

0 GENERELT

01 Dette bladet gir en oversikt over forskjellige metoder som kan være aktuelle ved utbedring av eldre bygningsfundamenter eller refundamentering. Bladet gir også opplysninger om de vanligste skader på fundamenter og kjellervegger.

Nærmere beskrivelse av hvordan fundamenter og grunnmur ble utført i eldre bygninger er gitt i byggdetaljblad A 521.701.

02 Fundamentenes tilstand kan være avgjørende for om en bygning kan eller bør utbedres. Omfattende reparasjoner eller refundamenteringer er svært kostbare å utføre og må derfor vurderes grundig på forhånd. En rimelig grad av skjevheter og sprekker i en gammel bygning bør kunne aksepteres dersom setningene har stan- set. Alle større refundamenteringsarbeider krever faglig bistand til vurdering av geotekniske og byggetekniske forhold.

03 En teknisk tilstandsanalyse, eventuelt også en antikva- risk undersøkelse av fundamenter og grunnmur, bør alltid utføres i forbindelse med en utbedringssak. Hvor omfattende analysen skal være, vil bl.a. avhenge av bygningens størrelse, alder, grunnforhold ev. bruks- endring osv. Analysen kan omfatte:

- Undersøkelser i arkiver (f.eks. i bygningskontrollen) for om mulig å kartlegge grunnforholdene
- Oppmåling av fundament og grunnmur
- Registrering av skader
- Befaring/graving i grunnen
- Sprekkundersøkelser
- Grunnundersøkelser, (sonderboring, prøvetaking etc.)
- Registrering av setninger også over tid (presisjonsni- vellering, presisjonssetningsmåling)
- Beregning av fundamentlaster (statisk system)
- Måling av grunnvannsstand/poretrykk
- Nivellering og opplodding av grunnmur og ytter- vegger
- Spenningsmåling i eksisterende strekkbånd
- Vibrasjonsmålinger
- Kontroll av materialkvalitet

04 Utbedring av et bygningsfundament kan føre til store problemer med tilliggende bebyggelse, f.eks. ved at bygninger som fremdeles setter seg, henger seg opp i bygninger som er utbedret. Forsterkning eller refunda- mentering må derfor alltid vurderes i en større sammen- heng.

05 Ved refundamentering vil gjerne spørsmålet om opp- retting av oppstående skjevheter i bygningen melde seg. Slik oppretting er ofte mulig ved oppjekking av trehus. Murte konstruksjoner er imidlertid svært ømfintlige for bevegelser og bør i regelen ikke rettes opp.

06 Det vises til følgende byggdetaljblad:

- A 514.221 Drenering av byggegrunn
- A 521.701 Eldre bygningsfundamenter. Metoder og materialer
- A 521.811 Telesikring av uoppvarmede bygninger
- A 523.121 Fuktbeskyttelse av vegg mot terreng

1 SKADER

11 Forvitring

111 *Naturstein*. Holdbarheten av og styrken i stein er be- stemt av mengden og fordelingsmønsteret av de minste og svakeste mineralene. Når disse mineralene slites bort, bryter sammen eller oppløses, blir det ingen sam- menheng mellom de andre, sterkere mineralgruppene. Steinen består da bare av en samling løse partikler. Dersom overflaten først har fått skade ved frostspreng- ing, saltsprenging, utvasking eller lignende, skjer vi- dere nedbryting i økende tempo. Det tar som oftest lang tid før steinen begynner å forvitte, men spesielt kalk- stein, sandstein og skifer kan være utsatt for forvitring som skaper problemer.

112 *Teglstein* er et porøst materiale som vil trekke fukt. Fukten medfører først og fremst frostska- der som gir seg til kjenne ved spalting og eksfoliasjon av overflaten pa- rallelt med muren. Det hender også at store kontinuerli- ge sprekker totalt ødelegger steinen. Teglstens frostmotstand er avhengig av materialfaktorer som po- refordeling, vannabsorpsjon og styrke. Ytre faktorer som fuktpåvirkninger fra klima, antall frysninger og fry- se hastigheten er også viktige.

12 Råte

Råtesopp er den viktigste årsaken til skade på trevirke. Næring finner soppen i trevirke, og for at den skal trives må temperaturen være mellom 0° til + 40°C, og trevirket må inneholde minst 20 % vann i forhold til treets tørr- vekt. Et viktig moment når det gjelder fundamenter av tre er at oksygen må være tilgjengelig. Råtesopp er nærmere behandlet i byggdetaljblad G 462.112.

Flåte- og pælefundamenter er utsatt for angrep av råte- sopp når grunnvannsstanden synker under toppen av fundamentene. Fig. 12, se også pkt. 151.

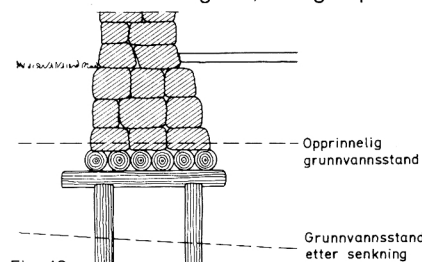


Fig. 12
Grunnvannssenkning fører til at flåte og trepæler utsettes for luft og derfor råtner.

13 Insekter

Insekter kan angripe trefundamenter over bakkenivå. Stripet borebille, husbukk og stokkmaur er de treborende insektene som gjør mest skade. Spesielle deler av landet er mer utsatt for angrep enn andre. Temperaturen må være mellom 0° og + 30°C for at insektene skal være aktive. Trevirke som allerede er skadet av råtesopp, er spesielt utsatt for angrep fra treborende insekter. Det samme gjelder bolverkskar og pæler i strandkanten. Se ellers byggdetaljblad G 462.111.

14 Fuktskader

Murer hvor kalk og leire er benyttet som bindemiddel, suger ofte fuktighet. Dette har stort sett ikke ført til større problemer så lenge muren har stått ubehandlet eller har vært pusset med kalkmørtel. Lokale reparasjoner med sementmørtel på en opprinnelig kalkslemmet og kalkmurt grunnmur har imidlertid virket lite tilfredsstillende. Sementmørtelen som er relativt tett, har forstyrret fuktbalansen i muren. Mørtelen puster ikke nok, og fukt får ikke slippe ut. Fukten må således trenge lenger opp i muren før den finner utgang. Se fig. 14 a–c. Gamle bygninger omgis ofte av terreng som p.g.a. avfall, tilfeldige oppfyllinger, asfaltering o.l. ligger høyere enn opprinnelig. Murverk og ev. trekonstruksjoner som aldri er tenkt å komme i kontakt med jord, kan på denne måten få omfattende fuktskader.

