

Åpen fundamentering med peler og pilarer

Pile foundations for small houses

Av ingeniør MNIF Ivar Størseth

Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



Åpen fundamentering med pæler og pilarer

Av ingeniør MNIF Ivar Størseth, Norges byggforskningsinstitutt



Åpen fundamentering er en av de eldre fundamenteringsmetodene. Metoden dekker i prinsippet alle tilfeller der luftrommet mellom huset og terrenget står i åpen forbindelse med uteluften. Hus på pilarer og pæler er eksempler på dette. Stripecfundamenter kan tilfredsstillende åpen fundamentering dersom det kan oppnås full gjennomblåsing.

De mest primitive husbyggere, spesielt i varmere strøk enn våre, som bygde og bygger sine hus på pæler langt ute i vannet, lot vinden ta hånd som sine fuktproblemer, men de hadde sikkert problemer med å komme seg inn og ut av huset. Selv de største fuktpåkjenninger fra grunnen vil ikke ha noen betydning for huset når forutsetningene for åpen fundamentering er tilfredsstillende – dvs. at luften får blåse noenlunde uhindret under huset.

Ved åpen fundamentering kan man ikke gjøre seg nytte av den varmen huset avgir nedover. Huset kan heller ikke i særlig grad hindre varme i å slippe ut av grunnen under huset. Der det er telefarlig grunn, må

man derfor fundamenterer frostfritt. Det er også nødvendig å frostsikre alle stikkledninger fra frostfri dybde og helt opp i huset. Det er som regel ikke tilstrekkelig bare å varmeisolere. Fordi det ikke er spesielle

fuktproblemer under huset, er det ikke nødvendig med drenering. Fundamenteringsmetoden egner seg derfor på flatt terreng med vanskelige dreneringsforhold, men best egner den seg utvilsomt på kupert og bratte tomter. Åpen fundamentering kan derfor brukes under alle grunnforhold. Ved lite bæredyktig grunn vil pilarens bæreflate bli uforholdsmessig stor, fordi man bare kan regne med denne flate som bæring. Borede pæler med injisering direkte i huller under samtidig opptrekking av boret vil i slike tilfeller være en utmerket løsning fordi man ved denne metode også kan regne med adhesjon eller friksjonsmotstand. Småhuset er meget følsomt for terrenget. Tomtens helling og grunnens beskaffenhet er to faktorer som er avgjørende for valg av hustype og konstruksjon. Det gjelder derfor å utnytte den enkelte tomtes spesielle forutsetninger enten det er enkeltstående eller seriebygde hus. Det kan være økonomisk fordelaktig å variere fundamenteringsmåten også for seriebygde hus. Ofte er småhusbebyggelsen henvist til kupert områder som anses å være mindre egnet for annen bebyggelse.

Åpen fundamentering krever nesten ikke inngrep i terrenget. Som regel er dette en fordel. Ved kupert terreng skulle det heller ikke være vanskelig å få til en planløsning som gir mulighet for å komme direkte ut på terrenget uten særlige nivåforskjeller.

I strøk med mye snøfokk vil det, rundt hus som er åpent under, holde seg praktisk talt snebart hele vinteren.

Det er i dag ingen teknisk/økonomiske eller konstruktive vanskeligheter å oppnå et fullt ut tilfredsstillende varmeisolerert og vindtett trebjelkelag under huset. Se fig. 1 a.

Vi vet fra tidligere undersøkelser [1] og [2] at pilar- og pælefundamentering er blant de billigste fundamenteringsmetoder, når de er riktig utnyttet.

Ved utkraging av dragere og bjelker kan gunstige dimensjoner og en avbalansert lastfordeling på grunnen oppnås.

Det har hittil vært vanskelig å finne estetisk gode løsninger på overgangen mellom yttervegg og terreng,

