

Bacheloroppgaven

Tradisjonelt bygghåndverk og teknisk

bygningssvern

NTNU

Fakultet for arkitektur og design

Institutt for arkitektur og teknologi

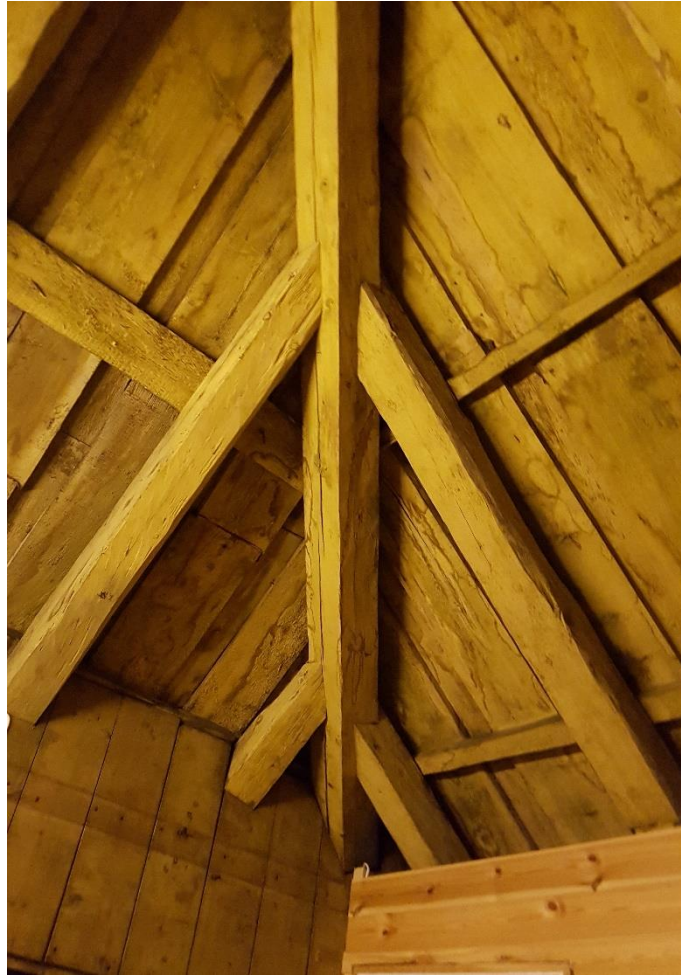
Georgios Sokorelis, Nikolaj Albertsen,
Robert Klumpp, Øystein Mortensen

Diagonalstilt gratsperre i eldre Norske valmkonstruksjoner

Diagonal orientated hip rafters in elder

Norwegian hip constructions

Trondheim mai 2019





**FAKULTET FOR ARKITEKTUR OG
DESIGN**

**Institutt for arkitektur og
teknologi**

7491 Trondheim

Besøksadresse : Alfred Getz vei 3

**RAPPORT
BACHELOROPPGAVEN**

Tittel

Diagonalstilt gratsperre i eldre Norske valmkonstruksjoner

Diagonal orientated hip rafters in elder Norwegian hip constructions

Prosjektnr

8-2019

Forfattere

Georgios Sokorelis, Nikolaj Albertsen, Robert Klumpp, Øystein Mortensen

Oppdragsgiver(e) eksternt

Dato levert

27.05.2019

Besvarelsen består hvor
mange del-rapporter?

Rapport

9 Vedlegg

Veileder(e) internt

Trond Oalann

Rapporten er ÅPEN/~~LUKKET~~ (stryk ut det
som ikke gjelder)

Stikkord fra prosjektet

Diagonalstilt gratsperre, valmkonstruksjon, dokumentasjon, hypotese, metode, forsøk,
rekonstruksjon av merkeprosedyre

FORORD

I dagens opplyste verden hvor selv den minste nyhet kan nå oss hvor som helst, uansett hvor i verden det har oppstått, er det ikke vanlig å finne noe som ikke tidligere er skrevet om, eller i det minste opplyst om i historien. I så tilfelle blir det slått opp som en sensasjon, og dersom det i tillegg er snakk om verdensarven og vår forhistorie, da er overskriftene store. Dette er en slik historie som aldri tidligere er skrevet så mye som et ord om, en historie om et fenomen som ingen i dag har beskrevet verken i historien, hvordan det har oppstått eller hvorfor det har oppstått.

Forløpet til denne rapporten ligger i en enkel observasjon av en spesiell type gratsperre i en brygge i Trondheim fra midten av 1800 tallet. Vi fire studenter ved NTNU har spredning i alder og virkeområde, men gjennom 4 år med studier har vi funnet det interessant og å jobbe sammen og drøfte forskjellige tekniske bygningsvern spørsmål. Her var vi hele studiegruppen sammen med forelesere, alle så og gikk forbi uten å legge merke til dette spesielle gratsperret. Etter denne observasjonen midt i studieløpet har den ligget som et spørsmål uten svar, noe som er vanskelig å aksepteres. Ved en tilfeldighet kommer vi i prat med Axel Weller om takkonstruksjoner. Det viser seg at også han hadde observert et slik underlig gratsperre på Bryggen i Bergen, som er en husrekke fra 1700 tallet og en del av UNESCOs verdensarv liste. Grublingene bli enda større for noen av oss, og da hovedoppgaven skulle skrives ble dette en gyllen anledning til å forske på fenomenet.

Kanskje oppsto det på 1600 tallet når en ung tømrrersvenn fikk sin første utfordring med å bygge en valm på denne bryggen, uten at han noensinne hadde gjort dette før. Kanskje han var glad i utforsking og tegning og satte seg ved kjøkkenbordet kveld etter kveld med tegneblokken og noen små pinner som han lagde modeller av. Bare for å finne ut om det kunne finnes en enkel måte å utføre dette valmede taket på. Kanskje det gikk mange kvelder hvor han vendte og vred på pinnene som skulle forestille sperrer, gratsperrer og skiftesperrer, før mor i forargelse over hans rot slengte en pinne bort på hans tegninger slik at vinkelen ved takfoten akkurat passet til takfallets vinkel. Da plutselig oppdaget han hvor enkelt det kunne gjøres, kun ved å kjenne takvinkelen kunne han nå merke og kappe vannkuttet til gratsperret helt nøyaktig.

Denne historien er naturligvis ikke sann, men det var nesten på denne måten vi i Diagonal Gratsperre gruppen oppdaget denne enkle måten å lage vannkuttet på de diagonalstilte gratsperret.

Det diagonalstilte gratsperret er ikke kjent innenfor bygningsvern bransjen, ei heller i bygningshåndverks kretser eller i noen som helst litteratur eller skoleverk. Det er på den måten ikke undervist om dette og vi har gjennom vår forskning sett skrekkelige eksempler på manglende forståelse ved reparasjoner. Det vi likevel kan være sikker på er at det er mange som har sett og gått forbi uten å legge merke til. I Trondheim går det arkitekter i et arkitektkontor, hver dag under slike diagonalstilt gratsperrer uten å kjenne til dens eksistens.

Stor takk til veilederne Ulrik, Axel og Trond. Samtidig vil vi også takke de mange studenter og kursdeltakere som har utført skantingen av tømmeret som vi har brukt i forsøkene.

Vi vil med dette ønske dere alle, god lesning, og ser frem til at noen av dere kan finne interesse for å forske videre på det diagonalstilte gratsperret og dens utbredelse.

Ærbødigst

Nikolaj, Georgios, Robert og Øystein

SAMMENDRAG

I det siste er det blitt funnet eksempler av en hittil ukjent type gratsperre. Denne typen karakteriseres av et firkantet tverrsnitt hvor diagonalen står i lodd. Den ligger symmetrisk mellom de to takflater og ingen av gratsperrens sider er parallell med en av takflatene. Skiftsperrer eller åser møter gratsperret med klauver mot begge sider.

Det er funnet eksempler i forskjellige landsdeler i et tidsrom som strekker seg fra begynnelsen av 1700tallet til midten av 1800tallet.

Oppgavens hovedfokus ligger på rekonstruksjon av mulige merkeprosedyrer. Som utgangspunkt for dette ble det dokumentert to bygninger, en fra Trondheim og en fra Bergen. I tillegg brukes det observasjoner fra andre bygninger. Bakgrunnen fra tømmeryrket i den aktuelle perioden belyses gjennom litteratur, med spesielt hensyn på takkonstruksjoner.

På grunnlag av de innsamlede informasjoner ble det utviklet en del hypoteser om hvordan arbeidsprosessen kan ha sett ut. Disse hypoteser ble prøvd og videreutviklet i praktiske forsøk.

Resultatene viser at det er mulig å bygge diagonalstilte gratsperrer på flere forskjellige måter. Noen av disse er kjent fra andre sammenhenger, så som loddrett parallellforskyvning, utslag eller bruk av tau. Andre er spesifikk for den diagonalstilte gratsperren.

For det ene viste det seg at gratsperrens nedre del, fotpunktet, kan merkes meget enkelt ved bruk av den allerede kjente vinkelen til takfallet. Metoden ville gi en god forklaring på gratsperrens diagonale stilling.

Det andre er det vi kallet for kinningsperremetoden. Kinningsperren er en sperre som ligger midt i valmen mellom gratsperrene. I sammenskjæringer er det hugget flater på den som minner på kinninger som de er kjent fra laftingen. Også denne metoden er svært enkelt gjennomførbart og svarer i tillegg veldig bra på både de observerte sporene og den kulturelle bakgrunnen.

ABSTRACT

Recently there have been discovered examples of an up to now unknown type of hip-rafter. This type is characterized by a square cross-section where the diagonal is in plumb. It lies symmetrically between the two roof surfaces and none of the hip-rafter's faces is parallel to either of the roof surfaces. Both sets of jack rafters or purlins have birdsmouth joints.

Examples have been found in different parts of Norway for a period ranging from the beginning of the 18th to the middle of the 19th century.

The focus of the thesis is on reconstruction of layout and marking procedures. As a starting point, two buildings were documented, one from Trondheim and one from Bergen. In addition, observations are used from other buildings. The background of carpenters and roof framers in the actual period is described through literature researches.

Based on the information gathered, several hypotheses were developed on how the work process may have looked. These hypotheses were tried and further developed in practical experiments.

The results show that it is possible to build diagonal hip-rafters in several different ways. Some are known from other work situations, such as marking by plumb, layout or the use of a rope. Others are specific to the diagonal hip-rafter.

It turned out that due to the 45° turning the lower part of the hip rafter, the foot point, can be easily marked using the ordinary roof angle. The method would give a good explanation of the diagonal positioning of the hip rafter.

The second is what we called the "kinning"rafter method. The kinningrafter is a common rafter in the center of the adjacent roof that meets the first pair of rafters of the main roof with an abut joint. At the meetings with the hip rafters there are axed slightly beveled surfaces, "kinnings" as they are known from log building. This method does not require any layout and only a minimum of measuring and it responds very well to both the observed traces and the cultural background.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	3
Sammendrag	5
Abstract	6
Innholdsfortegnelse	7
1 Innledning.....	10
1.1 Hva er en diagonalsgratsperre	10
1.2 Målsetting og Problemstilling	11
1.3 Utgangsmaterial/ empirisk fundament.....	12
1.4 Metode	13
1.5 Avgrensning	14
1.6 Disposisjon av oppgaven	14
1.7 Ordliste	15
2 Bakgrunn/Hoveddel	18
2.1 Valmtak	18
2.2 Valmtakets introduksjon i brannregulativer på 1800 tallet.....	20
2.3 Takgeometri på skolebenken	22
2.4 Utslag	25
2.5 Forskjellige måter å bygge valmtak.....	27
2.5.1 Merkestrategier.....	32
2.6 Utbredelse	33
2.6.1 Liste over kjente bygninger, årstall.....	33
2.7 Oversikt over litteratur.....	34
2.8 Hvem bygget dem	35
3 Oppmåling/dokumentasjon	43
3.1 Trondheim	44

3.2	Bergen Kronstad Hovedgård, Dokumentasjons beskrivelse	57
3.2.1	Innledning	57
3.2.2	Historie.....	58
3.2.3	Bygningsfakta	60
3.2.4	Elementer i takkonstruksjonen.....	61
3.3	Andre bygninger - Beskrivelse av forskjellige møneløsninger, fotpunkter.....	72
3.4	Møne- og fotpunkter Finn en annen overskrift	78
	Kinningssperre	78
	Møneløsning i Gamle Bergen.....	79
4	Drøfting	80
4.1	Sammendrag av interessante punkter	80
4.2	Utvikling av hypoteser.....	84
5	Praktiske forsøk.....	88
5.1	Parallellforskyving i lodd, Trondheim.....	89
5.2	Parallellforskyvning i lodd, Bergen.....	90
5.3	Kinningssperre Bergen	91
5.4	Tau metode 1 Trondheim.....	92
5.5	Tau metode 2, Bergen	93
5.6	Utslag 94	
5.6.1	Klassisk takgeometri (lærebok).....	94
5.6.2	Merking etter takfall og kanting etter flukt.....	95
5.6.3	Kanting etter utslag.....	96
5.7	Joe Thompsons metode	97
5.8	Skiftesperre, Bergen	99
5.9	Ås med vinkel og passer Trondheim	100
5.10	Merking av klauv med vinkelmal, Trondheim.....	101
5.11	Oppsummering av forsøkene.....	102

6	Konklusjon	104
7	Utsikt	108
8	Vedlegg.....	109
9	Bibliografi	110

1 INNLEDNING

1.1 HVA ER EN DIAGONALSGRATSPERRE

Ved en befarings på loftet til Kjøpmannsgata 27 i Trondheim ble en ukjent type gratsperrer oppdaget, og spørsmålene ble mange da ingen tidligere hadde sett denne typen. For ca. et år siden traff vi Axel Weller som også hadde oppdaget denne typen på et loft i Bergen. Altså to fullstendig tilfeldige og adskilte tilfeller.



Bilde 1

Når en i ettertid har fått opp øynene for dette elementet har det dukket opp flere tilfeller blant annet på Bryggen i Bergen fra starten av 1700 tallet, som er en del av UNESCO verdensarvliste.

Bygningselementet er fullstendig fraværende i litteraturen i Norge, verken i faglitteratur eller bygningshistorien er det funnet, og også på verdensbasis er dette fenomenet fullstendig ukjent. Dog skal det nevnes at Axel Weller har forhørt seg i ulike bygningsmiljøer i Europa og fikk svar fra Joe Thompson som har observert en type diagonalt stilte gratsperre i England, i tre bygg fra 1500 tallet.

Gratsperretypen skiller seg tydelig bort fra den type som er kjent i resten av verden, med loddstilte sider, ved at bjelken er vippet helt diagonalt. Med andre ord snittet til gratsperret er diagonalt stilt i forhold til lodd og kan minne om en sirupsnipp. Dette er helt ukjent for håndverkere i dag, heller ikke bestefar generasjonen har engang hørt om det.

En diagonalstilt gratsperre er et gratsperre som er vippet sideveis slik at det får hjørnene på tverrsnittet opp og ned, samt til hver av sidene. Skiftsperrer og åser ligger an mot gratsperret med klauv fra begge sider. Denne typen er kun funnet i eldre bygninger fra tidsrommet 1700 til 1860 altså fra Barokkens inntreden og frem til industrialiseringen.

Gratsperret ligger fra hjørnene på et valmtak. Valmtaket ble populært i Norge med barokkens inntog. Når det gjelder takkonstruksjonen på denne byggestilen er den særtegnnet med at det er takfall mot alle siden på huset, derav valm i stedet for gavlvegg på kortsidene. I hjørnene der hvor takene på to sider møtes ble det lagt inn en gratsperre. Vi får også en gratsperre dersom huset har vinkel form i grunnflaten med takfall som følger vinkelen.

Det som er spesielt og særlig interessant er at vi ikke har funnet noen litteratur, kunnskap eller kjennskap om dette diagonalstilte gratsperret. Da med unntak av noen nylige observasjons bilder fra Weller og Oalann, Samt Thomsen. Også nettopp den diagonale plasseringen er interessant fordi det gir noen ekstra utfordringer blant annet når skiftesperret skal tilpasses inntil gratsperret.

Vi står altså overfor et svært interessant bygningselement fra en begrenset periode hvor kunnskapen er så godt som ikke eksisterende.

I denne oppgaven vil vi derfor studere noen eksempler for å finne spor som kan fortelle oss hvordan arbeidsmetodene har vært. Ut fra dette finner vi tegn som kan sannsynliggjøre hva som har gjort at denne typen har blitt valgt.

Gjennom våre befaringer ser vi at tidligere reparasjoner av slike gratsperrer er svært mangelfull, denne oppgaven kan være en begynnelse til en viktig kilde til kunnskap for videre forskning.

1.2 MÅLSETTING OG PROBLEMSTILLING

Så langt vi har kunnet finne er det ingen kunnskap om den «Diagonalstilte gratsperre», verken i litteraturen eller i manns minne. Derfor vil målet av denne oppgaven være å skape en grunnleggende viten om den. Et sentralt spørsmål er hva har vært motivasjonen eller «hvorfor ble den bygget?». Selv om svaret i de fleste tilfeller vil være «fordi det var tradisjon» burde det ligge noen styrker i bunnen som gjorde det mulig at tradisjonen først kunne oppstå, spre seg og holde seg over flere generasjoner.

Spørsmålet om motivasjonen viser seg fort som ganske kompleks og den krever at fenomenet settes i en viss kontekst. Det dukker opp mange delspørsmål som «når og hvor ble den bygget?», «hvordan ble den bygget?» og «hvem bygget den?»

Med tanke på vår kompetanse som praktiserende håndverkere og ressursene en har i en bacheloroppgave vil vi konsentrere oss på delspørsmålet «hvordan?». Likevel blir det nødvendig å gå inn på de andre spørsmålene og skape en kontekst for å forstå f.eks. hvilke verktøy har vart aktuelle.

1.3 UTGANGSMATERIAL/ EMPIRISK FUNDAMENT

Vi har valgt å dokumentere takkonstruksjonen på to bygninger i detalj, samt registrere ved befarings en håndfull andre bygninger og deres særtrekk i takkonstruksjonen. Det er også gjort litteratursøk i både norsk og utenlandsk litteratur. Dette sammen med samtaler med tradisjonshåndverker med erfaring fra mange land og intervju av aktiv 85 årig byggmester har ført frem til den kunnskap som er samlet mellom disse permene.

De to bygningene er Kjøpmannsgata 27 i Trondheim og Kronstad hovedgård i Bergen. Befaringene av andre bygninger er gjort i nabobygninger i Kjøpmannsgata, bryggen i Bergen samt museet gamle Bergen. Andre bygninger er også registrert ved navn fra forskjellige steder i Norge uten at de er befart. Litteraturen listes opp i slutten av oppgaven og omfatter et stort utvalg av litteratur rundt bygningshåndverk og historie. Tradisjonshåndverkeren er Axel Weller som blant annet har jobbet i Tyskland, Sveits, Kina, Japan, Norge og Sverige hvor han nå er bosatt. Byggmester Morten Mortensen som siden 1950 holdt på med bygningshåndverk og lært blant annet takgeometri etter utslagsmetoden er fortsatt aktiv og kan fortelle om bygningshåndverkets utvikling i Norge uten at han har kjennskap til den diagonalstilte gratsperret.

