

Rasjonell planlegging og detaljering av forskaling

Av tømmermester Ragnar Wiig
Norges byggforskningsinstitut

Norges byggforskningsinstitut

OSLO 1961

Særtrykk av «Byggmesteren» nr. 25, 1960

INNLEDNING

En omlegging til mer rasjonelle forskalingsmetoder er igang, men mange bruker ennå den konvensjonelle forskaling bygget på erfaringen fra rent håndverksmessig praksis. Med de forandrede forhold vi har idag, hvor forskalingsmaterialene utgjør større del av totalutgiftene enn før, er det all mulig grunn til å rasjonalisere forskalingsarbeidet.

Ved å innføre nye metoder og utnytte de nye materialer og hjelpemidler som er kommet på markedet de senere år, kan det spares meget arbeidskraft og materialer. Rasjonalisering må begynne med planlegging, detaljering og materialanskaffelse. Det gjelder å finne et forskalingssystem som dekker firmaets behov.

1. FORSKALINGSOMKOSTNINGENE

Det er i første rekke materialomkostningene som kan senkes ved å benytte et riktig forskalingssystem. Slik forholdene er i Norge, varierer akkordfortjenesten forbausende lite i forhold til den tid som medgår til arbeidet. Dette henger sammen med at hvis arbeidet er dårlig tilrettelagt og arbeidet går tregt, må entreprenørene ofte i stor utstrekning godkjenne dagtid.

På tross av disse erfaringene reises det ofte tvil om hvorvidt entreprenøren har noen økonomisk fordel av å legge forholdene tilrette slik at forskalingslaget sparer tid. Innsparing i materialomkostningene som følge av fornuftig detaljering, kan imidlertid ikke dras i tvil.

Senking av materialomkostningene kan skje på følgende måter:

1. Redusere materialmengden i forskalingen
2. Eliminere spill og brekkasje
3. Øke levetiden for materialene
4. Planlegge byggeprosjektet

2. MATERIALENE

I husbygging skiller vi vanligvis mellom bærende forskaling (dekkeforskaling) og støttende forskaling (veggforskaling o. l.). Kravene til disse to typer forskaling er forskjellige hva de enkelte forskalingsdeler og stivhet mot ut- eller nedbøyning av forskalingen angår.

I det etterfølgende skal kort behandles dekkeforskalingens og derefter veggforskalingens enkelte deler og hvilke materialer som er mest hensiktsmessige å benytte.

3. DEKKEFORSKALINGEN

En dekkeforskaling består vanligvis av støtter, bjelker, bueskiver og kledning.

3.1 Kledningen.

Før var det vanlig å bruke 1" løse forskalingsbord til kledningen, men i den senere tid er de fleste gått over til å benytte lemmer, som har den store fordel fremfor løse bord at kapping og spill blir mye mindre.

Lemmer er også lettere å håndtere og krever mindre arbeidstid pr. m² enn løse bord.

Til forskaling hvor betongflaten skal pusses, er det vanlig å benytte lemmer fremstilt på fabrikk, eller labanklemmer, som enten blir spikret sammen på byggeplassen eller på entreprenørens lagertomt. Til såkalt pussfri forskaling benyttes vanligvis kryssfinérlemmer.

Det synes som om fabrikkfremstilte lemmer er å foretrekke fremfor labanklemmer. Labanklemmer krever større lagringsplass og brekkasjen er mye større enn for fabrikkfremstilte. Labankene er dessuten til hinder under forskalingsarbeidet og gjør at lemmene bare kan benyttes på en side i motsetning til fabrikkfremstilte, hvor begge sider kan benyttes.

Det finnes idag flere gode fabrikata av fabrikkfremstilte lemmer å velge mellom. De leveres i standard størrelse 50 x 100 cm og 50 x 150 cm og i 20, 22 og 25 mm tykkelse. Lemmene er høvlet på en eller begge sider, noe som gjør at de slipper betongen lettere enn ellers. Lemmene leveres også i dimensjoner etter bestilling.

Ved vurdering av hensiktsmessig lengde og bredde på lemmene bør det legges an på å benytte formater som arbeidsteknisk gir de største fordeler. Det vil si det format som lett lar seg transportere, som gir mulighet for full utnyttelse ved maksimal senteravstand på bueskivene, og som krever minst tid pr. m² til montering.

Eksempel:

Et 15 cm dekke skal forskales og støpes.

Støpingen skal foregå med bære og betongflaten skal pusses på konvensjonell måte.

Det velges 50 cm c/c bueskiver.

Lengde av lemmene bør være et multiplum av senteravstanden på bueskivene. Det velges da lemmer på 150 cm, som arbeidsteknisk er en bra lengde.

Bredden på lemmene bør være slik at den kan tilpasses lengden av lemmene dersom de må snus. Bredden må være 50 cm.

Benytter vi lemmer på 50 x 150 cm supplert med lemmer på 50 x 100 cm, skulle vi maksimalt kunne få et 50 cm udekket felt. Fordeler vi dette på to steder, eventuelt fyller i med løse bord, kan vi dekke de udekkede felt med 1½ mm stålplater. Derved unngås all tidkrevende telging av tilpasningsbord (fig. 1).

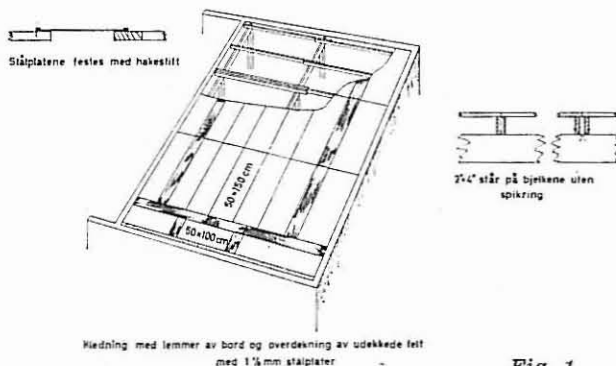


Fig. 1.

En tidsstudie som er tatt på å tildanne og legge tilpasningsbord, viser at det gjennomsnittlig går med 1,2 min./lm for dette arbeidet. Det er ca. 3 ganger tiden som det tar å legge ned og feste en 50 x 100 cm lem.

Stålplatene kan f. eks. være 25 cm brede og ha samme lengde som lemmene. De festes til lemmene med hakestift.

Stålplatene er dyre i anskaffelse, men til gjengjeld kan de benyttes mange ganger. Regner vi med bare ren materialpris, er 10 ganger ombruk av stålplatene nok til å kunne lønne seg.

Der hvor de udekkede felt kommer parallelt med bueskivene, sparer man også bueskiver, samtidig som brekkasjen på lemmene ikke blir så stor når man bruker stålplater, da det er lettere å få tak bak lemmene når de skal rives.

Ved å innrette kledningen til forskalingen på denne måten, kan man oppnå å redusere spill og brekkasje betydelig.

For pussfrie dekkforskalingen kan man tilkappe finérlemmene slik at de dekker 2—3 cm mindre enn rummet. Disse udekkede felt kan da dekkes med ca. 5 cm brede stålplater for på den måten å oppta toleransene som måtte bli fra blokk til blokk.

Det krav vi stiller til betongens overflate, er bestemmende for hvilken kledning som må brukes til forskalingen. En mønstret overflate som skal bære preg av forskalingen, kan utføres med løse bord e. l. Helt glatte overflater må derimot støpes mot jevnere kledning av større format, som derved gir færre fuger i flaten.

Vannfast limte kryssfinérplater har vist seg godt skikket til såkalt «pussfri forskaling». Platene arbeider lite ved vekslende fuktighet og holder stabile mål. Det finnes idag en rekke forskjellige fabrikata av kryssfinérplater med forskjellig standard størrelse, tykkelse og antall krysslage sjikt. Spesielle formater kan leveres etter bestilling. Platene kan også leveres impregneret eller plastbehandlet.

Ved detaljering av forskaling med kryssfinér må man være oppmerksom på at platene har ca. 65 % større nedbøying med ytterfibrene på tvers enn med ytterfibrene parallelt med spennretningen. Ved valg av dimensjoner på kryssfinérplater gjelder de samme regler som for vanlige lemmer. Platene bør være store, men ikke større enn at de er lette å håndtere for en mann.