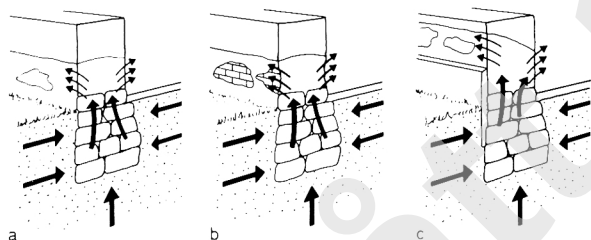


Fig. 14

Fuktskade på grunnmur

a Fukt trenger opp gjennom muren.

b Den gamle pussen forvitrer.

c Ved reparasjon av gamle «sår» blir avdunstingssonen bare flyttet høyere opp i muren.

141 **Frostsprenging.** Vann som trekker opp i eller ut gjennom muren, kan fryse og sprengne den i stykker. Mørtelmaterialet smuldrer opp og mister bindeevnen. I kistemurer forekommer det at kjernen sprenges i stykker og at skallene blir stående uten særlig binding.

142 **Saltutslag.** Fuktvandring i fundamentmurer kan føre med seg lettøselige salter som finnes i mørtel og steinmaterialer. Disse stoffene føres ut mot ytterflaten der vannet fordunster og saltene krystalliserer. Saltutslaget gir en skjemmende overflate. Krystalliseringen kan også ha skjedd et stykke innenfor steinen eller pussoverflaten og medføre saltsprenginger som kan ødelegge yttersjiktet av puss eller steinmaterialet. Se fig. 142.

15 Setninger

151 **Grunnvannssenkning** er en hovedårsak til setninger i bygninger. Setninger oppstår på grunn av at spenningene i grunnen øker og forårsaker en sammenpressing av kompressible jordlag. Videre kan flåtefundamenter og øvre del av trepæler råtne når grunnvannstanden synker.

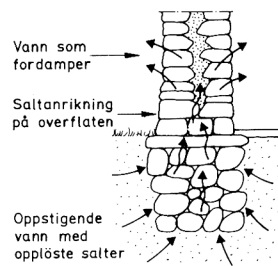


Fig. 142

Fuktvandring og saltutslag i murverk

Endring i grunnvannsstand eller poretrykk i grunnen kan være resultatet av ett eller flere forhold.

- Landheving som følge av den siste istiden pågår ennå.
- Spesielt i byene har det mange steder foregått grunnvannssenkning på grunn av drenering. Grøfter og ledninger er lagt under grunnvannsnivået og har bidratt til å senke dette. Nybygg med dype fundamenter og kjellere kan ha medført drenering av grunnen. Videre har tunneldriving gjennom utett fjellgrunn ført til drenering. Lokale grunnvannsmagasiner kan også være berørt ved fjerning av terskler.
- I byer og tettsteder har mer og mer av terrengoverflaten blitt bygd ut eller dekket med asfalterte veier og plasser. I tillegg er det foretatt effektiv bortledning av overflatevannet via dreneringssystem. En mindre del av nedbøren kommer ned i grunnen, og dette er med på å senke grunnvannsstanden.
- Løvtrær med store røtter har et stort vannbehov. De kan i ugunstige tilfeller dra så mye vann fra grunnen at en får lokal grunnvannssenkning og fare for setningsskader.

152 **Grunn med liten bæreevne.** En rekke eldre bygninger er fundamentert uten at en tok tilstrekkelig hensyn til grunnens bæreevne. Alt i byggefasen kan bygningen har begynt å sige. Der setningene er store, har fundamentet eller grunnmuren slått sprekker.

153 **Ujevn dybde til fjell.** Der bygningen dels ligger fundamentert direkte på fjell, dels på masser med dårlig bæreevne, har en fått skjevsetninger. I murbygninger kan slike setninger få store konsekvenser. Sprekker kan spre seg oppover i etasjene og i verste fall gå ut over bygningens stabilitet.

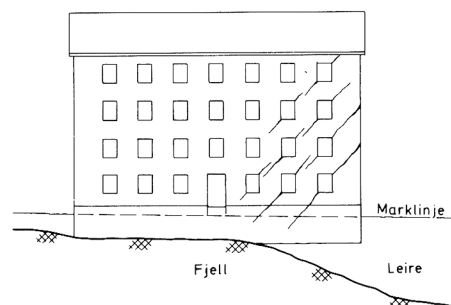


Fig. 153

Setningsskader p.g.a. ujevn dybde til fast fjell

154 **Utgraving** innunder fundamenter og dårlig etterfylling kan forårsake lokale setninger. Ved høy belastning og ugunstige grunnforhold kan utgraving selv ned til fundamentnivå forårsake setninger, se fig. 154.

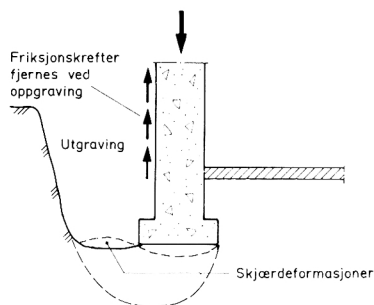


Fig. 154
Utgraving som kan gi lokale setninger

- 155 *Økt belastning.* Bygninger som har stått uten skader i mange år, kan få setninger dersom en endrer belastningsforholdene. Bruksendring kan være årsak til skjevsetninger og andre skader på fundamentet.
- 156 *Fjerning av nabohus.* I byer hvor større bygninger står tett inntil hverandre, har en eksempler på at riving av et hus kan føre til at fundamentene i nabobygningen har blitt stående uten sidestøtte. Utglidning som følge av slike forhold kan ha alvorlige konsekvenser for bygningens stabilitet.

- 16 Horisontale bevegelser i grunnen
I skrått terreng og ved oppfylling av terreng kan skader i form av inntrykking av fundament og kjellervegger oppstå p.g.a jordtrykk eller dårlig stabilitet. I visse tilfeller kan horisontalbevegelser også skyldes teletrykk, temperaturvekslinger eller fuktvariasjoner.

- 17 Teleløfting/underfrysing
Eldre småhus er sjelden fundamentert til frostfri dybde dersom de ikke har kjeller. På telefarlig grunn kan skadene på småhusfundamenter være omfattende på grunn av underfrysing eller telens sidegrep. Skadene er normalt mer omfattende på murer der det er benyttet bindemiddel i fugene. Mer overfladiske skader kan oppstå i forbindelse med laftede hus. Se fig. 17.

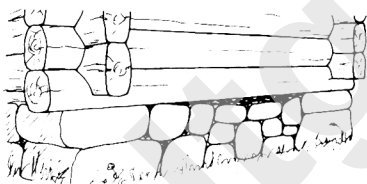


Fig. 17
De utfyllende partier mellom punktfundamenterte laftehus synker ofte sammen uten at dette betyr noe for bygningens stabilitet.

