



Statens vegvesen

E18 FRYDENHAUG - EIK

Erfaringer fra installasjon av permanent spunt

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2552



Region sør
Teknologiavdelingen
Dato: 2009-09-03



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2552

Tittel

**E18 FRYDENHAUG - EIK
Erfaringer fra installasjon av permanent spunt**

Utarbeidet av

Dato:

2009-09-03

Saksbehandler

Guro Brendbekken

Prosjektnr:

Kontrollert av

Grete Tvedt

Antall sider og vedlegg:

27 + 10

Sammendrag

Denne rapporten er en erfaringsrapport fra anleggsarbeidet ved E18 Frydenhaug -Eik i Drammen med spesielt fokus på etableringen av permanent spunt ved Frydenhaug. Stabiliteten i området var lav og det ble satt i gang et omfattende målearbeid for å ivareta stabiliteten i byggeperioden. Under spuntarbeidene oppstod det uventede forhold som poretrykksøkning under ramming av spunt, stagkollisjoner i hjørner, boring av staghull i hulrom i fjellet.

Rapporten oppsummerer målinger som ble foretatt med inklinometer, totalstasjon og poretrykksmålere.

Summary

Emneord:

Spunt, poretrykk, fotbolter, måleprogram, deformasjonskontroll, inklinometer, stag, montering av stag, injisering av oppsprukket feil, oppspenning av stag

1	GENERELT OM PROSJEKTET E18 FRYDENHAUG – EIK	2
2	PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER	3
2.1	GRUNNUNDERSØKELSER	3
2.2	LASTER, GEOMETRI, ØVRIGE KONSTRUKSJONER OG INSTALLASJONER I OMRÅDET	5
2.3	SIKKERHETSPRINSIPPER	6
3	FORBEREDENDE ARBEIDER.....	6
3.1	ANLEGGSTEGGER OG MOTFYLLINGER	6
3.2	MÅLEPROGRAM DEFORMASJONER OG PORETRYKK	7
4	ETABLERING AV SPUNTVEGG.....	8
4.1	FORGRAVING FOR SPUNT	8
4.2	SPUNTRAMMING OG ETABLERING AV FJELLFESTE FOR SPUNT	9
4.3	MÅLEPROGRAM.....	13
4.4	STABILITETSPROBLEM PÅ GRUNN AV POREOVERTRYKK	18
4.5	MÅLING AV KORROSJON PÅ GAMMEL SPUNT	20
5	ETABLERING AV STAG.....	20
5.1	ETABLERING AV STAG	20
5.2	STAG LÅST NÆR PRØVELASTEN	26
6	ENDRINGER I PROSESSKODEN 1997 – 2007.....	27

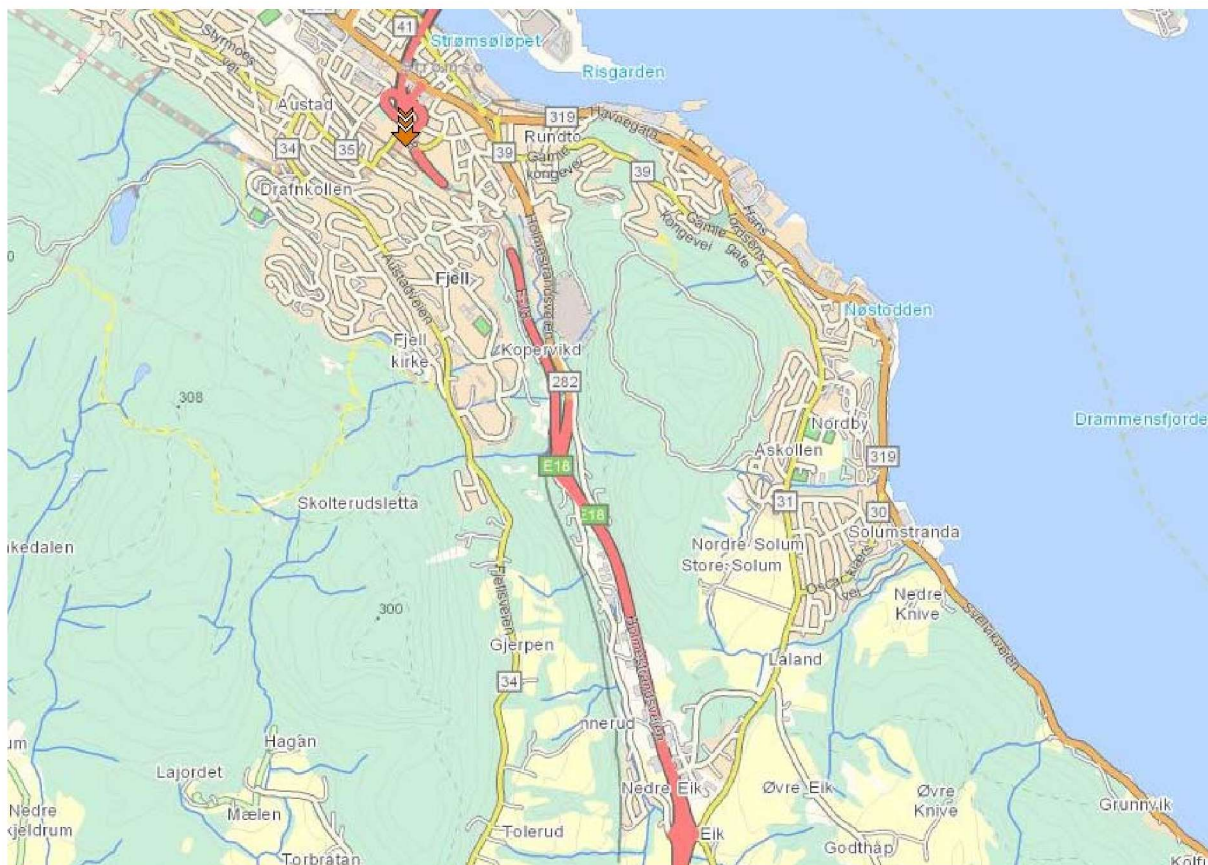
VEDLEGG..... FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.

Vedlegg 1	Horisontale deformasjoner topp spunt. Negative målinger gir innpressing
2	Horisontale deformasjoner topp spunt. Negative målinger gir innpressing
3	Vertikaldeformasjoner målt på topp spunt
4	Inklinometermålinger spunt. AZ48
5	Inklinometermålinger Hoesch 1800

Tegning	K202	Spunt og MOFIX. Plan
	K203	Spunt og MOFIX. Oppriss
	K207	Spunt. Profil 70 og 80
	K208	Spunt. Detaljer
	K216	Spunt. Betongkappe. Snitt og detaljer

1 Generelt om prosjektet E18 Frydenhaug – Eik

E18 Frydenhaug – Eik ligger i Drammen kommune syd for Drammenselva, kfr figur 1. Denne erfaringsrapporten omfatter spunten som ble installert helt i nord på prosjektet, nord for Kleivenetunnelen.



Figur 1. Oversiktskart over prosjektet E18 Frydenhaug – Eik

Den gamle Kleivenetunnelen ble, som en del av E18, bygget på slutten av 1970-tallet. Tunnelen har en lengde på 560 meter og bredde på 10,5 meter.

I forbindelse med utbygging av strekningen E18 Frydenhaug – Eik, fra to felter til firefelts motorveg, anlegges det nye tunnel. Den nye Kleivenetunnelen er 1800 meter lang og har en bredde på 9,5 meter. Tunnelen tilfredsstiller de nyeste sikkerhetsforskriftene. Den nye Kleivenetunnelen ble åpnet juni 2008.

I etterkant av at den nye tunnelen ble åpnet, ble den gamle Kleivenetunnelen stengt. Den gamle tunnelen gjennomgikk et betydelig utbedringsarbeid: Alt elektrisk utstyr ble byttet ut og nye vifter ble installert. I tillegg ble en del dårlig betong utbedret. I forbindelse med utbedringen av den gamle Kleivenetunnelen ble all trafikk satt over i den nye tunnelen, som dermed fikk toveis trafikk i en periode.

Med hele anlegget ferdig, vil sørgående trafikk gå i to felt i den nye Kleivenetunnelen. Nordgående trafikk vil gå i to felt i den gamle tunnelen. Inkludert i prosjektet er også 2,0 km veg i dagen og to bruer Frydenhaug bru og Baserud bru.

Totalkostnad for prosjektet er anslått til 793 mill. kr (2009 kr). Oppstart av prosjektet var januar 2006 og åpning var januar 2009. Bygging av ny tunnel, Frydenhaug bru og forskjæring var en hovedentreprise med Mesta som hovedentreprenør og FAS som underentreprenør på spuntarbeider. Sør for tunnelen var det en hovedentreprise på Baserud bru og 2,0 km vei. Der var også Mesta hovedentreprenør. Bygging av Elektro- og styringssystemer var egen hovedentreprise som ble utført i etterkant. Arbeidet i den gamle tunnelen ble delt opp i en rekke mindre entrepriser.

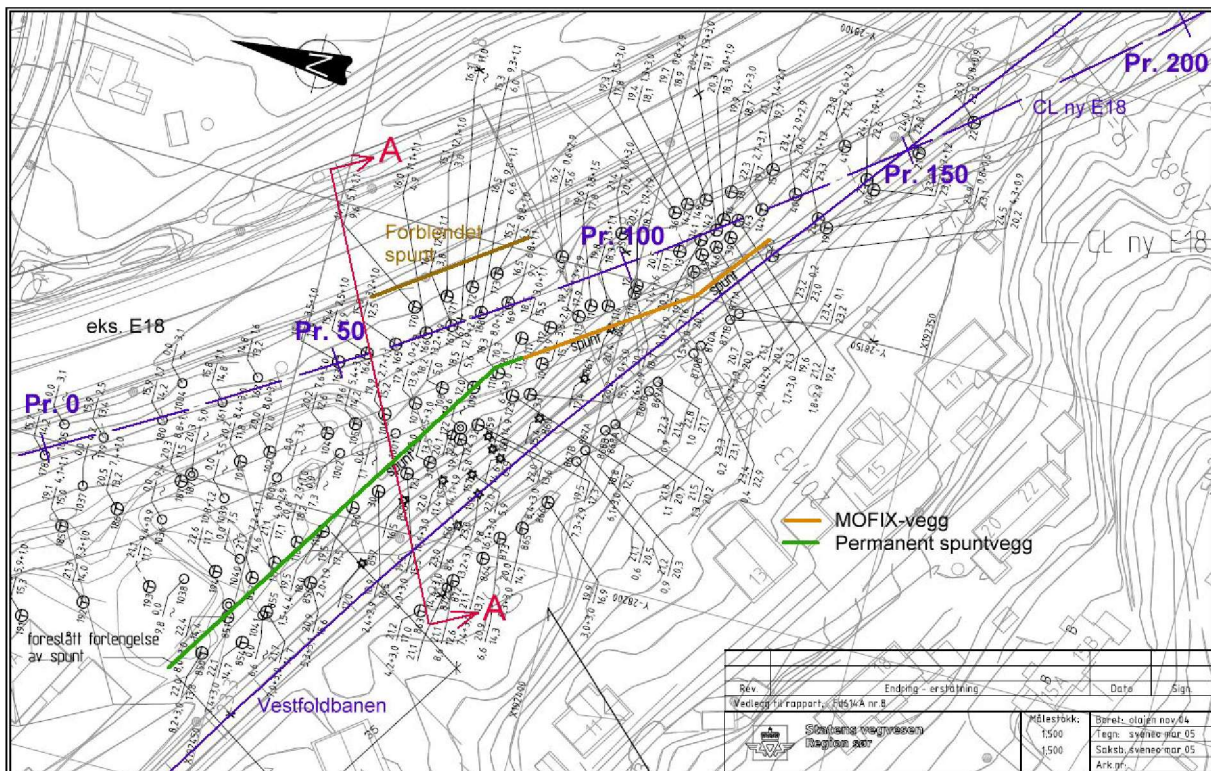


Figur 2. Arbeid med tunnelportalen på Frydenhaug. Arbeidet med å legge ut matjord og terrengforming har startet opp.

2 Prosjekteringsforutsetninger

2.1 Grunnundersøkelser

I forbindelse med reguleringsplanlegging av utvidelse til fire felts veg på E18 mellom Frydenhaug og Eik er det foretatt grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger. Georapporter fra Statens vegvesen region sør, prosjekt Fd614 A rapport 2, 6 og 7 samt oversendte tegninger fra forprosjekt er benyttet. Under følger en kort beskrivelse av løsmassene.



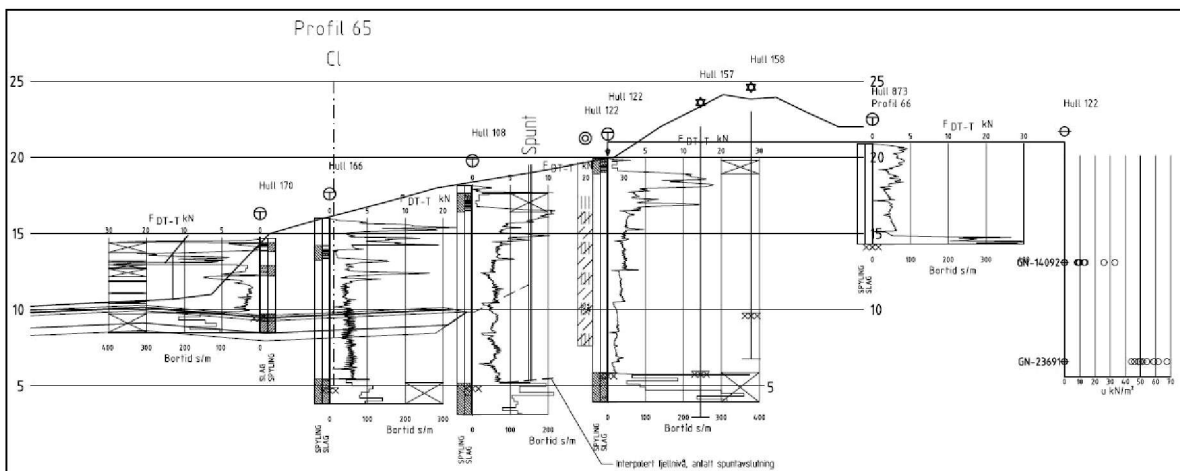
Figur 3. Grunnundersøkelsesdata presentert i plan sammen med veglinjer og Vestfoldbanen.

Profil 10 – 30, skjæring

Sonderingene viser masser med varierende lagringsfasthet fra løst lagret, antatt silt/leire, til meget fast lagret, antatt sand/grus, ned til antatt fjell fra 1 til 11m. Det vil bli delvis fjell- og løsmasseskjæring.

Profil 30 – 100, spunt/ kulvert

Totalsonderingene viser dybder til antatt fjell fra 0,6 m i profil 90 til 16,1m i profil 65.



Figur 4. Grunnundersøkelsesdata presentert i profil 65 gjennom dyprenne.

Det er foretatt en 54mm uforstyrret prøveserie i hull 122, profil 65 som under et fast topplag på 2,0m tykkelse viser silt videre ned til 3,0m dybde. Videre ned til 12,0m dybde er det siltig leire og leire, bortsett fra et lag sandig, siltig leire fra 9,0 til 10,0m dybde.

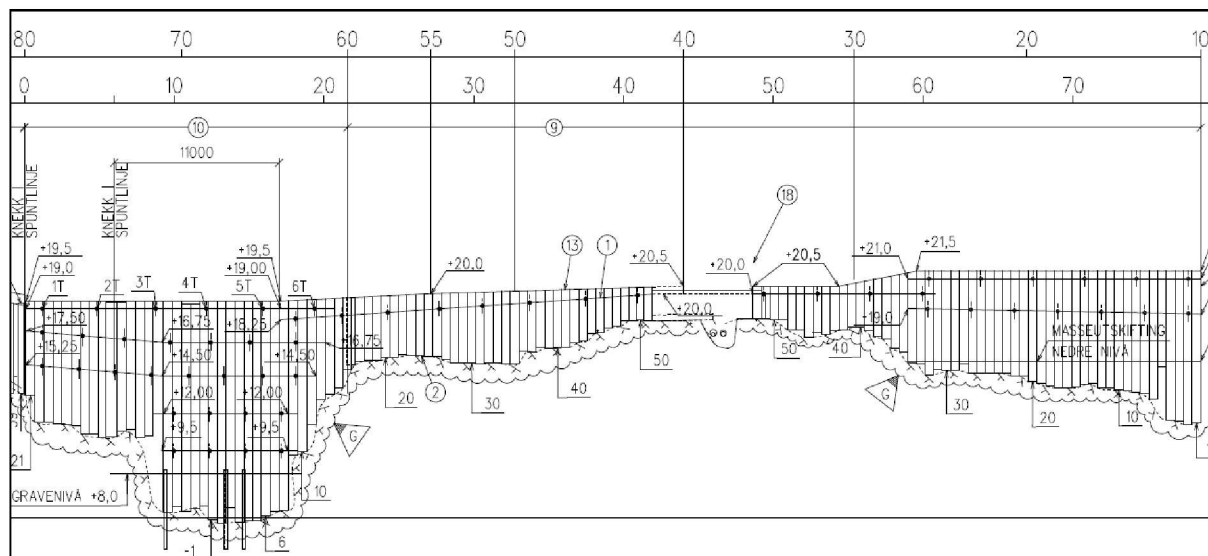
Udrenert skjærstyrke ligger mellom 5 og 21kPa, og massene er meget sensitive, kvikke, fra 8,0 til 12,0m dybde. Vanninnholdet varierer fra 25 til 42 %.

Oppdr.nr.: Fd614a													
Prøveserie: 122		Analyseår: 2003			Prøvetaker: 54 mm								
Dybde i m	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			γ kN/m ³	S _t	Skjærstyrke kN/m ²					Gl. %
			20	40	60			20	40	60	80	100	
1													
2													
3	silt	1				19.6							
4	Siltig leire	2				19.6							
5	Leire	3				19.7	6						
6	Siltig Leire	4				19.9	16						
7	Leire	5				19.0	9						
8	siltig leire	6				19.8	14						
9	leire	7				19.4	32						
10	sandig siltig leire	8				19.5	78						
11	Leire	9				19.4	35						
12	Siltig Leire	10				19.2	59						
13													
14													

Figur 5. Rutineresultater fra prøveserie i hull 122.

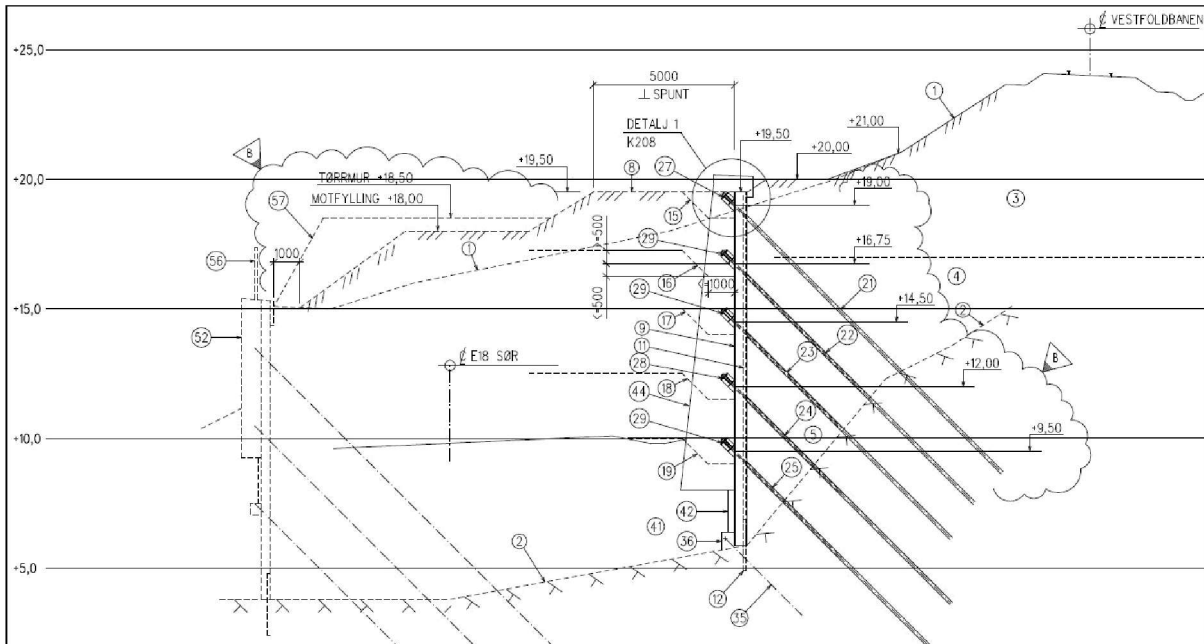
2.2 Laster, geometri, øvrige konstruksjoner og installasjoner i området

Den nye vegtraseen krysser en dyprene i fjell opptil 16 m dyp med bløt sensitiv (kvikk) leire like før påhugget. Dyprenen stikker inn under Vestfoldbanen som går ca 15 m bak den nye vegtraseen og den stikker også under den eksisterende E18 som går på nedsiden av traseen. Se oppriss og snitt under.



Figur 6. Oversikt over den permanente spunten i oppriss. Spuntveggen er om lag 70 m lang og opptil 15 m dyp. Øverst vises profilnummer for ny E18 langs spunten. Under vises løpemeter spuntvegg fra 0 – 78 m.

Foran den nye spuntveggen står en gammel permanent spunt med permanente stag. Spunten er forblendet med betong. Bak veggen ligger Vestfoldbanen. Vestfoldbanen ligger på om lag kote +24. Utgravingen er prosjektert ned til kote +8,0, dvs en total høydeforskjell på 16 m.



Figur 7. Oversikt over den permanente spunten i snitt.

Snittet over viser også motfyllinger i området for å stabilisere skråningen fra jernbanen samt anleggsveger i området før spunten ble rammet.

2.3 Sikkerhetsprinsipper

Spunten prosjekteres med utgangspunkt i Vegvesenets HB016. Geoteknisk modell som ble benyttet var ADP og a - ϕ -jordmodell i spuntberegningene. Spunten regnes i geoteknisk prosjektklasse 3, dvs det skal utføres uavhengig kontroll av beregningene.

Det monteres instrumentering på spunten for å sikre at beregningsforutsetningene stemmer. Dette gjelder sikkerheten spesielt i forbindelse med deformasjoner på jernbanen. På grunn av den spesielle instrumenteringen og oppfølgingen under arbeidet benyttes $\gamma_m = 1,5$ for alle beregninger bortsett fra for momentbetraktninger for P65 der dette regnes som for konservativt i dybden pga innspenningsforholdene rundt den lokale dype kløften. Her benyttes $\gamma_m = 1,4$ for momentbetraktninger for spunten.

3 Forberedende arbeider

3.1 Anleggsveger og motfyllinger

Stabilitet for eksisterende skråning ned fra jernbanen viste seg også å være for lav. Det ble utført stabilitetsberegninger med motfylling mellom eksisterende E18 og jernbanen for å finne hvordan man kunne oppnå en tilstrekkelig stabilitet før man gikk inn i området med anleggsaktiviteter.



Figur 8. Oppbygging av anleggsveger generelt i området og motfylling i område med dyprene.

Ved å benytte hovedarkivet i Vegdirektoratet var det mulig å etterregne kapasiteten for den gamle spuntveggen slik at motfyllingen ikke ville overbelaste veggen og stagene. Uten denne informasjonen ville man hatt et vesentlig større problem med å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet under utførelse.

3.2 Måleprogram deformasjoner og poretrykk

I forbindelse med oppfølging av stabilitet for jernbanen under opparbeidelse av motfyllinger for å øke stabiliteten ble det satt i gang et program med poretrykksmåling i dyprena.



Figur 9. Plassering av poretrykksmålere (PZ) i skråningen opp mot jernbanen ca. i profil 65.

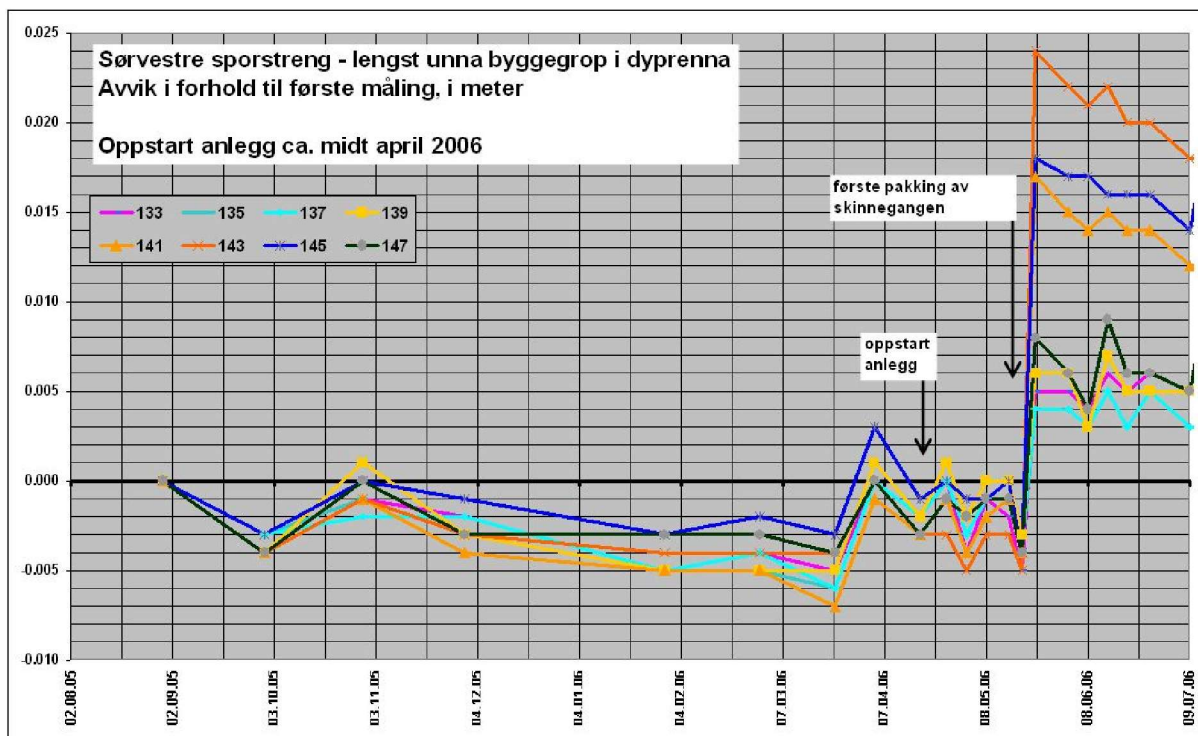
I tillegg ble det satt i gang målinger på jernbaneskinnen samt på toppen av den gamle forblendede spuntten ned mot E18.



Figur 10. Plassering av målepunkter på skinnegangen for Vestfoldjernbanen.

Alle målingene ble satt i gang i god tid før oppstart av anleggsarbeidene slik at man hadde et forholdsvis godt overblikk over variasjonene i måleresultatene for den eksisterende normalsituasjonen i forkant av anleggsarbeidene.

Dette var spesielt nyttig i forbindelse med målinger på jernbaneskinneene da det viste seg at det var en god del bevegelser på skinnegangen som følge av årstidsvariasjoner og ”slitasje” i under- og overbygningen for sporet.



Figur 11. Måleresultater av målepunkter på skinnegangen for Vestfoldjernbanen før oppstart av anlegget.

Byggeledelsen etablerte også kontakt inn mot sporansvarlige i jernbanen og hadde avtaler om utveksling av data samt møter underveis i prosjektet med hensyn på målte deformasjoner på banen og nødvendige tiltak ved varierende deformasjoner.

4 Etablering av spuntvegg

4.1 Forgraving for spunt

Forgravingen var en av de mest kritiske arbeidene stabilitetsmessig. Her ble det satt opp et detaljert krav til utførelse. Det var beskrevet opptil 8 m dyp forgraving for spunten. Deler av beskrivelse følger under:

81.191 Forgraving i spuntlinjen.

Forgravingen skal utføres under togstans. Etter forgravingen kan det bli behov for pakking av sporet.

Det skal forgraves i seksjoner på maksimalt 4 m lengde. Grøfta skal fylles igjen og komprimeres fortløpende slik at det aldri står mer enn 4 m åpent. Det tillates ikke å la grøfta stå åpen uten kontinuerlig tilsyn og med mannskap, materialer og utstyr tilgjengelig slik at det kan fylles tilbake umiddelbart ved behov.

Byggherren skal varsles minst 1 døgn før arbeidet starter. Det skal være geotekniker tilstede under hele forgravingen.



Figur 12. Bildene til venstre viser forgraving til om lag 7 m under eks. terreng på natt, og bildet til høyre ferdig tilbakefylt grøft.

4.2 Spuntramming og etablering av fjellfeste for spunt

Det ble problemer med å få spunten helt til fjell, til tross for at det var beskrevet bruk av fall-lodd for å oppnå fjellkriterie under rammingen. Deler av beskrivelsen som gir krav til dette i anbudsbeskrivelsen er gjengitt under:

83.61 Stålspunt

Krav til rammeutstyr :

- Høyfrekvent ressonansefritt vibrolodd : 5 tonn
- Fallodd : 7 tonn

Bruk av jomfru tillates ikke. Rammeprotokoller overleveres til byggherren senest 2 dager etter at spunt nålen er rammet.

83.6122 Ramming av spunt

Spunten skal rammes til oppnådd fjellkontakt. Det skal oppnås fjellkriterium for spunten som gir tilfredsstillende bæreevne for spuntens vertikalbelastning. Fjellkriteriet skal dokumenteres med synkmålinger og bruk av fallodd.

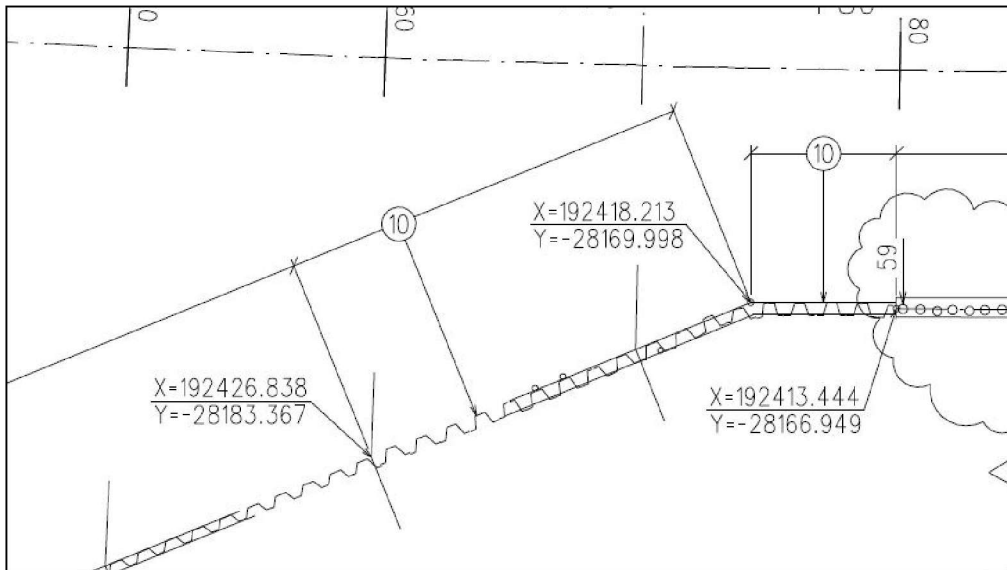
Det ble benyttet en spuntrigg type ABI. Denne har et vibrolodd på 4 tonn og en ekstra nedtrekkskraft på 14 tonn. Dette er en svært kraftig utrustning, og entreprenøren mente at det ikke var nødvendig med fallodd i tillegg til denne utrustningen for å oppnå fjellkriteriet for de aktuelle grunnforholdene på stedet.

Byggherren ga etter for dette synspunktet, noe som senere skulle vise seg å være uheldig. Man måtte inn igjen med fallodd for å ikke få for store glipper til fjell under spuntfoten.

Vi fikk i etterkant diskusjoner om utbetaling av tillegg for ekstra tilrigging med fallodd i forbindelse med verifisering av fjellkriteriet for spunten. På grunn av andre forhold med hensyn på stabilitet av skråningen opp mot jernbanen ble dette innvilget.

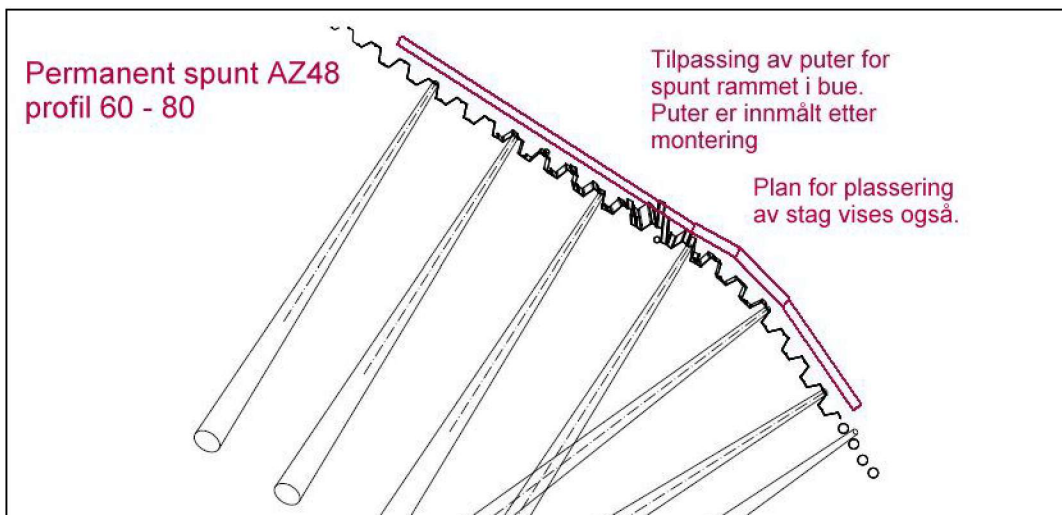
Når det gjelder levering av spuntprotokoller etter maks 2 dager etter ramming av de enkelte spunt nåler var det ikke mulig å få dette. Hvorfor er en gåte for undertegnede, men det kan ha noe å gjøre med

hvordan spuntprotokollene ble overlevert. Protokollene ble, mot byggherrens ønsker, renskrevet på PC før de ble overlevert. For sen levering av protokoller er et gjentakende problem i mange entrepriser. Spunten var beskrevet med en vinkelendring om lag i profil 75 med to rette spuntlinjer på begge sider. Entreprenøren rammet her spunten i en jevn bue uten å forespørre byggherren først.



Figur 13. Skisse over del av spuntplan (K202) med vinkelendring og tilhørende koordinater.

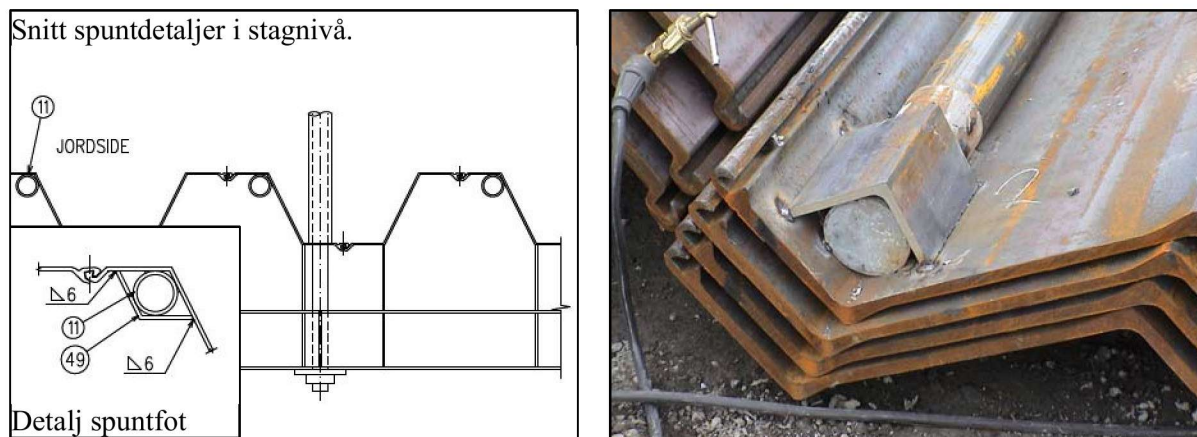
Dette skapte problemer i etterkant for entreprenøren da puter, stag osv alle måtte tilpasses spesielt. Byggherren fikk i dette området ikke noen spesielle plassproblemer, så avviket ble godtatt under forutsetning av at entreprenøren selv tok alle ekstrakostnader i etterkant på grunn av den krumme spuntlinjen.



