

Tanker om fundamentering for småhus

Some thoughts on foundation methods for small houses

Av sivilingeniør ØIVIND BIRKELAND

Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



sg 69.021

B

3er

A: 624.15

Tanker om fundamentering av småhus

Sivilingeniør Øivind Birkeland

Prefabrikasjon av småhus må antas å få økt betydning også her i landet. Hvis man først skal gå inn for denne form for industrialisering, bør flest mulig av de arbeidskrevende delene lages ferdig på fabrikk. Under norske forhold er fundamenteringen en slik forholdsvis kostbar del av huset. Den tanken ligger derfor nær å undersøke om fundamentene kan prefabrikeres. Vi kjenner vel nesten ikke noen slik prefabrikering av fundamenter i Norge eller Skandinavia — men i Russland og enkelte andre land er denne utføringsmåten meget alminnelig. Denne artikkel tar sikte på å gi en kort oversikt over de aktuelle fundamenteringsmetoder for småhus, med sikte på summarisk å drøfte hvilke metoder som egner seg best for prefabrikasjon, men den kan muligens også gi enkelte holdepunkter for vanlig fundamentering av småhus.

Fundamenteringsmetoder

For småhus kan man utføre fundamenteringen på følgende måter:

- Hus med konvensjonell kjeller.
- Hus med kryperom.
- Kjellerbjelkelaget isolert.
- Ringmuren isolert.
- Hus på plate direkte på grunnen.
- Hus på pilarer (herunder også grunnmurstriper).

Hus med konvensjonell kjeller

I prinsippet utformes slike fundamenteringer som vist på *fig. 1 a*. NBI har behandlet detaljer for utførelse, drenasje etc. i Byggetalbladene [1] og [2].

De skraverte flatene er varmeisolerert. Kjeller-

muren utføres av betong støpt på stedet, av betonghulstein eller av blokker av ekspandert leire. Selve fundamentene — bankettene — støpes alltid av betong med dimensjoner avhengig av grunnforholdene.

Hvor kjellerveggen er av betong og huset står på god grunn, sløyfes i mange deler av landet en egentlig såle, og man får en utførelse som i *fig. 1 b*. Kjellergulvet må da støpes først. Denne utførelse har mange fremdriftsmessige fordeler, det kan benyttes en forskaling av kjellerveggen i standard høyde.

Kjellerveggene må isoleres i tilstrekkelig dybde, til dels føres isoleringen helt ned. Den legges oftest innvendig, men plasseres av enkelte midt i veggen. Betonghulsteinsvegger og vegger av ekspandert leire har tilstrekkelig varmeisolasjon i seg selv. Ved meget god isolasjon av gulv over kjeller kan det selv med isolering være fare for frost i kjelleren når denne ligger høyt i terrenget. Fundamentene føres alltid til under drenasjen og ned i frostfri dybde. Det kan diskuteres om dette siste er nødvendig ved hus hvor kjelleren ligger dypt i terrenget, og det derfor aldri vil bli frost i kjelleren.

Kjelleren må dreneres, og terrenget rundt huset må utformes slik at det blir fall bort fra huset. Fundamenteringsmåten kan brukes på plant og på kupert terreng. Hvis man bruker betong og armerer denne, kan fundamenteringen bli så stiv at den klarer seg godt ved ujevne grunnforhold. Alt i alt blir terrengarbeidene temmelig omfattende. Det er lett å trekke avløpsledninger ut (under kjellergulvet) og å føre vannledninger frostfritt inn i huset.