1.4 METODE

Det finnes ingen eksisterende teorier eller hypoteser om den diagonalstilte gratsperret som kunne overprøves eller forbedres. Det vil være oppgaven til foreliggende arbeidet å formulere slike hypoteser. Til dette egner seg best en kvalitativ undersøkelse i forbindelse med en induktiv forskningsmetode. En kvantitativ overprøving bør skje på et senere tidspunkt.

De viktigste kilder som finnes i denne forbindelse er stående bygninger. Til undersøkelsen ble det valgt to eksempler, Kjøpmannsgata 27 i Trondheim og Kronstad Hovedgård i Bergen, hvor takkonstruksjonen på begge ble dokumentert på detaljnivå. Resultatene ble komplettert av observasjoner fra andre bygg. Dessuten ble det søkt åpent etter andre relevante informasjonen for å sette sammen et så helhetlig bilde som mulig. Dette innebærer litteratursøk og intervjuer både på biblioteker og i arkiver, men også egne intervjuer ble foretatt.

Relevante resultater ble sammenfattet og ordnet. På dette grunnlaget ble det i diskusjoner, på tegnebrettet og ved hjelp av modeller utviklet foreløpige hypoteser. Nye informasjonen hjelper til å finjustere hypotesene og jo klarere disse ble jo mer målrettet kan søket etter nye informasjonen gjennomføres. Det var også anledning å gå tilbake til de dokumenterte bygninger og se på detaljer i lys av nye ideer.

En sentral rolle i denne prosessen hadde de praktiske forsøkene som ble gjennomført. De foreløpige hypoteser ble prøvd så nær virkeligheten som mulig. Det var ikke anledning til å bruke tømmer i samme lengde som i de dokumenterte bygninger, men dimensjoner og overflater (skantet tømmer) var ganske lik originalen og det ble brukt tilnærmet autentisk verktøy fra den aktuelle tiden. Det ble avholdt to samlingsuker med praktiske forsøk, en i Trondheim og en i Bergen hvor også befaringer ble en del av arbeidet. Forsøkene var viktige informasjonskilder som hjalp til å bekrefte, forkaste, modifisere og videreutvikle hypotesene. Også arbeidet med oppmåling, håndtegning og skriving av rapporter har blitt en viktig kilde til klargjøring av hypotesene.

Gunnar Almevik beskriver en slik framgangsmåte som «ett vekselspill mellom empiriske materialundersøkelser og hypotesdrivne hantverksforsøk» (Almevik, 2017) og kaller det den forensiske perspektiven i bygningsundersøkelser (Almevik, Byggnaden som kunskapskälla, 2012).

Oppgaven vil ikke kunne konkludere med fullgyldige svar. Det empiriske fundamentet den støtter seg på er ikke representativ og de formulerte hypotesene må nødvendigvis betraktes som provisorisk. De skal heller ansees som utgangspunkt for videre forskning.

1.5 AVGRENSNING

Vi holder oss i hovedsak til to bygninger, samt et begrenset antall informanter, altså ikke noen kvantitative undersøkelser. I dette tilfelle finnes ikke noe forkunnskap å bygge videre på, slik at vi selv trenger å bygge opp konteksten til problemstillingen, det er derfor vanskelig å avgrense oppgaven tydelig da en trenger å bruke alt en kommer over for å få en viss bredde og sannsynlig fremstilling. Oppgaven er likevel begrenset, ettersom vi har valgt å ikke gå systematisk gjennom all litteratur som finnes.

1.6 DISPOSISJON AV OPPGAVEN

Det første kapittelet gir en kort forklaring av hva en diagonalstilte gratsperre er og hvor det blir brukt i en takkonstruksjon. Videre viser det hvordan oppgaven er bygget opp, hvilken målsetting og fundament oppgaven bygger på.

I oppgavens 2. kapittel skal det skapes en teoretisk bakgrunn for valmkonstruksjoner generelt og behovet for gratsperret, samt forskjellige måter å bygge et valmtak. Dette gir innsikt i de bakenforliggende forholdene som kan påvirke utviklingen og utformingen av gratsperret. Det framlegges hvorfor diagonalstilte gratsperrer kan kalles en egen byggeskikk eller byggemåte. Til dette brukes hovedsakelig litteratur, støttet av samtaler, intervjuer og egne erfaringer.

Ved å vise detaljert oppmåling og dokumentasjon, i kapittel 3, av stående originale takkonstruksjoner med diagonalstilte gratsperrer gir vi en oversikt over de konkrete problemstillinger og spørsmål, samt en oversikt hvor en kan se de punkter som er beskrevet i teksten og forsøkene.

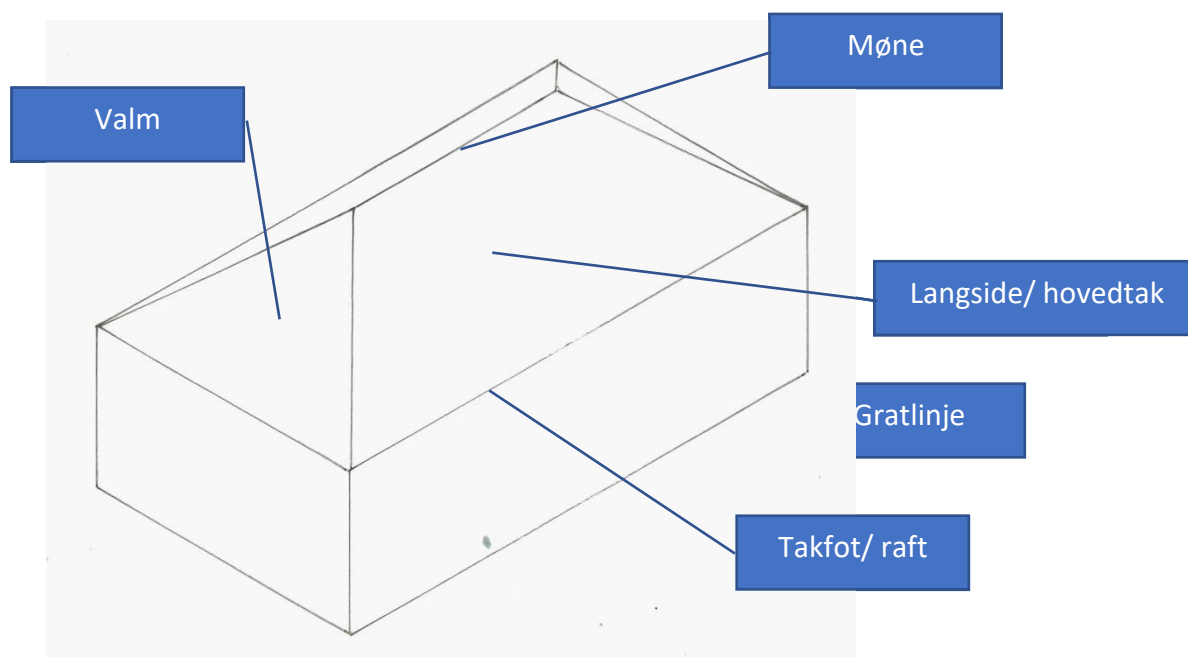
I kapittel 4 oppsummerer vi forskjellige interessante punkter og problemstillinger frem mot en drøfting av ulike hypoteser som kommer frem.

Disse hypotesene prøves i kapitel 5, og settes ut i virkelighet gjennom beskrivelse av praktiske forsøk som er gjort ved to anledninger. Gjennomføringen av disse forsøkene er dokumentert steg for steg i hver sin rapport. Disse rapportene er omfattende og ligger derfor som vedlegg og bør leses i sin helhet for å få best mulig forståelse for sammenhengen til den konklusjon som kommer frem i kapitel 6.

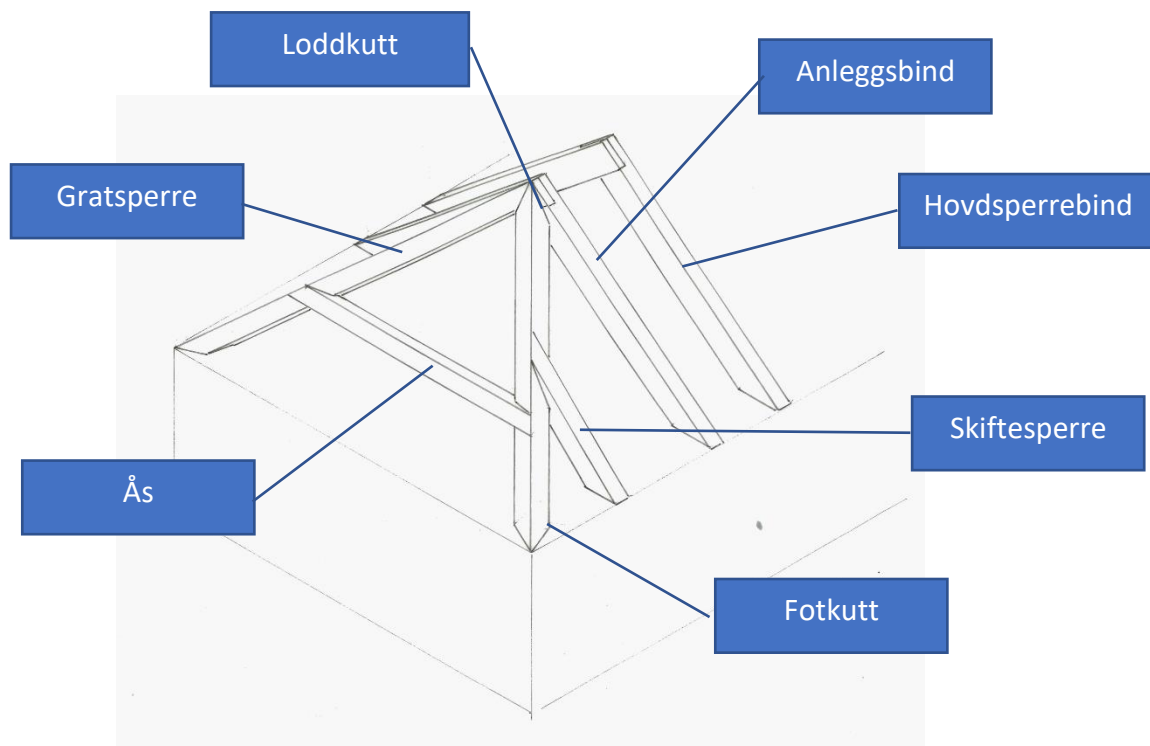
I kapittel 6 finnes en kort oppsummering av de forsøk som er utført samt en konklusjon som må betraktes som midlertidig, da det blir for tidlig å sette strek under svaret før en har gjort en kvantitativ undersøkelse både i feltet og i litteraturen verden over.

1.7 ORDLISTE

med en liste over ord som er brukt i teksten, sammen med en forklaring slik ordet er tenkt forstått i denne oppgaven. Ettersom temaet er nytt og det på flere steder ikke finnes ord i språket, har gjort det nødvendig å lage noen nye ord for å enklere få frem hva vi skriver om. Disse ordene og en del andre fagord blir presentert nedenfor sammen med en tegning som viser plasseringen av bygningsdelene i takkonstruksjonen.



Bilde 2



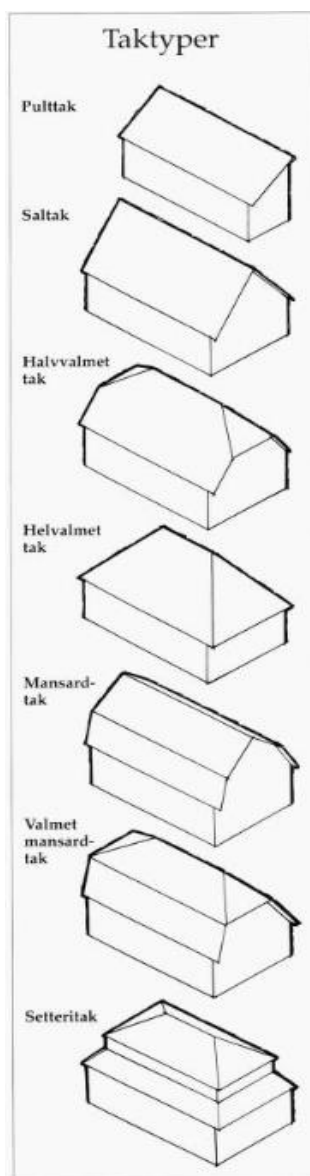
Bilde 3

Ord:	Betydning:
Anfallspunkt	Punkt hvor gradlinjene møter mønepunkt,
Anleggsbind, Anleggssperre	Sperrebindet som gratsperretgratsperret støtter seg inntil i møne.
Avbindingsplass	Til kapping og forarbeiding av trekonstruksjoner, oppslag, kapping, tilhugging og tilpassing. (Hauge, 1994)
Avgrating	Tilpassing av oversiden av den loddstilte gratsperre i takflaten.
Flukt	Når et emne ligger i samme linje.
Fotkutt	Kuttflaten som går horisontalt i bunnen av sperret/ gratsperret. Danner anleggsflate mot bjelke eller annen oppleggs flate.
Gratsperre	«Skråstilt drager som går fra utvendig hjørne til mønet i et valmtak eller vinkeltak» (Hauge, 1994).
Gradlinje	Det linjen som danner knekkpunktet mellom to takflater.
Hovdsperrebind	Sperrebind som ligger i hovedtaket der det ikke er noen tilpasninger.

Kinningsperre	En sperre som ligger midt mellom gratsperretgratsperret i et valmtak. Sperret har anlegg inn mot anleggsbindet og har kinning (avfasing) på begge sider i nedre kant av loddkuttet. (Ordet er blitt til gjennom arbeidet med diagonalgratsperret) « <i>Retthogd flate på stokksidene i laftet</i> » (Hauge, 1994)
Klauv/Klave	En tilpasning inn mot annen konstruksjonsdel. Her brukt om skiftesperre enden som blir tilpasset inn mot gratsperret.
Knippings	Kommer av «rang-knepping» henviser til stavbyggets langlina ligger på stavene langs etter langveggen, i høyde med raftet.
Loddkutt	Kuttflaten som går i lodd i øvre kant av sperret.
Midtsperre	En sperre som ligger midt mellom gratsperretgratsperret i et valmtak.
Røstet	(a) « <i>Gavltrekanen i hus med saltak</i> » (Hauge, 1994).
Skante	Tilhugging av plan flate med Bile. Ofte brukt for å lage firkantede stokker til bygningstømmer.
Skiftesperre	Et sperre som ligger inn mot gratsperret i forskjellige lengder tilpasset plasseringen i valmtaket.
Skifting	Generelt uttrykk om takkonstruksjoner utført etter utslag.
Sperre	Bærende bjelke som følger takfallet fra takfot til møne.
Sperrehakk	Uttak i bjelke hvor sperrefoten hviler.
Sperreverk	Takkonstruksjon med sperrer som bærende element.
Taktro	Bærende kledning på en takflate.
Toppkutt i klauven	Kuttet som ligger i flat vinkel i toppen av klauvet på en skiftesperre eller Ås.
Frontkutt i klauven	Kuttet som ligger i fronten av klauvet og går inn mot undersiden av skiftesperre eller Åsen.
Vannkapp	Sagsnitt som går vannrett hele veien gjennom et emne.
Smig	Spiss eller stump vinkel mellom to flater.
Ås	Bærende bjelke som ligger horisontalt i takflaten mellom to bærende sperrebind eller gavlvegg.
Fotingsrøst	Takkonstruksjon hvor sperren er låst fast i en sperrelunne. (Hauge, 1994)
Pregeorgian	Gradsperre type fra tiden før 1714 i England
Løftebukk	Heiseanordning i Kjøpmannsgata 27
Mønepunkt	Punkt i møne hvor gradsperran ligger an.
Fotpunkt	Hvor gradsperran ligger an i bunn.
Kanting (av GS)	Nøyaktigheten på den loddstilte diagonalen til gratsperret.

2 BAKGRUNN/HOVEDDEL

2.1 VALMTAK



Bilde 4

En hel valm skapes når røstet på gavlveggen erstattes med en takflate som danner en trekant, hvis øvre spiss er et stykke inn på møne og sidene er i raft høyde på hvert hjørne av bygget.

På halv valm blir den øverste delen av gavlen dekket av den trekantede takflaten. Takformen kan tilpasses et mansardtak og et saltak. (Hammerlin, 2019)

Valmtaket i Norge kan ha røtter tilbake til både langhusene og stavkirkene hvor av-valming synes. På langhusenes avrundede gavlparti ses sperre der ligger i vifteform, noe som kan minne om en valm.

I tiden før år 1650 i høymiddelalder og renessanse er valmtak (pyramidetak) vanlig kun i kirketårn og på klokkestøpul.

Det helvalmet tak blir for alvor introdusert med barokken i perioden 1650-1760 (Drange, 2000, s. 12), og i tiden mellom den store nordiske krigen 1699-1720 og Napoleons krigene 1800-1815 var det stor byggeaktivitet.



Bilde 5 Stiftsgården Trondheim oppført 1774-78, hel valm (Schrøder, Ukjent år).

En fremvoksende handelsborgerelite også kalt «Patrisierne» (Fasting, 1999, s. 66), drev bergverksvirksomhet og tømmereksport i stor skala. De byggede lystgårder og paleer i tre, etter europeiske forbilder.

Andre takkformer kom sideløpene med helvalmen, såsom setteritak og mansardtak. I tillegg kom det både takryttere, kobbhus, og arker på takene. (Fasting, 1999, s. 67)



Bilde 6 Vertshus, Bærumsverk med halv valm, oppført ukjent (S. Holm Riksantikvaren, 1970)

Valmtaket holder seg stabilt i stilperiodene rokokko (1760-1790), klassisisme (1780-1810) frem til empire perioden (1800-1835), hvor helvalmen viker for halvvalmen som etter hvert blir vanligere.

I perioden 1600 til 1800 tallet bygges rundt 600 kirker hvor valm ses i tårn og spir samt i tak flaten ellers, noen steder.



Bilde 7 Vågå kirke, Oppland oppført 1625-27. BemerK Klokke støpul i forgrunnen med pyramidetak. (Herman C. Neupert, ukjent år)

Hel og halvvalmtak er i dag vanlig mange steder i Norge, uavhengig av stilperiode.

2.2 VALMTAKETS INTRODUKSJON I BRANNREGULATIVER PÅ 1800 TALLET

I 1800 tallets Norge, var bybebyggelsen i all hovedsak oppført i tre. Tilgangen på tre var god og håndverkstradisjonene dikterte bruken derav. Materialet har mange kvaliteter, ikke minst dens brennbarhet.