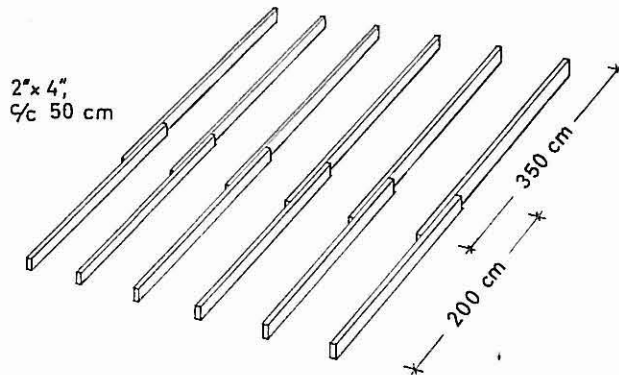
4. UNDERSTØTTELSEN

Kledningen må understøttes tilstrekkelig på et jevnt underlag. For dekkforskaling gjøres dette vanligst med bueskiver, bjelker og støtter eller forskalingsbjelker av stål.

4.1 Bueskiver.

Den vanlige dimensjon på bueskiver har vært 1" x 4". I den senere tid har flere gått over til å bruke 2" x 4". Årsaken til dette er at antall bueskiver som skal håndteres, blir betraktelig redusert. Til tross for at trelastmengden øker, blir forskjellen i pris liten, slik at gevinsten ved å bruke 2" x 4" til bueskiver oppnås ved at 2" x 4" i motsetning til 1" x 4" står av seg selv uten spikring. Derved reduseres spill og brekkasje betraktelig, samtidig som monteringen blir raskere.

For å få minst mulig spill og brekkasje på bueskivene, er det hensiktsmessig at bueskivene har bestemte lengder som lar seg tilpasse et hvilket som helst rum ved å skyves om hverandre (fig. 2). Hvilke lengder man skal velge på bueskivene, er avhengig av hvilken



Bueskiver med to standardiserte lengder

Fig. 2.

dekketykkelse som oftest forekommer i entreprenørens virksomhet.

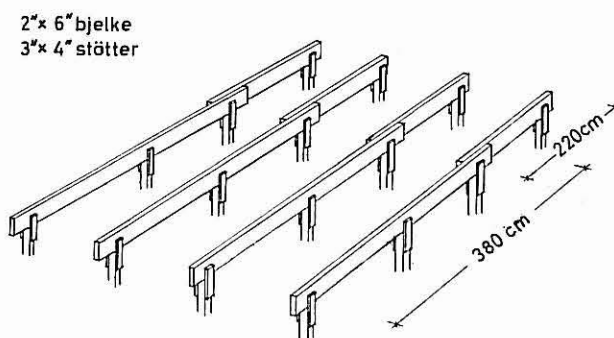
Eksempel:

For et 15 cm tykt dekke hvor betongflatene skal pus-ses, kan spennvidden for bueskivene (2" x 4" — 50 cm c/c) være opptil 150 cm. Bjelkene passer det å sette ca. 25 cm fra veggene, og regner vi 25 cm for omskjøt av bueskivene over bjelkene, får vi en minimum lengde av bueskivene = 150 + 50 cm = 200 cm. Maksimal lengde skulle da bli 2 x 150 + 50 = 350 cm. Ved kombinasjon av disse to bueskivelengder kan man ved at de skyves om hverandre, dekke alle rumstørrelser fra 200 cm og oppover. For pussfri forskaling anbefales at bueskivene breddejusteres til 10 cm.

4.2 Bjelkene.

4" x 4" har før vært det mest vanlige å benytte som bjelker. Dimensjonen er lite økonomisk for bjelker i forskalingen, og det er da også i den senere tid blitt vanlig å benytte andre dimensjoner med større motstandsmoment. Ved belastninger som opptrer f. eks. ved 15 cm plater, er 2" x 6" den mest økonomiske dimensjon. En 2" x 6" bjelke har ca. 25 % mindre tverrsnitt og ca. 20 % lavere pris; motstandsmomentet er ca. 12 % større enn for 4" x 4". På grunn av at de fleste stål-støtter har gafler med 2" åpning den ene og 4" åpning den andre veien, skulle det også falle naturlig å benytte 2" brede planker om høyden av bjelken ikke er 6".

For valg av standardiserte lengder på bjelkene gjelder de samme prinsipper som for bueskivene (fig. 3).



Bjelker med to standardiserte lengder

Fig. 3.

Eksempel:

Ved et 15 cm dekke kan spennvidden for 2" x 6" bjelker være opptil 160 cm (2" x 4" bueskiver i 50 cm c/c og 150 cm spenn). Regnes at stottene settes ca. 30 cm fra enden på bjelkene og en omskjot på 30 cm, får vi minimumslengden = $160 + 60 = 220$ cm. Maksimal lengde på bjelkene bør være $2 \times 160 + 60 = 380$ cm.

4.3 Stottene.

Før var 4" x 4" mye brukt til stotter. Disse ble kryssavstivet med 1" bord og kappet og tilpasset for hver etasje. Nu er 3" x 3" og 3" x 4" mye i bruk — da med gaffel og kiler for regulering i høyde. Dette reduserer kapping og forenkler oppsettingen.

Regulerbare stålstotter har fått stor utbredelse i de senere år. De fleste har reguleringsmuligheter på ca. 1 m (fig. 4).



Fig. 4.
Stålstotte.

Det er entreprenørens virksomhet og behov for stotter med store reguleringsmuligheter som er det avgjørende ved valg av hvilke typer stotter man skal velge. For et firma som har byggearbeider med store variasjoner i etasjehøyden, byr regulerbare stålstotter på mange fordeler, men 3" x 3" stotter med gaffel og kiler for regulering i høyden er langt billigere i anskaffelse og vedlikehold, og kan dekke mange firmaers behov.

4.4 Forskalingsbjelker av stål.

Det finnes forskjellige typer forskalingsbjelker av stål på markedet. Prinsippet for dem er at de bærer forskalingen fra vegg til vegg, så rummet under for-

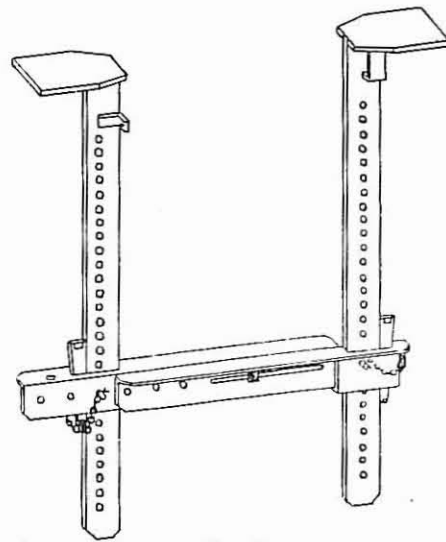


Fig. 7.
Dragerbånd.

skalingen blir fritt. Bjelkene kan ha opplegg direkte på veggene eller bærende deler av forskalingen (fig. 5).

Enkelte av bjelketypene kan benyttes til buekonstruksjoner, da de har spesialdeler til dette. I vanlig boligbygging kan forskalingsbjelker av stål neppe konkurrere økonomisk, da de er kostbare i anskaffelse og som regel bare erstatter bjelker og eventuelt stotter, som tilsammen kanskje bare utgjør ca. 20 % av materialomkostningene til en konvensjonell forskaling.

I spesielle konstruksjoner, f. eks. hvor etasjehøyden er stor, i buede konstruksjoner eller hvor særlige hensyn må tas til understøttelsen, kan forskalingsbjelker av stål være rasjonelle.

I likhet med stålstotter krever forskalingsbjelker av stål godt vedlikehold. Alle bevegelige deler må passes med olje, og bjelkene innsettes med rustbeskyttende maling.

4.5 Traverser.

Traverser er mindre typer forskalingsbjelker av stål som gjerne brukes i mindre rum, korridorer m. m. i forbindelse med de store stålbjelkene. De er regulerbare og har som regel reguleringsmuligheter fra 70 til 120 cm (fig. 6).

