huset til grunnen. Setninger av bæreveggerne kan ha blitt utløst i forbindelse med at det var store nedbørsmengder i 1987, og fundamentene har fortsatt å synke	Ingen rapport, bare anbefalte videre undersøkelser.		Design
Sommerhus i Haslumkilen havn, Levang		Byggeår: 1972	Fjell og løsmasser	Stuegolvet i første etasje viser en skjevhet på 4,7 promille	Skjevheten skyldes fundamenteringsmåten, hvor bakveggen står på fjell og frontveggen er fundamentert på løsmasser			Design
Tordenskjoldsgt. 11, Gjøvik		Boligblokk bygget i 1899-1901 som er nabo til byggegrop for politihuset.		De sprekken som er observert kan forklares med at det har vært en setning på opp til 20 mm for den delen av bygningen som står nærmest byggegropa	Utgraving av dyp byggegrop på nabotomt.		2001	Arbeid
Sandnesgt. 40 A, 4015 Stavanger		Privatbolig fra 1973		betydelige setningsskader på grunn av for dårlig fundamentering. Anbefalt forsterket peling + oppretting + reparasjon	For dårlig fundamentering		2000	Design
Nils Collett Vogtsg. 8 E, 0765 Oslo		Privatbolig fra 1978		Søylefundamentet i carport har sviktet			2000	
Skolegt. 24, Sarpsborg		Privatbolig fra 1936	Huset er fundamentert på treflåter	Betydelige sprekkskader og setninger	Det er sannsynlig at setningene skyldes at det er råde i treflåtene. Dette må henge sammen med en senkning av grunnvannstanden, slik at det kommer luft til treverket. Har ikke kunnet fastslå om grunnvannssenkningen har sammenheng med byggarbeidene i Sandesundveien 35		1997	GV
Skolegt. 24, Sarpsborg		Privatbolig fra 1936	Huset er fundamentert på treflåter	skader har oppstått etter den første tilstandskontrollen: 1. Skader på vegger og himlinger i stuer i 2. etasje 2. Skade på utvendig trapp ved hovedinngang 3. Tilleggsskader på garasje	rystelser på grunn av pelarbeider i Sandesundveien 35		1995	Arbeid
Skolegt. 24, Sarpsborg		Garasje			Garasjen er bygget i lettbetong, og vi finner det sannsynlig at skadene på garasjen skyldes rystelser på nabotomten mens det har vært tele i bakken		1997	Arbeid
Austadvn. 28 A, 3043 Drammen		Grunnmur privatbolig		Setning under fundament			1987	
Setninger i betongplate i lagerbygg, Fauske		Plate på grunn er støpt i ca. 20 cm tykkelse mot grunnmur. Ca. 4 år etter ble betongplaten belastet med et ca. 60-80 tonn tungt jernlager	Fundamentert frostfritt på leir. Ca. 1.2 m myr over leir er fjernet i bygget og erstattet med sand som ble komprimert med vann, men uten mekanisk påvirkning.	Det er oppstått setninger målt til ca. 55 mm. Bygningen har drenering rundt grunnmuren.	Setningen antas å skyldes komprimering av sandlag pluss utdrenering av vann fra leiren.		1976	GV
Engsletta og Haugerud Borettslag		Avfallsboder fundamentert på asfalt. Byggeår 1999		Fundamenteringen er ikke tilstrekkelig stabil, og dørene til bodene kiler seg fast.	For dårlig fundamentering		2000	Design
Rosenkranzt vei 14, Nesøya		Privatbolig fra 1982	Kontrollboring ned i fundamentet viser at peisen i stuen er fundamentert på fjell. Det er sannsynlig at i hvert fall en del av Leca-muren står på løsmasser	En del skjevheter på golvet i 1. etasje, og særlig rundt peisene. På fasaden mot sør er det en del sprekker, som i hovedsak følger blokkmønsteret i Leca-muren.	Arsaken til setningene kan være telehiv eller utvasking av løsmassene under fundamentet		2000	GV/Tele
Vurdering av setning i fylling i ytterkant av hus, Lillestrøm		Privatbolig		Setninger i fylling i ytterkant av hus har medført en glippe mellom fundament og fylling. Det er foreslått å tette glipen ved å injisere med betong, samt sikre skråningen mot erosjon og telehiv ved hjelp av isolasjon og tildekking.			1999	Design