Brann var en ulykke som slo ned i alle byer, og frykten for «den røde hane» må ha vært til å føle på. Når en brann hadde herjet og askelagt et område, måtte man klok av skade forsøke å gjenoppbygge på en mindre brannfarlig måte. Etter at København brent i 1795, ble det utferdiget brannregulativer, som på 1800 tallet ble brukt som rettesnor her til lands.

I 1841-42 brant det i Trondheim, deretter utferdiges en omfattende offentlig regulering av byggevirksomheten. I kjølvannet ble lover vedtatt på stortinget og et embedsmanns apparat opparbeidet. Reguleringene spente bredt fra, murtvang, bredere gater, strengere krav til piper, utskifting av tre takrenner etc. (Larsen, 1989, s. Del 3.1.). Dette ble starten på en strukturert omkalfatring av byene med hensyn til brann. Veien frem dertil hadde vært lang, hver by hadde sine regler og brannvernforordninger, som vanskelig lot seg følge. Gjenoppbyggingen forløp ofte i høyt tempo og etter samme grunnriss som før- tett i tett med brannfarlige trehus. Et eksempel fra Bergen, viser hvordan en brann, også i den grad ble benyttet til innførelse av ny arkitektur.

«De husene som kom opp på Strandsiden etter brannen i 1756 hadde en annen karakter.

Det ser ut til at det typiske kjøpmannshuset, av enkelte kalt «arkhøyhuset», ble innført etter denne brannen» (Bækken, 2002, s. 79).

Det viser sig dog at hus med ark var svært brannfarlige. Hvilket fremgår av følgende utdrag.

«Etter en mindre brann i nærheten av Nykirken i 1800 ble det forbudt med arker og kvister. Taket på alle nye hus skulle være jevnt og likt på alle sider, altså valmtak» (Bækken, 2002, s. 80).

At valmtaket bliver lov påbudt, er interessant og kan vitne om erfaringer med dets fortrinn i forhold til brann. Dog er ark og kvister fortsatt svært vanlig inntil, år 1830 hvor Bergen får en bygningslov og deretter blir det mere vanlig å bygge med valm på nybygg (Bækken, 2002, s. 81).



Bilde 8 Fjordgata Trondheim, (Lindahl, www.nb.no, 1880)

Under brannen i april 1841 brant samtlige brygger i Fjordgata i Trondheim og i 1842 alle bryggene i Sandgata. Bryggene var bygget med saltak og plassert med gavl mot gaten og elven, det viste seg at spesielt mønespissen var mottakelig for brannspredning (Larsen, 1989, s. del. 3.7). Ved utarbeidelse av en provisorisk anordning i 1841, blev gavlproblematikken tatt opp og en rekke tiltak vedtatt (Larsen, 1989, s. 269).

«I § 10 ble det bestemt at» Søboderne (bryggene) kunne opføres efter samme form som hidtil med mønespids, dog at denne mod gaden beklædes enten med panel-steen eller jern, og at umiddelbar under samme ikke maa have aabninger eller huller» (Larsen, 1989, s. 270).

Ved gjenoppbyggingen valgte byggherrene dog å se bort fra denne paragraf og i stedet bygge med «bruket mønespiss» eller halvvalm, men dette var ikke påkrevet på bygg utenfor bykjernen.

Knut Einar Larsen, lansere følgende teori om halvvalmen sin ankomst:

Vi må gå ut fra at også bryggeeierne aksepterte at det var behov for en ny løsning på gavlproblemet. Derimot ble påbudet i den provisoriske anordning antakelig oppfattet som både en teknisk og økonomisk uheldig løsning. Kanskje mente man også at det ville bli stygt? Vi kan tenke oss at en bryggeeier eller en byggmester har fått idèen om å lansere et slags «teknisk bytte»: Om mønspissen brekkes, så fjernes den potensielle brannfare og man kunne slippe å kle mønspissen med ildfaste materiale (Larsen, 1989, s. 270).

Noe som indikere at den «nye» halvvalmen for alvor er blitt mote på bryggene i Trondheim, er et skriv fra formannskapet i Trondheim i 1843 til justisdepartementet. Det blir her hevdet at flere forbedringer under oppbyggingen i 1841-42, ble gjort selv om disse ikke var påbudt.

«... men derimot forbunden med opoffrelse og bekostning for de private eiere. Saaledes var brækket mønnespids paa en brygge mod fjorden neppe forsøgt, forinden methoden der fandt almindelig anvendelse og endog befulgtes andre steder. Ja, taget paa en nysforud fuldført brygge, omdannedes endog derefter» (Larsen, 1989, s. 270).

Dette er trolig starten på en ny æra for halvvalmen på de Trondheimske brygger.

Om valmtaket fra begynnelsen, har sitt utspring i dets brannhemmende funksjon er vanskelig å konkludere. Men erfaringen fra de allerede eksisterende valmtak, kan ha gitt grunnlag for at konstruksjonen var å foretrekke. I eksemplet fra Trondheim kan det tyde på at halv valmen på bryggene, bliver «mote» med forbilde i Fjordgata bryggene. I perioden 1850 til 1875 ble et dusin brygger i Kjøpmannsgata revet og bygget opp igjen, flere av disse ble reist med halvvalmet tak. Heriblant nr. 27 som er et av gruppens studieobjekt, som også har den diagonalt stilte gratsperregratsperre i halv valmtaket. Se mere derom i kapitel, 3.1.

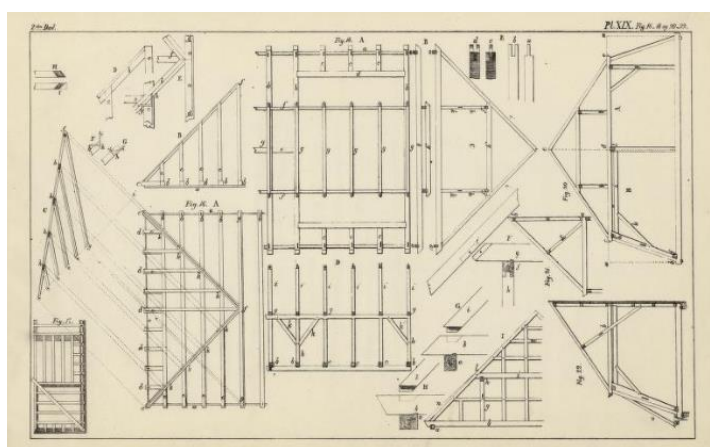
2.3 TAKGEOMETRI PÅ SKOLEBENKEN

På starten av 1700 tallet var Norge et tynt befolket land, med relativt små byer. Det var høykonjunktur i landet, hvilket krevde arbeidskraft i skogene og ved bergverksvirksomheten. Samtidig var det stor etterspørsel på arbeidskraft til byggevirksomhet.

De nye barokkanlegg og byutviklingen organisertes av datidens byplanleggere med bakgrunn som militæringenjører. Etter Norges selvstendighet skulle et nytt land bygges, likeså det nasjonale sinnlag. I 1844 ble en riksantikvar utnevnt og nasjonalromantiske krefter fremhevede tiden før reformasjonen som forbilledlig, især hva gjaldt byggeskikk. De mørke år hundrede unner danskeveldet skulle viskes bort, samtidig som en ny nasjon skulle bygges opp etter europeiske idealer (Brochmann, 1979, s. 12).

Etter disse idealer vokste en gryende sivilingeniør og arkitektstand frem, også fordret av industrialiseringens komplekse behov. Eksempelvis i Trondheim, hvor restaureringen av Nidarosdomen avfødte landets første ingeniørutdanning i år 1860 (Fasting, 1999).

Sammensatte takkonstruksjoner herunder valmtaket var en teknisk utfordring for håndverkeren å løse. Hjelp fikk han av skolene som i perioden ble mere vanlig, f.eks. Bergen tegneskole som underviste i frihånd og konstruksjonstegning (Strand, 1992, s. 26).



Bilde 9 fra T. Broch, 1848

På denne tiden kommer de første lærebøker som håndverkeren kunne støtte seg til, f.eks. «Lærebok i bygningskunsten» av Theodor Broch. Disse var påvirket av kontinentets tradisjoner hva takgeometri angår. Loddstilte gratsperre etter utslag er den enerådende. (Broch, 1848)

Kompleksiteten i utførelsen av en valm konstruksjon blir understreket i følgende sitat fra en dansk lærebok utgitt i 1920:

«Medens konstruktionen af Tage over Bygninger med murede Gavle ikke volder stor Vanskelighed, vil der ved Valmtage og sammensatte Tage undertiden fremkomme Konstruktionsdele, som kræver stor teoretisk Dyktighed hos den, der skal forestaa Arbejdet, ja selv ved simple afvalmede Tage skal Opsnøringen af de i Skæringslinierne anbragte Tømmerstykker og Spærenes Tilslutning til disse udføres med stor nøjagtighed» (Kristensen, 1920, s. 109).

Takkonstruksjoner kom til å få en sentral rolle i tømmerfaget i perioden 1850 til 1900. Utviklingen under hamskiftet, da landbruket ble lagt om fra selvberging til handelslandbruk,

fordres større driftsbygninger. Det er da sveitserperioden slår inn. Sveitserstil er utover arkitektur også en ny type byggesystem som muliggjør store volumer (Steinar Moldal, 2018).

Industrialderen er på sin høyde og byene har fremvekst av arbeidere, der trenger hus. Mange bygårder blir bygget i perioden, samt industribygg, vannkraftverk, skoler, etc. Effektiviseringen av samfunnet tar innpass på alle fronter, også når det gjelder bygging av valmtak.

For en lærling innen tømmerfaget var det på den tiden viktig å beherske en grunnleggende forståelse for takgeometri og dette var en sentral del av svennestykket. I et intervju med byggmester Morten Mortensen fra Sotra utenfor Bergen, beretter han om da han tok svenneprøve som tømmer i 1958. Den teoretiske prøve bestod blant annet av utslags tegninger av et valmtak. Byggmester Mortensen beretter:

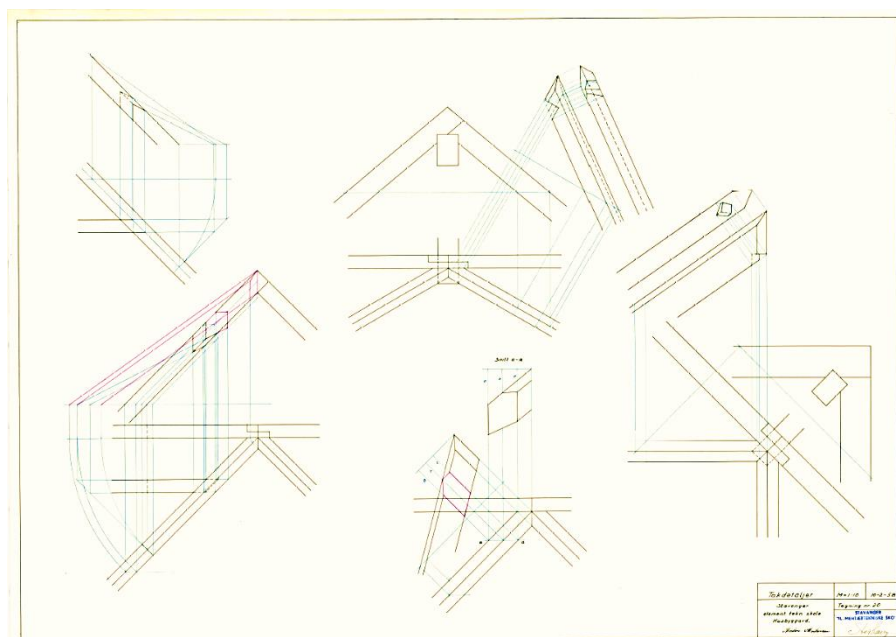
«Det var veldig få som tok svennebrev, fra Bergen var det et par stykker hvert år. Egentlig skulle de gå opp etter fire år, men de sleit, de manglet trening» (Mortensen, 2019, s. Opptakk nr.2 minut 4 til 7).

Arkitekt og lærebokforfatter N. Peder Nielsen oppsummere i boken «Avbinding av takkonstruksjoner» status rundt takgeometri anno 1932, sitatet underbygger Mortensens sitt utsagn.

«Man hører ofte den unge svenn klage over at han ikke får lov til å være med på det interessanteste av alt tømmerarbeide, skiftingen. De forholdsvis få som virkelig kan «kunsten» vil helst ikke utlevere «knevene». Den virkelige fagmann på dette område omgir seg ofte med en vis mystikk, og svarer kun undvikende på direkte spørsmål til ham om hvorledes han gjør dette eller hint. Dette med at han ikke vil utlevere «knevene» har oftens sin grunn i at han i virkeligheten ikke er så helt inne i hvad han selv gjør, og som følge derav ikke vil innlate sig på forklaringer, og dette er jo forståelig» (Nielsen, 1932, s. 3).

Rundt år 1860 vinner skolene innpass og danner grunnlaget for skoleringen i takgeometri. Det er i denne sammenheng bemerkelsesverdig at den diagonalt stilte gratsperre kun er observert i bygg fra tiden før

ca. 1860. Det kan være en sammenheng mellom diagonal gratsperrets slut og den skolerte takgeometriens oppstart Frem til 1968 var takgeometri en fast del av svenneprøven i



Bilde 10 Takgeometri tegnet av Morten Mortensens ved Stavanger elementærtekniske skole, 1958.

tømmerfaget [OB] (Frøstrup, 1985, s. 9) Siden da ble håndverksmessige avbunnet takkonstruksjoner foretrekt til fordel for de industrielt produserte «takstoler». Gradvis har kunnskapen om takgeometrien forsvunnet i Norge.

2.4 UTSLAG

Metoden som beskrives i lærebøkene kaller vi for utslagsmetoden. Sanne lengder og vinkler bestemmes ved hjelp av beskrivende geometri. Kjente projeksjoner som plan- og snitt tegninger kombineres for å utvikle en todimensjonal framstilling av gratsperret. Mål og vinkler kan så enten overføres ved hjelp av løsvinkel eller ved å legge tømmer direkte på (full skala) tegningen. Utslaget kan utføres på et ferdig gulv, et bjelkelag eller på enkelte planker lagt ut der snorslagene skal havne.

Slike framgangsmåter er f.eks. beskrevet i 1731 av Johan Jacob Schübler i Tyskland (Schübler, 1731), som viser forskjellige måter for utslag i full størrelse, og 1675 av John Brown i England (Brown, 1675), som bruker en kombinert løsvinkel og regnelinjal for å jobbe på tegninger i

målestokk. Mye litteratur finnes det også i Frankrike, bl.a. Louis Mazerolles verk «Traité théorique et pratique de charpente» fra 1884 (Mazerolle, 1986).

Vi må imidlertid anta at teknikken er eldre. Komplekse konstruksjoner som tårnhjelm er det vanskelig å forestille seg at de ble bygget uten en detaljert plan. Gunnar Rønningen sannsynliggjør dette for bl.a. Innset kirke fra 1642 (Rønningen G. , 1993, s. 49).

Å bruke et utslag har noen fordeler. Arbeidet på bakken er mer komfortabelt og dermed oftest mer effektivt. I mange tilfeller skal det lages flere like bygningsdeler (f.eks. fire gratsperrer til fire hjørner) som kan lages på samme utslaget. Også nøyaktigheten av metoden bidrar til effektiviteten. Enda en grunn for å bruke utslaget kan være yrkesstolthet og ønsket om å bruke kunnskapen man sitter inne med.

Norske lærebokforfattere fra slutten av 1800tallet og begynnelsen av 1900tallet har en klar holdning. Edvard Kolderup skriver 1891 i sin «Haandbog i Husbygningskunsten»:

«Dette Arbeide maa udføres paa selve Tømmerpladsen eller Tillaget og ikke, efterat Tømmeret er bragt op paa Taget. Mindre dygtige Tømmermænd er ofte tilbøielige til at ville udføre den finere Tilpasning af Smigfladerne etc. oppe paa Taget, altsaa «Skiftning i Luften»; men saadant bør aldrig tillades, da der heraf resulterer et daarligt Arbeide, der derhos forvolder stort Besvær.» (Kolderup, 1891)

Andreas Bugge deler denne meningen i sin «Husbygningslære» fra 1918:

«Forat den sammensatte taks ryg-, rende- og vekselspærrer kan bli rigtig og til like hurtig og billig utført, maa de være færdig tilskaaret og tilpasset før de bringes opp paa loftbjelkelaget for at «reises». Dette kræver imidlertid at vedkommende tømmermand som skal forestaa utførelsen, har noget kjendskap til beskrivende geometri. Har han ikke det, maa tilskjæringen og tilpasningen ske i og med reisningen av spærreverkett med den følge at arbeidet blir unøiaktig utført, gaar langsomt og kan hindre de andre haandverkere ...» (Bugge, 1918, s. 507).

Sitatene kan dog leses både bokstavelig eller som et tegn på en rådende skikk som forfatterne med sin arkitektbakgrunn ikke var enige i og må ikke nødvendigvis gjelde for 1700tallets tømreere.

Valmtak har stor utbredelse i verden forøvrig, men når det kommer til det konstruksjonsmessige er det så langt kun observert diagonalt stilte gratsperre i Norge, med unntak av noen få eksempler fra England og Sverige.

Axel Weller, tysk tømmer med stor kjennskap til takgeometri og erfaring fra Europa og store deler av Asia, forteller i samtale:

«Skifting (valmkonstruksjoner) finnes overalt i verden og alle kulturer har utviklet egne tradisjoner til å få det til. Disse tradisjoner er til dels veldig forskjellige, kanskje mest avansert i Frankrike, Japan og tyskspråklige områder. En ting er lik i alle tradisjoner: Gratsperret er i lodd, og det har det kommet til uavhengig av hverandre.» (Weller, 2019)

Det har sine fordele å arbeide etter utslag og det er en gammel og viden kjent metode. I Norge er utslag sannsynligvis ikke almen i bruk før skoleringen og lærebøkene kommer. Dog har kirkebyggerne vært fordret til å nytte utslag når tårn og spir skulle bygges ((se kapittel 2.7).

Axel Weller sitt utsagn om den loddstilte gratsperregratsperregradsperre som en «universal» løsning, understreker det helt spesielle ved den diagonalt stilte i Norge.