- 18 Alunskifer
Alunskifer inneholder svovelkis som ved oksygentilførsel (f.eks. ved senket grunnvannsstand) blir omdannet til svovelsyre. Denne syren angriper betong og metall. Svovelsyre og kalk danner gips. Når denne prosessen foregår, skjer det en volumutvidelse som i verste fall kan løfte fundamentet. Fundamentskader i forbindelse med alunskifer er først og fremst knyttet til Oslo-området.

2 UTBEDRINGSMETODER

21 Tiltak mot fuktskader

- 211 *Plastring av grunnmuren* benyttes en del i utlandet for å

hindre at vann blir trukket kapilært opp i murverk. Metoden som er lite benyttet her i landet, går ut på å etablere et kapilærbrytende sjikt ved boring og innsprøyting av en blanding av polyester og steinmel.

- 212 *Elektro-osmose* kan også benyttes for å hindre kapillær oppsugning av vann i murverk. Det legges inn elektroder i overgangen mellom fundament-grunnmur og i jordmassen. Ved å endre de elektrostatiske forholdene kan en minske den kapillære stighøyden.

- 213 *Drenering og lufting* av fundamentet kan i enkelte tilfeller gi bra resultater ved at fukttilgangen reduseres. Fig. 213.

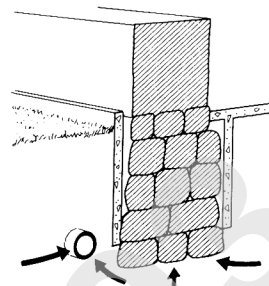


Fig. 213
Drenering og lufting av fundament

Drenering og fuksikring utvendig på kjellervegger utføres etter oppgraving som for nye vegger, se byggdetaljeblad A 523.121.

- 214 *Spekking av fuger* med kalkmørtel hindrer ikke at fukt trenger inn i murverket, men kan bidra til å minske omfanget av skader der en tidligere har brukt feil mørtel ved utbedring. Ren kalkmørtel er åpen slik at fukt som blir tilført, lett kan fordampe.

Løs og dårlig mørtel hogges bort, og fugene koster rene for støv og mørtelrester. Fugen fuktes, og det spekkes med en kalkmørtel som er mest mulig lik den som opprinnelig ble benyttet. Muren bør ikke utsettes for sol eller nedbør den første tiden.

- 215 *Inngysing av mørtel* har vært benyttet i midtrommet på kistemurer. Metoden styrker selve muren og bidrar til å hindre skadelig fuktinntrenging. Løsmassen inne i muren bør i størst mulig grad fjernes ved utgraving eller vannspyling. Sementmørtel gyses inn via åpninger i yttermuren. Et stort antall åpninger vil gi best fordeling av mørtelen. Fig. 215.

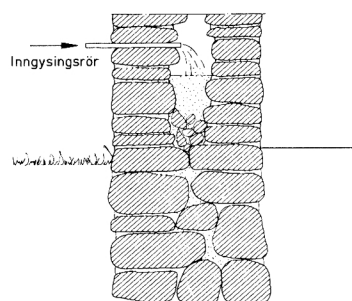


Fig. 215
Inngysing av betong i kistemur

22 Hindring av teleskader

Bevegelser i grunnmur/fundament p.g.a. tele kan ofte hindres eller reduseres ved å legge ut markisolasjon langs bygningen eller deler av den. Et problem er at den

gamle konstruksjonen vil virke som kuldebro hvor frosten kan trenge ned til tross for isolasjonstiltak. Fig. 22. Dimensjonering av markisolasjon er vist i byggdetaljblad A 521.811.

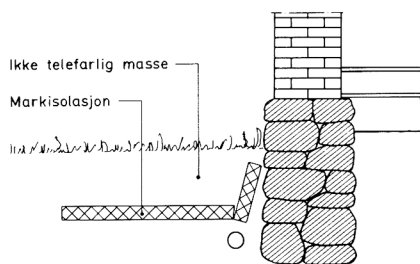


Fig. 22
Telesikring av fundament med markisolasjon

23 Heving av grunnvannsstanden

Heving av grunnvannsstanden kan ha som siktemål å hindre at eksisterende bæresystemer av treverk i områder med synkende grunnvannsstand ikke får skader. Trevirket må være friskt i utgangspunktet, ellers har metoden lite for seg. I grunn der det pågår setninger, kan det være aktuelt å stoppe disse ved å øke poretrykket i grunnen. En lokal øking av grunnvannsnivået vil da normalt ikke være tilstrekkelig i tette masser, og det må foretas infiltrasjon av grunnen gjennom permeable jordlag.

- 231 *Kontrollert vanning* av treverket i flåter o.l. innebærer at en fyller opp det øvre grunnvannsmagasinet for å hindre at treverket blir liggende over vannflaten. Det graves en brønn ved siden av muren til overkant flåte. Brønnen tilføres vann slik at vannspeilet alltid står over treverket. Dette kan sikres ved å installere en automatisk nivåregulator. Det bør monteres flere observasjonsrør langs bygningen for kontroll av vannstanden. Kontrollert vanning krever et permanent overvåkingssystem.

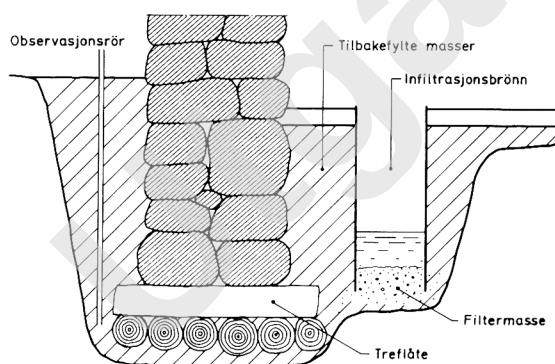


Fig. 231
Eksempel på kontrollert vanning

- 232 *Fjerning av store trær* kan være nok til at grunnvannet igjen kommer over toppen av flåtefundamentet. Står det store løvtrær ved husveggen, kan røttene suge opp så mye vann at en får lokal grunnvannssenking.

- 233 *Infiltrasjon*. Se fig. 233. *Overflateinfiltrasjon* utføres gjennom grunne brønner eller rør som står i forbindelse med vannførende jordlag.

Dypinfiltrasjon kan utføres gjennom rør som er ført ned til aktuell dybde eller fra sjakter i fjell. Vannet må normalt tilføres under betydelig overtrykk i forhold til det eksisterende poretrykket.