BegrensSkade
Registrering av skadesaker

Prosjektnavn	Firma	Kort beskrivelse av arbeidene på prosjektet	Grunnforhold	Type skade	Antatt skadeårsak	Vedlagt informasjon om saken	Befaring	Årsaksgruppe
Grünersgt. 3, Oslo		Bygård i 4 etg og kjeller fra 1875. Veggene er oppført i tegl, med pussede fasader. Etasjeskillere av tre med stubbloftsleire.	Bygningen er trolig fundamentert på treflåter.	Observasjoner av sprekker og riss i innvendige og utvendige vegger etter rehabilitering av bygårdens 1. etasje	En evt. grunnvannssenkning kan ha medført at treflåtene har fått råteskader. Fundamentene vil da synke, og det oppstår dermed spenninger i bygningskonstruksjonen. Spenningene kan ha blitt utløst ved rystelser i bygningen, og det er sannsynlig at det er grunnen til at det har oppstått sprekker i veggene		1999	GV
Buksnes Vanverk		Pumpestasjon og vannbehandlingsanlegg. Støpt bunnplate på ringmur		Bygg 1: skjevstilling av hele bygget. Maksimal setningsdifferanse på bunnplaten ble målt til 29 mm. Bygg 2: Resultatet av setningene er at ringmurer i disse områdene (med setninger) ikke lenger har understøttelse fra sprengsteinfyllingen.	Sannsynlig årsak til setningene er mangelfull komprimering og/eller snø og is i massene ved reetablering av fylling etter at massene ble gravd opp for plassering av rør.	Rapport, tegninger, bilder	2007	Utførelse
Holtveien 29 B, Oslo		Privatbolig fra 1994		Sprekk i grunnmur i nylig overtatt bolig	Setning i grunnen		1999	
Knut Thorstensensvei 2, Lillestrøm		Privatbolig 1995	oppfylte løsmasser over sterkt skrånende fjell	setninger og oppsprekking i forbindelse med en garasje	Skjevsetning. Graving i nærliggende ledningsnett kan ha bidratt til å fremskynde skadene			Arbeid
Skoklelia 2; Nesodden		Enebolig fra 1996	ringmur av såleblokk på sprengstein og grus	Setninger i grunnmur over grøft inn i huset, samt langs halve langveggen	snø og is i massene		1998	Utførelse
Tormodsvei Borettslag, Skårer		1989	steinfylling	til dels betydelige setninger	Utett steinfylling, Utvasking?		1992	GV
hus i Nestun, Bergen		1986	steinfylling	Skjevheter, deformasjoner, oppsprekking	Setninger i sprengsteinsfylling		1990	Utførelse
Københavngaten 14, Oslo		Boligblokk fra 1931		Kjellergolvet presses opp, det er sprekker i grunnmur og skader på portomrammingen	setninger eller press fra underliggende masser		1987	
Skipingveien 39, Moss		Forretningsbygg		Sprekker i grunnmur	setninger og frost. mulig at drengledningen rundt huset er delvis tilstoppet.		1981	
			Del av golvet opplagt på faste understøttelser, en del på pukk	Sprekk i golv i gjennomgående korridor for 4 leiligheter	Pukklaget har satt seg		1972	Utførelse
Ullernchausseen Borettslag		Rekkehus fra 1960	Leirgrunn	sprekker, spalteåpninger og skjevheter	husene setter seg ujevnt		1970	Design/Utførelse
Anton Bergs vei 52, Flatåsen		Rekkehus fra 2004 støpt plate på grunn fundamentering med ringmur av Jackson grunnmurselement	Fiberduk over blåleire, ca. 80 mm tykt drenerende lag av pukk, 600 mm horisontal markisolasjon av 50 mm EPS	skader på badrom, ringmur, gulv i 1. og 2. etasje samt på vegg mellom bad/soverom og bad/gang i første etasje	Rystelser i grunnen forårsaket av anleggsmaskiner, samt uheldig plassering av yttervegg på ringmur. Slik som svillen er plassert ved Anton Bergs vei 52 medfører dette at effektiv fundamentbredde er mindre enn 0,0 mm for geotekniske beregninger. Loddavvik for ringmur og oppsprekk av dekkplate for ringmurselement indikerer at ringmuren kan ha rottert.	Rapport, bilder	2005	Utførelse/Arbeid/(Design)