Figur 14. Skisse over innmålt spunt, puter og planlagte stag for første stagerad tilpasset buet spunt.

I beskrivelsen var det satt krav til at hele spuntveggen skal være vanntett, slik at hele veggen måtte rammes i lås. Det er mulig at man for senere prosjekter i tillegg må legge inn tekst i beskrivelsen om at det skal benyttes spesialnåler for å oppnå den riktige vinkelendringen i spuntlinjen. Dette virket i utgangspunktet innlysende da spunten er angitt på plantegninger med koordinater i knekkpunktene, men dette bør vurderes for senere beskrivelser uansett.

Fjellfeste for spuntten skulle etableres med fotbolter innboret i fjell foran spuntfoten. Boring for fordybning ble utført med Tamrock borerigg med topphammer.

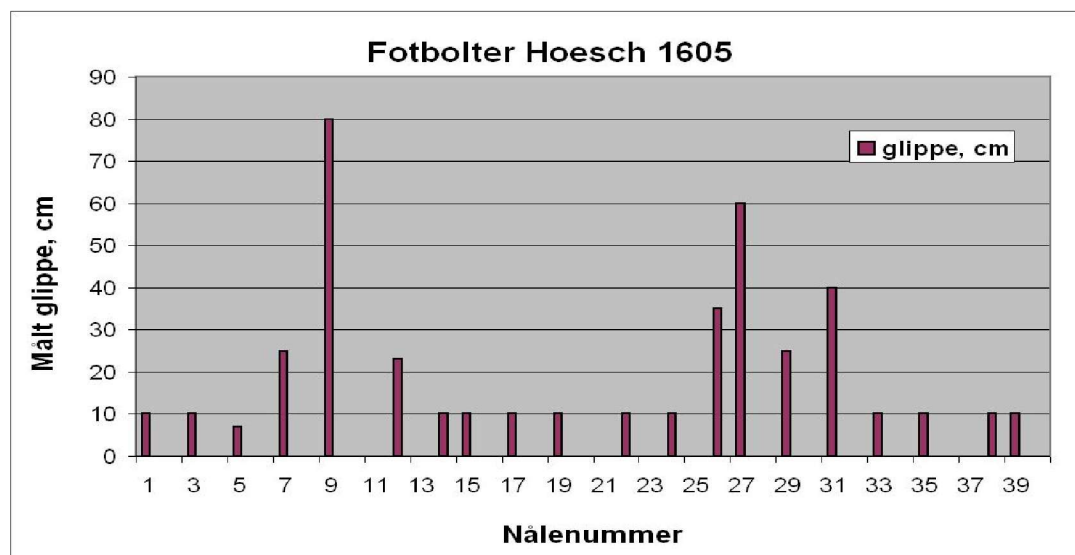


Figur 15. Bildet til høyre viser ferdig påsveiset foringsrør og forsterkning av røret ved spuntfot. (Noe sveising gjenstår på forsterkningen.) Til venstre vises hvordan dette er beskrevet på tegninger.

Det er satt krav om at fotbolten skal gå minst 1 m opp langs spuntten og minst 1 m ned i fjell. Videre er det satt krav om at glippe, dvs avstand mellom UK spunt og fjell der bolten føres ned skal måles og rapporteres. Ved glippe på mer enn 10 cm skal byggherren varsles og det skal ikke monteres bolter i påvente av tiltak for å sikre kapasitet for spuntfoten.

Dokumentasjon av størrelsen på glippen finnes ved å registrere når man borer gjennom betongproppen i bunnen av foringsrøret, og videre ved å registrere dybden til fjell mot den tidligere registrerte dybden til fjell for spuntnålen.

Kontroll av boltekapasiteten for veggen ble vurdert ut fra et regneark der boltetype og glippe ble tegnet opp.



Figur 16. Grafen viser registrert glippe mellom spuntfot og fjell for fotbolter for hver spuntnål.

Vi satte ikke krav til selve monteringen av bolten. Her fikk vi problemer siden boltene ikke alltid kom ned i fjell, men til dels stoppet opp i foringsrøret. Vi hadde ingen metode for å oppdage dette før vi fikk et problem med foten.

I etterkant kan det være fornuftig å sette krav til å registrere avstand fra topp spunt til topp bolt slik at man kan være sikker på at bolten er montert riktig. Det kan også være fornuftig å be om en beskrivelse på selve monteringen. Vi fikk en diskusjon om man kunne "slippe" bolten kontrollert ned i hullet eller om man skulle sveise på et øre og senke den ned. Vi hadde et ønske om å kunne ramme på toppen av bolten for å få den inn i fjellhullet, og det kunne gi problemer dersom man hadde et øre i toppen.

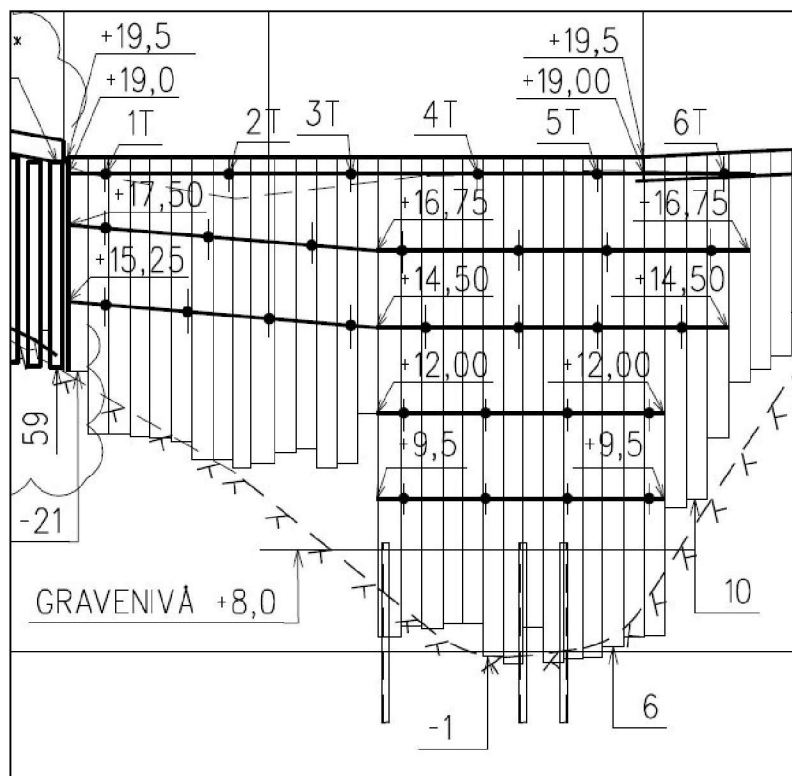
Man kan se at det til dels ikke er montert foringsrør på hver annen spuntnål som beskrevet på tegninger og i anbudet. Videre kan man også se at vi har problemer mellom spuntnål 7 – 13 og mellom spuntnål 25 – 33. Den spunten som er vist over går om lag mellom profil 10 – 30.

Vanligvis er det tilstrekkelig å sette ned bolter med større diameter og/eller høyere stål kvalitet for å ta vare på uventede store glipper. I anbudet var det beskrevet flere typer bolter med varierende diameter.

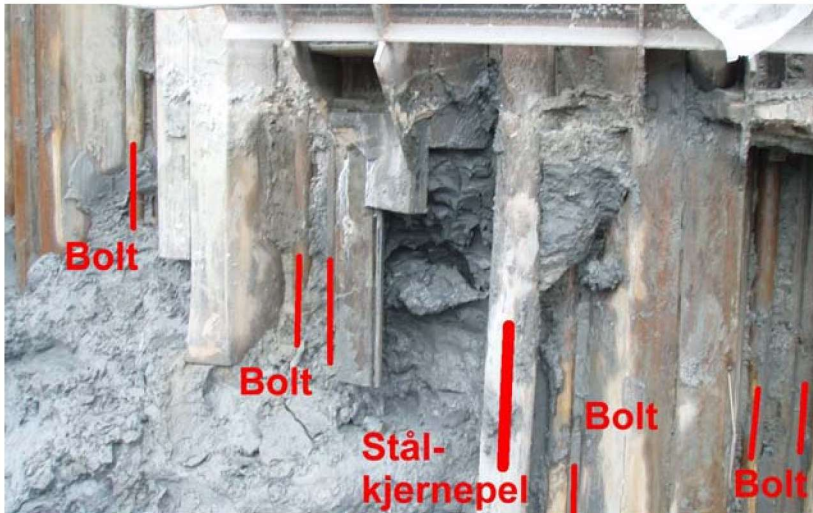
Imidlertid fikk vi altfor store avvik her i forhold til det som var forventet. I tillegg var det ikke plassert foringsrør tilstrekkelig tett alle steder. Spunten var i dette området rammet ned med vibrolodd. For å bedre situasjonen, ble det satt krav til etterramming med fallodd for denne spunten. Det reduserte noe av problemet. Spunten ble da rammet videre etter at fotboltene var satt i fjellhullet. I tillegg ble det boret ned ekstra foringsrør for tilleggsbolter langs spunten.

Der man måtte supplere med bolter hvor det ikke var montert foringsrør i utgangspunktet, ble kapasiteten av spuntfoten beregnet som kombinert kapasitet av foringsrør, mørtel og fotbolt.

For den tunge spunten, AZ48, mellom profil 60 – 80, hadde vi en spesiell stabilitetssituasjon. For å unngå å utfordre stabiliteten mer enn nødvendig, ble det derfor ikke rammet til fullt fjellkriterium. Ved senere oppboring og registrering av glipper ble det bestemt at man skulle montere 3 stk Ø150 S355 stålkjernepeler som fremtidig vertikal støtte for forblending av spunten samt bæring av staglaster. I tillegg var det behov for den horisontalkapasiteten man fikk i tillegg.



Figur 17. Tegningen viser hvor det ble montert Ø150 mm stålkjernepeler for å ta vertikal og horisontal last for den spuntfoten der det ikke var tilstrekkelig kapasitet for AZ48 spunten over dyprenna.



Figur 18. Bildet viser et utsnitt av tegningen over slik det ser ut in situ. Det mangler bolter for en dobbeltnål.

I ettertid har det fremkommet flere forskjellige statiske beregningsmodeller for fotbolter. Jeg henviser til spunkurs i Tønsberg 2008 for en oversikt over disse. Den modellen som er benyttet i prosjektet er den som er angitt i spunkurs fra kursdagene i 1997.

4.3 Måleprogram

Det er et omfattende måleprogram som er beskrevet for hele prosjektet.

Det ble deformasjoner både på gammel spunt mot E18, på ny spunt og på skinnegangen for jernbanen bak den nye spunten. Arbeidsgangen er lagt inn i beskrivelsen og på anbudstegningene. I vedlegget til rapporten er ligger inklinometermålinger spunt, målinger på topp eksisterende mur og topp ny spunt.

ARBEIDSGANG P60-P80:
1. MOTFYLLING OG ARBEIDSPLETTFORM OPPARBEIDES
2. DET FORGRAVES SEKSJONSVIS FOR SPUNTEN
3. SPUNTEN RAMMES MED FJELLKRITERIE
4. FOTBOLTER BORES, MONTERES OG GYSES
5. GLIPPE MELLOM FJELL OG U.K. SPUNT REGISTRERES OG RAPPORTERES TIL BYGGHERREN. FOTEN SKAL GODKJENNES FØR VIDERE ARBEID UTFØRES
6. INNMÅLING AV INKLINOMETER OG TOPP SPUNT/INKLINOMETER
7. PLAN FOR KRYSSENDE STAG GODKJENNES FØR OPPSTART BORING
8. DET GRAVES GRØFT FOR STAGRAD 1, PUTER OG STAG MONTERES
9. INNMÅLING AV INKLINOMETER OG TOPP SPUNT/INKLINOMETER
10. STAGENE I STAGRAD 1 SPENNES OPP
11. INNMÅLING AV INKLINOMETER OG TOPP SPUNT/INKLINOMETER
12. DET GRAVES UT FOR STAGRAD 2, 3, 4 OG 5 MED OPPSPENNING OG INNMÅLING SOM FOR RAD 1 OVER
13. DET GRAVES UT TIL FJELL
14. BETONGDRAGER LANGS SPUNTFOTEN ETABLERES
15. DET FYLLES OPP TIL U.K. FORBLENDING FOR SPUNTEN
16. INNMÅLING AV INKLINOMETER OG TOPP SPUNT/INKLINOMETER
17. STAG I STAGRAD 1 AVSPENNES OG FJERNES
18. INNMÅLING AV INKLINOMETER OG TOPP SPUNT/INKLINOMETER
19. BETONGKAPPE ARMERES, FORSKALES OG STØPES
20. ISOLASJON OG FORBLENDING MONTERES

Figur 19. Utdrag fra anbudstegning for spunt, K207

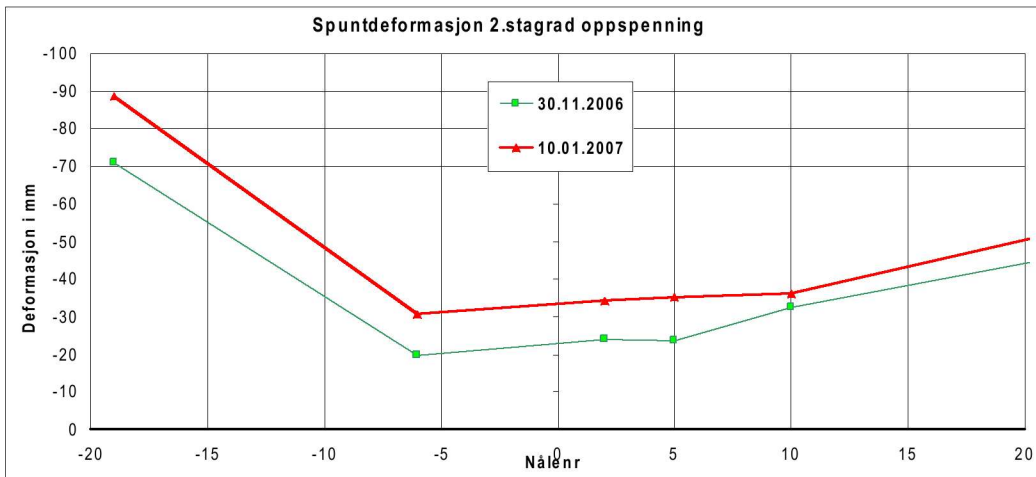
Det er lagt inn fremdriftskrav for å sikre at målingene utføres. Entreprenøren er pålagt å legge inn 2 dager pr. fase for spunten for at byggherren skal ha tid til å gå igjennom målingene og vurdere dem.

Under vises utdrag av beskrivelsen for deformasjonsmålinger som skal utføres av entreprenøren:

Post 83.6114 Deformasjonskontroll av spunt

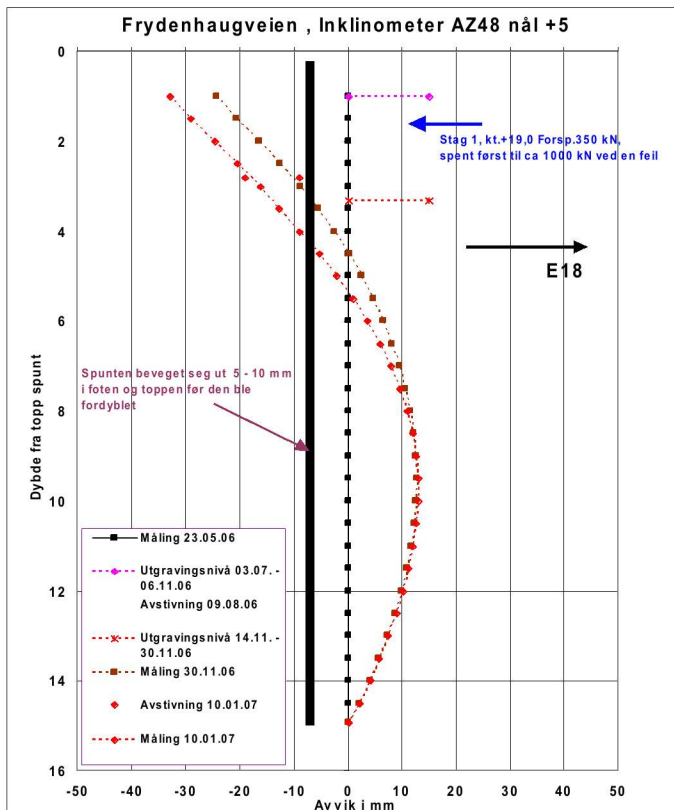
Prosessen omfatter alle arbeider og leveranser for innmåling av topp spunt i 5 punkter samt innmåling av topp inklinometer, 2 stk, det vil si samlet 7 punkter med målenøyaktighet på $\pm 2\text{mm}$, for hver etappe som angitt på tegninger.

Ved første gangs innmåling skal punktene etableres, sikres og måles inn med x, y og z-verdier. For senere etapper skal punktene innmåles med x, y og status for spuntarbeidene samt måledato og måleresultater skal overleveres byggherren senest dagen etter. Format for måledata skal avklares med byggherren i forkant.



Figur 20. Over vises måleresultater fra innmåling av topp spunt før og etter oppspenning for stegrad 2.

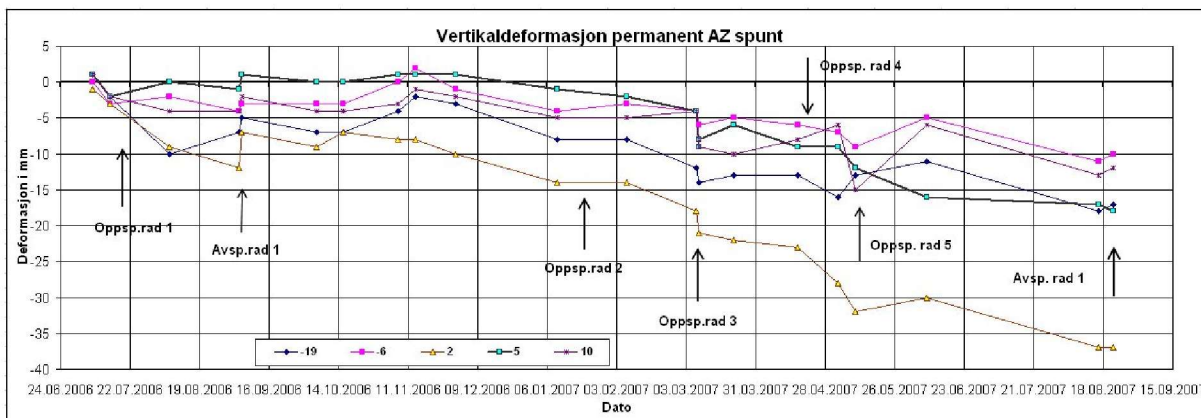
Byggherren skal måle inklinometer på spuntene før og etter hver fase. Resultatene fra inklinometermålingene vurderes generelt i forhold til beregningsresultatene og skal sammenstilles med måleresultatene fra innmåling av topp spunt.



Figur 21. Resultat fra måling av inklinometer før og etter oppspenning til stagrad 2.

Innmåling av topp spunt gir også måleresultater som gir informasjon om vertikal bæreevne for den permanente situasjonen. Den vertikale deformasjonen bør stoppe opp etter at siste stag er spent opp.

Måleresultatene under viser at det er noen problemer i forbindelse med vertikal bæring i midten av dyprenna på nål 2. Dette har vi vært klar over, og spuntforblendingen er utført slik at den bærer på fjell på begge sider av dyprenna og på 2 stålkjernepeler i midten av renna.

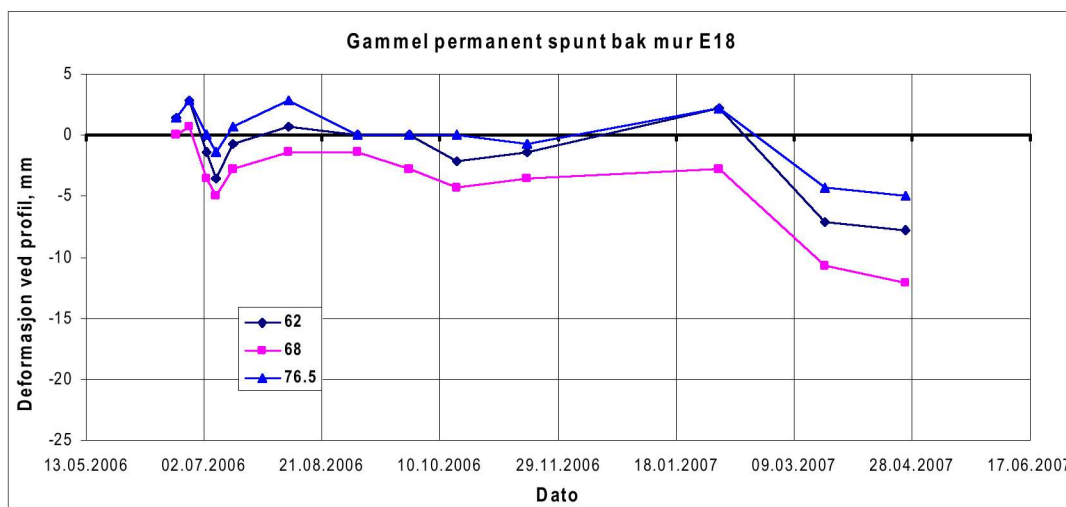
**Figur 22.** Resultat fra måling av vertikal synkning av spuntene fra måling av topp spunt.

For å kontrollere at vi ikke fikk noen uventet oppførsel av spuntene ned mot eksisterende E18, ble det også her satt krav til oppfølging av deformasjoner som kunne medføre fare for trafikantene rett under spuntene.

Post 83.6114 Deformasjonskontroll av eks. spunt mot E18

Prosessen omfatter alle arbeider og leveranser for innmåling av topp spunt/betongkappe med målenøyaktighet på ± 2 mm i 3 punkter for 3 oppfyllesetapper som angitt på tegninger.

Ved første gangs innmåling skal punktene etableres, sikres og måles inn med x, y og z-verdier. For senere oppfyllesetapper skal punktene innmåles med x, y og status for arbeidene samt måledato og måleresultater skal overleveres byggherren senest dagen etter. Format for måledata skal avklares med byggherren i forkant.

**Figur 23.** Horisontale deformasjoner fra innmåling av topp mur på eks. spunt gjennom hele anleggsperioden. I de siste fasene blir toppen presset inn mot løsmassene pga avlastning.

Målingene viste svært små deformasjoner selv ved stor avgraving bak veggen, kun om lag 1 cm.

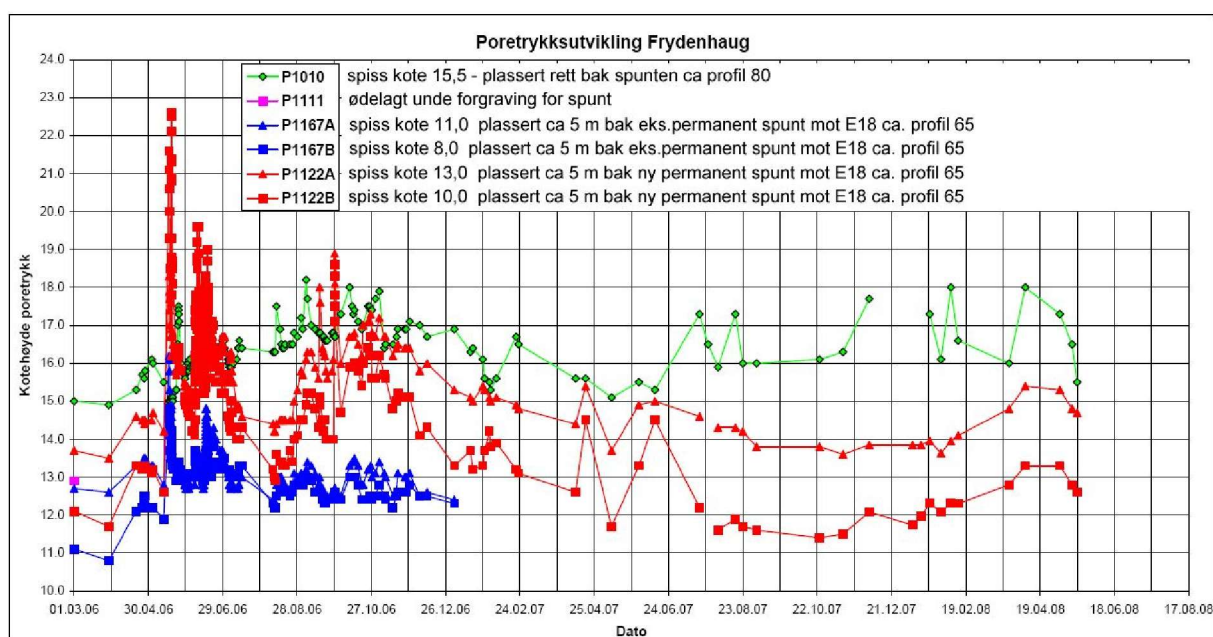


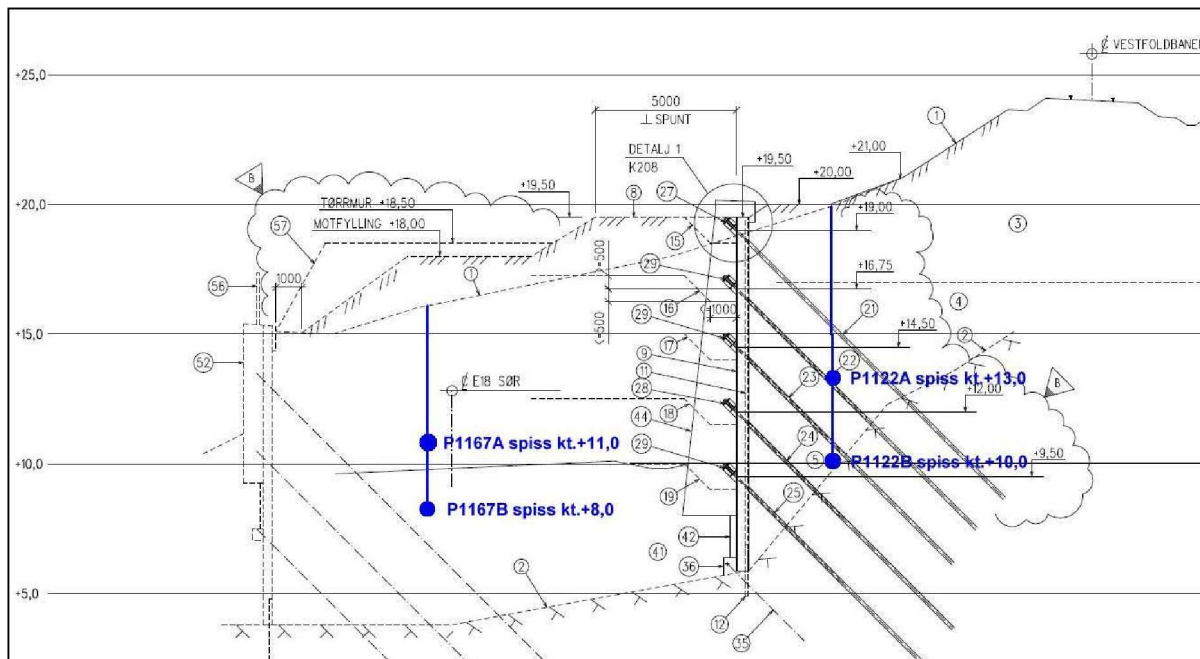
Figur 24. Avgraving bak eksisterende spunt mot E18. Vi ser frigraving av stagene i bløt leire.

Poretrykksmåling i grunnen ble også kontrollert for å sikre stabilitetsforholdene spesielt i den tidlige fasen av anlegget med oppbygging av motfylling mellom jernbanen og E18. Målingene ble også brukt til å kontrollere setninger i bakkant av spunten i dyprenna.

Poretrykket bak spunten i dyprenna har steget 0,5 m – 1,5 m og mest i toppen etter at spunten med forblending er ferdig. Dette skyldes at vi fremdeles har en del drenering mot fjell, mens vi har innført en tett spunt i stedet for mer åpne fyllmasser i toppen av terrenget.

Endringen vil motvirke setninger på bygg og jernbane rett bak spunten. Poretrykksøkningen er allikevel godt innenfor prosjekteringsforutsetningene.

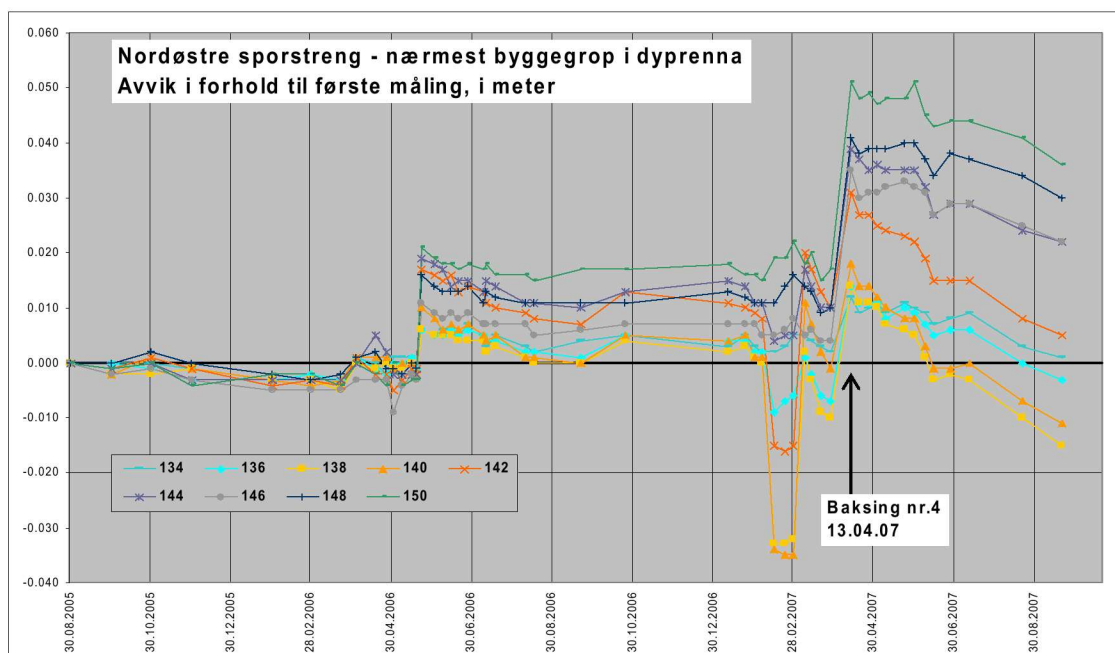


Figur 25. Figuren over viser poretrykksutviklingen fra før anlegget startet og frem til mai 2008.**Figur 26.** Figuren over viser plassering av poretrykksmålere i snitt i profil 65.

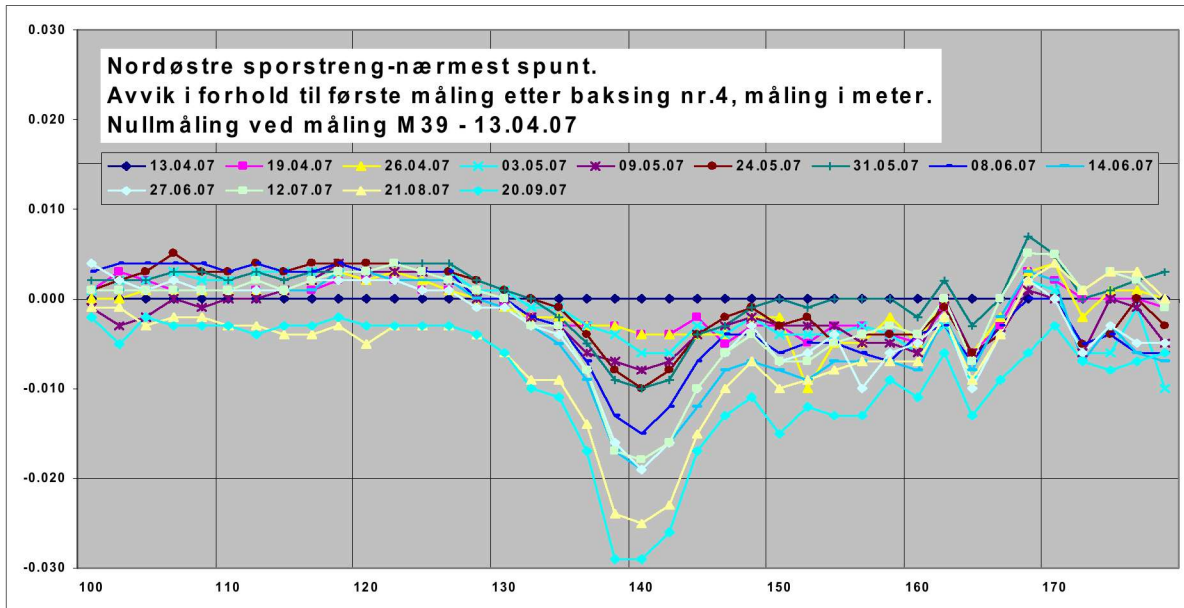
Det ble utført setningskontroll av skinnegangen før, under og etter utgraving foran spunt. Disse målingene ble utført av byggherren.

Det ble pakket opp (baksing) under skinnegangen flere ganger i løpet av anleggsperioden. Disse justeringene av skinnegangen kom som en følge av måleresultater fra prosjektet samt kontakt mellom byggeledelsen og jernbaneverket og deres kontrollører.

Målingene viste at jernbanen fikk deformasjoner over dyprenna. Siden det ikke var installasjoner, sporvekslere eller andre spesielle tekniske anlegg som var fundamentert i dyprenneområdet fikk ikke dette noen konsekvenser ut over behovet for å pakke om sporet.



Figur 27. Deformasjonsutviklingen over tid med en graf for hvert punkt. Punkt 140 ligger om lag midt i dyprenna. Her er deformasjonene på skinnegangen størst.



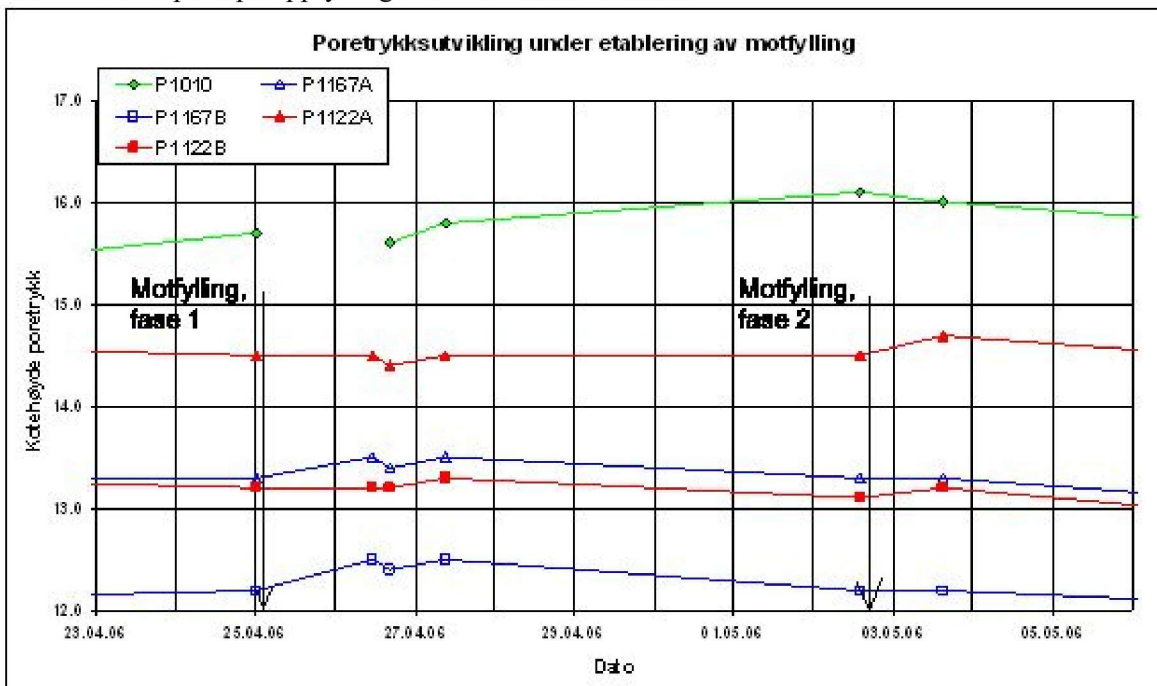
Figur 28. Deformasjonsutviklingen for nærmeste skinnegang langs sporet. Dyprenna ligger med senter om lag i punkt 140.