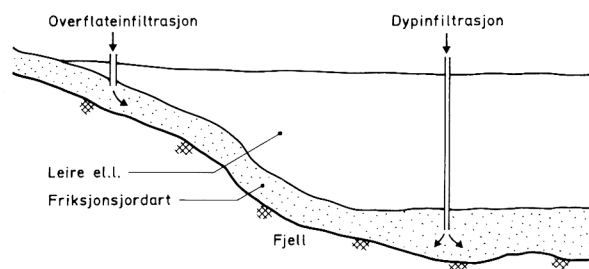


Fig. 233
Infiltrasjon av byggegrunn

Virkingen av infiltrasjon må kontrolleres ved nedsatte poretrykksmålere (piezometre) i grunnen. Sjakter og rør må utføres slik at de kan renses regelmessig.

Et permanent infiltrasjonssystem er komplisert å få til og må planlegges av spesialister. Praktiske erfaringer fra vårt land er begrenset.

24 Oppmuring av tørrmur

Mindre murer er som regel lette å reparere, men må først sikres mot ytterligere skader, f.eks. ved markisolering, se pkt. 22.

Utrast stein og stein som har kommet ut av stilling, fjernes. Ved større arbeider må en vurdere om overliggende konstruksjoner skal avstemples før arbeidet tar til.

25 Forsterkning av tørrmur med betong og armering

Tørrmurte fundamenter er opprinnelig bare tenkt å skulle føre vertikale laster fra veggene til grunnen eller flåter. Lokale setninger, råteskader i flåter o.l. kan gjøre det ønskelig å forsterke muren slik at den kan oppta momenter i lengderetningen. Slik forsterkning kan kombineres med pæling langs fundamentet. Se pkt. 28.

- 251 *Betongbjelker*. Dersom en har relativt god plass og muligheter til å grave ned på hver side av muren, er den enkleste forsterkningsmåten å støpe en armert betongbjelke på hver side av muren. Bjelkene, som tar hele bærefunksjonen, forbindes med forspente stag, ev. tverrbjelkelag, gjennom muren. Ved store momenter kan de nye bjelkene bli svært plasskrevende. Forsterkningen kan kombineres med pæling. Se fig. 251.

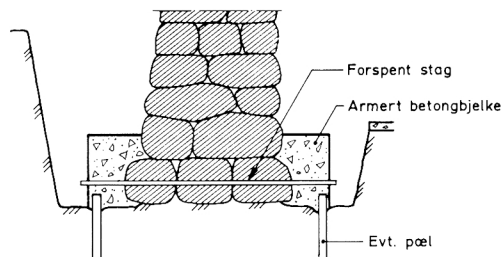


Fig. 251
Tørrmur forsterket med armerte betongbjelker og pæler

- 252 *Sprøytebetong*. Det graves ned på begge sider av muren som renses i overflaten for løsmasse ved skraping og spyling. På mursidene sprøytes betong i relativt tykke lag. Ved store krav til styrke benyttes fiberbetong. Strekk- og skjærarmering legges inn i betongen. Gjennom muren kan det bores hull for stag som eventuelt forspennes. Stagene må være rustbeskyttet. Se fig. 252.

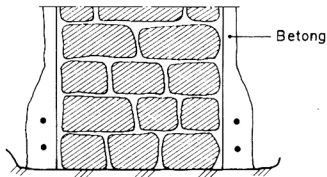


Fig. 252
Tørrmur med sprøytebetong og armering

- 53 *Sprøytebetong og injisering.* Dersom tørrmuren er lagt av dårlig tilpasset stein(røysmur), kan en i tillegg til forsterkningen beskrevet i pkt. 252 injisere betong i hulrommet mellom steinene. Det må da plasseres spyle- og injiseringsrør i det utvendige betongsjiktet som etter herding fungerer som forskalingskasse.

Via rørene spyles en muren ren innvendig. Deretter sprøytes det inn betong slik at flest mulig av hulrommene i muren blir fylt. Både vanntrykk og betonginjiseringsstrykk bør holdes på et moderat nivå, for betong ca. $0,05 - 0,1 \text{ MN/m}^2$. Se fig. 253.

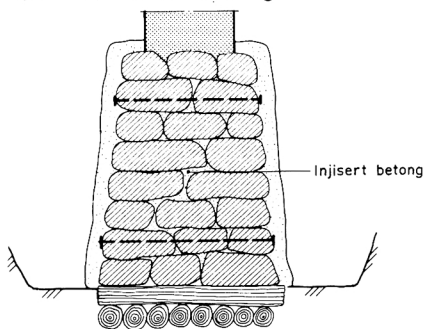


Fig. 253
Tørrmur injisert med betong

26 Nytt betongfundament/underbygging

- 261 *Punktfundamenter* av løs, men ofte grov stein, slik en bl.a. ser under novene på laftede hus, er utsatt for setninger og bevegelser p.g.a. tele. Huset bør da løftes til opprinnelig høyde. Punktfundamentet fjernes midlertidig, og det støpes en trykkfordelende plate i frostfri dybde. Punktfundamentet bygges deretter opp igjen etter gammelt mønster. Stein som er dårlig tilpasset, bør legges i mørtel, se fig. 261. Alternativt kan fundamentet frostsikres som angitt i pkt. 22.

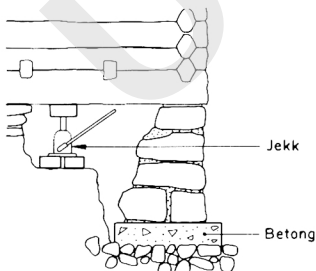


Fig. 261
Betongsåle under punktfundament av naturstein

Ved spesielt dårlige grunnforhold kan det støpes et sammenhengende fundament til terrenghøyde. Over terreng mures med naturstein, se pkt. 263.

- 262 *Seksjonsvis understøping* kan bare benyttes under fundamenter eller grunnmurer med bindemiddel som gir muren en viss indre styrke, eller som er forsterket. Utbedring bør foretas langs hele muredelen for å unngå ujevne setninger.

Det graves ned langs begge sider av muren. Deretter fjernes massene under fundamentet i seksjoner som må tilpasses hvor lange spenn den gamle muren tåler. Setningsfaren må vurderes. Vanlige lengder er 1–1,5 m. Når en har fjernet massene i ønsket dybde og bredde, forskales og armeres seksjonen. Armeringen gjøres lengre enn seksjonen og bøyes til side slik at den skjøtes med neste seksjon når denne støpes. I visse tilfeller kan jordsiden benyttes som forskaling. På ferdig støpt seksjon legges et lag ekspanderende betong for å hindre at bygget «setter seg» når mellomliggende partier graves ut og støpes. Fig. 262.