Gustav Vigelands vei 1, Oslo		Garasjeanlegg fra 2000		Vanninntrengning	en del lekkasjer, særlig ved spuntveggene			
Tenvikveien 335, Borgheim; Nøtterø		Enebolig fra 1887	sandig grunn til tre meters dybde. Under dette er det sannsynligvis bløt kvikkleire	Golvet er nivellert, og viser en skjevhet på maksimalt 8,6 promille. Innvendig har skjevsetningene ført til at dører går tregt, og ytterveggen ved sørøstre hjørne er kommet ut av lodd. Loddavviket er registrert til 120 mm fra øverst til nederst på veggen. Det er også kommet sprekker i stuegolvet, men det er usikkert om dette kan skyldes skjevsetninger av bygningen.	Det syntes åpenbart at det har vært en grunnvannssenkning i området. Dette har sammenheng med grøften som er gravet langs eiendommen.		2001	GV
Halvdan Svartestgt. 36, Oslo		Enebolig fra 1928		setningsskader	grunnvannssenkning		1995	GV
fylkeskommunens administrasjonsbygg i Vadsø		Kontorbygg		Vannlekkasjer i kjeller	Bygget er utsatt for harde påkjenninger fra ekstrem høy grunnvannstand og mye overflatevann. Utpres utførelse med høy drenering og drengledning med lite fall, til dels også manglende drengledning, medfører at vann lekker inn i bygningen.		1989	Utførelse/GV/(Design)
Bjønnmyråsen 1, Tjølling		Enebolig	Fundamenteringen på sprengsteinsfyllingen bør undersøkes av geoteknisk konsulent før eieren gjør flere arbeider her				1989	
Befaring boligfelt. Ramdem Skog, Vestby				Fundamentstriper med telehiv og inntrykning mot kryperommet			1986	Design/Utførelse
Neskollen Felt B2-1 - TL-5, leil. 14				Leilighet har fått telehiv			2001	Design/Utførelse
Fjellstadveien 24, 2009 Nordby		Tilbygg fra 1992		uthus og verandatilbygg har fått sprekker og forskyvning	for svakt dimensjonert teleisolasjon		1999	Design/Utførelse
Mellomenga, Lier				Telehiv på boden (pilarer) bygget sammen med huset			1997	Design/Utførelse
Ravnefaret 3 B, Vinterbro				Telehiv på ringmur i kryperom			1997	Design/Utførelse
Gamleveien 191, Fjellhamar		Tilbygg fra 1978		Teleskader			1994	Design/Utførelse
Billingstadsletta 22, Nesbru		Boder		Telehiv på kalde boder sammenbygd med rekkehus			1991	Design/Utførelse
Teigen 7, Konnerud		Enebolig fra 1987		Skjeve vegger. Ytterveggene i begge etasjer er presset ut. Fundamentene og plate på mark har fall mot syd-øst	Telehiv i byggeåret og setninger de første årene har gitt fundamentene fall mot syd-øst		1991	Design/Utførelse
Enga, Nordby Bruk		21 hus med grunnmurer av EW-element fra 1985		Betongplaten i elementet har riss og sprekker.	Stor oppfyllingshøyde med leire. Teletrykk mot grunnmur.		1987	Design/Utførelse
Finnsnes		Småhus		Sprekker i ringmur for kryperom pga sidegrep (tele)			1987	Design/Utførelse
Nittedal		Sørli skole, tilbygg 1997				Delrapport A. Vurdering av grunnarbeider ny	1997	

BegrensSkade
Registrering av skadesaker

Prosjektnavn	Firma	Kort beskrivelse av arbeidene på prosjektet	Grunnforhold	Type skade	Antatt skadeårsak	Vedlagt informasjon om saken	Befaring	Årsaksgruppe
