



Statens vegvesen

Brurekkverk

Testing av stolper med og uten understøp

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr: 2419



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2419

Tittel

**Brurekkverk
Testing av stolper med og uten understøp**

Utarbeidet av

Ketil Søyland, Norconsult

Dato:

2005-12-02

Saksbehandler

Ketil Søyland

Prosjektnr:

3565100

Kontrollert av

Vidar Veum

Antall sider og vedlegg:

13

Sammendrag

Målsettingen med testen var å sjekke om det var mulig å utelate understøpen under fotplatene for å forenkle byggingen og vedlikeholdet av rekkverket.

Det ble observert betydelige deformasjoner i M20 boltene uten understøp, uten at stolpene deformerte seg i noen særlig grad. Denne forbindelsen har ut fra testresultatene for liten sikkerhet da bruddmekanismen ligger i boltegruppen og ikke i stolpen som forutsatt. Det anbefales derfor ikke bruk av M20 gjengestag uten understøp.

Alle de andre boltegruppene tilfredstilte kravene til sikkerhet ved at den energiabsorberende/plastiske deformasjonen i systemet foregikk i stolpen og ikke i boltegruppen. Alle disse alternativene til innfesting bør kunne aksepteres både med tanke på sikkerhet og vedlikehold da bolter og betong i kantbjelken med stor sannsynlighet vil være intakt.

Summary

Emneord:

Generelt

Innfesting av brurekkverksstolper med fotplate har tradisjonelt blitt utført med understøp mellom fotplaten og bruplatten.

Det hefter imidlertid en del ulemper ved dette, så som arbeids-/ tidskrevende operasjon både ved utførelse og ved utbedring etter en påkjøring. Utstøpningen får også ofte dårlig kvalitet da den i de fleste tilfeller blir utført ved temperaturer under 5 °C. Det har derfor vært ønskelig å undersøke om innfestingen kan ha tilstrekkelig kapasitet uten understøp.

Selv om understøpen kan fjernes, vil det fortsatt være vanskelig å få til en god utstøpning av brukanten pga. oppstikkende boltegrupper.

Av den grunn var det også ønskelig å undersøke en løsning med innstøpte hylser. Ved bruk av disse forenkles utstøpningen av brukant, da innfestingsboltene skrues ned i hylsene etterpå.

Bruseksjonen i Vegdirektoratet har derfor gjennomført tester i full skala for å undersøke hvordan de forskjellige innfestingsvarianter fungerer ved en påkjørsel som gir full flytning i stolpene. Testene ble utført hos Oppland stål a.s., Lalm. Norconsult a.s. var rådgiver i prosjektet og har utarbeidet vedlagte rapport.

Tittel: BRUREKKVERK TESTING AV STOLPER MED OG UTEN UNDERSTØP	Dato: 2005-01-18 Revidert:
Skrevet av: Ketil Søyland	Prosjekt nr.: 3565100 Oppdragsleder: Ketil Søyland
Oppdragsgiver: VEGDIREKTORATET	Firmaansvarlig: Stein Tidemann Oppdragsgivers rep.: Vidar Veum



INNHOLDSFORTEGNELSE

1	<i>Innledning</i>	2
2	<i>Testoppsett</i>	2
2.1	Geometri	2
2.2	Innfesting av stolper	2
2.3	Bilder av stolper og innfesting før testing	3
2.4	Ytre last	8
3	<i>Resultater</i>	8
3.1	Måledata	8
3.1.1	Stolpe 1 til 3: M20 innstøpte hylser, uten understøp	9
3.1.2	Stolpe 4 til 6: M20 innstøpte gjengestag, uten understøp.....	10
3.1.3	Stolpe 7 til 9: M20 innstøpte gjengestag, med understøp.....	11
3.1.4	Stolpe 10 til 12: M24 innstøpt gjengestag, uten understøp	12