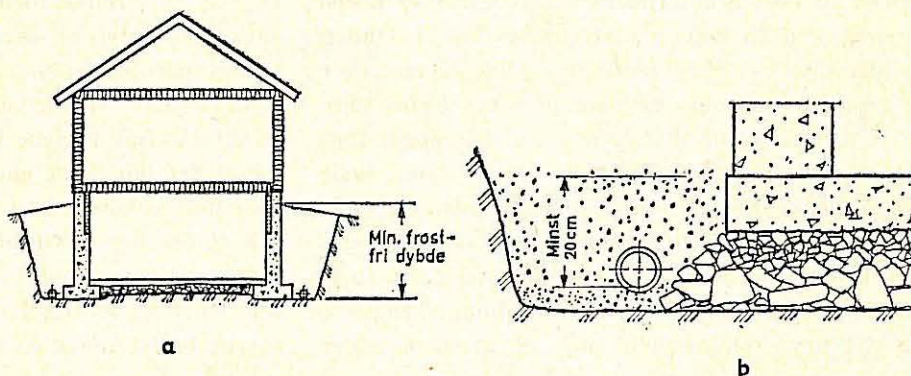


Fig. 1. Konvensjonell fundamentering av hus med kjeller. De skraverte partier er isolert. Fig. 1 a fremstiller en utførelse som er vanlig i Oslo-området idag. Fig. 1 b brukes noen steder, men enkelte bygningsmyndigheter ser av en eller annen grunn ikke med blide øyne på denne i og for seg utmerkede utførelse.

Hus med kryperom, kjellerbjelkelaget varmeisolert

Dette er gammel kjent utførelse. Detaljer for utførelsen er visst i [6]. Vanligvis brukes trebjelkelag over kjeller, men man ser også hus med en lettbetongplate. Vanligvis må kryperommet være minst 60 cm høyt. Det må ventileres godt, og selv da kan fuktinnholdet i kryperommet bli i høyeste laget når grunnforholdene er ugunstige. For å unngå dette må man ved drenering hindre at det kan danne seg dammer med fritt vann under huset. Om nødvendig må grunnen dekkes med plastfolie eller annet damp-tett dekke for å hindre fordampning fra grunnen. En slik dampsperre burde antagelig innføres som vanlig god byggeskikk.

Hvis man forutsetter — slik som mange gjør — at kryperommet er så godt luftet at temperaturen der blir meget lav, må fundamentene føres ned i frostfri dybde. Lufttemperaturen i kryperommet vil imidlertid om vinteren erfaringsmessig være betydelig over utetemperaturen. I Sverige er idag vanlig regel at fundamentene skal føres ned i $\frac{1}{2}$ frostfri dybde. Dette burde vi også kunne gjøre.

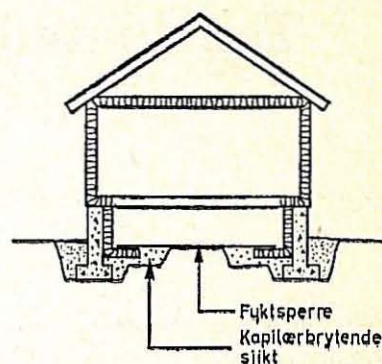
Fundamentveggene utføres av de samme materialer som for hus med kjeller. Også her kan kjellerveggene utgjøre en så stiv kasse at fundamenteringen kan brukes der hvor grunnforholdene er ujevne.

Terrenget omkring huset må planeres slik at det blir fall bort fra huset. Grunnarbeidene blir temmelig omfattende, og når man skal skaffe erstatning for kjellerplassen i selve huset, ser det ikke ut til at man sparer noe særlig i forhold til alternativet med helt utgravet kjeller. Uttreksledninger og vannledninger trekkes ut som ved vanlig hus med kjeller. Der hvor rørene føres ned inne i huset, må det oftest utformes en liten «kjeller» eller en kum rundt rørene for å få de tilstrekkelige stakemuligheter.

Hus med kryperom, uisolert bjelkelag, men isolasjon langs ringmuren

Utførelsen blir her som ved *fig. 2* hvor de skraverte flatene er isolert. Denne utførelsen har i den senere tid vært brukt endel i Sverige, men er neppe forsøkt i nevneverdig utstrekning her i landet. Kryperommet er ikke ventilert, og bjelkelaget over og veggene rundt og i kryperommet må derfor være av et materiale som klarer å stå under meget fuktige forhold. Fuktinnholdet bør søkes holdt nede ved å dekke grunnen under huset med en folie. Vanligvis utføres bjelkelaget av betong, mens man bruker uarmert lettbetong til isoleringen. Høyden av kryperommet har liten betydning. Temperaturen i kryperommet blir høy, og grunnen under

Fig. 2. Hus med kryperom hvor bjelkelag over kryperom er uisolert og ringmuren isolert. Fundamentene føres ikke ned i frostfri dybde. De skraverte flater er ikke isolerte.



huset holdes godt oppvarmet slik at det ikke er nødvendig å føre fundamentene lengre ned enn det som er nødvendig for å nå god bæredyktig grunn.