Sandviksveien 88		I forbindelse med spunting og graving i Sandviksveien skjedde det en delvis kollaps av spuntveggen inn mot Sandviksveien 88. Bruddet medførte sprekker i bakken bak spuntveggen i området mellom spuntveggen og huset	5-6 meter med fyllmasser av leire/sand/grus. Under tørrskorpeleire meget bløt leire som blir kvikk fra 8 meters dyp. antatt at dybde til fjell under fundament varierer fra ca 2,8 m til ca 10 m	huset har hatt mer enn 15 cm skjevsetning fra huset ble bygget og frem til gravearbeidene startet opp	tidligere setninger kan derfor skyldes denne oppfyllingen. Det er registrert nye setninger som med sannsynlighet kan tilskrives grave-/grøftarbeider og deformasjon i spuntkonstruksjonen.	Rapport, beregninger	2007	Arbeid
Thorittunet 3, Porsgrunn		1997				KO 40277 må se denne for info	1999	
Borettslaget Muldebærholmen Sjøhus 1		10 bygninger. Hver bygning består av 2 boenheter,		ubehagelige sideveis bevegelser i bygningene ved vindlast mot fasader, samt i forbindelse med "lettere" horisontale laster initiert av mennesker i bevegelse.	horisontallastfordelingen på de ulike pæler bli betydelig forskjellig i forhold til det som er forutsatt i mottatt dokumentasjon. Pæler som er forutsatt å oppta visse horisontallaster vil i realiteten ikke ha forutsetning til dette samtidig som andre pæler vil måtte overføre betydelig større laster enn forutsatt, med påfølgende fare for brudd i forbindelsene mellom overbygning og pæler. Skjevstillingen av flere av pælene ved Muldebærholmen Sjøhus 1 må karakteriseres som betydelig større enn det som er satt som maksimalt tillatt loddavvik for eksempel for bærende søyler. Det er ikke funnet dokumentasjon på beregninger av pælekapasitet, benyttet pæletype etc.		2007	Design
Brånåsen Næringspark, Skedsmokorset		Industrigulv 1999	Golv på grunnen med fiberduk og sand. Delvis pælet.	riss og kantreisinger	Dersom spranget i fugene mellom golv på grunn og pælet konstruksjon har oppstått etter utstøping, må dette skyldes setninger i pælet område		2000	Design/Utførelse
Bergen fengsel	Uniteam AS	Bygningen består av til sammen 36 stålmoduler bygget sammen til to etasjer. Hver modul har åtte oppleggspunkter, ett i hvert hjørne samt to ekstra opplegg på hver langside. Fundamentkonstruksjonen består av en langsgående kulvert og to langsgående ringmurer i plasstøpte betong. Ringmurene danner opplegg for modulenes hjørneopplegg mens kulverten danner opplegg for modulenes midtopplegg. Montert 2005		Setninger	manglende aktivisering av midtopplegg har ført til setninger ved modulenes hjørneopplegg og sprekker på badene		2007	Utførelse
Kongsvinger fengsel	Uniteam AS	Bygningen består av til sammen 18 stålmoduler bygget sammen til to etasjer. Hver modul har åtte oppleggspunkter, ett i hvert hjørne samt to ekstra opplegg på hver langside. Fundamentkonstruksjonen består av plasstøpte søyler i betong. Montert 2005	fundamentene står på fjell eller sprengsteinsmasser	en horisontal sprekk i kjellergolvet fra betongsøyle som danner opplegg for stålbejelke	Horisontal sprekk i kjellergolv skyldes trolig setninger		2007	Design/Utførelse
Trondheim fengsel	Uniteam AS	18 stk. stål-moduler i 2 etasjer. Fundamentkonstruksjonen består av plasstøpt betong bestående av kjellervegger og ringmur	Fundamentene står på leirgrunn. kjellerolvet er støpt direkte på grusmasser uten armering	noen horisontale sprekker i kjellergolv som går vertikalt opp i kjellervegger. Disse hadde rissvidder på 1-2 mm i golv og omtrent 0,5 mm i vegger			2007	Design/Utførelse