2.5 FORSKJELLIGE MÅTER Å BYGGE VALMTAK

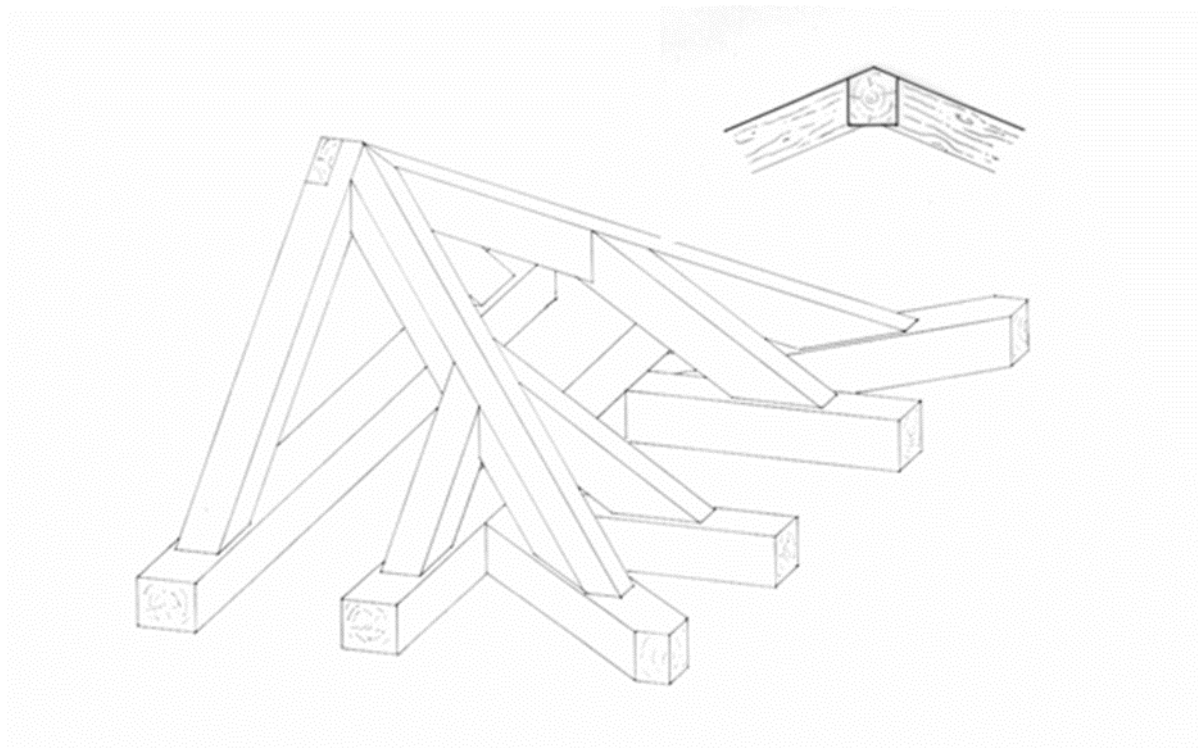
Der finnes forskjellige måter å bygge valmtak på og det handler om hvordan man vender gratsperretgratsperret i konstruksjonen. Derfor har vi i følgende oversikt, delt de forskjellige fremgangsmåter etter hvordan gratsperrene ser ut og hvordan den er plassert. Vi har derfor kommet frem til tre hovedtyper:

1. gratsperre med loddrette sideflater
2. gratsperre med toppsiden i takflaten
3. diagonalt stilt gratsperre.

Utover dette finnes noen andre løsninger som vi også kortfattet har beskrevet.

1. Gratsperre med loddrette sideflater

Denne typen gratsperre er den i dag best kjente og mest utbredte. Den kjennetegnes av at side flatene står i lodd. I toppen ble den spisset til slik at det oppstår et femkantet tverrsnitt. De to flatene i toppen tilsvarer da de to takflatene som møter hverandre i gradlinjen. Skiftsperrer møter gratsperret med en enkelt kappflate, i noen tilfeller har de i tillegg en liten klauv på undersiden, og bli spikret.



Bilde 11

En vanlig og i mange lærebøker (Nielsen, 1932) beskrevet måte å merke denne typen, er på et utslag på bakken. Fra plantegning og de to takprofilene utvikles det en projeksjon hvor en ser fra siden på gratsperret i sin sanne størrelse. Denne projeksjonen snøres opp på bakken, tømmer legges på utslag og mål overføres med vinkeljern eller lodd. Skiftsperrernes lengder og kappvinkler kan utvikles i samme utslag og blir merket på samme måte.

Vinkler og lengder på side flatene vises som sanne, riss som ligger på over- eller underside finnes ved å forbinde punkter på sidene.

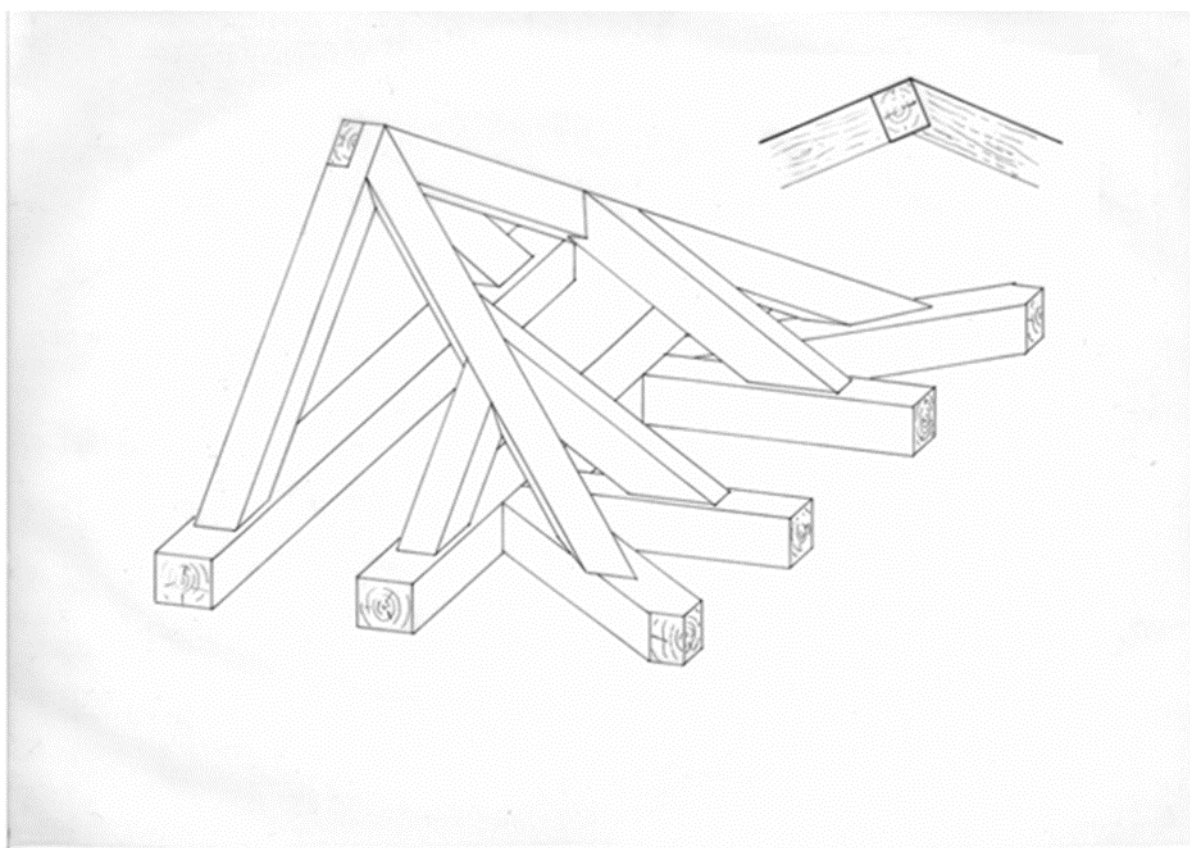
Denne metoden er godt egnet for komplekse konstruksjoner. I enklere tilfeller kan det være tilstrekkelig å utvikle gradprofilen delvis for å finne lodd og vann. Skiftsperrene kan da

bestemmes ved å «klappe ned» takflaten (Opderbecke, 1913) eller ved å overføre mål med vinkeljern (Kolderup, 1891).

2. Gratsperre med toppsiden i takflaten

En annen tilnærming er å legge en firkantet gratsperre slik at oversiden ligger i en av takflatene. Side flatene vil da ikke lengre være loddrette. Det er derfor ikke et ansikt fra siden, men et i rett vinkel til takflaten som viser sanne lengder og vinkler.

Denne typen kalles også pre-georgiansk gratsperre. Den er langt mer sjeldent enn den loddstilte. Eksempler finnes i England og deler av Vest-Europa. Som betegnelsen sier, knyttes den, i hvert fall i England, til den pre-georgianske perioden, altså før 1714.



Bilde 12

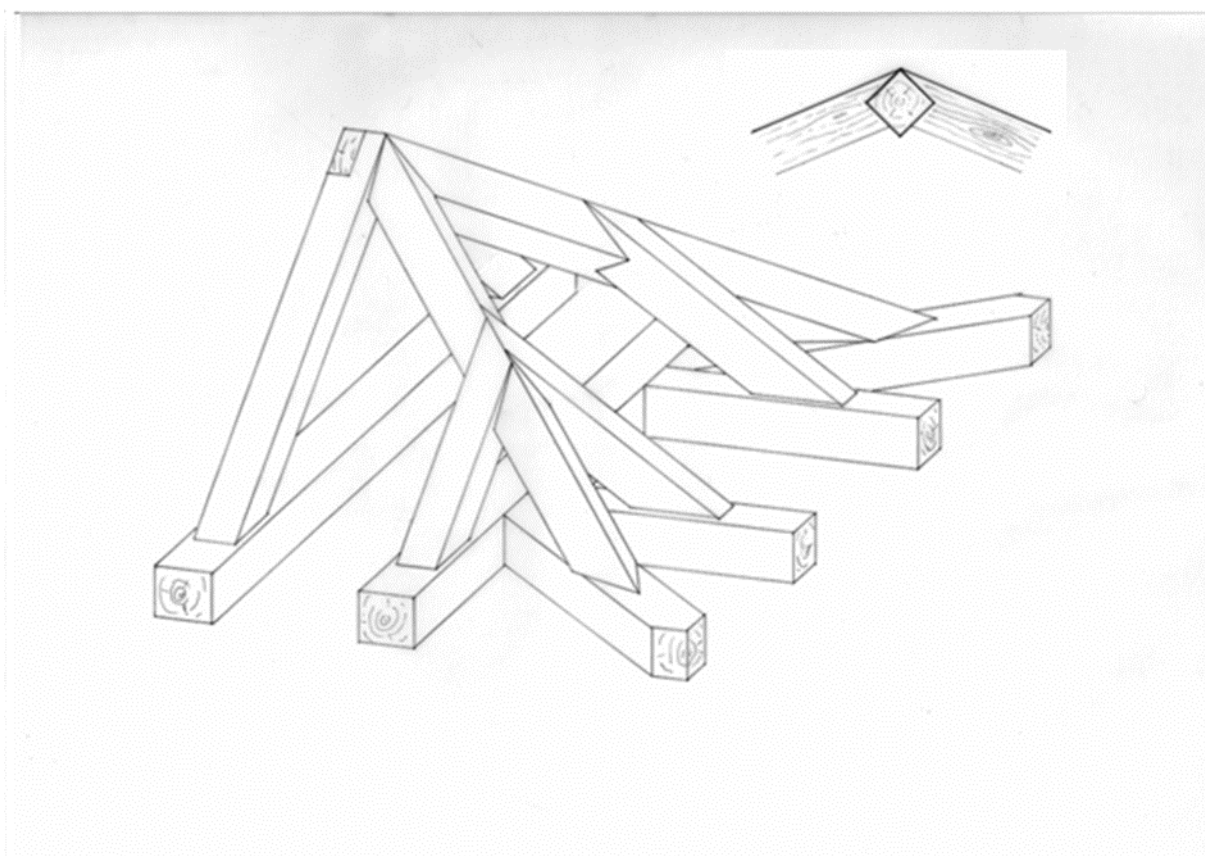
Skiftsperrer og -åser på den side av gratsperret som ligger i takflaten vil møte gratsperret med en rett vinkel på siden, mens kappvinkel på toppen kan enkelt utvikles i den oppsnorede

takflate. På den motsatte taksiden får skiftsperrer en klauv (eller bare skråkapp hvis klauven blir for lite). Klauven kan utvikles geometrisk eller blir merket på stedet.

Ved denne varianten slipper man arbeidet med avgrating og halvparten av skiftsperrere er veldig enkelt å lage. På den andre siden er de rettvinklede skiftsperrer avhengig av tilstrekkelig spikring eller en innfelling. Dessuten er det kun begrenset støtte til taktro på en side.

3. Diagonal stilt Gratsperre

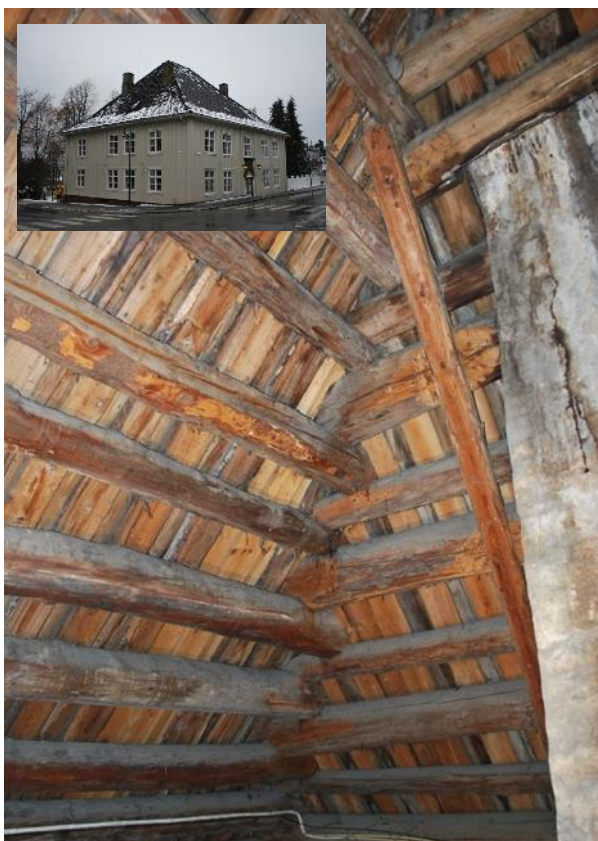
Denne typen ligger verken i en av takflatene eller i lodd, men symmetrisk, med spissen opp, under gradlinjen. Det er vanskelig å se hvor en projeksjonsflate kunne ligge. Det er denne typen og mulige metoder for merking som arbeidet handler om.



Bilde 13

4. Andre typer

Det finnes andre løsninger for valmproblematikken. Det skal nevnes en gratsperretype som er tilpasset i tverrsnitt slik at den ligger i begge takflater og sidene stå vinkelrett til takflatene.



Bilde 14 Drøbak Hospital, 1793, Foto: P. W. Færgestad

Gratsperret med loddstilte sideflater kan legges et stykke lavere, da blir det ingen avgrating. Ved store åser kan disse felles ned i GS tilsvarende hovedsperrebind.

En elegant og konsekvent løsning finner vi da rene åstak blir modifisert idet man trekker også fra husets kortsider åser innover for hvert omfar. Det finnes ingen gratsperre, men valmen blir "laftet".

Disse og andre typer ansees å ha lite felles med den diagonalstilte gratsperret og vil derfor ikke bli betraktet videre.

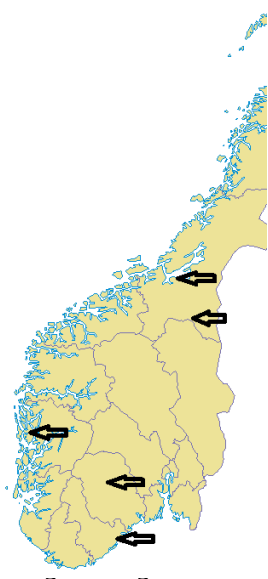
2.5.1 Merkestrategier

Utfordringen med bygningsdeler som ligger i alle tre romdimensjoner er å finne de sanne lengder og vinkler. Disse vises ikke i hverken plantegning eller snitt og tømmeren må utvikle de selv. Å handtere slike bygningsdeler i rommet kalles for skiftning.

Det finnes ulike strategier for å bestemme sanne lengder og vinkler. Det skal gis en grov oversikt:

1. Tømmer bringes i en posisjon parallelt til den, den skal ta når den er innbygget, gjerne loddrett over. Gjennom parallellforskyvning kan sammenføyninger med de andre bygningsdeler merkes.
2. Ut fra kjente projeksjoner, plan og snitt, utvikles det en projeksjon som viser bygningsdelen direkte og sin sanne størrelse. Dette kalles for utslagning og det brukes gjerne snorslag på et vannrett underlag. Sanne lengder og vinkler kan så overføres fra utslaget til tømmer.
3. Et utslag kan også gjøres i mindre skala. Vinkler overføres ved hjelp av maler eller løsvinkler. Lengder kan enten finnes ved å multiplisere med målestokken eller de tas direkte i bygningen.
4. Bygningsdeler legges til sammen på bakken på en måte at deres relative posisjoner tilsvarer den ferdig innbyggete situasjonen. Sammenføyninger kan nå merkes direkte fra tømmer til tømmer.
5. Målene og vinkler blir tatt ut fra hjelpemidler som tau eller bord som spennes eller legges i bygningsdelens endelige posisjon. De tatte målene overføres til stokken.
6. Sanne lengder og vinkler kan regnes ut.

2.6 UTBREDELSE



Kartverket (Creative
Attribution ShareAlike
3.0)

Bilde 15

Den diagonalt stilte gratsperre er ikke forbeholdt en type bygning, men den går igjen i flere forskjellige, den fins i næringsbygg, boligbygg, lysthus, kirkebygg og løer. Byggene kan ha forskjellige type takkonstruksjon og er reist i både laft, stav og reisverk.

Den diagonalt stilte gratsperre har ikke en geografisk tilhørighet på en plass, og vi finner den i forskjellige deler av landet. Tidsperioden for den diagonalt stilte gratsperre streker seg fra første halvdel av 1700 tallet til midten av 1800 tallet.

Kartet illustrer spredningen av den diagonalt stilte gratsperre, som gruppen har kjennskap til anno 2019. Det må tas i betraktning at ingen kvantitativ oppsøkende undersøkelse er gjort.

2.6.1 Liste over kjente bygninger, årstall

Arendal

Arndal gamle rådhus: Bygger år 1812/1813 empirestil

Askøy Hordaland

Ask grindbygg løe

Bergen

Bredsgården 1-2a: Bryggen Bergen Byggeår ca. 1712

Bakerhuset: Gamle Bergen 1728

Krohnstedet Byggeår 1785

Embetehuset: Byggeår: 1790 Flyttet fra Kong Oscars gate 48 til Gamle Bergen i 1960 åra

Frydenlund: Lystbolig Byggeår 1799 Flyttet fra Sandviken og igjen reist 1949-1951 ved Gamle Bergen Museum

Holmegården 6-7b Stolpehuset lager/skur Bergen Bryggen Årstall usikkert: Ble demonter på 1950 tallet og gjenreist 1958

Telemark

Åmotsdal kirke: Byggeår 1792 Seljord

Trøndelag

Kjøpmannsgata 21 oppført 1850-1870

Kjøpmannsgata 35 oppført 1850-1870

Kjøpmannsgata 37 oppført 1850-1870

Pyramideløa, Røros

Granåsen Gård, oppført 1760 ukjent byggeår på halv valm

England

Joe Thompson sine observasjoner fra tre 1500 talls bygg fra sør-England.

