

Anlægsteknik

I følgende afsnit behandles udførelsen af Brohuset, herunder udformningen af konstruktioner, mængdeberegninger af materialer, tidsforbrug til de enkelte aktiviteter og en overslagsberegning på pris samt finansieringen af udførelsen. Ved tidsforbrug regnes der på aktiviteter for hele byggepladsen, dvs. indretningen af byggeplads og jordarbejde, mens kun udførelsen af råhuset analyseres ved opførelsen af Brohuset.

A1 Byggepladsindretning	135
A1.1 Forudsætninger og krav til byggepladsindretningen.....	135
A1.2 Bestemmelse af mængdemængder	135
A1.3 Valg af kraner.....	136
A1.4 Øvrigt materiale på byggepladsen	139
A2 Jordarbejde	140
A2.1 Forudsætninger	140
A2.2 Maskiner og udstyr brugt til jordarbejde	142
A2.3 Mængder og aktiviteter ved jordarbejde	146
A3 Råhus.....	147
A3.1 Funderingsarbejder	147
A3.2 Insitu støbning af kældergulv og vægge	151
A3.3 Elementmontage.....	158
A3.4 Tagkonstruktion	163
A4 Tidsplan	166
A4.1 Byggepladsindretning	166
A4.2 Jordarbejde	167
A4.3 Funderingsarbejde	168
A4.4 Insitu støbning af kældergulve og vægge	169
A4.5 Elementmontage.....	171
A4.6 Tagkonstruktion	172
A4.7 Planlægningen	173
A5 Tilbudsoverslag for opførelse af råhus	179
A5.1 Forudsætninger for udarbejdelse af tilbudsoverslag.....	179
A5.2 Enhedspriser for fagområder	180
A5.3 Tilbudsoverslag	186
A6 Finansiering af byggeri.....	193
A6.1 Forudsætninger	193
A6.2 Finansieringsberegning	193

A1 Byggepladsindretning

I følgende afsnit undersøges en række aktiviteter, der knytter sig til byggepladsindretningen eksempelvis opstilling af hegn osv. Der beregnes mængder af anvendte materialer til de enkelte aktiviteter, antal, type og placering af kraner bestemmes.

A1.1 Forudsætninger og krav til byggepladsindretningen

Byggepladsen indrettes således, at det skal være nemt for arbejderne at arbejde, færdes og opbevare materiel på pladsen. Deslige skal kraner kunne manøvrere frit og betjene byggepladsen. Øst for byggegruppen ligger der en offentlig parkeringsplads, der søges om tilladelse til at inddrage, denne som en del af byggepladsen.

På byggepladsen opstilles to mandskabsvogne til hver 12 mand. Desuden opstilles der opbevarings-, værksteds- og affaldscontainer. Der etableres et råvare- og færdiglager, samt et par klippeborde.

For at undgå unødvendig transporttid med kran, etableres et mellemlager inde i byggegruben. Udenfor byggepladsen, på Strandvejen, søges der om tilladelse til at inddrage cykelsti og fortov, for at give plads til aflæsning af elementer m.v. jf. Figur 1.3.

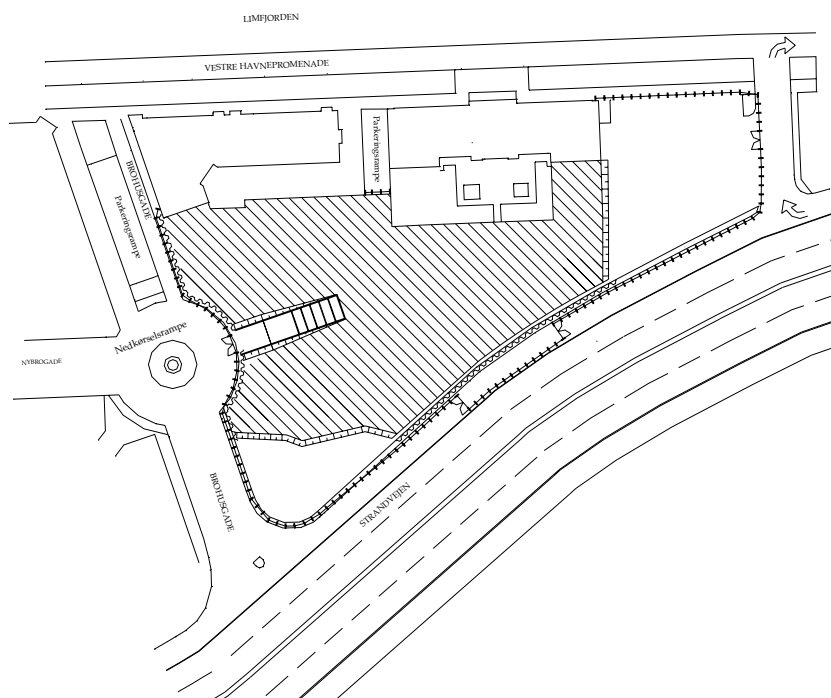
A1.2 Bestemmelse af materialemængder

Følgende beregnede materialemængder, der skal bruges til de forskellige aktiviteter ved indretningen af byggepladsen. Indretning er inddelt i følgende aktiviteter.

- Afsætning af byggeplads.
- Indhegning af byggeplads.
- Opstilling af skurvogne.
- Opstilling af kran.

Det skal bemærkes, at ikke alle aktiviteter direkte kræver materialer, eksempelvis opmåling af byggeplads. Denne aktivitet udføres af landmålere, der medbringer deres eget udstyr til opmålingen.

Til beregning af mængderne mht. indhegning af byggeplads og nedramning af spunsvæg benyttes Figur 1.1.



Figur 1.1 Skitse af placeringen af hegn og spunsvæg på byggepladsen.

Længderne for spunsvæg og hegn bestemmes til henholdsvis 111 m og 250 m. Øvrige mængder for aktiviteterne er listet i Tabel 1.1.

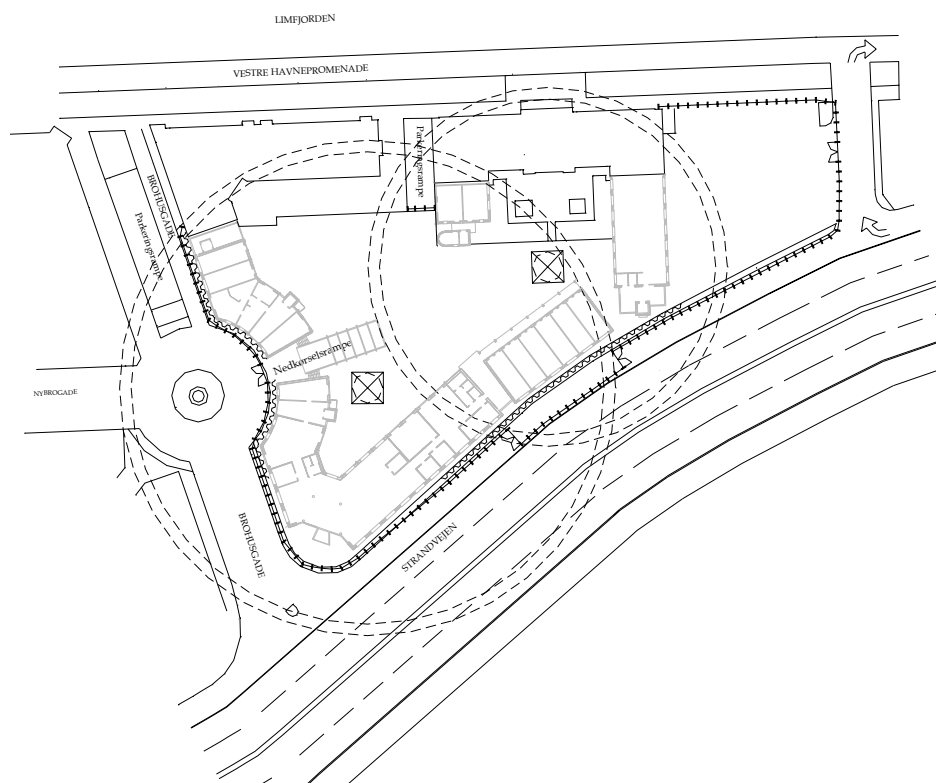
Tabel 1.1 Beregnede mængder for aktiviteter mht. indretning af byggeplads.

Aktivitet	Mængder
Indhegning af byggeplads	250 m hegn dvs. 70 sektioner á 3 m = 210 m
Opstilling af skurvogne	3 skurvogne, 2 mandskabsvogne til 12 mand og 1 kontorvogn
Opstilling af kran(er)	2 stk. kraner med en rækkevidde på 32 og 45 m, jf. A1.3 Valg af kraner

A1.3 Valg af kraner

Der vælges, at benytte to tårnkraner på byggepladsen, idet en kran ikke vil kunne betjene hele byggepladsen, og det er muligt at have flere byggehold i gang ad gangen. Kranerne skal placeres indenfor byggegruben, idet det ikke vil være muligt, at afspærre de omkringliggende veje. Kranerne skal have et minimums udlæg på henholdsvis 32 og 45 m, jf. Figur 1.2. Den maksimale last en kran skal løfte er fire tons, derfor vælges der kraner af

typen Krøll 160 og Krøll 180. De to kraner skal have en højde på henholdsvis 26 og 38 m. På Figur 1.2 ses placeringen og udlægget af de to kraner.



Figur 1.2 Skitse over placering af kraner.

A1.3.1 Krancyklus

Tidsforbruget for en krancyklus er afhængig af antallet af wire, der vælges at benytte fire part wire. Krancyklusen beregnes ud fra følgende specifikationer.

Tabel 1.2 kran specifikationer for K-160 og K-180.

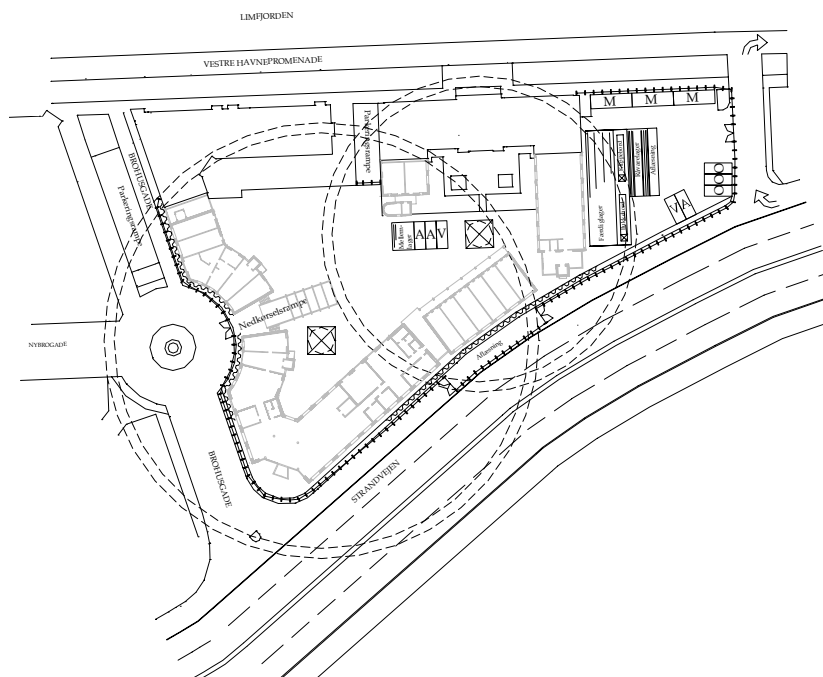
Funktion	K-160	K-180
Udlæg	32 m	45 m
Maksimal last	4,06 t	4,05 t
Kroghøjde	23 m	35 m
Hejse og fire	30 m/min	30 m/min
Krøjning	0,7 o/min	0,7 o/min
Katning	70 m/min	70 m/min

Den gennemsnitlige krancyklus beregnes ud fra specifikationerne for K-180 kranen, anført i Tabel 1.2. Der tages i beregningerne udgangspunkt i en cyklus hvor der transporteres en betonspand. Den gennemsnitlige hejse højde er 10 m og katningen er 15,5 m.

Tabel 1.3 Beregning af krancyklus for K-180.

Aktivitet	Bevægelse	Operationstid [min]	Drifttid [min]
Fyldning af betonspand			0,33 min
Hejse	10 m	$\frac{10 \text{ m}}{30 \text{ m/min}}$	0,33 min
Krøje	22°	$\frac{22^\circ}{360^\circ}$ 0,7 o/min	0,09 min
Katte	15,5 m	$\frac{15,5 \text{ m}}{70 \text{ m/min}}$	0,22 min
Fire	10 m	$\frac{10 \text{ m}}{30 \text{ m/min}}$	0,33 min
Tømning af betonspand			0,66 min
Hejse	10 m	$\frac{10 \text{ m}}{30 \text{ m/min}}$	0,33 min
Katte	15,5 m	$\frac{15,5 \text{ m}}{70 \text{ m/min}}$	0,22 min
Krøje	22°	$\frac{22^\circ}{360^\circ}$ 0,7 o/min	0,09 min
Fire	10 m	$\frac{10 \text{ m}}{30 \text{ m/min}}$	0,33 min
I alt			2,93 min/cyklus

En gennemsnitlig krancyklus varer dermed 2,93 min \approx 3 min. Det bemærkes, at tiderne der anvendes til fyldning og tømning af betonspand er antaget til henholdsvis 20 og 40 sekunder.



Figur 1.3 Indretningen af byggepladsen.

A1.4 Øvrigt materiale på byggepladsen

Byggepladsen indrettes som vist på Figur 1.3, med to kraner og lager-/arbejdsområder, samt med mulighed for aflæsning af materialer to steder. Byggepladsen indhegnes med et 1,80 m højt trådhegn af sektioner på 3 m. Ved vare-/arbejdsområder opsættes to mandskabsvogne samt et byggekantor.

Der opstilles tre forskellige salgs container, alle med målene 2,4 x 6 m². Opbevaringscontainer benyttes som et lille lager, af forskellige håndværkere, disse placeres derfor i nærheden af indgangen til lagerområdet. Således er det nemt for byggelederen at overvåge adgangen til containerne, der opstilles tre opbevaringscontainer. De to værkstedscontainer benyttes som et tømreværksted, til for eksempel udarbejdning af træ forskalling. Der opstilles en container i nærheden af de tre opbevaringscontainer og en nede i byggegruben.

Der opstilles tre affaldscontainer, en til jernaffald, en til træ affald og en til almindeligt byggeaffald, disse er placeret således, at der nede i byggegruben er placering en container til træaffald og en til byggeaffald, der opsættes en container til jernaffald ved armeringsbearbejdningen.

A2 Jordarbejde

I dette afsnit beskrives hvorledes udgravningen af byggegruben udføres. Det bestemmes hvilke og antallet af maskiner der benyttes, samt det samlede tidsforbrug til udgravningen. Alle beregningerne i følgende afsnit er baseret på data fra [AT, kap. 2].

A2.1 Forudsætninger

Udførelsen af jordarbejdet ved udgravningen af byggegruben tager udgangspunkt i en række forudsætninger på følgende områder:

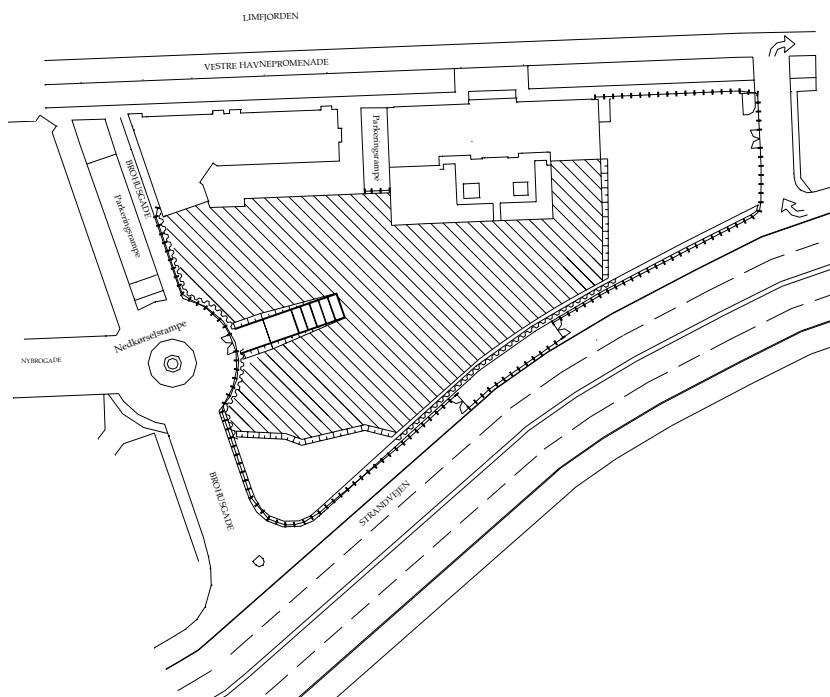
- Jordmængder/afgravningsareal.
- Gravemaskiner må ikke holde stille. Hvis der opstår ventetid, er det transportmaskinerne der skal vente, dog maksimal en ad gangen.
- Indkørselsmuligheder til byggeplads.
- Deponeringen af udgravet jord.

A2.1.1 Jordmængder

I byggegruben udgraves der til 2,35 m's dybde undtaget arealer, hvor der ikke skal anlægges kælder under bygningen og arealer der benyttes til nedkørselsramper. I områderne uden kælder afgraves der med anlæg på $a = 2$ og $a = \frac{1}{2}$ for nedkørselsramperne. På Figur 2.1 ses afgravningsarealet og områderne udgravet med anlæg. Det samlede jordvolumen bestemmes dermed til $V = 6937 \text{ m}^3$.

A2.1.2 Ventetider

Det forudsættes at gravemaskinen ikke holder stille, da det vurderes at denne i forhold til lastbilerne, der skal transportere jorden væk, er dyrest i drift og bør derfor køre konstant. Hvis der opstår eventuel ventetid i arbejdet, skal det tilstræbes, at det er lastbilerne, der skal vente på gravemaskinen.



Figur 2.1 Skitse af byggegrube udgravning.