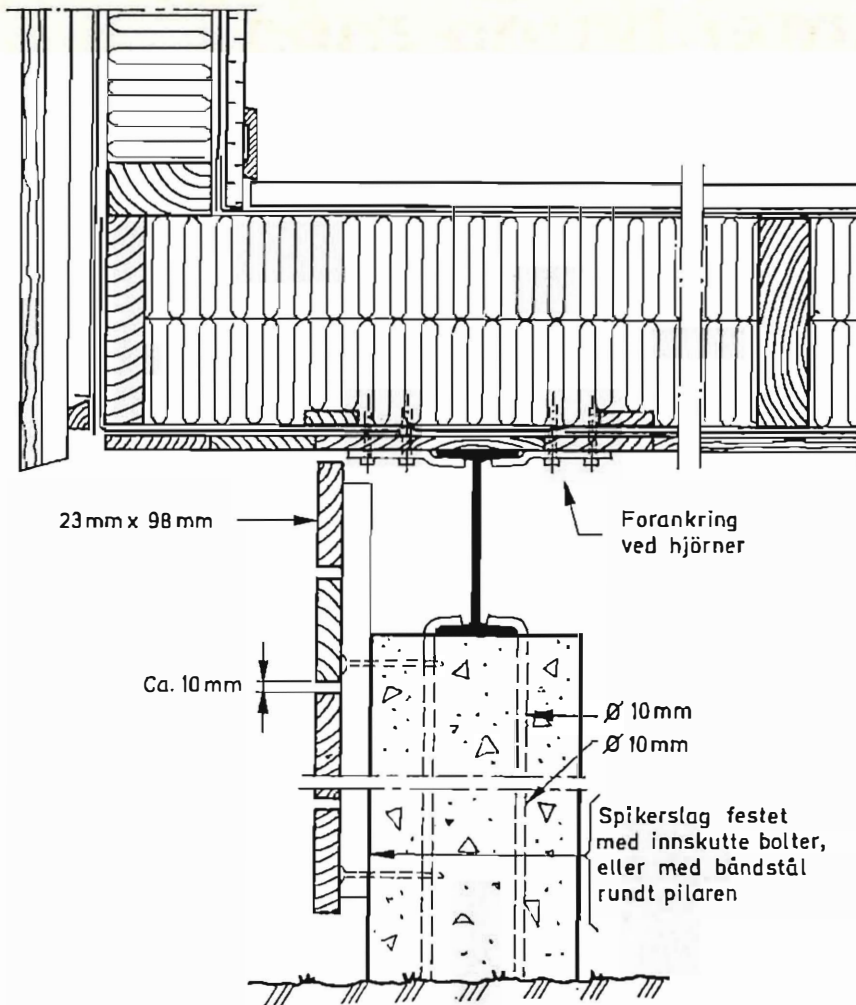


Fig. 1 a. Eksempel på løsning av overgangen mellom yttervegg og terreng, bjelkelag og yttervegg.

og det har hatt lett for å samle seg all slags skrot under huset. Det er mulig at disse forhold har vært årsaken til at man har vært noe tilbakeholden overfor alternativer åpen fundamentering. Det ligger en utfordring til arkitektene i å finne en løs-

ning på dette, slik at en av de forøvrig beste fundamenteringsmetoder for bolighus i tre kan komme mere til anvendelse.

Løsninger som hindrer fri luftveksling under huset er ikke brukbare, f. eks. dragere som fyller ut åp-

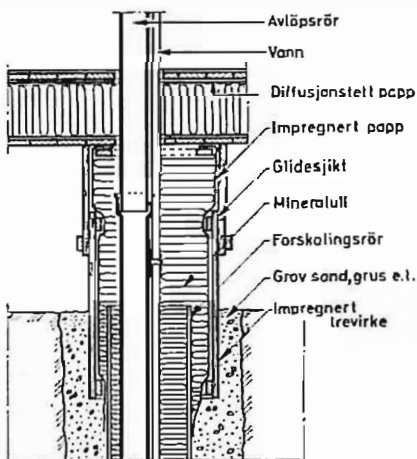


Fig. 1 b. Isolasjon rundt røropplegget beskyttet med sementrør. Åpning mellom røret og u.k. bjelkelag overdekkes med kasse som vist på detaljfigur.

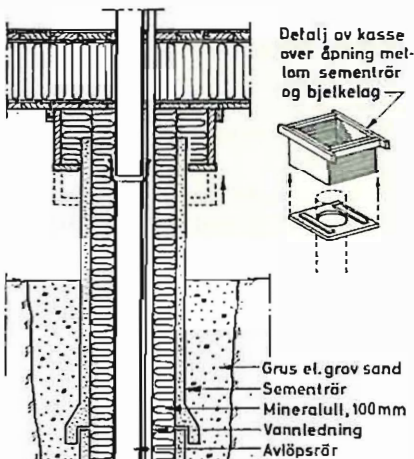


Fig. 2. Eksempel på isolasjon rundt vann- og avløpsrør.

ningen mellom yttervegg og terreng. Selv med ventiler i dragerelementene vil dette i prinsippet ikke være annet enn en kryperomsfundamentering.

Fundamenter for skorstein, peis og utvendig trapp må føres ned i frostfri dybde dersom det er telefarlig grunn. Dette kan gjøres med egne pilarer eller pæler. Imidlertid lar dette seg også løse, f. eks. ved å blåse mineralull inn i bjelkelaget etter at taket er kommet på huset, eller ved en eller annen form for ferdige elementer som tåler de påkjenninger plattformen utsettes for. Vi har imidlertid liten eller ingen erfaring med slike løsninger.