Terrenget omkring huset må planeres slik at det blir fall bort for huset. På grunn av at det ikke er nødvendig å føre fundamentene ned i frostfri dybde, kan grunnarbeidene innskrenkes betydelig i forhold til alternativet med «kaldt» kryperom. Det råder usikkerhet om hvor kraftig isoleringen av ringmuren og grunnen må være. Dette er under diskusjon i Sverige. Man bruker imidlertid vanligvis en isolasjon svarende til $k = 0,4$ til $0,5$, og det samme for dekkets pluss grunnens varmeisolasjon regnet fra kryperommet og ut, f. eks. etter reglene i [3].

Det er ikke så enkelt å føre uttreksledninger ut og varmeledninger inn i frostfri dybde og å skaffe de nødvendige stakemuligheter. Også her må man bruke en kum eller liten «kjeller» rundt rørene. Alle horisontale trekninger av rørene inne i huset kan ellers skje i kryperommet.

Hus på plate direkte på grunnen

Utførelsen av slike fundamenteringer er vist i [4] og [3]. Det finnes enkelte hus fundamentert på plate direkte på grunnen også her i landet, men konstruksjonen er ikke meget utbredt. Da platen ikke bør legges på fylling, er det meget få tomter som er så flate at forholdene ligger naturlig tilrette for å bruke en slik utførelsesmåte. Til dette kommer også at de utførelser som er vist i [4] og [5], faller forholdsvis kostbare. Med vår nåværende viten er det imidlertid vanskelig å angi andre vesentlig enklere konstruksjonsformer, som man kan være sikker på. Erfaring viser at hus som er utført etter reglene i [4] og [5] ikke er utsatt for at det blir frost under betongplaten. Hjørnene, hvor kulden kommer til fra 2 sider kan være farlige, slik at det her er tilrådelig å minske litt på isolasjonen i hjørnet for å få varme til å holde grunnen frostfri. Platen kan til en viss grad fordele ujevne belastninger på grunnen.

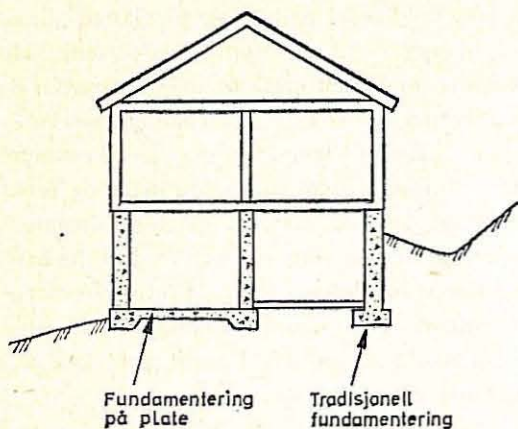


Fig. 3. Hus delvis fundamentert på plate og delvis på vanlig grunnmur som fig. 1.

Rørledningene skaffer et spesielt problem. Horisontale dragninger av rørene må normalt legges under betongplaten, og det betyr at det er meget vanskelig å komme til rørene hvis det skjer noe. Det samme gjelder mulighetene for å trekke rørene ut under huset. For å komme ned i frostfri dybde med tilfredsstillende stakemuligheter, må man antagelig også her benytte en kum.

Fundamenteringsformen kan sikkert ha meget for seg under en del av et hus i skrånende terreng, se f. eks. fig. 3. Under slike forhold har den utvilsomt sin berettigelse.