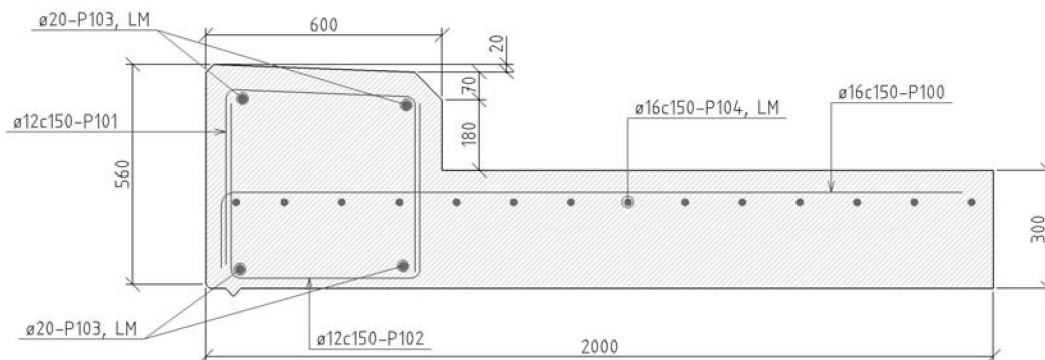
1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra testing av stolper utført i Lalm hos Oppland Stål den 15. desember 2004. Hensikten med testene var å finne ut om det er mulig å utelate understøpen under fotplatene ved bruk av M20 innstøpte gjengestag som kreves for dagens standard brurekkverk. Det var også et ønske om å sjekke om det er mulig å bruke hylser eller å øke boltedimensjonen til M24 innstøpte gjengestag uten understøp.

2 TESTOPPSETT

2.1 Geometri

Fundamentet var 2,0 m bredt og 13,0 m langt. Dette tillot plassering av 12 stolper cc 1,00 m. Kantbjelken var utformet og armert tilsvarende en brubjelke på en vanlig veibru. Dette for å sjekke om det oppsto noen riss rundt boltene. Fundamentet for stolpene ble støpt den 16. november 2004.



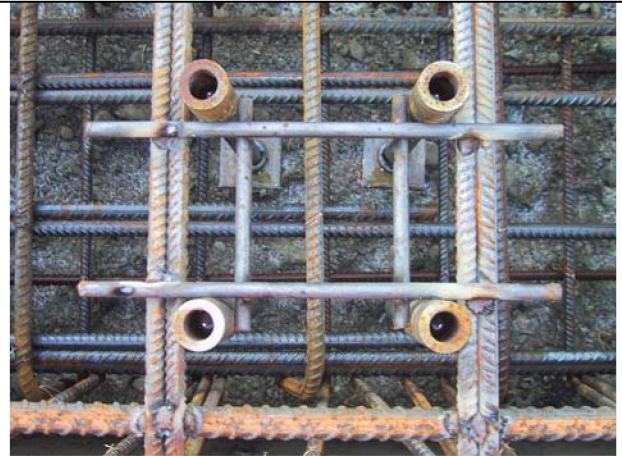
Figur 1: Fundament, tverrsnitt

2.2 Innfesting av stolper

Det ble lagt opp til å teste 4 forskjellige innfestingsmetoder, med 3 stolper i hver serie. De forskjellige typene var:

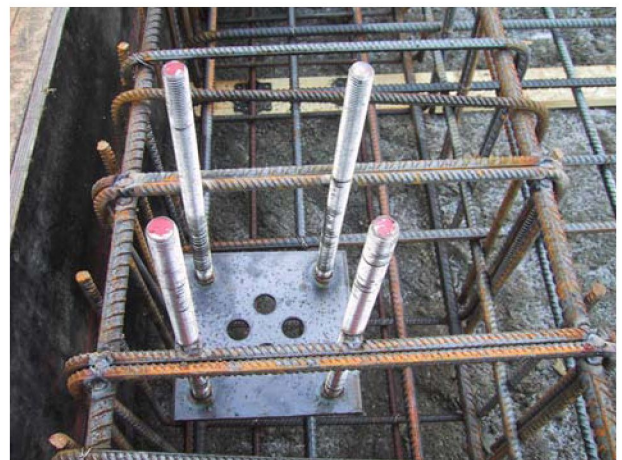
- Stolpe 1 til 3: M20 innstøpte hylser, uten understøp
- Stolpe 4 til 6: M20 innstøpte gjengestag, uten understøp
- Stolpe 7 til 9: M20 innstøpte gjengestag, **med** understøp
- Stolpe 10 til 12: M24 innstøpte gjengestag, uten understøp