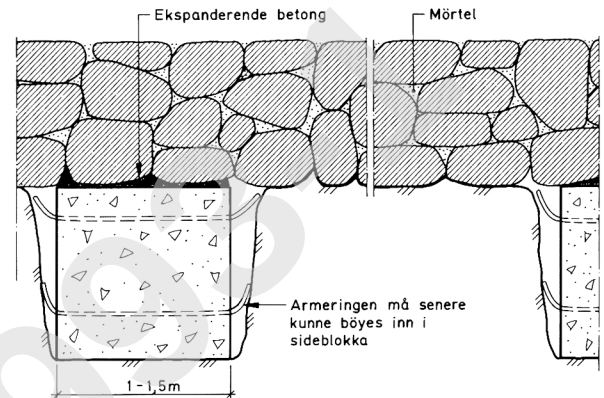


Fig. 262
Seksjonsvis understøping av fundament

- 263 *Ny ringmur* av betong bør bare benyttes der fundament eller grunnmur er så dårlig at det er lite formålstjenlig å bevare den. Trebygninger kan jekkes opp og stemples av mens det gamle fundamentet og grunnmuren fjernes. Det må graves ned til bæredyktig grunn, ev. frostfritt, før nytt fundament støpes eller bygges opp av f.eks. lett-klinkerblokker. Den delen av fundamentmuren som er synlig, bør overflatebehandles eller forblendes slik at muren mest mulig får sitt opprinnelige utseende tilbake. Fig. 263.

- 264 *Utstøping av hel plate* av betong under hele bygningen kan vurderes brukt i spesielle tilfeller der bygningen allikevel må refundamenteres, f.eks. dersom bruk av bygningen vil medføre stor belastninger på golvet i 1. etasje eller golvet i 1. etasje er ødelagt. Metoden kan ellers vurderes som et alternativ til pæling ved vanskelige grunnforhold. Fig. 264.

Trebygninger kan jekkes opp og stemples av slik at det gamle golvet og fundamentet kan fjernes. Grunnen planeres og dreneres om nødvendig. Plate med ringmur støpes på et underlag av drenerende masse og eventuell lastbærende isolasjon. Huset jekkes deretter tilbake på plass. Ved murbygninger kan hel plate støpes seksjonsvis.

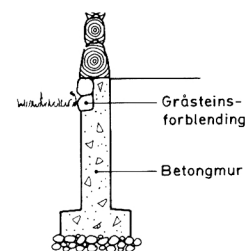


Fig. 263
Gammelt hus med ny ringmur av betong

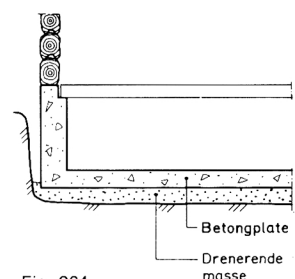


Fig. 264
Utsøping av hel plate under gammelt hus

27 Reparasjon av eksisterende pæler

Metoden går ut på å erstatte råtne tredeler med stål- eller betong-pæler. Forsterkningen må foregå etappevis. Manglende informasjon om antall pæler, dimensjoner, lengder, bæreevne m.m. gjør prosjektering av arbeidet svært vanskelig.

En sjakter seg seksjonsvis ned langs en av mursidene til en får fjernet restene av eventuell råttten flate og kan kappe de gamle pælene et stykke under grunnvannsnivået. Her må en ta i betraktning ev. videre senkning av grunnvannstanden. Fig. 27 a.

Nye pæler settes inn mellom grunnmuren/sålen og toppen av de avskårne pælene. Det kan benyttes pæler av betong eller stål. Stålpæler må korrosjonsbeskyttes med plast, asfalt eller betong eller ha korrosjonsmonn. Det må sørges for jevn fordeling av kreftene fra muren. Skjøtene må utføres slik at den påskjøtte pælen blir momentstiv. Dette kan f.eks. gjøres ved å støpe en betongplate over de gamle pælehodene. Fig. 27 b–d.

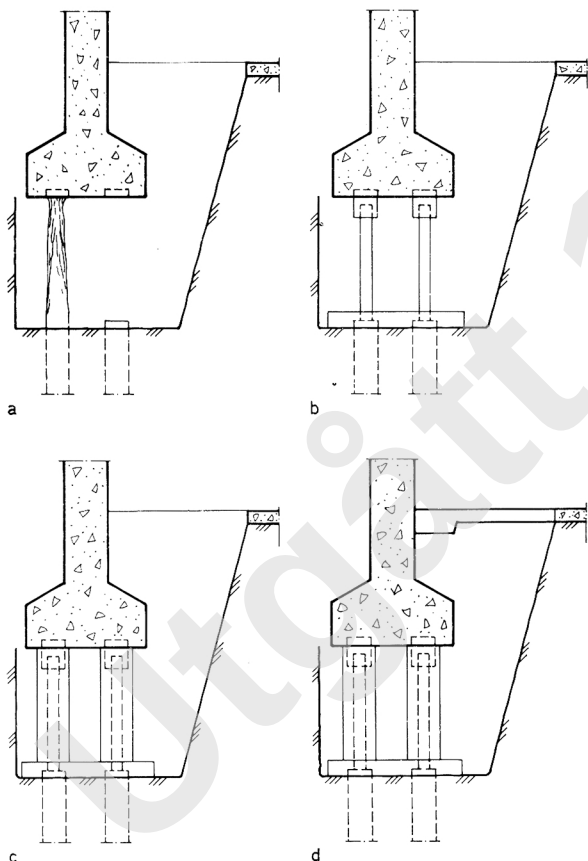


Fig. 27
Reparasjon av eksisterende pæler

28 Pæling

281 *Generelt.* Det er utviklet en lang rekke pæler og pæle-
metoder. Ved en refundamentering er det ofte aktuelt å
presse ned pælene, ev. ramme dem ned med et lett
luftlodd. En tredje metode er å installere pæler i nedbo-
rede foringsrør.

Både pressing av pæler og ramming av pæler med et lett luftlodd krever at massene er homogene. Det er derfor av stor betydning at en grunnundersøkelse avdekker om det finnes faste morenelag og ev. steinblokker i grunnen. Videre er det viktig å kartlegge bergartstypen og

om det ev. er skrått fjell. For øvrig er det av stor betydning at alunskifer og ev. aggressivt grunnvann blir registrert. Ved installasjon av pæler kreves det grundig teknisk vurdering og planlegging av en rekke forhold, f.eks. plassering av pæl i forhold til grunnmur, tilgjengelighet, etablering av mothold, støy, prøvebelastning, vurdering av fjellfeste, retthet av pæl osv. Ikke minst må faren for skader på bygningen ved oppgraving og reetablering av laster vurderes nøye.

Det er gitt eksempler på en del pæletyper som kan være aktuelle ved refundamentering. Fig. 282 a – 285 b.