4.6 Dragerbånd.

Dragerbånd av stål består av spesielle og dertil utformede deler som kan reguleres i bredde og høyde slik at de kan opplagres på bjelker og danne rammen for dragerforskalingen. Dragerbåndene plasseres med innbyrdes avstand slik at man kun behøver å bruke lem-



Fig. 6.
Travers.

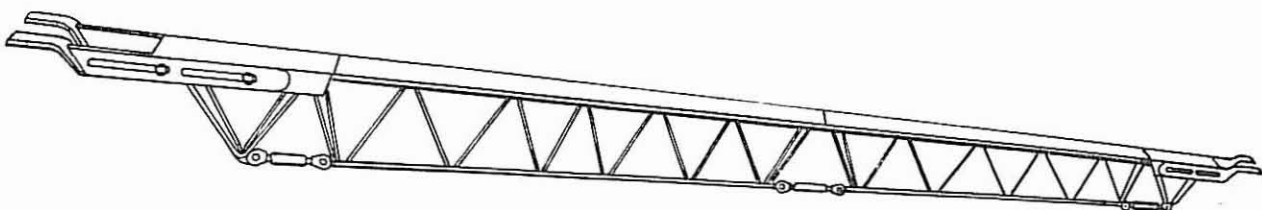


Fig. 5.
Forskalingsbjelke av stål.

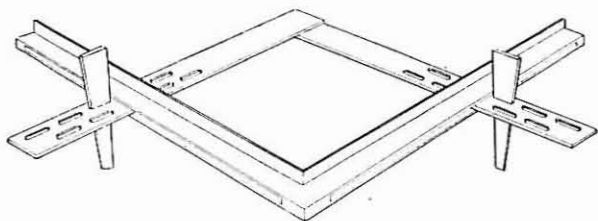


Fig. 8.
Søylebånd.

mer eller bord direkte på dragerbåndene. Da dragerforskalingen vanligvis er tungvint og materialkrevende forskning, skulle man tro at dragerbånd er et hjelpemiddel som har sin betydning (fig. 7).

4.7 Søylebånd.

For å oppta strekkrefter i en søyleforskaling er det vanlig å benytte sammenspikrede bord. Dette krever mye spikring og derav stor brekkasje og mye arbeide. Søylebånd erstatter disse bordene og er hurtige å montere og skulle ha alle betingelser for å være økonomiske i bruk (fig. 8).

4.8 Pappør, eternitrør

eller kanaler kan i spesielle tilfelle være fordelaktige å bruke som søyleforskaling. Pappørene kan selvsagt bare brukes en gang, men gir en glatt betongflate som ikke trenger noen etterbehandling. Eternitrør eller kanaler som søyleforskaling, blir også benyttet. Overflaten blir da eternit, som kan stå ubehandlet.

4.9 Dekkeseksjoner.

En måte å forskale dekker på som benyttes mye i Sverige og Danmark, er med såkalte dekkeseksjoner. Denne type dekkforskaling egner seg kun i konstruksjoner med bærende skillevegger hvor ytterveggene blir satt opp etter at råbygget er støpt.

Dekkeseksjoner er store seksjoner som kan dekke hele feltet mellom to bærende skillevegger og f. eks. halve husets bredde. Seksjonene består av kledning, bueskiver, hjelker og støtter som er fast monterte. Støtene kan reguleres i høyde for justering under monteringen og for nedsenking av seksjonen når den skal trekkes ut av etasjen. Systemet krever en kran som kan løfte seksjonene ut av den ferdig støpte etasje og opp til neste etasje (fig. 9).

5. VEGGFORSKALING

Når det gjelder dimensjonering av veggforskaling, er det mange hensyn å ta. Påkjeningen er bl. a. avhengig av støpehastigheten, avbindingstiden, betongens konsistens, vibrering og forskalingens tetthet. Undersøkelser av konvensjonell forskning viser at båndstålene i almindelighet er anstrengt til nær flytgrensen, mens lemmer, stendere og strekkfisker ikke er fullt utnyttet.

5.1 Kjellervegger.

Til tross for at forskning av kjellervegger blir utført nesten overalt, uansett hvilke materialer det blir benyttet til veggene i etasjene forøvrig, har det vært liten forandring og utvikling på dette område her i landet. Kjellerforskaling ved konvensjonell måte er meget material- og arbeidskrevende, så en omlegging av metoden og bruk av standardiserte forskalingsdeler vil gi betraktelige besparelser.

På grunn av at mengden av kjellerforskalingen — i motsetning til veggforskalingen i etasjene — på et byggefelt som regel ikke er stor nok til at det er økonomisk forsvarlig å legge opp et individuelt forskalings-system, er det nødvendig at systemet kan brukes hvor som helst. Dette kan man oppnå ved å standardisere forskalingsdelene i likhet med dekkforskalingen.

Den vanlige metode er å forskale kjellervegger og kjellertak i ett før veggene støpes. Dette skaper — på grunn av forskjell i kjellerhøyden — problemer med standardiseringen av forskalingsdelene. Forskales og støpes kjellerveggene før dekket forskales, er høyden av forskalingen ikke så nøye. Dette krever vanligvis endel ekstra tilrigging for stoping, men støpes det med kran, er tilriggingen minimal (fig. 10).

Første betingelse for å kunne bygge en rasjonell kjellerforskaling er at alt grunnarbeide, stoping av såler o. l., nedlegging av alle rør i grunnen, kulting og stoping av kjellergulvet er utført før kjellerforskalingen påbegynnes. Dette innebærer så mange fordeler — ikke bare for forskalingen — men også for innkjøring av kultsten og betongmasse til kjellergulvet, at det vil gi betydelige besparelser.

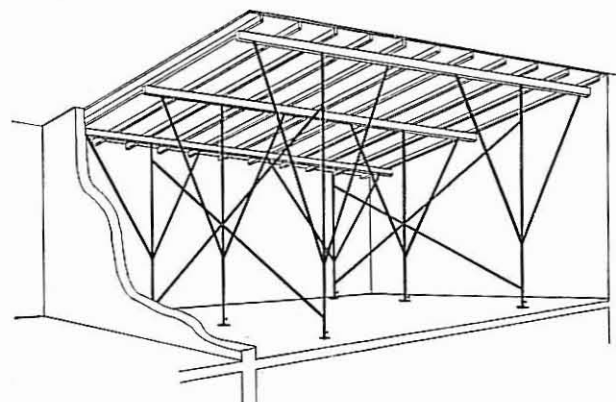
5.2 Etasjevegger.

På grunn av byggenes forskjellige utforming, konstruksjon og krav til betongens overflate, stilles det i hvert enkelt tilfelle spesielle krav til forskalingen. Det er derfor vanskelig å sette opp noe generelt forskalings-system for etasjevegger. Hvert enkelt tilfelle må gjennomtenkes og detaljeres. Det er i de senere år her i landet prøvet forskjellige metoder og systemer, som har gitt bra resultater (fig. 11).

5.3 Kledning.

Til veggforskaling ved normal etasjehøyde er det fornuftig å benytte etasjehøye lemmer eller seksjoner til veggforskalingen. Derved oppnås at strekkfiskene kan settes direkte på lemmene, og på den måten sløyfe vertikale stendere. For etasjehøye seksjoner sitter stenderne fast på seksjonen, slik at antall deler å behandle og ta vare på, blir redusert.

Lemmenes eller seksjonenes bredde bør være avpasset slik at de blir lette å håndtere og at det passer å føre veggbinderne igjennom for hver lemme-skjot. Tilpassing i horisontal retning utføres med 1½ mm stålplater. For spesielle konstruksjoner eller hvor andre forhold (f. eks. stor etasjehøyde) gjør at etasjehøye lemmer ikke kan brukes, kan benyttes det samme prinsipp som beskrevet



Dekkeseksjon
Fig. 9.