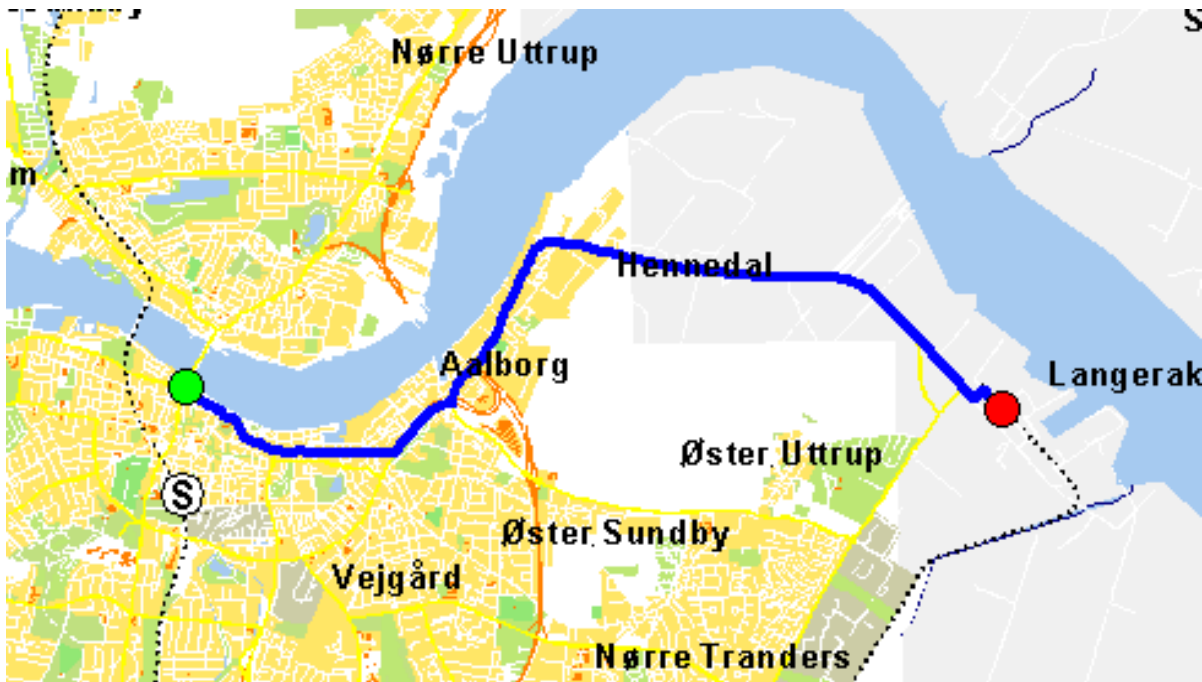
A2.1.3 Indkørselsmuligheder til byggeplads

Der anlægges en nedkørselsrampe til byggegruben således der opnås adgang fra Brohusgade. Denne nedkørselsrampe er permanent, da der på dette sted skal være nedkørsel til parkeringskælderen.

Desuden er der mulighed for indkørsel i den østlige ende af byggepladsen, hvor der allerede er anlagt en parkeringsplads. Indkørslen benyttes ved bortskaffelse af den opgravede jord og parkeringspladsen kan benyttes til eventuel ventepads for lastbilerne. Det er muligt at køre ind på parkeringspladsen fra Strandvejen. Udkørsel vil foregå til Vestre havnepromenade. På Figur 2.1 ses ind- og udkørselsmulighederne til byggepladsen.

A2.1.4 Deponering af opgravet jord

Den opgravede jord deponeres på Østhavnen hvor det kan benyttes til en evt. havnearbejde. Distancen fra byggepladsen til Østhavnen er målt til ca. 10 km og tidsforbruget til at køre de 10 km er antaget til ca. 20 min. I denne tid er der ikke taget højde for trafikale problemer såsom myldertrafik og vejarbejde. På Figur 2.2 ses den planlagte rute for jordkørslen.



Figur 2.2 Rute for jordkørsel. [www.krak.dk]

A2.2 Maskiner og udstyr brugt til jordarbejde

Til selve udgravningen af byggegruben vælges der, at benytte en hydraulisk gravemaskine af typen RH6 PMS-LC. Data over gravemaskinen ses i Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Data for hydraulisk gravemaskine.

Hydraulisk gravemaskine	Effekt [kW]	Maskinvægt [t]	Skovlstørrelse [m ³]	Rækkevidde [m]	Gravedybde [m]	Larvebånd længde/bredde /afstand [m]
RH6 PMS-LC	106	23,2	1,3	8,4	5,8	4,55/0,70/3,08

Til jordkørslen vælges der, at benytte en lastbil af typen Scania R114CB 6x4NZ 380. I Tabel 2.2 ses data for lastbilen.

Tabel 2.2 Data for lastbil.

Lastbil	Motoreffekt [HK/kW]	totalvægt [t]	Nyttelast [t]	Opbygning	Rumindhold [m ³]	Dimensioner længde x bredde [m]
Scania R114CB 6x4NZ 380	380/280	24,0	11,0	3-vejs tippelad	Ca. 18	8 x 2,5

A2.2.1 Beregning af ydeevne for gravemaskine

Ud fra valget af type gravemaskine, er det muligt, at bestemme ydeevnen for gravemaskinen. Den praktiske effektivitet kan bestemmes vha. formel (2-1).

$$P = V \cdot A \cdot C \quad (2-1)$$

V Volumenet der flyttes pr. cyklus

A Antal læs pr. time

C Effektivitetsfaktor sammensat af følgende faktorer:

$k_p, k_f, k_s, k_k, k_a, k_{ms}, k_{le}$,

Effektivitetsfaktorerne bestemmes til følgende værdier:

Tabel 2.3 Beskrivelse og fastsatte værdier af effektivitetsfaktorer.

Faktor	Beskrivelse	Værdi
k_p	Personfaktor der tager hensyn til småpauser hos maskinføreren	0,83
k_f	Kvalifikationsfaktor der tager hensyn til maskinføreren's evner	1,00
k_s	Sigtbarheden, tåge eller sne	1,00
k_k	Koblingsfaktor der tager hensyn til samarbejdet mellem 2 eller flere maskiner	1,00
k_a	Arbejdets art tager hensyn til om maskinen kan operere frit, om skovl er fyldt osv.	0,90
k_{ms}	Maskinstopfaktor der tager hensyn til eventuelle maskinstop	0,90
k_{le}	Læseeffektivitetsfaktor der tager hensyn til hvor let det er at komme af med jorden igen.	0,90
C	$k_p \cdot k_f \cdot k_s \cdot k_k \cdot k_a \cdot k_{ms} \cdot k_{le}$	0,61

Den teoretiske effektivitet $P = V \cdot A$ for gravemaskinen kan bestemmes ud fra skovlstørrelsen, forholdet mellem aktuelle gravedybde h og optimale gravedybde h_{opt} , og korrektionsfaktorer for gravedybde f_o og svingningsvinkel f_s . I Tabel 2.4 ses værdierne af faktorerne

Tabel 2.4 Faktorer til bestemmelse af gravemaskinens teoretiske ydeevne.

Faktor	Beskrivelse	Værdi
h_{opt}	Den dybde hvor gravemaskinens ydelse er optimal	0,26
h/h_{opt}	Forholdet mellem den aktuelle gravedybde og den optimale gravedybde	0,90
f_o	Korrektionsfaktor der tager hensyn til den aktuelle gravedybde. Bestemmes ud fra h/h_{opt}	0,93
f_s	Korrektionsfaktor der tager hensyn til gravemaskinens svingningsvinkel, er her sat til 180°	0,90

Hermed kan den teoretiske ydeevne for den valgte gravemaskine med en skovlstørrelse på $1,3 \text{ m}^3$ bestemmes til $230 \text{ m}^3/\text{h}$. Dette tal korrigeres med f_o og f_s og ydeevnen bliver

$$P_{\text{teoretisk}} = 230 \cdot 0,93 \cdot 0,90 = 192,51 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Ud fra den teoretiske ydeevne af gravemaskinen kan den praktiske ydeevne findes ved at korrigere den teoretiske ydeevne med effektivitetsfaktoren C. Denne er tidligere bestemt til 0,61 og gravemaskinens praktiske ydeevne bliver dermed

$$P_{\text{praktisk}} = 192,51 \cdot 0,61 = 117,43 \text{ m}^3 / \text{h}$$

A2.2.2 Beregning af omløbstid

Omløbstiden beskriver den tid det tager for en lastbil at blive læsset, køre til deponerings sted, læsse af og returnere til byggeplads. Dvs. omløbstiden består af læssetiden, kørselstiden og aflæsningstiden.

$$T = t_g + t_k + t_a + t_m \tag{2-2}$$

t_g Gravemaskin tiden [min]

t_k Kørselstiden tur/retur [min]

t_a Aflæsningstiden [min]

t_m Manøvretiden [min]

Gravemaskinetiden t_g kan bestemmes af følgende udtryk

$$t_g = t_l + t_{ko} = \frac{V_T}{P_g} + t_{ko} \quad (2-3)$$

t_l Læssetiden [min]

t_{ko} Koblingstiden mellem 2 maskiner [min] sættes til 0,2 min.

V_T Lastvognens mulige læsevolumen [m^3]

P_g Gravemaskinens ydelse [m^3/h]

Gravemaskintiden t_g beregnes til

$$t_g = \frac{18}{117,43} \cdot 60 + 0,2 = 9,40 \text{ min}$$

Kørselstiden for lastbilerne bestemmes ud fra afstand fra byggeplads til depot. Denne er tidligere antaget til ca. 10 km og der antages en køretid på ca. 40 min tur/retur. I denne tid er der ikke taget højde for eventuelle trafikale problemer.

Da der er valgt en lastbil med 3-vejs tippelad kan lastbilen benytte bagudtømning og aflæsningstiden sættes til 0,6 min.

Manøvretiden er afhængig af forholdene omkring aflæsning. Hvis lastbilen skal vende og bakke før aflæsning, skal der tillægges $2 \cdot 0,8$ min til aflæsningstiden. Manøvretiden antages til 1,6 min.

Den samlede omløbstid T kan dermed bestemmes ved (2-2)

$$T = 9,40 + 40 + 0,6 + 1,6 = 51,60 \text{ min}$$

Ud fra omløbstiden er det muligt, at beregne antal lastbiler, der er nødvendigt for at gravemaskinen ikke holder stille. Antallet findes ved at dividere omløbstiden med gravemaskintiden.

$$\text{Antal lastbiler} = \frac{51,60 \text{ min}}{9,40 \text{ min}} = 5,49 \approx 6 \text{ lastbiler}$$

Dette antal bevirker, at der opstår ventetid for lastbilerne ved gravemaskinen, men dette er forventet, da det er forudsat, at det er gravemaskinen som ikke må holde stille. Der er

dog ingen garanti for at gravemaskinen ikke holder stille, det er sandsynligt at gravemaskinen vil holde stille i 15-20 % af tiden.

Det samlede tidsforbrug til udgravningen af byggegruben kan beregnes ved at dividere den samlede jordmængde med gravemaskinens ydelse pr. time, da det er gravemaskinen der bestemmer tempoet på udgravningen.

$$\text{Samlet tid} = \frac{V}{P_g} = \frac{6937 \text{ m}^3}{117,43 \text{ m}^3/\text{h}} = 59,07 \text{ h} \approx 1 \text{ uge og } 3 \text{ arbejdsdage}$$

A2.3 Mængder og aktiviteter ved jordarbejde

Til jordarbejder hører følgende aktiviteter. Aktiviteterne tager udgangspunkt i tidsplanen, og er listet i kronologiske rækkefølge, således eksempelvis opsætning af rambuk skal udføres før nedramning af spunsvæg og udgravning af jord.

- Opsætning af rambuk
- Ramning af spunsvæg
- Udgravning af jord – herunder gravearbejde og jordkørsel
- Grundvandssenkning

Mængderne af materialer og maskiner der skal benyttes til udførelse af de listede aktiviteter fremgår af Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Beregnede mængder for aktiviteter mht. jordarbejder.

Aktiviteter	Mængder
Opsætning af rambuk	1 stk. rambuk
Nedramning af spunsvæg	111 m spunsvæg nedrammes 3,87 m. Dvs. $111 \cdot 3,87 = 430 \text{ m}^2$ spunsvæg, jf. afsnit 8
Udgravning af jord	6937 m ³ jord graves væk, der bruges 1 gravemaskine og 6 lastbiler.
Grundvandssenkning	63 stk. sugespidsler opdelt i 3 ledninger, jf. afsnit 7

A3 Råhus

I følgende afsnit beskrives opførelsen af Brohuset. Opførelsen inddeler i henhold til tidsplanen i følgende fagområder.

- Funderingsarbejder.
- Insitu støbning af kældergulve og vægge.
- Elementmontage.
- Tagkonstruktion.

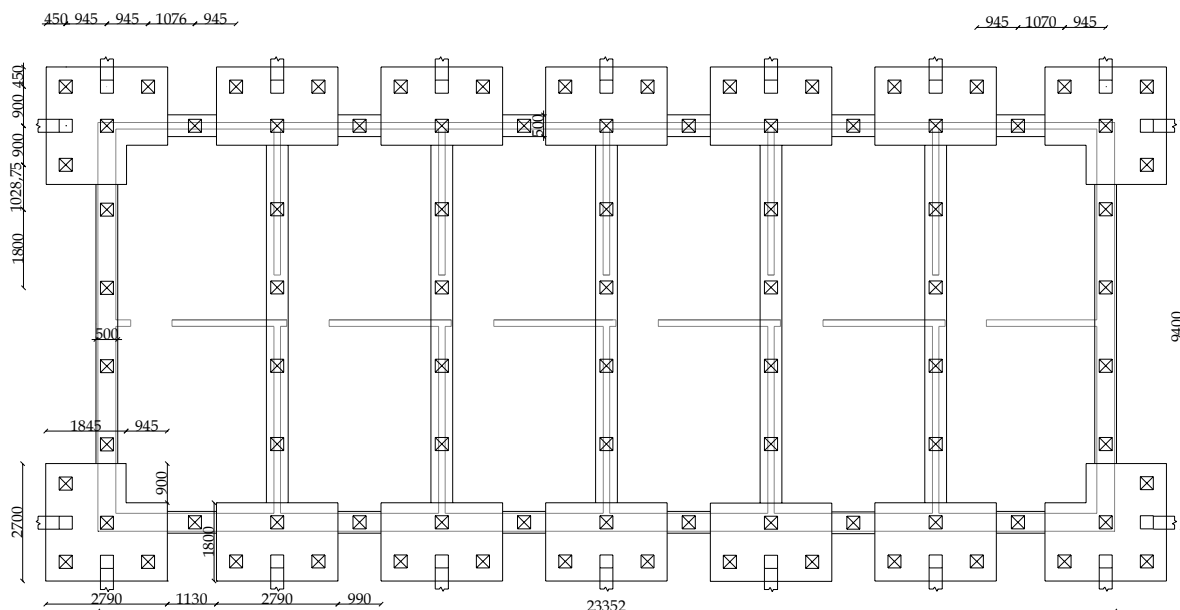
Fagområderne tager udgangspunkt i opførelsen af råhuset, og projektgruppen afgrænser sig fra at udføre en dybere undersøgelse af installationsarbejder.

Mængderne af materialerne er beregnet ud fra udleverede tegninger af byggegrund og arkitekttegninger af bygningen.

Følgende beskrives fremgangsmåde og udførelse af de nævnte fagområder og materiale mængder beregnes.

A3.1 Funderingsarbejder

Da bygningen er beliggende i et område med stærkt sætningsgivende lag er pælefundering en ubetinget nødvendighed. Pælene rammes med rambuk fra bunden af den udgravede byggegrube. I afsnit 10 er det fundet, at der skal rammes 104 pæle for at sikre den nødvendige bæreevne. Pælene arrangeres i pæleværket vist på Figur 3.1.

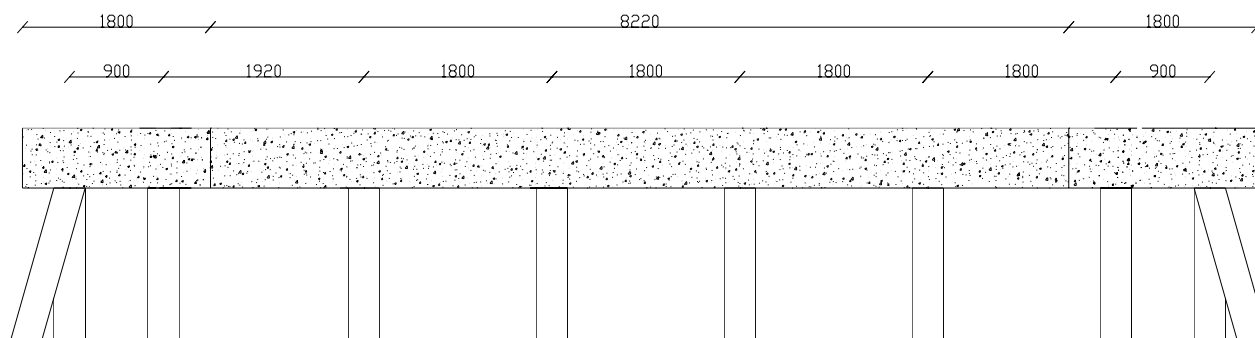


Figur 3.1 Fundamentplan med placering af jernbeton pæle.

Forbindelsen mellem de bærende vægge i huset og pælene, sikres ved at støbe stribefundamenter ovenpå pælene, der kappes i toppen og armeringen blotlægges. Således opbygges et skellet af stribefundamenter, der sikrer at kræfterne fra de bærende vægge i huset føres direkte ned til pælene. Imellem stribefundamenterne udfyldes med sand og ovenpå udstøbes kældergulvkonstruktionen der udføres med indskudsdræn.

Af Figur 3.1 ses at dimensionerne på stribefundamenterne er 0,5 m i bredden og højden sættes til 0,5 m. I bygningens hjørner og i facaden er stribefundamentet udvidet pga. placeringen af skråpæle og ekstra lodpæle, der sikrer den fornødne bæreevne mht. vandrette kræfter hidrørende fra vind, og lodrette laster fra egenvægt og nyttelast.

På Figur 3.2 ses et snit i fundamentet under indervæggene.



Figur 3.2 Snit af fundament under indervægge i bygningen. Alle mål i mm.

Følgende beregnes mængderne af beton og armering der bruges til udførelsen af sribefundament samt de udvidede områder i hjørnerne og facaderne.

