



Signal Elementet

Hovedprosjekt:



Signal Elementet

Forfattere: Ståle Sagstuen
Jørgen Beitdokken
Lars Erik Lindberg
Tore Askilsrud

Dato: 19.05.03



Signal Elementet

Sammendrag av hovedprosjekt

Tittel:	Signal Element "The Paddle Wheel"	Nr.: Gruppe 1
		Dato: 16.05.03
Deltakere:	Ståle Sagstuen Jørgen Beitdokken Lars Erik Lindberg Tore Askilsrud	
Veileder:	Harald B. Fallsen	
Oppdragsgiver:	Oppland Fylkeskommune v/ Gyda Austin Høgskolen i Gjøvik v/ Sverre Laugerud	
Kontaktperson:	Harald B. Fallsen	
Stikkord:	Signal Element på Skibladnerbrygga	
Antall sider: 27	Antall bilag: 78	Tilgjengelighet: åpen
Kort beskrivelse av hovedprosjektet:		
<p>Vi har programmert, prosjektert og satt opp et Signal Element på Skibladnerbrygga i Gjøvik. Signal Elementet symboliserer et skovelhjul. Det er seks skovelblad i hjulet, et for hvert av Skibladners anløpssteder rundt Mjøsa. Elementet er utført i tre, stål og betong.</p>		



Signal Elementet

Forord

Signal Elementet er en hovedoppgave utarbeidet av fire studenter ved Høgskolen i Gjøvik. Oppgaven er utført våren 2003 etter oppdrag fra Høgskolen i Gjøvik.

Ide og utforming kommer fra en gruppe i maskinklassen 2002. De vant en designkonkurranse i regi av fylkeskommunen i Oppland. Oppgaven var et signalelement som skulle passe til Skibladners seks anløpssteder rundt Mjøsa. Premien var kr 75.000 for oppsetting av monumentet. Gruppen var i kontakt med Gjøvik kommune for en eventuell bygging rett etter konkurransen. Etter dette ble prosjektet lagt på is.

Høgskolen ga oss i byggklassen tilbud om å prosjektere monumentet som hovedoppgave. Vi tok på oss denne oppgaven, og ville prøve å få satt opp monumentet som en tilleggsoppgave. Vi kontaktet Gjøvik kommune tidlig i arbeidet, for å diskutere en eventuell oppsetting på deres tomt ved Skibladner brygga. Tilbudet vårt fikk positiv omtale fra første stund, og håpet om en oppføring ble større etter hvert som tiden gikk.

Arbeidet med monumentet har vært lærerikt og gøy. Vi har gjennom arbeidet vært innom mange av fagene vi har hatt de tre årene på høgskolen, da med hovedvekt på konstruksjonsfagene i tre, stål og betong. Da dette er et spesielt byggverk, har vi også fått bruke kreativiteten mye. Utseende og estetikk har vært i fokus under hele arbeidet, og vi føler at vi har lykket med dette.

Vi er stolte av monumentet vårt, og håper det faller i smak hos de som tar seg en tur til brygga for å ta en titt.

Gjøvik 19.05.03

Lars Erik Lindberg

Tore Askilsrud

Jørgen Beitdokken

Ståle Sagstuen



Vi vil takke følgende for bistand til vårt hovedprosjekt:

Høgskolen i Gjøvik v/

*Harald Fallsen
Sverre Laugerud
Kjell Vangestad*

Medarbeidere/leverandører:

Oppland fylkeskommune v/

Gyda Austin

Gjøvik kommune v/

*Bernt Johan Scheffler
Roy Fossum
Björg Aarvold*

Moelven limtre v/

Harald Bjerke

Hydro energi v/

Håvard Haugstulen

Fundia

Bautas

Selmer Skanska

Marit Fjeld



Signal Elementet

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
1.1	Organisering av rapporten.....	6
1.2	Oppgaven.....	6
1.3	Mål og mottaker.....	6
1.4	Prosjekt deltagernes faglige bakgrunn.....	6
1.5	Prosjektgruppens arbeidsformer.....	6
2	Strategiplan	7
2.1	Historikk.....	7
2.2	Situasjonsanalyse.....	7
2.3	Strategi.....	8
2.4	Mål.....	8
2.5	Handlingsplan.....	8
3	Prinsipper – Teori	9
3.1	Teoretisk grunnlag.....	9
3.2	Teoretiske utledninger av nye prinsipper.....	9
3.2.1	<i>Vindlast på monument</i>	9
3.2.2	<i>Vibrasjonsfaktor – γ_{VIB}</i>	9
3.2.3	<i>Virkingen av vindlasten</i>	9
3.3	Nye teorier og fagemner.....	10
3.4	Prinsipper ved dimensjonering.....	10
4	Utstyr	11
5	Utførelse	12
5.1	Teoretisk del.....	12
5.2	Praktisk del.....	12
6	Utforming av monumentet	14
6.1	Limtre.....	14
6.2	Stål.....	15
6.2.1	<i>Innfestningen av monumentet til betong</i>	15
6.2.2	<i>Forbindelse stål/limtre</i>	16
6.2.3	<i>Øvre og nedre stjerne</i>	19
6.3	Betong.....	21
6.3.1	<i>Fundament</i>	21
7	Vedlikeholdsbudsjett for Signal Elementet	22
8	Evaluerings	23
9	Konklusjon	25
10	Litteraturliste	26
11	Vedlegg	27



Signal Elementet

1 Innledning

1.1 *Organisering av rapporten*

Rapporten begynner med å beskrive teorigrunnet. Videre har vi skrevet litt om den kronologiske gangen av oppføringen. Deretter kommer en beskrivelse av utformingen av monumentet, sammen med forslag til løsninger. Vi har også satt opp et budsjett over vedlikehold som kommunen må utføre. Til slutt kommer en evaluering av vårt arbeid på byggeplassen og innad i gruppa.