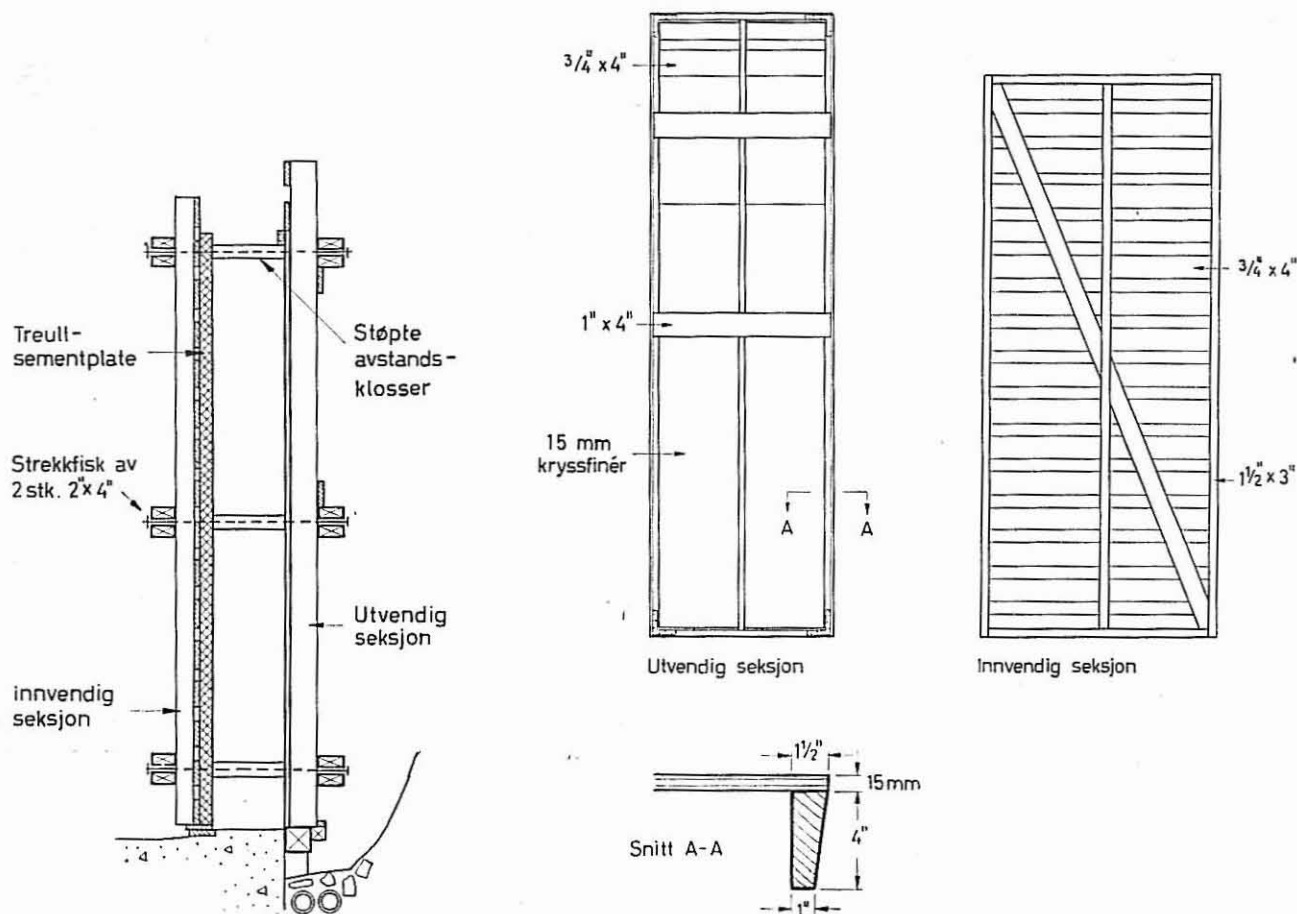


Fig. 10.

System for kjellerveggforskaling.

for kledning til dekkeforskaling med to standardiserte lemmeformater tilpasset i horisontal og vertikal retning med stålplater.

For ytterveggforskaling blir det gjerne satt isolasjon i en eller annen form på yttersiden eller innsiden av veggen. Her er det ikke nødvendig med tett forskaling, så lemmene eller seksjonene blir laget som glissen forskaling. Det har også vært anvendt isolasjonsplater som har etasjehøyde, til isolasjon i betongvegger. Der ved bortfaller kledningen på denne siden, og strekkfiskene settes rett på isolasjonen.

5.4 Stendere.

Som før nevnt, kan stenderne sløyfes i enkelte forskalingssystemer eller de monteres fast til kledningen. I de tilfelle hvor stenderer er nødvendig, kan disse standardiseres i lengde og derved tilpasses hvilken som helst veggforskaling ved å forskyves i forhold til hverandre. Stenderne bør da tydelig merkes. Den vanlige dimensjon på stenderer er 1" x 4", men 2" x 4" er også i bruk, særlig i pussfri forskaling eller hvor forskalingen skal være ekstra solid.

5.5 Strekkfisker.

Selve grunnlaget for å få en pen og rett støpevegg ligger i at strekkfiskene er rette og at de danner betryggende opplagring for veggbinderne. Dimensjonen kan derfor ikke bare bestemmes ut fra de opptredende belastninger, men også ut fra materialenes stabilitet.

Systemet med å sammenspike 2 stk. 2" x 4" eller 1½" x 4" med en ¾" bordstump imellom på ca. hver meter og med avtrapping i endene, ser ut til å være

stabil og egner seg godt hvor det benyttes veggbindere av moderne utforming. Mellomrommet og avtrappingen gir mulighet til i en viss grad å kunne forskyve og avpasse strekkfiskene etter lengden av veggen, samtidig som det letter monteringen av forskalingen.

5.6 Avstandsklosser.

Avstandsklosser eller pinner som tjener til å holde riktig avstand mellom de to forskalingssider, er utført av tre i vegger hvor båndstål benyttes. I vegger hvor rundstål eller flattstål med spesielle låseanordninger benyttes, må avstandsklosser av betong eller papp brukes.

Avstandsklossene fås til forskjellige vegtykkelser og har hull i lengderetningen for gjennomføringen av stålet. Stålet kan på den måten trekkes ut av veggen etter bruk og benyttes mange ganger.

5.7 Veggbindere.

Båndstål har vært brukt og brukes fremdeles mye til veggbindere her i landet. Foruten at båndstålet — som før nevnt — i almindelighet er sterkt anstrengt i en konvensjonell veggforskaling, har det mange andre ulemper. Det kan f. eks. være vanskelig å få jevn stramming på alle stålene, eller forankringen til strekkfiskene kan gi etter under støpingen.

En langt bedre og sikrere sammenbinding er metoden med skruber, rundstål eller flattstål med spesielle låseanordninger. Prinsippene for de enkelte fabrikata kan være noe forskjellige og dekker de fleste behov på området.