Af Figur 3.1 beregnes henholdsvis den ydre og indre omkreds.

$$O_{\text{ydre}} = 105,6 \text{ m}$$

$$O_{\text{indre}} = 150,56 \text{ m}$$

Da højden af fundamentet er sat til 0,5 m, beregnes det samlede overfladeareal af forskalling til

$$(105,6 + 150,56) \cdot 0,5 = 128,10 \text{ m}^2 \text{ forskalling}$$

Følgende kan mængden af beton til udstøbning af fundamentet ud fra Figur 3.1, beregnes ved at bestemme overfladearealet af sribefundament og de udvidede områder.

$$A_{\text{stribe}} + A_{\text{udvidelser}} = 113,68 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{beton}} = 113,68 \cdot 0,5 = 57 \cdot \text{m}^3 \text{ beton}$$

Fundament antages armeret med 11 kg/m². Dette medfører at den samlede mængde af armering, der benyttes til fundamenter, bestemmes til

$$A_{\text{overflade af fundament}} = 0,5 \cdot 128,10 = 64,05 \text{ m}^2$$

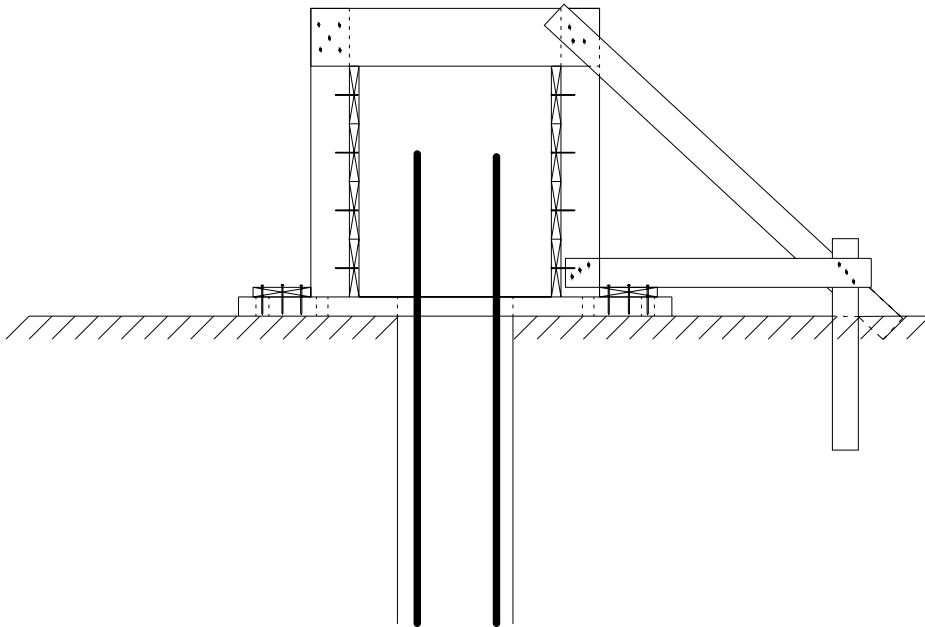
$$M_{\text{armering}} = 11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_{\text{tot}} = 11 \cdot 64,05 = 704,55 \approx 705 \text{ kg armering}$$

A3.1.1 Forskalling til sribefundamenter

Følgende dimensioneres forskallingen, der benyttet ved udførelsen af sribefundamenter. Det er valgt at udføre forskallingen i træ. Forskalling tænkes udført i to tømmerstørrelser, 1x5" og 2x4". Dette er gjort for nemheds skyld ved indkøb af tømmer. Stribefundamenterne bliver max. 50 cm høje, dvs. at formene til fundamenterne fyldes på én gang, hvilket giver et støbetryk på max. 0,5 m · 24 kN/m³ = 12 kN/m². Dette støbetryk medfører, at 1" brædder skal understøttes hver 0,6 m estimeret efter diagram i [AT, side 431]. Det at der er valgt lidt større afstand mellem understøtninger end forslået i diagrammet forklares ved, at den valgte afstand på 0,6 m går op i længder af brædder, og at der kan tillades større udbøjning af brædderne end 1/400 = 1,5 mm, estimeret efter diagram i [AT, side 431]. De omtalte understøtninger af brædderne udgøres af 2x4" bjælker. Disse kan holde til en linielast på knap 8 kN/m over 0,6 m estimeret efter

diagram i [AT, side 432]. Linielasten som disse bliver påvirket af varierer fra 0 kN/m ved toppen til 7,2 kN/m ved bunden af forskallingen. Dermed konstateres det, at oplæneres dimension er stor nok. Oplænerne fastgøres til klodser, der er indstøbte i renselaget, ved bunden af forskallingen. Ved forskallingens top forbindes oplænerne med klampser eller brædder.



Figur 3.3 Tværsnit i færdigbygget forskalling til stribefundamenter.

A3.1.2 Alternative udførelsesmuligheder

Alternativt kan pæleramning udføres således at ramningen af pælene begynder før udgravningen. Der kobles en forlænger på pælene og de kan bankes de 2,3 m ned, sådan at pælens overside er beliggende i bunden af byggegruben når den udgraves. Denne procedure er dog besværlig at udføre, da der går tid med koblingen og den ekstra længde at ramme. Samtidig er det væsentligt mere besværligt at udgrave mellem pælene i bunden af byggegruben.

En anden mulighed ved pælefundering er at vibrere pælene ned. Denne metode benyttes ofte i områder, hvor der er krav til rystelser og støj som følge af ramning. I området omkring byggepladsen er kravet til rystelser maksimalt 5 mm/sek. Der er ved prøveramning i området målt værdier på 1 mm/sek. Derfor vil der ikke opstå problemer mht. rystelser når pælene rammes.

Desuden kan der ved ramning forbores gennem hårde lag, således at ramningen lettes og støjniveauet og rystelserne vil formindskes. I områder med strenge krav til rystelser er en

insitu støbning af pælene en mulighed. Dette er dog temmelig tids- og ressourcekrævende, så proceduren er kostbar og benyttes derfor kun i sjældne tilfælde.

A3.2 Insitu støbning af kældergulv og vægge

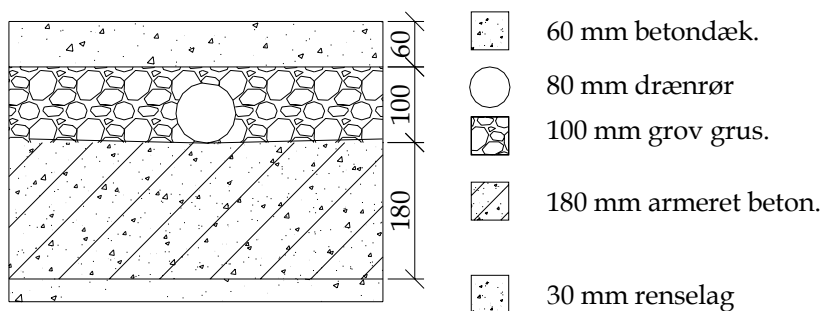
I det følgende planlægges og projekteres insitu støbningen af kældergulvet og kældervæggene i Brohuset.

Kældergulv

Som tidligere nævnt udføres kældergulvet, i depotrummet, med indskudsdræn. Der udstøbes et lag 180 mm tykt armeret beton oven på sribefundamenter og påfyldt sand. Betonlaget armeres med færdigbundne net i over og underside. Der armeres med 10 kg/m². Af Figur 3.6 kan det samlede gulvareal beregnes. Areal af vægge medtages i beregningen. Dette medfører et samlet gulvareal på 220 m².

Over det armerede betonlag anlægges indskudsdræn. Indskudsdrænet udføres med grus og et drænrør placeret i midten af bygningen. Gruset udlægges ved brug af en Bobcat, og en minigravemaskine, der kan færdes i områder med lidt manøvrelads. Efter udlægning komprimeres gruset med en vibrator.

Det underliggende betonlag udføres med fald mod drænrøret, således at vand, der trænger ind konstruktionen nede fra, ledes mod drænrøret og videre til kloakken. Over drænet støbes selve kældergulvet med en tykkelse på 60 mm og enkelt armeret ved færdigbundet net med 4 kg/m². På Figur 3.4 ses opbygningen af kældergulv med indskudsdræn.



Figur 3.4 Kældergulvet med indskudsdræn.

Følgende beregnes de nødvendige mængder af beton og armering i 180 mm tykt betonlag og 60 mm betongulv.

Armering i betonlag:

$$A_{\text{Betonlag}} = 220 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{armering}} = 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_{\text{tot}} = 220 \cdot 10 = 2200 \text{ kg armering}$$

Støbning af betonlag:

$$A_{\text{Betonlag}} = 220 \text{ m}^2$$

$$t_{\text{Betonlag}} = 0,180 \text{ m}$$

$$V_{\text{Beton}} = 220 \cdot 0,180 = 39,59 \approx 40 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

Armering i betongulv:

$$A_{\text{Betonlag}} = 220 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{armering}} = 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_{\text{tot}} = 220 \cdot 4 = 880 \text{ kg armering}$$

Støbning af betongulv:

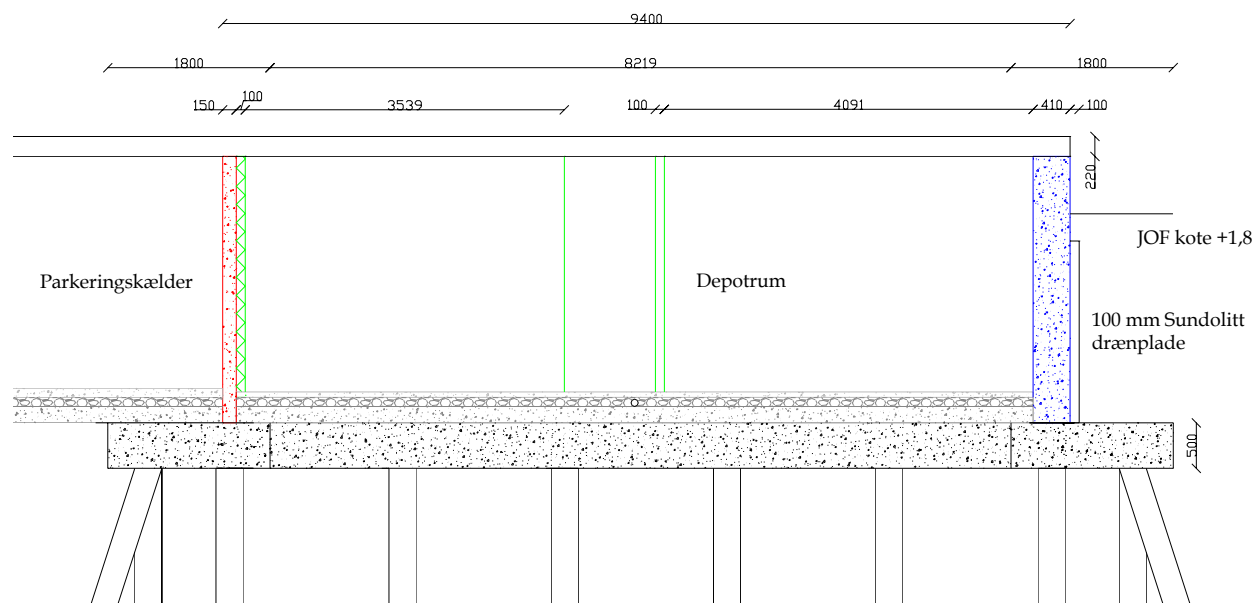
$$A_{\text{Betonlag}} = 220 \text{ m}^2$$

$$t_{\text{Betonlag}} = 0,06 \text{ m}$$

$$V_{\text{Beton}} = 220 \cdot 0,06 = 13,2 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

A3.2.1 Kældervægge

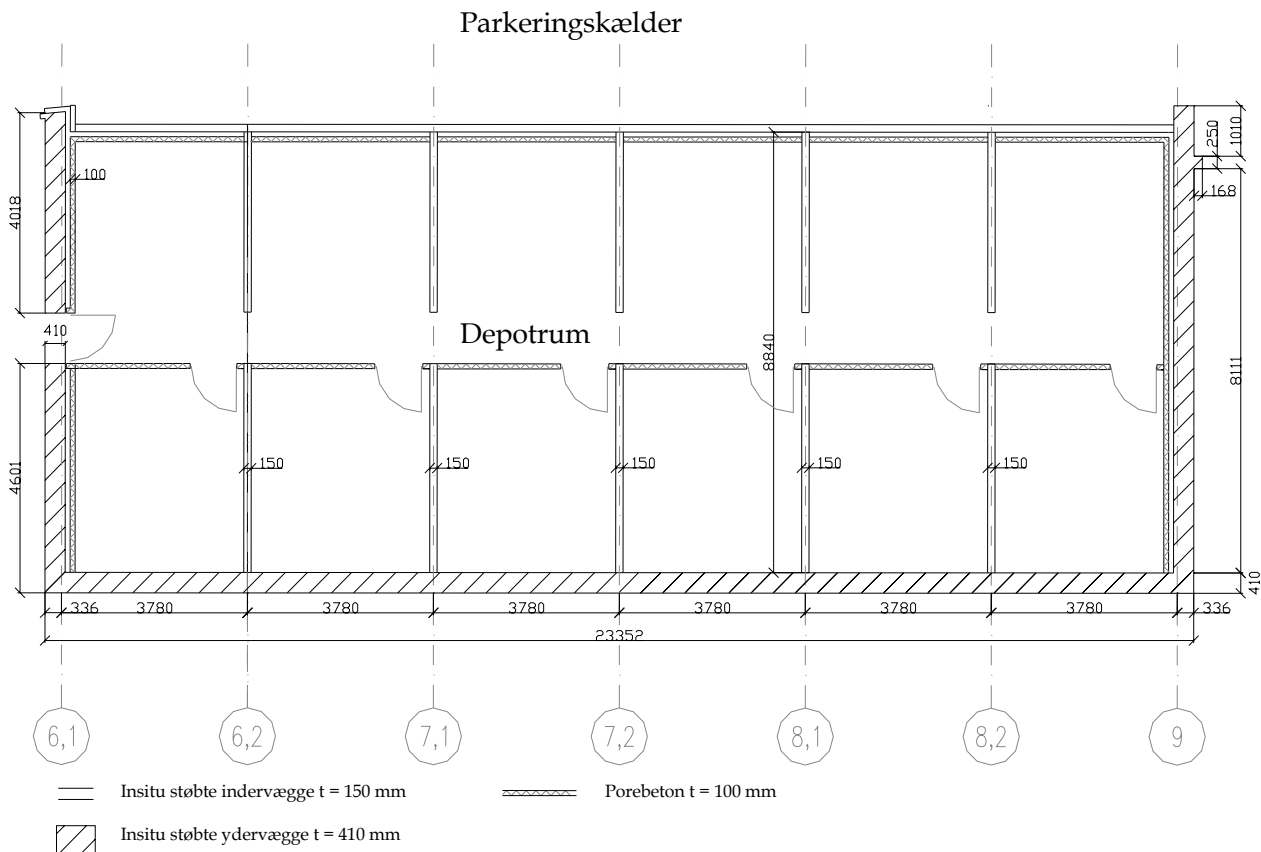
Det vælges, at udføre de bærende kældervægge som insitu støbte vægge. Dvs. der skal opstilles forskalling, bindes armering og støbes på pladsen. Der udføres to typer af bærende vægge, kælderydervægge og kælderindervægge. Begge typer af væggene har en højde på 2,65 m regnet fra oversiden af armeret betonlag. På Figur 3.2 ses et snit gennem kælderkonstruktionen.



Figur 3.5 Snit af kælderkonstruktionen. Alle mål i mm.

Ydervæggene er placeret ud mod Strandvejen og skal føre kræfterne fra facaden ned i fundamentet. Væggene udføres med en tykkelse på 410 mm, og med dobbelt armering. Projektgruppen afgrænser sig i dette projekt fra selve dimensioneringen af armeringen i væggene, men antager en vægt af armeringen pr. kvadratmeter vægoverflade. For dobbelt armeret vægge er denne vægt på 11 kg/m². For at sikre en vandtæt vægkonstruktion påføres ydervæggen en 100 mm tyk Sundolitt drænplade. Drænpladen er udført af polystyren, og hindrer vandet i at trænge ind gennem betonvæggen.

Indervæggene er placeret i selve kælderen, og har en tykkelse på 150 mm. Disse regnes armeret med 9 kg/m². På Figur 3.6 ses placering og udstrækningen af de insitu støbte kældervægge.



Figur 3.6 Plan af kælder under Brohuset, der viser placering og udstrækning af insitu støbte inder og ydervægge. Alle mål i mm

Ved udførelsen af armeringsarbejdet er det vigtigt at placere og benytte korrekte afstandsholdere, således der overalt sikres det fornødne dæklag for at undgå korrosion af armering i betonkonstruktionerne. Endvidere er det ved udstøbningen vigtigt, at udlægget af beton sker fra bunden og op efter. Betonen må ikke bare hældes i formen fra oven. Derved er der risiko for en ufordelagtig fordeling af tilslaget i betonen, og der opnås ikke den beregnede styrke af betonen.

Udstøbningen, der sker fra betonkanon, bør så vidt muligt foregå i horisontalt plan og der skal vibreres samtidig. Betonen skal ikke vibreres for kort tid, da lufthuller derved ikke fjernes og stenreder kan dannes. Dog skal der heller ikke vibreres for længe, da dette kan medføre separation og tilslaget falder til bunds. Begge situationer er medvirkende til en forringelse af betonens styrke. Vibreringen foregår ved vægkonstruktioner oftest med stavvibratoren, der stikkes ned i betonen. Ved gulvkonstruktioner kan benyttes bjælkevibrator, der vibrer overfladen af det udstøbte gulv.

Efter udstøbning skal betonen afdækkes. Hvis støbningen foregår i vintermåneder er det nødvendigt at isolere de støbte konstruktioner. Dette gøres for at undgå revnedannelser i

betonen, som følge af for store temperaturforskelle mellem betontværsnittets midte og udetemperaturen. I andre måneder skal afdækningen af de støbte betonkonstruktioner sikre, at der ikke sker udtørring af betonoverfladen. Hvis dette ikke gøres, vil det medføre revnedannelser i betonen og dermed nedsat styrke, samt risiko for at vand og ilt kan trænge ind til armeringen i betonkonstruktionen.

Følgende beregnes beton og armeringsmængder til støbning af kældervæggene.