1.2 *Oppgaven*

Som det går frem av målsetningen i forprosjektrapporten innebærer oppgaven vår å gjennomføre en fullstendig programmering, prosjektering og utførelse av Signal Elementet. Dette betyr at vi skal beregne/dimensjonere, lage arbeidstegninger, føre budsjett og regnskap, og sette opp Signal Elementet.

1.3 *Mål og mottaker*

Mål for rapporten er å gi mottakerne innsikt i hvordan prosessen har foregått innad i gruppa og hvilke utfordringer vi har hatt underveis, fra vi fikk forespeilet oppgaven og frem til monumentet står ferdig bygget. Mottaker av rapporten er veileder av hovedprosjekt, teknisk personell i kommunen og andre ingeniører.

1.4 *Prosjekt deltagerens faglige bakgrunn*

Alle gruppemedlemmene har eksamen artium, og snart tre år på bygg linja ved Høgskolen i Gjøvik. I jobbsammenheng har vi kompetanse fra diverse sommerjobber som snekker, vedlikeholdsassistent, kundemottaker i maskinutleiefirma, stikker, betonglaboratorium assistent og kartdigitaliser.

1.5 *Prosjektgruppens arbeidsformer*

Ulike arbeidsformer er benyttet i prosjektet. I tillegg til den teoretiske delen har vi rådført oss hos veileder og annet fagpersonell, vært på bedriftsbesøk og befaringer, og gjort praktisk arbeid ved å sette opp monumentet. Mye tid ble brukt på å bearbeide informasjonen vi hadde innhentet, og vi valgte en løsning ut i fra dette. Arbeidsoppgaven har blitt fordelt på gruppemedlemmene etter hvert som de har dukket opp. Ellers er ansvarsforholdet i gruppa delt som vist nedenfor:

Leder: Ståle Sagstuen

Har ansvaret for koordinering i prosjektgruppa.

Økonomiansvarlig: Lars Erik Lindberg

Har hovedansvaret for budsjettering og økonomien ellers.



Signal Elementet

Regneansvarlig: Jørgen Beitdokken
Har hovedansvaret for dimensjoneringen av monumentet.

Administrasjonsansvarlig: Tore Askilsrud
Har hovedansvaret for det administrative i prosjektgruppa.

2 Strategiplan

2.1 Historikk

Vi har jobbet en god del sammen i grupper tidligere. På forhånd hadde vi bestemt at gruppesammensetningen skulle være den samme på hovedprosjektet. Gruppemedlemmene som vant designkonkurransen er kammerater av oss, så vi visste derfor om monumentet fra før.

Vi fikk tilbud av Fallsen om å ha dette som hovedprosjekt. Alle syntes at det virket interessant, og vi takket ja. Pengesummen som vi hadde til disposisjon for en mulig oppsetting, fikk vi bekreftet at var på 75.000 kr.

2.2 Situasjonsanalyse

Sterke sider:

- Unge og kreative
- "Stå på vilje"
- Alt det teoretiske stoffet om dimensjonering er ferskt og oppdatert
- Arbeider godt sammen (har god moral i gruppa)
- Faglig dyktig veileder
- Gode bedrifter og samarbeidspartnere i nærområdet
- 75.000 kr til disposisjon

Svake sider:

- Lite praktisk og teoretisk erfaring
- Kan bli mer strukturerte (fra tidligere erfaringer)
- Er ueffektive i perioder
- Har ikke verktøy til oppsetting av monumentet
- Kanskje er vel mye retningslinjer for monumentet allerede satt?

Kunde/markedsforhold:

Dette er ment som et signalelement som kan settes opp ved Skibladners seks anløpssteder rundt Mjøsa. Siden vi er på Gjøvik, vil vi første omgang kontakte Gjøvik kommune, for en eventuell oppsettelse her. På en annen side er allmennheten våre kunder, og det er de vi skal tilfredsstille. Her er monumentets estetikk hovedpoenget.

Signal Elementet

Muligheter

- Ved en eventuell oppsettelse kan det kanskje bli interesse for å sette signalelement ved de andre anløpsstedene også. Utførelsen av disse kan kanskje bli en passende oppgave for yrkesskoler i området!?
- Vi har gode muligheter til å forbedre våre svake sider under arbeidsperioden.
- Vi har gode muligheter til å knytte kontakter med bedrifter i arbeidsperioden.
- En mulighet for endelig å få gjøre litt praktisk arbeid under studiet.

2.3 Strategi

- Skape et godt samarbeid med Gjøvik kommune
- Bruke de kontakter vi allerede har til å skaffe gode og prisgunstige tilbud på varer og tjenester
- Prøve å få gjøre mest mulig av det praktiske arbeidet selv
- Ha et aktivt samarbeid med veileder.
- Ta konsekvensene av våre svake sider, og jobbe aktivt for å forbedre disse gjennom hele perioden.
- Arrangere sosiale sammenkomster for å styrke/oppretholde den gode kulturen i gruppa.

2.4 Mål

Overordnede mål:

Gjennomføre prosjektet på en riktig og god måte som resulterer i:

- En vellykket oppsetting av monumentet
- En karakter bedre enn 2.0 på prosjektet
- En lærerik erfaring av gjennomføringen

Økonomiske mål:

- Kunne sette opp monumentet uten å overskride de økonomiske rammer som er gitt.

2.5 Handlingsplan

(Se fremdriftsplaner)



3 Prinsipper – Teori

3.1 Teoretisk grunnlag

Hovedprosjektet vårt består blant annet av en dimensjoneringsdel. Monumentet består av stål, tre og betong, noe vi har lært å regne på de siste to årene på HiG. De mest grunnleggende og fundamentale teorier for beregningene ligger i Mekanikk (L4) og Statikk (L2). Det er viktig å få en så god forståelse av mekanikken som mulig for å finne de riktige kreftene som oppstår. Deretter må det kontrolleres om dimensjonene holder spenningene. Denne dimensjoneringen/ kontrolleringen har vi lært i Konstruksjonslære II samt Tre- og stålkonstruksjoner (L5 og L7).