Dersom plattformkonstruksjon skal benyttes, kan dette by på visse problemer. Imidlertid lar dette seg også løse, f. eks. ved å blåse mineralull inn i bjelkelaget etter at taket er kommet på huset, eller ved en eller annen form for ferdige elementer som tåler de påkjenninger plattformen utsettes for. Vi har imidlertid liten eller ingen erfaring med slike løsninger.

Åpen fundamentering kan også utføres i frostperioder uten særlige tiltak.

For å sikre en rasjonell og riktig utførelse er det nødvendig å utarbeide en nøyaktig plan for plassering av pilarer eller pæler, trapper, pipe- og peis-fundamenter, fremføring av ledninger, kummer m. v. Av planen må arbeidsoperasjonenes rekkefølge fremgå.

Alle stikkledninger må frostsikres helt opp i huset, se fig. 1 b og 2. Mere moderne løsninger enn dette er ønskelig. Det bør utføres etter telekopprinsipper, skrå bøyelige ledninger e. l. Kravet til frostsikring og isolering vil avhenge av temperatursonen. Ledningene kan isoleres med f. eks. 40 mm fuktbeskyttende isolasjonsskåler eller tilsvarende. Isolasjonen bør gå fra overkant bjelkelag og ca. 1—1,5 m under terrengnivå. Dette er imidlertid ikke tilstrekkelig for å sikre ledningene mot frost. Det må være en ekstra varmetilførsel, f. eks. elektriske varmekabler som legges utenpå eller trekkes inne i røret. Legges varmekabelen utenpå bør den ligge mellom vannledningen og avløpsledningen. Tilstrekkelig effekt er 6 watt pr. meter rør, når ikke annet er spesifisert.

Terrenget under huset og et par meter fra huset bør helst være formet slik at overvann ikke blir stående i grop, men renner unna huset. På flate tomter bør terrenget under huset ha litt overhøyde, se fig. 3.

Avstanden mellom terrenget og bjelkelaget må ikke noe sted være mindre enn 0,3 m, ifølge forskriftene. Vindkreftene på huset vil forårsake sidekrefter på pilarer eller pæler. Under normale forhold er dette ikke noe problem, men i visse tilfeller, f. eks. hvor høyden over terrenget er stor,

avstanden mellom understøttelsene er stor eller meget bløt grunn, kan det være nødvendig å foreta en beregning av påkjenningene. Det kan også i visse tilfeller bli nødvendig med vindfagverk mellom piler eller pæler.

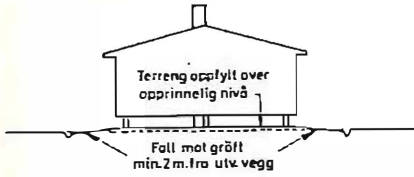


Fig. 3. På fuktig grunn bør terrenget under huset oppfylles slik at overflaten holdes tørr. Utenfor huset planeres terrenget med fall for å lede bort overflatevann.

I telefarlig grunn må pæler eller pilarer beskyttes mot telehiv. Dette kan gjøres ved at den delen som står i frostsone forsynes f.eks. med et papprør e.l. som utvendig er påført et lag asfalt, se fig. 4.

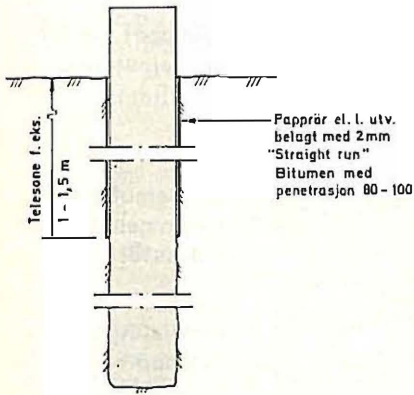


Fig. 4. Eksempel på hvordan sikring mot telens sidegrep kan utføres.

Plassering og utkraging av bjelker og dragere er sterkt avhengig av hvilket belastningstilfelle man har, se fig. 5.

Data for lastberegning og dimensjonering av pilarer, pæler og dragere er behandlet i Byggedetaljbladene om pilarer og borede pæler.

Forankring av dragere kan gjøres som vist i fig. 6. Det er mest alminnelig å bruke dragere av stål, tre eller laminert tre. Dersom dragerne har forskjellige høyder, må det tas hensyn til dette når fundament høyden settes ut.