Ydervæg

Overfladearealet af ydervæggene kan af Figur 3.6 bestemmes til 16,88 m². Som tidligere nævnt er højden på væggene 2,65 m, og det samlede beton volumen bliver dermed

$$16,88 \cdot 2,65 = 44,75 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

Da armeringen regnes pr. m² vægoverflade beregnes overfladearealet af ydervæggen til

$$\frac{44,74}{0,41} = 109,12 \text{ m}^2 \text{ væg}$$

Ydervæggen er armeret med 11 kg/m² og den samlede armeringsmængde bliver

$$109,12 \cdot 11 = 1200,35 \approx 1201 \text{ kg armering}$$

Indervæg

Overfladearealet beregnes til 10,03 m² og det samlede beton volumen bliver

$$10,03 \cdot 2,65 = 26,75 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

Vægoverfladearealet bestemmes til

$$\frac{26,75}{0,15} = 178,33 \text{ m}^2$$

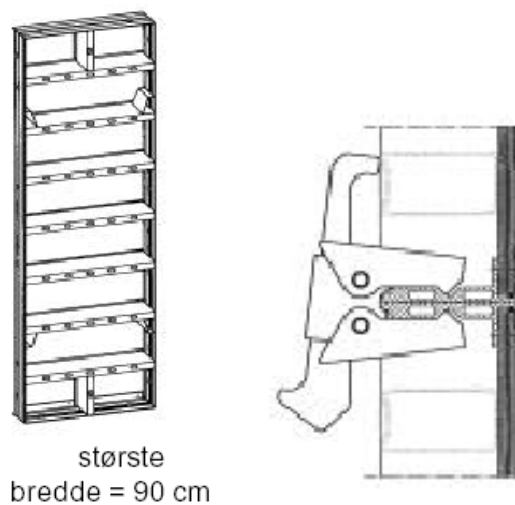
Indervæggen armeres med 9 kg/m² pr. vægoverflade. Den samlede mængde armering beregnes til

$$178,33 \cdot 9 = 1604,97 \approx 1605 \text{ kg armering}$$

A3.2.2 Forskalling til kældervægge

Til støbning af kældervæggene anvendes der systemforskalling af typen LOGO. Systemforskallingen er valgt pga. at den er let anvendelig og hurtig at opsætte. LOGO forskalling produceres i stål og aluminium. Da forskallingen opsættes med kran, er det praktisk at anvende stålkassetter.

En form med målene 90 × 270 cm af stål vejer 96 kg. Kassetterne samles med en kilelås, der kan holde til en trækraft på 7 kN, jf. Figur 3.7. Størrelserne på kasketterne er fra 30 cm til 90 cm i bredden, og en højde på 270 cm. [Pasc]



Figur 3.7 Til venstre opstalt af forskalling, til højre kilelås mellem to sektioner. [Pasc]

LOGO kassetterne er dimensioneret til et støbetryk på 60 kN/m², og følgende eftervises at støbetrykket ikke overskrider det tilladte. Støbetrykket kan bestemmes efter [AT, side 18]:

$$P_{\max} = D \cdot (C_1 \cdot \sqrt{R} + C_2 \cdot K \cdot \sqrt{H - C_1 \cdot \sqrt{R}}) \quad (3.1)$$

D Betonens tyngde = 24 kN/m³

R støbehastighed i m/h

K temperaturkoefficient $\left(\frac{36}{T+16} \right)^2$ hvor T er betontemperaturen, T =

15°

H Formhøjden i m = 2,65 m

C₁ Størrelses- og formparameter = 1

C₂ Materialeparameter = 0,3

Støbehastigheden (R) sættes som ubekendt, hvis støbehastigheden er mindre end 2,65 m/h, er det at tage hensyn til denne.

$$60 \text{ kN/m}^2 = 24 \text{ kN/m}^3 \cdot (1 \cdot \sqrt{R} + 0,3 \cdot \left(\frac{36}{15^\circ + 16}\right)^2 \cdot \sqrt{2,65 \text{ m} - 1 \cdot \sqrt{R}}) \Rightarrow$$

$$R = 5 \text{ m/h}$$

Resultatet viser at den valgte systemforskalling er tilstrækkelig hvis støbehastigheden ikke overskrider 5m/h.

For at bestemme antallet af kassetter, der er nødvendig ved støbning af henholdsvis yder og indervæg beregnes den samlede længde af væggene.

$$L_{\text{ydervæg}} = \frac{44,74 \text{ m}^3}{0,41 \text{ m} \cdot 2,65 \text{ m}} = 41,18 \text{ m}$$

$$L_{\text{indervæg}} = \frac{26,75 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m} \cdot 2,65 \text{ m}} = 67,30 \text{ m}$$

Da kassetterne leveres med en maksimal bredde på 0,90 m bliver antallet af nødvendige kassetter

$$n_{\text{kassetter,yderv}} = \frac{41,18}{0,9} = 45,75 \approx 46 \frac{\text{stk.}}{\text{side}} \Rightarrow 92 \text{ stk.}$$

$$n_{\text{kassetter,inderv}} = \frac{67,30}{0,9} = 74,78 \approx 75 \frac{\text{stk.}}{\text{side}} \Rightarrow 150 \text{ stk.}$$

A3.2.3 Samlede mængder ved insitu støbning af kældergulv og vægge

De samlede mængder af forskalling, armering og beton til kælderkonstruktionen ses i Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Samlede mængder af forskalling, armering og beton til udførelse af kælderkonstruktionen.

Konstruktionsdele	Forskalling [antal kassetter]	Armering [kg]	Beton [m ³]
Armeret betonlag	-	2200	40
Betongulv	-	880	13,20
Ydervægge	92	1201	44,74
Indervægge	150	1605	26,75

A3.2.4 Alternative udførelsesmuligheder af kælderkonstruktion

Følgende beskrives forslag til alternative udførelsesmuligheder end den valgte insitu støbte kælderkonstruktion.

Et alternativ er at udføre konstruktionen som et søjle- bjælkesystem. De bærende vægge fra huset understøttes af præfabrikerede forspændte bjælker, der hviler på en række evt. præfabrikerede søjler. Ydervæggene udføres stadig som insitu støbte vægge, der sikrer en vandtæt konstruktion. Denne metode har den fordel, at kælderen fremstår som ét åbent rum, og pladsen kan udnyttes bedre mht. parkering. Desuden er systemet materialebesparende mht. beton og armering. Udførelsestiden af søjle-bjælkesystemet vil blive en del kortere end ved en insitu støbt konstruktion, da der ikke skal tages hensyn til ilægning af armering, forskalling og hærdetid af beton.

Et andet alternativ er, at udføre væggene i kælderen som præfabrikerede vægge. Dermed spares en del tid i udførelsessituationen. Desuden er en kombination af de 3 alternativer en mulighed.

Ved støbning af vægge er det en mulighed, at benytte traditionel forskalling udført i træ og opbygget på selve byggepladsen. Dog er denne mulighed en del dyrere både i materialer og arbejds løn, da tidsforbruget er væsentligt større ved opstilling af den traditionelle forskalling.

Under selve udstøbningen er det muligt at støbe med kran, således at kranspanen fyldes ved betonbilen og kranes til støbestedet. Endvidere kan betonen pumpes fra betonpumper monteret på en lastbil. Betonpumper benyttes dog oftest til større anlægsarbejder, da det er meget store mængder betonpumperne kan levere, eks. over 100 m³/time.

Hvis betonen skal transporteres internt på byggepladsen, kan det foregå manuelt med trillebøre eller eks. med 4-hjulet betondumpers, der er udstyret med et mekanisk fronttippelad. Betondumperen kræver dog en vis manøvrelads på byggepladsen, og anvendelsesmulighederne begrænses derfor deraf.

A3.3 Elementmontage

Selve råhuset opbygges af præfabrikerede betonelementer, der leveres direkte til byggepladsen. Derfor er det vigtigt at kranen, der skal transportere elementerne fra

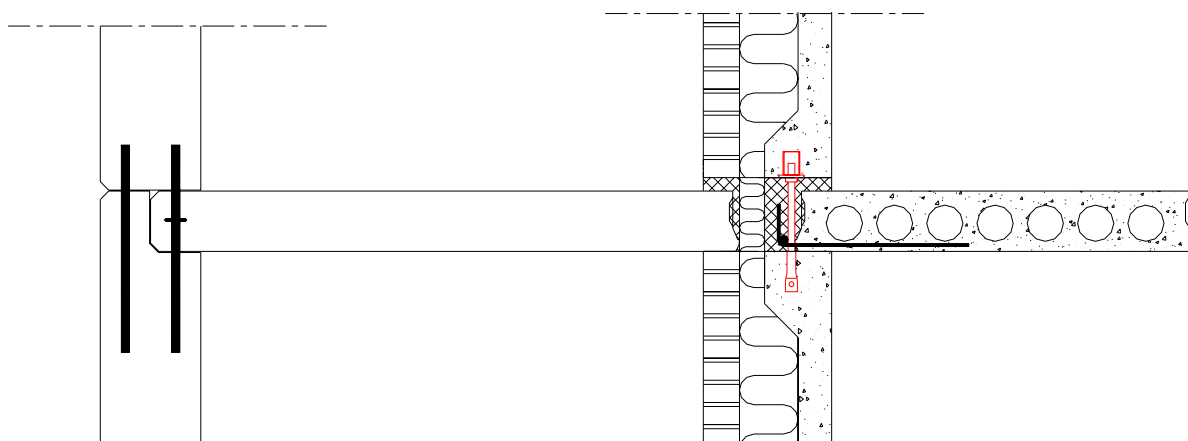
lastbiler til montagedstedet, er placeret centralt således, der er den fornødne tilgængelighed, jf. A1.3.

Selve montagen udføres således, at kranen kraner elementerne fra lastbil til det aktuelle bestemmelsessted, hvor der venter 2 mand som dirigerer kranfører, sådan den nøjagtige placering af elementet sikres. Ved montage af elementer, er der meget små tolerancer, så omhyggelighed og erfaring er påkrævet.

Fremgangsmåden ved opbygningen af råhuset er som følger: Det første dækelement kranes op og monteres. Herefter opstilles sikkerhedsrækværk på dette element før videre montage af dækelementer påbegyndes. Sikkerhedsrækværket udbygges efterhånden som de enkelte dækelementer monteres. Efter montering af dækelementer udlægges armering og facadevæg- og skillevægselementer monteres. Vægelementerne afstives med skråafstiver der boltes fast i dæk og væg, før at kranen slipper elementet, således at elementet konstant er fastholdt og uheld kan undgås.

Boltene der sikrer træk bæreevnen i hver etageadskillelse spændes, og der udstøbes omkring dem, jf. Figur 3.8. Trækraften i samlingen fremkommer i situationer, hvor der opstår sug/løft i bygningen hidrørende fra vind.

Der udlægges armering og udstøbes mellem dækelementer og vægelementerne fuges.



Figur 3.8 Til venstre ses samling mellem Søjler og altandæk, til højre på figuren ses samlingen mellem etagedæk og facader.

Herefter monteres dækket på næste etage og samme fremgangsmåde som ovenfor beskrevet benyttes.

Det skal bemærkes, at da det er valgt, at udføre toiletterne i hver lejlighed som præfabrikerede enheder, skal toiletterne kranes på plads før dækket til næste etage monteres.

I dette projekt er det valgt, at udføre det statiske system således at skillevæggene og den inderste væg i facadesandwichelementerne er bærende. Disse vægge skal sikre at kræfterne fra lodrette og vandrette laster føres ned i kælderkonstruktionen og videre til pælene.

Elementerne leveres fra betonfabrik i følgende dimensioner og type

- Dækelementer: Huldæk af typen PX 18 fra Spæncom A/S, (b x h x t) 1800 x 3800 x 180 og 1200 x 3800 x 180, Vægt 2,02 ton og 1,37 ton.
- Facadeelementer: Sandwichelementer med ribbe, teglsten i facade og bærende betonavæg inderst, (b x h x t) 3800 x 2800 x 383 mm, Vægt 1,7 ton.
- Gavlelementer: Samme type som facade (b x h x t) 2350 x 2800 x 383 mm, Vægt 1,86 ton.
- Skillevægge: Betonelementer (b x h x t) 2350 x 2800 x 150 mm, Vægt 2,4 ton.

Det skal bemærkes at 1. sal i bygningen er højere end de andre etager. Elementerne til denne etage skal leveres med en højde på 3400 mm.

Disse dimensioner fører, ud fra dimensioner på bygningen $l = 23,4$ m og $b = 10,2$ m, til følgende antal elementer pr. etage

Facade

$$\frac{23400}{3800} = 6,15 \approx 6 \frac{\text{stk.}}{\text{side}} \Rightarrow 12 \text{ stk.}$$

Det vælges at udføre facaden således, at facaden overlapper gavlene. Dermed skal de 4 elementer, der placeres i hjørnerne leveres med en bredde på $3800 + 0,15 \cdot 3800 / 2 = 4085$ mm. Disse elementer har en vægt på 1,94 ton.

Gavl

$$\frac{10200 - 2 \cdot 383}{2350} = 4,0 \frac{\text{stk.}}{\text{væg}} \Rightarrow 8 \text{ stk.}$$

Skillevæg

Skillevæggene har samme bredde som gavlelementerne og indvendigbredde i lejlighederne er $10200 - 2 \cdot 383 = 9434$ mm. Dermed er antallet af skillevægselementer pr. væg = 4 stk. i alt 20 stk.

Dæk

$$\frac{10200 - 2 \cdot 383}{1800} = 5,24 = 6 \frac{\text{stk.}}{\text{væg}} \Rightarrow 30 \text{ stk.}$$

I hver lejlighed monteres yderligere et dækelement med bredden 1200 mm, således der regnes med at dækelementerne i hver side af huset har en vederlagsdybde på 10 cm. Dermed bliver det totale antal elementer med $b = 1200$ mm på 6 stk.

A3.3.1 Samlede mængder ved elementmontage

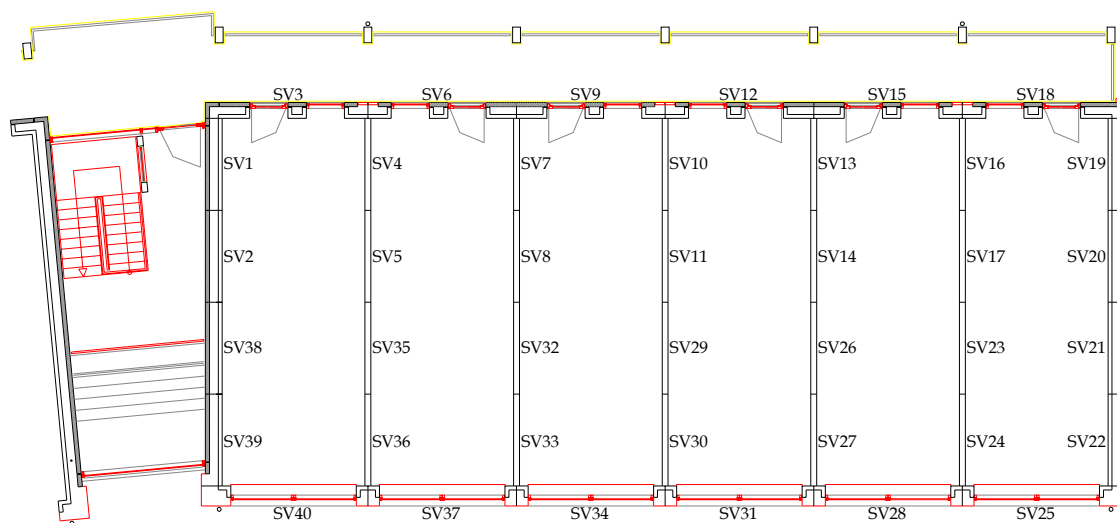
De samlede mængder af de forskellige typer elementer til råhuset ses i Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Samlet antal elementer der bruges til opførelse af råhuset.

Element	Mængde [Antal elementer i alt]
Facade	
B=3800 mm	40
B=4085 mm	20
Gavl	40
Skillevæg	100
Dæk	
B=1800 mm	150
B=1200	30

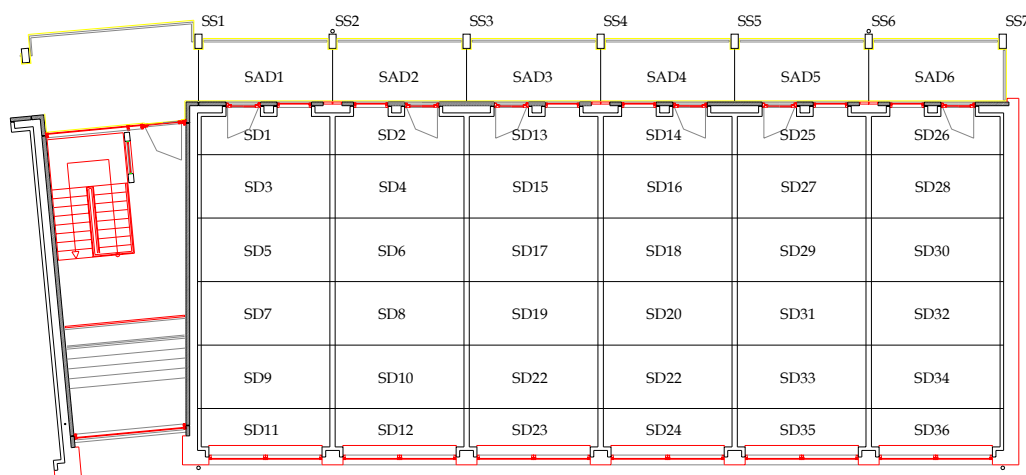
A3.3.2 Montageplan

For at kunne montere elementerne rigtigt og i den rigtige rækkefølge, er det nødvendigt at udarbejde en montageplan. På Figur 3.9 ses montageplanen for stueetagen. Først monteres to gavlelementer, herefter et facadeelement. Efter denne montage opsættes to skillevægselementer. De resterende elementer monteres efter samme princip som ovenfor, således at elementerne hele tiden støtte hinanden.



Figur 3.9 Montageplan for stueetagen mht. vægelementer.

Svalegangen og dækelementerne monteres efter montageplanen på Figur 3.10, her monteres først svalegangen. Der ankommer dækelementer til to lejligheder ad gangen.



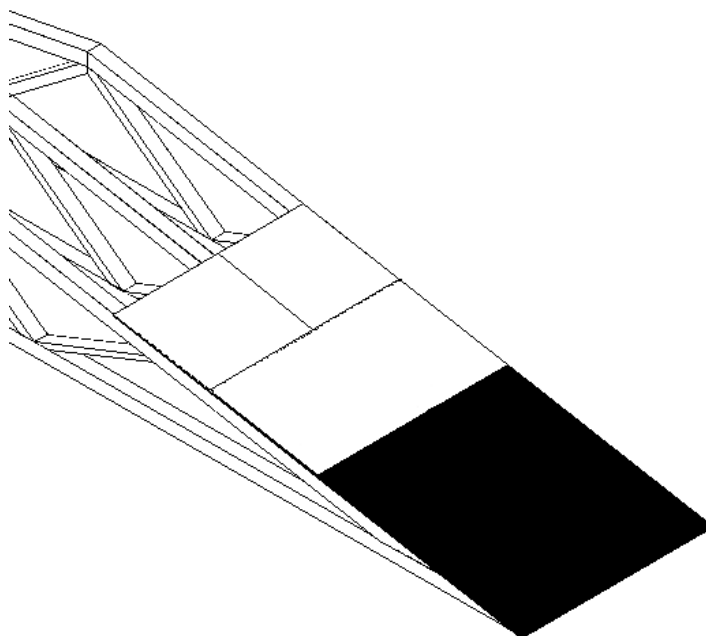
Figur 3.10 Montageplan for stueetagen mht. svalegangen og dækelementer.