Målesystemet fungerte godt. Vi fikk den kontrollen vi hadde behov for under utførelsen både på nærliggende konstruksjoner, stabiliteten av området og utførelsen av den nye spuntveggen. .

I tillegg oppdaget vi et par uventede situasjoner som vi ikke hadde forutsett. Den ene gjaldt poretrykksøkning under spuntramming. Den andre gjaldt feil oppspenning av stagrad 1.

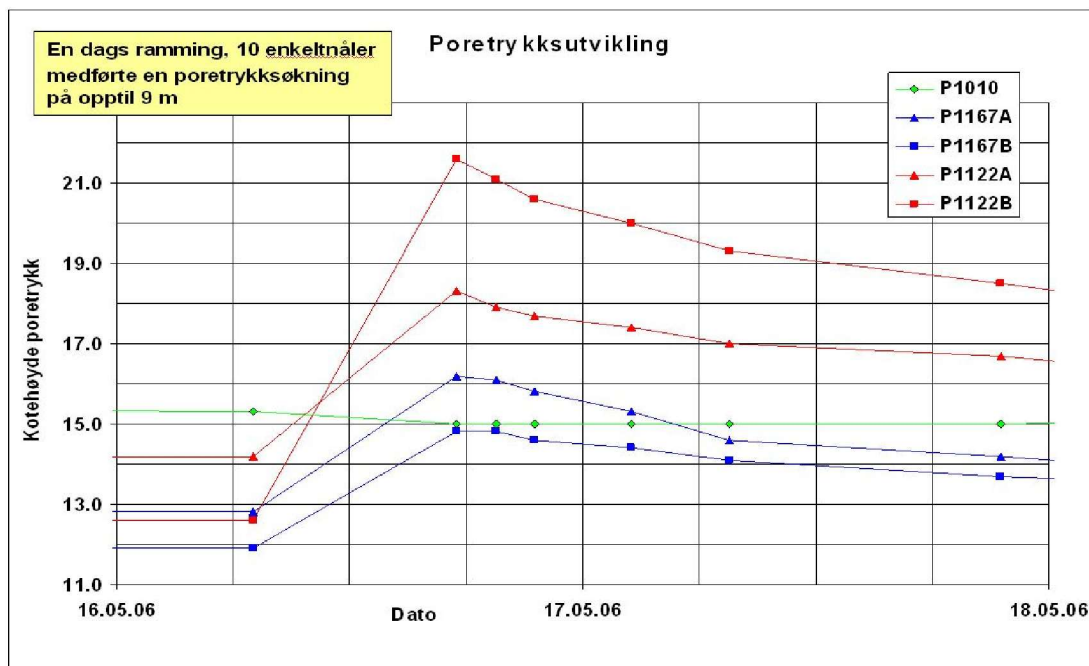
4.4 Stabilitetsproblem på grunn av poreovertrykk

Oppfølging av poretrykket under opparbeidelse av motfyllingene gikk helt uproblematisk. Det var om noe mindre respons på oppfyllingen enn vi hadde forutsatt.

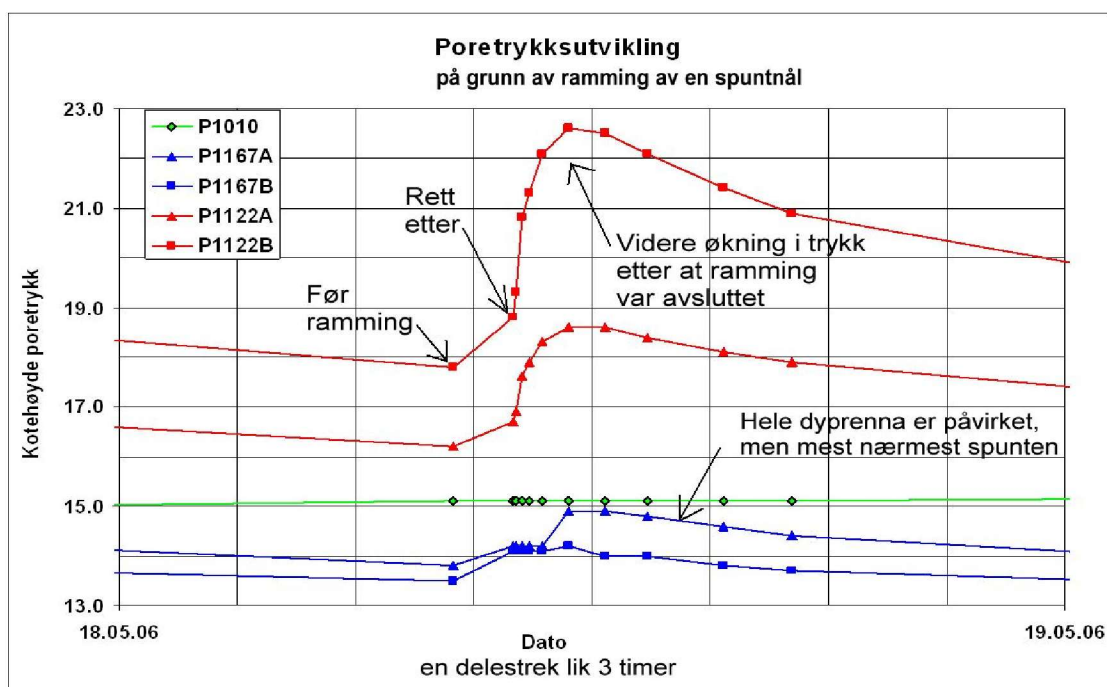


Figur 29. Poretrykksrespons ved oppfylling av motfylling i to faser.

Etter at motfyllingene og anleggsvegene var ferdig etablert og det var utført forgraving i spuntlinjen, ble spuntrammingen startet opp. Det ble rammet ned 10 enkeltnåler den første dagen. Ramming av spunt er generelt ikke ansett for å gi poretrykksoppbygging siden det er tilnærmet ingen massefortrengning fra godstykkelse. Av ren nysgjerrighet ble det allikevel målt poretrykk på ettermiddagen rett etter at nål 10 var rammet for å se om rammingen hadde noen innvirkning i det hele tatt på poretrykket. Målingen viste at poretrykket hadde steget om lag 9 m og spuntrammingen ble stoppet umiddelbart.

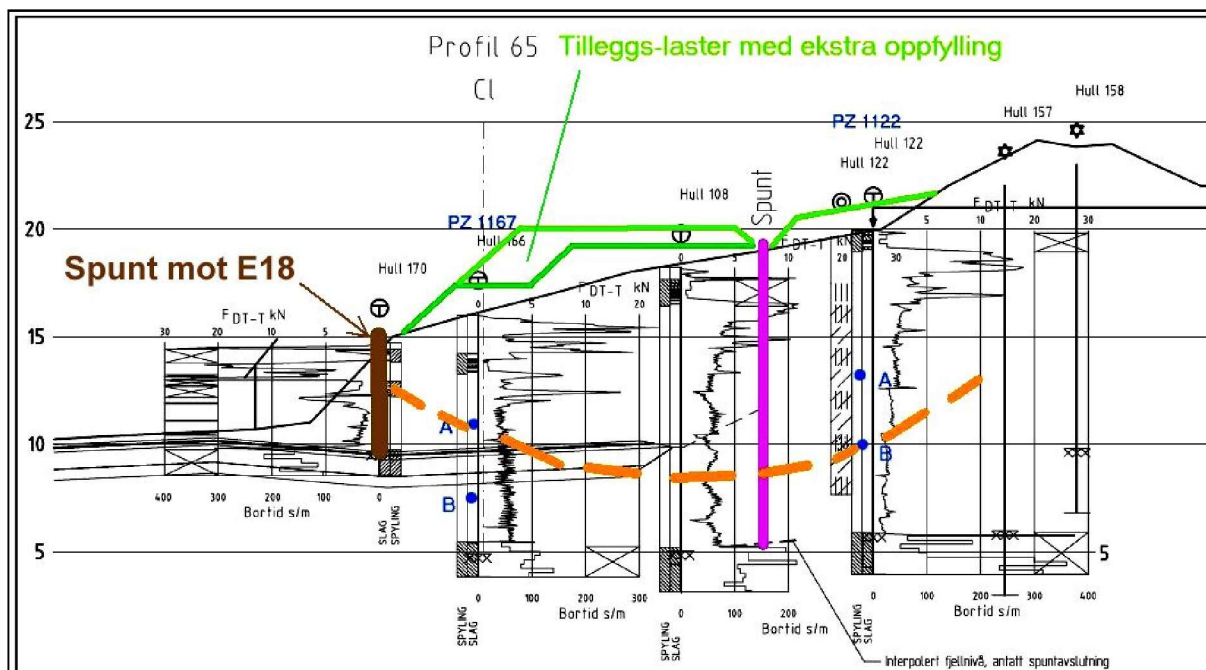
**Figur 30.** Poretrykksrespons etter en dags ramming.

Trykket sank etter hvert, men det kom ikke ned i samme nivå som før rammingen startet opp. Hele dyprenna var påvirket helt ned til E18 selv om poretrykket her ikke steg mer enn nær 4 m. Det ble bestemt å forsøke å ramme en nål etter to dager for å sjekke ut poretrykksoppbyggingen mer nøyaktig.



Figur 31. Poretrykksrespons under ramming av en spuntnål.

Etter dette forsøket ble videre ramming stoppet og det ble utført nye stabilitetsvurderinger. Det ble besluttet å øke motfyllingen og gå videre med kontrollert ramming med intensivert kontroll av poretrykket for hver nål. Det ble satt et tak på poreovertrykk for å kunne gå videre med ramming.

**Figur 32.** Figuren viser stabilitetsvurderingene ved poreovertrykk under spuntramming.

Vi forsøkte også å se på rammemetoder og hvilken innvirkning de kunne ha. Vi ønsket å sjekke forskjell i poretrykksoppbygging ved bruk av fall-lodd kontra vibrolodd. En rigg med fall-lodd ble satt opp og rammet noen få nåler. I tillegg ble fallodd benyttet for å få bedre fjellkriterium i dyprenna for enkelte nåler etter at fotbolter var boret og montert som føring.

Poreovertrykket ble om lag like stort ved bruk av fall-lodd, men det var en tendens til at poreovertrykket sank fortere etter at rammingen var avsluttet.

4.5 Måling av korrosjon på gammel spunt

Siden vi rev den gamle spunten hadde vi mulighet til å måle tykkelse på denne spunten etter at den har stått i bakken i 30 år. Vi foretok målinger, men spuntprofilen var ukjent så vi visste ikke opprinnelig godstykkelse på spunten. Vi fikk derfor dessverre ikke erfaring med hvor mye som har korrodert bort i løpet av 30 år. Visuell vurdering indikerer at det ikke hadde vært mye korrosjon av spunten.

5 Etablering av stag

5.1 Etablering av stag

Etablering av stag består av følgende arbeidsoppgaver:

- > utgraving/grøfting for stageraden
- > montering av puter og ståldetaljer for staget
- > boring av foringsrør gjennom løsmasser og inn i fjell
- > boring, rengjøring og vanntapsmåling av borhull i fjell
- > evt. injisering og gjenoppboring av fjellhull med ny vanntapsmåling
- > montering og faststøping av fjellforankring

> oppspenning og injisering av fri stanglengde

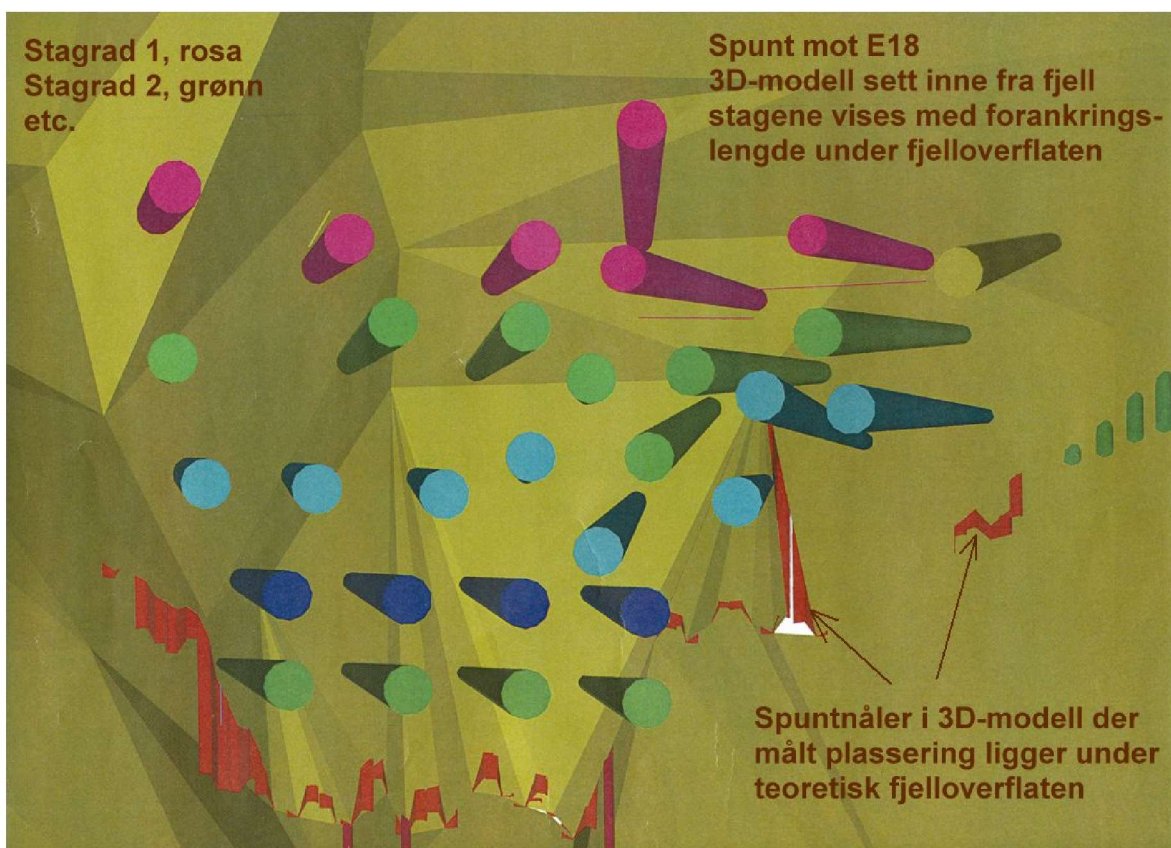
Under følger noen utdrag av spesielle forhold i beskrivelsen for dette prosjektet.

83.7522 Boring med foringsrør i løsmasser.

I hjørneområder for spunten skal stagplasseringene kontrolleres mot kollisjon med stag fra tilstøtende spuntvegg, som allerede er satt. Her kan det bli endringer i horisontal- og vertikalvinkel for stagene på grunn av kryssende stag. Det skal leveres detaljerte planer for stagene i hvert nivå. Planene skal godkjennes av byggeherren før boring igangsettes

Dette var dermed beskrevet at det var entreprenørens ansvar å sørge for at man ikke fikk stagkollisjon i hjørneområder for spunten. Dette var ikke entreprenøren villig til å ta på seg. De mente det var en oppgave for byggherren å planlegge.

Enden på visa var at byggherren tok det på seg. Byggherren planla i forkant plassering av pute og stag for hvert stagnivå ut fra et toleransekrav. Kravet var som følger. For hvert stag legges det inn et konusformet legeme i en 3-D modell der også spuntveggen og fjelloverflaten var lagt inn. Konusens toppareal var bestemt av toleransen i ansett +/- 100 mm i tillegg til størrelsen på selve foringsrøret for eksempel 139,5 mm. Selve borstrengen skal bores med en bortoleranse på 1:50 noe som medfører at vidden på staget øker med lengden. Dette legges også inn i stagmodellen. Modellen med stag, spunt og fjell vises under.

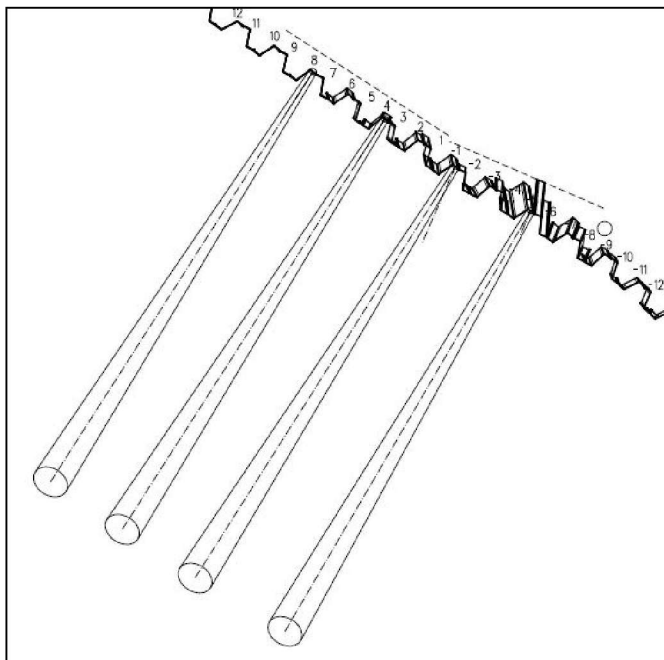


Figur 33. 3D-modell for kollisjonskontroll av stag og spunt.

I tillegg ble det for hvert nivå laget en plan og en angivelse av plassering på spunten samt horisontal- og vertikalvinkel for stag og puter.

AZ-spunt Frydenhaug		revidert i mail	15.03.2007		
Stagrad 4					
Stagnr	spuntnål	rygg/buk	vert vinkel stag	vert.vinkel pute	hor.vinkel pute
P 4-1	-5	Rygg	47,5	47,5	+2,9
P 4-2	-1	Rygg	49,0	47,5	+6,9
P 4-3	+4	Rygg	47,5	47,5	0,0
P 4-4	+8	Rygg	47,5	47,5	0,0

Figur 34. Tabell over vinkler for stag i stegrad 4.



Figur 35. Plassering av stag for stegrad 4 etter nummererte spuntnåler.

Entreprenøren slet med å finne et system for å justere stagene slik at riktig horisontal og vertikalvinkel ble oppnådd. Dette ble heller ikke tatt seriøst nok, noe som medførte stagkollisjon i andre stegrad. Heldigvis kunne vi bekrefte at dette ikke gjaldt stag som sto med spenning på fra første stegrad. Etter dette var entreprenøren svært påpasselig med å følge metoden for å sikre retning av staget.

Staget ble boret inn om lag 2 m. Deretter ble det lagt en mal inn i foringsrøret slik at retningen kunne måles inn i 2 punkter, ett i toppen og ett i bunnen av foringsrøret. Retningen ble kontrollert på stedet av landmåler og justert inntil retningen var korrekt.

Når stagene var ferdig boret ble foringsrørets endelige posisjon målt inn på ny og staget med innmålt pute ble lagt inn i 3D-modellen for å kontrollere behov for å korrigere neste stegrad som skulle bores.

Stag som hadde en vinkelendring horisontal i forhold til retningen for pute ble montert med en skrå underlags-skive under staghode for å sikre mot glidning langs pute og mot knekning av stagene mot foringsrøret.



Figur 36. Staghode med påsveiset vinkelplate i underkant som tar opp skrålast fra staget med avvikende horisontalvinkel i forhold til pute.

Under følger del av beskrivelse for vanntapsmåling for stag.

83.7532 Boring, rengjøring og vanntapsmåling av borhull (i fjell).

Under boring skal entreprenør registrere borsynk, matekraft, dybder v/borkrangel/slepper og tap av spylevann. Data skal registreres i borprotokollen.

Alle permanente stag skal vanntapsmåles.

Byggherre avgjør behov for vanntapsmåling av temporære stag ut fra borprotokoll og øvrige data.

Det var ikke mulig å få entreprenøren til å registrere borsynk og matekraft generelt. Slepper og tap av spylevann ble registrert etter hvert. Det var svært kompliserte fjellforhold, så det ville ha vært til god hjelp med all den informasjonen som det var mulig å få fra boringen. Dette er imidlertid et tilbakevendende problem når det gjelder stagboring. Vi må sannsynligvis få borutstyr med automatisk registrering for å få igjennom dette kravet.

Entreprenøren valgte å vanntapsmåle alle stag, også temporære stag, for å spare tid.

83.753 Injisering av oppsprukket fjell i borhull, gjenoppboring

Dersom det kommer gysemasse eller vann ut av nabohull under injeksjonsarbeidet, skal også disse hullene injiseres, og byggherren skal informeres fortløpende.

Flere gangers oppboring og injeksjon av samme hull kan bli nødvendig

Vi hadde store problemer med injeksjon av hull da det var svært kompliserte fjellforhold i området.

Vi hadde kommunikasjon mellom flere hull i alle de 4 øverste stagradene for den permanente spuntten. Det var ingenting i beskrivelsen som påla entreprenøren å ha flere enn 1 pakker for bruk under injeksjon av hullene. I en rad måtte vi bruke 5 pakkere og injisere alle hullene samtidig/vekselvis inntil vi fikk et stående trykk i alle hullene på 5 bar. Dette krevde entreprenøren tillegg for. Det ble også ventetid på å få tilsendt pakkere da de måtte bestilles fra leverandør.

For 3 stagrad hadde vi helt spesielle problemer. Til å begynne med virket situasjonen om lag som for raden over. Det var noe vanntap, slik at det ble utført injeksjon. Det var ikke så mange stag med kommunikasjon som i raden over, så det virket bedre.

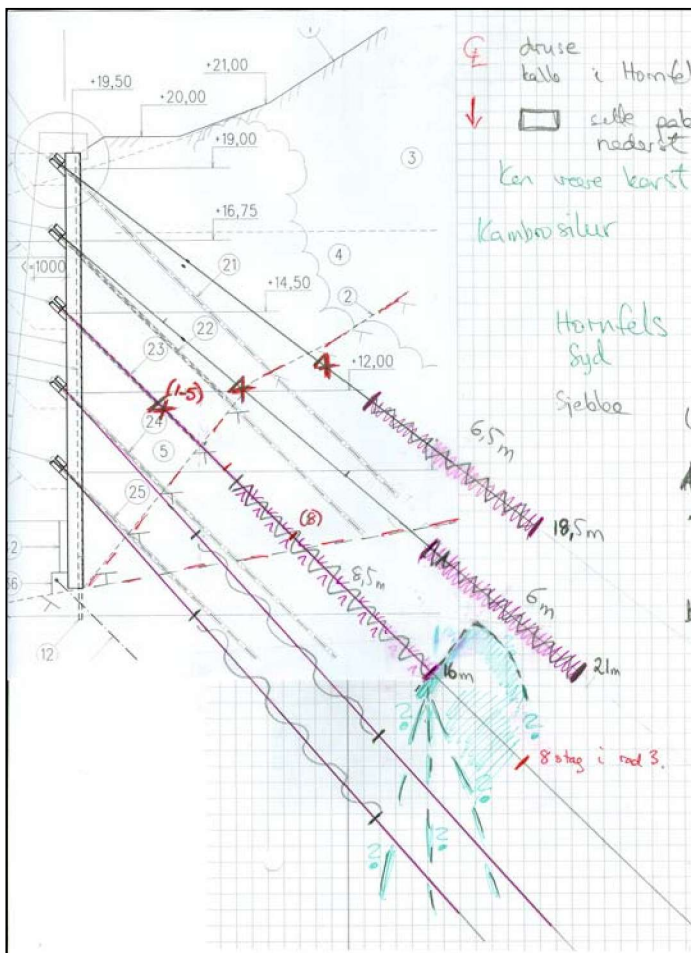
Problemet kom ved oppboring etter injeksjon. For ett stag var det ikke noe mørtel i hullet i det hele tatt. For nabohullet var det lite mørtel. Etter gjenoppboring ble det utført nye vanntapsmålinger. Vi

fikk da vesentlig større vanntap for 2 av stagene enn vi hadde før injeksjon. Vi klødde oss i hodet og injiserte en gang til. Vi oppfylte krav til stående overtrykk på mørtelen som foreskrevet og avsluttet injeksjonen. Det gikk noe mer mørtel enn ved forrige runde.

Ved gjenoppboring var fremdeles ett av hullene tomt for mørtel. De øvrige hullene ble gjenoppboret og vanntapsmålt, og var i orden. Det var heller ikke stort vanntap i ”mysterie”-hullet. Vi bestemte oss for å kjøre et videokamera igjennom hullet for å se om vi kunne oppdage noe, og det gjorde vi. Helt i bunnen av hullet, antagelig slik at boret ikke hadde gått fullstendig igjennom ved første boring, fant vi en liten grotte/druse-rom.

Det ble besluttet å støpe igjen ”grotten” med undervannsbetong (AUV-betong) siden grotten var halvfull med vann. Bergrommet, fjellhullet og nedre del av foringsrøret ble støpt opp ved å tre en pumpe slang ned i grotten. Deretter pumpet vi betong inn i slangen helt til det kom betong opp av foringsrøret. Da dro vi slangen nesten helt opp av foringsrøret, ventet en stund og så på synkningen før det ble etterfylt med betong. Det gikk med om lag $1,5 \text{ m}^3$ undervannsbetong med fint tilslag. Hullet ble gjenoppboret og var nå tett.

Det ble gjort en vurdering av fjellets kapasitet dersom fjellet var sterkt oppsprukket, men det ble ansett for å være tilfredsstillende.



Figur 37. Skisse med vurderinger av forholdene for stagene over og under problemområdet i tredje stegrad.

Oppspenning av stag innebærer måling av deformasjoner samt å dokumentere at staget oppfører seg som forutsatt innenfor visse toleranser. Utdrag av spesiell tekst for prosessen vises under.

83.756 Oppspenning og injisering av fri stanglengde

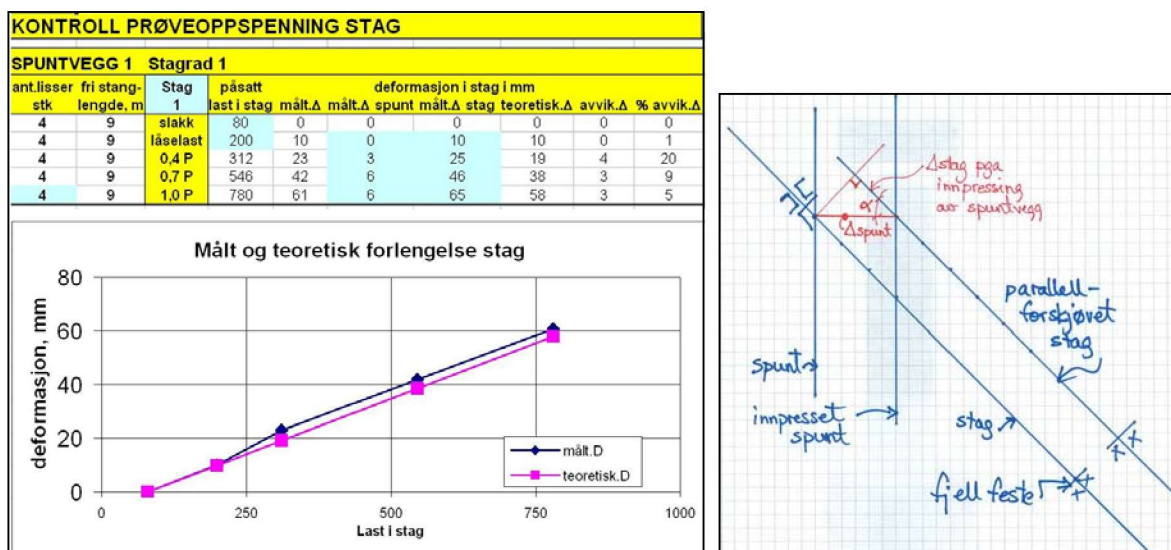
Oppspenningen skal foregå trinnvis, og både den absolutte og relative deformasjon i kabelstaget skal avleses for hvert lasttrinn. Dette utføres ved at den relative deformasjonen mellom underlaget for jekken og spenntau registreres samtidig som deformasjonene av spenntau registreres fra en fast standplass.

Staget låses på forspenningslasten umiddelbart etter prøveoppspenning. Stagene låses på en last tilsvarende 25-75% av dimensjonerende last for stagene. Låselast vil bli angitt på tegninger for arbeidene igangsettes.

Stagene godkjennes dersom bevegelsene har stabilisert seg i løpet av observasjonstiden, samt at den målte elastiske forlengelse samsvarer med den beregnede innenfor +/- 10%. Ved stag med lengde over 20 m skal maks avvik for elastisk forlengelse tilsvarende 2 m fri stanglengde.

En del oppspenningssystemer takler ikke å låse staget på en forspenningslast som er lavere enn 8 – 10 tonn pr. lisse uten at det må gjøres spesielle tiltak. Dette skal entreprenøren ofte ha ekstra tillegg for. For å sikre at man kan benytte en tilstrekkelig lav låselast, er denne beskrevet i spesiell tekst til å ligge mellom 25 – 75% av dimensjonerende last for staget.

Det er etter hvert blitt godtatt og sedvane at måling av deformasjoner skal utføres med kikkert plassert i en viss avstand fra spuntveggen for å registrere deformasjonen av staget i forhold til et fast punkt. Entreprenøren valgte å gjøre dette med en ekstern landmåler. Han benyttet reflekser for å måle deformasjonene. Dette ble bra, og den elastiske deformasjonen av fri stanglengde for staget kunne beregnes.

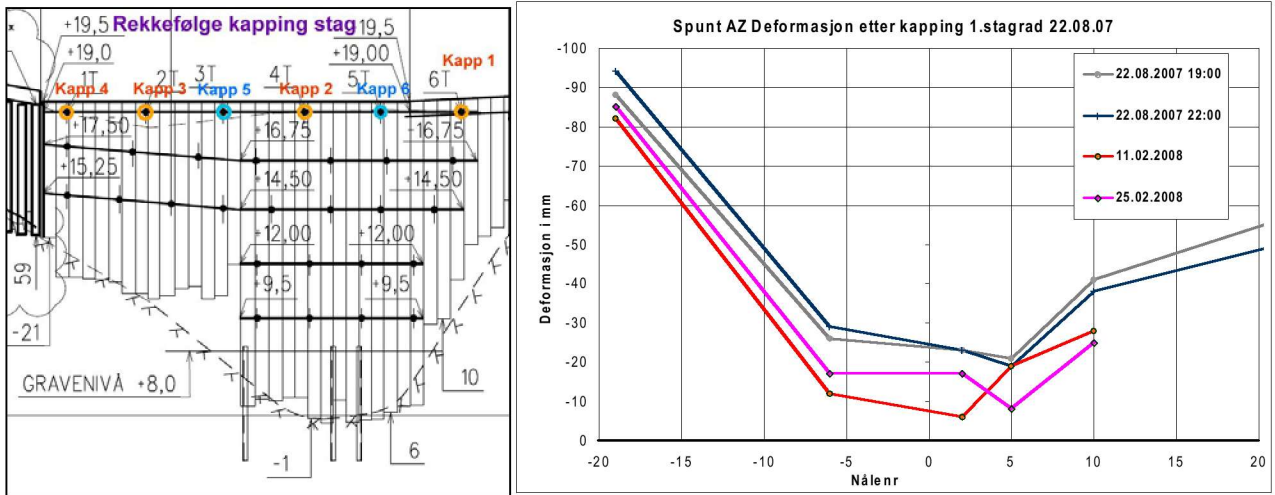


Figur 38. Skisse med vurdering av stagets integritet og fjellforankringens kapasitet. Videre vises prinsipp for målte deformasjoner fra fast punkt.

Dette staget har et avvik på 5% ved prøvelast og deformasjonene viser en jevn utvikling for de siste 3 lasttilstandene. Dette staget er derfor godkjent.

Entreprenøren kjente ikke til at de skulle kontrollere at staget oppfylte disse kravene. Vi hadde derfor en gjennomgang med dem. Etter denne gjennomgangen fikk vi til en viss grad avviksmeldinger der stagene ikke oppfylte kravene i beskrivelsen.

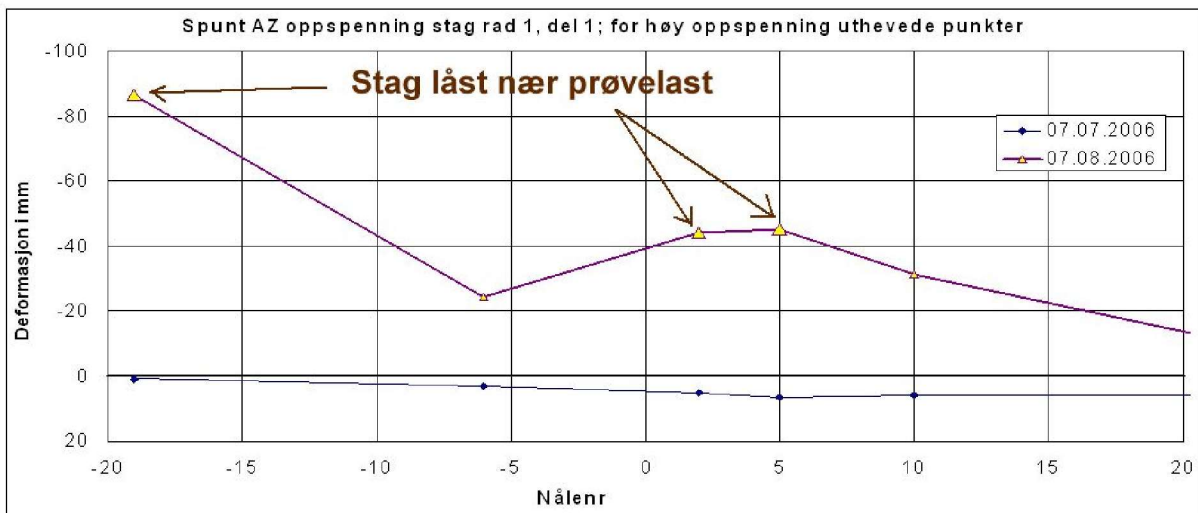
Vi kappet stag i stagrad 1 til slutt. Stagene hadde liten til ingen last, og kappingen foregikk uten dramatisk. Vi fikk en deformasjon utover i toppen av spunten en tid etter at stagene var kappet. Den var om lag som forventet eller noe mindre.



Figur 39. Skissen viser rekkefølge for kapping stag i første stagrad og målt deformasjon etter kappingen.

5.2 Stag låst nær prøvelasten

Under arbeidet med de første stagen fikk vi en del uvanlige resultater både fra deformasjonsmålinger på topp spunt, inklinometermålinger og fra last- og deformasjonsmålingene på spunten.



Figur 40. Resultater av målt horisontal deformasjon før og etter oppspenning av stagrad 1. Deformasjonen for 3 av stagen er vesentlig større enn for de øvrige. De er spent for høyt.

Ved å gå nærmere inn på utførelsen ved oppspenning, fant byggherren ut at 3 av stagen i første stagrad ved en feil var blitt låst på prøvelasten eller like under. Disse stagen ble avlastet for å sikre tilstrekkelig kapasitet for stagen ved utgraving for neste stagrad. Selv med avlasting fikk vi aldri reversert hele den uheldige deformasjonen i toppen av spunten.