PILARER

Ved pilarfundamentering er det forutsatt at all lastoverføring til grunnen skjer ved pilarens endeflater. Grunnens bæreevne, avstanden mellom pilarene og belastningen vil avgjøre endeflatens areal. Dersom det er nødvendig med såler og det må gra-

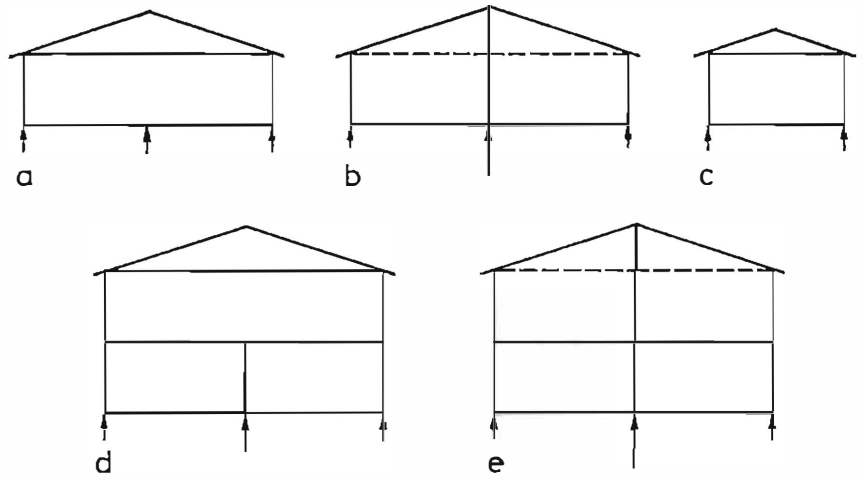


Fig. 5. De mest aktuelle belastningstilfeller for småhus.

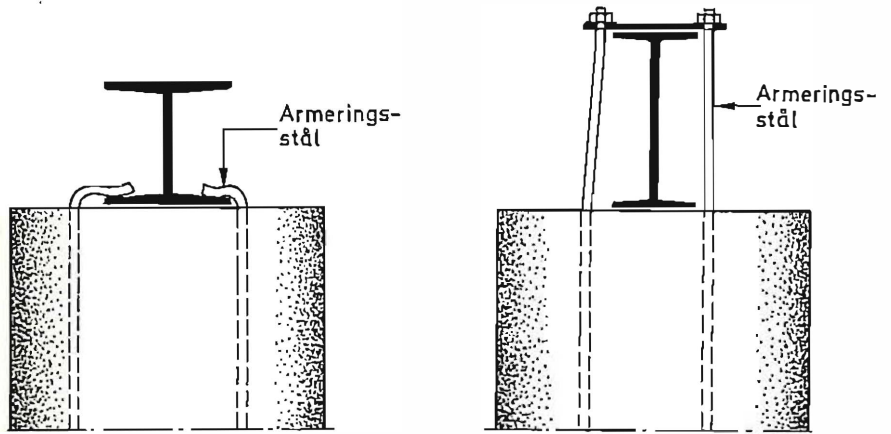
a. Midtunderstøttet bjelkelag.

b. Midtunderstøttet bjelkelag og tak.

c. Smalt hus uten midtunderstøttelse.

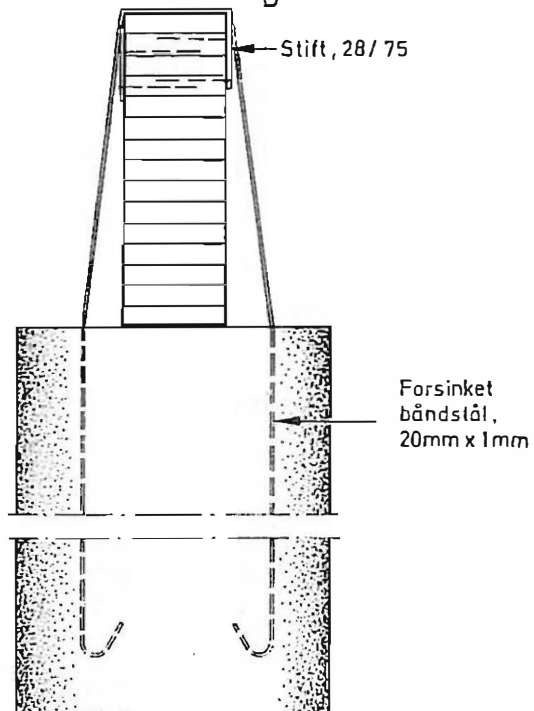
d. Midtunderstøttet bjelkelag 1. og 2. etg.

e. Midtunderstøttet bjelkelag 1. og 2. etg. og tak.



a

b



c

Fig. 6. Eksempler på forankringsmåter.

ves ned til frostoffritt dyp eller det er dypt til bæredyktig grunn, vil det lønne seg å bruke grøftmaskin og grave en grøft for hele pilarrekken framfor å grave hull for hver enkelt pilar, se fig. 7. Grøfter for ledninger og øvrige fundamenter bør graves samtidig.