Norges bygningsvitenskapsinstitutt

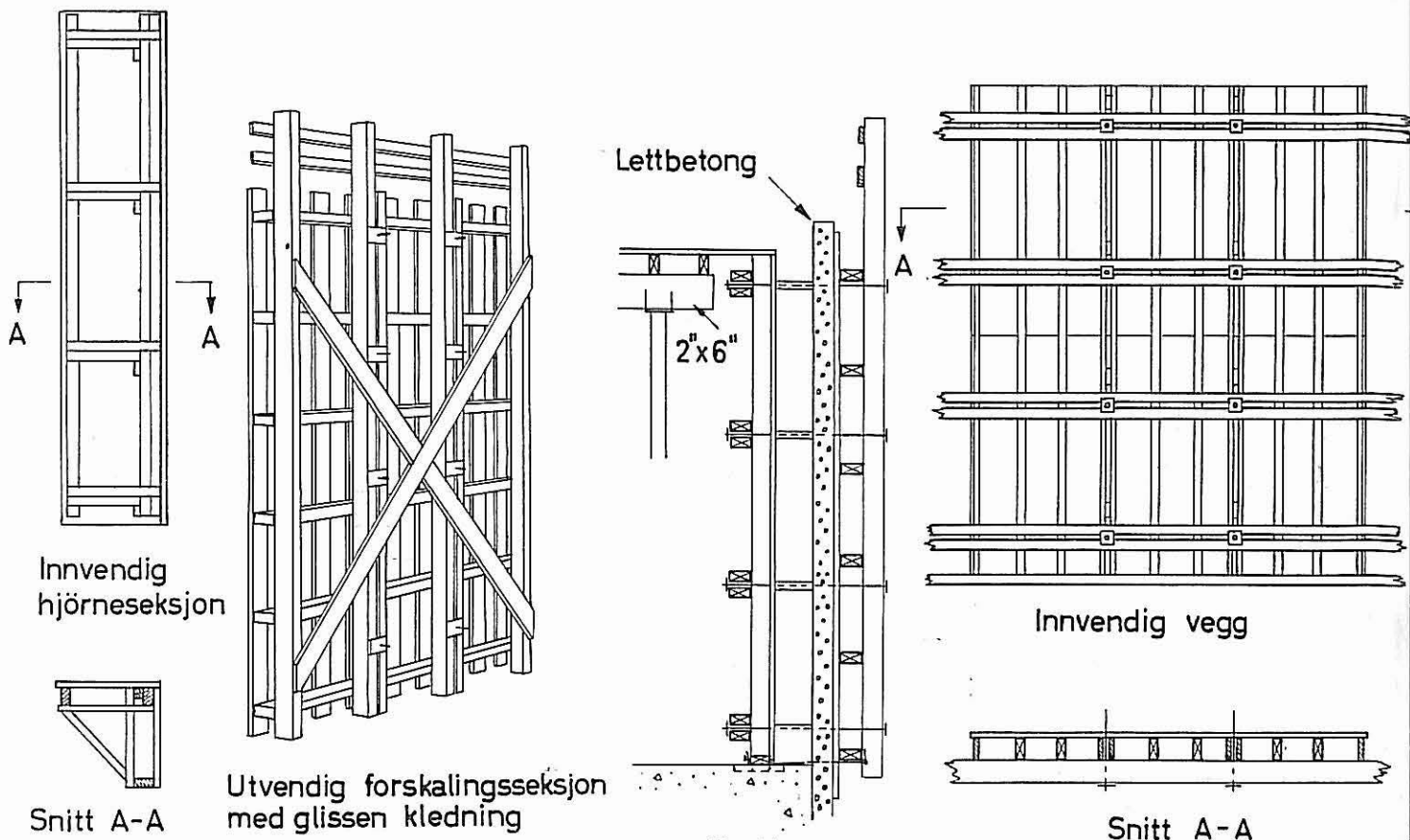


Fig. 11.
System for forskaling av etasjevegger.

5.8 Stålforskaling.

Stålforskaling er først i de senere år blitt tatt i bruk til veggforskaling her i landet, og da helst på store byggefelt hvor man kan oppnå fra 100 til 150 gangers ombruk. Monteringen foregår med kran (fig. 12).

Stålforskalingen er dyr i anskaffelse — ca. kr. 225,— pr. m². En finérforskaling koster til sammenligning ca. kr. 35,—/40,— pr. m². Stålforskaling kan nu også leies for en kvadratmeterpris pr. gangs ombruk.

For å få løsnet stålforskalingen i vinterhalvåret kreves en god tilrigging med oppvarming av forskalingen.

6. RENHOLD

For en forbruksvare som forskalingsmaterialer, er levetiden avhengig av materialkvaliteten, forskalingsmetoden, vedlikehold, renhold og impregnering av materialene.

For å få orden i forskalingsmaterialene slik at de ikke blir benyttet til annet enn til det de er bestemt for, er det viktig at de enkelte deler i forskalingen blir merket. På den måten elimineres kapping og «låning» av forskalingsmaterialer, og det blir mye lettere å holde orden på materialene.

6.1 Kledning.

Det er i første rekke kledningen som er mest utsatt og som slites mest i en forskaling. For å øke levetiden på kledningen må man foruten å skåne den for mekaniske påkjenninger, beskytte overflaten mot fuktighet og få kledningen til å slippe betongflaten lett under rivingen, og derved minske brekkasjen og arbeidet med rengjøring av materialene.

Ved en vanlig dekkforskaling vil omkostningene til materialanskaffelsen fordele seg med 60 % til kled-

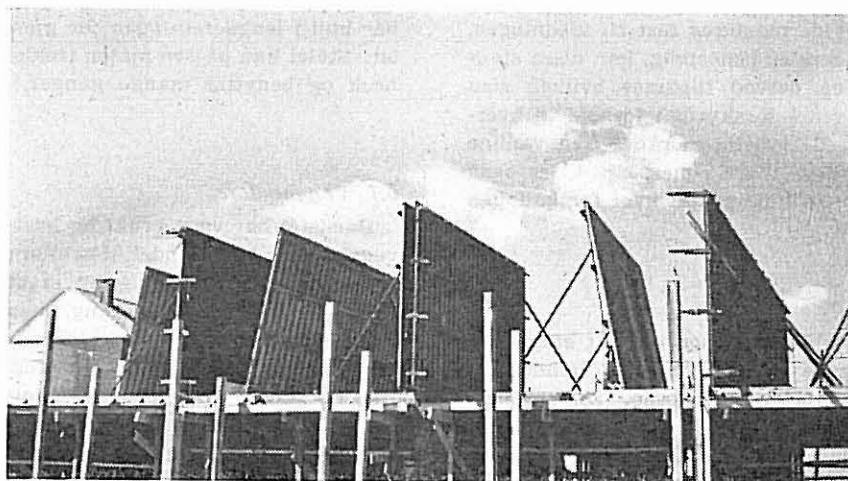


Fig. 12.
Stålforskaling.

ningen og 40 % til understøttelsen, så en forsiktig behandling av kledningen vil være av stor betydning for økonomien.

Metodene for beskyttelse av kledningen har her i landet vært impregnering og oljing, som har gitt tilfredsstillende resultater. Det har også vært prøvet plastbehandlede kryssfinérplater med meget gode resultater. Det finnes en rekke gode forskalingsoljer på markedet som påstrykes, eller lemmene dyppes i et kar med olje på byggeplassen.

Hvor ofte rengjøring og oljing skal finne sted, er avhengig av hvilken kledning som benyttes, og hvordan forskalingsvandring og »takt» er. For pussfri forskaling bør kledningen rengjøres og oljes for hver gangs bruk, mens det for forskaling hvor betongflaten skal pusses, skulle være tilstrekkelig å rengjøre og olje lemmene for hver 3. eller 4. gangs bruk.

6.2 Understøttelse.

Efter de foran foreslåtte systemer for understøttelse i forskalingen, skal det ikke bli noe vesentlig renhold. De enkelte deler bør impregneres og merkes slik at materialene ikke blir kappet eller benyttet til annet formål.

For bueskivenes vedkommende anbefales det å male disse røde i begge ender. Denne farven er valgt fordi bueskivene er flest i antall og fordi 2" x 4" har lett for å «forsvinne» til annet formål.

Bjelkene anbefales å males blå i begge ender.

Særlig stålstøtter krever et godt vedlikehold. De bevegelige deler må rengjøres og smøres. Et godt vedlikehold innspares ved lengre levetid for støttene.

7. LAGERPLASSER

I tilriggingsplanen for byggefeltet må det gis plass for lagerplasser til forskalingen. Lagerplassene må gjøres så store at det blir plass for rengjøring og vedlikehold av materialene, og plasseringen av dem må være hensiktsmessig slik at det blir minst mulig transport av materialene til og fra forbruksstedet.

8. DETALJERING

Den utvikling av betongkonstruksjonene og de større krav til slettere og penere betongflater vi har fått, har ført til at forskalingsmetodene har forandret seg.

De nye materialer og hjelpemidler som nå benyttes, er dyre i anskaffelse og krever et godt planlagt system for god utnyttelse, skal det hele være økonomisk.

I Norge er det vanlig å overlate detaljeringen av forskalingsarbeidet til forskalingslaget. Forskalingsmaterialene kjøres frem til byggeplassen uten noen nøyaktig analyse av behovet. I løpet av byggeperioden suppleres materialene med det som trengs.

Ved de byggeplassundersøkelser som NBI har utført, har det vist seg at en detaljering av forskalingsarbeidet kunne ha gitt betydelige materialbesparelser samtidig som det hadde lettet selve forskalingsarbeidet og ført til bedre orden på byggeplassen, til nytte for all virksomhet ved bygget.

Er det lagt opp et forskalingssystem, kan det også oppnås mange fordeler med hensyn til den rutine forskalingslaget får med oppsettingen av forskalingen. Lagring og transport av materialene blir også mye enklere.