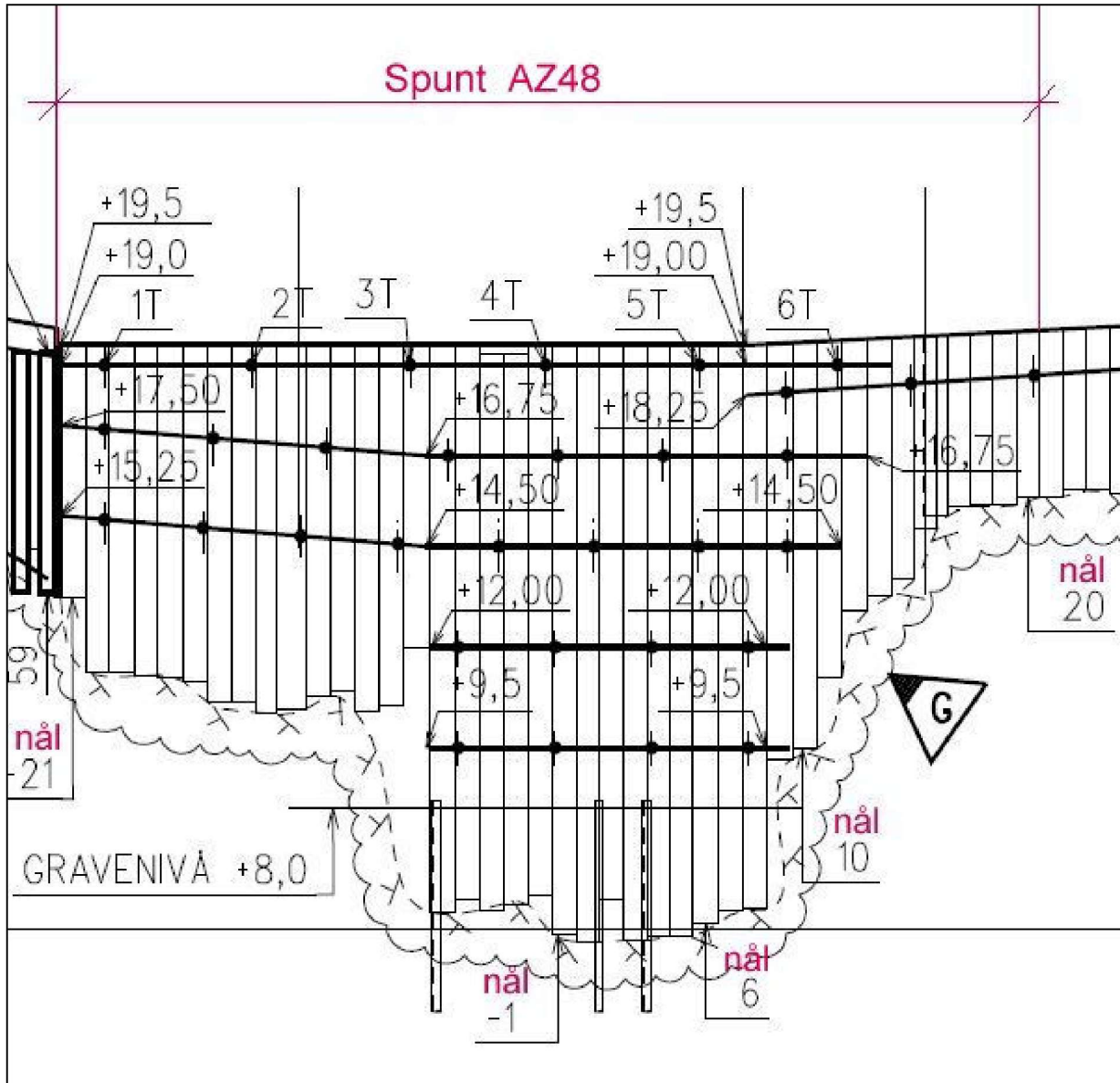
Figur 41. *Bilder fra avlasting av stagene. Kilene må pirkes løs for å få avlastet stagene helt før stagene ble spent opp igjen til riktig forspenningslast.*

6 Endringer i prosesskoden 1997 – 2007

Prosesskoden av 1997 er benyttet i prosjektet. I løpet av/rett etter byggeperioden har det kommet en ny prosesskode. I den nye prosesskoden er det kommet en god del endringer innenfor de arbeidsoppgaver vi har diskutert tidligere i rapporten. Mye av de problemene vi hadde er nå tatt vare på i den nye koden.

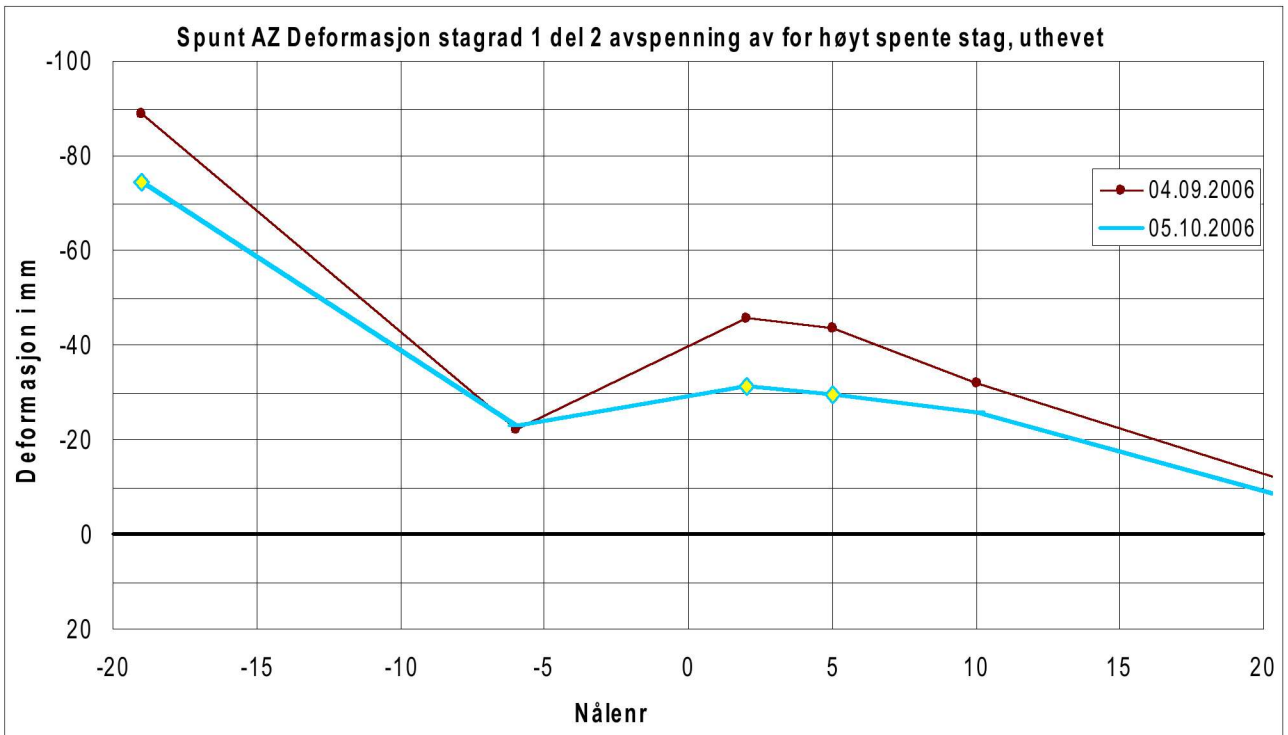
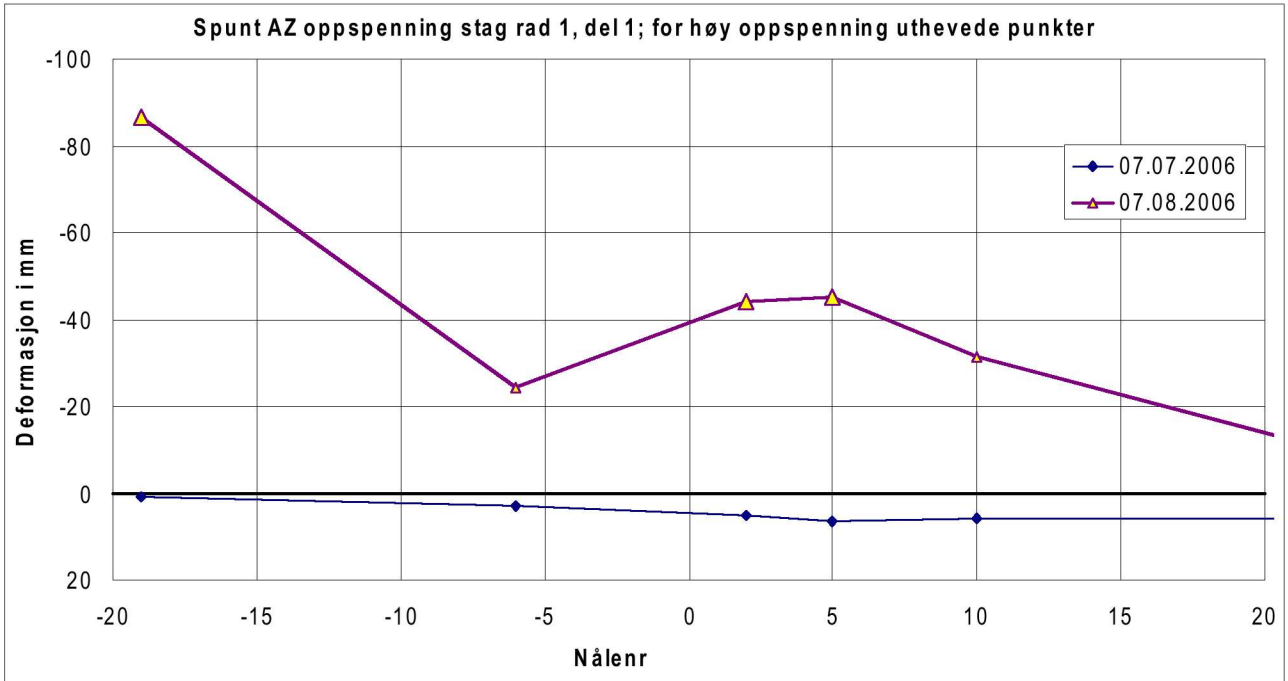
Dette gjelder for både stag- og spuntprosessene.

Oppriss av spuntområde der innmåling er foretatt på topp spuntmåler for spunt AZ48 over dypprenne:

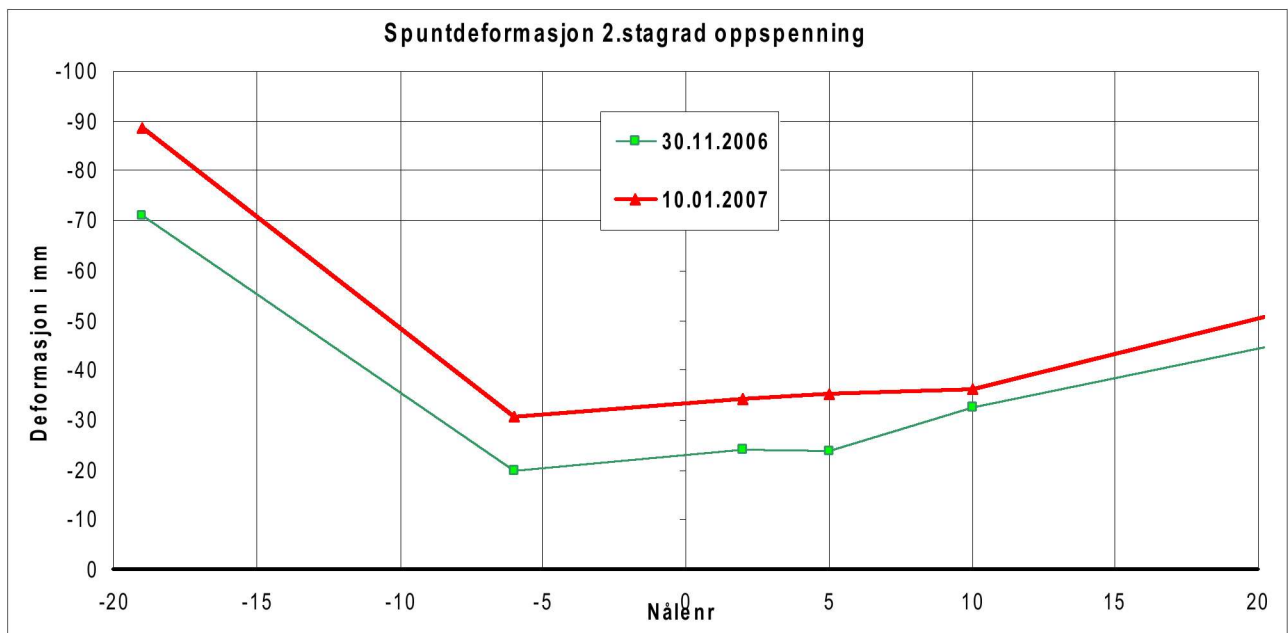
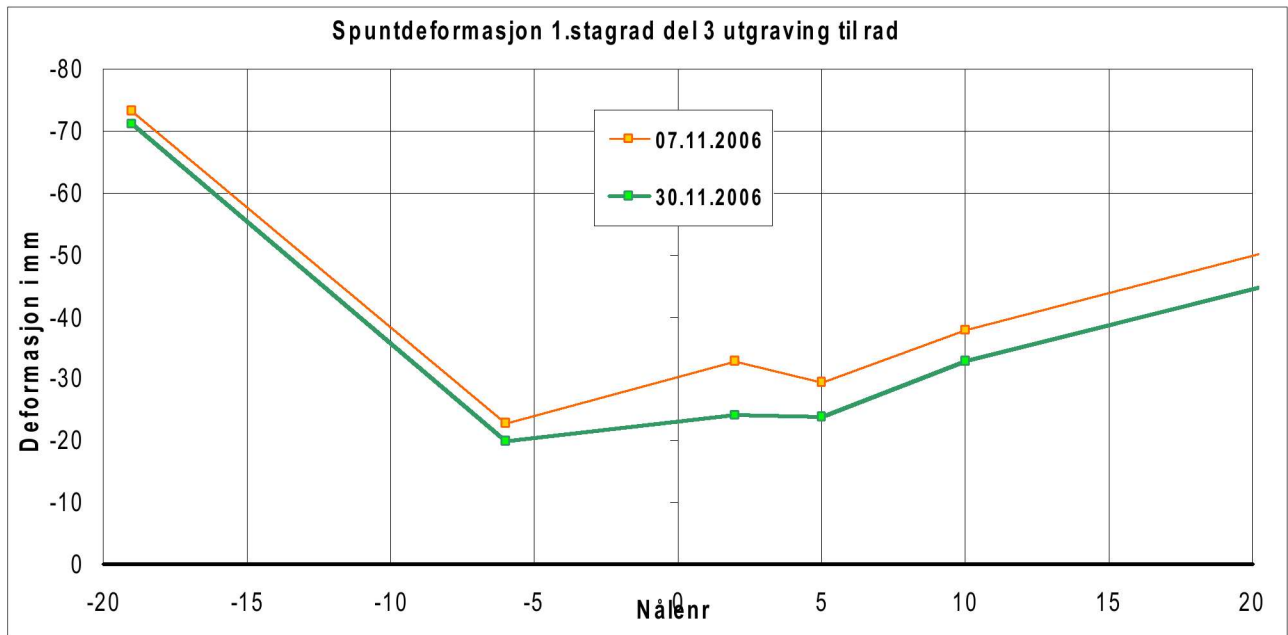


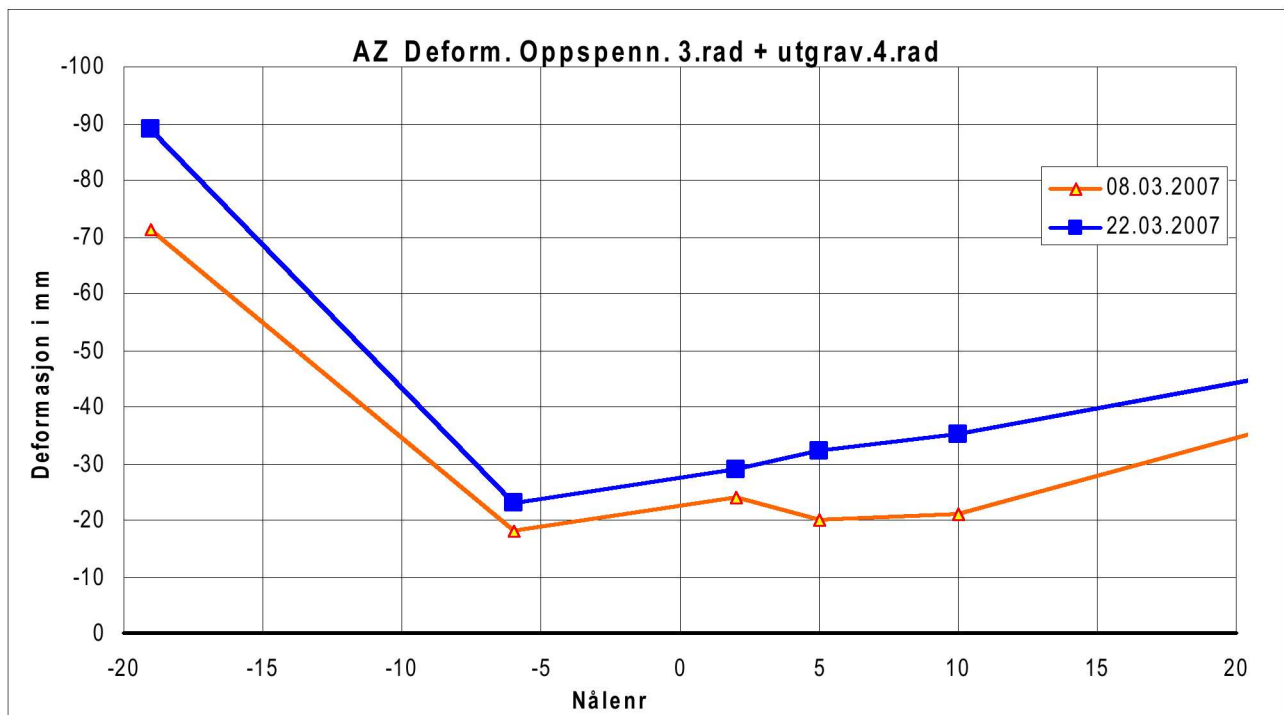
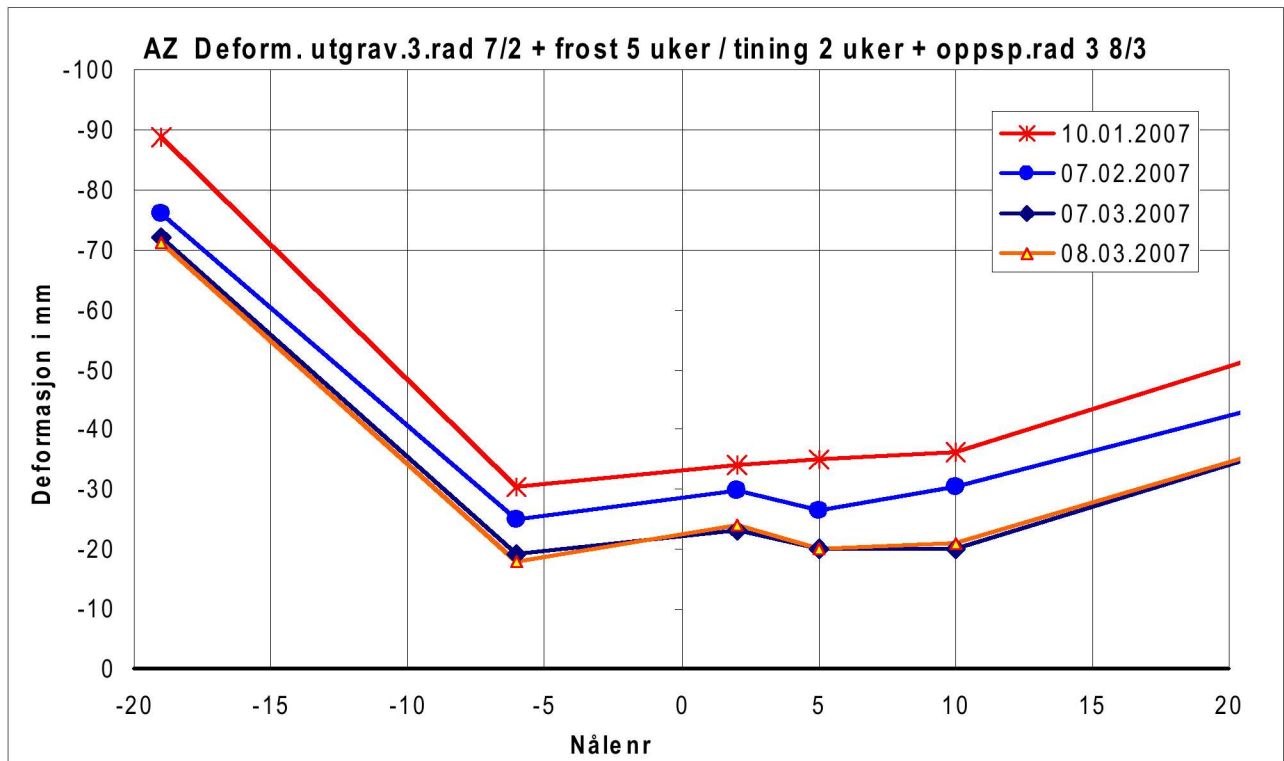
Under følger opptegning av forskjellige faser der topp spunt er opptegnet. Det er målt inn på 5 punkter på denne delen av spunten. I fortsettelsen av spunten er målt opp for den neste del av spunten som er en lettere spunt, Hoesch med $W_x = 1800 \text{ cm}^3/\text{m}$. Linjen får dermed en føring ut av den viste grafen mot høyre.

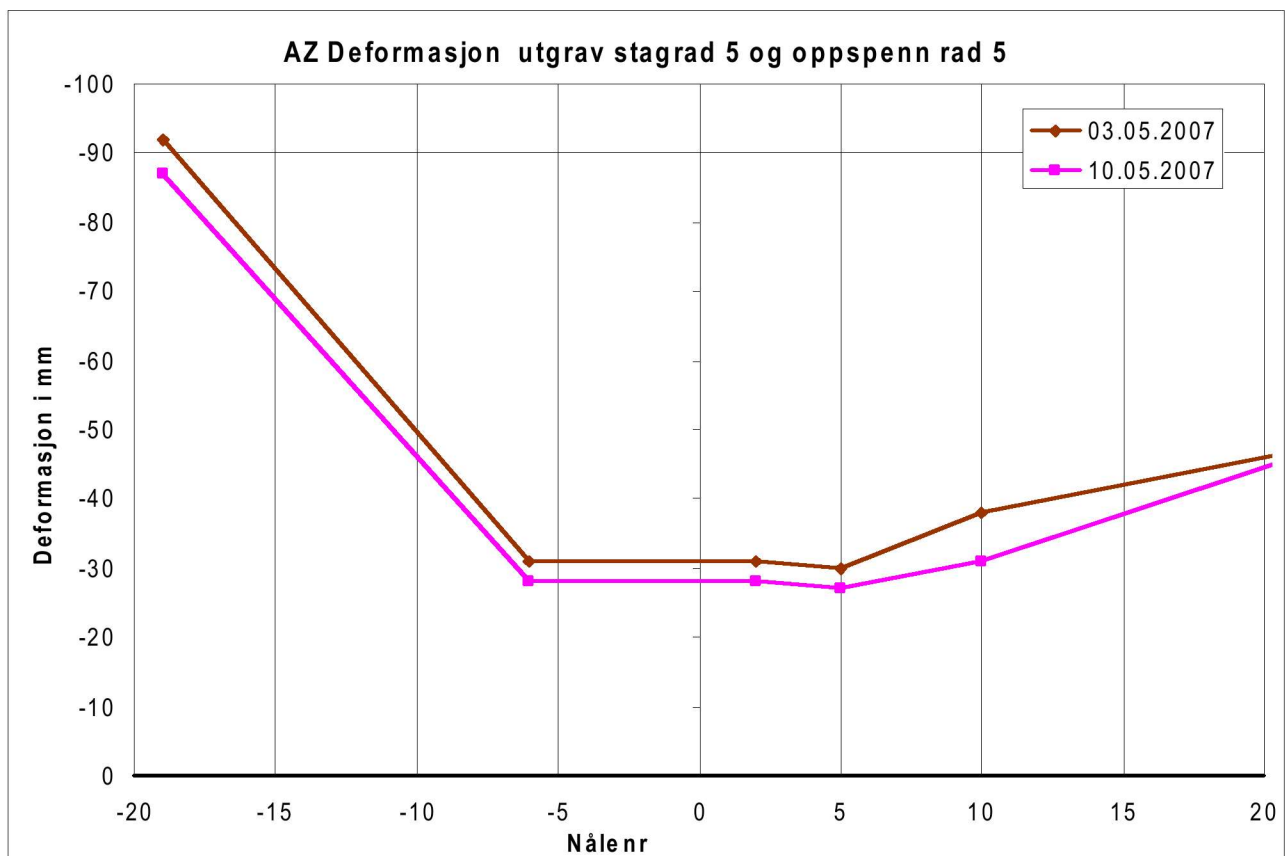
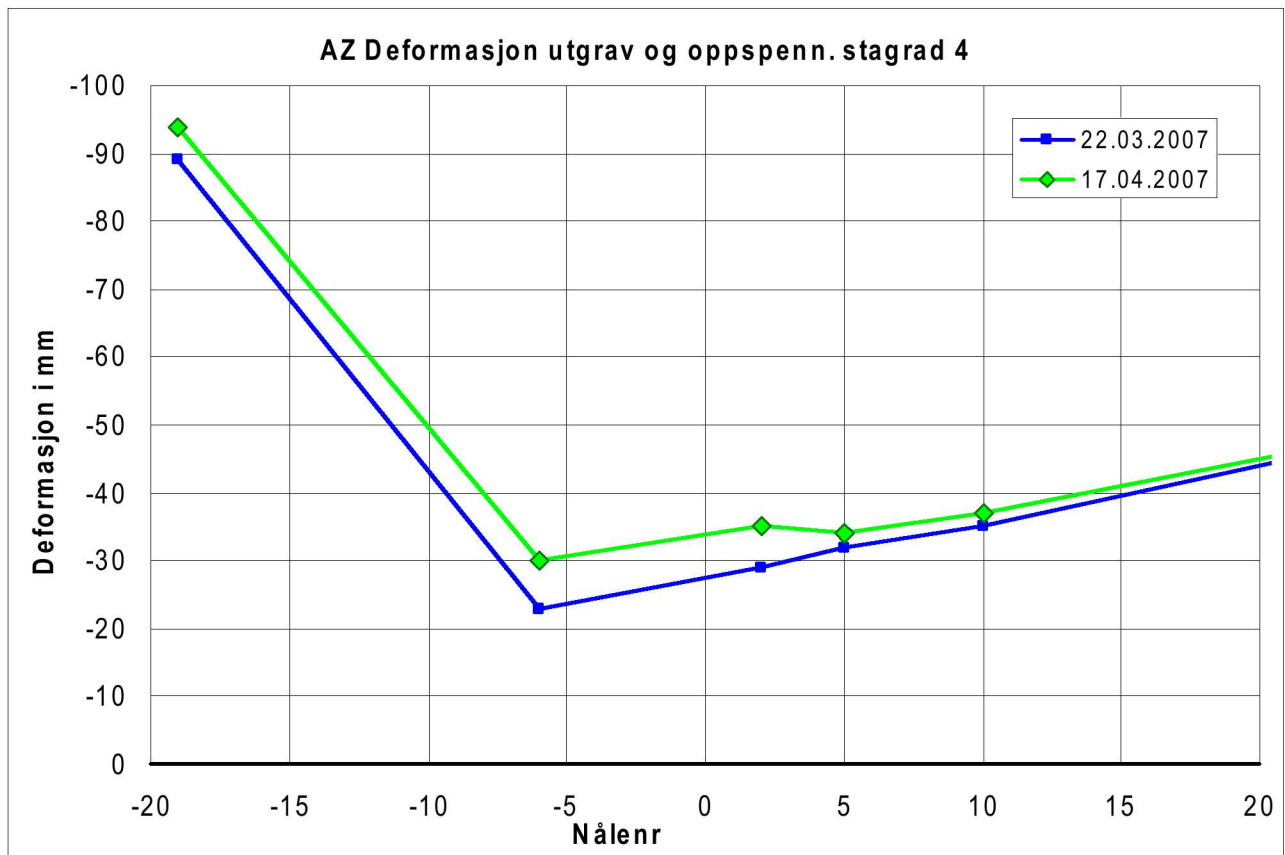
På nål nr. 5 er det montert et inklinometer. Målinger fra dette ligger i eget vedlegg.

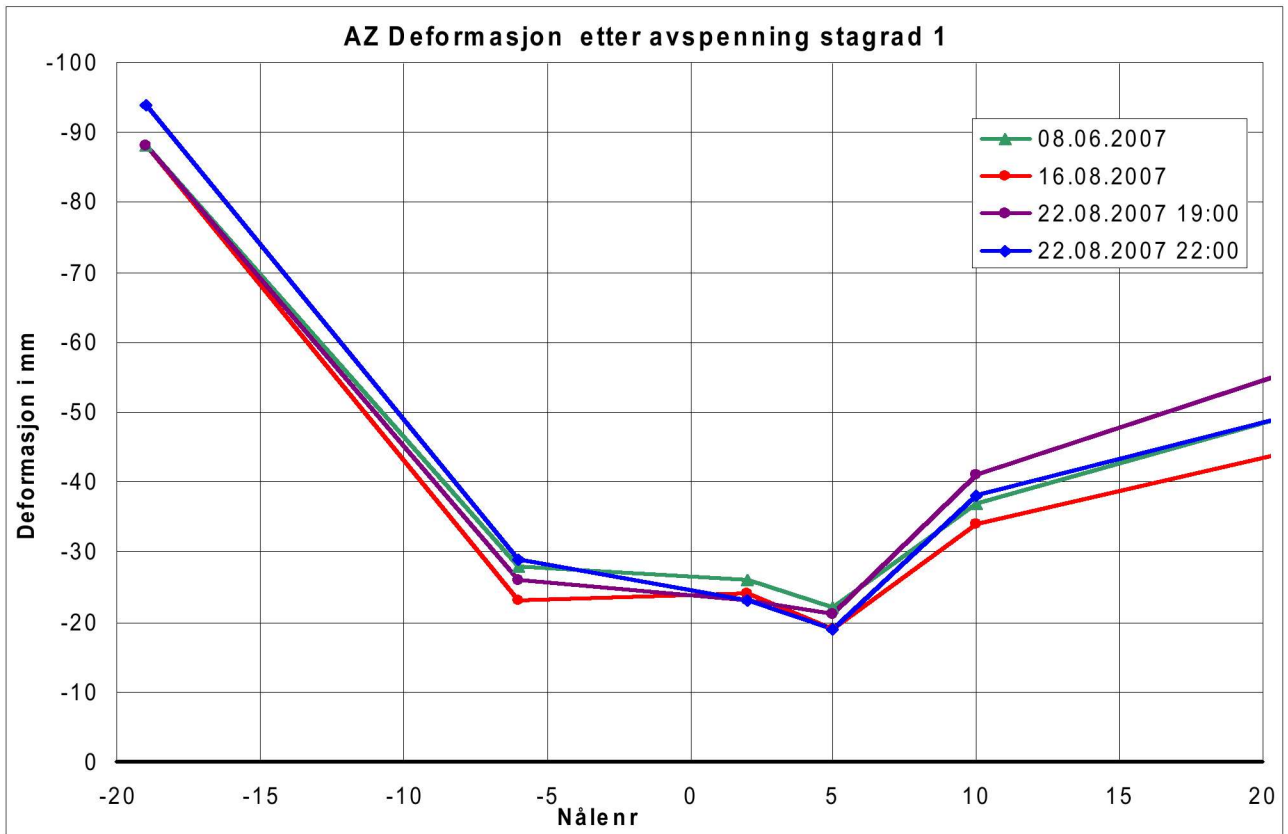
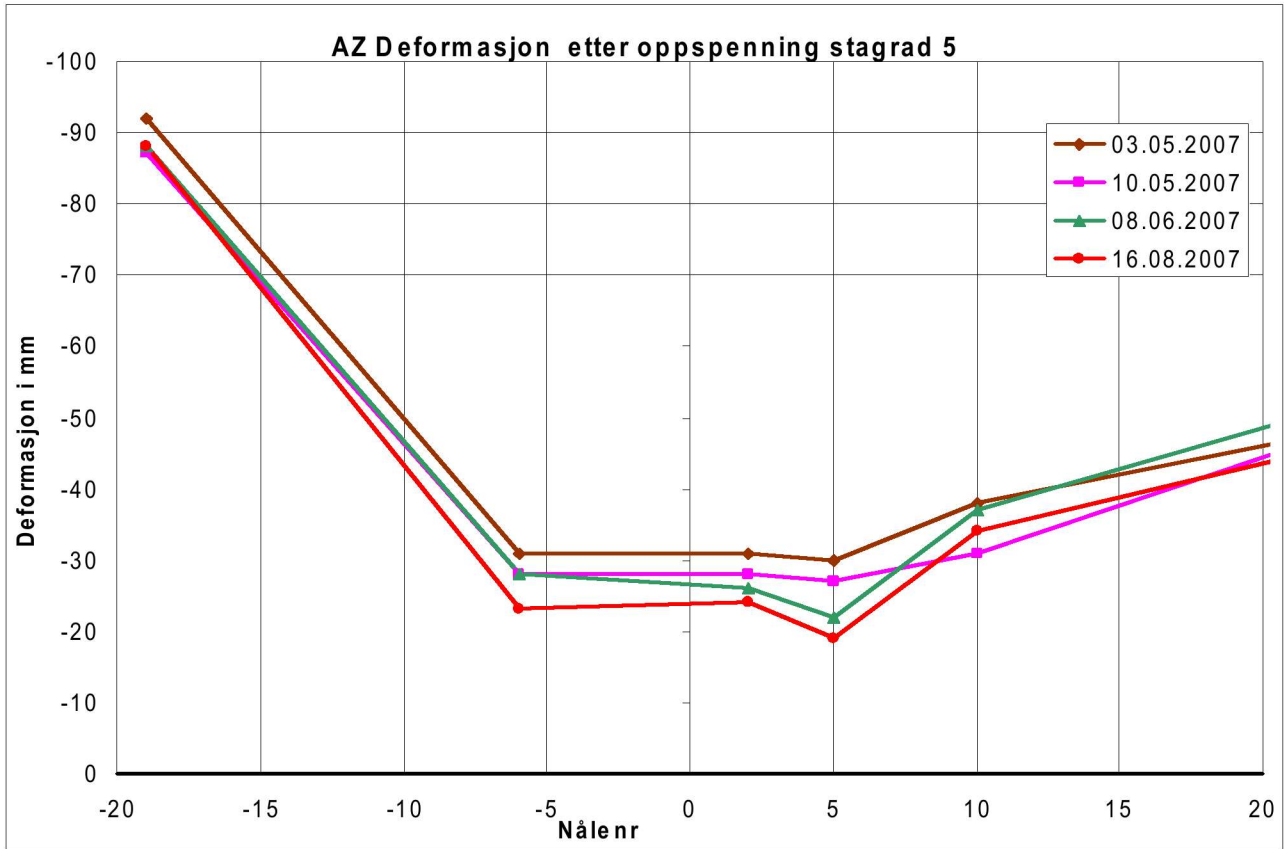