Betongen er beregnet ut fra det vi lærte i Konstruksjonslære I (L6). Vi har satt opp et budsjett for oppsetting og vedlikehold. Dette er veldig enkle og grunnleggende økonomiberegninger som vi har gjennomgått i Økonomi og prosjektstyring (L4).

(se Litteraturliste s 26)

3.2 Teoretiske utledninger av nye prinsipper

3.2.1 Vindlast på monument.

Formen på monumentet gjør det vanskelig å forutse hvordan vindkreftene kommer til opptre. NS 3491-4 dekker ikke en slik form som vi har med å gjøre. Etter at veileder hadde vært i kontakt med Rund Sandvik ved Norsk Byggstandardiseringsråd, som igjen var i kontakt med Erik Hjort Hansen ved avdeling bygg på NTNU, kom vi frem til at vi benytter NS 3491-4 Tabell 7 med h/d lik 5 for sonene D og E der både d og b antas lik diameteren for monumenter.

3.2.2 Vibrasjonsfaktor – γ_{VIB}

Denne faktoren er et resultat av usikkerheten vi har med tanke på hvordan vindkreftene virker på den formen som monumentet har. Usikkerheten dreier seg om hvordan monumentet vil vibrere som en følge av vindkreftene og en eventuell fare for utmatting. En faktor på 1.6 er valgt som resultat av antagelser gjort i samsvar med veileder.

3.2.3 Virkningen av vindlasten.

Det forholder seg for oss usikkert hvordan og hvor mye av vindkreftene som søylen/stjernene kan ta opp, og i hvilken grad limtrebjelkene er med på å skape en skivevirkning. Her har vi beregnet to alternativer og valgt det mest kritiske.



Signal Elementet

3.3 Nye teorier og fagemner

Det vi kan kalle ett nytt fagemne er estetikk. Signal Elementet skal stå på Skibladnerbrygga, altså ved en turistattraksjon i Gjøvik. Dermed har vi måttet tenke mye på hvordan dette vil bli seende ut. Det er jo en gjenstand som folk skal like å se på og ha glede av. De fem andre stedene med tilknytning til Skibladner, har som et fremsiktig mål å sette opp et tilsvarende monument. Derfor bør det samtidig være så enkelt som mulig å lage og sette opp. Vi har ikke noe undervisning i estetikk på høgskolen, så vi har vurdert utseende ut fra skjønn. Vi har også forhørt oss med andre personer og har fått en del innspill om hvordan de oppfatter det.

Et annet fagemne er jo selve oppsettingen av monumentet. Ettersom vi har satt oss som mål å lage dette selv, er det noe fysisk arbeid som må utføres først. Grunnarbeider er en stor del av jobben. Vi i prosjektgruppa har fra før av ikke drevet mye med denne typen arbeid. Derfor har vi forhørt oss om praktiske løsninger og fremgangsmåte hos entreprenører her i Gjøvik.

3.4 Prinsipper ved dimensjonering

Ingen i prosjektgruppa har dimensjonert noe som skal settes opp. Derfor har vi passet på å være ekstra forsiktige med tanke på utregninger. Vårt motto har gjennom dimensjoneringsprosessen vært; "Vi regner slik at vi er på den sikre siden."



4 Utstyr

Under dette prosjektet har vi hatt brukt for relativt mye utstyr, både i programmerings / prosjekterings og i utføringsfasen. Grunnen til det er ganske enkelt at vi har bygd monumentet selv. Vi deler inn utstyret i to grupper:

Programmering og prosjektering:

Kalkulator, standarder, lærebøker, skanner, Pc med programvarer som AutoCad, Word, Excel, Power Point, Microsoft Project.

Det datatekniske utstyret med programvare er tilgjengelig på skolen, mens resten er gruppelemmenes egendeler.

Utføring:

Bil med tilhenger, hoppetusse (viberoplate), spade/krafse, vater, nivelleringskikkert, jernbindingsutstyr, verneutstyr (hjelm, vernesko, hansker)

5 Utførelse

5.1 Teoretisk del

Da vi hadde tatt på oss dette prosjektet undersøkte vi først hvor mye penger som sto til rådighet. Vi fikk bekreftet at vi hadde 75 000,-kr på konto. Deretter gjorde vi et grovt budsjett over kostnadene ved materialer og oppsetting. Da vi så at pengene ville strekke til, satte vi i gang med selve programmeringen.

Siden detaljene ved monumentet ikke var endelig klarlagt hadde vi en idémyldring/ brainstorming rundt dette temaet, og kom frem til flere mulige løsninger. Se "Utforming av monumentet." Vi kontaktet bedrifter og fagpersoner i nærområdet og spurte om råd og tips. Ettersom en viktig del av monumentet består av limtre, kontaktet vi Moelven Limtre og fikk avtalt et bedriftsbesøk. (Se referat)

Innad i gruppa har vi hatt jevnlige statusmøter. Vi har fordelt arbeidet slik at vi har jobbet både sammen og individuelt. Vi har jobbet med utgangspunkt i forprosjektrapporten, ut fra oppgavebeskrivelsen og avgrensninger.

Etter at det endelige utseende ble bestemt, startet arbeidet med dimensjoneringen. Dette ble kontrollsjekket med veileder ettersom vi gikk frem, for å unngå feil. Samtidig ble det utarbeidet arbeidstegninger slik at vi kunne se hvordan dimensjonene ville se ut. Etter at de endelige beregningene og tegningene var ferdig, innhentet vi tilbud fra noen leverandører. Vi satte opp et nytt budsjett, som fortsatt var godt under 75.000 kr. Et møte med kommunen ble avtalt og vi forberedte oss med tegninger og fotomontasje. Møte gikk bedre enn vi hadde forventet. Det eneste de hadde av innvendinger var at de synes 5 meter var litt høyt. Vi ble enige om å gå ned til 4 meter. Nye tegninger og beregninger ble gjort, men vi bestilte ingenting før Hovedutvalget i kommunen var informert og ga en endelig tillatelse. Da det ikke kom noen innvendinger på oppsettingen var det bare å sette i gang.