For at kunne krane elementerne af lastbilen i den rigtige rækkefølge, er det nødvendigt at udarbejde en læsseplan til betonelementfabrikken, således at det element der monteres til sidst, af de ankomne elementer, læsses først på vognen og det element der skal benyttes først læsses yderst på blokvognen. I Appendiks IV ses læsseplanerne for stueetagen. Til transporten af vægelementerne benyttes der reolvogne, de resterende elementer transporteres på ladvogne.

A3.4 Tagkonstruktion

Tagkonstruktionen på byggeriet udføres som en let tagkonstruktion, dvs. at taget består af krydsfinerplader der sømmes eller skrues fast vandret mellem spærene og her på svejses 2 lag tagpap. Den lette tagkonstruktion er hurtig at udføre og billig i materialer, og der er en væsentlig mindskelse af lasten fra taget til bygningen.

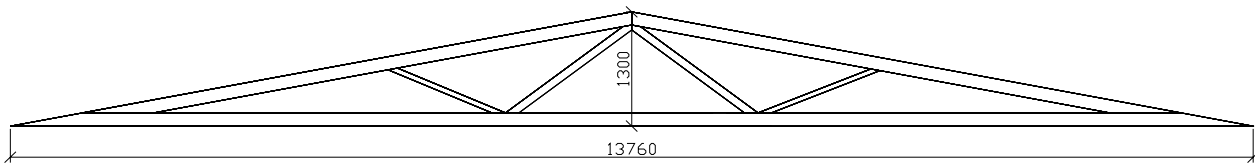
Spærene leveres som præfabrikerede fra spærfabrik og er udført i træ. Spærene leveres på byggepladsen med lastbiler og kranes til toppen af råhuset, hvor der står 2 tømrer og fastmonterer det enkelte spær på det korrekte sted. På Figur 3.11 ses opbygningen af tagkonstruktionen.



Figur 3.11 Snit i tagkonstruktionen. Nederst farvet med sort tagpap, derefter krydsfinerplader monteret på spær med overlap.

Det er valgt at placere spærene med en indbyrdes afstand på 1 m. Dermed bliver antallet af spær = 24, da bygning er 23,40 m lang.

Krydsfinerpladerne leveres med dimensionerne ($l \times b \times t$) 3000 x 1200 x 15 mm. Dermed kan antallet af krydsfinerplader beregnes ved bestemmelse af det totale tagoverfladeareal. Tagoverfladearealet beregnes ved at betragte dimensionerne på et spær. Af Figur 3.12 ses det, at længden af spærhovedet kan findes vha. pythagoras.



Figur 3.12 Dimensioner på spær. Alle mål i mm.

Længden bliver

$$l = \sqrt{1300^2 + 6880^2} = 7001 \approx 7,00 \text{ m}$$

Dermed er tagoverfladearealet

$$2 \cdot 23,4 \cdot 7,00 = 327,6 \approx 328 \text{ m}^2$$

Antallet af krydsfinerplade bestemmes til

$$\frac{327,6}{3,6} = 91 \text{ stk.}$$

Da der skal 2 lag tagpap på er det totale forbrug af tagpap = $2 \cdot 328 = 656 \text{ m}^2$ tagpap.

A3.4.1 Samlede mængder krydsfinerplader og spær til tagkonstruktionen

I Tabel 1.1 ses de totale antal spær, krydsfinerplader og tagpap der skal anvendes til opførelse af tagkonstruktionen.

Tabel 3.3 Samlede mængder af spær, krydsfinerplader og tagpap til brug ved udførelse af tagkonstruktion.

Konstruktionsdel	Mængde
Spær	24 stk.
Krydsfinerplader	91 stk.
Tagpap	656 m ²

A3.4.2 Alternative udførelsesmuligheder

Tagkonstruktionen kan alternativt udføres som en tung tagkonstruktion dvs. med tegltag. Denne konstruktion stiller større krav til spær og den øvrige del af bygningen, da lasten fra taget øges. Dog er en tagkonstruktion med tegl næppe en mulighed da hældningen på taget er for lille. Derimod kan der benyttes stålplader, der skrues fast på krydsfineren.

Disse er hurtige at oplægge, da egenvægten er lille, ca. 5 -6 kg/m², alt efter type og pladerne fås ofte i længder på ca. 8 -10 m.

Muligheden for at spærene leveres i flere stykker, således at de skal samles på selve byggepladsen eksisterer også, men bruges oftest i tilfælde af, at det er nødvendigt at udføre spærene med transportsamlinger. En fuldstændig samling og opbygning af spær på pladsen benyttes sjældent i dag pga. et for stort tidsforbrug og en højere pris.

A4 Tidsplan

I dette afsnit beregnes det nødvendige tidsforbrug til opførelse af råhuset. Tiderne bestemmes som driftstider, hertil skal der tillægges et 10 % bidrag for usikkerheder. Ydelsesdata for aktiviteterne er indhentet dels fra [Anl. T&p] og dels fra overenskomsterne mellem SID og Danske Entreprenører. Mængdeberegning af materialer til brug ved tidsberegningerne er opstillet i afsnittene A2 og A3. Driftstiderne beregnes til dels ved hjælp af Wrights formel:

$$t_x = T_1 \cdot x^{-k} \quad (4-1)$$

t_x Det gennemsnitlige tidsforbrug pr. produceret enhed

T_1 Styktiden for den første enhed

x Den producerede mængde

k Gentagelsesfaktoren, der udtrykker produktionstab, der ligger i oplærings- og indkørselstid

Ved brug af Wrights formel oplyses ved opslag en forudsat værdi af t_x og x , derudover oplyses en ny værdi af x og et tillæg til t_x . Dermed kan T_1 og k udregnes som to ligninger med to ubekendte.

$$\left. \begin{array}{l} t_{x,1} = T_1 \cdot x_1^{-k} \\ t_{x,2} = T_1 \cdot x_2^{-k} \end{array} \right\} \Rightarrow k = \frac{\ln\left(\frac{t_{x,1}}{t_{x,2}}\right)}{\ln(x_2) - \ln(x_1)} \quad (4-2)$$

$$T_1 = \frac{t_{x,1}}{x_1^{-k}}$$

$$t_x = T_1 \cdot x^{-k}$$

Ved tidsberegningerne er der ikke taget hensyn til, hvordan aktiviteterne er afhængige hinanden, og den samlede tid for de enkelte fagområder er ikke beregnet. Et regneeksempel med Wrights formel gennemgås første gang formelen benyttes.

A4.1 Byggepladsindretning

Aktiviteterne for byggepladsindretningen er op- og nedtagning af hegn, skurvogne, container og kraner samt opsætning af armeringsplads.

Følgende forudsætninger er opstillet:

- Indhegning er et trådhegn a' sektioner på 3 m, understøttet af en betonklods.
- Opstilling af en skurehed er inklusiv tilslutning og nedtagning.
- Opstilling af kraner foretages af et specialfirma.
- Armeringsplads indretningen er inklusiv udlægning af sveller til lager, opstilling af klippe- og bukkemaskine.

Tidsforbruget ved byggepladsindretningen er opstillet i Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tidsforbrug ved byggepladsindretningen.

Opsætning og nedtagning af indhegning			Opsætning og nedtagning af skurvogne	
	Opsætning	Nedtagning		Opsætning
Mængde	250 m	250 m	Mængde	3 stk.
Tidsforbrug	1/3 mh/m	2/9 mh/m	Tidsforbrug	4 mh/stk.
I alt	92 mh	61 mh	I alt	13 mh
Opsætning og nedtagning af container			Opsætning af armeringsplads	
	Opsætning	Nedtagning		Opsætning
Mængde	8 stk.	7 stk.	Mængde	1 stk.
Tidsforbrug	2 mh/stk.	1 mh/stk.	Tidsforbrug	16 mh/stk.
I alt	18 mh	8 mh	I alt	16 mh
Opsætning og nedtagning af kran				
	Opsætning	Nedtagning		
Mængde	2 stk.	2 stk.		
Tidsforbrug	5 dage/stk.	4 dage/stk.		
I alt	10 dage	8 dage		

A4.2 Jordarbejde

Fagområdet jordarbejde omhandler opsætning af rambuk, ramning og optagning af spunsvæg, nedspuling og optagning af sugespidsen samt udgravning af byggegruben m.m. Udgravningen og tidsberegningen er beskrevet i afsnit A2 "Jordarbejde".

Fagområdet har følgende forudsætninger:

- Den anvendte rambuk antages at være en stor rambuk
- Ramningen af spunsvæg antages at være i almindelig jord.

Tidsforbruget ved jordarbejdet er opstillet i Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tidsforbrug ved jordarbejdet

Ramning og optagning af spunsvæg			Opsætning af rambuk	
	Ramning	Optagning		Opsætning
Mængde	430 m ²	430 m ²	Mængde	1 stk.
Tidsforbrug	11 m ² /h	13 m ² /h	Tidsforbrug	4 h/stk.
I alt	43 mh	36 mh	I alt	4 h
Nedspuling og optagning af sugespids				
	Nedspuling	Optagning		
Mængde	63 stk.	63 stk.		
Tidsforbrug	6 h	6 h		
I alt	6 h	6 h		

A4.3 Funderingsarbejde

Under funderingen udføres pæleramning og -kapning, støbning af renselag og fundament, forskalling samt ilægning af armering.

Følgende forudsætninger er antaget:

- Ved insitu støbte konstruktioner pumpes betonen fra mobil betonpumpe.
- Betonstøbningsydelser er inklusiv klargøring, rengøring og vibrering.
- Funderingsarbejdet er udført i almindelig jord.
- Forskallingen udføres som almindelig træforskalling.
- Ved armeringsydelserne er klippe- og bukkemaskiner til rådighed.

Ved beregning af tidsforbruget for forskalling til fundamenterne er Wrights formel benyttet:

$$\left. \begin{aligned} 0,4 \text{ mh/m}^2 &= T_1 \cdot (1000 \text{ m}^2)^{-k} \\ 0,5 \text{ mh/m}^2 &= T_1 \cdot (100 \text{ m}^2)^{-k} \end{aligned} \right\} \Rightarrow k = \frac{\ln\left(\frac{0,4 \text{ mh/m}^2}{0,5 \text{ mh/m}^2}\right)}{\ln(100 \text{ m}^2) - \ln(1000 \text{ m}^2)} = 0,097$$

$$T_1 = \frac{0,4 \text{ mh/m}^2}{(1000 \text{ m}^2)^{-0,097}} = 0,78 \text{ mh/m}^4$$

$$t_x = 0,78 \text{ mh/m}^4 \cdot (40 \text{ m}^2)^{-0,097} = 0,55 \text{ mh/m}^2$$

$$\text{Tidsforbruget} = 0,55 \text{ mh/m}^2 \cdot 40 \text{ m}^2 \cdot 10\% = 24 \text{ mh}$$

Tidsforbruget for funderingsarbejdet er opstillet i Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tidsforbrug ved funderingsarbejdet.

Pæleramning		Pælekapning		Udstøbning af renselag	
	Ramning		kapning		Udstøbning
Mængde	1768 m	Mængde	104 stk.	Mængde	4 m ³
Tidsforbrug	30 m/h	Tidsforbrug	0,3 mh/stk.	Tidsforbrug	0,51 mh/m ³
I alt	65 h	I alt	34 mh	I alt	4 mh
Forskalling til fundament					
	1. aflæsning	2. aflæsning		Aktuel	
Mængde	100 m ²	1000 m ²		128 m ²	
Tidsforbrug	0,5 mh/m ²	0,4 mh/m ²		0,48 mh/m ²	
I alt				69 mh	
Ilægning af armering til fundament					
	1. aflæsning	2. aflæsning		Aktuel	
Mængde	500 m ²	5000 m ²		64 m ²	
Tidsforbrug	0,26 mh/m ²	0,21 mh/m ²		0,32 mh/m ²	
I alt				23 mh	
Støbning af fundament					
	1. aflæsning	2. aflæsning		Aktuel	
Mængde	25 m ³	200 m ³		128	
Tidsforbrug	0,8 mh/m ³	0,7 mh/m ³		0,77 mh/m ³	
I alt				48 mh	

A4.4 Insitu støbning af kældergulve og vægge

Kælderkonstruktionen insitu støbes og dermed kan følgende ydelser opstilles; støbning af gulv og vægge, opbygning af gulv, forskalling og ilægning af armering til kældervægge.

Fagområdet har følgende forudsætninger:

- Ved insitu støbte konstruktioner benyttes betonkanon.
- Betonstøbningsydelser er inklusiv klargøring, rengøring og vibrering.
- Ved tidsberegningerne for forskallingsarbejdet med systemforskalling er inddraget opsætning, nedtagning, rensning og smøring.

Fagområdets tidsforbrug er opstillet i Tabel 4.4 og Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Tidsforbrug ved insitu støbning af kældergulve og vægge.

Ilægning af armering til det armerede betonlag			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	1500 m ²	13000 m ²	220 m ²
Tidsforbrug	0,11 mh/m ²	0,09 mh/m ²	0,14 mh/m ²
I alt			33 mh
Støbning af armeret betonlag			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	250 m ³	2000 m ³	40 m ³
Tidsforbrug	0,25 mh/m ³	0,21 mh/m ³	0,28 mh/m ³
I alt			12 mh
Ilægning af armering i gulv			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	1500 m ²	13000 m ²	220 m ²
Tidsforbrug	0,08 mh/m ²	0,06 mh/m ²	0,09 mh/m ²
I alt			22 mh
Støbning af gulv			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	4000 m ²	-	220 m ²
Tidsforbrug	0,20 mh/m ²	-	0,24 mh/m ²
I alt			59 mh
Forskalling til kælderyervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	1000 m ²	10000 m ²	218 m ²
Tidsforbrug	0,38 mh/m ²	0,26 mh/m ²	0,49 mh/m ²
I alt			117 mh
Ilægning af armering til kælderyervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	500 m ²	5000 m ²	110 m ²
Tidsforbrug	0,26 mh/m ²	0,21 mh/m ²	0,30 mh/m ²
I alt			37 mh
Støbning af kælderyervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	200 m ³	1500 m ³	45 m ³
Tidsforbrug	0,35 mh/m ³	0,3 mh/m ³	0,39 mh/m ³
I alt			20 mh

Tabel 4.5 Tidsforbrug ved insitu støbning af kælder gulve og vægge.

Opstilling af forskalling til kælderindervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	1000 m ²	10000 m ²	357 m ²
Tidsforbrug	0,38 mh/m ²	0,26 mh/m ²	0,45 mh/m ²
I alt			177 mh
Ilægning af armering til kælderindervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	500 m ²	5000 m ²	180 m ²
Tidsforbrug	0,24 mh/m ²	0,19 mh/m ²	0,26 mh/m ²
I alt			52 mh
Støbning af kælderindervæg			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	200 m ³	1500 m ³	27 m ³
Tidsforbrug	0,42 mh/m ³	0,36 mh/m ³	0,49 mh/m ³
I alt			15 mh

A4.5 Elementmontage

Ved tidsberegningerne for elementmontagen, er der opstillet beregninger for en etage, idet alle etager antages at have det samme tidsforbrug. Området omhandler montage og fugning af: Dæk- og vægelementer, dækelementer til svalegangen, placering af badelementer og opsætning af søjler.

Ved montagen er følgende antaget:

- Fastgørelse til kran og kraning af elementer er medtaget i driftstiden for montage af element.

I Tabel 4.6 og Tabel 4.7 er tidsforbruget ved elementmontagen opstillet:

Tabel 4.6 Tidsforbrug ved elementmontage.

Montage af dækelementer			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	700 stk.	5000 stk.	36 stk.
Tidsforbrug	0,25 mh/stk.	0,2 mh/stk.	0,34 mh/stk.
I alt			14 mh

Tabel 4.7 Tidsforbrug ved elementmontage.

Fugning af dækelementer			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	700 stk.	5000 stk.	36 stk.
Tidsforbrug	0,30 mh/stk.	0,24 mh/stk.	0,41 mh/stk.
I alt			16 mh
Montage af vægelementer			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	500 stk.	3000 stk.	40 stk.
Tidsforbrug	1,21 mh/stk.	1 mh/stk.	1,58 mh/stk.
I alt			70 mh
Fugning af vægelementer			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	500 stk.	3000 stk.	40 stk.
Tidsforbrug	0,67 mh/stk.	0,55 mh/stk.	0,87 mh/stk.
I alt			38 mh
Opsætning af søjler til svalegang			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	25 stk.	150 stk.	7 stk.
Tidsforbrug	1,09 mh/stk.	0,9 mh/stk.	1,25 mh/stk.
I alt			10 mh
Montage af dækelementer i svalegange			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	700 stk.	5000 stk.	6 stk.
Tidsforbrug	0,25 mh/stk.	0,2 mh/stk.	0,42 mh/stk.
I alt			3 mh
Samlet tid montage af svalegang			12 mh
Fugning af dækelementer i svalegange			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	700 stk.	5000 stk.	6 stk.
Tidsforbrug	0,30 mh/stk.	0,24 mh/stk.	0,50 mh/stk.
I alt			3 mh

A4.6 Tagkonstruktion

Området omhandler opsætning af spær og tagdækning. Forudsætningerne er som følger:

- Arealet af et enkelt spær er antaget til 8,94 m².
- Tagdækningen indebærer montering af krydsfinerplader og udlægning af to lag tagpap. Ydelsesdataene er antaget.

Tidsforbruget er opstillet i Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tidsforbrug ved tagkonstruktionen.

Opsætning af spær			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	25 stk.	200 stk.	24 stk.
Tidsforbrug	5,23 mh/stk.	4,25 mh/stk.	5,23 mh/stk.
I alt			138 mh
Tagdækning			
	1. aflæsning	2. aflæsning	Aktuel
Mængde	500 m ²	4000 m ²	656 m ²
Tidsforbrug	0,37 mh/m ²	0,3 mh/m ²	0,36 mh/m ²
I alt			261 mh

A4.7 Planlægningen

Ved planlægningen af byggeprocessen, herunder tidsforbrug og bemanningen af et større byggeri, er det praktisk at benytte et Edb-program til styring af planlægningen. Til dette byggeri er der benyttet Microsoft Project 2000 til styring af planlægningen. Tidsplanen er opstillet i Gantt diagram og i et procesdiagram, bemanningsplanen opstilles i et histogram, hvor 100 % angiver en bemanning på 10 mand.

Planlægningen i dette projekt er afgrænset til den dimensionerede bygning og til opførelse af råhuset. Aktiviteterne for byggepladsindretningen er planlagt og beregnet for hele byggepladsen. Det antages at der arbejdes med flere byggesjak ad gangen, således at det samlede antal arbejdere konstant er omkring 20 mand på byggeriet. Hvis der ikke er behov for arbejder på et område overføres disse således til andre områder eller funktioner på byggepladsen.