Pilarsålen kan som regel støpes direkte i utgravd fordypning i grøftbunnen uten forskaling, fig. 7 og 8. Pilarene kan støpes i spesielle forskalingsrør utført av asbestsement eller av papp, fig. 9. Skjøting av pilarforskaling utføres med løse mansjetter (muffer), som spennes fast med bandstål. Ved bruk av ståldragere over pilarrekken kan man f. eks. bruke dragene til støtte og oppretting av pilarforskalingen, se fig. 7.

I frostperioder kan det være en fordel å foreta gjenfylling og planering før støpingen tar til. Dette forutsetter tett fundamentforskaling og pilarforskaling som er beregnet for en gangs bruk.

Hvis pilar og såle er utsatt for spesielt store påkjenninger, må det foretas statiske beregninger etter de regler som er gitt i NS. Som regel er dette unødvendig, men man må forsikre seg om at sålen tåler den belastning den blir utsatt for. Sikrest er det å forsterke både såle og pilar med noe armering. Armering i pilarer bør

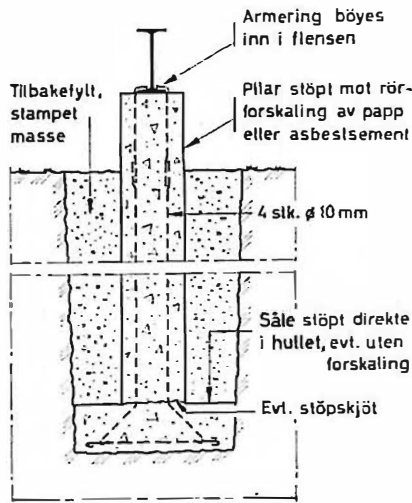


Fig. 8. Snitt av pilar med fundamentet støpt direkte mot grøftbunnen uten forskaling. I dette tilfelle vist med ståldragere.

gå ca. 100 mm over ferdig pilartopp og brukes til forankring av dragere. Såle og pilar armeres sammenhengende, se fig. 10.

Dersom endeflatens areal ikke behøver å være større enn pilarens tverrsnitt, kan det lønne seg å bore hull for hver enkelt pilar, som regel kan sålen sløyfes når avstanden eller

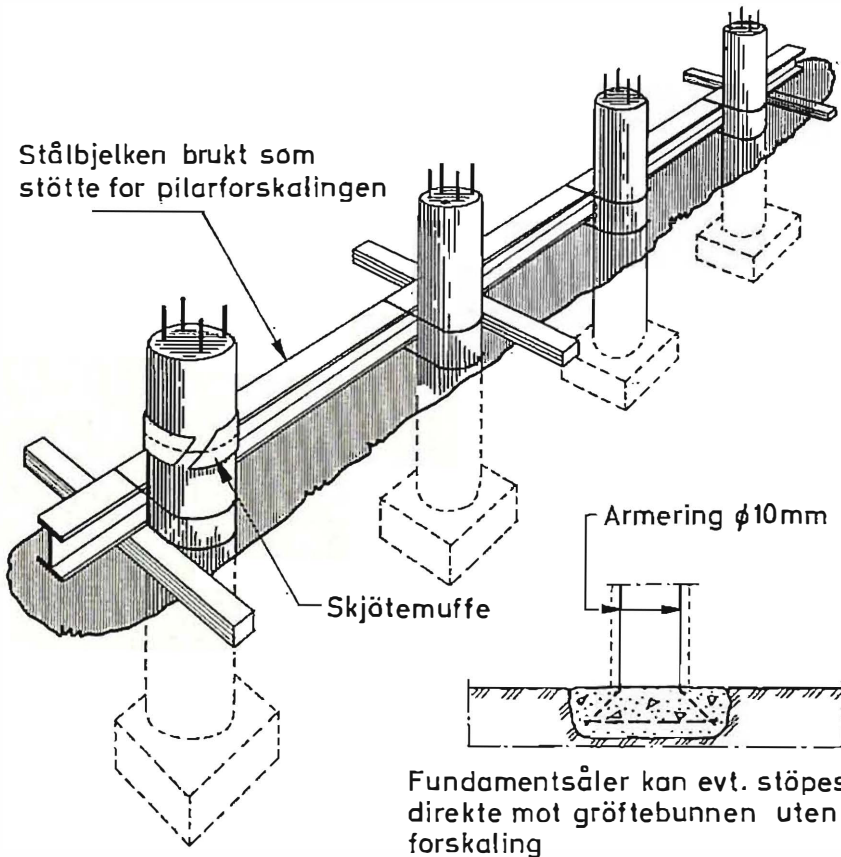


Fig. 7. Støping av pilarer med pappforskaling. Ved støping om vinteren er det en fordel å fylle grøftene før støpingen. Fundamentene må da være støpt på forhånd eller forskalet sammen med pilarforskalingen.