Samtidig med byggingen startet vi på å skrive rapporten. Vi hadde et møte om hvordan vi skulle legge opp løpet inn til rapportinnleveringen. Der fordelte vi arbeidsmengden likt ut på hver av oss.

5.2 Praktisk del

Vi hadde satt som mål at ved en eventuell oppsettelse skulle vi gjøre mest mulig av det praktiske arbeidet selv. Det ble innhentet tilbud på sveisearbeidet, og vi valgte Gjøvik Mekaniske Verksted til jobben. Produksjon av limtrebjelkene falt naturlig nok på Moelven Limtre.

Valget av innfesting fra konstruksjonen til fundamentet, ble 6 stk 36 mm gjengestenger. Vi fikk verkstedet til å sveise den nederste stjernen i konstruksjonen først. Dermed kunne de skru fast gjengestengene slik de skulle sitte, og lage en mal til oss. Denne malen ble sveist til stengene slik at innbyrdes avstand ble korrekt.



Signal Elementet

Rundkjøringen, som monumentet står i, ligger på ei steinfylling. Kommunen mente at det var telefrie masser helt opp i dagen på tomta. Dette fikk vi bekreftet da byggegropen var ferdig. Vi slapp derfor å isolere under fundamentet, noe som vi hadde budsjettert med. Utgravingen ble kostet av kommunen, som allerede hadde leid inn en gravemaskin til andre arbeid nede ved brygga. Maskinhenger til personbil og vibroplate leide vi på Bautas. Vi la et 30 cm lag med 18-24 pukk i bunnen av byggegropa som vi vibrerte godt. Vi brukte nivelleringskikkert til å rette av pukklaget. Rundkjøringa var ikke helt rund, så vi tok gjennomsnittet av 4 diametre for å finne "midten".

Vi hadde bestemt oss for å lage et rundt fundament. Dette fordi det skulle legges brostein rundt i et belte i ytterkant. Et firkantet fundament hadde ikke sett bra ut med denne utsmykningen rundt. Vi valgte å bruke en kumring til forskaling, da det er mye jobb å lage en rund forskaling av annet materiale. Kommunen hadde en skadet ring med de riktige målene (to meter i diameter og en halv meter høy) som vi fikk gratis og fritt tilkjørt.

Siden vi fikk sponset alt armeringsstålet ferdig bøyd av "Fundia" i Oslo, ble det billigere å hente det der, enn å betale for stålet i Gjøvik.

Avstandsholdere, tråd og tenger hadde vi selv. Vi la det nederste "nettet" på avstandsholderne med riktig avstand. (40mm som er overdekningen vår) Deretter festet vi den ene ringen (16mm) oppå nettet. Festet så malen med gjengestengene på korrekt plass oppå nettet. Bøylene i ytterkant ble nå montert før den andre ringen. La så det øverste "nettet" oppå ringen. Sjekket så at overdekningen var korrekt for alt stålet.

Bestilte 2 kubikk med C45 betong fra Unicon. Stavvibrator leide vi av Bautas. Siden hele fundamentet blir dekket til var det ingen grunn til å pusse overflaten.

Resten av arbeidet vil bli gjort etter at rapporten er levert. Vi bruker to muttere og skive under firkantprofilene (mutterne låser hverandre). I tillegg skal vi sveise på en liten perle på mutterne både over og under firkantprofilene. Dette med tanke på å forebygge eventuelt hærverk.

Limtrebjelkene vil bli fritt tilkjørt Bautas gamle lokaler på Gjøvik. Her skal vi grunne og beise de. Ved montering legges avstandsklosser på firkantprofilene, og mot senterrøret før bjelkene heises på plass. Så bores hullene til innfestingen og vi fester med boltene. Til dette arbeidet leier vi en lift og en lastebil med kran av Bautas.

Vi har hatt en god dialog med kommunen under hele byggeperioden. De har blitt holdt løpende oppdatert om hva som er blitt gjort, når det er blitt gjort.



Signal Elementet

6 Utforming av monumentet

6.1 Limtre

Formgivning

Limtrebjelkene var målgitt av designer gruppa i samarbeid med kommunen.

Materialvalget

Limtre som materiale var bestemt. Furu ble valgt som treslag fordi den tar til seg den tungmetallfrie impregneringen vi valgte å bruke.

Impregnering

Vi valgte å bruke impregnering for å forlenge levetiden. Valget stod mellom kopper-, kreosot- og tungmetallfri impregnering. Tungmetallfri impregnering ble valgt fordi dette er den mest miljøvennlige vi kunne velge.

Lim

Man kan velge to typer lim, hvit og brunt. Vi valgte det hvite.

Bredde

Bredde av limtrebjelken ble valgt for å få de riktige proporsjonene i monumentet.

Fargevalg

Valget stod mellom å beholde den naturlige fargen til furua, behandle med kreosot, bruke grønnfargen som kopper-impregnering gir, bruke oransje fargen som tungmetallfri-impregnering gir eller behandle dem med brun beis eller olje. I samarbeid med kommunen valgte vi en løsning med å beise bjelkene brune. Dette fordi den vil stå i stil med skibladner huset, men også fordi en brun bjelke vil være lettere vedlikeholde enn en lysere bjelke med gjennomsiktig behandling, som fort vil bli "tatt" av sola.