A4.7.1 Tidsplan

Tidsplanen er udarbejdet ud fra de beregnede driftstider fundet i afsnit A4.1 - A4.6. Tiderne er omregnet fra mandtimer til arbejdsdage, hvorefter de opstillet i et Gantt diagram. I driftstiderne er indregnet en usikkerhed på 10 % af driftstiden. Omregningen til det aktuelle tidsforbrug er afhængig af bemanningen på operationen. Der regnes med at en arbejdsuge er på 37 arbejdstimer, en arbejdstimer er dermed på 7,4 arbejdstimer.

Et eksempel på omregning fra mandtimer til arbejdsdage er vist herunder. Eksemplet tager udgangspunkt i indhegningen af byggepladsen. Ved alle omregninger af driftstider indgår kranføreren ikke i tidsberegningerne.

$$\frac{77 \text{ mh}}{4 \text{ mand} \cdot 7,4 \text{ h/dag}} = 2,60 \text{ dage} \approx 3 \text{ dage}$$

Aktiviteterne er opstillet efter fagområder, og således at det fremstår hvorledes de enkelte aktiviteter er afhængige af hinanden. I Tabel 4.9 er aktiviteterne opstillet, med de enkelte operationers tidsforbrug, afhængighed og bemanning. For at nummereringen skal passe overens med Gantt diagrammet, starter aktiviteterne med nr. 3.

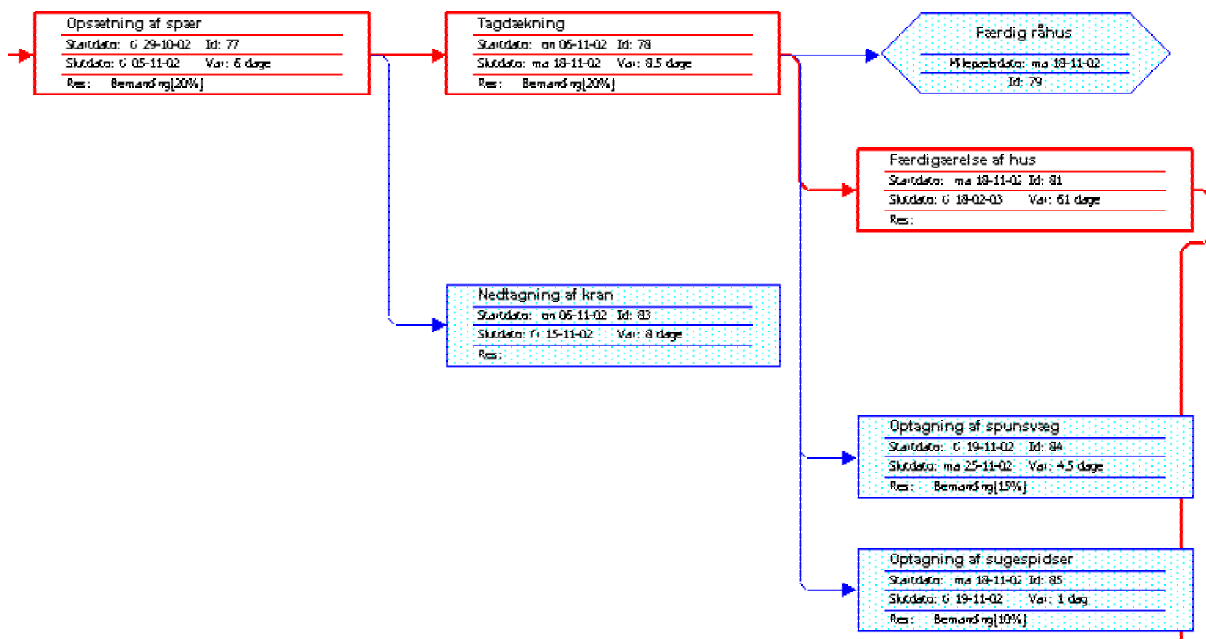
Tabel 4.9 De enkelte aktiviteters tidsforbrug, afhængighed og bemanning.

Nummer	Aktivitet	Tidsforbrug	Afhængig af	Bemanning
3	Afsætning af byggeplads	1 dag	-	2
4	Indhegning af byggeplads	3 dage	3	4
5	Opstilling af skurvogne	1 dag	4	2
6	Opstilling af container	1 dag	4	2
7	Indretning af armeringsplads	1 dag	13	2
8	Opstilling af kran	10 dage	13	Specialfirma
10	Opsætning af rambuk	0,5 dag	4;5	2
11	Ramning af spunsvæg	6 dage	10	3
12	Grundvandssænkning	1 dag	5;4	2
13	Jordarbejde	8 dage	4;5	7
16	Pæleramning	9 dag	13	2
17	Pælekapning	5 dag	16	2
18	Udstøbning af renselag	1 dag	17	2
19	Opstilling af forskalling til fundament	2,5 dage	18	2
20	Ilægning af armering til fundament	2,5 dage	19	2
21	Støbning af fundament	1,5 dag	20	2
22	Hærdning af fundament	2 dag	21	-
24	Ilægning af armering til det armerede betonlag	2 dage	22	2
25	Støbning af armeret betonlag	2 dage	24	2
26	Hærdning af armeret betonlag	2 dage	25	-
27	Ilægning af armering i gulv	1 dag	26	4
28	Støbning af gulv	2 dage	27	4
29	Hærdning af gulv	2 dage	28	-
30	Opstilling af forskalling til kælderydervæg	4 dage	29	4
31	Ilægning af armering til kælderydervæg	1,5 dag	30	4
32	Støbning af kælderydervæg	2 dage	31	4
33	Hærdning af kælderydervæg	2 dag	32	-
34	Opstilling af forskalling til kælderindervæg	6 dage	33	4
35	Ilægning af armering til kælderindervæg	1,5 dag	34	4
36	Støbning af kælderindervæg	0,5 dag	35	4
37	Hærdning af kælderindervæg	2 dag	36	-
39	Opsætning af kælderdek	1 dag	37	4
40	Fugning af kælderdek	1 dag	39	4
41	Montering af vægelementer stueetagen	2,5 dage	40	5
42	Fugning af vægelementer til stueetagen	1,5 dage	41	4

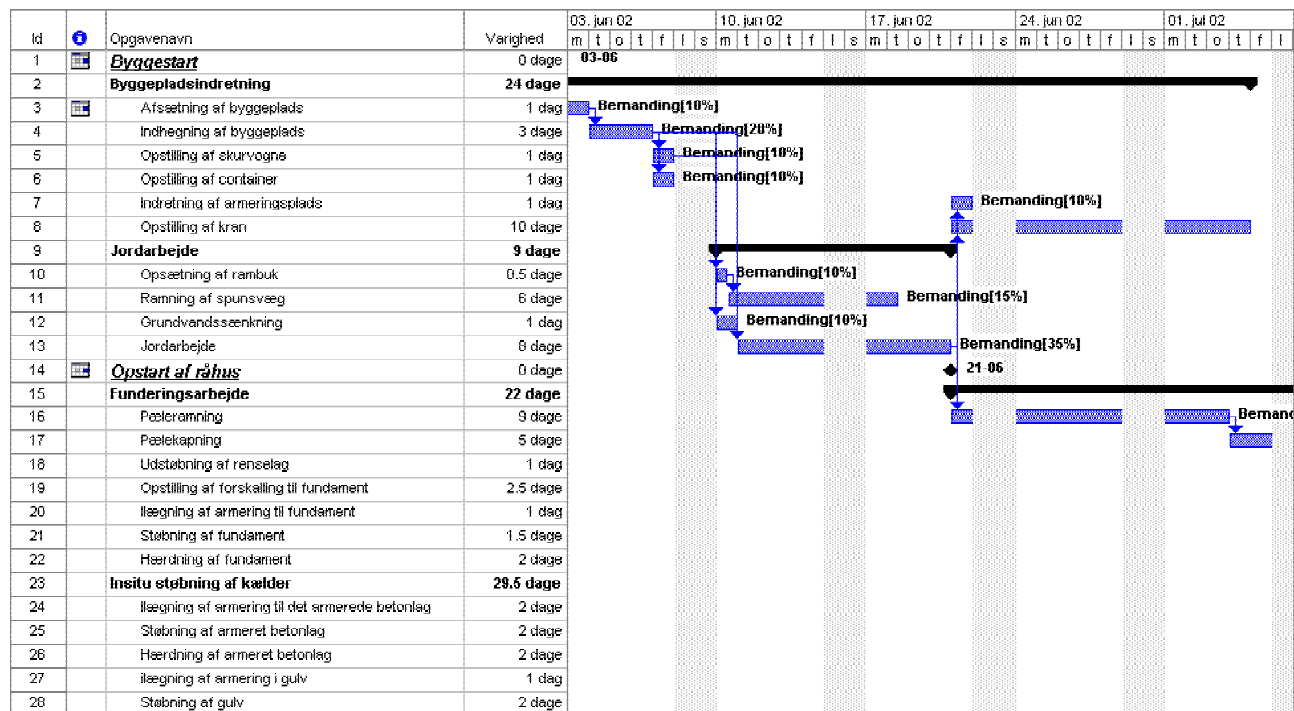
Nummer	Aktivitet	Tidsforbrug	Afhængig af	Bemanding
43	Placering af bad til stueetagen	0,5 dag	42	4
44	Opsætning af svalegang til stueetagen	0,5 dag	43	4
45	Fugning af svalegang til stueetagen	0,5 dag	44	4
46	Montering af dækelementer til stueetagen	1 dag	45	4
47	Fugning af dækelementer til stueetagen	1 dag	46	4
48	Montering af vægelementer til 1. Sal	2,5 dage	47	5
49	Fugning af vægelementer til 1. Sal	1,5 dage	48	4
50	Placering af bad til 1. Sal	0,5 dag	49	4
51	Opsætning af svalegang til 1. sal	0,5 dag	50	4
52	Fugning af svalegang til stueetagen	0,5 dag	51	4
53	Montering af dækelementer til 1.sal	1 dag	52	4
54	Fugning af dækelementer til 1. Sal	1 dag	53	4
55	Montering af vægelementer til 2. Sal	2,5 dage	54	5
56	Fugning af vægelementer til 2. Sal	1,5 dage	55	4
57	Placering af bad til 2. Sal	0,5 dag	56	4
58	Opsætning af svalegang til 2. sal	0,5 dag	57	4
59	Fugning af svalegang til 2. sal	0,5 dag	58	4
60	Opsætning af dækelementer til 2. Sal	1 dag	59	4
61	Fugning af dækelementer til 2. Sal	1 dag	60	4
62	Montering af vægelementer til 3. Sal	2,5 dage	61	5
63	Fugning af vægelementer til 3. Sal	1,5 dage	62	4
64	Placering af bad til 3. Sal	0,5 dag	63	4
65	Opsætning af svalegang til 3. sal	0,5 dag	64	4
66	Fugning af svalegang til 3. sal	0,5 dag	65	4
67	Opsætning af dækelementer til 3. Sal	1 dag	66	4
68	Fugning af dækelementer til 3. Sal	1 dag	67	4
69	Montering af vægelementer til 4. Sal	2,5 dage	68	5
70	Fugning af vægelementer til 4. Sal	1,5 dage	69	4
71	Placering af bad til 4. Sal	0,5 dag	70	4
72	Opsætning af søjler til 4. sal	0,5 dag	71	4
73	Fugning af søjler til 4. sal	0,5 dag	72	4
74	Opsætning af dækelementer 4. Sal	1 dag	73	4
75	Fugning af dækelementer 4. Sal	1 dag	74	4
77	Opsætning af spær	6 dage	75	4
78	Tagdækning	8,5 dage	77	4
81	Færdiggørelse af hus	61 dage	78	-
83	Nedtagning af kran	8 dage	77	Specialfirma
84	Optagning af spunsvæg	4,5 dage	78	3
85	Optagning af sugespidsler	1 dag	78	2
86	Nedtagning af skurby	1 dag	81	2
87	Nedtagning af container	1 dag	81	2
88	Nedtagning af indhegning	2 dag	81;86;87	4

A4.7.2 Gantt diagram

Sammenhængen imellem aktiviteterne er grafisk angivet i et procesdiagram. På tegning A3 er procesdiagrammet vist og på Figur 4.1 er vist et udsnit. Den røde markering af aktiviteterne på tegning A3 angiver den kritiske vej. Denne er afgørende for hastigheden af byggeriet. Koblingen imellem aktiviteterne og bemandingsplanen er angivet i et Gantt diagram, jf. tegning A 2. MS Project 2000 opstiller aktiviteterne i Gantt diagrammet, således en aktivitet ikke begynder før den foregående er afsluttet. Et eksempel fra diagrammet er vist i Figur 4.2. Opstarten af byggeriet er sat til mandag den 6. juni 2002 og det forventes at kunne afleveres til bygherren ca. d. 21. februar 2003.

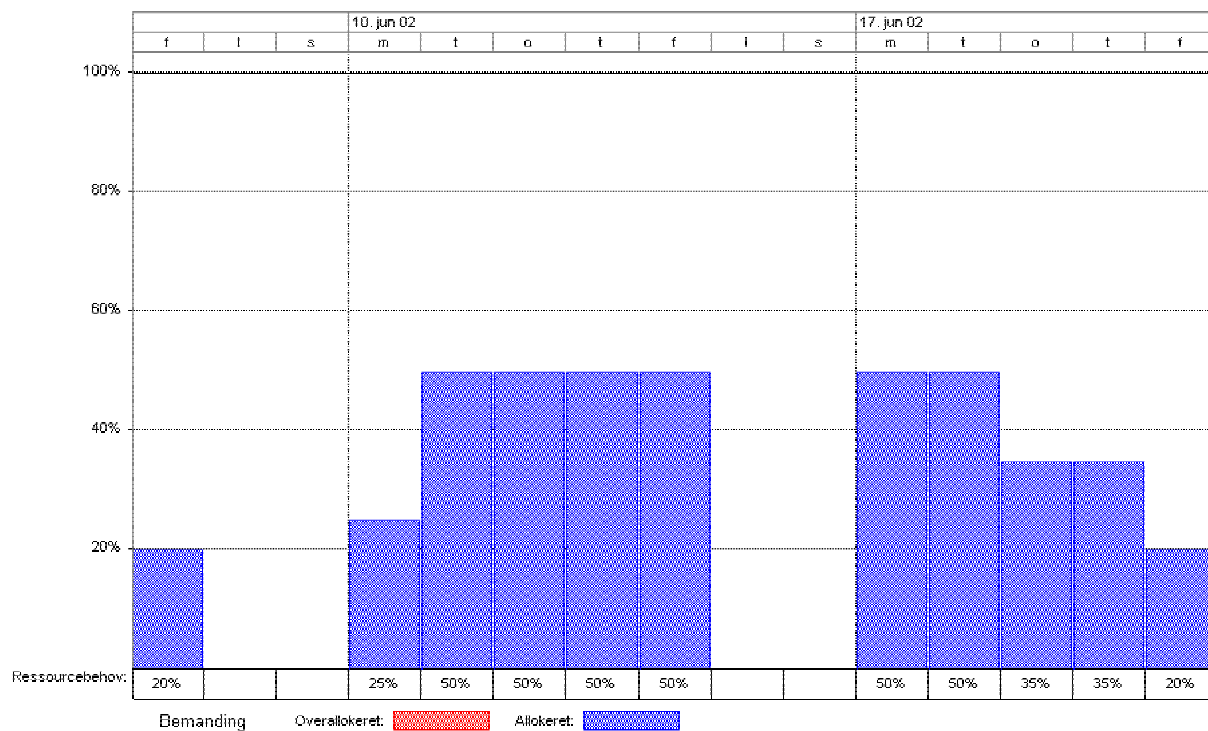


Figur 4.1 Uddrag af procesdiagrammet over den kritiske vej for opførelse af råhuset.



Figur 4.2 Uddrag af Gantt diagrammet for byggeriet af råhus.

Bemandingen i MS Project 2000 betegnes som en ressource, dermed vil en bemanding på 20 mand svare til 100 % bemanding. Bemandingsplanen er vist på tegning A 4, et uddrag er vist på Figur 4.3. Det optimale for byggeriet er at holde bemandingen konstant, således det undgås at omrokere eller fyre arbejdere. Dette kan gøres ved at flytte rundt på aktiviteterne, således at en aktivitet starter senere for at undgå ændringer i bemandingen. Dette kan få indflydelse på tidspunktet for afleveringen af byggeriet til kunden.



Figur 4.3 Uddrag af bemandingsplanen for byggeriet af rådhus.

A5 Tilbudsoverslag for opførelse af råhus

I dette afsnit opstilles et prisoverslag for opførelse af råhuset. Priserne opstilles på baggrund af prisopslag i V&S Priser husbygning-nettopriser fra 2000. Omkostningerne knyttet til de enkelte aktiviteter fremskrives til 2002 priser. Derudover korrigeres priserne for byggeriets beliggenhed i landet. Forudsætningerne for bestemmelsen af tilbudsoverslaget listes og enhedspriserne for de enkelte aktiviteter listes efter fagområder.

A5.1 Forudsætninger for udarbejdelse af tilbudsoverslag

Tilbudsoverslaget er udarbejdet ud fra de nedenstående forudsætninger. Procentsats inddelingen af de enkelte omkostninger i omkostningstillægget, eksempelvis administration og finansiering, er skønnet af projektgruppen. De opstillede omkostninger er opstillet fra [V&S].

- Priserne regnes ud fra V&S Priser husbygning-nettopriser indeks 162,7. I år 2002 er indekset 165,9.
- Regionsfaktoren er sat til 0,85 for Nordjylland.
- Hvis de aktuelle mængder ligger mellem mængderne opgivet i V&S interpoleres der lineært.
- Materiale priserne er inkl. 10 % spild.
- De sociale ydelser er sat til 37,36 %.
- Omkostninger til drift af arbejdsplads sættes til 2 % af de samlede nettoomkostninger og 30 % af den samlede arbejds løn.
- Omkostninger til risiko og fortjeneste sættes til 6 % af de samlede nettoomkostninger og drift af arbejdsplads.
- Omkostninger til administration og finansiering sættes til 5 % af de samlede nettoomkostninger og drift af arbejdsplads.
- Beregningerne omfatter kun byggepladsindretning og opførelse af råhuset.
- Ved omkostninger hidrørende byggepladsindretningen regnes der med, at 20 % knytter sig til opførelsen af Brohuset (råhuset).

Opstilling af enhedspriser sker på baggrund af materialemængderne, der er bestemt i afsnit A1 - A3, og tidsforbruget knyttet til de enkelte aktiviteter er bestemt i afsnit A4.7.