Sverige

Ubekreftet kilder tyder på at en til flere diagonalt stilte gratsperrer er observert i Gøteborgs traktene.

2.7 OVERSIKT OVER LITTERATUR

Hva finnes, hva finnes ikke

- Spørrelser ord&sed folkeminnestiftut
- Bugge, Nielsen, Broch, Kolderup tbc
- Tyske, danske
- Hipster on diamond
- Plansjeverk Norgeskirker
- Intervju Pappen
- Storsletten, Christie &co

2.8 HVEM BYGGET DEM

I følgende del skal det ses nærmere på «hvem» som kan ha bygget den diagonalt stilte gratsperre. Det forsøkes å redegjøres for en årsakssammenheng i rammene av en tidsepoke, samt hvilke aktører der var rådende i datidens samfunnsmessige kontekst.

Kirke byggere

Kirkebyggingen i Norge, tokk for alvor til i perioden 1600 til 1800 tallet, i den tid ble rundt 600 nye kirker oppført. Flere byggmestere er kjente ved navn, sågar utviklet det seg en krets av kirke byggere som i senere tid fikk navnet «Oslo skolen» (Rønningen G. , 1993, s. 19).

Når det ses til valmtak i kirkene i litteraturen er det smått med informasjon. Derimot er kirketårn og spir godt dokumentert, et par hovedtyper fra perioden kan nevnes. Den østlandske korskirke med slanke takryttere og den nordenfjeldske Y-kirker samt den vestnorsk langkirke med støpul tårn (Rønningen G. , 1993, ss. 44-55). Det ses på oppmålings tegninger fra Rønningen sin bok, at felles for tårn sine gratsperrer, er at disse er stilt i lodd.

Den store aktiviteten med kirkebyggene på 1600 tallet, resulterte i forenklinger av fellinger og ledd i tårn konstruksjoner (Rønningen G. , 1993, s. 7).

Inntrykket av at det er spesialister der forestod kirkebyggingen underbygger følgende sitat:

«Stavkirkebyggerne kan ha sin rot i bygdehåndverket eller i byenes byggemiljøer, men deres fag har vært så krevende at det må ha vært nødvendig for dem å spesialisere seg. Forholdene i middelalderen har neppe vært meget forskjellig fra den vi får innblikk i gjennom kirkeregnskapene fra 1600-1700 årene» (Christie, 1981, s. 182).

At byggmesteren dog har hatt kjennskap til de ulike måter å stille gratsperret på kommer frem i følgende eksempel, fra Åmotsdal kirke, en korskirke i Seljord kommune der ble innviet i 1792, reist av byggmester Jarand Aasmundson Rønjom (G.F, 2014). Han var en tusenkunstner, som utover å være byggmester også var habil rosemaler, sølvsmed og treskjærer, dessuten stod han bakk byggingen av Vinje og Rauland kirke. Hans virke var lokalt forankret og han fremstår som en virksom og anerkjent person i sin samtid. (Aamold, 2017)



Bilde 16 Foto: (Iversen, 2011)

Kirketaket er et «overflødigshorn» av valm, desto mere interessant blir det å kunne konstatere at gratsperret i valmtakene og tårn er diagonalstilte. Dette er eneste kirke vi vet om, der har diagonalt stilt gratsperre. For detaljert informasjon se kapittel 3.3.

En står med det inntrykk at på 1600 tallet og fremover påvirkes byggeskikken i kirkene av den store aktiviteten. Dog ser det store bilde ut til at bruken av lodd stilt gratsperre har vært dominerende. Kirketårns komplekse oppbygning fordre bruken av utslag og avbinding, noe som peker i retning av at kirke byggerne har vært påvirket av kontinentets tradisjoner.

I tilfellet Åmotsdal kirke som er av unnselig størrelse og ligger i periferien, tyder det på at kirkebygningen også var lokalt forankret. Det er ikke tilfeldig at Byggmester Jarand Rønjom har stilt gratsperret diagonalt, hvilket tyder på en innarbeidet tradisjon.

Den loddstilte gratsperre i tårn og spir bliver bygget sideløpene med den diagonal stilte i profane bygg. Hvor utbredt den loddstilte gratsperre forøvrig er, har vi ikke overblikk over.

Laugstiden i Norge

I byene hadde håndverkslugene stor innflytelse, når det gjaldt fordeling av arbeide på bygg.

For konge og øvrighet på den tiden, var det effektivt å ha samlet håndverkerstanden i et hierarkisk laugs vesen, der også sikret rekrutering av nye håndverkere.

Laug fantes for de fleste håndverksfag, egentlig kan det sies at lauset var en samfunnsinstitusjon, hvor det gjaldt å gå gradene fra læregutt, via svenn til mester og borger.

Lauset hadde et samfunnsansvar for å garantere håndverks produksjonen.

Strukturen i lauset også kaldt «Das ganze Haus» (Ågotnes, 1997, s. 69), bygger på at lærlinger og svenner jobber for kost og losji. Skikk og bruk var at en oldermann holdte hus for disse, det var strenge kodeks for at hverken en lærling eller svenn, skulle ha kone og barn. Å etablere familie skulle først gjøres når en hadde gått gradene til mester og fått innvilget borgerskap. Veien dertil var tidkrevende og ikke minst kostede det betydelige summer å søke borgerskap samt å avlegge mesterstykke. Samtidig ville det være ugunstig å ha for mange mestre i en by. Derfor var svennevandringer påkrevde, til dels for å øke kunnskapen om ulike tradisjoner i faget, men også for å holde ansøkere til mester nede. Mange omreisende svenner, forsvant eller skiftet fag underveis og vendte aldri tilbake. (Ågotnes, 1997, s. 72)

Laugene i Bergen menes å ha røtter tilbake til Hansa tiden rundt år 1300, det er dog i perioden 1560 til 1869 at laugene har størst innflytelse også kalt «laugstiden». I perioden 1839 til 1869 avvikles laugene gradvis, for til slutt å få opphevet privilegiene av stortinget. (Andersen, 1993, s. 8)

Med barokkens inntog i Norge (1650-1760) oppstår et behov for dyktige snekkermestere til utførelse av oppgaver, de nye stilarter fordrer. Faget fikk et oppsving på den tiden. Snekkermestrene kom fra kontinentet, især fra Danmark, Tyskland og Nederland. (Ågotnes, 1997, s. 52)

Mens snekker og murelaugene posisjonerte seg, er det bemerkelsesverdig å se tømmerlaugets rolle gjennom perioden, i Bergen og Norge forøvrig.

Forfatterne av boken Bergen Byggmesterlaug 100 år 1892-1992, stiller spørsmål ved tømmerlaugs eksistens i Norge.

«Tømmerfaget i Norge har svake laugstradisjoner. Ja, enkelte har reist tvil om det i det hele tatt var noe tømmerlaug i Norge i det vi kan kalle laugstiden.» (Strand, 1992, s. 14)

Hus tømmermennenes sosietet



Bilde 17 4 "Tømmermannen filer sagen og får en kande øl til tak for arbeidet" (Brosing, 1964, s. 64)

Et tømmerlaug også kaldt «hus tømmermennenes sosietet» blei etablert år 1701, men dette fikk aldri gjennomslag. Dette skyldes flere omstendigheter, til dels grunnet at situasjonen i Bergen var preget av svingende konjunkturer og ofte herjet av brann. Å holde nok svenner og lærlinger unner en mester ville i rolige tider, være vanskelig. Hus tømmermennenes sosietet, var ikke oppbygget som et laug, men en samling av tømmermenn og bordarbeidsmenn, som prøvde å hegne om sine interesseområder. Den nok viktigste grunnen til sosietetens tilbaketrunkne rolle skyldes konflikten mellom byens hus tømmermenn og de tilreisende bygnings-stril.

Bygningsstril

«Lad os af Øster indkalde de Striler som ere vant med Øxer og Biler!

Kommer, I vide-langbuxede Bønder, hugger det Tømmer og kløver det sønder!

Bygger subtilig` og nette paladser, fælder de Naver alt etter Passer saa der opreises på forrige Tofter sal over sal med tredoble Lofter!» (Brosing, 1964, s. 87).

Sørgekvad i anledning bybrannen i Bergen 1702, forfattet av Peter Dass.



Bilde 18 J.F.L Dreier: Bygningsstril, Norsk folkemuseum. Legg merke til verktøyet og huset i bakgrunnen; Hans del av jobben er ferdig. (Trond Indahl, 2005, s. 44)

Når hus skulle reises i Bergen, var det ofte bønder som kom fra omegnen, der oppførte dem. Disse ble kaldt for striler, eller bygnings-stril. Fra langt tilbake var det sedvane at bøndene hugget og fløtet tømmeret til Bergen. Hvoretter husene ble laftet opp på allmenningene rundt om i byen, for så å demonteres å bli reist på nytt, hvor huset skulle stå. Allmeningen virket da som «avbindingsplass».

I Bergen oppførtes primært tre hustyper, hovedsakelig i laft, så bygnings-strilen hadde et grunnriss å jobbe ut ifra (Ågotnes, 1997, s. 104). Dette var sesong arbeidere og strilen drev ellers med gårdsbruk, når de ikke lå på tømmerarbeide i byen.

Fordeling av arbeidet

Konflikten mellom bygnings-stril og hus tømmermenn, handler om fordelingen av arbeidet dem imellom.

I følgende sitat, treder sakens kjerne frem og den første etter loven vedtatte arbeidsfordeling nevnes.

«Allerede i 1699 søkte tømrene magistraten om å få opprette et laug, men dette ble ikke innvilget. I desember samme året begrenset tømmerens representanter seg derfor til å be om beskyttelse mot «fuskere», d.v.s tilreisende bondetømrere. Som en følge av dette fikk bytømmerne i 1701 reservert «Bordtækning, bindingsverk, plovarbeide mv.» på byggene, men samtidig fikk bøndene lovfestet sin rett til å utføre «knippings- og sperreverks arbeide». (Strand, 1992, s. 16)

En artikkel i Morgenbladet 1849, beskriver syrlig hvordan det foregår;

«Når et trehus skal bygges, foreskriver man fra Osterøen-laksefangernes og tømmermennenes rette hjem-en hop bønder, som med en formand av deres egen midte i spissen overtar verket. Men når kransen er hengt på taket og kranseøllet

drukket, så er dermed også deres dont til ende. De drager nu til sitt hjem, overlatende til byens grovere snekkere, de såkalte bordarbejds menn, å fullføre bygningen. (Brosing, 1964, s. 90)

Denne delingen av arbeidet, står helt frem til år 1869 hvor laugsartiklene oppheves og bygningsarbeidet liberaliseres. I Trondhjem beskrives tilstanden som jevn før med den i Bergen, i perioden. Dog var det ikke striler de sleit med i Trondheim, men derimot soldater og «bønhaser» som på siden drev «fuskeri» (bygnings arbeide) for «*halv værd*». (Andersen, 1993, s. 10). I en henvendelse til byens myndigheter i 1713 står:

«En del artilleri betjene og garnison soldater borttage hele husarbejde for os»
(Andersen, 1993, s. 10)

Giver dette sitat hentet fra (Strand, 1992, s. 16) om arbeidsfordelingen mellom by tømmermenn og bygnings-striler noe informasjon om hvem som kunne ha reist den diagonalstilte gratsperre?

Som en følge av dette fikk bytømmerne i 1701 reservert «Bordtækning, bindingsverk, plovarbeide mv.» på byggene, men samtidig fikk bøndene lovfestet sin rett til å utføre «knippings- og sperreverks arbeide». (Strand, 1992, s. 16)

Ettersom konstruksjonsuttrykkene ikke utdypes nærmere i boken trenger vi å gjøre en utredning, vi ser derfor til litteraturen om faguttrykk.

By tømmerene får arbeide med «bordtekking» som er vegg panel og takktro mm. Bindingsverk, «*er også nytta om stavverk reint allment då helst som «grovt bindingsverk».* (Jon Bojer Godal, 2009, s. 323)

Plovarbeide, henviser til forarbeidning av gulvbord og panel mm.

Bygnings-strilen fik reservert, «knippings og sperreverks arbeide».

«Knippings» tyder på å være et foreldet uttrykk, men uttrykkene «rang-knepping» (Hauge, 1994, s. 46) eller bare «knepping» finnes og henviser til langlina i en stav konstruksjon. Langlina ligger på stavene langs etter langveggen, i høyde med raftet.

Knippings kan muligvis også være noe som «kniper» over, altså henlede til laft, dog er det så langt ikke funnet noe i litteraturen der underbygger en sådan påstand.

«Sperreverks arbeide» har flere betydninger ifølge (Hauge, 1994) , her nevnes to.

«Betegnelse fra laugstiden på håndverker som drev håndverk som næring uten å være tilsluttet mesterlauget» (Hauge, 1994)

Det forbindes også med «sperreverk i saltak». (Hauge, 1994, s. 47)

Om sperreverk i boken «Beresystem i eldre norske hus» står:

«Sperreverk har heimel i trøndersk fagspråk. Trønderane kaller stavhuset sitt for sperreverkshus. (...) Vi har ikkje klart for oss i kor stor grad ordet sperreverk er forstått som takkonstruksjon eller som samla byggesystem, synonymt med stavverk. (Jon Bojer Godal, 2009, s. 194)

De tre uttrykk, sperreverk, bindingsverk og knippings har ifølge litteraturen å gjøre med stav konstruksjoner. Sperreverk kan da både være et byggesystem og takkonstruksjon.

I 1701 da lovene ble vedtatt, kan disse begreper ha hatt en annen betydning.

Så Knippings kan bety laft og sperreverk kan være sperreverks hus, men også sperrebind i en takkonstruksjon.

En logisk slutning kan dras her; bygnings-strilen oppførte råbygg (knippings) med dertil hørende takkonstruksjon (sperreverk). By tømmerene tok seg av resten.

Det kommer frem at tømmer laug især i Bergen og Norge generelt har svake tradisjoner, som følge av en allerede innarbeidet tradisjon med tilreisende bygnings arbeidere fra bygda.

Norge har muligvis ikke vært et så attraktivt land for de reisende tømmer svenne å besøke, grunnet de svake tømmerlaug, derfor har de i mindre grad kunnet påvirke bygningsskikken.

Peter Dass (Brosing, 1964, s. 87) sitt kvad understreker bygnings-strilens posisjon som etablert, på en nærmest heroisk måte.

De bygger både «palasser og tredoble saler», hvilket forteller at de også oppførte større profane bygg.

Mye tyder på at strilene har hatt rettigheter på bygging av takkonstruksjoner, og peker i retning av at den diagonalt stilte gratsperre kan ha et utspring i bonde kulturen, hvor lafting har stått sentralt.

Især midtsperren (kinningsperre), som det går nærmere inn på i kapitel 5.3, har i utførelse fellestrekk med lafting.

Morgenbladets artikkel (Brosing, 1964, s. 90) forsterker inntrykket av arbeidsdelingen.

Diagonal gratsperret kan tolkes ditt, at en bygnings-stril har fått i oppdrag å lage valmtak og løst det ut ifra sine forutsetninger. Uten videre kjennskap til kontinentets bruk av lodd stilt gratsperre, har han løst oppgaven med sin tradisjon i ryggen.

Men å skille striler og by tømmer, over en så lang periode kan neppe rettferdiggjøres, assimilering og samarbeide må ha funnet sted.

Hvem som introduserte diagonal gratsperret, kan en fortsatt fundere over.

3 OPPMÅLING/DOKUMENTASJON

Dokumentasjon av to særlig utvalgte takkonstruksjoner er en viktig for å finne grunnlag for å kunne fastslå en mulig fremgangsmåte på den håndverksmessige utførelsen. Vi ser her etter spor av oppmerking og bruk av verktøy. Det er også viktig for oss å legge merke til andre typer spor som kan si noe om mulige hjelpe verktøy eller konstruksjoner.

De to bygningene er Kjøpmannsgata 27 i Trondheim, som er en brygge med halv valm og åser og Kronstad i Bergen som er en lystgård med hel valm og skiftesperre. Disse utgjør to eksempler av de takkonstruksjonene vi har funnet som inneholder det diagonalstilte gratsperret. Begge er originale påbygg fra midten av 1800 tallet og er tydelige på hver sin måte.

Hovedfokuset i dokumentasjonen er å finne spor etter merkeprosedyrer, for å muliggjøre en rekonstruksjon.

Felles for oppmålingen for de to bygg er bruken av plastfolier, for avtegning av merker og ris. Foliene sammenlignes deretter for å finne likheter og avvik for til slutt å kunne gi et bilde av hvilke merkemethoder som er benyttet.

Plan og snitt tegninger er utarbeidet og ligger i sin helhet i oppgavens vedleggs del.

Vi har sett at nøyaktigheten av den loddstilte diagonalen til gratsperret varierer en del fra plass til plass. Vi har derfor valgt å måle denne kanten. For å måle dette ble det benyttet en hjelpemal i form av en bordbit med en 45° utsnitt. Siden måling må skje normalt til gratsperrets akse ble det satt en pinne i rett vinkel på malen. Når malen holdes slik på gratsperret at pinnen ligger parallelt med den, kan avviket fra 45° kanting måles med en vater på underkanten av bordet.



Bilde 19 Hjelpemal for måling av kanten på gratsperret.

Avvik δ i grader beregnes etter:

$$\delta = \arctan \frac{a}{l \times \cos \gamma}$$

hvor a er den målte avvik i cm, l er vaterets lengde i cm og γ er fall av gratsperret i grader.

Avviket som ville gi seg av en loddstilt diagonal ved rektangulært tverrsnitt er:

$$\delta = \arcsin \frac{a - b}{\sqrt{2} \times \sqrt{a^2 + b^2}}$$

med a og b som stokkens sidebredder.

Ved benyttelse av utslagsmetoden og takfallmetoden vil gratsperret overflate få en kantning på 45° i forhold til lodden. Mens ved taumetoden vil den kantes til diagonallinjen står i lodd.

3.1 TRONDHEIM

Dokumentasjon av diagonalstilte gratsperre i Kjøpmannsgata 27, Trondheim.