lasten mellom pilarene er liten. Boringen kan gjøres meget enkelt med et skovlbor (jordskrue, transportskrue) hvis grunnforholdene er slik at dette lar seg gjøre. Denne metode kan muligens tillate fundamenttering vinterstid uten særlige tiltak. Telen kan forseres med boret eller annen redskap. Sikring av betongen mot frost — spesielt i telesonen — vil da være nødvendig. Når hullet er oppgravet, settes asfalterte papprør (med «Straight run» bitumen utvendig) ned i frostoffri dybde og pilaren støpes rett og slett ved å fylle hullet med betong. Over terrenget settes på pappmansjetter, og papprøret forlenges av ikke asfalterte papprør i den høyde man skal ha.

Når hullet bores og forholdene ellers ligger tilrette for det, kan følgende metode være et alternativt til vanlig sålefundamenttering: Man borer opp et hull til minst frostoffri dybde med et skovlbor og fører et

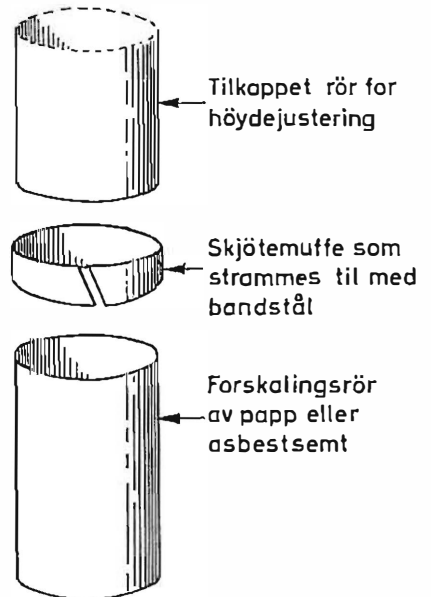


Fig. 9. Som pilarforskaling kan brukes spesielle papprør som skjøtes med muffe.

spesielt utfellbar skovlbor ned i bunnen av hullet slik at dette utvides og får en kuleform.

På denne måte økes pilarens bæreflate vesentlig. Forutsetningen er at det ikke blir liggende igjen løse masser i bunnen. Forøvrig er fremgangsmåten som forklart tidligere.

Ofte er det en svært liten utvidelse av pilarens endeflate som skal til for å få tilstrekkelig bæreflate.

Ved borede hull for pilarene bør rørledninger være lagt og grøftene gjenfylt på forhånd. Det er ikke heldig å få gravemaskin inn mellom pilarene etter at de er støpt. Ledningene må legges i god avstand fra pilarene, helst ca. 0,5 m. For at boret ikke skal skjære ut bør det gå i urørt masse.

PREFABRIKERTE PILARER

Prefabrierte pilarfundamenter krever justeringsmuligheter både vertikalt og horisontalt. Avstanden mellom pilarene bør være så stor som grunnens bæredyktighet tillater, og som gir rimelige dragerdimensjoner. Fordelen ved stor pilaravstand er at man får færre justeringspunkter, teltens virkning blir mindre (når belastningen på hver pilar blir større) og virkningen av setninger vil bli mindre. Justeringen kan foretas på mange forskjellige måter. Den horisontale justering kan skje ved forflytning av pilarsålen på marken, i et ledd mellom såle og pilar, mellom pilar og eventuelt justeringsledd, eller mellom pilar og drager. Den vertikale justering kan skje ved nøyaktig nivellert og avrettet grunn, mellom såle og pilar, mellom eventuelt justeringsledd og pilar — eller mellom pilar og drager, se fig. 11.

Fundamenteringsarbeidet må planlegges slik at det er mulig å få transportert pilarelementene frem dit de skal. Det må tas hensyn til at bil og/eller kran må frem på tomten.

Det er utviklet en rekke forskjellige prefabrikeringsystemer for pilarer.

PÆLER

Pæler som drives ned er vanligvis slanke og slås oftest ned til fjell eller fast grunn, men også friksjons- eller adhesjonskreftene utnyttes ved slike pæler. Denne fundamenteringsmåte er sjelden for småhus da den er for dyr og komplisert og benyttes derfor der det er særlig dårlig byggegrunn og relativt tunge hus. Imidlertid finnes tillempede metoder som er meget enkle og rimelige. Her skal omtales en metode vi har kalt borede pæler. Praktisk erfaring med utførelsen er dessverre liten, men de forsøk som er foretatt har vært oppmuntrende.