Når fremdriftsplanen for byggefeltet settes opp, må man også ta hensyn til hva som er mest hensiktsmessig og økonomisk riktig for forskalingsarbeidet. Det må lages detaljtegninger av forskalingen og settes opp fullstendige materialister og planer for forskalingens vandring gjennom byggefeltet.

8.1 Tegninger.

Det burde være like naturlig å lage tegninger av forskalingen som det er å lage en armeringsplan. Tegningen skal være en arbeidstegning for forskalingsnekkerne og skal vise dimensjonering og plassering av de forskjellige forskalingsdeler.

Alle utsparinger o. l. som har med forskalingen å gjøre, bør være avmerket og nøyaktig målsatt på tegningen. Målsettingen bør ha utgangspunkt fra henholdsvis utvendig veggflate og fra den siden av gavlveggen (deleveggen) som er loddet opp. Målene skal vise direkte avstand til hver av utsparingene. Derved minskes risikoen for at utsparingene blir feil plassert. For dekkeforskaling vil koniske utsparingskasser av stål, som kan brukes om igjen for alle dekkene, være økonomisk. Eksempel på detaljtegning av dekkeforskaling hvor betongflatene skal pusses, og hvor støping skal foregå med kran, er vist i *tegn. nr. 1*, en pussfri dekkeforskaling i *tegn. nr. 2* og en pussfri veggforskaling i *tegn. nr. 3*. I *tegn. nr. 4* er vist et eksempel på hjelpemiddel som kan brukes ved detaljering av forskalingen. Lemmeformat, bueskiver, bjelker og strekkfisker er tegnet på kalkerpapir. Dette legges da oppå plantegningen, og man ser derved hvordan de enkelte delene best passer inn i de enkelte rum.

8.2 Materialliste.

For å få system i innkjøp av materialer til byggeplassen, er det nødvendig med en materialliste som viser hva som trengs av forskalingsmaterialer til byggefeltet. Materiallisten bevirker også at bueskiver, bjelker og kledning kan ordnes, merkes og oljes før de kommer ibruk. Dessuten er materialisten grei å benytte for forskalingslaget til transport av riktig antall forskalingsdeler på forbruksstedet. Eksempel på materialister er vist i *tegn. nr. 2* og *3* og skjema nr. 1.

8.3 Forflyttingsplan.

På skjema nr. 1 er vist hvordan en forflyttingsplan kan se ut. Forflyttingsplanen viser hvor hvert enkelt forskalingssett skal brukes, og hvor det skal lagres på byggeplassen i de tidsrum de ikke er ibruk. Etter den oppsatte forflyttingsplan skal hver lem gjennomsnittlig benyttes 15½ gang. Hvorvidt dette kan oppnås, kommer an på hva slags kledning som benyttes. Understøttelsen skal — ved å benytte det før nevnte system med standardiserte lengder — kunne benyttes hvor som helst siden til andre byggefelt. Som det går frem av forflyttingsplanen, skjema nr. 1, skal samme sett forskaling benyttes fra kjellerdekket og opp til og med loftsdekket. Dette betinger at kjellerveggene forskales og støpes, og innvendig forskaling rives før kjellerdekket forskales.

9. KONKLUSJON

Ved å standardisere forskalingsmaterialene og ved å detaljere forskalingen slik som er nevnt i det foregående, kan man oppnå store besparelser. Selve detaljeringsarbeidet krever ikke lang tid for den som har rutine, og fordelene er så betydelige at det må være en oppgave å få entreprenorene til å gå inn for en omlegging fra den praksis som er vanlig idag.

For å få full nytte av et forskalingssystem vil det også bli nødvendig at konstruktoren allerede ved prosjekteringen tar hensyn til forskalingsstandardiseringen, og at også andre trematerialslukende behov på byggeplassen mest mulig dekkes av standardisert utstyr.

LITTERATUR

BJERKING, Sven-Erik. Putsfria betonghus. Sthm. 1956. 123 s. Ill. (Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Rapport, 32).

BOCKSELL, Gunnar och HAMMARLUND, Yngve. Dimensionering av traditionella valvformar. Sthm. 1959. 49 s. Ill. (Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Rapport, 57).

GEIRBO, Einar. Dekkeforskaling. Oslo 1955. 64 s. Ill. (Norges byggforskningsinstitut. Anvisning, 4).

JACOBSSON, Mejse. Vägghormar för bostadshus. Sthm. 1951. 16 s. Ill. (Statens kommitté för byggnadsforskning. Broschyr, 2).

NOREN, Bengt. Formar till putsfri betong. Sthm.

1954. 32 s. Ill. (Bygg-nytt, 5). Svenska byggnadsindustriförbundets småskrifter.

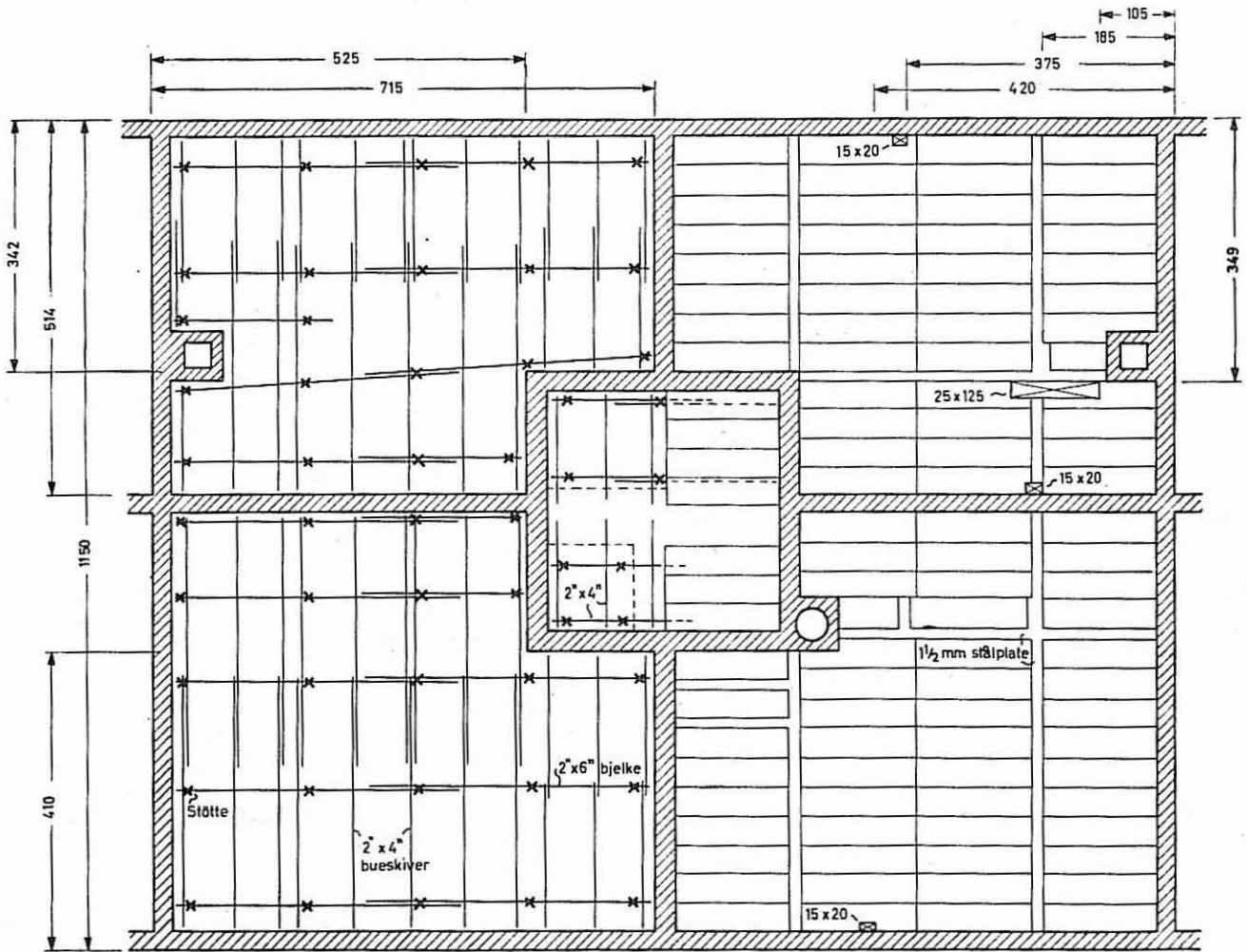
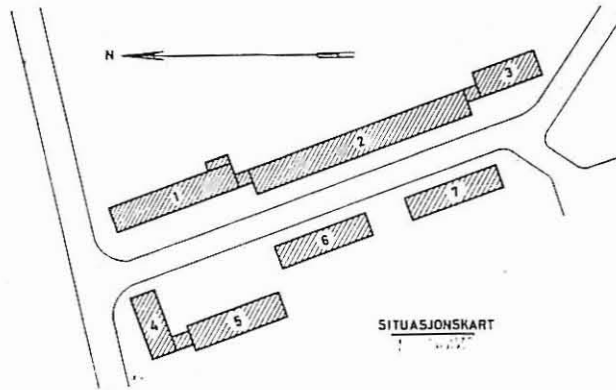
NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT. Informationsblad om forskaling. Oslo 1956.