Merbau

For å få en pen og litt artig avslutning på limtrebjelken, hadde vi tenkt å lime på ei list av et mørkere treslag ytterst på den krumme siden av bjelken. Ideen ble forkastet da vi bestemte oss for å beise bjelkene brune, slik som Skibladners oppbevarings hus.

Avrunding i enden

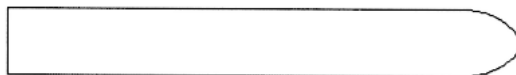
På den buede kanten av limtrebjelken valgte vi å knekke kantene. Her så vi for oss to alternativer.

Signal Elementet

Alternativ 1

Fordel:

- Gir en flott og elegant avrunding av limtrebjelken.



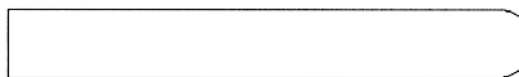
Ulemper:

- Vesentlig dyrere (håndarbeid).
- Tar ekstra tid å få produsert.

Alternativ 2

Fordeler:

- Gir en pen avrunding.
- Liten ekstrakostnad.



Ulempe:

- Tar litt mer tid å få produsert.

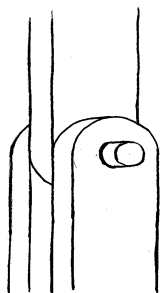
Vi har valgt alternativ 2 fordi det blir for dyrt og tar for lang tid med alternativ 1.

6.2 Stål

6.2.1 Innfestningen av monumentet til betong

Monumentet skal kunne monteres av fundamentet for at man skal kunne "prøve det" på de andre annløpstedene til Skibladner. Begge løsningene vi har sett på har seks innfestningspunkter, ett under hvert "skovelblad".

Lasker



To stål fra fundament monteres til en stål fra stålkonstruksjonene med en bolt.

Fordel:

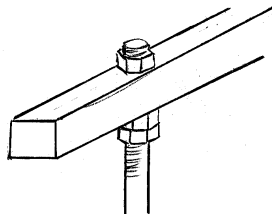
- Enkelt å montere monumentet

Ulempe:

- Ingen justeringsmuligheter i høyden.

Signal Elementet

Bolter



Gjengestenger kommer opp fra fundament og stålkonstruksjonen monteres direkte på disse.

Fordeler:

- Justeringsmuligheter i høyden.
- Enkel å montere.
- Kan lage mal for innfestingsbolter (ingen mulighet for feil).

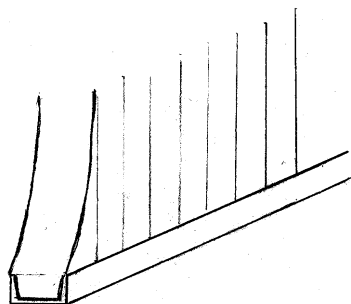
Ulemper:

- Kompliserer stål/limtre forbindelsen.

Løsningen med bolter er valgt på grunn av dens enkelhet og mange fordeler.

6.2.2 Forbindelse stål/limtre

U-profil



Limtrebjelken freses eller høvles ned på endene slik at den passer nede i en u-profil. Limtrebjelken skrues fast til u-bjelke fra under- og oversiden.

Fordeler:

- Enkel stål konstruksjon

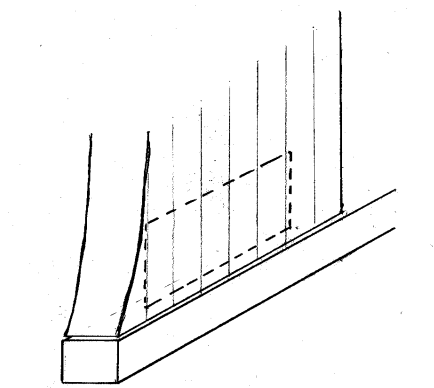
Ulemper:

- Fuktproblemer i bunnen av limtre ved innfesting til stål.
- Fant ingen gode løsninger på innfesting til betong.

Signal Elementet

- Mulig at det er vanskelig å montere limtre til stål
- Fant ingen god løsning med innfesting til fundamentet.

Innslisset



Det freses ut et spor i endene av limtrebjelken slik at man kan bruke en innslisset stålplate som festeanordning. Limtreet festes til stålplaten med bolter eller dybler.

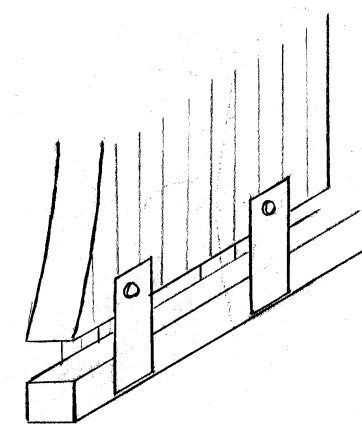
Fordeler:

- Lett å montere limtre til stål.

Ulemper:

- Fuktproblemer mellom stål og limtre i toppen.
- Ikke plass til å få inn en malekost og behandle treverket på under- og overkant av bjelken mot stålet pga. plass.
- Fant ingen gode løsninger på innfesting til fundament.

Lasker/bolter



Lasker er sveist på firkantprofilen og festes til limtrebjelken med bolter. Avstanden mellom limtre og firkantprofilen er nødvendig på grunn av at man skal kunne komme til på bolten som går ned i fundamentet.

Signal Elementet

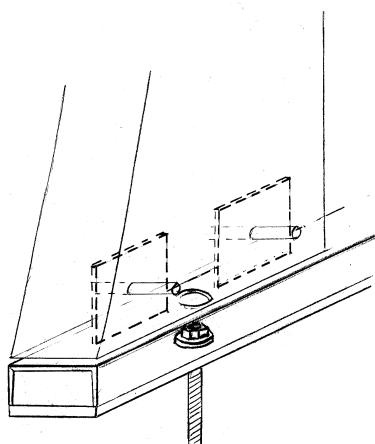
Fordeler:

- Enkelt å montere limtre til stål.
- Har muligheten til å behandle limtreet på under- og oversiden.
- Stålkonstruksjonen kan monteres til fundament med bolter.