Hylsene som var brukt for stolpene 1 til 3 var produsert av Metaloc AS i Drammen. Disse hylsene består av et armeringsjern som er friksjonsveiset til en forankringsplate og en hylse i syrefast stål. Denne hylsen var 60 mm lang slik at hylsen går dypere enn minimums overdekning. Se figur 2 a) og b) for bilder av hylsene. Stolpene ble deretter festet med gjengestag som var skrudd ned i hylsene. Bildene i figur 2 c) og d) viser boltegrupper med innstøpte gjengestag.



a) Hylser brukt i stolpene 1 til 3

b) Hylser brukt i stolpene 1 til 3



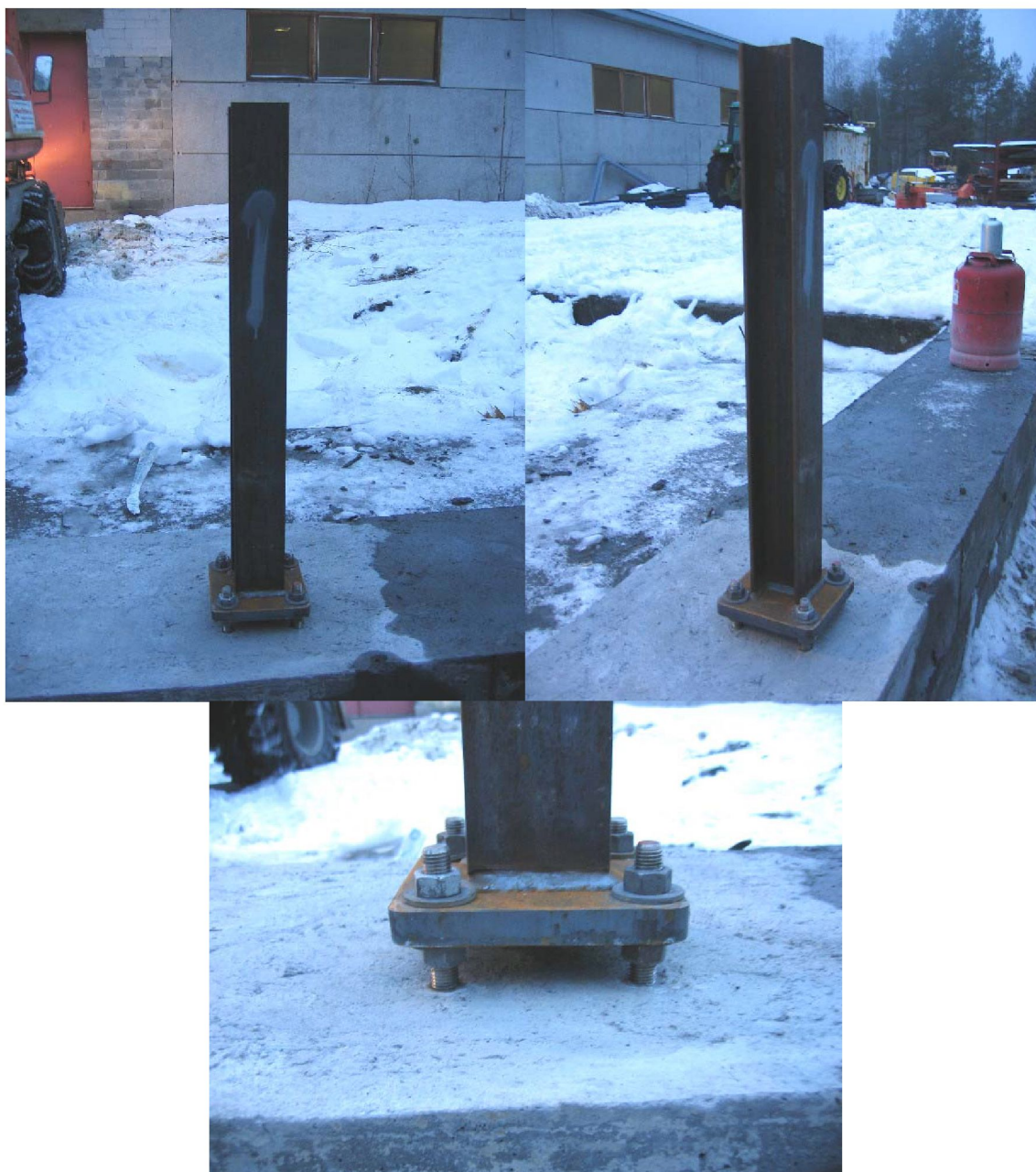
c) M20 gjengestag brukt i stolpene 4 til 9

d) M24 gjengestag brukt i stolpene 10 til 12

Figur 2, Forskjellig type innstøpningsgods.