A5.2 Enhedspriser for fagområder

Der opstilles enhedspriser for de enkelte aktiviteter efter fagområder. Aktiviteterne opstilles indenfor følgende områder.

- Byggepladsindretning.
- Jordarbejde.
- Funderingsarbejde.
- Insitu støbning af kælder.
- Elementmontage.
- Tagkonstruktion.

A5.2.1 Byggepladsindretning

I det følgende er priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet som indgår i byggepladsindretningen, opstillet. Priserne er opdelt i fire forskellige kategorier pris pr. enhed, engangsudgift, leje og løn. Engangsudgifterne dækker opstilling og nedtagning af anlægget/udstyret, hvorimod pris pr. enhed, leje og løn dækker omkostningerne i den periode anlægget/udstyret lejes.

Table 5.1 Priser og mængder knyttet til byggepladsindretning.

Byggepladsindretning	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Afsætning af byggeplads	16 mh	154,20 kr/mh	-	-	-
Opstilling og nedtagning af hegn (højde 1,8 m) (01.05.36)	250 m i 8 måneder	-	-	24,76 kr/lbm/måned	-
Opsætning af midlertidig el-tavle (01.07.01)	1 stk.	1190 kr/stk.	1190 kr.	-	-
Opstilling og nedtagning af skurvogne (01.05.06)	3 stk.	-	-	1327 kr/måned/stk.	-
Opstilling af container (01.07.61)	8 stk.	-	-	20,10 kr/stk./dag	-
Indretning af armeringsplads	16 mh	154,20 kr/mh	-	-	-
Opstilling af kran (01.06.01)	2 stk.	98.300 kr /stk.	196.600 kr.	-	-
Kranleje (01.06.01)	2 stk. i 140 dage	-	-	458 kr/time/stk.	-

A5.2.2 Jordarbejde

I det følgende er priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet, som indgår i jordarbejdet, opstillet.

Tabel 5.2 Priser og mængder knyttet til jordarbejde.

Jordarbejde	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Anstilling og afrigning af rambuk (03.10.01)	1 stk.	12.000 kr/stk.	12.000 kr	-	-
Ramning af spunsvæg (03.10.01)	111 m	399 kr/lbm.	-	79,75 kr/lbm	22,5 kr/lbm
Sugespidsanlæg nedspuling og optagning samt tilsyn (01.05.71)	3 stk. á 20 sugesp.	15.200 kr/ stk.	-	-	-
Drift og leje af sugespidsanlæg (01.05.71)	135 døgn	-	-	873 kr/døgn	-
Råjord at afgrave og oplægge i depot flytteafstand 1000 m (03.05.05)	6937 m ³	-	-	24,85 kr/m ³	1,20 kr/m ³
Tillægspris for transport ud over 1 km (03.05.15)	19 km	3,15 kr/m ³	21.852	-	-
Gravmaskiner at leje inkl. Føre og driftsmidler (01.06.61)	61 timer	-	-	644 kr/time	-
Lastvogne med tippelad at leje inkl. Fører og driftsmidler 17 - 19 ton 6 stk. (01.06.26)	61 timer	-	-	435 kr/time	-

A5.2.3 Funderingsarbejder

I det følgende er priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet, som indgår i funderingsarbejdet, opstillet.

Tabel 5.3 Priser og mængder knyttet til funderingsarbejde.

Funderingsarbejde	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Pælelevering og ramning (03.10.46)	104 stk.	4130 kr/stk.	-	1630 kr/stk.	104 kr/stk.
Asfaltering af pæle 30x30 14 m pr. stk. (03.10.50)	1428 m	11,2 kr/lbm	-	-	24,35 kr/lbm
Pælekapning (03.10.65)	104 stk.	100 kr/stk.	-	-	-
Udstøbning af renselag	119 m ²	26,52 kr/m ²	-	4,92 kr/m ²	7,73 kr/m ²
Forskalling til fundamenter at opstille og nedtage (inkl. leje af forskalling) (03.15.01)	128 m ²	0,35 kr/m ²	-	46,35 kr/m ²	125 kr/m ²
Armeringsstål at levere, bukke og anbringe i form ø8 - 12 mm (03.15.04)	705 kg	6,20 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg
Støbning af fundament, at levere og udstøbe Aggressiv miljøklasse (03.15.07)	57 m ³	1180 kr/m ³	-	144 kr/m ³	156 kr/m ³

A5.2.4 Insitu støbning af kældere

I det følgende opstilles priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet, som indgår i insitu støbning af kælderen.

Tabel 5.4 Priser og mængder knyttet til insitu støbning af kælderkonstruktion.

Insitu støbning af kælder	Mængde	Materiale priser	Engangsudgift	Leje	Løn
Ilægning af armering til det armerede betonlag 150x150/8,0 mm/ 5 kg (04.10.29)	440 m ²	66 kr/m ²	-	10,11 kr/m ²	27,6 kr/m ²
Støbning af armeret betonlag 35 MPa aggressiv miljøklasse (04.10.31)	40 m ³	1220 kr/m ³	-	129 kr/m ³	127 kr/m ³
Ilægning af armering i gulv 200x200/ 8,0 mm/ 4 kg (04.10.29)	220 m ²	26,6 kr/m ²	-	5,60 kr/m ²	11,05 kr/m ²
Støbning af gulv 30 MPa passiv miljøklasse (04.10.31)	13,2 m ³	947 kr/m ³	-	129 kr/m ³	127 kr/m ³
Forskalling til kælderydervæg (04.10.01)	218 m ²	0 kr/m ²	-	38,10 kr/m ²	66,65 kr/m ²
Ilægning af armering til kælderydervæg (04.10.27)	1201 kg	7,05 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg
Støbning af kælderydervæg 35 Mpa aggressiv miljøklasse (04.10.31)	45 m ³	1220 kr/m ³	-	149 kr/m ³	156 kr/m ³
Forskalling til kælderindervægge (04.10.01)	357 m ²	-	-	38,10 kr/m ²	66,65 kr/m ²
Ilægning af armering til kælderindervægge ø8 -12 mm 04.10.27)	1605 kg	7,05 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg
Støbning af kælderindervægge 30 MPa passiv miljøklasse (04.10.31)	26,75 m ³	947 kr/m ³	-	149 kr/m ³	156 kr/m ³

A5.2.5 Elementmontage

I det følgende opstilles priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet, som indgår i elementmontagen. Enhedspriserne er opstillet i tabeller for hver etage af bygningen.

Table 5.5 Priser og mængder knyttet til elementmontagen af stueetagen.

Elementmontage stueetagen	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Opsætning af kælderdek at levere, oplægge og faststøbe 215 mm (04.10.29)	220 m ²	385 kr/m ²	-	23,30 kr/m ²	20,60 kr/m ²
Montering af skillevægselementer stueetagen 5 vægge (04.10.54)	26,32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²
Montering af facadeelementer i stueetage 2 vægge (04.10.57)	63,84 m ² pr. væg	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Montering af gavlelementer i stueetage, 2 gavle (04.10.57)	26,32 m ² pr. gavl	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Fugning af skillevægselementer til stueetagen 10 mm (04.10.48)	70 m fuger	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm
Fugning af facader og gavle i stueetage 10 mm (04.10.48)	56 m fuger	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm
Placering af bad til stueetagen (04.10.98)	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.
Opsætning af dækelementer til stueetagen (04.10.68)	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²

Tabel 5.6 Priser og mængder knyttet til elementmontagen af 1. etage.

Elementmontage 1. etage	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Montering af skillevægselementer 1. etage 5 vægge (04.10.54)	32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²
Montering af facadeelementer 1. etage 2 vægge (04.10.57)	77,52 m ² pr. væg	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Montering af gavlelementer 1. etage 2 gavle (04.10.57)	32 m ² pr. gavl	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Fugning af skillevægselementer 1. etage 10 mm (04.10.48)	85 m fuge	7,30 kr/lbm	-	-	12,2 kr/lbm
Fugning af facader og gavle 1. etage 10 mm (04.10.48)	68 m fuge	7,30 kr/lbm	-	-	12,2 kr/lbm
Placering af bad 1. etage (04.10.98)	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.
Opsætning af dækelementer 1. etage (04.10.68)	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²

Tabel 5.7 Priser og mængder knyttet til elementmontagen af 2. etage.

Elementmontage 2. etage	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Montering af skillevægselementer 2. etage 5 vægge (04.10.54)	26,32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²
Montering af facadeelementer i 2. etage 2 vægge (04.10.57)	63,84 m ² pr. væg	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Montering af gavlelementer 2. etage 2 gavle (04.10.57)	26,32 m ² pr. gavl	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²
Fugning af skillevægselementer 2. etage 10 mm (04.10.48)	70 m fuge	7,30 kr/lbm	-	-	12,2 kr/lbm
Fugning af facader og gavle 2. etage 10 mm (04.10.48)	56 m fuge	7,30 kr/lbm	-	-	12,2 kr/lbm
Placering af bad 2. etage (04.10.98)	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.
Opsætning af dækelementer 2. etage (04.10.68)	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²

Enhedspriserne for de resterende etager i huset er identiske med 2. etage. Derfor vælges det at undlade opstilling af yderligere enhedspriser for elementmontage. Enhedspriserne er vedlagt på CD'en.

A5.2.6 Tagkonstruktionen

I det følgende er priserne, der er tilknyttet til hver enkelt aktivitet som indgår i tagkonstruktionen, opstillet.

Tabel 5.8 Priser og mængder knyttet til udførelse af tagkonstruktionen.

Tagkonstruktion	Mængde	Materiale pris	Engangsudgift	Leje	Løn
Opsætning af spær 50x150 mm 24 spær (04.24.50)	8,94 m ² pr. spær	93 kr/m ²	-	-	88,85 kr/stk.
Tagdækning inkl. oplægning af krydsfiner og tagpap (04.25.06)	328 m ²	107 kr/m ²	-	4,30 kr/m ²	37,35 kr/m ²

A5.3 Tilbudsoverslag

En samlet tilbudspris for opførelse af råhuset beregnes. Beregningerne tager udgangspunkt i de opstillede enhedspriser, samt de listede forudsætninger. Tilbudsoverslaget beregnes først i nettopriser, hvorefter drift af arbejdsplads, risiko og fortjeneste, administration og finansiering samt sociale ydelser inddækkes i et bruttotilbudsoverslag. Herefter tages der højde for byggeriget placering i landet ved at multiplicere med en regionsfaktor. Det regionskorrigerede bruttotilbudsoverslag fremskrives fra 2000 priser til 2002 priser. Fremskrivningen foretages ved at multipliceres den regionskorrigerede bruttotilbudsoverslag med følgende faktor.

$$\left(1 + \frac{165,9 - 162,7}{162,7}\right) = 1,02$$

A5.3.1 Tilbudsoverslag i nettopriser

Tilbudsoverslaget er beregnet ved at multiplicere de beregnede mængder med enhedspriserne for materialer, løn, leje og eventuelle engangsomkostninger adderes til. Herefter er den summerede nettopris for hvert fagområde beregnet. Den endelige nettopris findes ved at summere nettopriserne for hvert fagområde. Priserne indenfor hvert fagområde er angivet i Tabel 5.9 til Tabel 5.12. I Tabel 5.12 opstilles prisen for opførelse af den 2. etage, hvorefter der beregnes en samlet pris for 2. etage til 4. etage.

Dette er gjort ved at multiplicere prisen for 2. etage med 4, eftersom enhedsprisen for de resterende etager, er den samme som for 2. etage.

Da det antages at omkostninger til byggepladsindretning tilknyttet Brohuset svarer til 20 % af de totale omkostninger til byggepladsindretning. Derfor er der i tabel 5.9 angivet Nettopris 20 % i højrekolonne.

Byggepladsindretning	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris 20 %
Afsætning af byggeplads	16 mh	154,20 kr/mh	-	-	-	-	-	-	493 kr
Opstilling og nedtagning af hegn (højde 1,8 m)	250 m 8 måneder	-	-	24,76 kr/lbm/måned	-	-	49.52 kr	-	9.904 kr
Opsætning af midlertidig eltavle	1 stk.	1.190 kr/stk.	1.190 kr	-	-	-	-	-	238 kr
Opstilling og nedtagning af skurvogne	3 stk.	-	-	1327 kr/måned/stk.	-	-	31.841 kr	-	6.368 kr
Opstilling af container	8 stk.	-	-	20,10 kr/stk./dag	-	-	16.563 kr	-	3.313 kr
Indretning af armeringsplads	16 mh	154,20 kr/mh	-	-	-	-	-	-	493 kr
Opstilling af kran	2 stk.	98.300 kr / stk.	196.600 kr	-	-	-	-	-	39.320 kr
Kranleje	2 stk. 140 dage	-	-	458 kr/time/stk.	-	-	3.077.760 kr	-	615.552 kr
Sum									675.682 kr
Jordarbejde	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Anstilling og afrigtning af rambuk	1 stk.	12.000 kr/stk.	12.000 kr	-	-	-	-	-	12.000 kr
Ramning af spunsvæg	111 m	399 kr/lbm	-	79,75 kr/lbm	22,5 kr/lbm	44.289 kr	8.853 kr	2.498 kr	55.640 kr
Sugespidsanlæg nedspuling og optagning samt tilsyn	3 stk. á 20 sugespids	15.200 kr/20 stk.	-	-	-	45.600 kr	-	-	45.600 kr
Drift og leje af sugespidsanlæg	135 døgn	-	-	873 kr/døgn	-	-	117.855 kr	-	117.855 kr
Råjord at afgrave og oplægge i depot flytteafstand 1000 m	6.937 m³	-	-	24,85 kr/m³	1,20 kr/m³	-	172.385 kr	8.325 kr	180.710 kr
Tillægspris for transport ud over 1 km	19 km	3,15 kr/m³	21.852 kr	-	-	-	-	-	21.852 kr
Gravmaskiner at leje inkl. føre og driftsmidler	61 timer	-	-	644 kr/time	-	-	39.284 kr	-	39.284 kr
Lastvogne med tippelad at leje inkl. fører og driftsmidler 17 - 19 ton 6 stk.	61 timer	-	-	435 kr/time	-	-	26.535 kr	-	26.535 kr
Sum									499.476 kr

Tabel 5.9 Tilbudsoverslag for byggepladsindretning og jordarbejde.

Funderingsarbejde	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Pælelevering og ramning	104 stk.	4130 kr/stk.	-	1.630 kr/stk.	104 kr/stk.	429.520 kr	169.520 kr	10.816 kr	609.856 kr
Afsløring af 30 x 30 betonpæle 14 m pr. stk.	1.428 m	11,2 kr/lbm	-	-	24,35 kr/lbm	15.994 kr	-	34.772 kr	50.766 kr
Pælekapning	104 stk.	100 kr/stk.	-	-	-	10.400 kr	-	-	10.400 kr
Udstøbring af renselag	119 m ²	26,52 kr/m ²	-	4,92 kr/m ²	7,73 kr/m ²	3.181 kr	587 kr	923 kr	4.691 kr
Forskalling til fundamenter at opstille og nedtage (inkl. leje af forskalling)	128 m ²	0,35 kr/m ²	-	46,35 kr/m ²	125 kr/m ²	45 kr	5.933 kr	16.000 kr	21.978 kr
Armeringsstål at levere, bukke og anbringe i form ø8 - 12 mm	705 kg	6,20 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg	4.368 kr	-	4.896 kr	9.264 kr
Støbning af fundament, at levere og udstøbe	57 m ³	1.180 kr/m ³	-	144 kr/m ³	156 kr/m ³	67.260 kr	8.208 kr	8.892 kr	84.360 kr
Sum									791.315 kr
In situ støbning af kældere	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Ilægning af armering til det armerede betonlag 150 x 150/ 8,0 mm/ 5 kg	440 m ²	66 kr/m ²	-	10,11 kr/m ²	27,6 kr/m ²	29.040 kr	4.449 kr	12.144 kr	45.633 kr
Støbning af armeret betonlag 35 MPa aggressiv miljøklasse	40 m ³	1.220 kr/m ³	-	129 kr/m ³	127 kr/m ³	48.800 kr	5.160 kr	5.080 kr	59.040 kr
Ilægning af armering i gulv 200 x 200/ 8,0 mm/ 4 kg	220 m ²	26,6 kr/m ²	-	5,60 kr/m ²	11,05 kr/m ²	5.852 kr	1.232 kr	2.431 kr	9.515 kr
Støbning af gulv 30 MPa passiv miljøklasse	13,2 m ³	947 kr/m ³	-	129 kr/m ³	127 kr/m ³	12.501 kr	1.703 kr	1.677 kr	15.881 kr
Forskalling til kælderydervæg	218 m ²	0 kr/m ²	-	38,10 kr/m ²	66,65 kr/m ²	-	8.304 kr	14.530 kr	22.834 kr
Ilægning af armering til kælderydervæg	1.201 kg	7,05 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg	8.467 kr	-	8.347 kr	16.814 kr
Støbning af kælderydervæg 35 MPa aggressiv miljøklasse	45 m ³	1.220 kr/m ³	-	149 kr/m ³	156 kr/m ³	54.900 kr	6.705 kr	7.020 kr	68.625 kr
Forskalling til kælderrindervæge	357 m ²	0 kr/m ²	-	38,10 kr/m ²	66,65 kr/m ²	-	13.602 kr	23.794 kr	37.396 kr
Ilægning af armering til kælderrindervæge ø8 - 12 mm	1.605 kg	7,05 kr/kg	-	-	6,95 kr/kg	11.315 kr	-	11.155 kr	22.470 kr
Støbning af kælderrindervæge 30 MPa passiv miljøklasse	26,75 m ³	947 kr/m ³	-	149 kr/m ³	156 kr/m ³	25.332 kr	3.986 kr	4.173 kr	33.491 kr
Sum									331.699 kr

Tabel 5.10 Tilbudsoverslag for funderingsarbejde og in situ støbning af kældere.