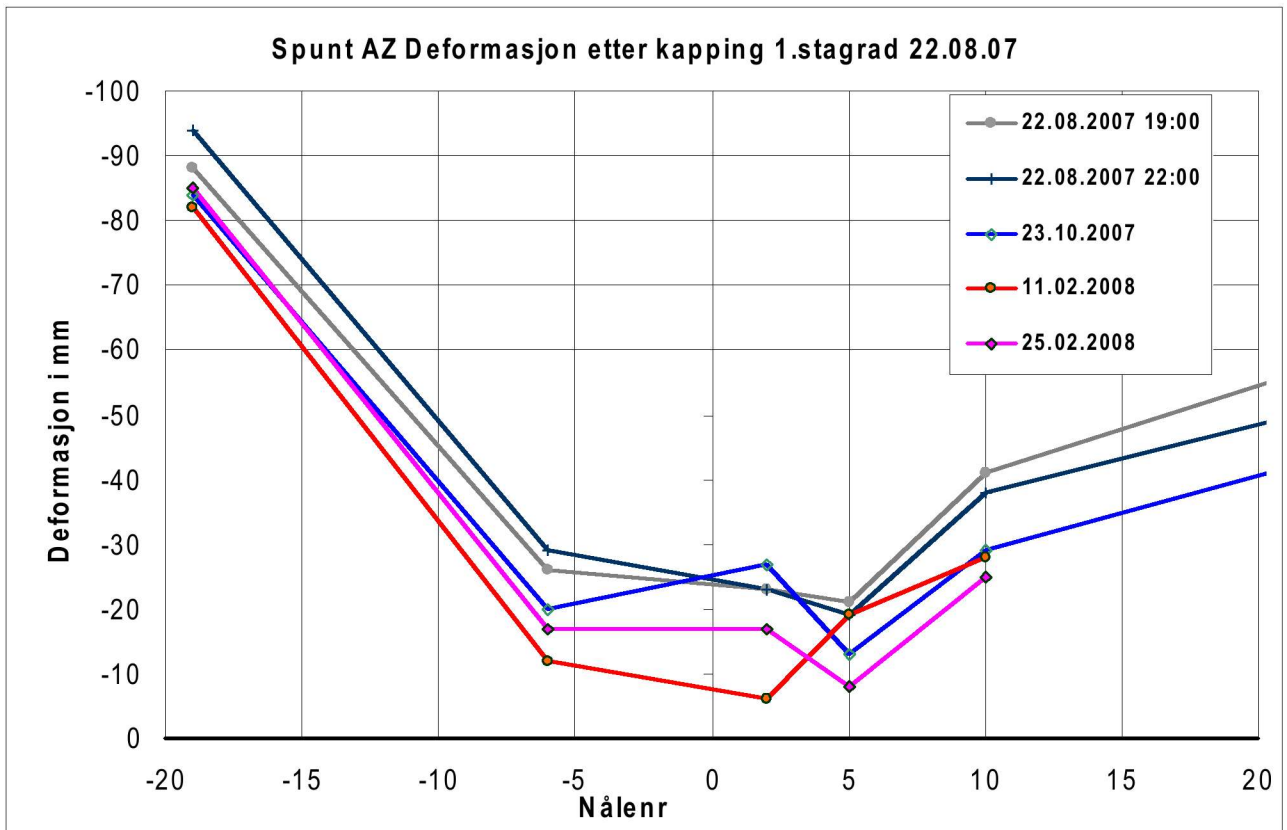
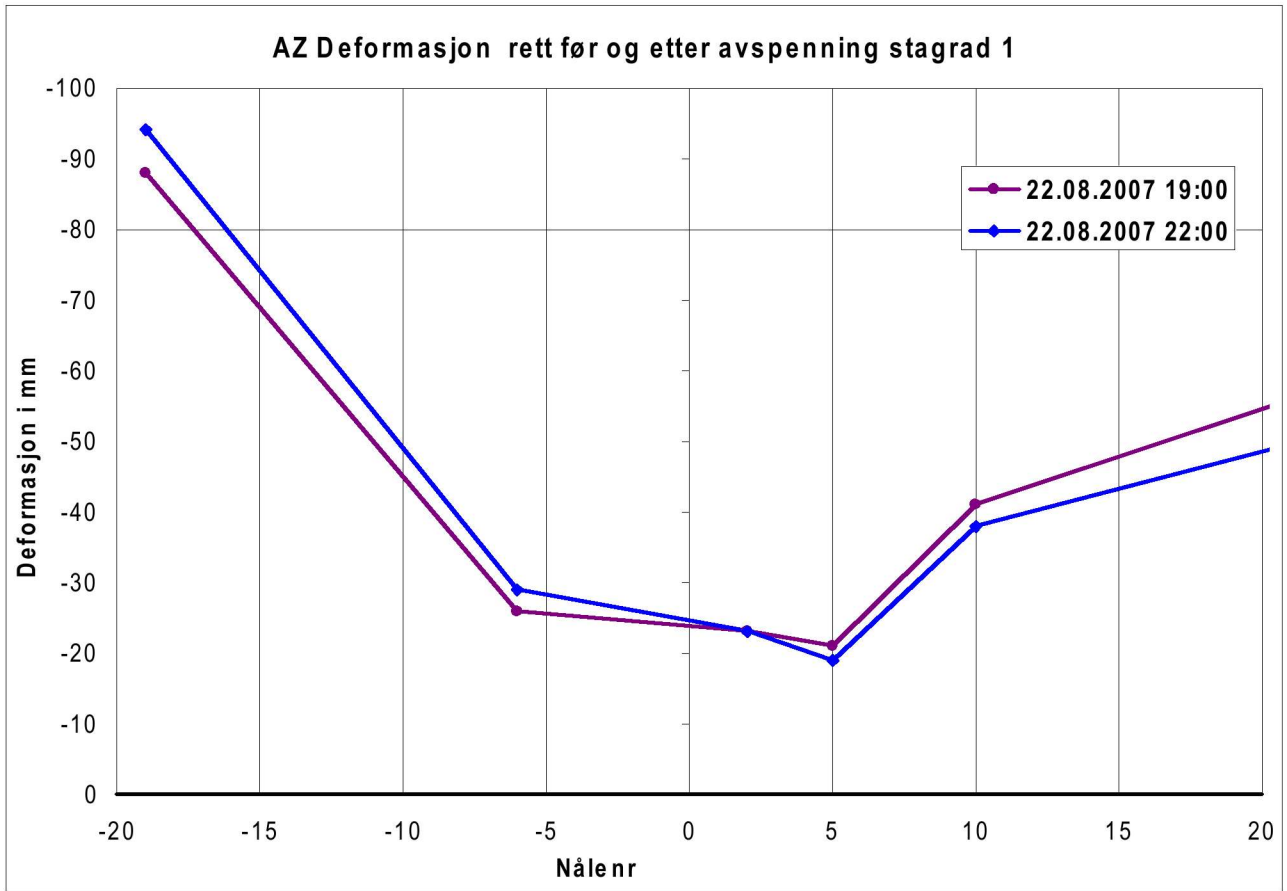
Uthevede punkter er der hvor stag ble overspent og deretter avspent til riktig nivå.



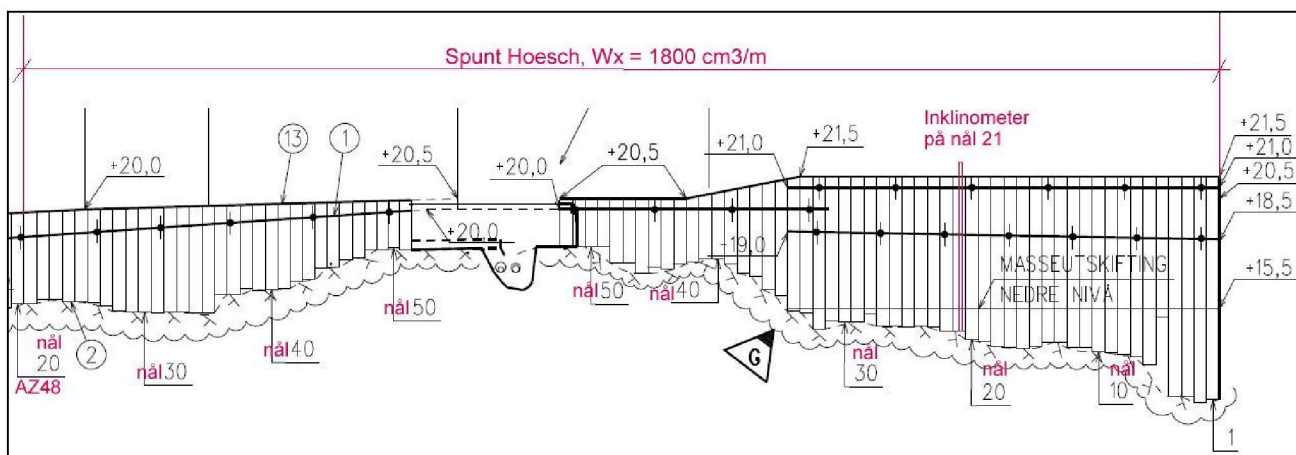






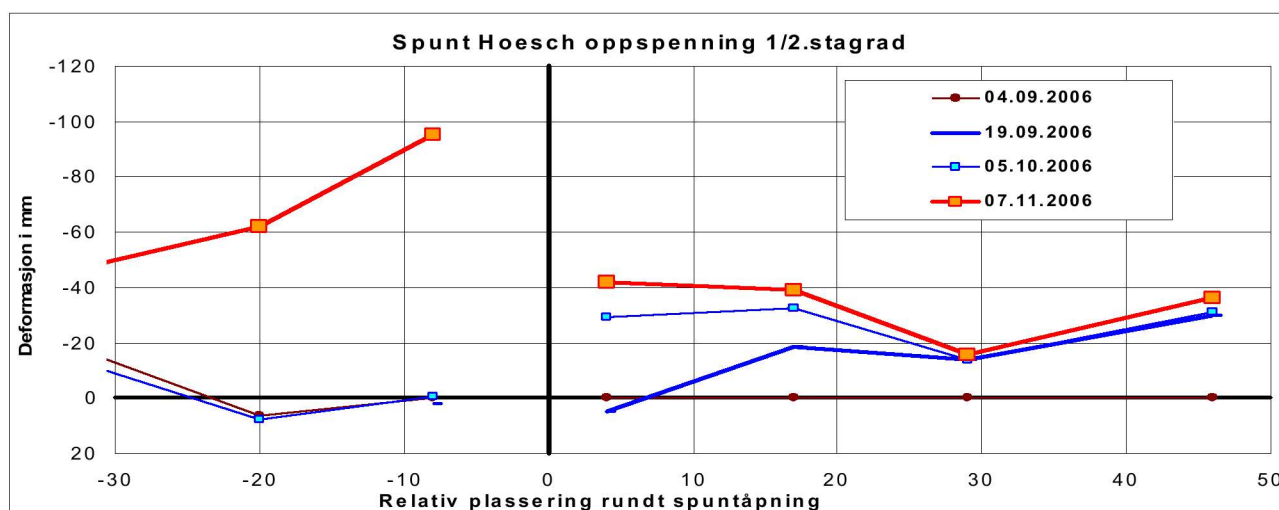


Oppriss av spuntområde der innmåling er foretatt på topp spuntmåler for spunt Hoesch til høyre for dyppenne:



Under følger opptegning av forskjellige faser der deformasjon av topp spunt, Hoesch, er opptegnet. Det er målt inn på 6 punkter på denne spunt. Den tyngre spunt, AZ48, er ikke vist i disse kurvene. Linjen får dermed en føring ut av den viste grafen mot venstre. Positiv deformasjon er bevegelse ut mot byggegropa.

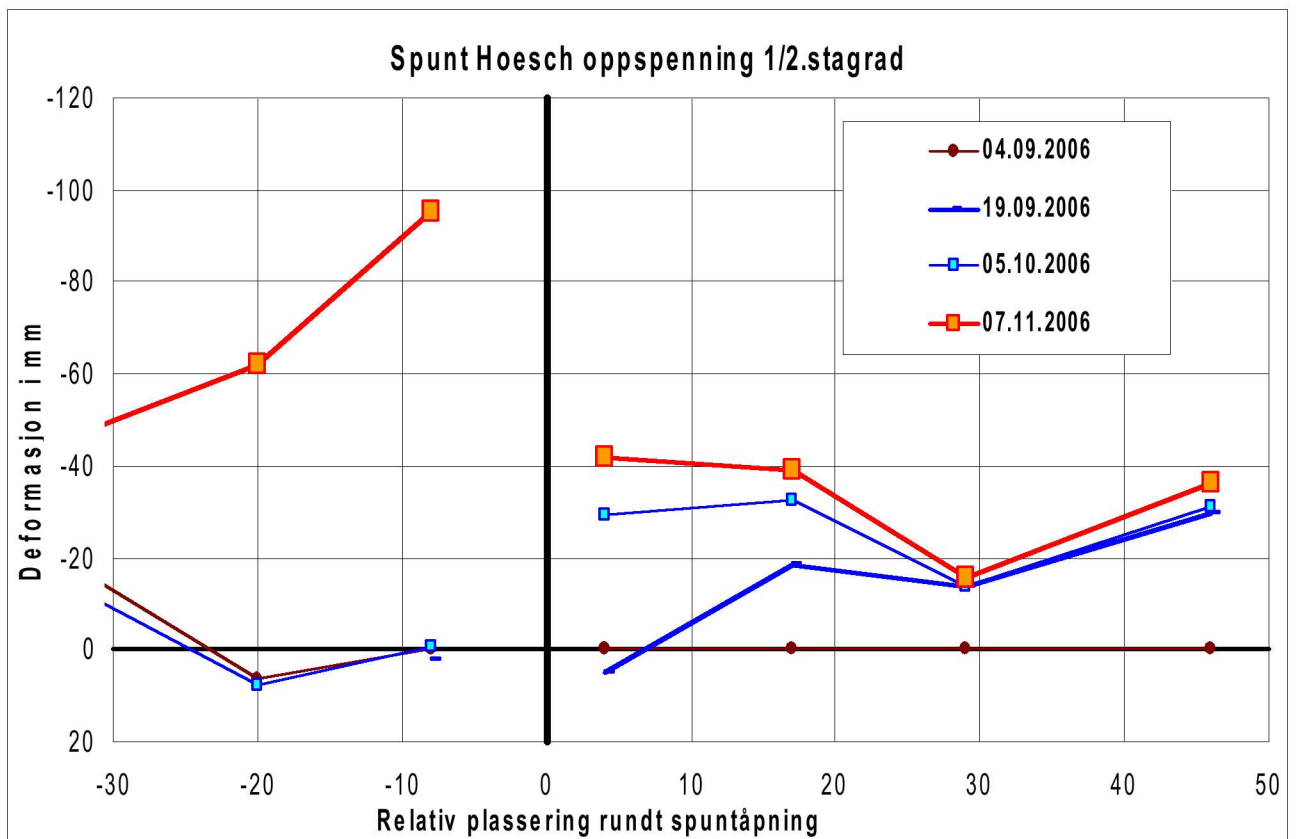
På nål nr. 21, høyre spunt-del, dvs på østre del, er det montert et inklinometer. Målinger fra dette ligger i eget vedlegg.



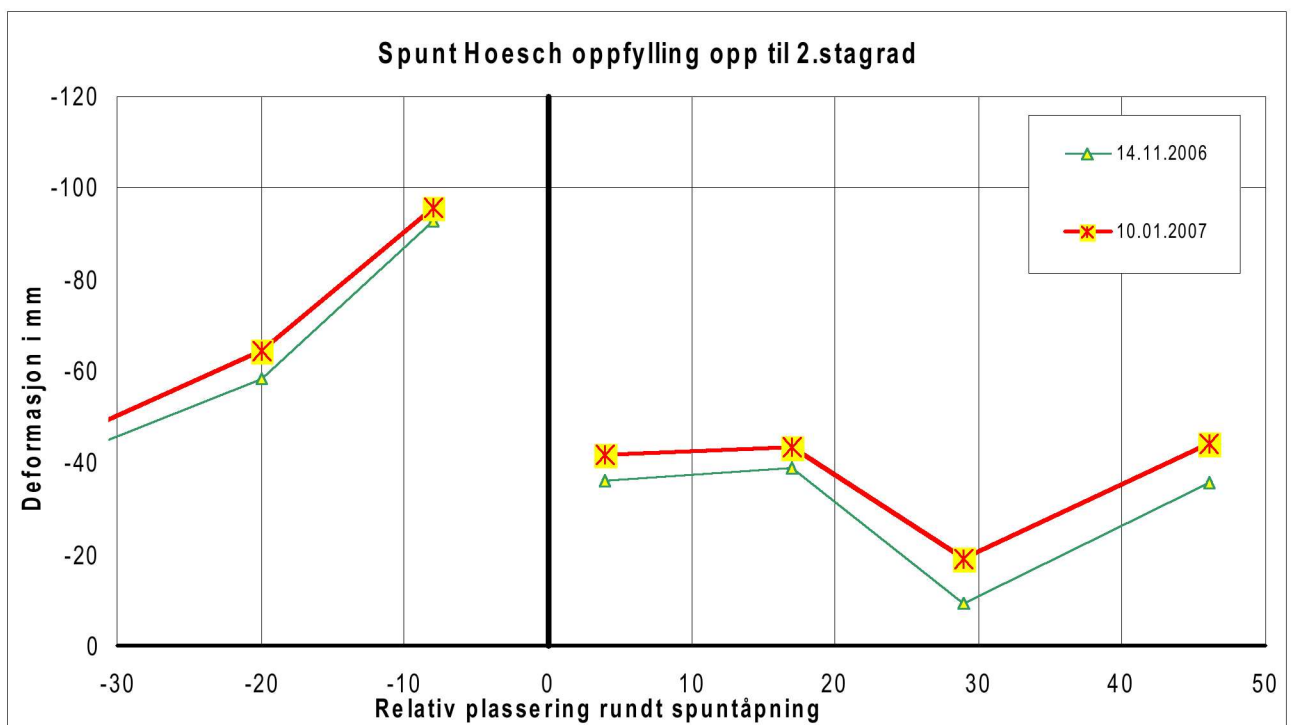
Figuren over viser resultater i forbindelse med oppspenning av stagrad 1 og 2. Se tabellene under for forklaring på plassering av målepunkter og hendelsesrekkefølge.

Målepunkt på spuntnål	Punkt på grafen
1805/ nål 30	Pkt -20
1805/ nål 42	Pkt -8
SPUNTÅPNING	
1805/ nål 46	Pkt 4
1805/ nål 33	Pkt 17
1805/ nål 21 / inklinometer	Pkt 29
1805/ nål 4	Pkt 46

04.09.2006	ingen oppspenning, nullpkt
19.09.2006	oppspenning østre del rad 1
05.10.2006	oppspenning vestre del rad 1 øst for spuntåpning
07.11.2006	oppspenning resten av 1.stagrad, vest for spuntåpning + 2.stagrad østre del + avgraving for støttemur spuntåpning

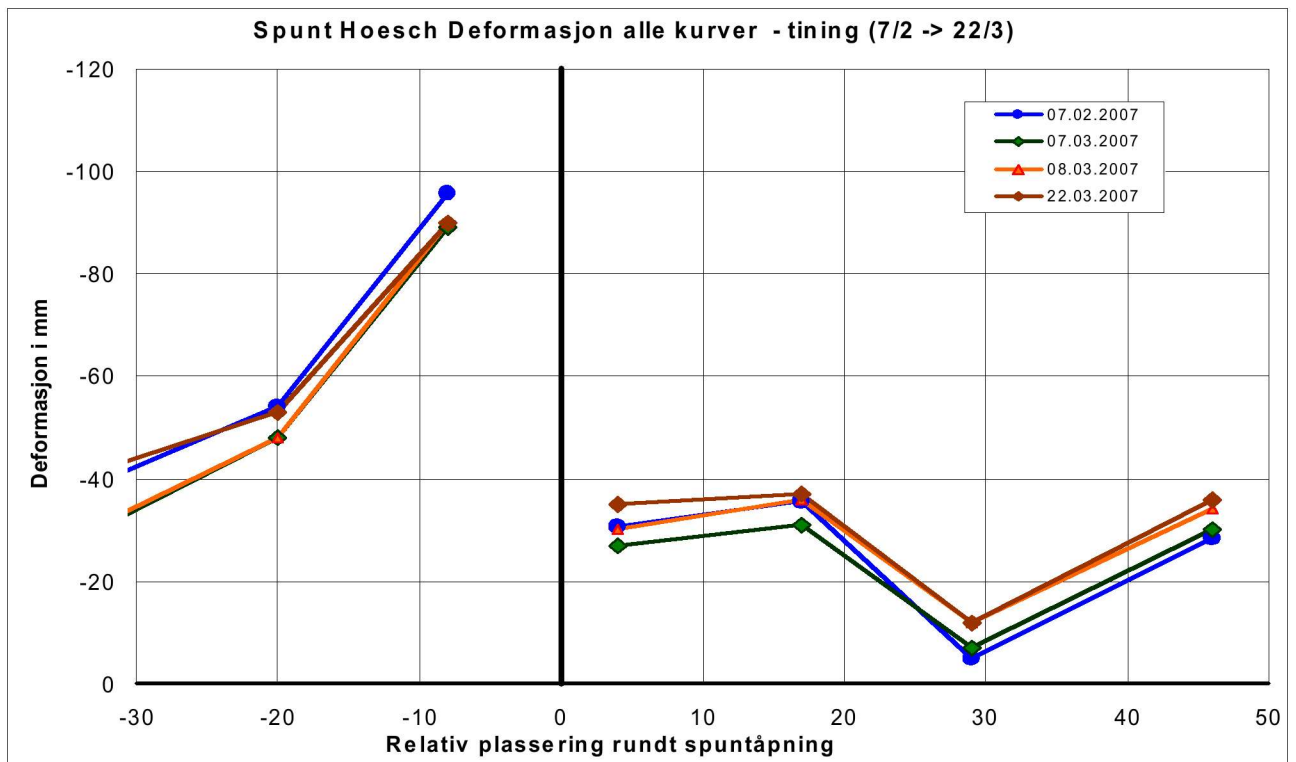
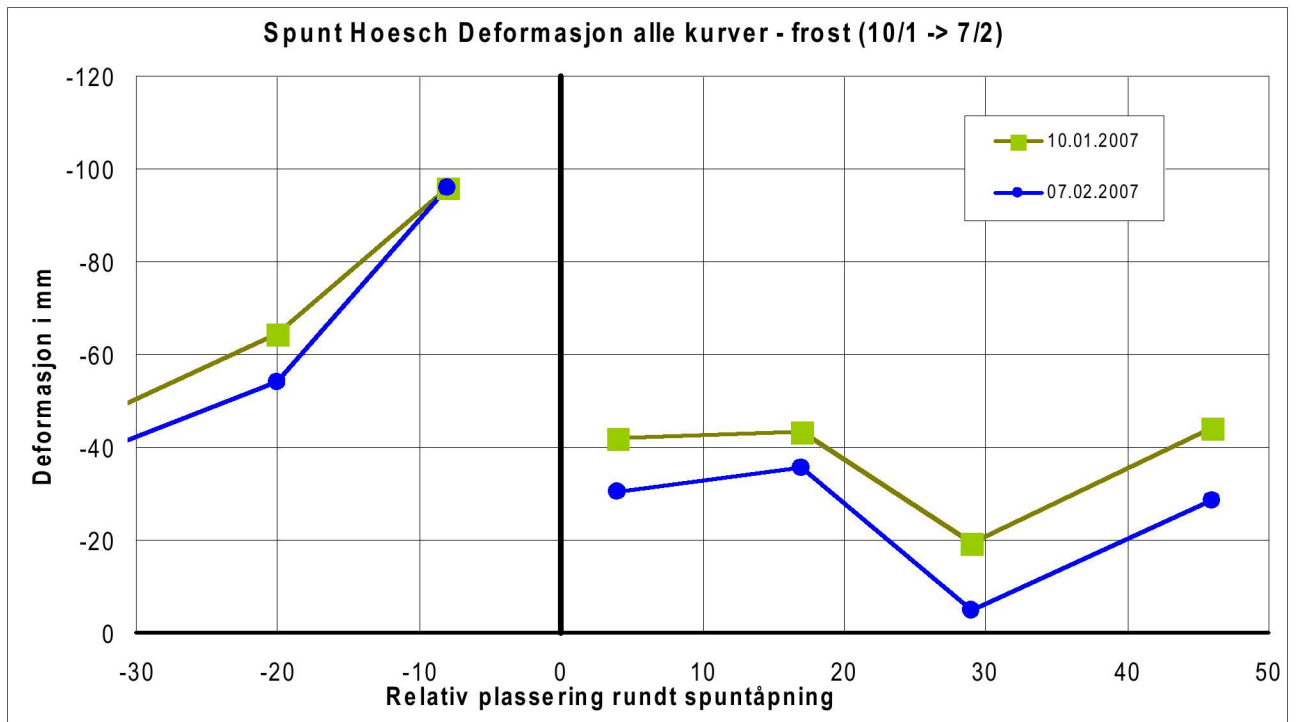


(Se tabell forrige side for hendelseslogg.)



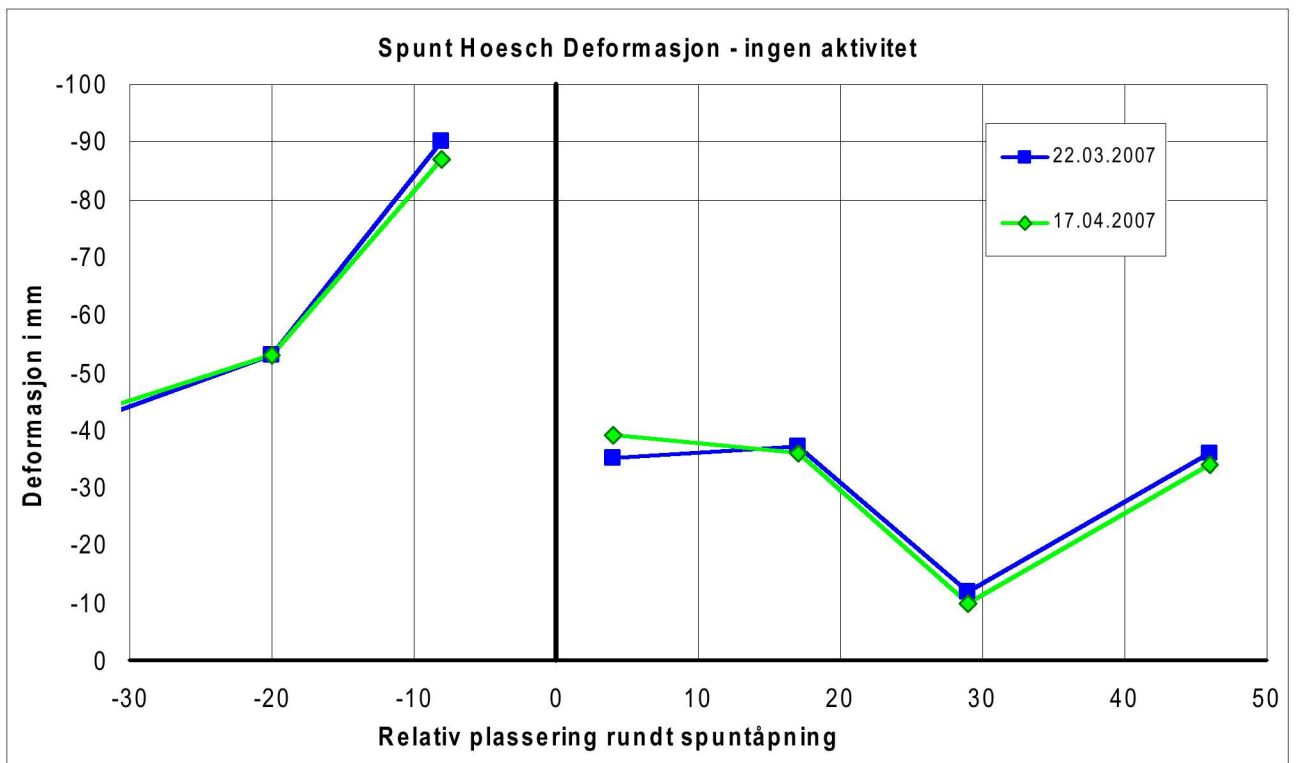
14.11.2006 ferdig avgravet til planum kote 15

10.01.2007 fylt tilbake opp til stagrad 2, østre del

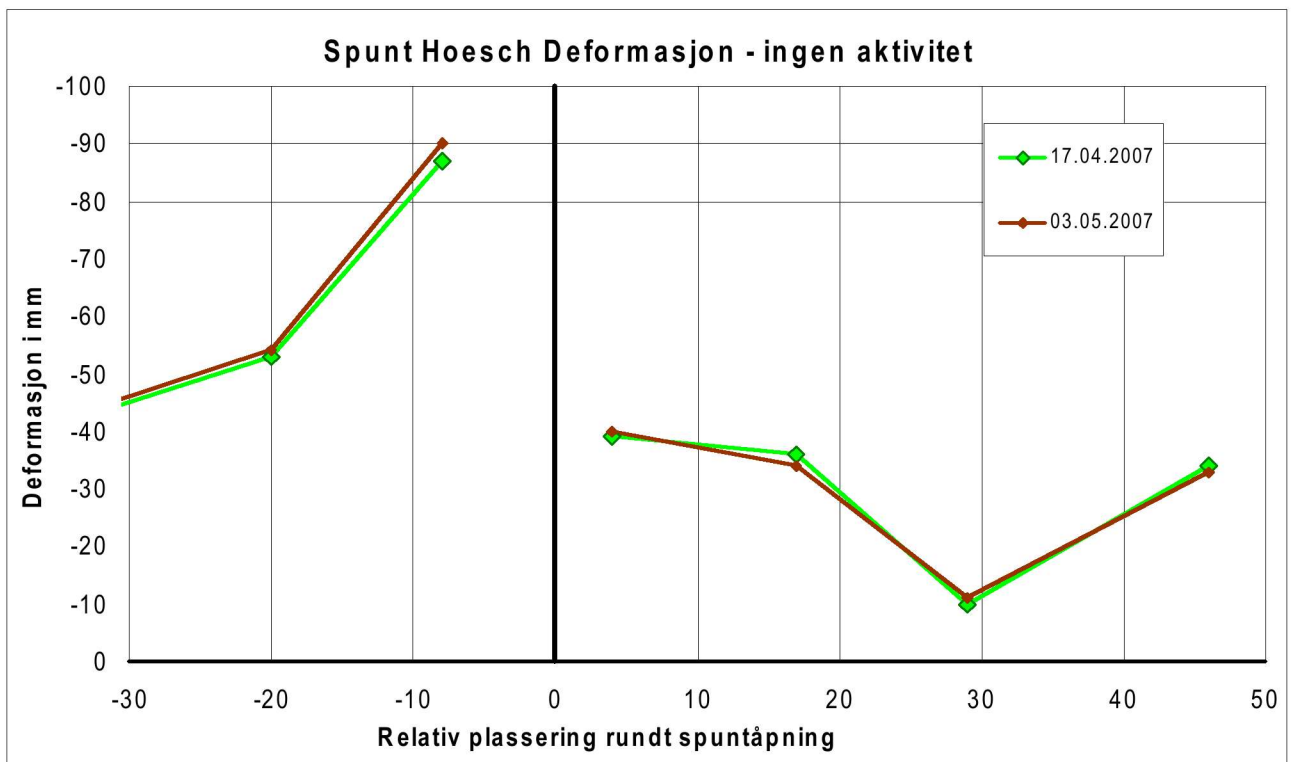


Det er også aktiviteter i spuntåpningen og for AZ48 vest for spuntene som påvirker deformasjonene.

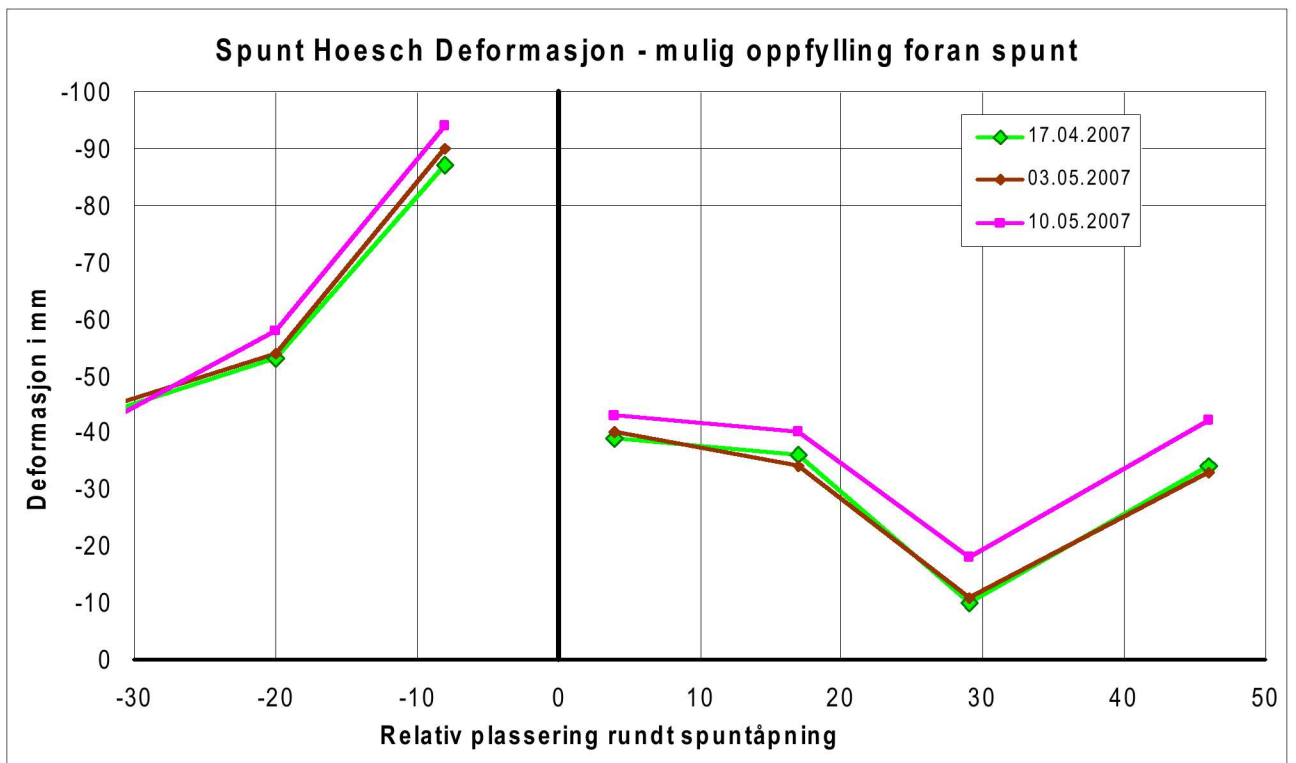
Vi ser at spuntene ikke kommer tilbake til samme deformasjon som før frosten presset den ut. Permanent forskjell er i deformasjon er ca. 5 mm ut.



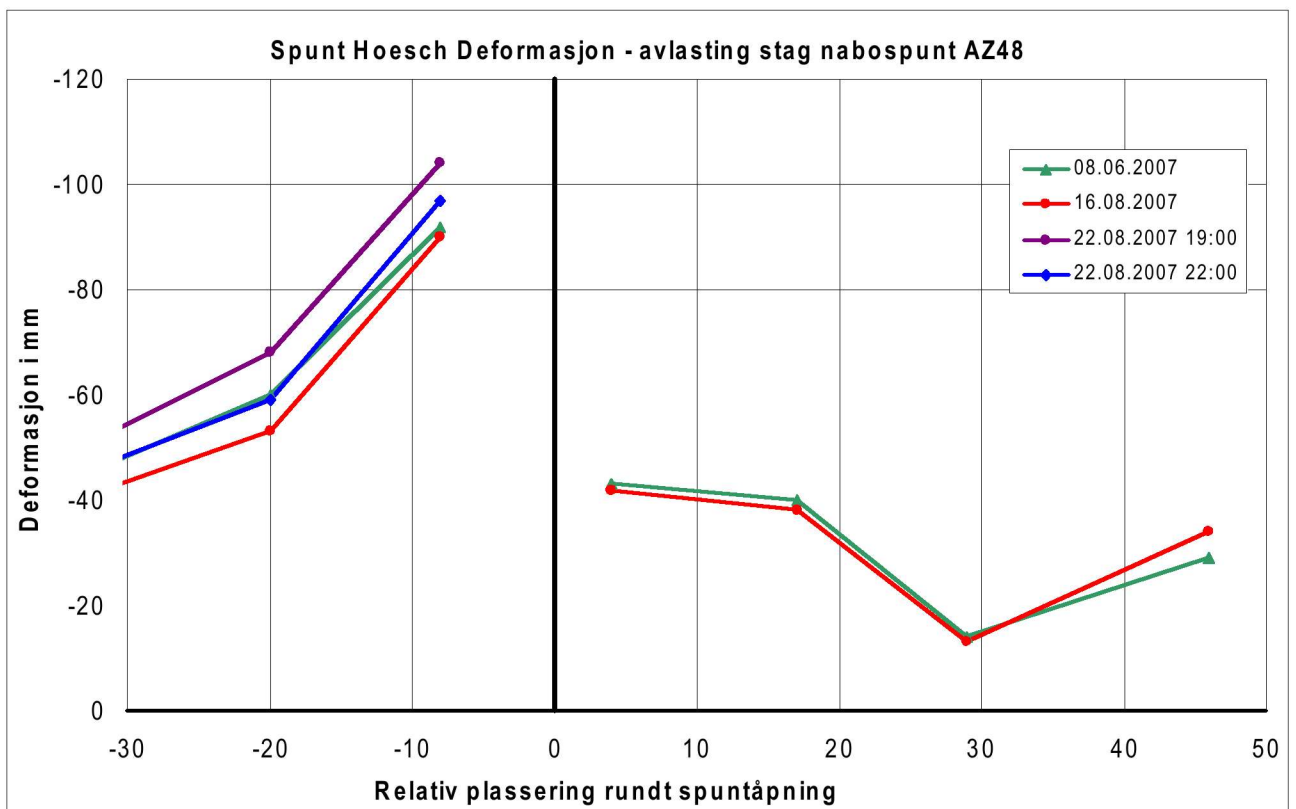
Målingene gjenspeiler at det ikke er aktivitet, de viser tilnærmet ingen endringer.