Metoden går i korthet ut på at man ved hjelp av et spiralformet jordbor (naver) borer hull i bakken og deretter fyller hullet med betong. Metoden kan i visse tilfeller erstattes så vel nedrammede pæler som tradisjonelle pilarer. Metoden kan brukes uansett dybden til bæredyktig grunn.

Borede pæler kan brukes i alle slags jordarter, bortsett fra grunn med så store steiner at de hindrer nedføring av boret, og i lagdelte jordarter, f. eks. leire/sand, hvor sandlagene kan føre til utvasking. Ifyllingen av betongen kan foregå ved injisering eller vanlig istøping avhengig av jordartens konsistens. I meget løs grunn, f. eks. myr, kan borede pæler være den eneste økonomisk brukbare løsning. I fast grunn kan metoden være et konkurransedyktig alternativ til tradisjonelle fundamenteringsmåter med pilarer, såler, grunnmurer o. a.

Hvis grunnen er så fast at hullet står uten å rase sammen, er fremgangsmåten som forklart under avsnittet om pilarer.

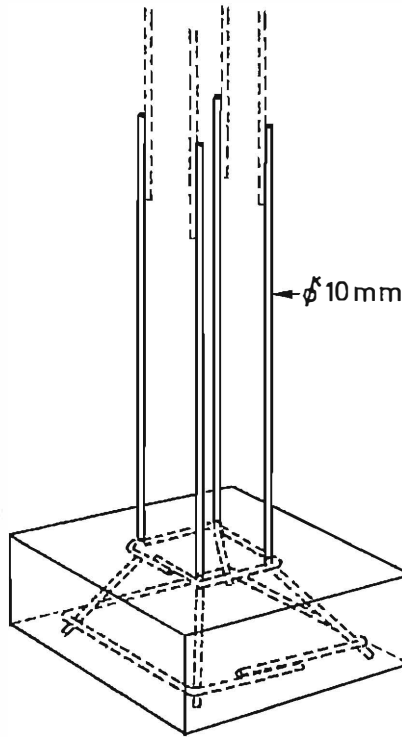


Fig. 10. Armering må føres sammenhengende mellom fundament og pilar. Høyden justeres med skjöt, slik at armeringen stikker ca. 100 mm over ferdig plartopp.

Hvis grunnen er meget blöt, slik at det ikke er mulig å trekke opp boret uten at hullet raser sammen, må betongmörtelen injiseres samtidig som boret trekkes opp. Boret eller jordnaveren bygges opp omkring en transportskrue. Denne sveises til et stålrör som danner stammen i boret.

Transportskruer er vanlig handelsvare og lages i forskjellige diametre og lengder. Ved større dybder blir et forlengelsesrör benyttet. Boret må være utstyrt med en spiss — for stengning av rørets nedre ende — forsynt med en stang som stikker opp over rørets øvre ende. Røret må vi-

dere være utstyrt med tilkopplingsutstyr til betongpumpe samt plugg. Se fig. 12.

Betongpumpeutstyret bør ha 1 1/2" gummislange og manometer til kontroll av pumpetrykket. Manometeret bør plasseres så nær rørtilkoplingen som mulig.

Det er hensiktsmessig å montere en borerigg på en traktor eller spesialbygget lett beltetkjøretøy.

Fremgangsmåten er følgende: Først skovles det ned til frostfri dybde ved hjelp av jordnaver eller jordskrue, se fig. 13. Den asfalterte papphylse settes ned i denne dybde.

Jordskruens stamme (rör) brukes ved injiseringen av betongmörtel i hullet. Røret stenges nedentil med en spiss som er forbundet med en jernstang. Hvis det er nødvendig å for-

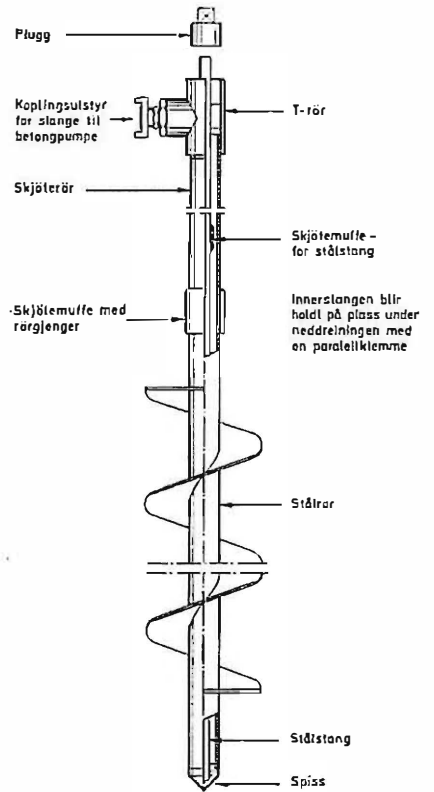


Fig. 12. Jordskrue (naver) med påsveiset rör. Det øvrige utstyr som spiss med stang og slangetil kobling er spesialutstyr for betonginjisering.