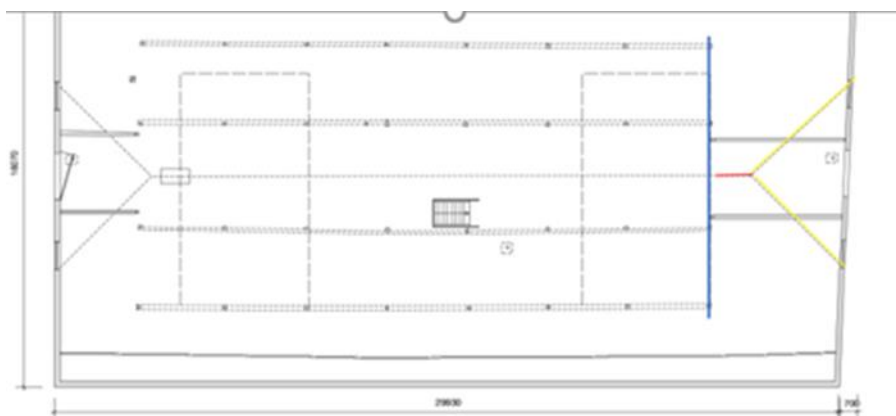
*Bilde 20 Kjøpmannsgata 27 sett fra elven foto
(Ina Samdal, 2015)*

I høstperioden 2018 blev bryggens halvvalmtak dokumentert fra innsiden over en håndfull gange. Sivilarkitekt Eileen Garman Johnson har vært behjelpelig med tilgang til bygget. Bryggen som den fremstår i dag, er et resultat av siste bredden 15,7 m, høyde 10,2 meter (Ina Samdal, 2015).



*Bilde 21 Kjøpmannsgata fra Nidelven, nr. 27 skues som eneste bygg
med halv valm. (Lindahl, kulturminnebilder.ra.no, år ukjent)*

Takkonstruksjonen er åser på storsperrer, hvor sperrebukkene er plassert med en avstand på cirka 4 meter mellom hver bukk, i alt 8 bukker. Taket har stående su undertak, der hviler på langsgående åser, som ligger på sperrebukkene, tekt med teglpanner med takvinkel på ca. 32 grader. Det er halvvalm i begge ender av bygget. Av plantegningen fremgår det at gavlenden mot elva skråner.



Bilde 22 Plantegning av loftetasjen, venstre gavl er mot gaten og høyre er mot elven. (Ina Samdal, 2015).

Den store ombygning som ble utført rundt år 1860 (DIVE, 2016).

Den er en laftet konstruksjon med tømmermannskledning, fem etasjer og måler i lengden 29,5 m og i gratsperret. Dokumentasjonen er gjort av halvvalmen mot elven, da denne er utført med presisjon og systematikk, samt at der er tydelige spor etter merking med passer og vinkelstreker. Halv valmen mot gaten er grovere utført og det er smått med merking. Det finnes rester av en eldre heiseanordning i lofts etasjen i hver ende av bygget, sånne var vanlig i bryggene.



Bilde 23 Foto til venstre og midt; rester etter heiseanordning mot gaten. Foto til høyre; Bemerk uttakene i svill, vegg og stolpe angivelig fra tidligere heiseanordning mot elven.



Bilde 24 Halvvalmen mot elvesiden

Gratsperrene er i gran med dimensjon 5 "x 6", skantet med vannkant og måler 5,57 og 5,29 m. Den 6 tommer flate ligger unner hovedtakets flate og den 5 tommers ligger unner gavltakets. Gratsperret ligger i samme liv som åser, altså direkte under taktroa, i motsetning til storsperrene som ligger ca. 4" lavere.

I Kjøpmannsgata 27 er gratsperrene hugget ganske nøyaktig til 5 x 6 tommer. Forskjellen mellom loddstilte diagonale og 45° kanting er da 5,2°. Uttrykket i cm betyr det at den øvre og den nedre spissen av tverrsnittet ligger 1,85 cm forskjøvet i forhold til lodd.

Gratsperret AB ligger med diagonalen ganske nøyaktig i lodd, mens CD har verken diagonalen i lodd eller er kantet akkurat 45°.

Fotpunkt på gratsperret er felt i gavlveggens raftstokk. På gratsperrets sider er det hugget loddrette flater ca. 30cm innover fra veggen, slik at den få et sekskantet tverrsnitt. Den nederste spissen danner en liten klauv og gratsperret ligger i veggstokken med et blad som verken er vannrett eller følger gratsperrets retning.



Bilde 25

I mønepunktet ligger gratsperret an på en «fritthengende» mønsås bit (ca. 1,5 m), der ligger oppå neste sperrbindeet, gratsperrets sider ligger an mot hverandres vertikale kappflater og støttes av mønsåsbiten i lengderetning.

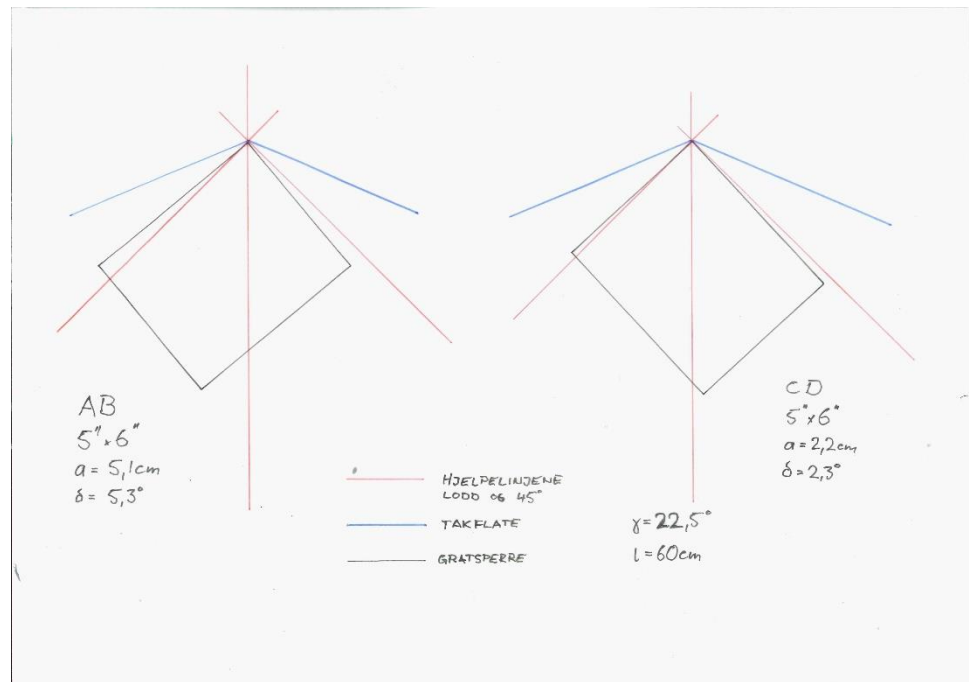
Også i møne ser vi loddrette flater på sidene, men mindre enn i fotpunkten, ca. 5cm brede.

Kappflatene er stort sett saget. Gratsperre CD viser spor etter øks. Her har øksa blitt brukt mot fibre.

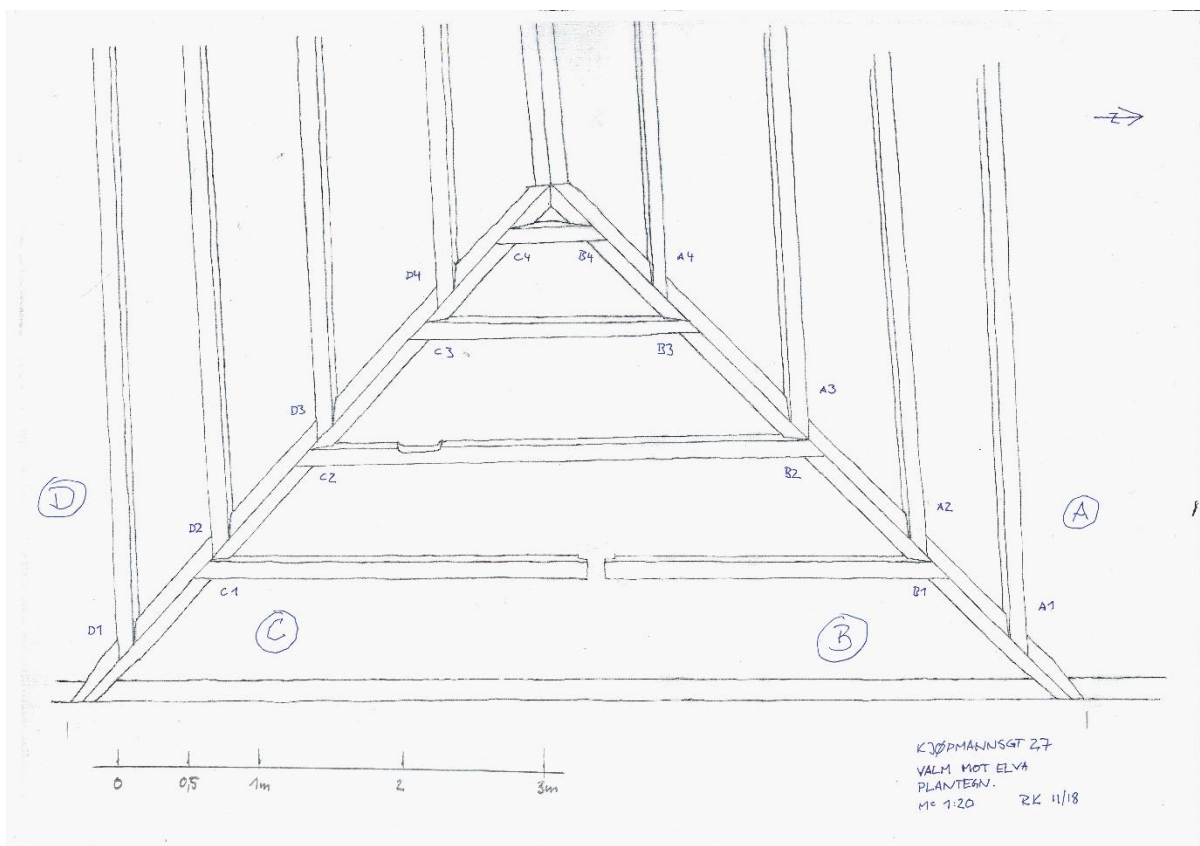


Bilde 26

Gradsperrenes kanting ble målt. Mens Gradsperren CD ligger ganske nøyaktig både med diagonalen i lodd og med toppsidene på 45° , er avvikene på AB betydelig større.

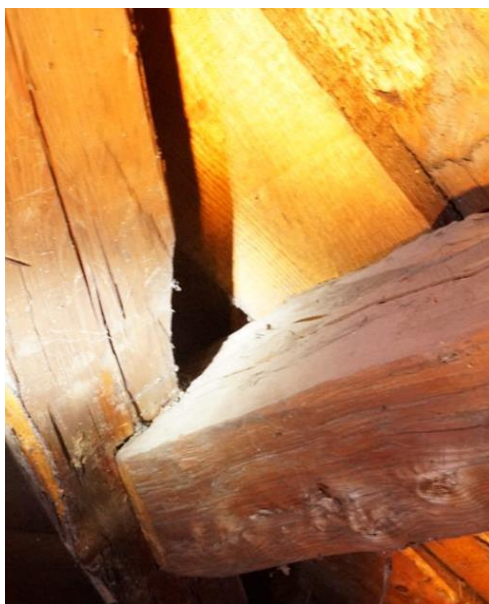


Bilde 27 Kanting av gradsperrere



Bilde 28 Plantegning av halv valmen, merket for orientering om møtepunkter.

Gratsperren ses i lodd og skantingen synes i området ved åsens annlegspunkt

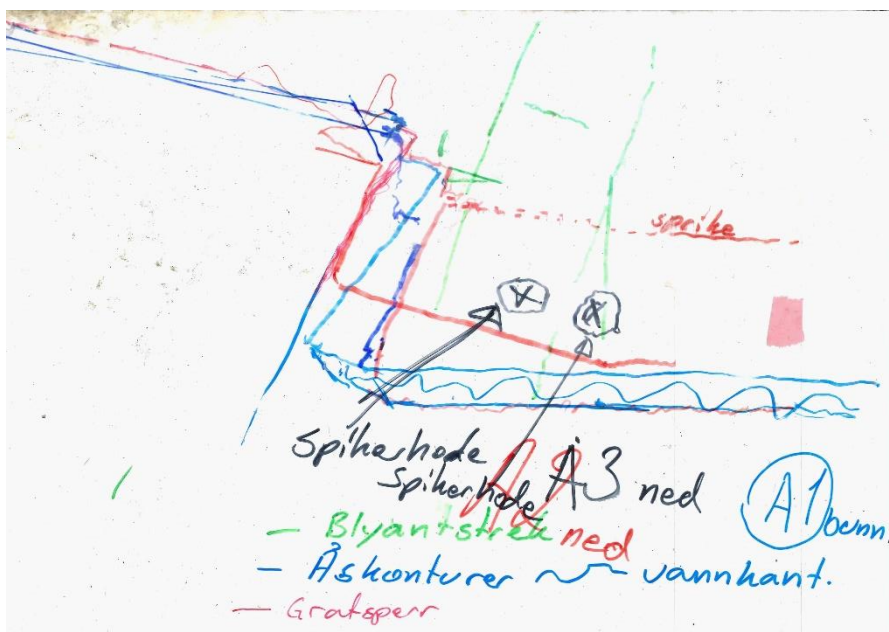


Bilde 29

Åsene er i gran og dimensjonen svinger mellom 4 x 4 toms og 5" x 5,5" noen er skantet med øks mens andre er saget. Åsene ligger an på gratsperret med en klauv, denne er spikret fra nedsiden, i noen tilfeller er klauven felt inne i gratsperret enten oppe eller på siden. I området hvor åsen ligger med sin klauv, er det på gratsperret hugget vekk litt materiale.

Åsene er noen plasser skjøtet på nærmeste sperrebukk, på andre går de lengere bort.

Litt varierende avstand mellom åsene, de ligger ikke parallelt til hverandre.



Bilde 30

Åskonturer og merker ble tegnet på folier. Når foliene legges øver hverandre sees det at klauvene er forskjellige.



Bilde 31

De to nederste åsene (A1 og D1) i hovedtakflaten er felt inn i gradsperrrens side. En god halv tomme, en fasing er gjort på åsens underside i punktet hvor ås entre gratsperre.



Bilde 32

Denne fasingen for klauven på gratsperret bliver utelatt og det er kun fasingen på undersiden av åsen som er igjen. Denne fasingen er på A1-A2-B1-B2-C1.

Denne er litt
oppsiden av

Alle åsene



Bilde 33

spesiell, da den er felt ned på
gratsperret (A 3).

er spikret fra nedsiden.

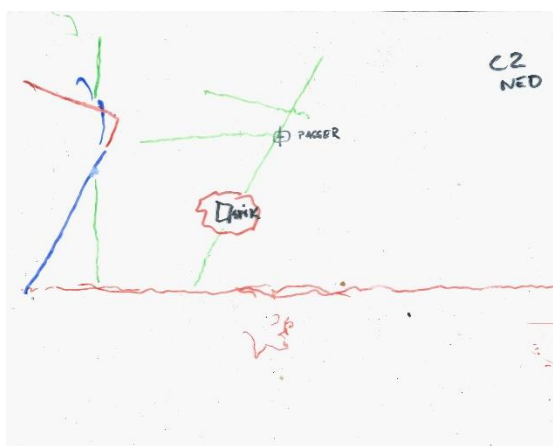


Bilde 34

Blyant merking synes
vertikalt på åsen 2
tommer fra
gratsperret.

Merkingen er mest
synlig på de nederste
åsene og er avtagende
desto høyere man
kommer.

På ås C 2 vises typiske blyantmerker og passerstikk.



Bilde 35



Bilde 36



Bilde 37

Flere plasser ble det observert angivelige holdhake huller, i gratsperregratsperre og ås med en avstand på ca. 44 cm.

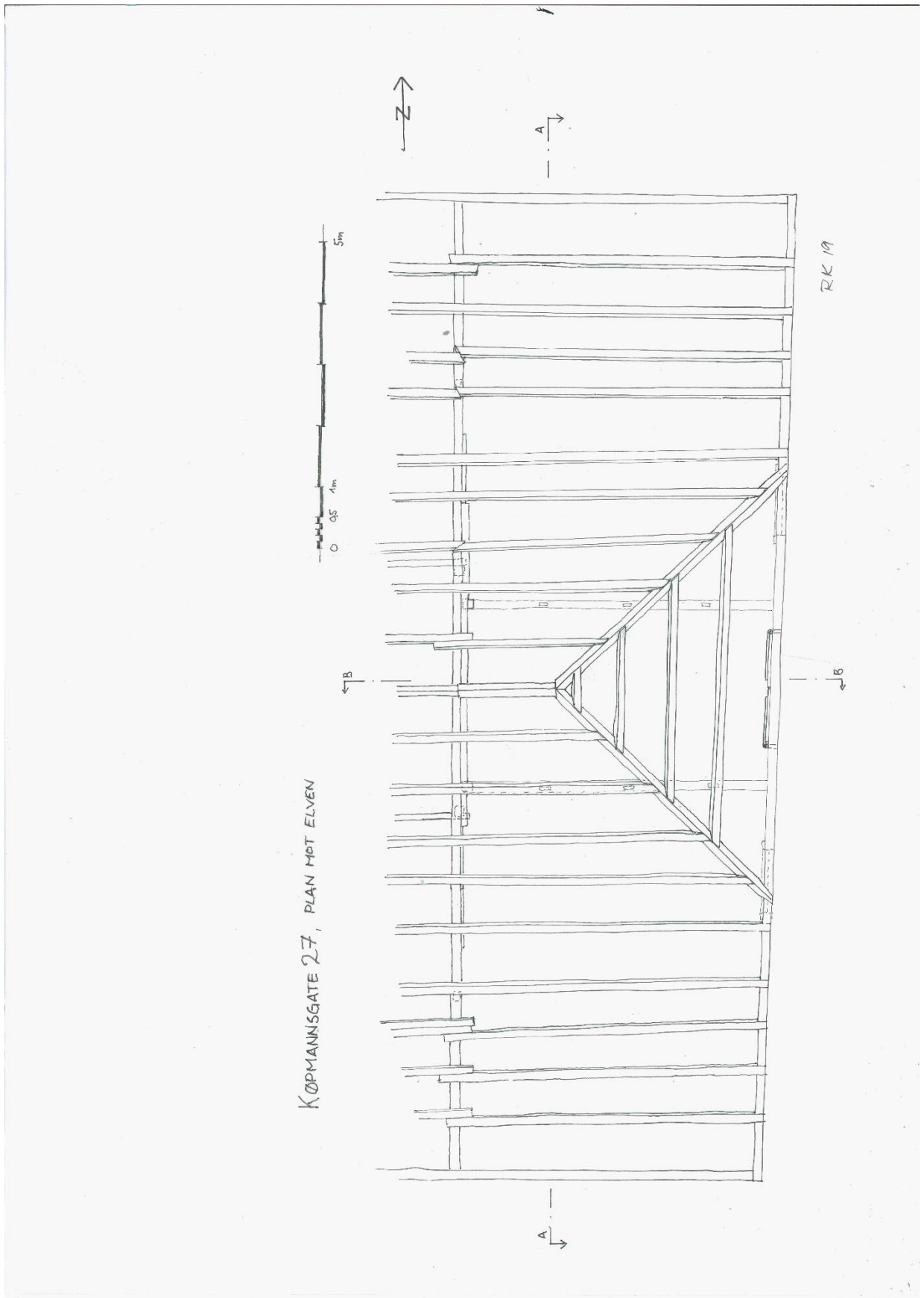
I gavelenden mot gaten ligger gratsperret ikke diagonalt. Gratsperret mot sør-vest ligger med en side i hovedtakflaten. Her er åser felt inn med et blad, på valmsiden ligger de med en skråkapp opp på gratsperret. Gratsperret mot nord-vest kan verken kalles diagonalt eller takflateorientert. Åser er utført med både klauv, innfelling eller skråkapp. Det virker ganske tilfeldig.