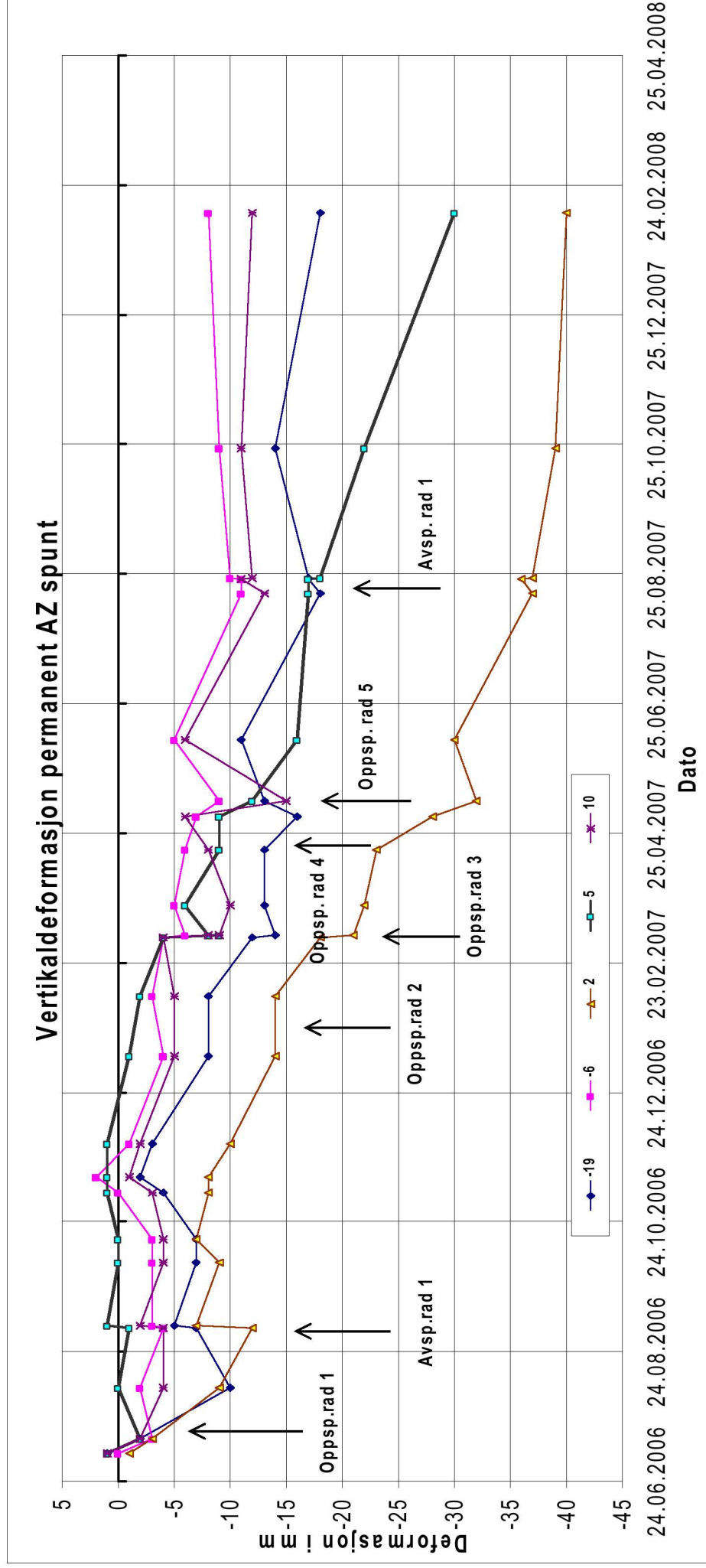
Målingene gjenspeiler at det ikke er aktivitet, de viser tilnærmet ingen endringer.



Spunten presses noe inn som følge av oppfylling, om lag 5 – 10 mm.

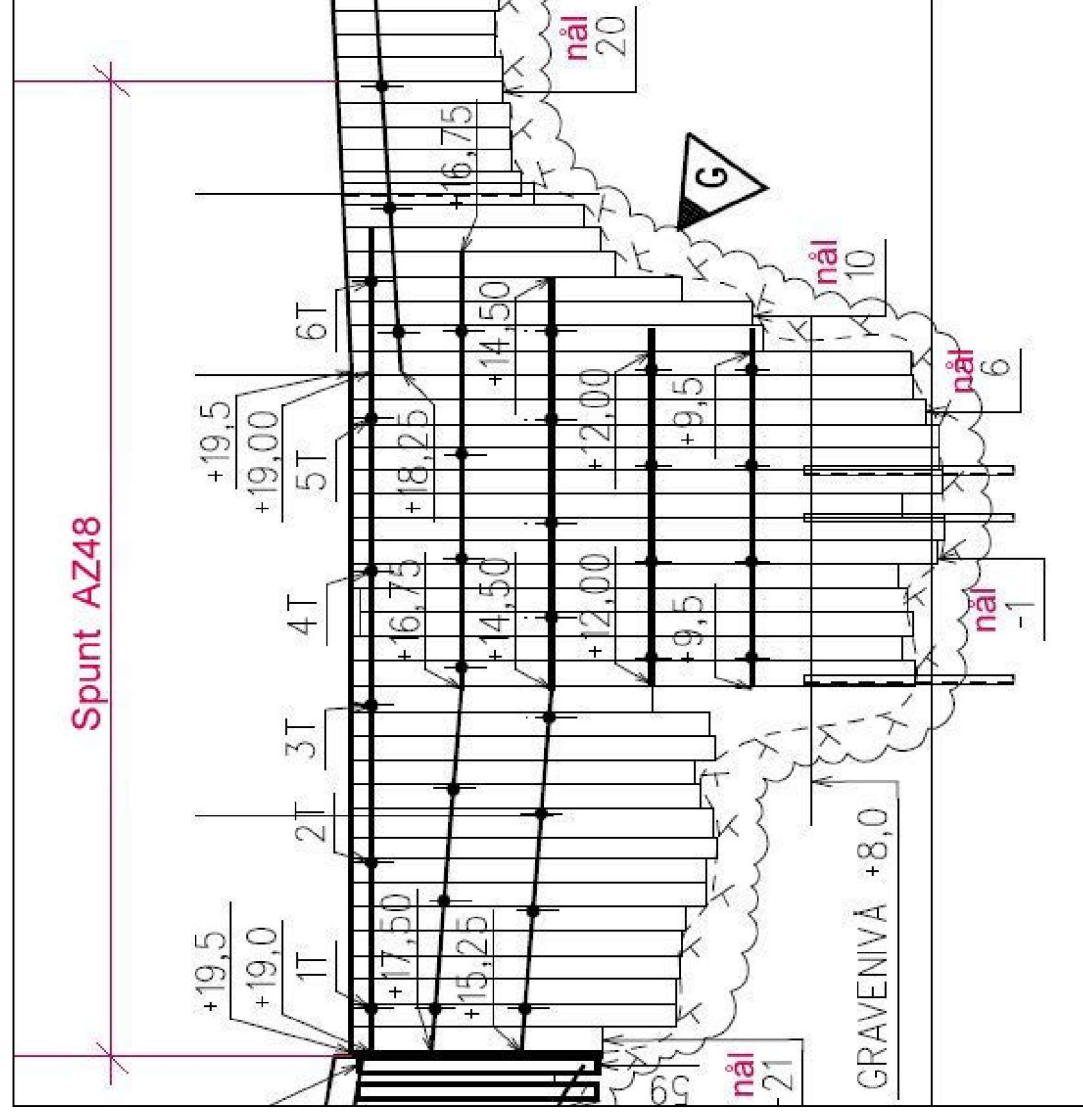


Kapping av stag i stegrad 1 for AZ48-spunten vest for (til venstre for) Hoesch-spunten gir effekt også på Hoesch-spunten. Vi ser en utpressing på om lag 10 mm ved kapping av stagene 22.08.09 i løpet av noen få timer. Den østre delen av Hoesch-spunten er upåvirket.

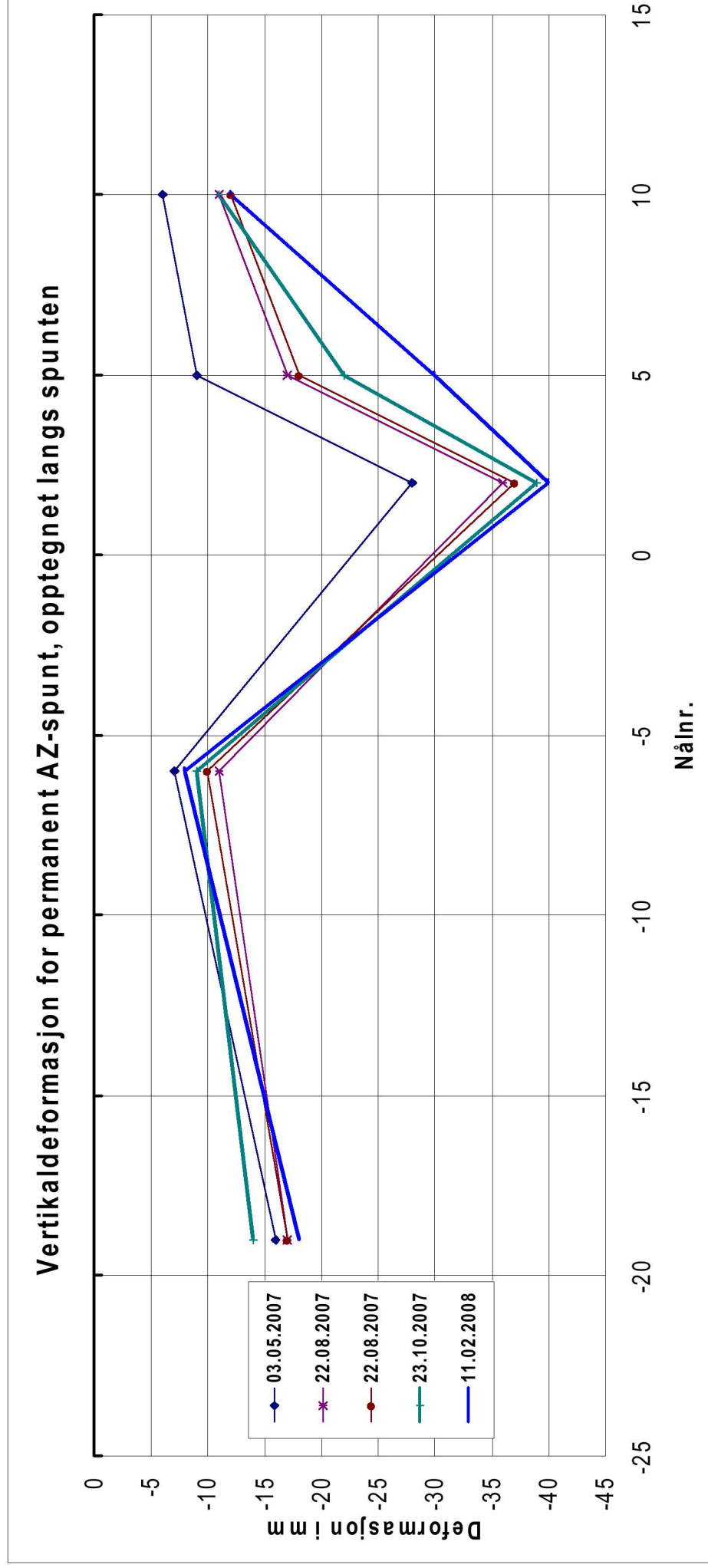


Grafen over viser tidsutviklingen for hver nål på toppen av den permanente AZ48-spunten. Nål 2 og nål 5 som har den største deformasjonen ligger i den dyreste delen av dyprenna.

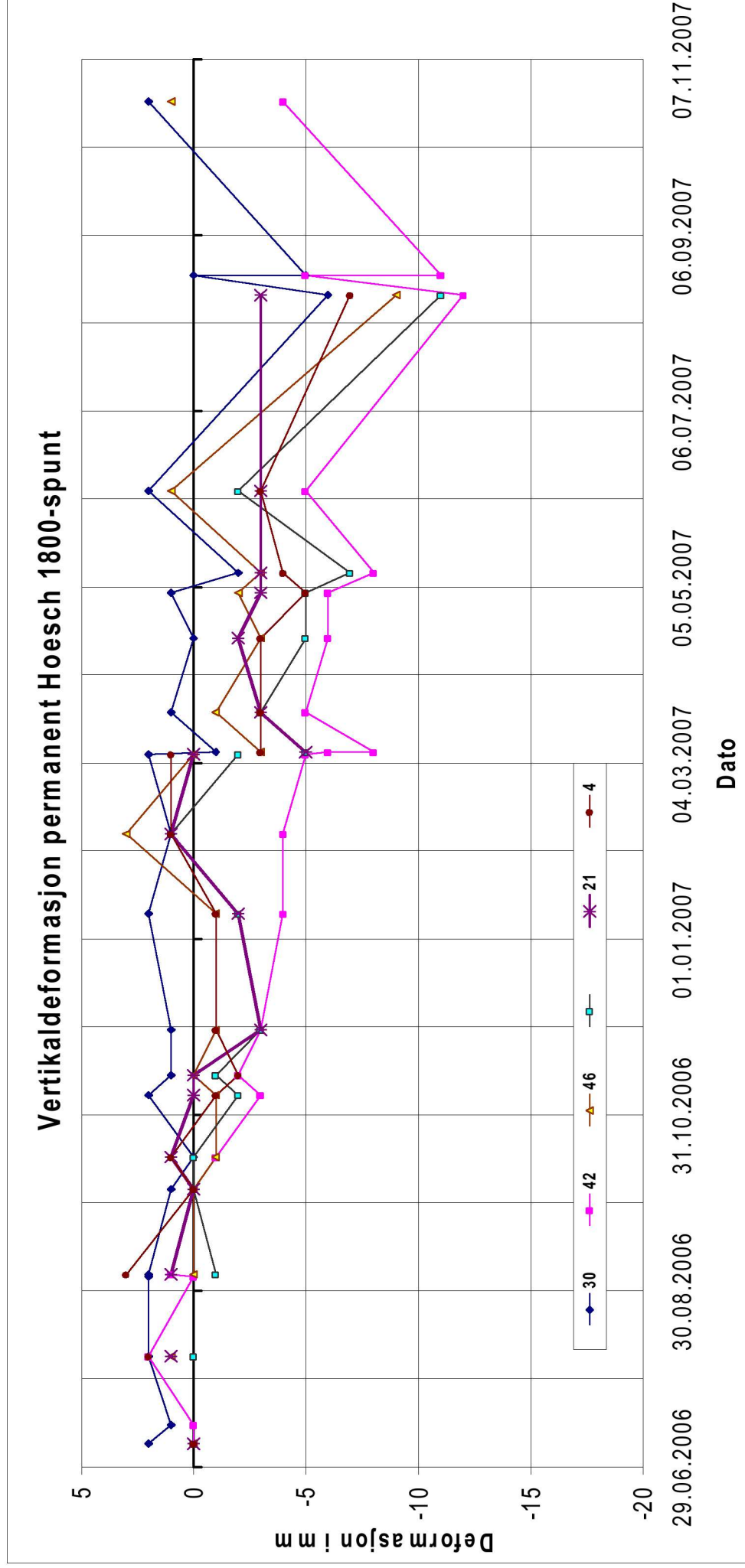
Plassering av nålene på spuntveggen vises på figuren på neste side.



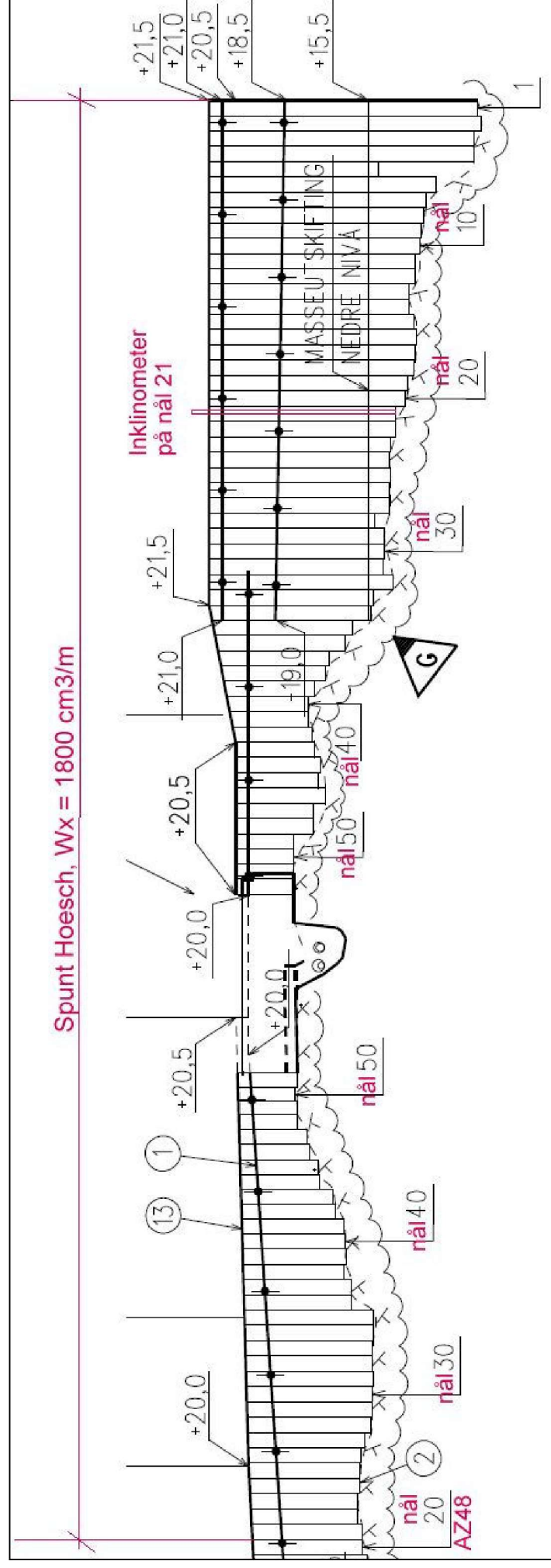
Figuren viser plassering av nåler for AZ48-spunten over dypprenne.



Man kan se at de største vertikale deformasjonene kommer over dyprenna på nål 2 og 5.
Hver linje viser deformasjons-situasjonen for en dato.



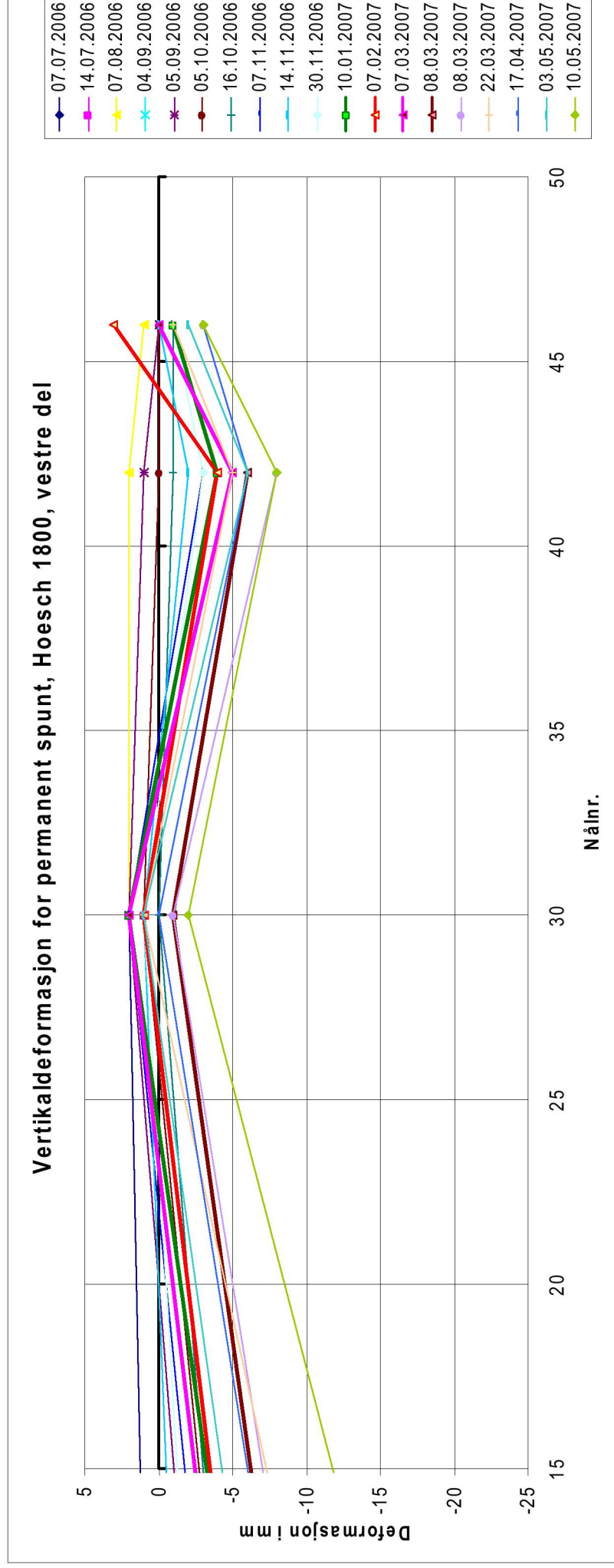
Grafen over viser tidsutviklingen for hver nål på toppen av den permanente Hoesch-spunten. Plassering av nålene vises på figuren under



Målepunkt på topp spuntnål vestre del Hoesch-spunt
1805/ nål 30
1805/ nål 42
SPUNTÅPNING
Målepunkt på topp spuntnål østre del Hoesch-spunt
1805/ nål 46
1805/ nål 33
1805/ nål 21 / målepunkt på topp inklinometer
1805/ nål 4

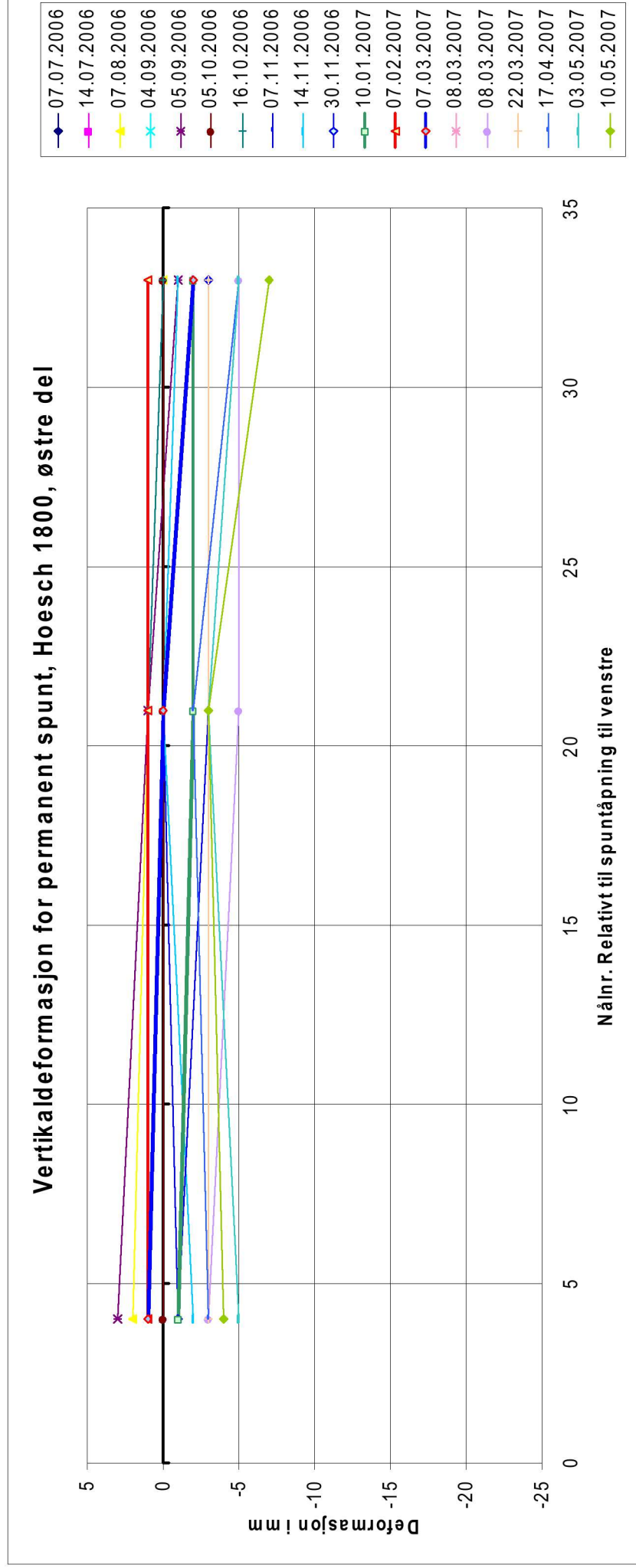
Erfaringsrapport Frydenhaug

Vedlegg 3, Vertikaldeformasjoner målt på topp spunt



Grafen viser deformasjoner av topp spunt tegnet opp langs spuntlinjen for vestre del av Hoesch 1800-spunten. Hver linje viser situasjonen for en dato.

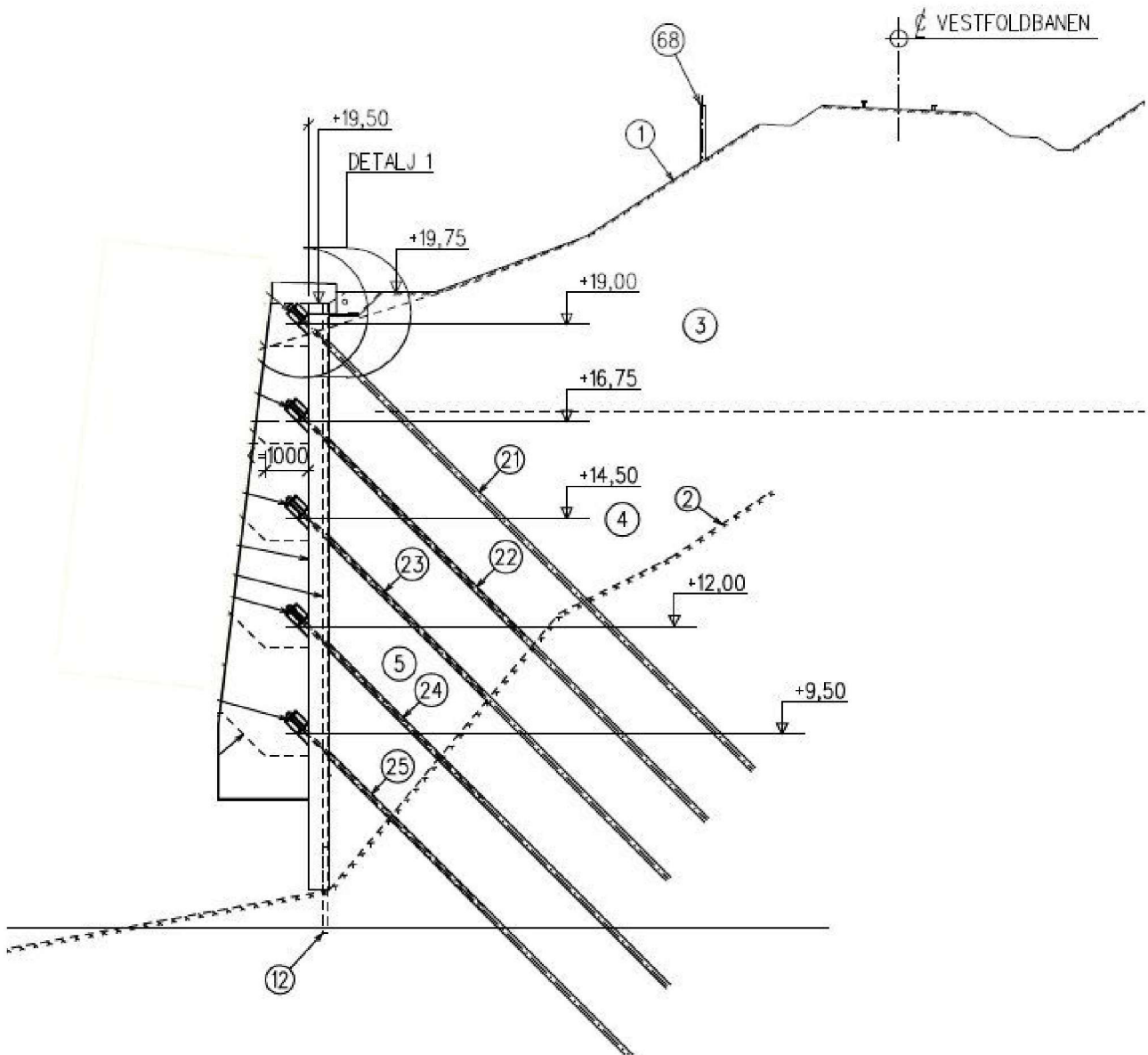
Åpningen i spunten ligger til høyre for grafen.

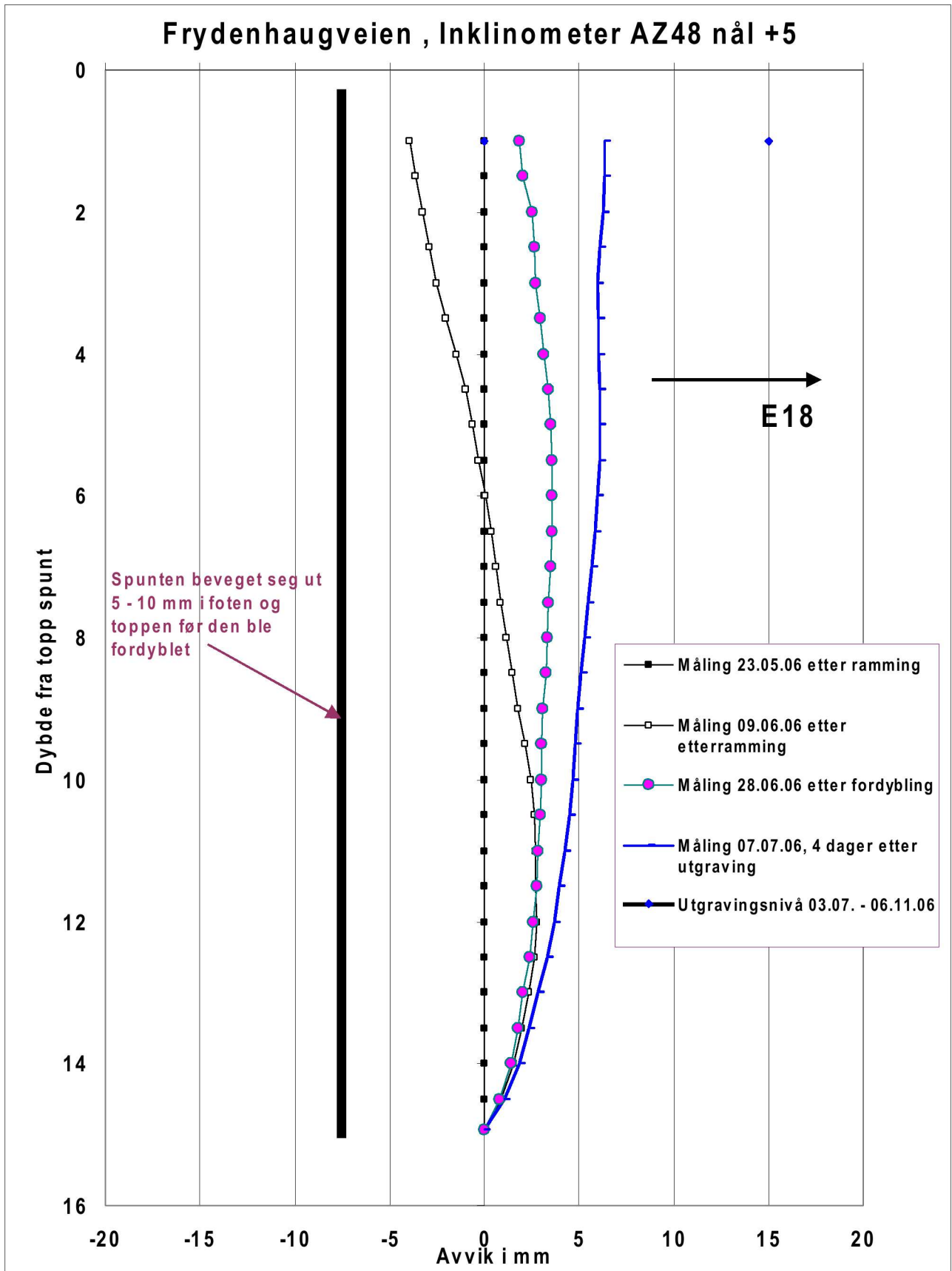


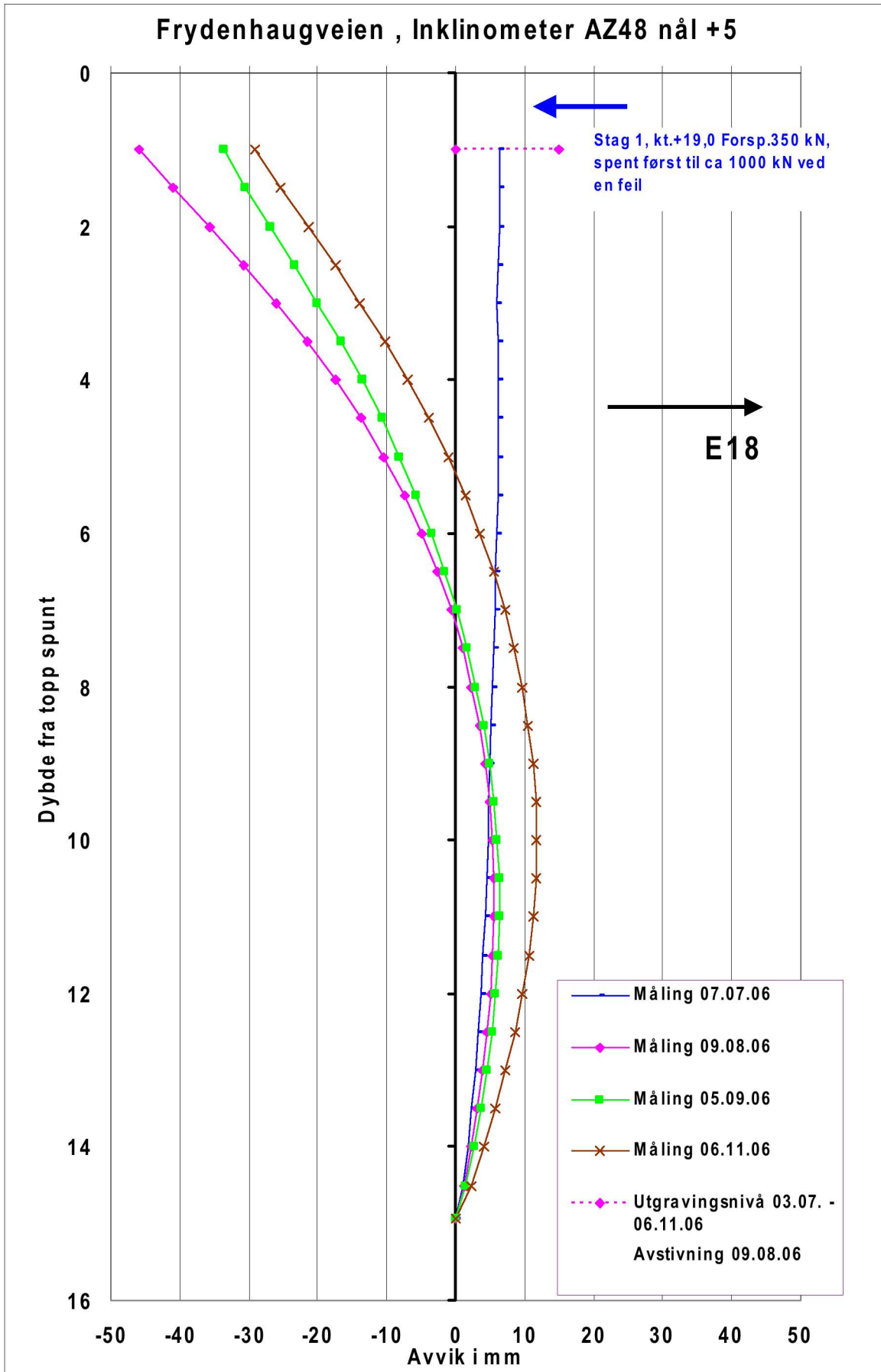
Grafen viser deformasjoner av topp spunt tegnet opp langs spuntlinjen for østre del av Hoesch 1800-spunten. Hver linje viser situasjonen for en dato.