Tanum asylmottak	Beverhus/Løvenskiold-Vækerø	sammensatte moduler oppført ca 1985	trestolper satt på tresviller som er lagt på avrettet underlag av sand/grus	Til dels store skjevstillinger av flere av søylene. Store deformasjoner i grunnen langs ytterste fundamenttrekke for bygning B hvor samtlige søyler har ensidig helning.	Hovedårsaken til skjevstilling av søylene er etter vår vurdering for stort grunntrykk på terrenget. Det har ført til setninger, ulikt under de ulike søylene, og dermed har man fått mulighet for skjevstilling av enkelte søyler. For bygning B ser det ut til at grunnen ut mot kanten av fyllingen setter seg, slik at bygningen følger etter. Dette er alvorlig. Grunnen har åpenbart ikke tilstrekkelig kapasitet til å bære lastene	Rapport, bilder	2007	Design/Utførelse
Rådhusgaten 8 i Kristiansand		Murgård fra 1890-årene Fundament består av en tørrstøbet gråsteinmur. Fra fundament til gesims en 15 m høy yttervegg av en 1½ steins teglsteinsvegg	grunnforholdene på tomta til Postgården er høyst sannsynlig gode med sand til stor dybde. Gradering av sandmassene angis som siltig finsand til grusig sand. Lagringsfasthet varierer fra løs til fast.	ytte del av tørrsteinsfundamentet og deler av overliggende murvegg raste ut. Størrelsen på den utraste veggen anslås til en lengde av grunnmur på 15 m og areal på 30 m²	Graving som de utførte til 3. juli 2003 var til et nivå om lag 0,5 – 1 meter lavere enn nivå kjeller i Rådhusgaten 8, og gravingen ble utført helt inntil fundamentet. Dette gir stor sannsynlighet for setninger. Dersom det ikke ble gjort avstøttinger eller tiltak i forbindelse med gravingen for slamavskilleren, så er det sannsynlig at stabiliteten for fundamentet til østre vegg Rådhusgaten 8 ble svekket.	Rapport	2003	Arbeid
Fossestua, Trondheim		Boligblokk	Det synes imidlertid klart at det ved fundamenteringen av den aktuelle ytterveggen ved Fossestua, ikke er tatt hensyn til telefarlig byggegrunn	Kjeller yttervegg på Fossestua har fått skader i form av utglidning av fundament/yttervegg. Veggen har sunket ned omlag 30 - 40 mm og flyttet seg utover 30 - 40 mm	Utløsende skadeårsak ved Fossestua har trolig vært ekstraordinære påkjenninger i området på grunn av to vannlekkasjer. Vannlekkasjene skal ha gitt utgraving langs fundament. Med de opplyste manglene ved fundamenteringen og fuktisikringen av den aktuelle veggen, kan tilsvarende skade prinsipielt oppstå selv uten ekstraordinære vannpåkjenninger og etterfølgende utgravninger		2002	Design/Utførelse
Hestekoen 4, Vinterbro		Privatbolig	Huseier har en tomt som har høydeforskjell til tomtene nedenfor.	Mur av naturstein raser ut, deler av huset synker			2000	Design/Utførelse
Skøyen Næringspark AS		Kontorbygg fra 1996	Det er utført en statisk beregning som viser en sikkerhet mot utglidning på 1,14. Beregningsmåten er usikker, og det er derfor sannsynlig at den virkelige sikkerhet er mindre.				1997	Design
Gjellumlia 20;Heggedal		Enebolig fra 1980		Forstøtningsmur svikter, fliser sprekker	Se rapport	Må se i rapport	1996	
Drammensvn. 852, Asker		Kontor- og industribygg fra 1964		Sprekker i teglvegger. Avflassing av belegget på stålplater.	Pelehode har forflyttet seg sideveis		1993	Design/Utførelse
Hemsedal		Hytte fra 1987	Fundamentering ved Leca-blokker direkte på grunnen	golv har store sprekkdannelser.	vesentlige mangler ved fundamenteringen av deler av hytta, samt pipestokk		1990	Design/Utførelse
Kildevn. 2, Fjellhamar		Enebolig fra 1988		setningsskader	alvorlige svakheter i forbindelse med fundamentet		1989	Design/Utførelse
Flyveien 2, Oslo		Skolebygg fra 1975	det har vært vanskelige fundamenteringsforhold for bygget	sprekker i bygget. Hovedsprekken går kontinuerlig i alle tre etasjer i overgangen mellom to fløyer	Setninger pga. de vanskelige grunnforholdene		1981	Design