Pilarfundamentering

Fundamentering på pilarer har vært brukt, men er av mange betraktet som noe som bare bør brukes ved provisorisk bebyggelse m. v. Riktig utført er imidlertid en slik fundamentering helt fullverdig, og med den nåværende viten om varmeisolasjon og vindtetthet og med de materialer man nå har, kan huset utføres helt likeverdig med hvilket som helst annet hus. Detaljer for fundamentering på pilarer er vist i [7]. Metoden egner seg ikke ved ujevne grunnforhold, idet man ikke får noen stiv kasse som kan fordele lasten.

Innvendingene mot pilarfundamentering har også vært av estetisk art, idet rommet under huset kan lett bli en samleplass for allverdens skrap. Hvis man imidlertid plasserer et hus i terrenget på pilarer, uten hensyn til tradisjonelle hensyn bestemt av andre fundamenteringsformer, skulle det være mulig å finne estetisk gode løsninger som krever et minimum av terrengarbeid.

Man kan mer eller mindre beholde terrenget som det er. Tildels vil det vel være nødvendig å gi overflaten av terrenget under huset en eller annen form for permanent overflatebehandling, som vil bety endel utgifter. Fig. 4 viser en tenkbar plassering av et hus i skrånende terreng. Enhver form for

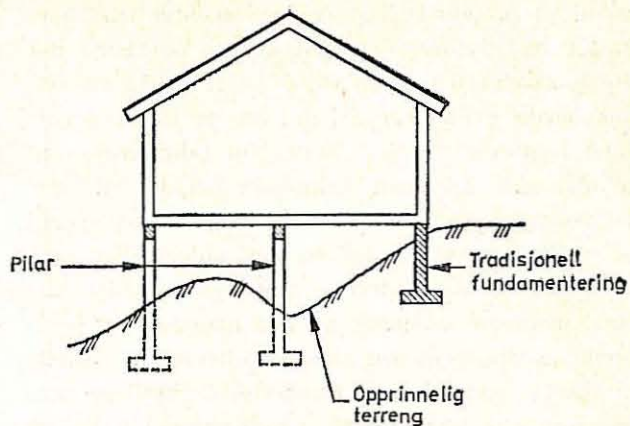


Fig. 4. Hus på pilarfundamentering hvor man ikke forandrer terrengets form.

drenering skulle være unødvendig. Et 100 m² enetasjes trehus med full last veier under 30 000 kg. Til dette kommer pilarer og fundamenter. Med et flatestrykk så lavt som 1 kp/cm² på grunnen trengs en fundamenteringsflate på 30 000 cm² eller 3 m². En eventuell skorstein må settes på særskilt fundament (den er ikke medregnet i ovenstående vekt). Det er interesse for å kombinere ildsteder, herunder også peiser, med pipen, og henge denne konstruksjonen opp i huset. Slike utførelser vil være særlig ønskelige i hus som står på pilarer. Pilaravstandene vil særlig være bestemt av hensiktsmessige dimensjoner på bjelkene over pilarene. Den gunstigste inndeling må bestemmes på grunnlag av økonomiske beregninger.

Horisontal rørføring er vanskelig og vil kunne binde utformingen av huset noe. Den vertikale rørføring ned til frostfri dybde bør antagelig skje i en liten «kjeller» eller en kum hvorfra man også kan anordne stakemuligheter. Selve huset ellers forutsetter et meget godt isolert bjelkelag hvor det samtidig er lagt stor vekt på vindtettingen. Plassering av huset i terrenget krever individuell og dyktig behandling av hvert enkelt hus for at resultatet skal bli tilfredsstillende ut fra et estetisk synspunkt.

Fundamentering på grunnmurstriper må betraktes som en variant av pilarfundamentering som ikke vil medføre noen fordeler i forhold til bruk av pilarer.

Alt i alt må man si at pilarer er en fundamenteringsform som ser ut til å ha store muligheter særlig i kupert terreng. Det var ønskelig om dyktige arkitekter kunne utnytte de spesielle muligheter som slik utførelse byr på.