Ulemper:

- Kan oppstå råte i bolthullene.

Innslisset og med bolter ned i fundament



En u-profil legger på hodet og sveises til en stålplate med samme bredde. Hullet på toppen av u-bjelken er laget for at man skal kunne komme til bolten som går ned i fundamentet. Limtreet festes til stålet med en delt innslisset plate og forbindes med bolter eller dybler.

Fordeler:

- Enkelt å montere limtre til stål.
- Stålkonstruksjonen monteres til fundament med bolter (justeringsmuligheter).

Ulemper:

- Limtre må tas av hvis man skal ta monumentet av fundamentet for å prøve det på de andre annløpstedene til Skibladner.
- Komplisert konstruksjon.

Til monumentet har vi valgt løsningen med lasker/bolter. Løsningen er enkel, sterk, ser bra ut, grei å montere/demontere og tilfredsstillende de kravene vi har satt til vedlikehold og etterarbeid.

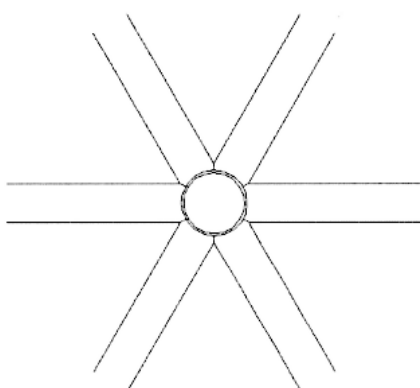
Signal Elementet

6.2.3 Øvre og nedre stjerne

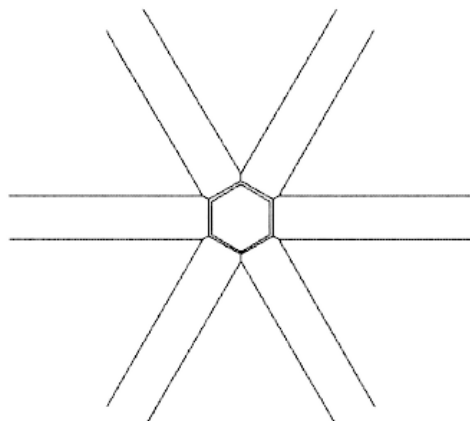
Følgende alternativer for montering og sveising av øvre og nedre stjerne ble sett på og vurdert:

Alternativ 1

Røret går igjennom stjerna, og firkantprofilene sveises fast i røret.



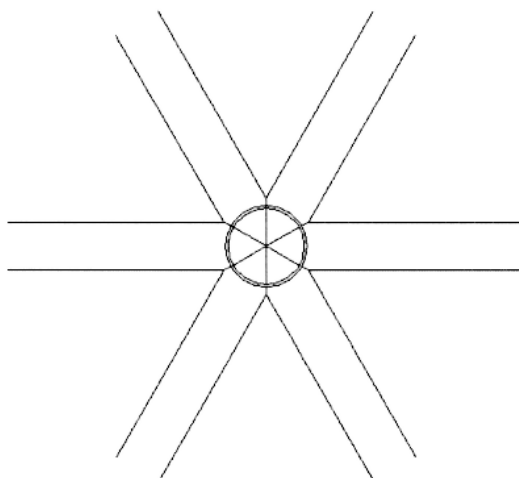
Alternativ 2



Utføres som alternativ 1, men røret er sekskantet for at det skal være enklere å kappe og montere stål konstruksjonen.

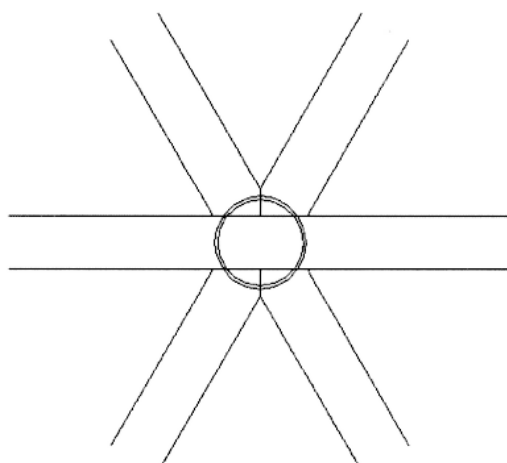
Signal Elementet

Alternativ 3



Firkantprofilene er kappet som seks like deler sveiset sammen. Røret sveises til firkantprofilene.

Alternativ 4



Stjernene er bygget opp av fire firkantprofiler som sveises til en hel lengde. Røret sveises til firkantprofilene.

Etter å ha rådført oss med Gjøvik Mekaniske Verksted ble alternativ 4 valgt fordi dette er den enkleste konstruksjonen å produsere.



Signal Elementet

6.3 *Betong*

6.3.1 Fundament

Alternativene var rundt eller firkantet fundament. Rundt fundament ble valgt fordi det passer best med det arbeidet kommunen skal gjøre på tomta etterpå.



Signal Elementet

7 Vedlikeholdsbudsjett for Signal Elementet

Når det gjelder vedlikehold av monumentet er det flere ting man bør tenke på. Limtreet er det mest sårbare materialet mot vær og vind. Derfor krever det jevnlig vedlikehold. Den beste måten å gjøre dette på er å vaske dem godt med et vaskemiddel for treverk, "Hus og Fasadereint" fra Casco. Dette må spyles godt av med høytrykkspyler. Så ha på et lag med "sopp og algedreper" fra Jotun, før det beises på nytt. Vedlikeholdet av limtrebjelkene gjøres annethvert år. Med godt vedlikehold vil limtreet holde seg bra i ca 30 år.