Drøbak		Enebolig fra 1964			Grunnmur av betonghulstein dårlig fundamentert		1965	Design

BegrensSkade
Registrering av skadesaker

Prosjektnavn	Firma	Kort beskrivelse av arbeidene på prosjektet	Grunnforhold	Type skade	Antatt skadeårsak	Vedlagt informasjon om saken	Befaring	Årsaksgruppe
Hammersborg Torg 8; Oslo		Svenska kyrkan, 1921		1) heving av golv og sprekker i vegger. 2) oppsmuldring av betong i golv og nedre del av grunnmur	1) svelling av alunskifergrunn 2) alunskifer brukt som tilslag i betongen og/eller sulfatgrep fra vann/fukt som har vært i kontakt med alunskifer		1997	Utførelse
Valhallveien 15, Oslo		Boligblokk fra 1979		Golv på grunnen sveller og buler opp	alunskifer i grunnen under golvet		2005	Utførelse
Fjernvarmesentral, Trondheim	Multiconsult	Tilbygg til eksisterende fjernvarmesentral 2005	Leire, dels lagdelt med innslag av silt og finsand. Leira er middels fast til fast i de øvre meterne over et meget fast leirlag på ca. kote 150. Det meget faste leirlaget har en tykkelse på ca. 2-4m og under dette er det middels fast til fast leire. Det er et markert fastere lag av grovere masse (antatt morene) på ca. kote 136-137.	Spunten har under byggeperioden fått store forskyvninger og rotasjoner, og det har vært nødvendig med betydelig tiltak i form av ekstra steg, avlastning utenfor spunt og motfylling på innsiden av spuntveggen. Det var også nødvendig å rive et verkstedbygg.	Hovedårsaken til skadeutviklingen skyldes et betydelig høyere poretrykk enn antatt for prosjekteringen. Spunten har for liten fotdybde, og vertikal nedadrettet bevegelse av spunt har ført til horisontale deformasjoner som ikke har stoppet før stagen har blitt re-mobilisert.			Design
Undersjøisk ras, Kristiansand havn	Multiconsult	Steinfyllingen utenfor Lagmannsholmen 2008	Leire med innslag av finsand og silt i de øverste 10-12 meter i borehullene. Leira har høy plastisitet (Ip=30-40 %), relativt høyt vanninnhold (w=40-50 %) og er noe sensitiv	Raset involverte ca. 120 000 m3 av de oppfylte steinmassene og hadde en bredde på ca. 100 m	Udrenerte analyser på su-basis (kort tid) viser at fyllingen ville gå til brudd både for Profil 2 og Profil 4. Drenerte analyser på a-basis (lang tid) viser at fyllingen hadde tilstrekkelig stabilitet uten poreovertrykk i leira under steinfyllingen. Fyllingen hadde ikke tilstrekkelig stabilitet med poreovertrykk lik 35 % av lasten av steinfyllingen			Design
Veganlegget E6 Hovinmoen-Dal	Mesta	Grøfter langs E6		betydelige problemer med erosjon, utvasking og oppsprekking av tettematerialer i grøfter langs hele anlegget	flere faktorer som samlet gir for dårlig samvirke for at bruk av tettemasse alene vil gi en god løsning		2010	Design
Kattmarkvegen, Namsos	Multiconsult	Utbedring av Kattmarkvegen 2009	marin strandavsetning, tykke lag med kvikkleire	Stort kvikkleireskred, bolighus og hytter ødelagt.	gjennomgående fått lavere sikkerhetsfaktorer enn det som er funnet av Multiconsult. stabilitetsanalyser i andre profil viser at sikkerheten er lavere enn kravet		2009	Design
Slipelveien, Tromsø		Støttemur fra 2006	sandig, grusig, siltig materiale med vanninnhold på ca.	Utrasing av støttemur, knust bil og skader på bolighus	De mest åpenbare feilene er mangel på separasjonsduk, dybde bak mur med frostfrie masser og armering. vannførende siltlag bak muren i nedre del av massene. Det er grunn til å tro at finere masse har trengt inn i bakfyllmassen og at dreneringen har vært dårlig. Vanntrykk som følge av dårlig drenering og økt jordtrykk som følge av anleggsveien som ble ferdigstilt i september 2007 har vært medvirkende årsak til at muren raste ut.		2007	Utførelse/GV