282 *Pressede eller rammede stålpæler.* Det skilles mellom:

- Valseemner
- Lette, hule stålpæler
- Stålp profiler
- Stålrørspæler

Det brukes *valsemner* med stålqualität St 37 med varierende tverrsnitt, f.eks. 40 mm × 40 mm til 120 mm × 120 mm. Pælestykkenes lengde har stort sett variert mellom 1,5 og 2 m. Som pælespiss er det brukt herdet akselstål. Pælene kan skjotes ved at hvert pælestykke i den øverste enden påsveises en hylse av firkanttrør med en lengde på ca. 500 mm hvorav ca. 250 mm stikker over toppen av pæleenden. Det er en klaring mellom valsemetnet og hylsen av firkanttrør på ca. 1–2 mm. Hylsen senterres i pælsens lengderetning ved «kimsing» med stålblikk. Se fig. 282 a. Hylsen fylles med en mindre mengde epoxy. Deretter monteres neste pælestykke slik at epoxyn flyter ut i hulrommet mellom valsemennene og hylsen av firkantstål. Det overliggende pæleemne senterres ved «kimsing» med stålblikk, og hylsen varmes opp til ca. 40°C for å få en hurtig herding av epoxyn. Pælen egner seg godt til bruk ved homogene grunnforhold. Skjøten kan imidlertid ikke sies å være spesielt momentstiv. På grunn av liten overflate er pælen lite ømfintlig for korrosjon. Pælen har for øvrig relativt stor lastkapasitet. For utførelse av pælearbeidet er det ønskelig at etasjehøyden i kjelleren er min. 2,5 m. Men ved korte pælelengder kan man utføre pælearbeidet med etasjehøyder ned til ca. 2 m. Minste avstand fra vegg til senter pæl er ca. 150 mm.

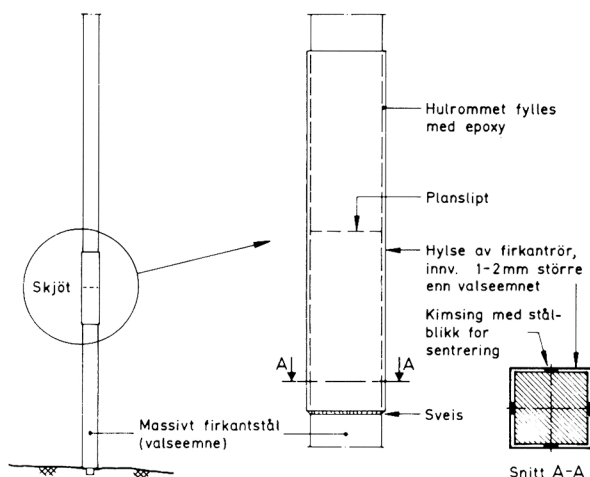


Fig. 282 a

Det finnes flere *lette, hule pæletyper* på markedet. Et eksempel er stål-plastpælen som har diameter på 76,1 mm og godstykkeelse 4 mm. Stålkvaliteten er St. 52. Utvendig er pælen rustbeskyttet med et 1,8 mm tykt lag polyetylen. Se fig. 282 b. Pælen er forsynt med en epoxybehandlet pælspiss, og topp-platen består av en stålplate med et påsveisert rør som er tilpasset pæleens indre diameter. Skjøten består av en utenpåliggende hylse med godstykkeelse 3,65 mm. Hylsen trees på plass ved at laget av polyethylen på de tilstøtende pæleendene varmes opp. Hylsen er varmforsinket til 80 µ. Etter at pælen er installert, fylles det innvendige hulrommet med betong. Pælen er lett håndterlig, den kan rammes med et lett luflodd og er dermed praktisk for bruk under «trange» forhold. Hulrommet i pælen gjør det mulig å kontrollere pæleens retthet. Skjøten må sies å være momentstiv. Ståltvernsnittet er imidlertid bare ca. 950 mm², og lastekapasiteten er derfor begrenset. Nødvendig høyde for rigger er ca. 2,1 m. Senter pæl kan plasseres 150 mm fra veggliv.

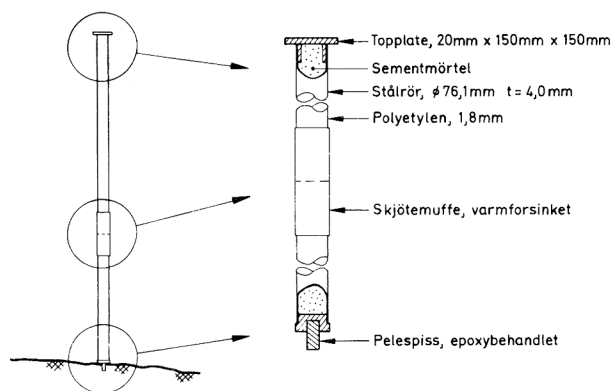


Fig. 282 b
Stålplastpælen

Det finnes en lang rekke *stålprofiler* i bruk. Trikke- eller jernbaneskinner har vært brukt med godt resultat. Et spesialprofil er den såkalte SW-stålpælen som har et kryssformet tverrsnitt som gir pælen relativt stor bøyemotstand i forhold til arealet. Den leveres i tre størrelser med tverrsnitt på henholdsvis ca. 2600, 6100 og 8100 mm². Stålkvaliteten er St. 37. Se fig. 282 c. Pælen er forsynt med en pælespiss og en topp-plate av stål. Topplaten fikses enten ved styreribber eller ved sveising til senterdelen av pælen. Pælene skjotes ved at hver pæleende er påsveis et stålplate slik at forbindelsen kan etableres med 4 bolter. Skjøten er relativt momentstiv. Den minste pælen lar seg drive ned med et lett luftlodd. De større typene krever muligens i noen tilfeller større rammeenergi. Pælene leveres normalt ubehandlet, og de vil på grunn av sin store overflate være noe utsatt for korrosjon.

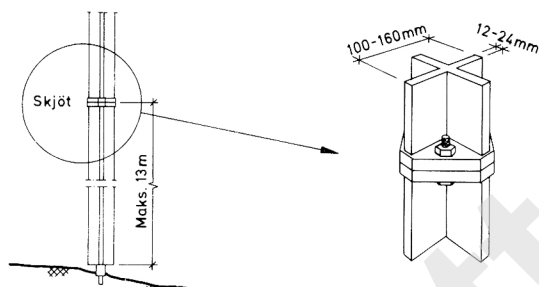


Fig. 282 c
SW-stålpælen

Megastålpælen er en kvadratisk *stålrørspæl* som ved hjelp av hydrauliske jekker presses ned i jorden samtidig som jordmassene blir spylt bort fra pælespissen. Er jordarten vanskelig å spyle bort med vann, kan det bores gjennom røret. Skjøtene utføres med sveising. Pælene kan enten føres ned til fast fjell eller til en bestemt dybde der en lager en betongklump i jorda til understøttelse av pælen. I sistnevnte tilfelle føres røret ned til ønsket nivå, og her presses betong ut i grunnen slik at det blir en massiv bæreflate under pælen. Metoden kan bare benyttes der det finnes friksjonsjordarter som er gjennomtrengelige nok til at betong kan presses inn. Når betongen har herdet, kan en kontrollere bæreevnen og fylle resten av røret med betong. Pælen skal dimensjoneres som om den bare besto av stål. Betongen beskytter mot korrosjon og skal hindre utbøyninger. Ved kapasitetsberegning må en ta hensyn til utvendig korrosjon og faren for utnekking i løse jordarter, se fig. 282 d.