Stålkonstruksjonen i signalelementet er varmgalvanisert (Varmforzinket). Varmgalvanisert stål tåler å stå ute i over 50 år, hvis det er gjort på en ordenlig måte. Hvis det ikke oppstår sår i galvaniseringen, vil det ikke endre utseende av betydelig grad i denne perioden. Det er selvfølgelig rust vi er redd for ved en stålkonstruksjon.

Vi har lagd konstruksjonen slik at det skal være lett å bytte ut både limtreet og stålet. Ettersom det er kommunen som blir eier av monumentet etter at det er satt opp, er det de som må stå for vedlikeholdet. Kostnadene på vedlikeholdet er anslått nedenfor.

Limtreet skal vedlikeholdes annethvert år

3 liter "Hus og fasaderent" fra Casco	kr	262,50
3 liter "Sopp og algedreper" fra Jotun	kr	282,00
6 liter Trebitt (650 Teak) fra Jotun	kr	658,00
<u>Total pris pr. vedlikeholdsintervall</u>	kr	<u>1 202,50</u>

Bytte av limtre i år 2033

6 limtrebjelker fra "moelven limtre"	kr	26784,00
2*3 liter Trebitt (650 Teak)	kr	658,00
2*3 liter visir (grunning)	kr	758,00
<u>Totalpris vedlikehold hvert 30. år</u>	kr	<u>28200,00</u>

8 Evaluering

Evalueringen er sett i lys av våre mål, rammer, avgrensninger og vår oppgaveformulering. I forkant av et slikt prosjekt, hadde vi også egne forventninger til selve oppgaven, og hvordan arbeidet ville gå. Disse forventningene vil også ligge til grunn i evalueringen. Det synlige resultatet av arbeidet er rapporten og ikke minst monumentet på brygga. Vi vil også fokusere på hvordan samarbeidet i gruppa har fungert.

Målet og oppgaven vår var en programmering, prosjektering og utførelse av Signal Elementet.

Siden design og noe av materialvalget allerede var bestemt på forhånd, hadde vi jo retningslinjer å følge i programmeringsfasen. Vi brukte mye tid i denne fasen. Bedriftsbesøk, samt møter med folk med forskjellig bakgrunn tok mye tid. Alle forslag på innfestinger, dimensjoner, konstruksjonsløsninger osv. ble diskutert og vurdert nøye. Det var mange hensyn vi skulle ta. Det skulle være praktisk, enkelt å sette opp, tåle belastningene og ikke minst se pent ut. Siden dette ikke skal være noe annet enn et syn for øyet, var jo de estetiske valgene veldig viktig. Vi har jo alle et syn på hva vi mener er pent og mindre pent, og fikk også her noen gode råd fra arkitekter. Vi valgte tilslutt å holde en enkel, men "grovskåret" og solid stil på monumentet. Tiden vi brukte til vurdering og diskusjon var veldig positiv og lærerik for oss i gruppa. Det kom mange gode tips og råd om hvordan man bør tenke i begynnelsen av et prosjekt. At vi tok oss god tid før vi begynte å nærme oss den endelige løsningen, ser vi var lurt nå i etterkant. Løsningene som er valgt er gjennomtenkte, og vi er godt fornøyd dem.

Prosjekteringen er vel det vi har mest erfaring med fra skolen. De mest grunnleggende teoriene for beregningene finner man i statikken og mekanikken. Det spennende og utfordrende her var hvordan kreftene virket på en så spesiell konstruksjon, for monumentet ligner ikke på noe av det vi har regnet på tidligere. Her delte vi opp konstruksjonen, og lagde forenklinger for å løse problemene. På der områdene vi har vært litt usikre har vi brukt sikkerhetsfaktorer som kanskje har vært unødvendige store. Dette er noe vi har blitt anbefalt av konstruktører fra flere bedrifter. Det gode er at vi sitter med god samvittighet etterpå når vi vet det er overdimensjonert, og ikke motsatt. Vi har ikke lært noe teknisk nytt om dimensjonering under arbeidet. Derimot har vi lært mye om alternative måter å forenkle konstruksjoner på, og se hvordan kreftene virker. Dette har vært spennende selv om det til tider har vært vanskelig. En viktig lærdom til senere, da vi snart er nyutdannede konstruktører.

Oppsettingen (utførelsen) av monumentet var den delen vi gledet oss mest til. Endelig skulle vi få gjøre noe praktisk arbeid i studiet her ved HIG. Det var jo arbeidet med fundamentet vi skulle gjøre selv, i tillegg til overflatebehandlingen av limtretragerne og monteringen av hele monumentet.



Signal Elementet

Det var et lite fundament, men mange fagområder vi fikk prøvd oss på for det. Bestilling, tilkjøring og vibrering av pukk, nivellering av tomta og forskalingen, litt jernbinding og støping.

Det var gøy å erfare hvor mye jobb det er å sette opp selv et så lite byggverk. Alt av utstyr og redskap leide vi inn, eller hadde selv. Vi innhentet tilbud på de råvarene og tjenestene vi trengte, og valgte de vi mente var best på kvalitet, service og pris. Gjøvik mekaniske verksted klarte ikke å levere arbeidet til avtalt tid, og vi forlangte at de fraktet og heiste på plass stålkonstruksjonen gratis. Dette gikk i orden, og det forsinket oss ikke i arbeidet. Rapporten leveres før vi får montert ferdig konstruksjonen, men alt ser ut til å gå uten problemer. Utførelsen har gått veldig bra, uten nevneverdige problemer.

Noe av hensikten med et hovedprosjekt er å erfare gruppearbeid i et litt større prosjekt. Vi har gjennom hele perioden prøvd å forbedre våre svake sider (se strategiplan). For å bli mer strukturerte har vi hele tiden holdt både formelle og uformelle møter. På disse møtene har vi gjennomgått hva som har blitt gjort, og fordelt nye arbeidsoppgaver. Dette har gjort at vi hele tiden har hatt ganske god oversikt over arbeidet vårt. Det har også blitt skrevet referater og loggbok for å få bedre oversikt. Disse tiltakene har gjort oss i gruppa mer strukturerte enn tidligere. Nå i etterkant ser vi imidlertid at vi kan bli enda flinkere på dette punktet. Vi er enige om at dette vil bli bedre når vi etter hvert får mer erfaring i å jobbe i gruppe.