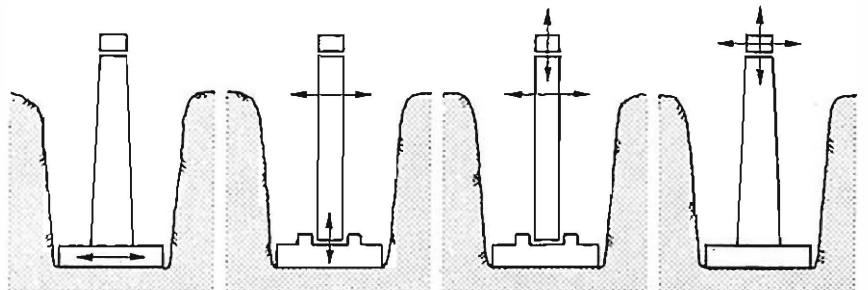


Fig. 11. Mulige justeringsmåter ved prefabrierte pilarfundamenter.

lenge røret på jordskruen, må også jernstangen forlenges slik at det kan nås fra toppen av røret. Gjennom papprøret skrues nå jordskruen ned til ønsket dybde. Injiseringsslange fra betongpumpe kobles til rørets topp. Manometer bør være montert nær røret slik at det er mulig å kontrollere at betonginjiseringsen foregår under det trykk som er forutsatt.

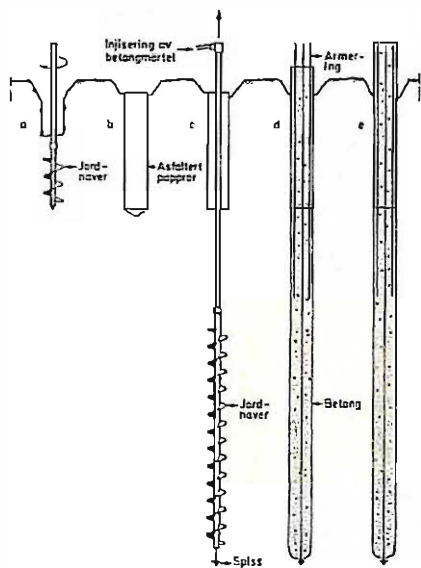


Fig. 13. Rekkefølgen ved utførelse av pølearbeidet når boret trekkes opp under samtidig injisering av betong.

Jordskruen trekkes opp samtidig som betongmørtel injiseres gjennom røret, idet spissen presses ut. Jordmassene mellom skruebladene trekkes således opp og erstattes med betong, og man får støpt ut en betongpæl med veggene i hullet som forskaling. Spiss med stang blir stående igjen.

Armeringen monteres, og det asfalterte papprøret forlenges med et uasfaltert rør. Røret skjøtes og kuttes i riktig høyde og pælen støpes helt opp. Røret bør avstives i horisontalplanet samtidig med finjustering. Pæletoppen avrettes og dragerforankringer monteres. Alle høyder utsettes med nivellerkikkert.

Når det gjelder belastning, bæreevne og dimensjonering, er det gitt orienterende verdier i [4].

Ulemper og fordeler ved åpen fundamentering.

Ulemper:

- Estetisk lite tilfredsstillende i overgangen mellom yttervegg og terreng
- Relativt stor avstand fra 1. etg. golv til terreng
- Frostfri fundamentering der det er telefarlig grunn
- Sikring mot sidegrep
- Komplisert med plattformkonstruksjon
- Frostsikring av ledninger under huset

Fordeler:

- Intet fuktproblem
- Ingen drenering
- Egner seg på vanskelige tomteforhold
- Terreng kan være urørt
- Snefritt rundt huset
- Økonomisk fordelaktig

LITTERATURLISTE

- [1] Sven Erik Lundby: Småhus med og uten kjeller på jordtomt. NBI rapport nr. 11.
- [2] Birkeland, Edvardsen og Størseth: Fundamentering av småhus av tre. NBI særtrykk nr. 175. Frode Færøyvik: Fundamentering på borede pæler. NBI særtrykk nr. 163.
- [3] Byggedetaljblad NBI(16).141. Fundamentering med pilarer.
- [4] Byggedetaljblad NBI(17).101. Pæling Borede pæler.

Særtrykket er bygd på et foredrag forfatteren holdt under et kurs NIF m. fl. arrangerte om småhusfundamentering på Kongsberg, 5.-7.10.1970.