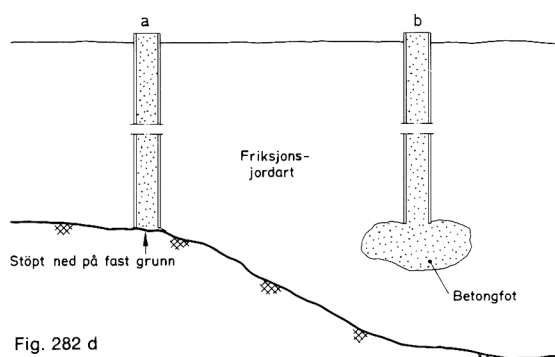


Fig. 282 d
Megastålpælen
a ført ned til fast grunn
b med utstøpt betongfot

283 Pressede eller rammede betongpæler

Det skilles mellom:

- Vanlige, skjøtbare, prefabrikkerte pæler
- Spesialpæler

Vanlige, skjøtbare, prefabrikkerte pæler kan til en viss grad tilpasses refunderingsoppgaver, f.eks. når pælene kan rammes ned på yttersiden av en bygning. Slike pæler kan også rammes eller presses ned inne i bygninger. Krav til lengde på pælelementer og momentkapasitet på skjøter må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Et eksempel på en *spesialpæl* er Megapælen som presses ned med hydrauliske jekker. Bygningen benyttes som mothold. Metoden brukes ofte på større bygninger der jordmassen er lett gjennomtrengelig. Pælen er oftest kvadratisk med et tverrsnitt på f.eks. 300 mm. Lengden er ca. 1 m, men det produseres tilpassingslengder. Pælen har et sentrisk hull som gjør det mulig å kontrollere retningen under nedpressing. Se fig. 283.

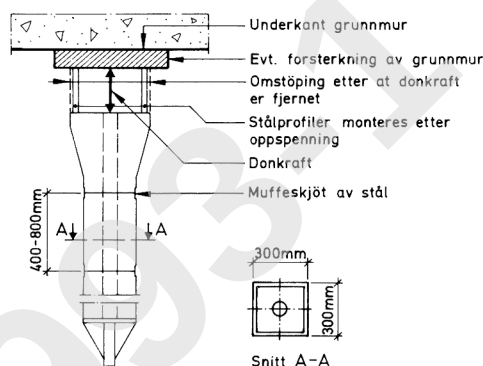


Fig. 283
Megapælen

Skjøting kan foretas på flere måter:

- Enkel kappe rundt skjøten hindrer vridning og eksentrisitet mellom pælene.
- Gjenget stålrør langs sentrum av pælene ved skjøten gir brukbar bøyekapasitet.
- Fastmonterte stålplater i endene på pælene som sveises sammen gir en momentstiv skjøt, men er svært dyr.

I siltig eller sandig grunn kan det spyles gjennom sentrumshullet med vann eller trykkluft for å lette neddrivingen. Det finnes også utstyr for for boring der det finnes stor stein eller andre hindringer i grunnen. Mothold for nedpressing av pælene etableres normalt ved nedsjaktning under bygningens grunnmur. Nødvendig gravedybde under fundamentet er ca. 1,5 m.

284 Nedborede pæler. Det skilles mellom

- Stålkjernepæler
- Injiserte betongpæler

Stålkjernepæler benyttes som pæler til fjell. Lindøpælen er eksempel på en slik pæl. På grunn av høy pris er den mest anvendelig der en har mye stor stein og andre hindringer i grunnen som gjør det vanskelig å presse ned pæler uten for boring. Pælen består av en rund stålkjerne som er omgitt av betong og utenpåliggende stålkappe, se fig. 284. Stålkjernens diameter varierer mellom 50 og 100 mm med stålverrsnitt mellom ca. 19,60 og ca. 78,50 mm². Stålkvaliteten er St. 50. Lastkapasiteten kan dermed dekke et variert behov. Metoden består i å bore stålrøret ned til fast grunn. Boringen utføres med eksentrisk borkrone. Røret bores et stykke ned i fjellet slik at pælen er sikret godt feste. Rørlengdene kan være 1–3 m, alt etter hvilken arbeidshøyde man har til disposisjon. De

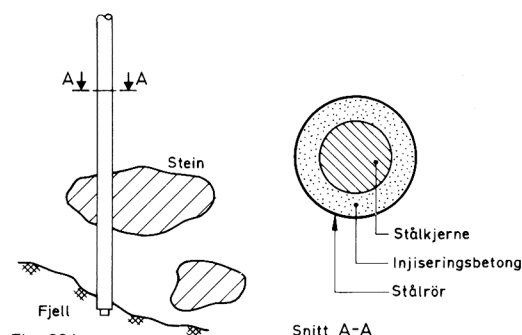


Fig. 284
Lindøpælen

forskjellige rørlengdene skrues eller sveises sammen. Røret fylles så opp med betongmørtel. Betongen skal korrosjonsbeskytte det bærende elementet i pælen – stålkjernen. Kjernen består av massive stålstenger i passende lengder som skjøtes sammen ved sveising eller gjengede muffer. Stengene plasseres umiddelbart etter utstøping av betongen. Det er konstruert spesielle maskiner for boring i trange og lave rom.

Injiserte betongpæler benyttes som friksjonspæler hvor lasten føres ned til faste jordlag. Eksempel på slik pæl er den såkalte rot-pælen som brukes i Sverige og på kontinentet. Det benyttes et aggregat med 1,8 m arbeidshøyde som borer ned 1 m lange skjøtbare stålrør. Bunnrøret er forsynt med en kraftig skjærekrans. Samtidig med boringen spyles med bentonit eller vann ved høyt trykk slik at løst materiale blir transportert opp. Når ønsket pælelengde er nådd, senkes prefabrikerte armeringskurver som skjøtes etterhvert, ned i røret. Deretter pumpes lettflytende betong ned i røret gjennom en slange som ved konvensjonell under-vannsstøping. Et tettsluttende lokk monteres på toppen av røret, og betongen settes under trykk. Deretter trekkes røret opp seksjonsvis mens en vekselvis setter lokk og trykk på betongen. Pælen får på denne måten god forbindelse med omgivende jord og høy bæreevne.