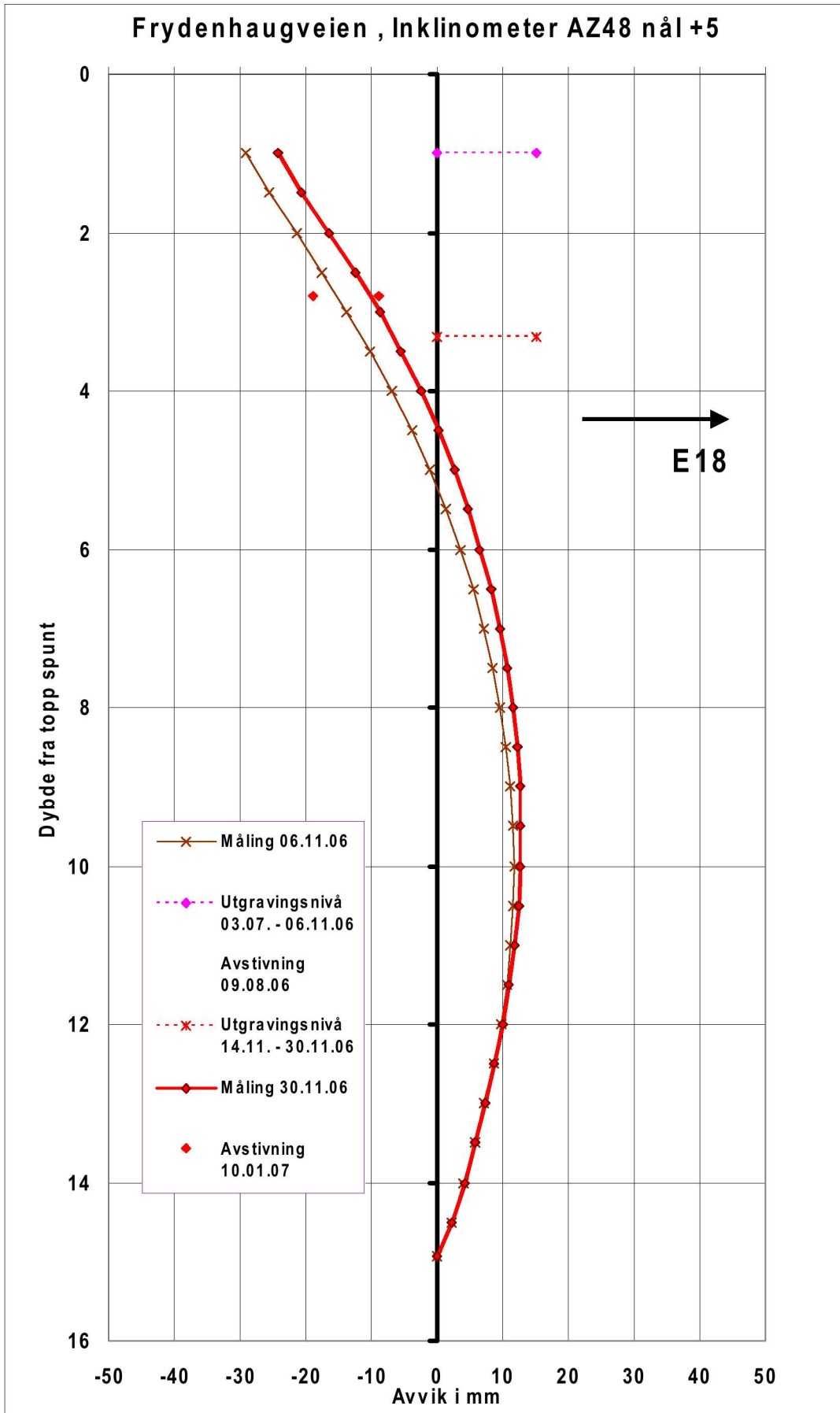
Åpningen i spunten ligger til venstre for grafen.

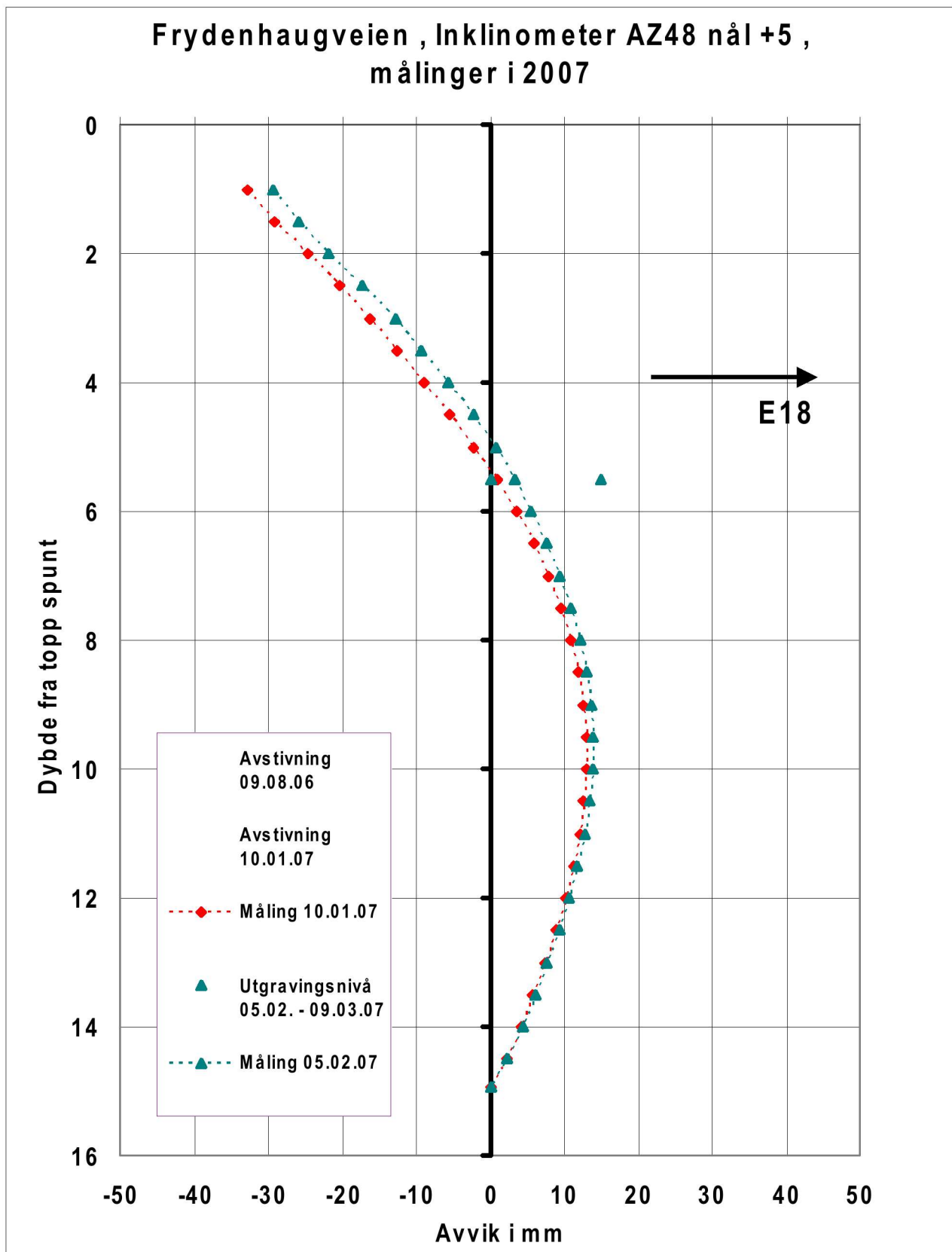
**Oppriss av spuntområde der innmåling er foretatt på topp spuntnåler
for spunt AZ48 over dyprene:**

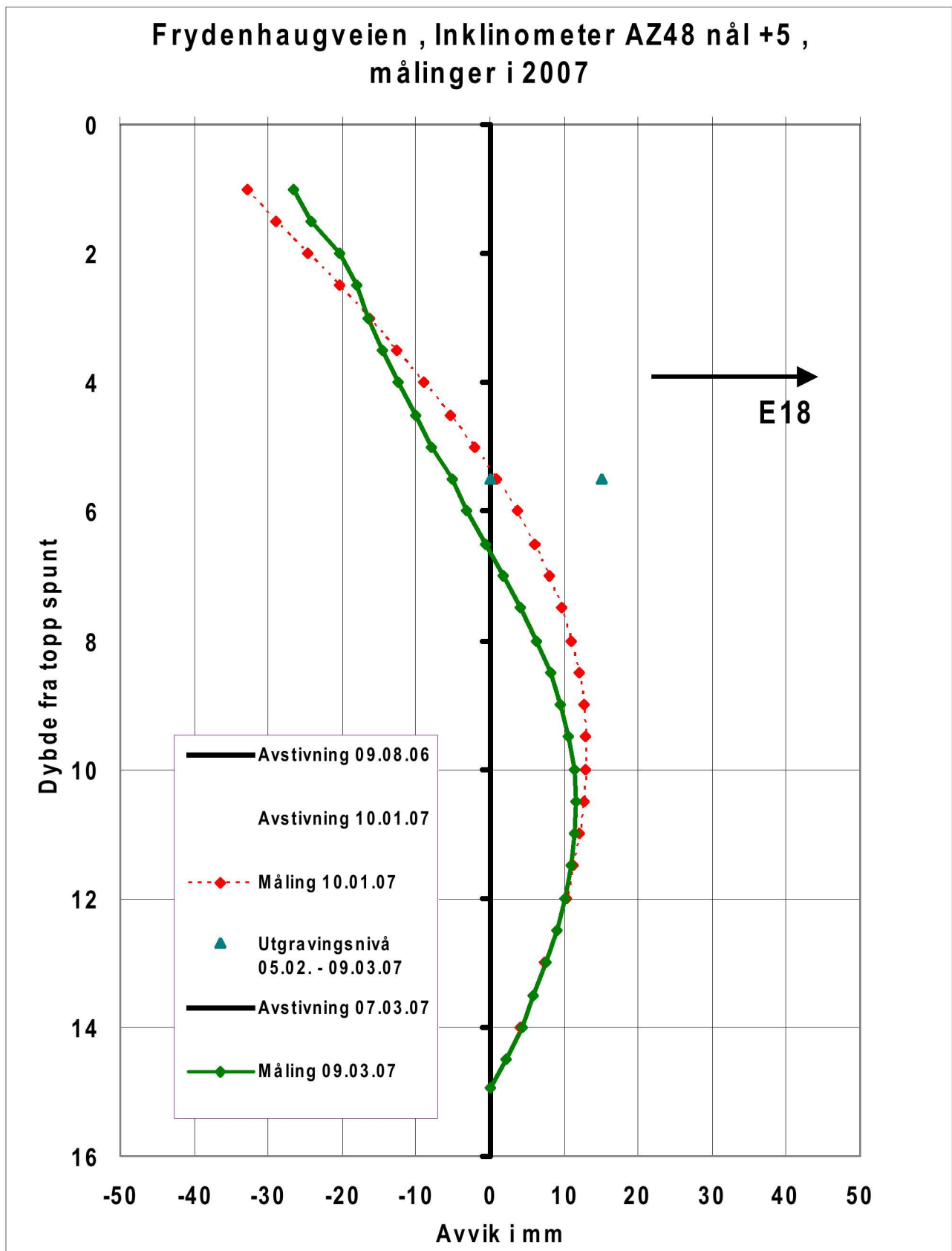


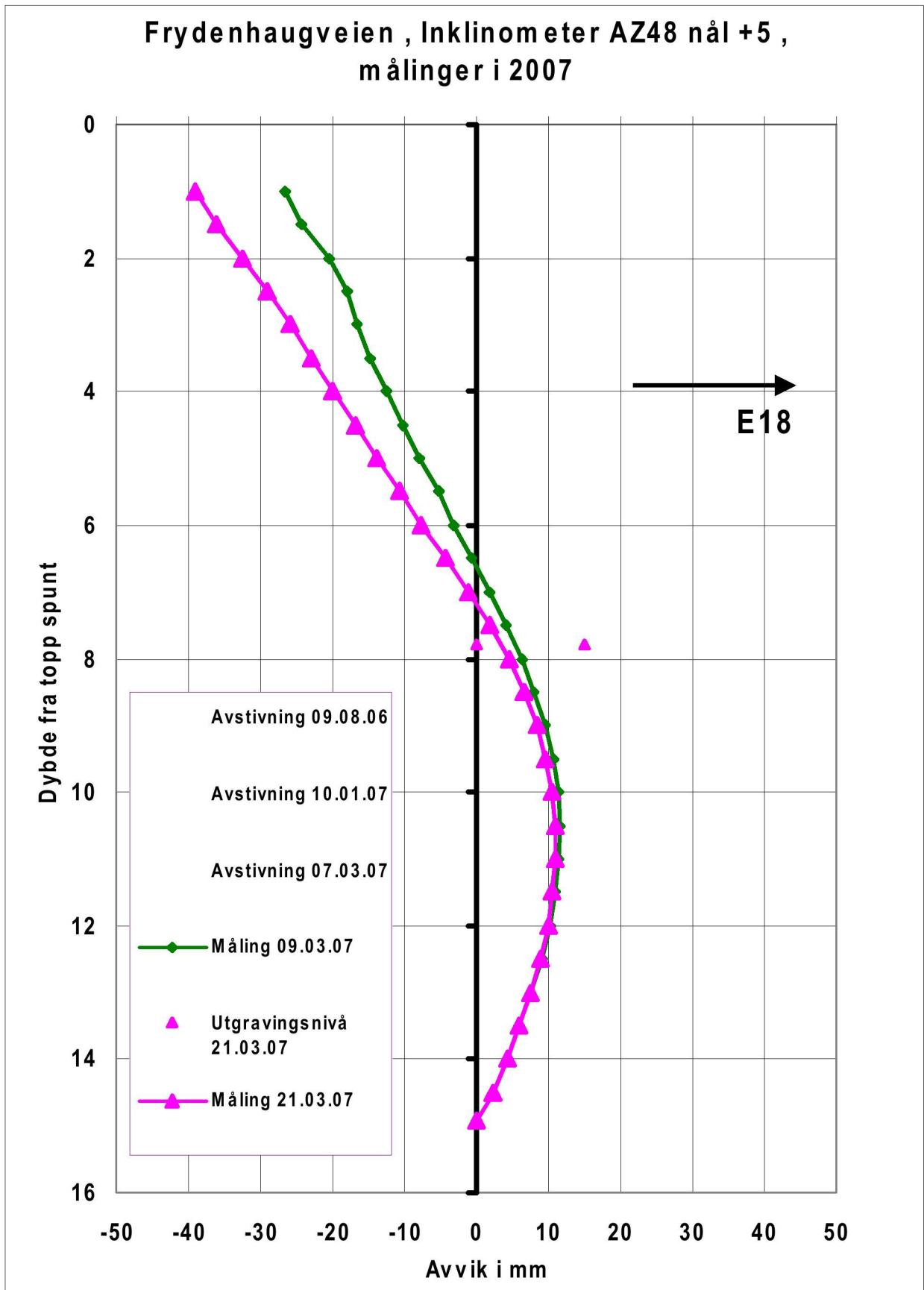


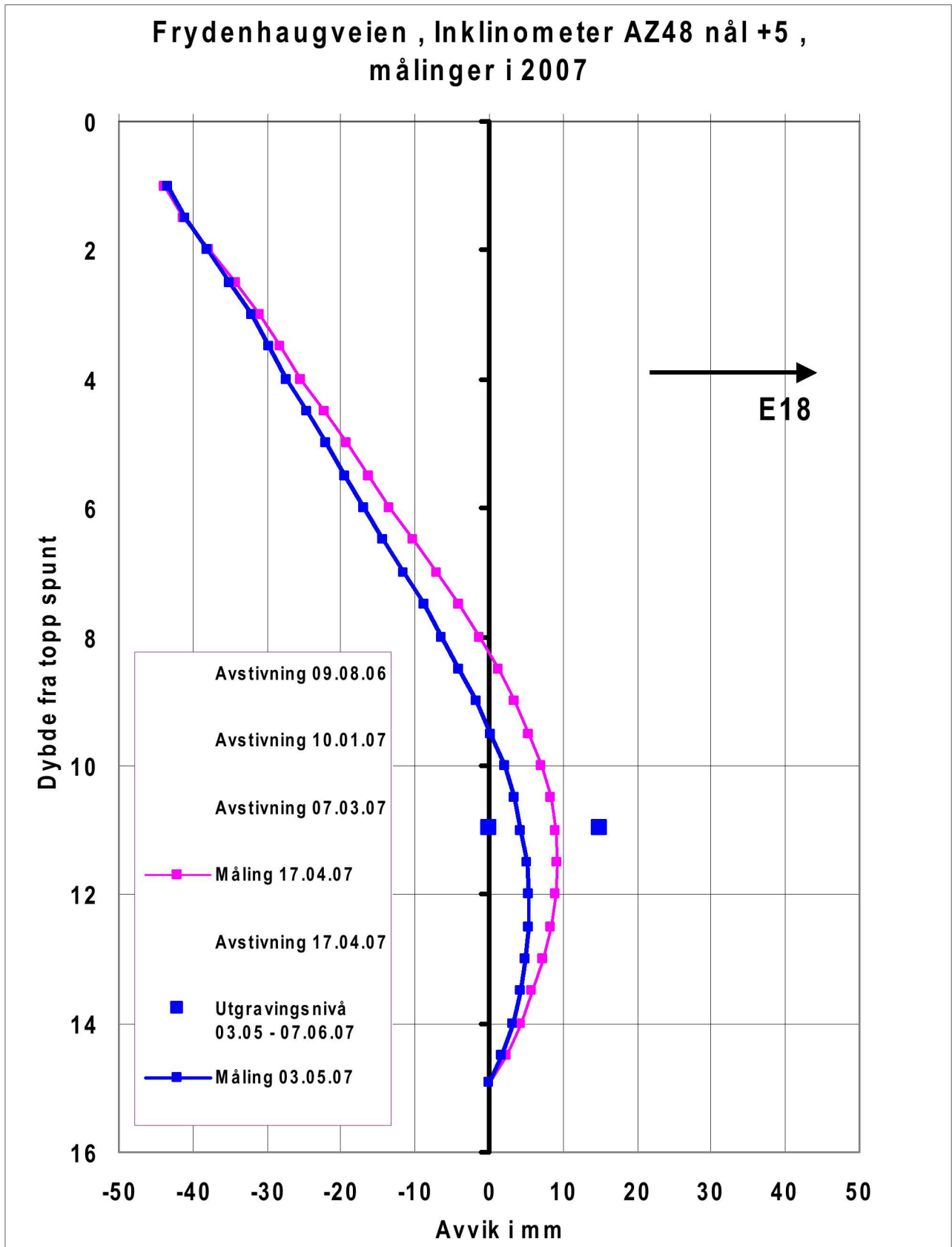


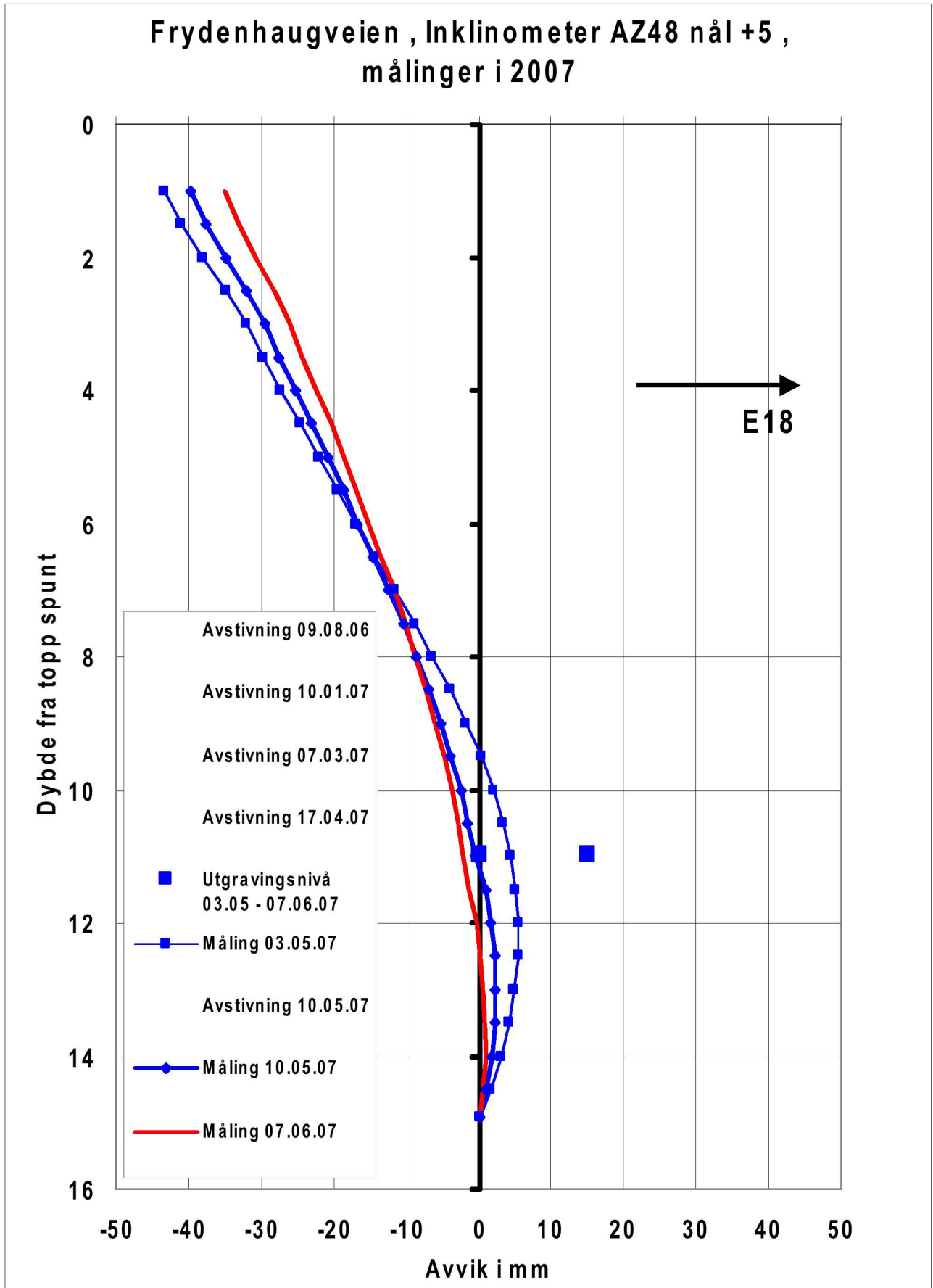


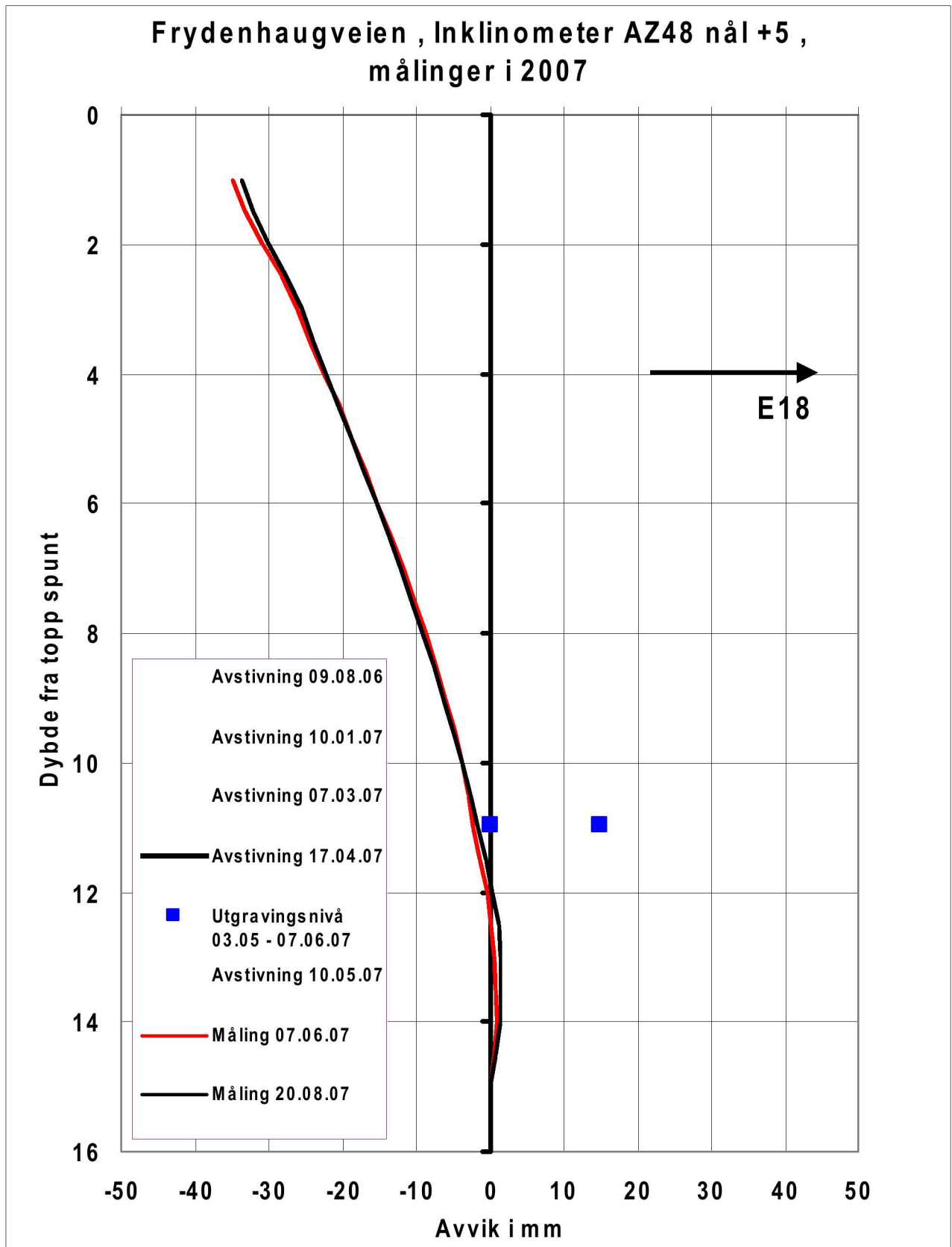


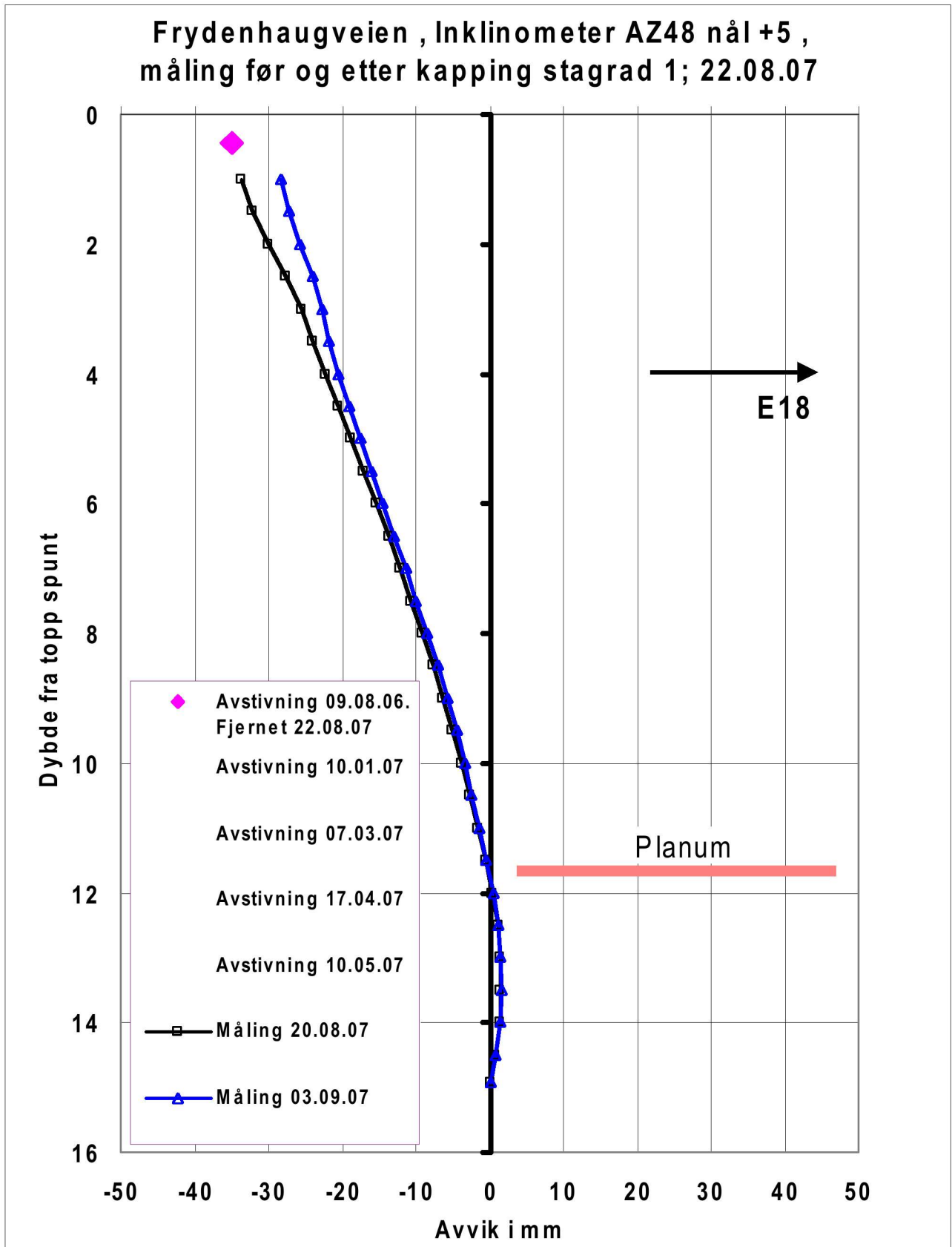




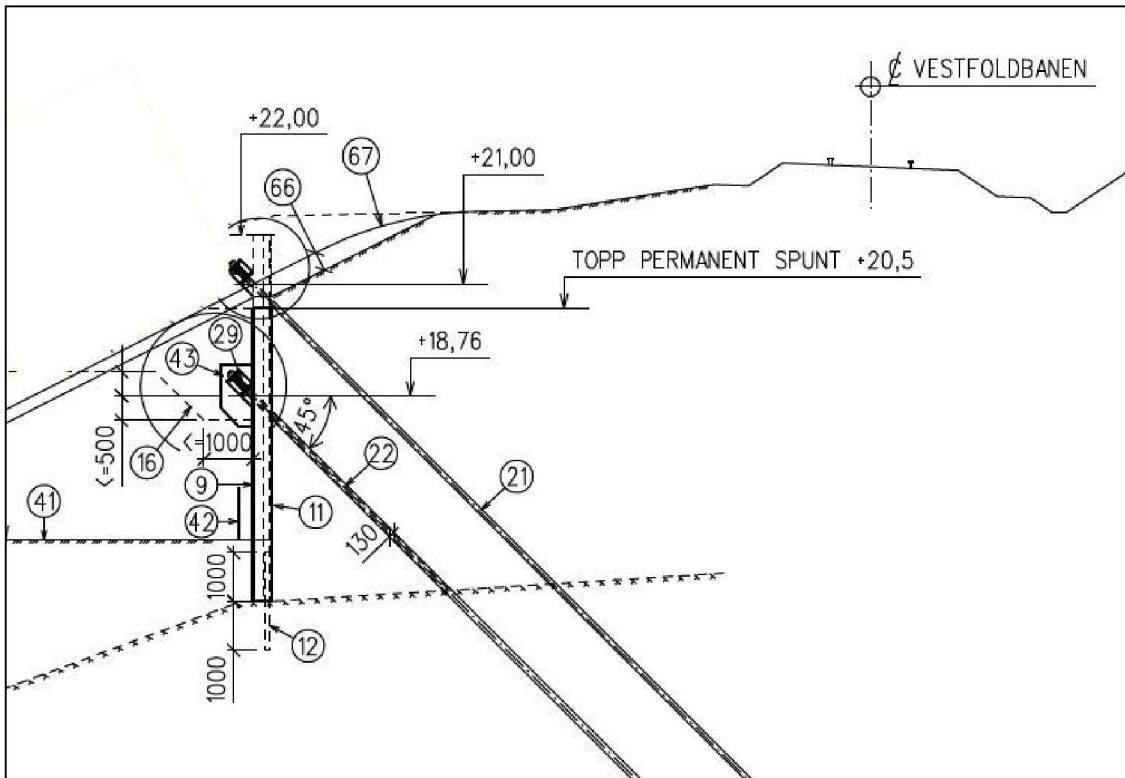




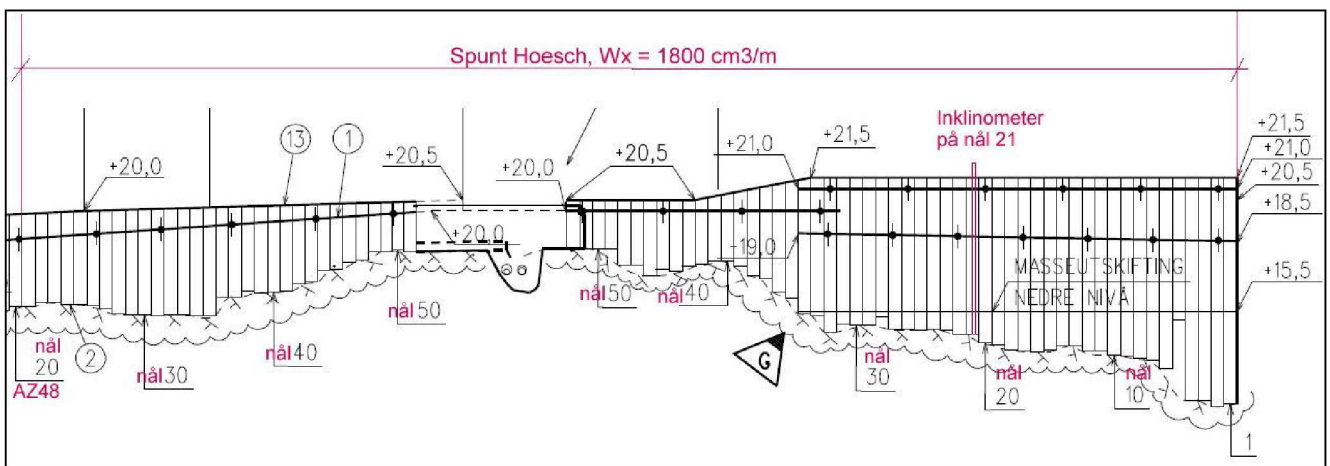




Oppriss av spuntområde der innmåling er foretatt på topp spuntnåler for spunt Hoesch 1800:



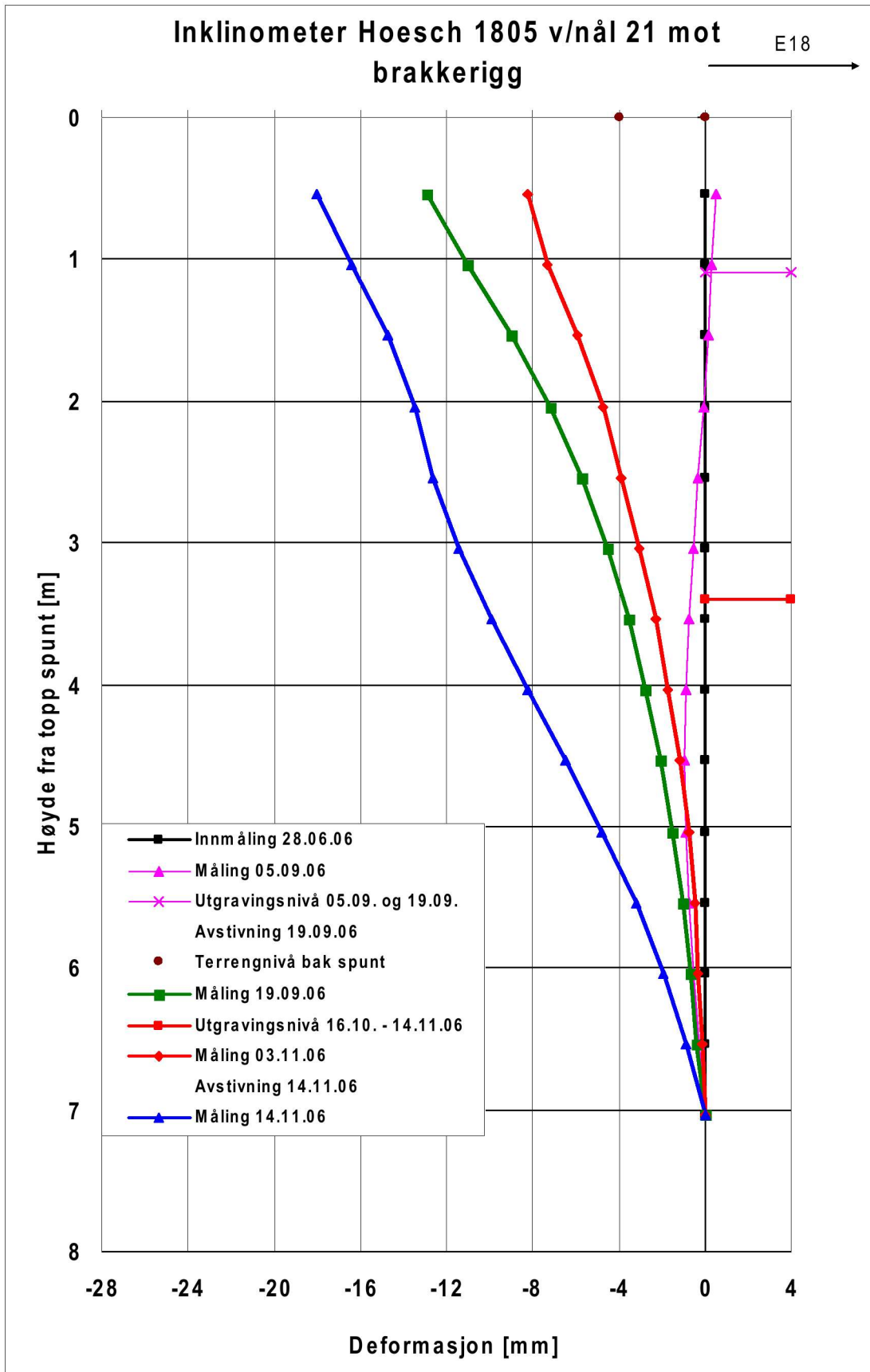
Snittet over er representativt for plassering av inklinometeret på nål 21.