SCHJØDT, Rolf. Forskaling. Oslo 1951. 40 s. Ill. (Norges byggforskningsinstitut. Anvisning, 2).

SCHJØDT, Rolf. Forskalingstrykk og porevantrykk. Betongen idag, 1957, nr. 6, s. 197-201. Ill.

STATENS BYGGFORSKNINGSINSTITUTT. Dækforme i boligbyggeri. Kbh. Tekn. forlag, 1955. 62 s. Ill. (Anvisning, 15).

VINBERG, Hans A. När får formen rivas? Sthm. 1955. 12 s. Ill. (Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Broschyr, 10).



Detalj av dekkforskaling

Tegn. nr. 1.

Materielliste for dekkeforskaling.

Forskallingsdel	Kledning				Sum hele km	Anm.
	Fyktelse mm.	Sjåretse cm.	Ant. i oppg.	Ant. i oppg.		
Lemmer, liner	15	75 x 150	134	2	268	Lammene deles for hver gangs bruk.
---	15	55 x 150	6	2	12	
---	15	75 x 95	4	2	8	Trappelus
---	15	72,5 x 65	1	2	2	Ved søppeinndast
---	15	25 x 150	6	2	12	
---	15	72,5 x 150	6	2	12	
---	15	35 x 150	2	2	4	Spesial tilskjært ved. utg. dbr.
Utfylling	15	10	15 km	2	30 km	Ca. mål
---	15	15	22 km	2	44 km	
					327	

Understøttelse

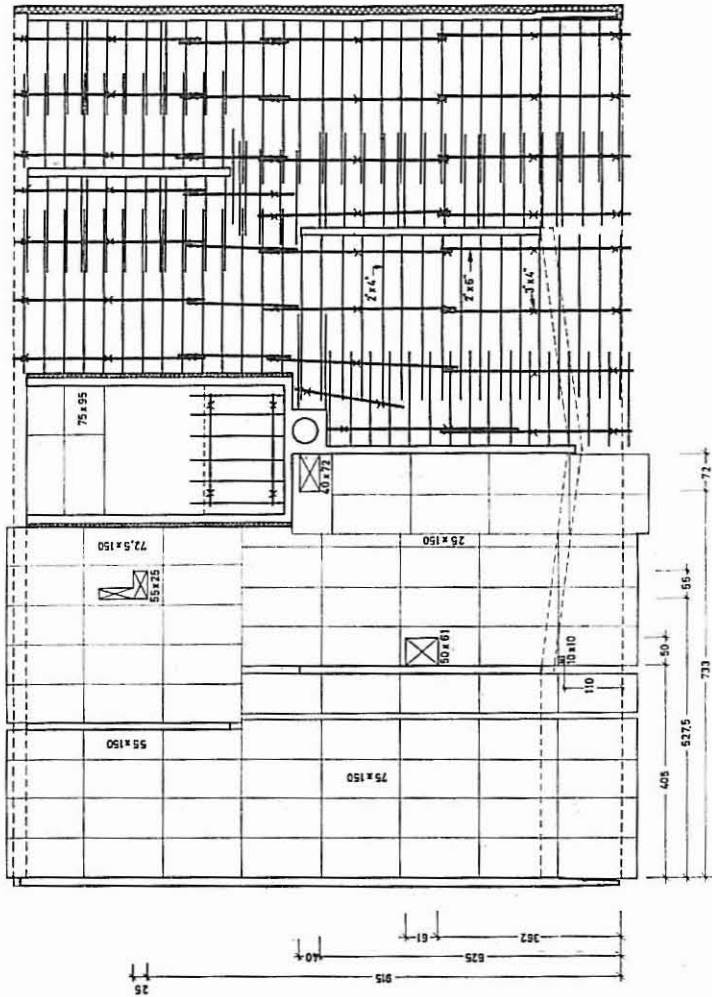
Forskallingsdel	Dim. (cm.)	Lengde (cm.)	Ant. i oppg.	Ant. i oppg.	Totalt antall	Sum	Anm.
Buestiver	2 x 4	180	170	2	348		Males røde i begge
---	2 x 4	310	102	2	204		Breddejustert til 10 cm.
Bjelker	2 x 6	210	24	2	48		Males blå i begge
---	2 x 6	300	46	2	92		videre.
SØtter	3 x 4	223	134	2	268		Med gaffel og kile

SØtteavstand maks. 150 cm

Bjelkeavstand — 130 "

Buestiveavstand — 40 "

Til overdekking av åpninger som oppstår ved utfyllingene i kledning benyttes 1 x 50 mm stålpjater som festes med hakeskift.



Tegn. nr. 2.

Forskalingens vandring med 7 forskalingssett à 2 leiligheter nummerert fra 1—7 og 1 sett nummerert F til fyrrom i kjeller, blokk 1, som siden benyttes til forskalingssett M, mellombygg

Dekke over	På lager	Blokk 1	Blokk 2 nord	Blokk 2 syd	Blokk 3	Blokk 4	Blokk 5	Blokk 6	Blokk 7	Anm.
Kjeller	1-2-3-4-5-6-7-F ved blokk 1	1-2-3-4-F	5-6-7							Oljes
1. etasje	F ved blokk 1	1-2-3-4	5-6-7							
2. »		1-2-3-4-M	5-6-7							
3. »		1-2-3-4-M	5-6-7							
4. »		1-2-3-4-M	5-6-7							
Kjeller	1 ved blokk 4			2-3-4-5	6-7-M					Oljes
1. etasje				2-3-4-5	6-7-M					
2. »				2-3-4-5	6-7-M					
3. »				2-3-4-5	6-7-M					
4. »				2-3-4-5	6-7-M					
Kjeller	6-7 ved blokk 7					1-2-M	3-4-5			Oljes
1. etasje						1-2-M	3-4-5			
2. »						1-2-M	3-4-5			
3. »						1-2-M	3-4-5			Oljes
Kjeller								1-2-3	4-5-6	Lemmene på sett F+M og 7 benyttes til å supplere ødelagte lemmes.
1. etasje								1-2-3	4-5-6	
2. »								1-2-3	4-5-6	
3. »	1-2-3-4-5-6 bak bl. 1-2 for rengj.							1-2-3	4-5-6	

MATERIALLISTE FOR DEKKEFORSKALING Kledning

Forskalingsdel	Tykkelse mm	Størrelse cm	Antall pr. tr. oppg. stk.	Antall tr. oppg. stk.	Total antall stk.	Sum	Anm.
Lemmer labankfri	25	160x40	201	7	1407		1 tr. oppg. = 2 leiligheter
» »	25	160x40	48		48	1455	Fyrrom i kjeller, blokk 1
» »	25	80x40	3	7	21	21	
Finérlemmer	15	250x75	4	7	28	28	Balkonger
Stålplater	1,5	25 brede	70 lm	7	490 lm		35 stk. à 160 cm, 6 stk. à 80 cm, 3 stk. à 40 cm
»	1,5	25 »	10 lm		10 lm	500	Fyrrom i kjeller, blokk 1

Understøttelse

Forskalingsdel	Dim. tom.	Lengde cm	Antall pr. tr. oppg. stk.	Antall tr. oppg. stk.	Total antall stk.	Sum	Anm.
Stotter			102	7	714		1 tr. oppg. = 2 leiligheter
»			24		24		Mellombygg
»			8	7	56	794	
Bjelker	2x6	400	30	7	210		Fyrrom i kjeller, blokk 1
»	2x6	400	9		9	219	Males blå i beg. ender
»	2x6	230	12	7	84		
»	2x6	230	4	7	28		Balkonger
»	2x6	230	16		16	128	Mellombygg
Bueskiver	2x4	350	48	7	336	336	Males blå i beg. ender
»	2x4	200	42	7	294		Males røde i beg. ender
»	2x4	200	31		31	325	Fyrrom i kjeller, blokk 1
»	2x4	160	20	7	140		Males røde i beg. ender
»	2x4	160	8	7	56	196	Balkonger
							Males røde i beg. ender

Skjema nr. 1.
Forflyttingsplan og materialliste.