Slipelveien, Tromsø		Bolighus fra 2006	Grunnmur av Leca-blokker	økende sprekkevirksomhet av grunnmur (horisontal sprekk mellom garasjedekke og grunnmur, vertikal oppsprekking i fri grunnmur mot øst mot nabohus), skjevheter i utvendige vinduer og dører og fuktighet/fritt vann i himling mot øst i leilighet under garasje. Det ble også observert sprekker i innvendige gipsvegger. Slipelveien 1 har også innvendig skjevheter i dører, oppsprekking av himling mot delevegger og sprekker i gulvflis. Slipelveien 3 har skjevheter i vindu, ytterdører og trapp i forbindelse med telehiv.	Etter utrasing (av støttemur) har vannstrømmen fortsatt og har medført til vanntrykk mot grunnmurer og erosjon av finstoff i masser rundt og under husene lengst mot sør. Skadeutviklingen på grunnmur, skjeve dører og vinduer og sprekker/riss innvendig skyldes setninger som følge av grunnvannstrøm.		2010	GV
Åre skole, Åre		Skolebygg, grunnmur av betongelementer. 6 m utgravingsdybde	Morene av medium til fin sand og noe stein, linser av silt	Store deformasjoner av betongelementene, sprekker. Panelfundamentene var pisset nedover.	For kort armering. Styrken i jorda (frossen jord) antatt visuelt til å være bedre enn den i virkeligheten er (tint). Ikke armering der det er fysiske installasjoner.			Design
Jernbanetraseen i Sande sentrum		Skjæring 1997	materiale med høyt siltinnhold, til dels er det rene siltmasser	Deformasjoner i skjæringen	Effekten av omrøring av løsmassen burde vært kontrollert ved å beregne stabilitet for en utglidning over den K/S-stabiliserte sonen med en redusert skjærstyrke pga omrøringen ved blindboringen. Dette er den sannsynlige årsaken til de deformasjonene som er oppstått. Kombinasjonen av valgt beregningsmodell med fullt samvirke mellom ribber og mellomliggende materiale, høy antatt skjærstyrke for K/S-ribbene, opprinnelig skjærstyrke for mellomliggende leire og lav materialkoeffisient totalt tar for lite høyde for usikkerheten og mangelen på erfaringer med metoden. Effekten av setninger på grunn av grunnvannssenkning er ikke tilfredsstillende vurdert. Totalt sett er utførelsen av K/S-pælene vurdert å være noe dårligere enn det som er vanlig for slike arbeider. Plassering av pælene og i noen grad variasjon i innblandingsmengde ligger utenfor de krav som er satt til utførelsen Den utløsende årsaken til deformasjonene har vært vannfylte sprekker på grunn av mye nedbør og snøsmelting.		1998	Design

BegrensSkade
Registrering av skadesaker

Prosjektnavn	Firma	Kort beskrivelse av arbeidene på prosjektet	Grunnforhold	Type skade	Antatt skadeårsak	Vedlagt informasjon om saken	Befaring	Årsaksgruppe
Namsos trykkeribyg		Industribygg fra 1994	lagdelt leire med silt og finsand i lagene. Området er oppfylt ca 3m i 1977, men har senere satt seg over 0,5 m. Fra gamle kart og tegninger observeres det at fyllmassene på nordre del av tomten består av sagbruksavfall/bark, mens søndre del består av innspylt sand	til dels store skjevsetninger som har resultert i sprekker i gulv og vegger.	De store skjevsetningene skyldes en kombinasjon av flere uheldige omstendigheter. Skjev lastfordeling, oppfylling rundt bygget og grunnvannssenkning (på ca 1 m) med ulik dybde til fjell har bidratt til å gi skjevsetninger		1999	