2.3 Bilder av stolper og innfesting før testing

Figurene 3 til 6 viser bilder av de forskjellige innfestingsmetodene ferdig montert og klare for testing. Stolpene og innstøpningsgodset var montert slik at det ble ca 50 mm mellom betong og fotplaten for å få frem minimum kapasitet i boltegruppen. Normalt monteres boltegruppene med ca 30 mm klaring mellom betong og fotplate. 50 mm er maksimum av hva som aksepteres.



Figur 3: Stolpe 1 – 3, stolpe 1 vist



Figur 4: stolpe 4 – 6, Stolpe 4 vist



Figur 5: Stolpe 7–9, stolpe 7 vist



Figur 6: Stolpe 10 –12, stolpe 10 vist

2.4 Ytre last

Stolpen ble påført en horisontal last ved hjelp av en gravemaskin. Gravemaskinen stod på "brusiden" av rekkverket og svingte om sin akse for å påføre lasten. Grabben til gravemaskinen var fylt med ca 800 kg sand. Total vekt på gravemaskinens grabb ble ikke målt. Størrelsen på lasten er derfor usikker, men var stor nok til å påføre stolpene plastiske deformasjoner.

Da det ikke lot seg gjøre å få gravemaskinen plassert sentrisk langs kantbjelken var det ikke mulig å få en last som ble påført perfekt i stolpens sterke akse (x- retning.) Dette ga, som resultatene viser, deformasjoner i y-retningen også. Lasten ble påført 600 mm over ferdig brudekke som er høyden føringskinnen er festet på.

Hastigheten til lasten var ikke vesentlig for utfallet av testene, da FEM analyser har vist at egenfrekvensen til stolpen/systemet er så høy at det ikke vil bli noen vesentlig dynamisk forsterkning av lasten for kollisjoner ved normal hastighet. Lastens påføringshastigheten kan ha noe innvirkning på eventuell fastning i stålet, som vil gi stolpen og boltegruppen en noe stivere respons. Hastigheten i testingen var trolig noe lavere enn ved en fullskala test og vil derfor være til sikker side.

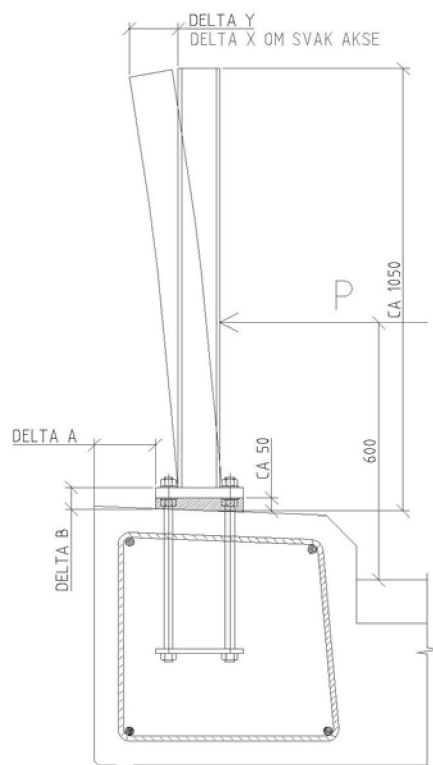
3 RESULTATER

3.1 Måledata

Målinger ble foretatt før og etter hver test for å bestemme utbøyningen av stolpene, deformasjoner i bolter og fotplater, samt eventuelle riss i understøp eller fundamentet.

Stolpene var ca 1050 mm høye inklusiv understøp og deformasjoner ble målt i toppen. Det ble også målt hvor mye fotplaten ble forskjøvet i lastretningen, eventuelt trykket ned i forkant.

I tillegg ble det observert om det var eventuelle riss og avskallinger i understøpen og i betongen rundt boltene. Figuren nedenfor viser hvilke mål som ble tatt.