Noe kan tyde på at en utvikling har funnet sted og man etter hvert har gått bort fra å lage uttak i gratsperret for åsens klauv. Bruk av passer og vinkel, samt sag og økse er det tydelige spor etter.

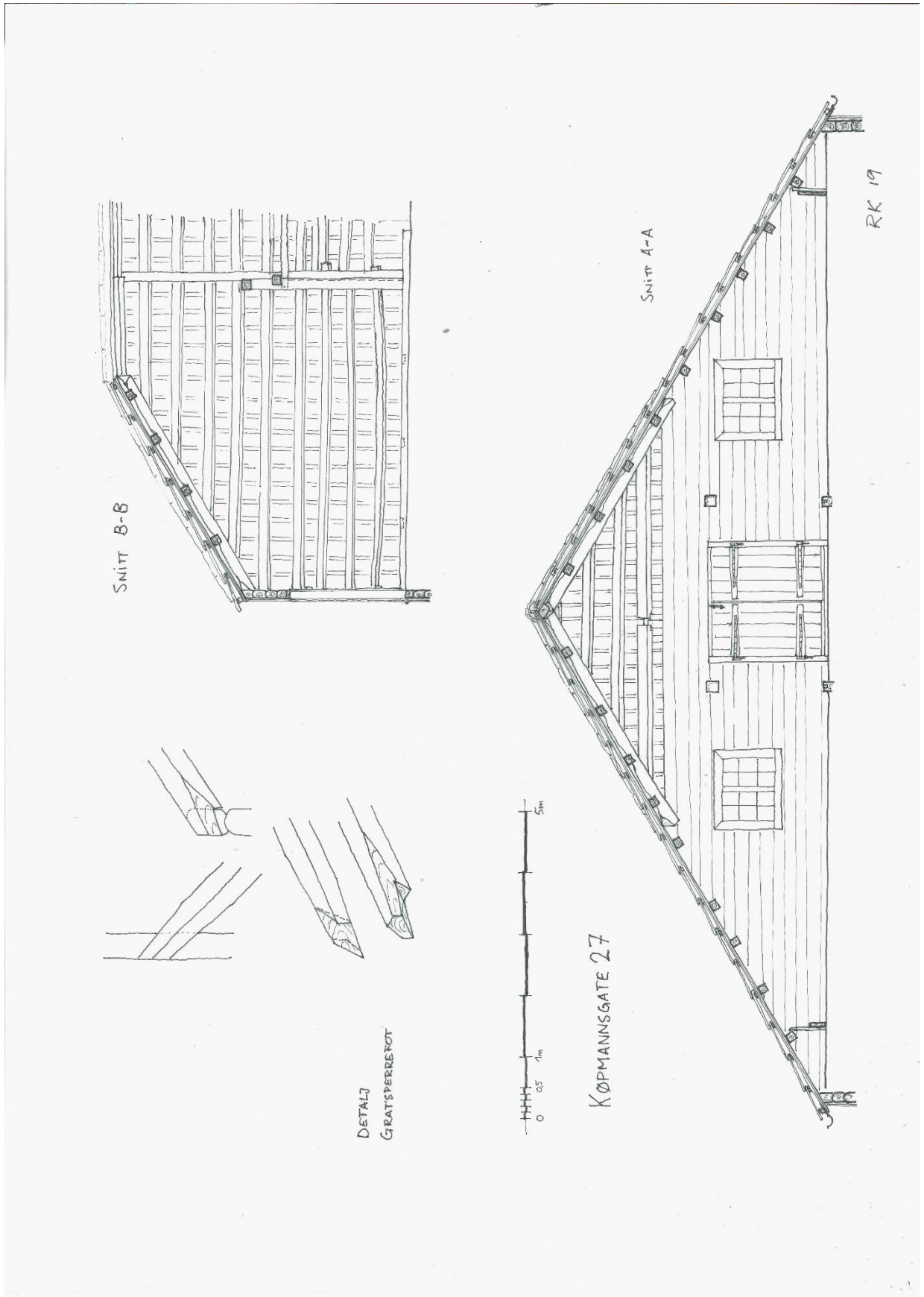
Som tidligere nevnt er det tydelige spor etter en heiseanordning i begge gavlender.

Om disse var brukt til å legge gratsperret på unner oppbygging, sannsynliggjøres en metode om at gratsperret er blitt lagt opp, merket og bearbeidet i «luften». Holdhake merkene tyder

på at denne er slått på fra nedsiden, hvilket kan være konsekvensen av at jobben er utført på et stillas der trinnvis er bygget op. Se forsøk 5.1 parallelforskyving i lodd Trondheim.



Bilde 38 Plantegning tak



Bilde 39 Snitt og detaljtegning av Kjøpmannsgata 27, gavl mot elven

3.2 BERGEN KRONSTAD HOVEDGÅRD, DOKUMENTASJONS BESKRIVELSE



Bilde 40

3.2.1 Innledning

Vinteren 2018 – 19 ble det gjort oppmåling av takkonstruksjonen til Kronstad hovedgård som er et påbygg utført 1844. Trond Oalann og Axel Weller ble i 2017 oppmerksom på de diagonalstilte gratsperret i en del bygninger spesielt i Bergen, denne kjennskapen har vi fått anledning til å forske videre på. Etter at vi hadde befart og registrert noen av disse bygningene fra perioden 1712 til 1850 med diagonalstilte gratsperrer valgte vi å dokumentere dette bygget. Dette fordi denne bygningen skilte seg ut som et tydelig og en særlig nøyaktig utført konstruksjon. Bygget er eiet av Stiftelsen Krigsveteranenes Minne- Kronstad Hovedgård og Per Olav Solheimsnes har vært behjelpelig med å gi oss tilgang til konstruksjonen. Det har ikke vært

mulig å få tegninger eller annen bygningsteknisk informasjon og historie, rapporten bygger derfor på egne observasjoner og offentlig informasjon.

Oppmålingen og dokumentasjonen er utført i perioden desember 2018 til april 2019 av Georgios Vie Sokorelis og Øystein Mortensen.

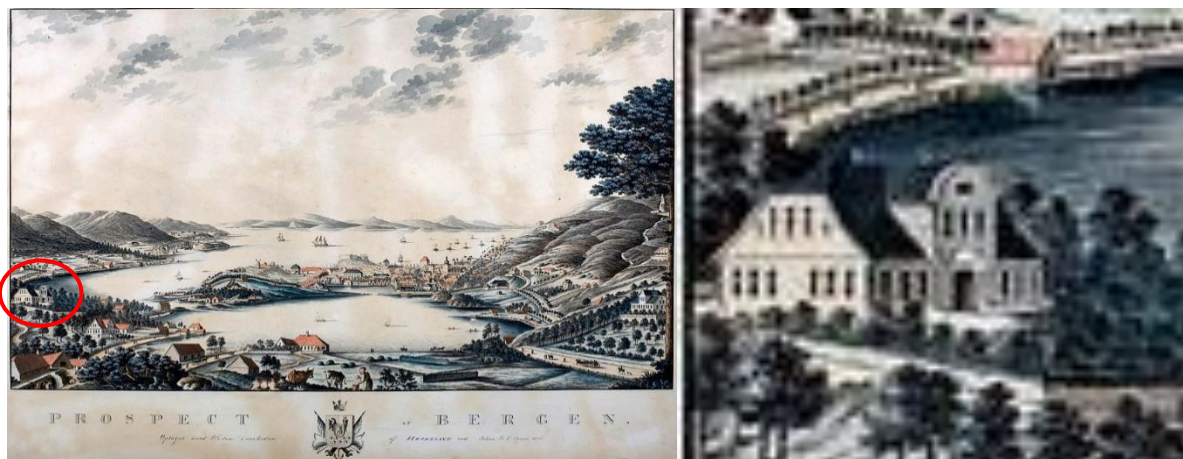
3.2.2 Historie

Bygget slik det står i dag er svært identisk med sin opprinnelse i 1844, da det ble bygget en ny etasje samt ny takkonstruksjon. I denne forbindelse fikk bygget en etterligning av Chateau Margaux med joniske søyler under et takoverbygg på forsiden av bygget. Det er få tegn til utskiftninger med unntak av noe vedlikeholdsarbeider ved takfoten og tettinger rundt takvinduene. Konstruksjonen fremstår på denne måten som original og urørt. Det er dog tegn til at konstruksjonen har vært behandlet kjemisk, sannsynligvis for å forebygge skadedyr.

Kronstad historie strekker trolig seg tilbake til 1100 tallet navnet på gården da var Hunsstadir og var eid av romersk-katolske cistercienserklosteret Nonnesetevil. Den har hatt mange eiere oppgjennom i historie fra kirkelig, adelen og velstående borgere.

Vi vil bare ta med nyere historie og viktige hendelse samt noen eiere. På 1700 tallet da eiendommen begynte å ta sin nåværende form. I 1705 kjøpte Anders Bruun eiendommen og fikk navnet Kronstad eller Cornstad, fram til 1781 hadde gården flere eiere. I 1781 kjøpte Gerhard Ameln eiendommen og bygde et nytt hovedhus på tomten (Kommune, u.d.). Huset var da i rokokko stil og var en og halv etasje med halvt valmtak med en buet midtark. Bygget har nok fremstått som storslått bygg med praktfullt hageanlegg som det er spor etter i dag.

Bilde under ser tydelig huset aketur av prospekter av Johan F. L. Dreier 1831 viser huset i dens beliggenhet



Bilde 41 Prospect Af Bergen Optaget imod Westen i nærheden af Houkeland fra 1831 av Johan Fr. L. Dreiers.

I 1840 ble Kronstad kjøpt av konsul og kjøpmann Joachim Friele og i 1844-1846 ble ombygging av Kronstad ferdigstilt. Bygget fikk en ekstra etasje og tak med helvalm og fått en ny arkitektonisk stil. Kronstad fremstår nå som en pale i empirestilen med tempelfront med joniske søyler og var da tidens største privat eid bolig. Det er usikkerhet rundt arkitekten som ble brukt til ombyggingen men spekulasjoner om at det var Stadskonduktøren O.P Riis Høegh. Inspirasjonen til bygget kom fra en vinetikett med bilde av vinslottet Chateau Margaux i Frankrike.



Bilde 42 Bilde Knud Knudsen 1870-01-01 og 1885-12-31. MARCUS Spesialsamlingene ved Universitetsbiblioteket i Bergen

Bilde over viser Kronstad på fjerdekvartal 1800 tallet.

Joachim Friele solgte eiendommen 1868 og i 1874 fikk den igjen nye eiere, da ble eiendommen kjøpt av Johan Michelsen, familien hadde eiendommen fram til ca. 1965 da den ble solgt til Johan Vetlesen. 1973 overtok Aktive Krigsdeltakerers Forening eiendommen.

Stiftelsen Krigsveteranenes Minne- Kronstad Hovedgård overtok eierskapet til eiendommen i 2007 som er i dag eierne.

I 1927 ble Kronstad Hovedgård vedtattfredet av bygningsfredningsloven av 1920.

Kronstad hovedgård er i dag som et av bergensområde viktigste kulturminne med eiendommens rike historie og hovedgårdens herrevilla som fremstår som et av viktigste bygg i Bergens aketurshistorie.

3.2.3 Bygningsfakta

Husets bredde er 12,9m mens lengden er 21,2 og mønehøyden fra loftsbjelkelaget er 5,1m, noe som utgjør en takvinkel på ca. 38°. Takkonstruksjonen har en rett kinavipp den nederste 1,5 meteren av sperrene og danner takutstikket på ca. 0,6m utenfor husveggene. Utvendig har taket glaserte takpanner og tre skorsteiner. Bygget har i dag to etasjer med stor takhøyde i tillegg til kjeller og loft. Loftet er ikke innredet annet enn avlukke rundt loftstrappen og noen noen boder. Det er derfor noen deler av konstruksjonen som ikke har vært tilgjengelig, noe en vil legge merke til på takplanet hvor det er noen stippledde linjer.

Bærekonstruksjonen i bygget er laftet konstruksjon av 3" tømmer, med et loftsbjelkelag som ligger nedfelt i raftstokken og utvendige 3" opplenger. Sperrene har typisk dimensjon 5 x 6", men det kan variere noe. Gratsperret har dimensjon 6 x 7" og ligger med tverrsnittet diagonalt altså med spissene opp og ned, ei såkalt diagonalstilt gratsperre. Alt tømmeret i takkonstruksjonen er særlig fint skantet og det er til dels lite vannkant, med noen unntak. Med få unntak er alle sammenføyninger svært nøyaktig tilpasset. Undertaket er av stående bord med over og underligger. Bordene er skjøtet med langvillige skråskjæringer og det ligger tjærepapp mellom. Det ligger også tjærepapp mellom alle overlapper mellom over og underligger. Undertaket hviler på liggende åser/ bord i 1.5" tykkelse oppå sperrene med varierende bredde og mellomrom.

3.2.4 Elementer i takkonstruksjonen

I dette kapittelet kommer noen betraktninger rundt forskjellige elementer som er knyttet til de diagonalstilte gratsperret.

3.2.4.1 Takfotpunktet til skiftesperrene og sperrebukkene.

På takfoten er det en kinavipp som danner takutstikk på huset.

Oppskalkingen for kinavippen er gjort med 2x8'' skåret tømmer og går helt i spiss ytterst ved foten. På bilde kan vi se at det er gjort forskjellige reparasjoner av utstikket og at det er liggende undertaket, som her er skiftet ut, på nederste deler av taket.

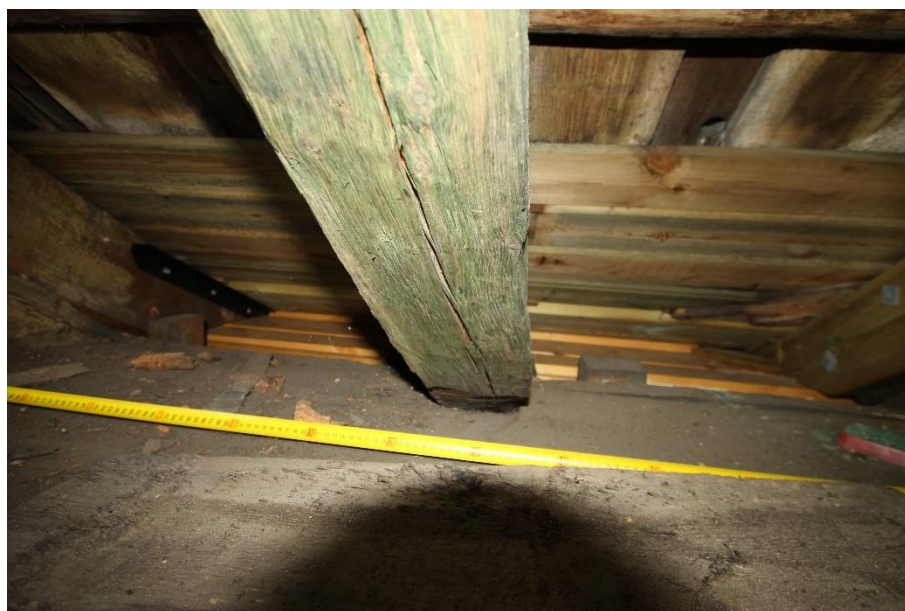


Bilde 43 Rester av eldre takrenne

Takrennene ligger som nederste bord av undertaket og har

opprinnelig vert en uthugget renne fra et trestykkene. Vi kan se rester av dette på nord-øst siden under

takutbygget. På bilde 1 ser vi også kilen til kinavippen og i toppen av bilde kan vi se et hakk ned i denne. Her er det tatt ut for åsbordene som tidligere også må ha lagt her.



Bilde 44 Takfoten med liggende undertak nederst og stående lenger oppe.

Det ligger også igjen noe som kan se ut som et eldre takbord med langsgående spor på begge sidene.



Bilde 46 Eldre takbord ?



Bilde 45

Alle sperrebukker og skiftesperrer står med vannkapp og tapp ned i bjelkene ved takfoten. Lengste enden treffer bjelken ved utsiden av tømmerveggen. Disse sammenføyningene ser ut til å ha gode og tette forbindelser, men er hugget inn på sidene, antakelig for å gi plass til gulvbordene å komme innpå bjelken og få spikerslag mellom sperreendene. Gulvbordene ligger for øvrig veldig tett inntil alle sperreender, noe som gjør det vanskelig å få full oversikt over disse punktene.

3.2.4.2 Takfotpunktet til gratsperret.

Takfoten til Gratsperret er gjort på samme måte som sperrene men disse ligger altså diagonalstilt og har derfor hjørne på stokken som treffer bjelken på midten. Også her er det hugget av på sidene for å gi plass så gulvbordene får spikerslag.