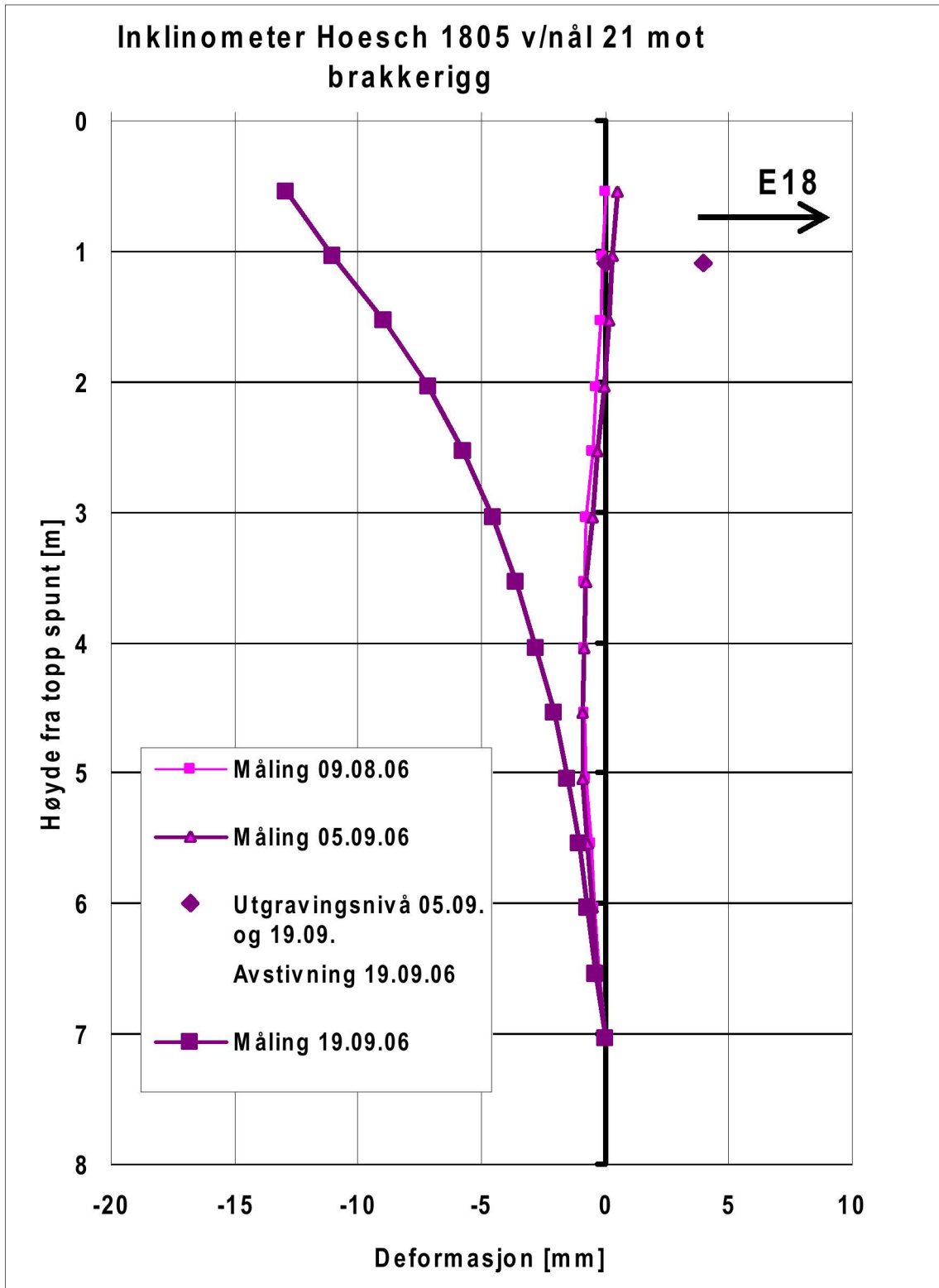


Inklinometer som er målt på Hoesch spunt vises på opprisset over.

Terreng i bakkant av inklinometer 21 ble avgravet opptil 2 m under anleggsperioden. dette var opprinnelig ikke inne i beregningene. Resultatet er at man får mindre belastninger på spunten ut mot byggegropa, og dertil hørende ekstra innpressing pga staglastene.

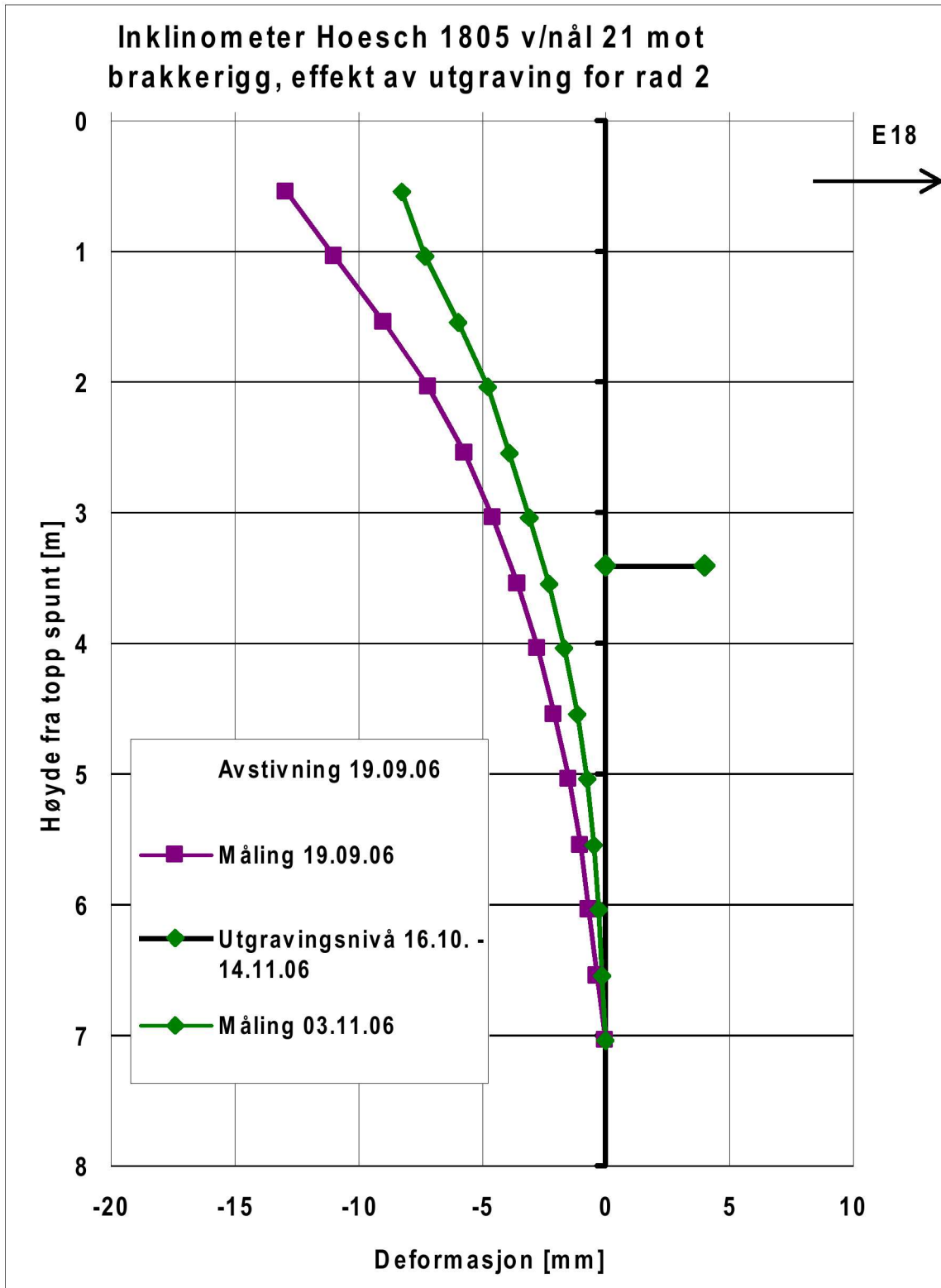
Situasjonen i den permanente situasjonen er som prosjektert. Øverste stagrad kappes og spunten fylles ned.





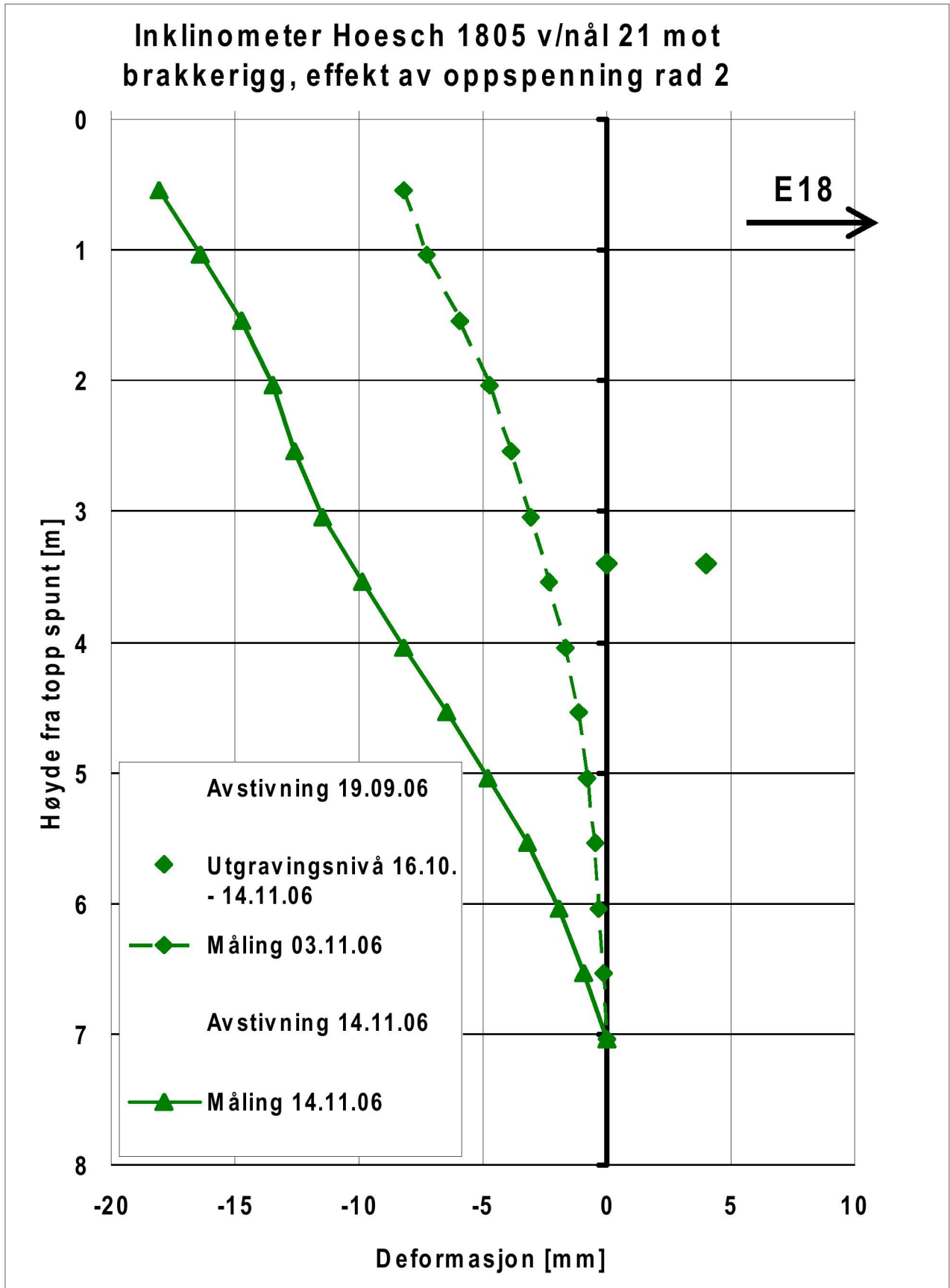
LOGG:

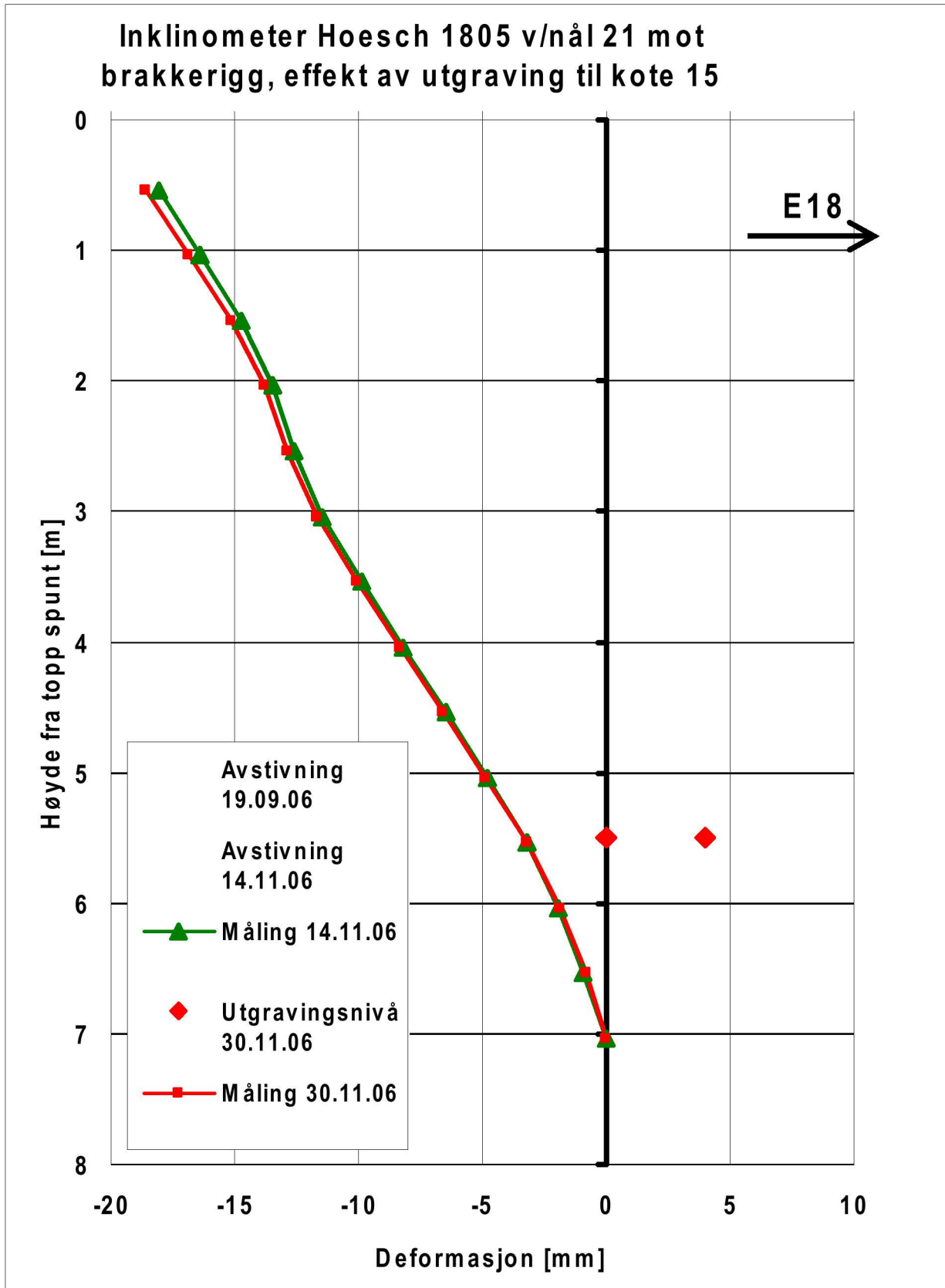
- 28.06.2006 Innmålt før utgraving og etter ferdig rammet og fordyblet = akselinje
- 09.08.2006 Måling etter skjøting inklinometer, noe uoverensstemmelser med dybden?
- 05.09.2006 Utgravet for boring stagrad 1
- 18.09.2006 Spent opp stagrad 1



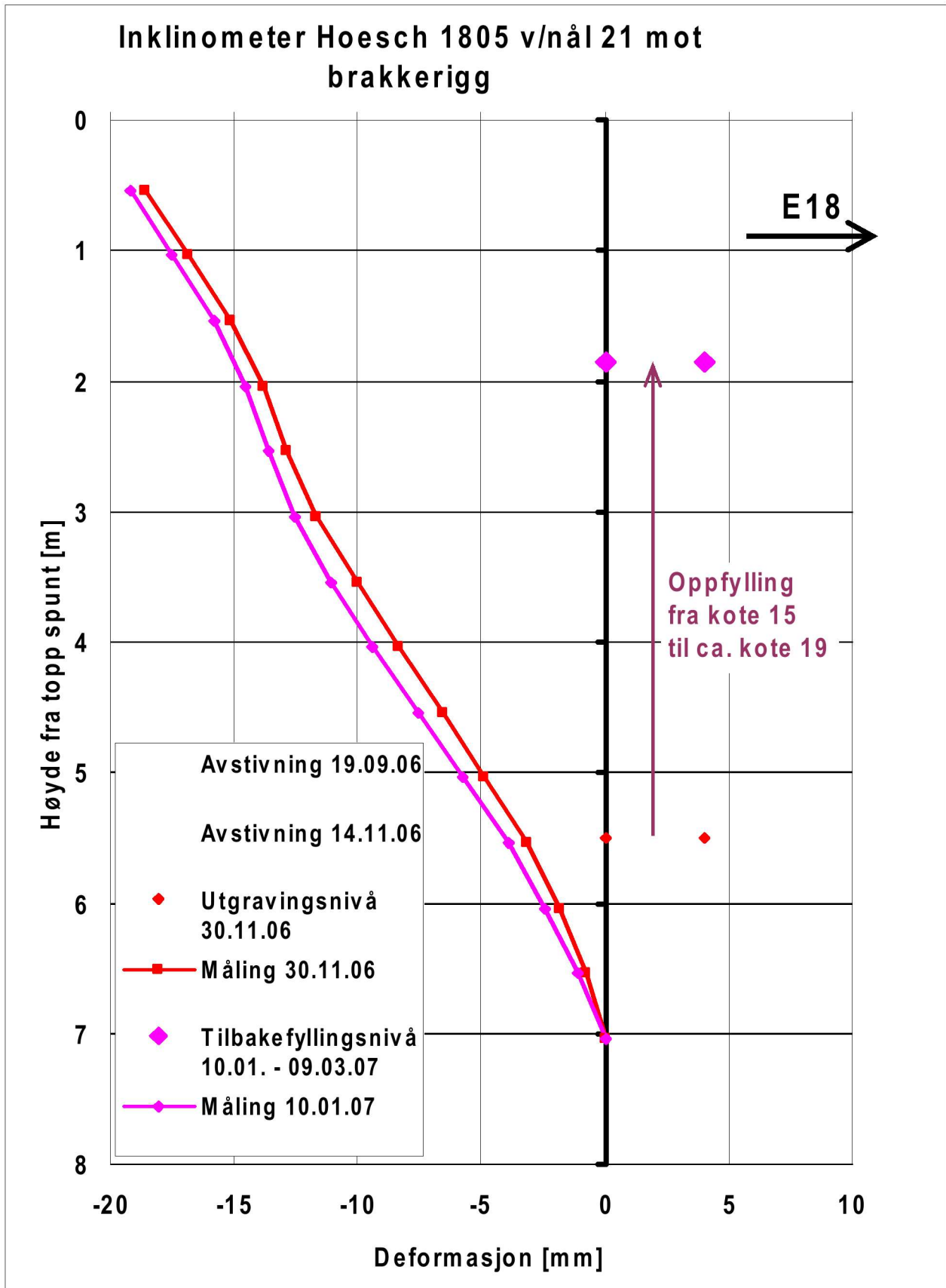
LOGG:

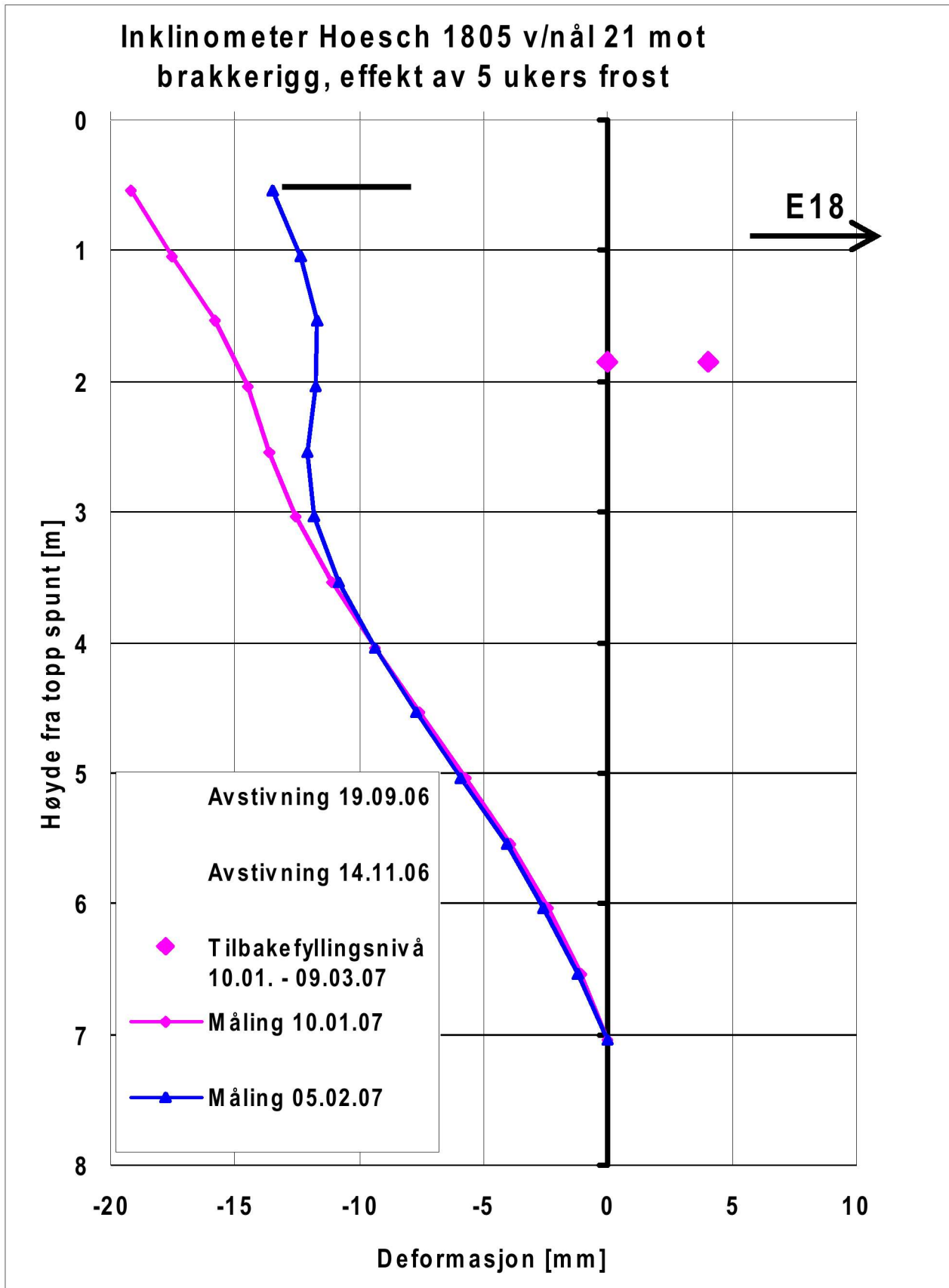
18.09.2006 Spent opp stagrad 1
09.10.2006 Gravet ut for 2.stagrad

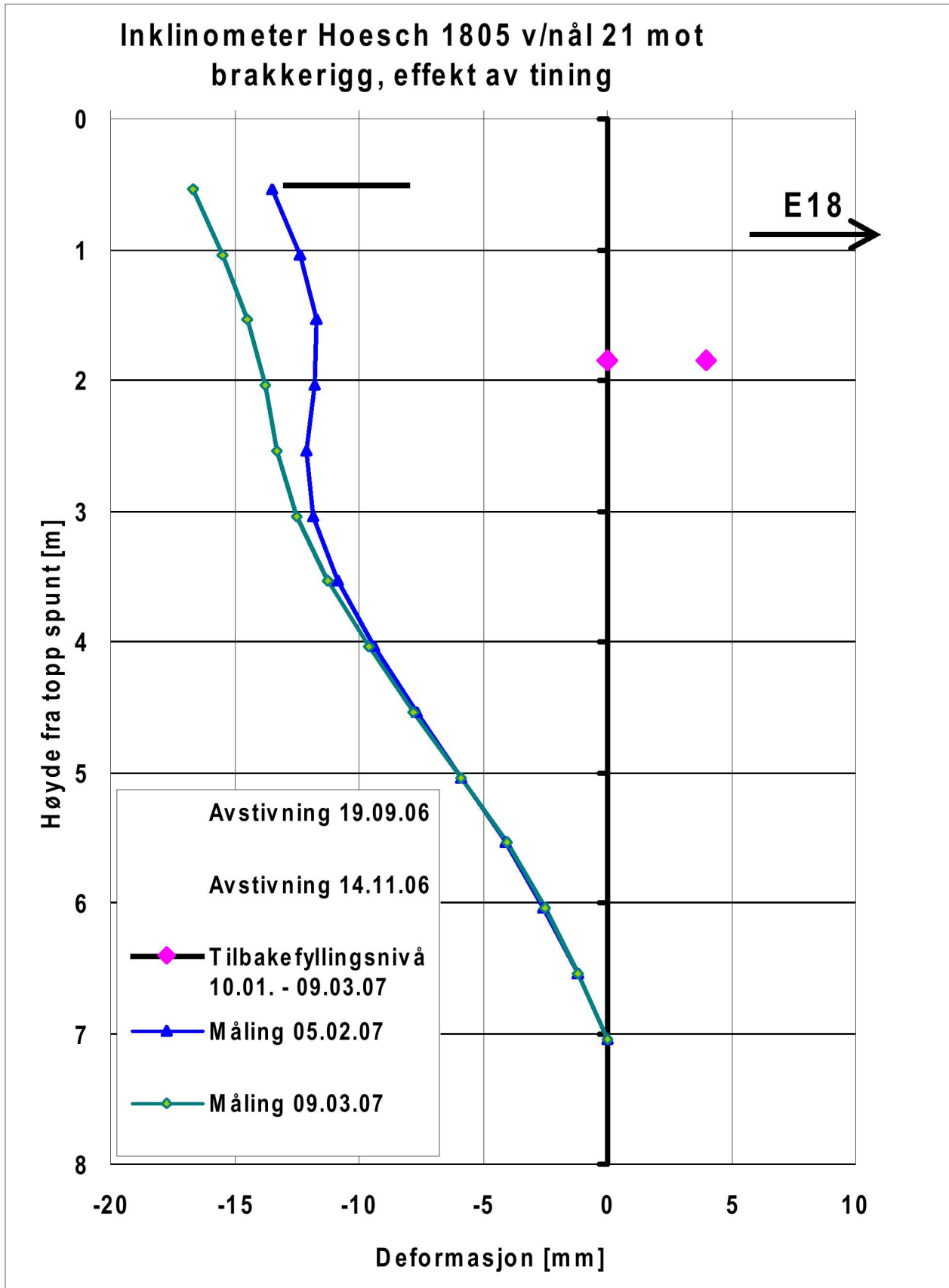


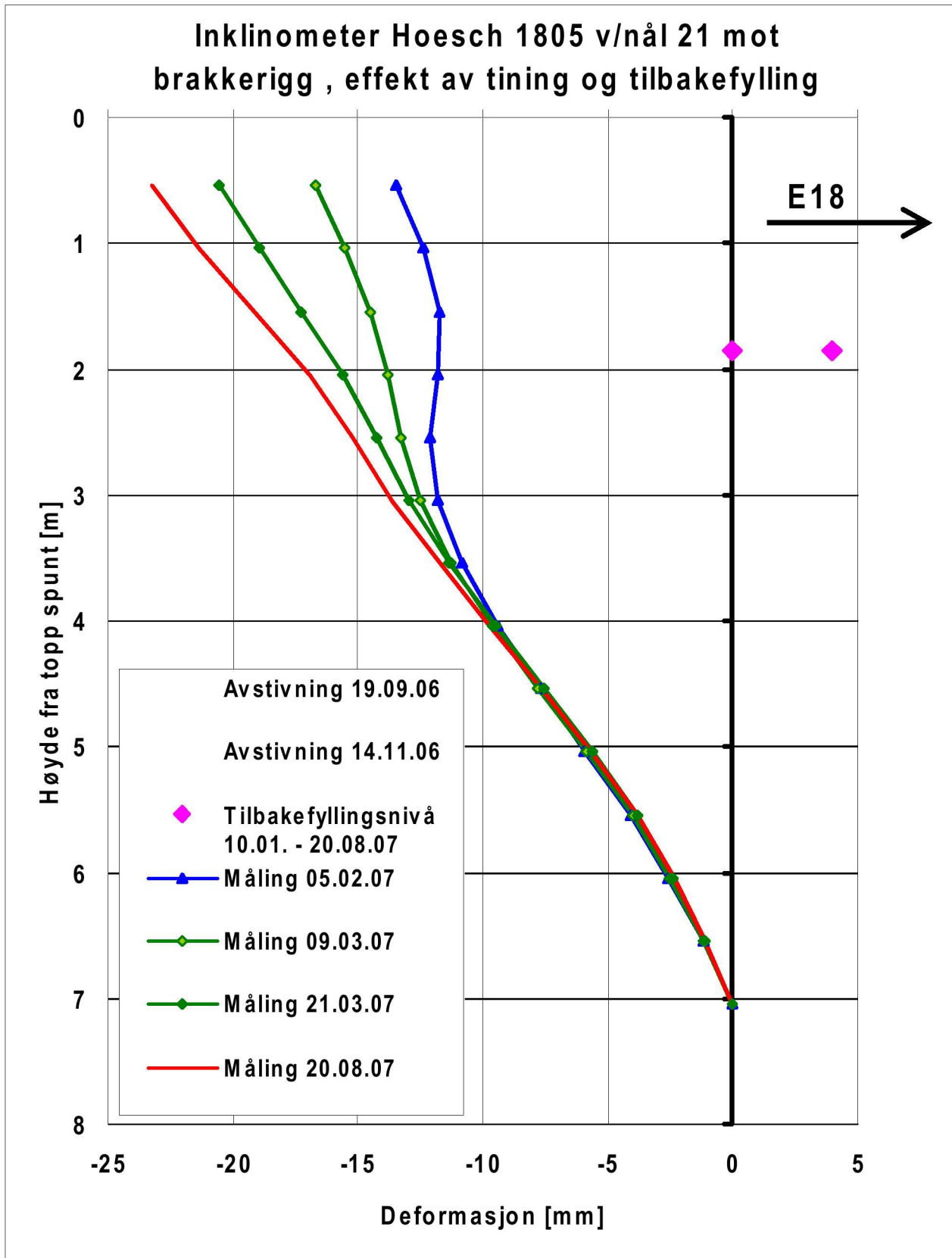


Utgraving til planum kote 15, for utskifting av bløte leirmasser foran spunten.









Den øverste spuntraden ble kappet senere. Dette er det dessverre ikke blitt utført målinger for.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005