Figur 7: Fundament, tverrsnitt

3.1.1 Stolpe 1 til 3: M20 innstøpte hylser, uten understøp

Stolpe	Delta Y (mm)	Delta X (mm)	Delta A (mm)	Delta B (mm)
1	50	50	2	4
2	26	2	3	6
3	34	10	3	4

Hylsene fungerte i testen som forutsatt, ved at betongkonstruksjonen ikke påføres skader som må repareres etter et krasj. Det kan observeres deformasjoner i gjengestagene som er skrudd ned i de innstøpte hylsene. Disse deformasjonene var små i forhold til deformasjonene i stolpene. Det ble ikke observert noen skader eller deformasjoner i hylsene som vil kreve reparasjoner. Fotplaten ble som forventet forskjøvet tilsvarende "slarken" i hullene pluss deformasjonen i boltene. Bildene i figur 8 viser de deformerte gjengestagene.



Figur 8: Typisk deformasjon ved fotplaten for stolpene 1 til 3

3.1.2 Stolpe 4 til 6: M20 innstøpte gjengestag, uten understøp

Stolpe	Delta Y (mm)	Delta X (mm)	Delta A (mm)	Delta B (mm)
4	40	18	12	5
5	24	6	4	ikke målt
6	18	5	7	ikke målt

Det ble observert lite utbøyning i stolpen fra lasten. Utbøyningen som ble målt var i hovedsak på grunn av at boltegruppen ble deformert og at fotplaten roterte. Boltene ble betydelig deformert på grunn av lasten og må byttes ut før ny stolpe monteres. Dette var spesielt tydelig for stolpe nr 4 der en av boltene i fremkant var helt ute av lodd. Betongen rundt bolten var avskallet i den øvre sonen pga. deformasjoner i bolten. Det var ikke tegn på at denne avskallingen gikk dypt ned i tverrsnittet. Det ble ikke observert synlige riss i betongen som var beskrevet i rapporten fra FEM-analysen. Bildene i figur 9 viser de deformerte gjengestagene. Resultatene fra denne testen kan stille spørsmål om sikkerheten til en slik boltegruppe, da denne tydeligvis har mindre kapasitet enn stolpen. Dette er en egenskap som ikke er ønsket da systemet kan få en mindre duktil kollaps.

Det bør bemerkes at stolpene var satt med 50 mm fri avstand, som er den største tykkelse på understøp som aksepteres. En normal fri avstand på 30 mm vil trolig være vesentlig sterkere og muligens ha kapasitet til at bruddmekanismen forblir i stolpen.



Figur 9: Typisk deformasjon ved fotplaten for stolpene 4 til 6

3.1.3 Stolpe 7 til 9: M20 innstøpte gjengestag, med understøp

Stolpe	Delta Y (mm)	Delta X (mm)	Delta A (mm)	Delta B (mm)
7	15	Ikke målt	≈ 0	≈ 0
8	25	18	≈ 1-2	≈ 0
9	26		≈ 1-2	≈ 0

Det ble ikke observert noen deformasjoner i boltegruppen. Understøpen virker som har fordelt trykket slik forutsatt. Det ble observert at platen ble forskjøvet i lastretningen tilsvarende "slarket" i hullene. Understøpen ble som bildene viser delvis skadet. Innenfor boltene var understøpen intakt. Boltene var også intakte og kan brukes om igjen. Det virker som at det ble noen avskallinger i understøpen langs sidekantene pga. forskyvningene til platen og trykket som ble overført i ytterkant av platen fra lasten. Bildene i figur 10 viser skadene på understøpen.



Figur 10: Skader på understøp for stolpene 7 til 9

3.1.4 Stolpe 10 til 12: M24 innstøpt gjengestag, uten understøp

Stolpe	Delta Y (mm)	Delta X (mm)	Delta A (mm)	Delta B (mm)
10	26	21	≈ 0	≈ 0
11	24	19	≈ 0	≈ 0
12	40	39	≈ 0	≈ 0

Det ble ikke observert noen deformasjoner i boltene eller fotplaten. All rotasjon skjedde i stolpen. Boltgruppen fungerte som forutsatt. Figur 11 viser bilder fra testen.



Figur 11: Typisk deformasjon ved fotplaten for stolpene 10 til 12



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (47) 22 07 35 00
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005