285 Andre pæler. Av andre pæletyper kan trepæler og vingepæler være aktuelle ved refundamentering.

Trepæler har den ulempen at de må stå helt under vann om de skal holde seg friske. Der tre blir utsatt for varierende fuktighet, f.eks. over grunnvannsnivået, råtner de snart. For spesielle typer bygg, f.eks. brygger og hus som står ved sjøkanten, vil trepæler fremdeles være aktuelt. Trepæler er billige. De bør være helt rette. På forhånd må barken fjernes og kvistene skjæres helt inn til stammen. Toppdimensjonen bør ikke være mindre enn 150 mm. Pælen skal slås med toppen ned. Det bør benyttes trykkimpregnerte pæler, f.eks. kreosotimpregnert. Se fig. 285 a.

I Sverige er det utviklet en kohesjonspæl som i prinsipp består av et relativt tynt stålrør forsynt med langsgående tynne vinger. Lengden på pælen som skjøtes med en utenpåliggende hylse, kan varieres etter forholdene. Fig. 285 b. Fordelene med denne pæletypen ligger i stor bøyestivhet og kohesjonsflate i forhold til fortrengt masse. Neddrivingen foretas med lette trykkluft- eller vibrasjonshammere. Det foreligger foreløpig lite erfaring med systemet.

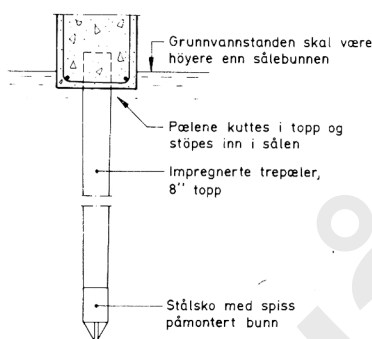


Fig. 285 a
Eksempel på trepæl



Fig. 285 b
Vingepæl

286 Kraftoverføringen pæl/konstruksjon kan arrangeres på flere måter:

- Det graves under grunnmuren, og pælen plasseres direkte under denne. Kreftene fra bygget til pælen overføres direkte eller ved heft via en omstøping av pælen. Fig. 286 a.

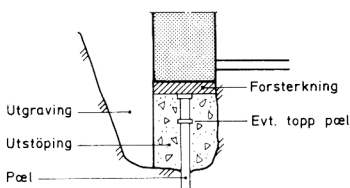


Fig. 286 a
Kraftoverføring direkte under grunnmur

- Det slisses i kjellervegg/fundament. Pælen plasseres inne i slissen og omstøpes. Kreftene fra bygget overføres til pælen via heftspenninger. Det samme prinsippet anvendes ved pæler installert i borede hull i tykke, konstruktive fundamentplater. Fig. 286 b.

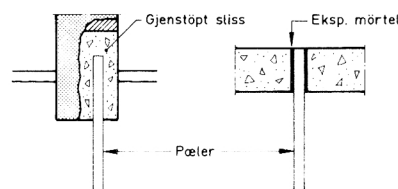


Fig. 286 b
Kraftoverføring via sliss

- En pæl (pæler) plasseres på hver side av grunnmuren. Over pælene og i direkte kontakt med underkant grunnmur etableres en bjelke (f.eks. en omstøpt stålbjelke) som overfører lasten til pælene. Fig. 286 c.
- Det rammes pæler på hver side av grunnmuren. Over pælene støpes det en bjelke på hver side av grunnmuren. Lastene fra grunnmuren til betongbjelkene overføres via tverrbjelker av f.eks. omstøpte stålbjelker eller spennstag. Kraften i stagene bør kontrolleres etter en tid for å sikre at friksjonen er tilstrekkelig. Fig. 286 d.

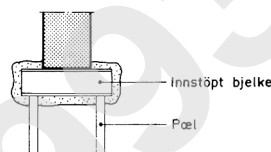


Fig. 286 c
Kraftoverføring via tverrbjelke

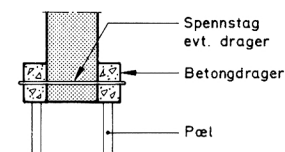


Fig. 286 d
Kraftoverføring via langsgående bjelker

29 Utskifting av masse. Rundt bygninger der det pågår konsolideringssetninger, kan det være aktuelt å erstatte eksisterende masser med lettere, f.eks. lettbetongavfall eller sagflis.

3 REFERANSER

- 31 Dette bladet er utarbeidet av Knut I. Edvardsen, Norges byggforskningsinstitutt, Svein Bjørberg, Multiconsult A/S og Arne Nesje, Mur-sentret. Rolf Hauan, Ingeniørerne Bonde & Co og Bjørn Finborud, NOTEBY, har vært konsulenter. Redaksjonen avsluttet september 1981.

32 Litteratur

- 321 Bergvall, Bengt m.fl. Grundförstärkningar av gamla hus; undersökning av nedpressade betongpålars verkningsätt i årsmaterial. Stockholm 1978. (Byggforskningen. Rapport, 1978, 60)
- 322 Bjørking, Svein-Erik. Ombyggnad; hur bostadshusen byggdes 1940–1970. Stockholm 1978. (Byggforskningen, 1978, 106)
- 323 Bjørberg, Svein. Rehabilitering; generelt. Del I. Oslo 1978. Forelesning ved Norges tekniske høgskole. Stensil.
- 324 Grundförstärkningsgruppen. Grundförstärkning av befintliga byggnader. Stockholm 1979. (Byggforskningen. Serie T, 1979, 15)
- 325 Hagblom, Olle og Stjernblom, Ulf. Grundförstärkning med skarvade stålplåtar i Gamle Stan, Stockholm; studier og jämförande analyser av tre byggnader förstärkta med olika påltyper. Stockholm 1979. (Byggforskningen. Rapport, 1979, 96).
- 326 Hauan, Rolf. Pelefundamentering, refundamentering. Forelesning ved kurs. Norske Sivilingeniørers Forening. 1980.
- 327 Holmström, Ingmar og Sandström, Christina. Underhåll av gamla hus; byggnadsvård från teknisk och antikvarisk utgångspunkt. Stockholm 1972. (Byggforskningen. Informationsblad b. 10, 1972)
- 328 Nesje, Arne. Fundamentering av gamle bygninger. Trondheim 1979. Hovedoppgave ved Norges tekniske høgskole. Institutt for husbyggingsteknikk.
- 329 Sahlin, Sven m.fl. Kallmurar förstärkta til balkar; innbäddning av armering i sprutbetonskikt och fullinjektering av muren. Stockholm 1977. (Byggforskningen. Rapport, 1977, 93)