Vi har tidligere erfart at vi kan være ueffektive i perioder. Dette var et punkt vi var sikre på ville være lett å forbedre. Tidlig i arbeidsperioden hvor arbeidsmengden ikke var så stor, var vi effektive når vi jobbet med prosjektet. På slutten hvor arbeidsmengden var stor, og vi satt på skolen fra tidlig morgen til sein kveld, ble det vanskelig å være effektiv hele tiden. Vi har diskutert dette i gruppa, og kommet frem til at dette er en helt naturlig utvikling i et prosjektarbeid. Man blir sliten og litt lei når arbeidsmengden blir stor, og har derfor naturlig behov for litt lengre og hyppigere pauser. Selv om vi mener dette er naturlig, ser vi også at dette kan bli bedre når vi får mer erfaring i jobbsammenheng.

Det at vi har blitt mer strukturerte, har også gjort at arbeidsmengden i gruppa har blitt bedre fordelt enn tidligere. Vi prøvd å utnytte hver enkelt sine sterke sider når vi har fordelt oppgaver, for å få best mulig resultat på prosjektet.

Innad i gruppa har det hele tiden vært en veldig positiv kultur. I oppgaver/problem som har vært vanskelig, har vi støttet og hjulpet hverandre. Vi har jobbet målrettet for å få satt opp monumentet, og det har vi klart på en fin måte. Arbeidsmengden har til tider vært stor, men også gøy. Perioden med prosjektet har vært artig og interessant. Det har vært ekstra gøy å kunne utføre oppgaven vår i praksis, da dette gir mye mer glød og entusiasme under arbeidet. Vi er godt fornøyd med arbeidet vårt.

9 Konklusjon

Arbeidet med signalelementet går nå mot slutten. Elementet blir ferdig montert tre dager etter at rapporten er levert, altså i god tid før den muntlige fremføringen. Vi har klart å besvare oppgaven på en fullstendig måte. Arbeidet er også innenfor våre rammer og avgrensninger. Dette hadde ikke vært et stort prosjekt for et erfarent bygningsfirma, men for oss har det vært mye arbeid. Det har vært spennende å få gjennomføre et prosjekt fra start til slutt, og faktisk verdiskape et produkt. Vi har hatt en økonomisk ramme for prosjektet, og det har vært gøy å ha ansvaret for forvaltningen av disse pengene. Dette mener vi å ha gjort på en god måte. Det har vært et lærerikt og godt samarbeid med Gjøvik kommune som eier tomta Signal Elementet står på. De har vært veldig hjelpelige og positive gjennom hele prosessen. Den utførende delen av prosjektet har gått veldig bra, sett bort fra noen sene leveranser fra et par leverandører.

Arbeidet i gruppa har vært preget av positivitet og pågangslust. Vi har naturlig nok hatt noen vanskeligheter underveis, og disse har blitt prøvd løst på best mulig måte. Våre svake sider har vi jobbet aktivt med å forbedre hele perioden. Gruppa har jobbet godt sammen, og fått utnyttet de individuelle gode egenskapene hos hver enkelt. Noen nye sider ved prosjektarbeid har også kommet frem under arbeidet, og er god erfaring å ta med seg videre.

Oppgaven vår var definert av Høgskolen i Gjøvik, og innebar ikke en oppsetting. Vi var litt engstelige for å ha tatt på oss for mye arbeid i begynnelsen, siden vi valgte å utvide oppgaven. Nå når vi er ferdige, er vi veldig fornøyde med prosjektet, og litt stolte også. Vi håper og tror at Signal Elementet vil bli tatt godt imot av de som tar seg en tur på Skibladnerbrygga i årene som kommer.



10 Litteraturliste

L1	Kommunikasjon for ingeniører	Terje Karlsen, Anne Solvang Hoff, Peder H. Klokkesund, Nils P Smedby
L2	Bygg statikk	Knut Røhne, Kjell Vangestad
L3	Hvordan organisasjonen fungerer	Dag Ingvar Jacobsen, Jan Thorsvik
L4	Mekanikk for ingeniører	Øystein Vollen
L5	Kompendium om dimensjonering av Stålkonstruksjoner etter (NS 3472)	Harald B. Fallsen
L6	Kompendium om dimensjonering av Betongkonstruksjoner etter (NS 3473)	Harald B. Fallsen
L7	Kompendium om dimensjonering av Trekonstruksjoner etter (NS 3470)	Harald B. Fallsen
L8	Plan og bygningsloven av 14. juni 1985 nr.77	
L9	Teknisk forskrift (TEK) 1997 Til plan og bygningsloven.	
L10	Veiledning til teknisk forskrift (REN) 1997	
L11	NS 3491 (Last standard for vind)	
L12	NS 3470 (Prosjektering av trekonstruksjoner)	
L13	NS 3473 (Prosjektering av betongkonstruksjoner)	
L14	NS 3472 (Prosjektering av stålkonstruksjoner)	
L15	Tekniske tabeller	Jarle Johannessen



11 Vedlegg

Tegninger	Vedlegg 1
Beregninger	Vedlegg 2
Begrunnelse av beregninger	Vedlegg 3
Budsjett	Vedlegg 4
Totale kostnader	Vedlegg 5
Tilbud	Vedlegg 6
Kviteringer	Vedlegg 7
Loggbok	Vedlegg 8
Referater	Vedlegg 9
Bilder fra byggeprosessen	Vedlegg 10
Fremdriftsplan	Vedlegg 11