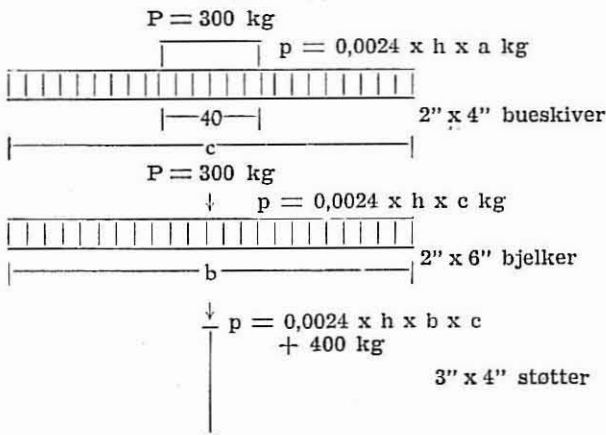
Detaljering av dekkeforskaling bør skje på grunnlag av statiske beregninger. Da det ofte er liten variasjon på dekkene, er det her utregnet noen generelle holdepunkter med følgende forutsetninger.

Det er regnet med tillatte spenninger i samsvar med NS 446 med konstruksjonsvirke klasse T 300.

	δb kg/cm ²	$\delta t \perp$ kg/cm ²	$\delta t \parallel$ kg/cm ²		
			l = 230	l = 250	l = 270
			$\lambda = 105$	$\lambda = 114$	$\lambda = 123$
T 300 + 25 % pkt. 5. 6. 1. 3	100	20,0 5,0	24,0	21,0	17,0
Sum + 10 % pkt. 5. 6. 1. 8	100 10	25,0 2,5	24,0 2,4	21,0 2,1	17,0 1,7
Sum + 20 % pkt. 5. 6. 4	110 22	27,5 5,5	26,4 5,3	23,1 4,6	18,7 3,7
Sum	132	33,0	31,7	27,7	22,4

E = 90.000

Belastningsantagelser.



Innspenningsforhold ved begge opplegg 25 %

Leddopplagret oppe og nede

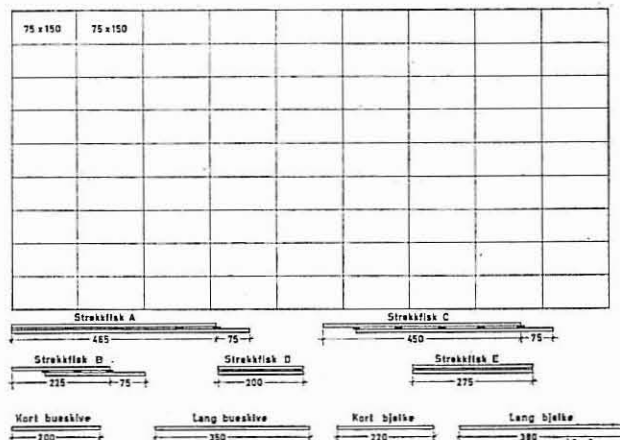
Det må ikke benyttes mindreverdige trevirke, større bære eller andre store belastninger enn det som er regnet med. Belastningsantagelsene er gjort utifra uttrilling av betong i vanlig 100 l bære når det benyttes løypebukker som fordeler lasten på dekket i to punkter med 40 cm avstand. Stopes med kran, er særlig påkjenningene på bueskivene mindre enn her antatt.

Innspenningsforholdene er forholdsvis forsiktig anslått. Likevel bør man være klar over at endespenn uten utkraging kan gi noe større påkjenning enn det som er regnet med i tabellen.

Bruk av tabellene.

Eksempel.

Lemmeformatet passer til 50 cm c/c bueskiver. Det skal stopes et 16 cm dekke med 250 cm etasjehøyde. Man går horisontalt ut fra 50 cm c/c bueskiver til rubrikken for 16 cm dekke og får maksimalt bueskive-spenn på 151 cm. Rumbredde passer for ca. 140 cm mellom bjelkene. Man går horisontalt ut fra 140 cm c/c bjelker til rubrikken for 16 cm dekke og får maksimalt bjelkespenn på 160 cm. Ved å gå inn i nederste tabell fra 140 cm c/c bjelker gjennom støttehøyden 230 cm til rubrikken for 16 cm dekke, finner man at bærevnen på 3" x 4" stotter er stor nok, da bjelkespennet 160 cm som ble funnet, er mindre enn 200 cm.



Tegn. nr. 4.

Tabell for dimensjonering av dekkeforsk. med 2" x 4" bueskiver, 2" x 6" bjelker og 3" x 4" støtter.

Dekketykkelse i cm		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
Maks. bueskivespenn i cm (avstand c/c bjelker). Maks. nedbøy. 3 mm													
Bueskiver 2" x 4" Avstand c/c i cm	30	183	177	173	169	165	161	158	155	153	149	148	
	37½	176	170	165	162	157	153	150	148	144	141	139	
	40	174	168	163	159	154	151	148	145	141	138	136	
	50	167	161	156	151	146	143	139	136	132	130	127	
	60	161	153	149	144	140	136	132	129	126	123	121	
	75	155	145	141	137	132	127	123	121	118	116	114	
80	153	143	139	135	130	124	121	119	116	114	112		
Maks. bjelkespenn i cm (avstand c/c støtter). Maks. nedbøy. 4 mm													
Bjelker 2" x 6" Avstand c/c i cm	100	210	199	190	180	174	167	161	156	152	147	144	
	110	204	193	183	173	168	161	156	151	146	141	137	
	120	199	188	178	168	162	155	151	146	142	137	134	
	130	194	184	172	162	158	151	146	141	137	132	129	
	140	190	180	169	160	153	146	142	137	133	129	126	
	150	185	175	164	157	149	142	138	133	129	125	122	
	160	180	170	161	152	146	140	134	129	125	121	118	
	170	177	167	157	148	142	136	131	121	123	119	116	
	180	174	164	154	146	139	133	129	125	121	117	114	
	190	170	160	151	143	137	131	127	122	118	114	111	
200	167	157	148	141	134	128	124	119	115	111	108		
Stottehøyde i cm		Tillatt bjelkespenn i cm med hensyn til bæreevne på 3" x 4" støtter.											
Bjelker 2" x 6". Avstand c/c i cm	100	230									200	197	183
		250											
		270											
	110	230								200	182	179	167
		250											
		270											
	120	230										200	200
		250							200	191	170	164	153
		270											
	130	230									200	198	185
		250						200	192	177	157	151	141
		270											
	140	230										198	184
		250										145	140
		270					197	178	164				
	150	230											200
		250								200	185	172	160
		270				200	184	166	153	136	131	122	
	160	230									200	189	177
		250								200	188	173	161
		270				191	172	156	143	127	123	115	
	170	230									200	192	178
		250								193	176	163	152
		270				200	179	162	147	135	120	115	108
180	230									197	181	168	
	250									167	154	143	
	270				191	170	153	138	128	113	109	102	
190	230									200	186	172	
	250									172	158	146	
	270				200	181	161	145	131	120	107	103	
200	230									200	193	177	
	250									163	150	139	
	270				196	172	162	138	125	115	102	98	