Prefabrikering

Prefabrikasjon av fundamenter har ikke vært praktisert her i landet. I andre land kan man som

nevnt se prefabrikering av fundamenter med banketter og grunnmurer uten at det overhode blir støpt betong på byggeplassen. Ut fra slike erfaringer burde hvilken som helst av de foran nevnte fundamenteringsformer kunne prefabrikeres rent teknisk sett. Det kan diskuteres om det vil være nødvendig f. eks. å vibrere fundamenter på plass i et sandlag for at de skal få godt anlegg. Ved konvensjonell fundamentering med kjeller måtte alle fundamentene antagelig gå ned under det dypeste punkt av drenasjen for at alle kjellerveggene skulle kunne få samme høyde. Banketter og kjellervegger må antakelig lages i betong og dermed bli temmelig tunge.

Når det gjelder fundamentering vil hus med kaldt kryperom ikke adskille seg fra hus med kjeller, bortsett fra at ringmurene ikke skal varmeisolereres og at ringmuren ikke får kjellerveggenes høyde. Det burde klare seg å føre den ned i $\frac{1}{2}$ frostfri dybde.

Ved hus med varmt kryperom hvor fundamentene er enda grunnere, blir de prefabrikerte delene lettere, men er ellers av samme art som ved de foran nevnte fundamenteringsformer. Her må imidlertid bjelkelaget over kjeller også prefabrikeres i betong. Isoleringen av ringmuren og grunnen kompliserer utførelsen.

Når vi så endelig kommer til pilarfundamenteringen, utgjør de prefabrikerte deler minst både i vekt og volum.

Forholdene burde også her ligge godt til rette for at flest mulig deler kan bli like. Fundamentplatene under pilarene burde kunne utføres i en eller noen få typer, slik at fundamentene midt under huset kunne bli større enn langs kantene, og at man i noen grad kunne ta hensyn til forskjellige grunnforhold og antall etasjer.

For typehus måtte bjelkene over fundamentene også kunne fremstilles i noen få typer. Flere materialer kommer her på tale, betong, stål og laminerte tredragere.

For pilarer vil det trenges forskjellige lengder.

Man kan imidlertid tenke seg jevnlange pilarstomper i betong som går opp over terrenget, slik at underkant fundamentplate kommer i frostfri dybde. Over terrenget kunne man så bruke et materiale som lett kan tilpasses i lengde, f. eks. tre. Forbindelsene mellom de forskjellige fundamentdeler og føring av horisontale krefter ned til grunnen forlanger et nærmere studium, som sikkert er lett løsbart. En mangel som er felles for alle prefabrikerte fundamenteringer, er at man vanskelig kan få til en så stiv konstruksjon at den i noen grad kan utjevne varierende grunnforhold.

Konklusjon

På grunnlag av slike summariske betraktninger ser det ut til at pilarer er den fundamenteringsform som man enklest kan prefabrikeres. Metoden er imidlertid hittil så lite benyttet at man ikke har fått demonstrert at det også på denne måten er mulig å plasere hus i terrenget på en estetisk sett tilfredsstillende måte. Det var ønskelig om noen arkitekter kunne interessere seg for, og få anledning til å eksperimentere på dette området. Når man på denne måten hadde vunnet mer erfaring, ville tiden være inne til å foreta økonomiske sammenligninger og å konstruere prefabrikerte fundamenteringer. Man kan idag uten vanskeligheter konstruere hus med pilarfundamentering som er teknisk sett helt tilfredsstillende, og som holder seg helt innenfor byggeforskriftenes ramme slik at det her ikke skulle oppstå noen vanskeligheter.

La dette være en oppfordring til forsøk.

Litteratur

- | | |
|----------------|---|
| [1] NBI(12)401 | Drenering av bygninger. |
| [2] NBI(18)101 | Fundamenteringsarbeider. |
| [3] NBI(23)301 | Kjellerløse småhus. |
| [4] NBI(23)303 | Gulv direkte på grunnen. |
| [5] NBI(23)304 | —»— —»— |
| [6] NBI(23)305 | Frittstående tregulv for kjellerløse hus. |
| [7] NBI(23)307 | Kjellerløse trehus på pilarer. |