Elementmontage	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Opsætning af kælderdæk at levere, oplægge og faststøbe 215 mm	220 m ²	368 kr/m ²	-	23,30 kr/m ²	20,60 kr/m ²	84.700 kr	5.126 kr	7.931 kr	97.757 kr
Montering af skillevægs- elementer stueetagen 5 vægge	26,32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²	67.643 kr	915 kr	4.665 kr	73.223 kr
Montering af facadeelementer i stueetage 2 vægge	63,84 m ² pr. facade	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	144.279 kr	2.260 kr	9.553 kr	155.892 kr
Montering af gavlelementer i stueetage 2 gavle	26,32 m ² pr. gavl	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	59.483 kr	932 kr	3.856 kr	64.271 kr
Fugning af skillevægs-elementer til stueetagen 10 mm	70 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	511 kr	-	854 kr	1.365 kr
Fugning af facader og gavle i stueetage 10 mm	56 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	409 kr	-	663 kr	1.092 kr
Placering af bad til stueetagen	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.	29.280 kr	-	1.280 kr	30.560 kr
Opsætning af dækelementer til stueetagen	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²	80.960 kr	3.751 kr	3.476 kr	88.187 kr
Sum									512.347 kr
Elementmontage	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Montering af skillevægs- elementer 1. etagen 5 vægge	32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²	82.240 kr	445 kr	2.269 kr	84.954 kr
Montering af facadeelementer 1. etage 2 vægge	77,52 m ² pr. facade	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	75.195 kr	2.744	11.357 kr	189.296 kr
Montering af gavlelementer 1. etage 2 gavle	32 m ² pr. gavl	1130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	72.320 kr	1.133	4.688 kr	78.141 kr
Fugning af skillevægs-elementer 1. etage 10 mm	85 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	621 kr	-	1.037 kr	1.658 kr
Fugning af facader og gavle 1. etage 10 mm	68 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	496 kr	-	830 kr	1.326 kr
Placering af bad 1. etage	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.	29.280 kr	-	1.280 kr	30.560 kr
Opsætning af dækelementer 1. etage	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²	80.960 kr	3.751 kr	3.476 kr	88.187 kr
Sum									474.122 kr

Table 5.11 Tilbudsoverslag for elementmontage af kælderdæk, stueetagen og 1. etage.

Elementmontage	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Montering af skillevægselementer 2. etage 5 vægge	26,32 m ² pr. væg	514 kr/m ²	-	6,95 kr/m ²	35,45 kr/m ²	67.643 kr	915 kr	4.665 kr	73.223 kr
Montering af facadeelementer i 2. etage 2 vægge	63,84 m ² pr. facade	1.130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	144.279 kr	2.260 kr	9.353 kr	155.892 kr
Montering af gavlelementer 2. etage 2 gavle	26,32 m ² pr. gavl	1.130 kr/m ²	-	17,70 kr/m ²	73,25 kr/m ²	59.483 kr	932 kr	3.856 kr	64.271 kr
Fugning af skillevægselementer 2. etage 10 mm	70 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	511 kr	-	854 kr	1.365 kr
Fugning af facader og gavle 2. etage 10 mm	56 m fugte	7,30 kr/lbm	-	-	12,20 kr/lbm	409 kr	-	683 kr	1.092 kr
Placering af bad 2. etage	1 stk.	29.280 kr/stk.	-	-	1280 kr/stk.	29.280 kr	-	1.280 kr	30.560 kr
Opsætning af dækelementer 2. etage	220 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²	80.960 kr	3.751 kr	3.476 kr	88.187 kr
Sum									414.590 kr
Sum 2. etage - 4. etage									1.243.770 kr
Elementmontage	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Opsætning af søjler 180 x 300 x 3000 mm	35 stk.	3.270 kr/stk.	-	250 kr/stk.	183 kr/stk.	114.450 kr	8.750 kr	6.405 kr	129.605 kr
Montering af dækelementer til svalegang	211 m ²	368 kr/m ²	-	17,05 kr/m ²	15,80 kr/m ²	77.648 kr	3.598 kr	3.334 kr	84.580 kr
Sum									214.185 kr
Tagkonstruktion	Mængde	Materialepris	Engangsudgift	Leje	Løn	Materialepris	Lejepris	Løn	Nettopris
Opsætning af spær 50 x 150 mm 24 spær	8,94 m ² pr. spær	93 kr/m ²	-	-	88,85 kr/stk.	19.954 kr	-	19.064 kr	39.018 kr
Tagdækning inkl. oplægning af krydsfiner og tagpap	328 m ²	107 kr/m ²	-	4,30 kr/m ²	37,35 kr/m ²	35.096 kr	1.410 kr	12.251 kr	48.757 kr
Sum									87.775 kr

Tab 5.12 Tilbudsoverslag for elementmontage af 2. etage til 4. etage, søjler, dækelementer til svalegang og opsætning af tagkonstruktionen.

De samlede netto omkostninger er som angivet i Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Tilbudsoverslag for opførelse af Brohuset (råhuset) i nettopriser.

Netto omkostninger	Beløb år 2000 [kr]	Beløb år 2002 [kr]
Omkostninger til opførelse af råhuset	3.655.213	3.168.038
Omkostninger til byggepladsindretning	675.682	585.625
Omkostninger til jordarbejde	499.476	432.905
Samlede netto omkostninger	4.830.371	4.186.569

A5.3.2 Tilbudsoverslag i bruttopriser

I beregning af bruttoprisen tillægges der i nettoprisen yderligere udgifter forbundet med drift af arbejdspladsen, risiko og fortjeneste, administration og finansiering samt sociale ydelser. Som tidligere nævnt beregnes udgifterne forbundet med drift af arbejdspladsen som 2 % af de samlede netto omkostninger og 30 % af den samlede løn. Sammenlagt med de samlede netto omkostninger fås de aktuelle omkostninger knyttet til det arbejde, der udføres på byggepladsen. Herudfra beregnes størrelserne af udgifterne forbundet med risiko og fortjeneste, 6 %, samt administration og finansiering, 5 %. I forbindelse med byggeprocessen er der, ved opførelse af råhuset, en yderligere udgift, i form af sociale ydelser, som er med til at dække udgifterne til pensionsopsparing m.m. til de ansatte. De sociale ydelser beregnes som 37,36 % af den samlede løn. De yderligere udgifter, i forbindelse med opførelse af Brohuset (råhuset), er som angivet i Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Yderligere udgifter i forbindelse med opførelse af Brohuset (råhuset)

Yderligere udgifter	Beløb år 2000 [kr]	Beløb år 2002 [kr]
Drift af arbejdsplads	201.026	174.233
Risiko og fortjeneste	301.884	261.648
Administration og finansiering	251.570	218.040
Sociale ydelser	130.036	112.705

Det samlede brutto tilbudsoverslag beregnes som summen af de samlede netto omkostninger, drift af arbejdspladsen, risiko og fortjeneste, administration og finansiering samt social ydelser. Dette betyder, at det samlede brutto tilbudsoverslag korrigeret med regionsfaktoren og fremskrevet til 2002 priser bliver som angivet i Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Brutto tilbudsoverslag for opførelse af Brohuset (råhuset).

Tilbudsoverslag	Beløb [kr]
Tilbudsoverslag (brutto)	5.714.887
Regionkorrigeret brutto tilbudsoverslag (brutto)	4.857.654
Fremskrevet og regionkorrigeret tilbudsoverslag (brutto)	4.953.195

A6 Finansiering af byggeri

I dette afsnit redegøres for finansieringen af opførelsen af rådhuset. Omkostningerne knyttet til de enkelte uger i byggeperioden bestemmes, og dermed grundlaget for størrelserne af regningerne til bygherren.

A6.1 Forudsætninger

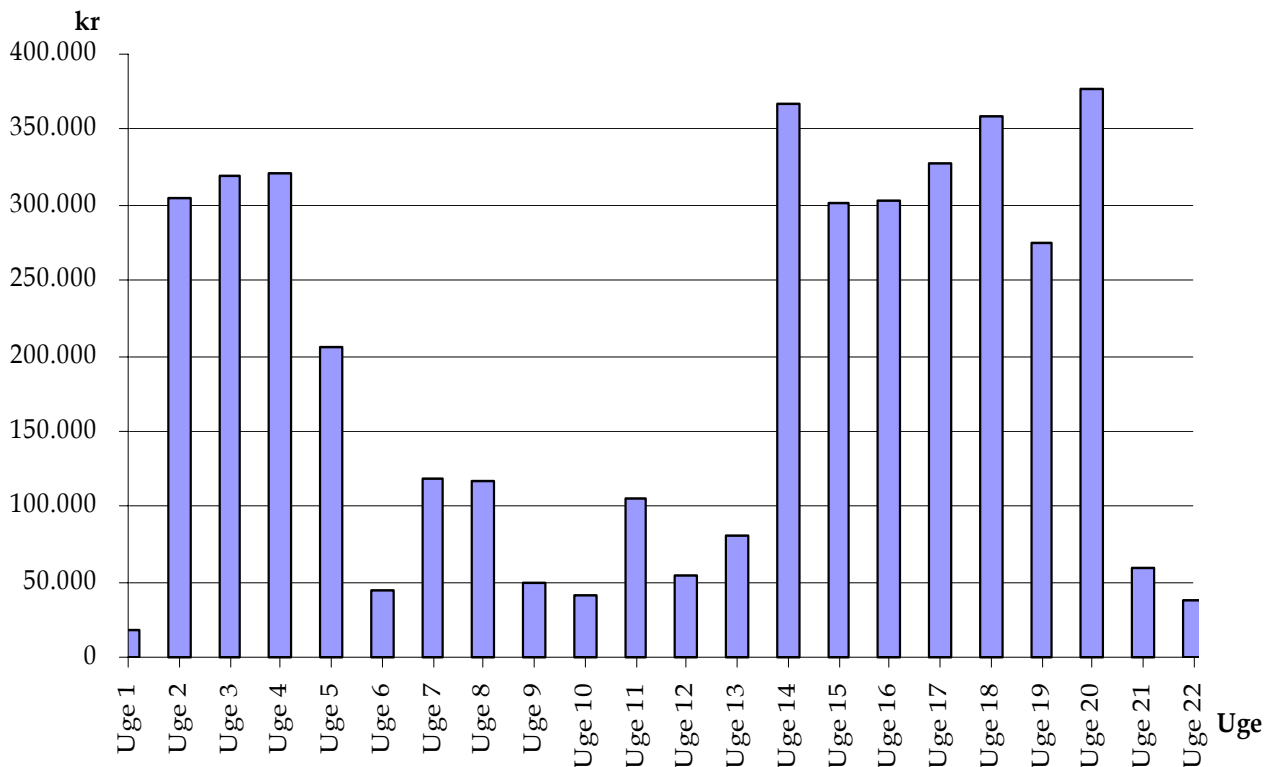
Finansieringen tager udgangspunkt i følgende forudsætninger.

- Bygherren har 4 ugers betalingsfrist.
- Acontobegæringer udsendes hver 2. uger.
- Omkostninger forbundet med den enkelte uge bogføres i den samme uge som omkostningerne forefalder.
- Omkostninger dækkes ved oprettelse af en kassekredit på 2.000.000 kr. Renten sættes til 6 %.
- Omkostninger til aktiviteter der har en varighed som strækker sig over en weekend bogføres procentvis på hver af ugerne.
- Kranlejen fordeles udover alle ugerne de lejes.
- Omkostningerne betales kontant.
- Administration og sociale ydelser fordeles udover 22 uger.

A6.2 Finansieringsberegning

Følgende beregnes netto og samlede omkostninger ved opførelsen af rådhuset. De samlede omkostninger dækker nettoomkostninger, drift, administration og finansiering og sociale ydelser.

Tidsintervallet og størrelserne af regningerne der tilsendes bygherren, tager udgangspunkt i de ugentlige nettoomkostninger. Af Figur 6.1 ses fordelingen af de ugentlige nettoomkostninger.



Figur 6.1 Fordelingen af nettoomkostninger i hver uge i perioden for opførelsen af råhuset.

Af Figur 6.1 ses det, at der er store omkostninger tilknyttet de første uger af byggeperioden. Dette skyldes, at der skal betales ca. 200.000 kr til opstilling af kraner, selve kranlejen er fordelt ligeligt over alle ugerne den lejes. De store omkostninger i ugerne 14 - 20 skyldes elementmontagen, hvor der er store udgifter til materialer.

Det vælges på baggrund af fordelingen af omkostningerne, at sende regninger til bygherren i ugerne 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 og 22. Da bygherren har 4 ugers betalingsfrist, vil indbetalingerne modtages i ugerne 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 og 26. Dvs. der går 4 uger fra at opførelsen af råhuset er færdig før den sidste betaling indløber.

Til at dække underskuddet, der opstår når betalingerne fra bygherren indløber 4 uger efter at regningerne er sendt, vælges det at oprette en kassekredit. Værdien af kassekreditten sættes til 2.000.000 kr, som dækker det største "underskud", der opstår i byggeperioden. Det antages at kassekreditten kan oprettes med en rente på 6 %, da der er tale om et forholdsvist stort beløb.

I Tabel 6.1 ses en oversigt af finansieringen af byggeriet. I tabellen er nettoomkostninger, samlede omkostninger, indbetalinger og status af kassekreditten for de enkelte uger listet. Det skal bemærkes at værdierne der er markeret med fed sidst i tabellen, er: Samlede

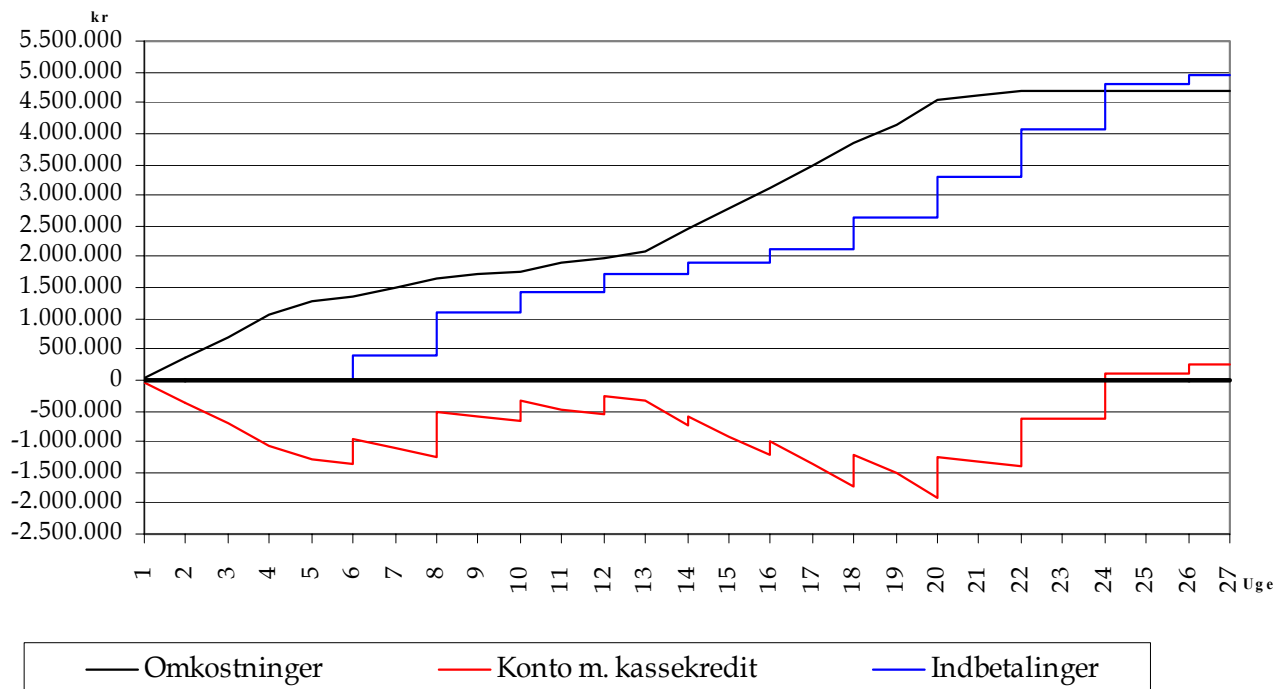
omkostninger, samlede indbetalinger og slutsaldoen på kassekrediten. Trækkes samlede omkostninger fra de samlede indbetalinger fås beløbet der afsættes til risiko og fortjeneste:

$$4.953.195 - 4.691.547 = 261.648 \text{ kr}$$

Tabel 6.1 Oversigt af omkostninger og indbetalinger ved opførelsen af råhuset.

Uge	1	2	3	4	5	6	7
Samlede omkostninger [kr]	40.562	327.497	341.903	343.281	229.426	66.723	142.204
Summering af samlede omkostninger [kr]	40.562	368.059	709.963	1.053.244	1.282.669	1.349.392	1.491.596
Indbetalinger [kr]						391.846	
Summering af indbetalingerne [kr]						391.846	391.846
Konto m kassekredit [kr]	-40.562	-368.059	-709.963	-1.053.244	-1.282.669	-957.546	-1.099.750
Uge	8	9	10	11	12	13	14
Samlede omkostninger [kr]	140.351	71.640	64.472	128.628	76.639	103.533	390.769
Summering af samlede omkostninger [kr]	1.631.947	1.703.587	1.768.059	1.896.677	1.973.326	2.076.859	2.467.629
Indbetalinger [kr]	708.970		319.934		306.341		159.898
Summering af indbetalingerne [kr]	1.100.816	1.100.816	1.420.750	1.420.750	1.727.092	1.727.092	1.886.990
Konto m kassekredit [kr]	-531.131	-602.771	-347.308	-475.937	-246.234	-349.768	-580.639
Uge	15	16	17	18	19	20	21
Samlede omkostninger [kr]	323.588	326.174	350.855	382.475	298.017	399.787	82.506
Summering af samlede omkostninger [kr]	2.791.216	3.117.390	3.468.245	3.850.720	4.148.737	4.548.525	4.631.031
Indbetalinger [kr]		229.053		518.089		673.548	
Summering af indbetalinger [kr]	1.886.990	2.116.043	2.116.043	2.634.132	2.634.132	3.307.680	3.307.680
Konto m kassekredit [kr]	-904.226	-1.001.347	-1.352.202	-1.216.588	-1.514.606	-1.240.845	-1.323.351
Uge	22	23	24	25	26		
Samlede omkostninger [kr]	60.517						
Summering af samlede omkostninger [kr]	4.691.547				4.691.547		
Indbetalinger [kr]	757.116		721.591		166.809		
Summering af indbetalinger [kr]	4.064.796	4.064.796	4.786.387	4.786.387	4.953.196		
Konto m kassekredit [kr]	-626.751	-626.751	94.840	94.840	261.648		

Sammenhængen mellem omkostningerne, indbetalingerne og saldoen på kassekrediten gennem byggeperioden ud fra Tabel 6.1 og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** er illustreret i Figur 6.2.



Figur 6.2 Finansieringsdiagram der viser hvorledes omkostninger, indbetalinger og saldo på kassekredit forløber gennem byggeperioden.

Af figur 6.2 ses at den laveste værdi af saldoen på kassekrediten er ca. -2.000.000 kr. I tabel 6.2 er værdien angivet til -1.514.606 kr. Forskellen mellem de to værdier skyldes at i ugerne hvor indbetalingerne forefalder, bogføres omkostningerne for den kommende uge samtidig med indbetalingen der forefalder i starten af ugen. Dvs. forskellen mellem -1.519.606 kr og -1.914.393 kr er lig omkostningerne for uge 20, 399.787 kr.