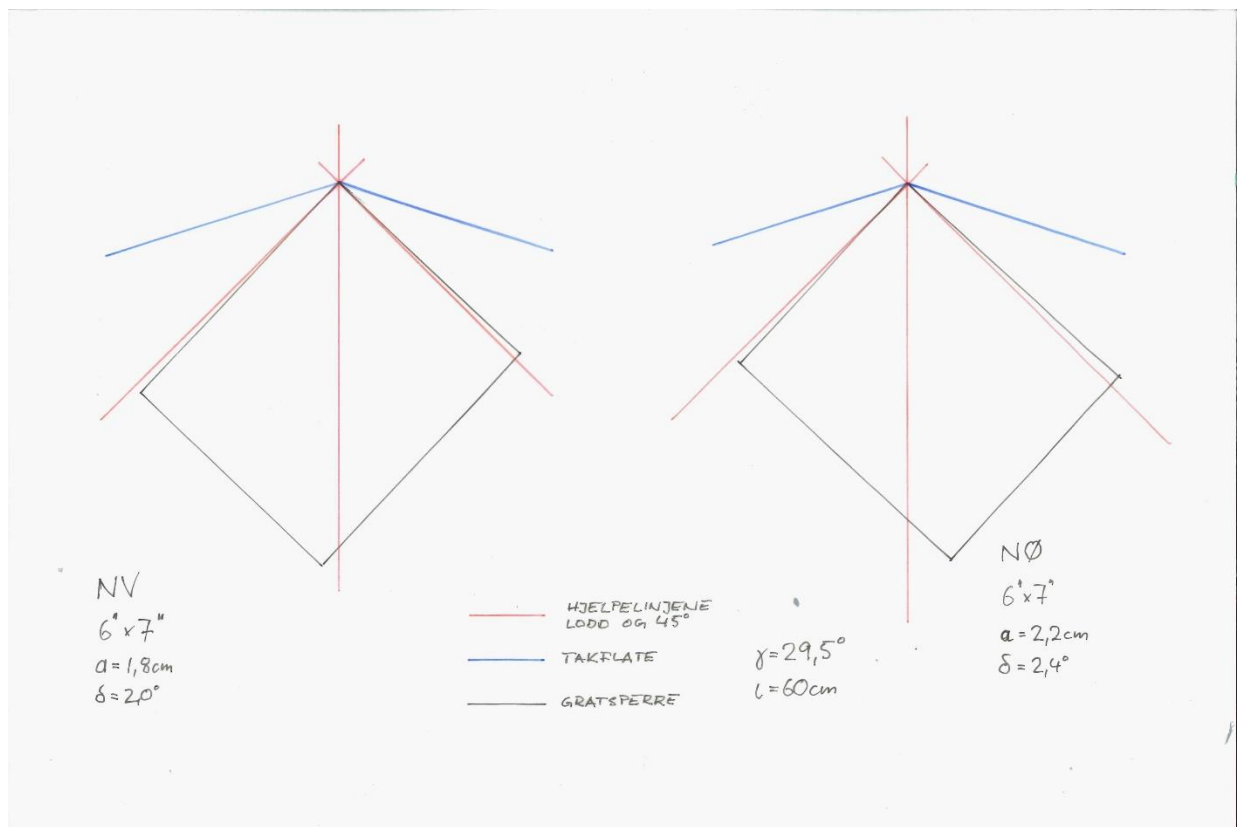
Det er ingen synlig merking på takfoten, men vi kan ikke utelukke dette ettersom gulvbordene skjuler den nederste delen av gratsperret.



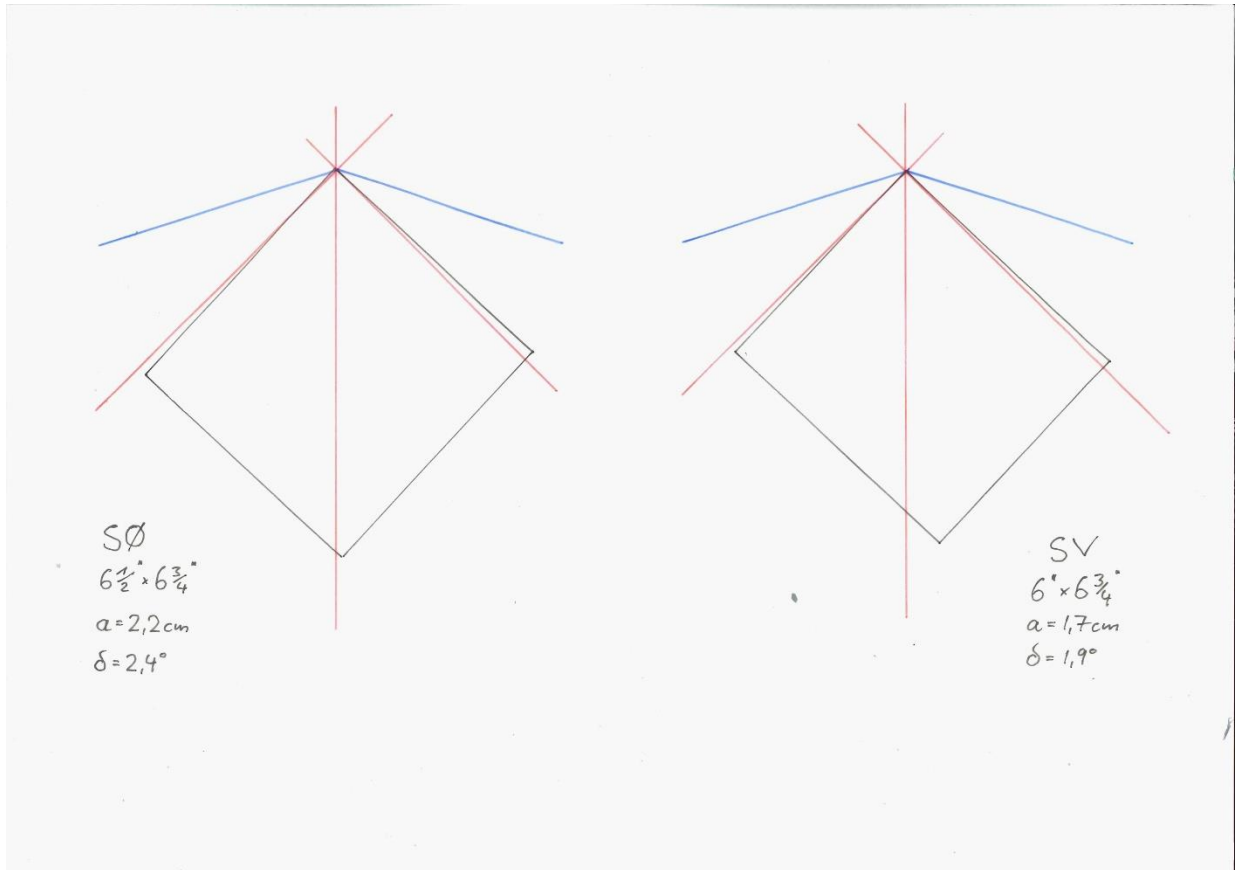
Bilde 47 Gratsperre S (sør)

3.2.4.3 Gratsperrets kanting

Vi undersøkte om gratsperret ligger i lodd med diagonallinjen eller 45° i forhold til lodden. På disse gratsperrene er kanten stort sett ligger så godt som 45° i forhold til lodden. Selv om vi kan se at gratsperre sør-øst stemmer enda bedre med diagonalen i lodd, ser det ut for at det er tilfeldig.



Bilde 48



Bilde 49

3.2.4.4 Mønepunkt ør-øst med kinningsperre

Der hvor gratsperret samles opp i mønepunktet på sør-øst siden av huset ligger det en midtsperre inn mot anleggsbindet. Gratsperret ligger derfor inntil dette på hver sin side. På sidene av midtsperret der hvor gratsperrene ligger inntil er det hugget bort en



Bilde 50 Valm sør-øst med kinningsperre

liten avfasing på ca. en tomme i nedre hjørnet avtakende opp mot toppen. Avfasingen går fra toppspissen og ned og frem til ca. 8 tommer nedenfor bunnen på loddkuttet.

Alle disse tre har et loddkutt som er helt nøyaktig inntil

anleggsbindet, og sammenføringene mellom gratsperrer og midtsperret er også helt tette. Dette midtsperret som har kinning har vi kaldt Kinningsperre.

Vi kan se at enden av både gratsperret og kinningsperret er svært ru og kan på



Bilde 51 Kinningsperre mellom gratsperrene i sør-øst.



Bilde Kinningsperre er hugget i loddkuttet



Bilde 52 Kinningsperret sett fra undersiden.

den måten se ut til å være sagd i loddkuttet. På høyre side i bilde over ser vi andre spor som kan være øks, men vi tolker det til å være en justering kun på dette hjørne av gratsperret.

3.2.4.5 Mønepunkt i nord-vest med midtsperre og gratsperre som kun har en flate i loddkuttet

I toppen av valmen i nord-vest ligger også midtsperret inntil anleggsbindet i mønet, men her er det ikke kinning og gratsperret går ikke hugget inntil midtsperret.

Gratsperret har her kun et loddkutt som ligger inn mot anleggsbindet.

Kuttflaten i loddkuttet til

disse tre er vanskelig å se, men filsingen i kanten av ene gratsperret kan tyde på at det er skjært med sag.



Bilde 53 Midtsperret i nord-vest sett fra undersiden, med skorsteinen rett fremfor



Bilde 54 Mønepunkt med midtsperre mot anleggsbindet.

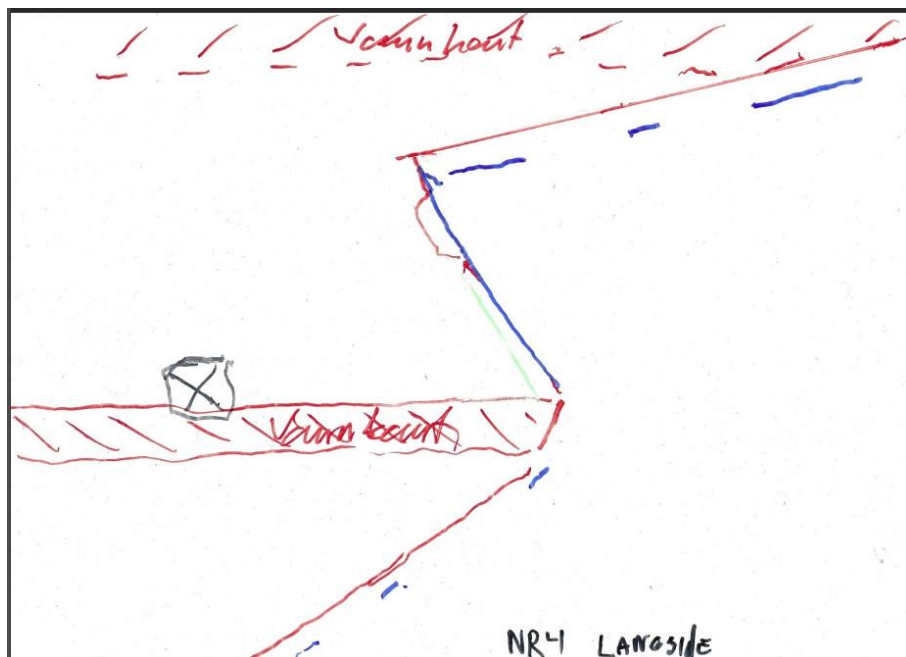
3.2.4.6 Varierende retning på skiftesperrene inn mot gratsperret, likevel helt tette klauver

Vi ser på takplan tegningen at skiftesperrene har varierende retning inn mot gratsperrene. Dette til tross, så er tilpasningen inn mot gratsperret svært tett.

3.2.4.7 Skiftesperrer med klauv

Alle skiftesperrene har klauv inn mot det respektive gratsperret. Ved avtegning av formen og tilpasningen av

klauvene som går inn mot gratsperret i øst, på en transparent folie, fant vi liten differanse på formen. Når det er sagt er de ikke aldeles like, men vi har dog ikke funnet noe bestemt mønster ut av de foliene vi har laget.



Bilde 55 Klauv på skiftesperr nr. 4 mot nord-øst (langsiden)

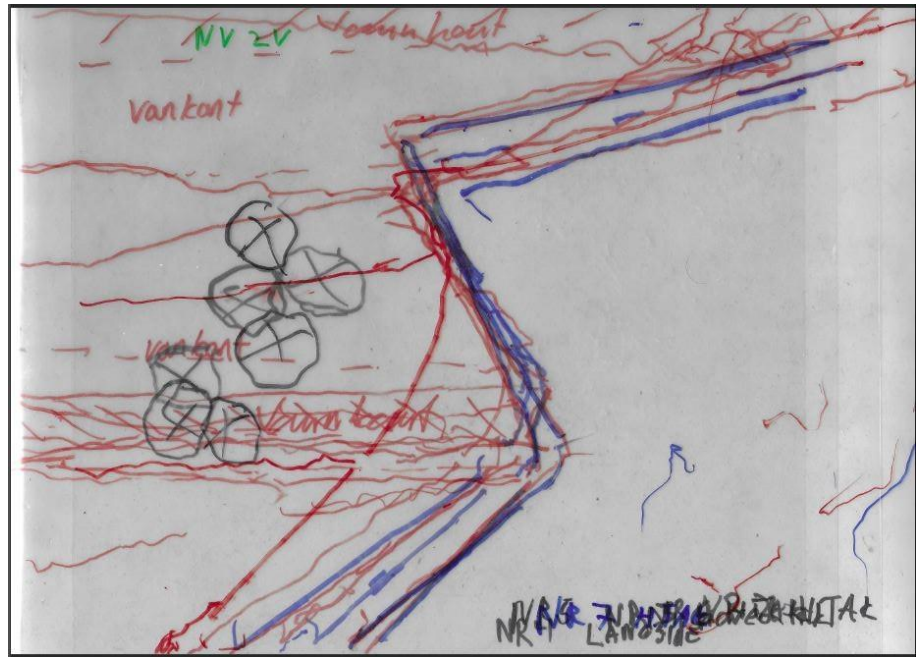
Foliene er laget med forskjellig farger for å skille mellom ulike informasjon. Rød = skiftesperrets grenser. Blå = gratsperret. På den måten indikerer avstanden mellom rød og blå linjene som er mellom skiftesperret og gratsperret. Svart = spiker og andre elementer som er tilføyd skiftesperret. Vi har også brukt en grønn farge der hvor det er blyant streker eller andre former for merking. I dette tilfellet til liks med de resterende foliene er det ikke funnet noen merking, og derfor heller ingen strek med den fargen.

Den nedre delen av foliene markerer undersiden av skiftesperret.

Alle foliene er tegnet av med toppen av folien jevnt med toppen av skiftesperret.

3.2.4.8 Klauv sammenligning

Ved sammenligning av klauvene ble alle foliene lagt oppå hverandre. Her har vi valgt å legge toppen av foliene like, samt bunnen av klauven like over en annen. Vi ser da at det er litt forskjell på tykkelsen av klauven i toppen av skiftesperret, men at vinkelen er veldig like.



Bilde 56 Klauvsammenligning

Vi kan også se at det er noe dimensjon forskjell på skiftesperrene. Ettersom det er så godt som ingen merking på skiftesperrene er en hypotese at disse kan være merket etter en mal. Denne sammenligningen er derfor gjort blant annet for å se om dette kan stemme, noe som ikke blir helt bekreftet ut fra dette resultatet, men det kan likevel være mulig, dersom det er gjort en mindre justering av klauven etter en grovtilskjæring etter mal.

3.2.4.9 Knevegg som kun støter bort mot gratsperre

Det er knevegger som går langs hele langsidene på begge sider av taket. Denne kneveggen fortsetter like bort til gratsperret i begge ender, men er ikke konsekvent med en stolpe under enden ved gratsperret.

Topprammen på kneveggen går altså

bort til gratsperret,

men har lite eller ingen bæring, dette understrekes også av at rammen er skråskjært inn mot undersiden av gratsperret. Det står for øvrig kun en stolpe for annethvert sperrepar.



Bilde 57 Rammen på kneveggen treffer bort i gratsperret.

3.2.4.10 Stolper som støtter opp under skiftesperrene i valmene

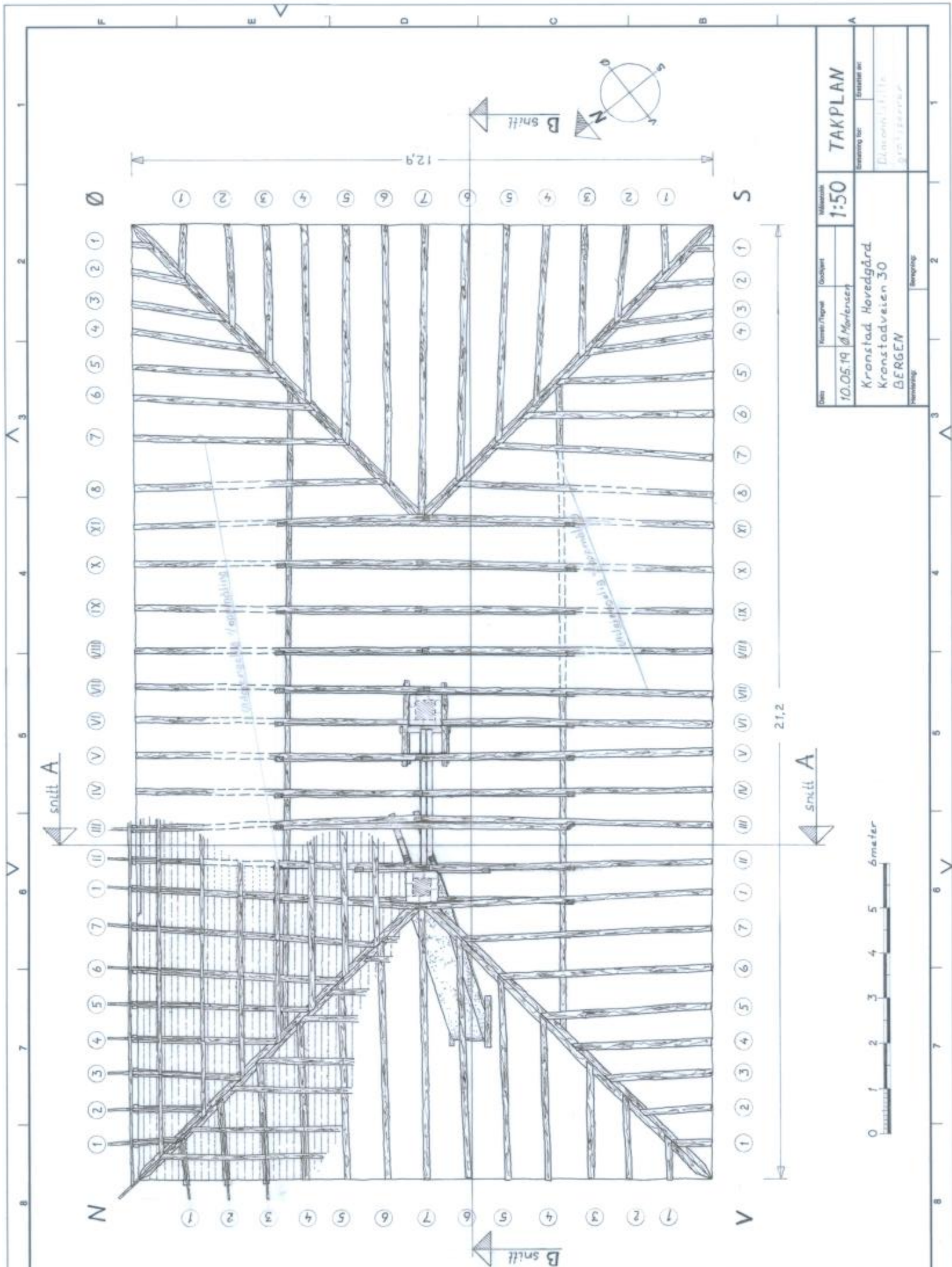
Også på valmsiden er det satt opp stolper men her er det ikke en ramme, og heller ikke hanebjelker som på langveggen, hvor rammen kan ligge opp under. Disse stolpene går derfor fra bjelken under og er etablert med en tå inn i skiftesperrene.

Disse stolpene er kun

på de lengste skiftesperrene, altså mellom kneveggene, og i samme høyde som kneveggene.

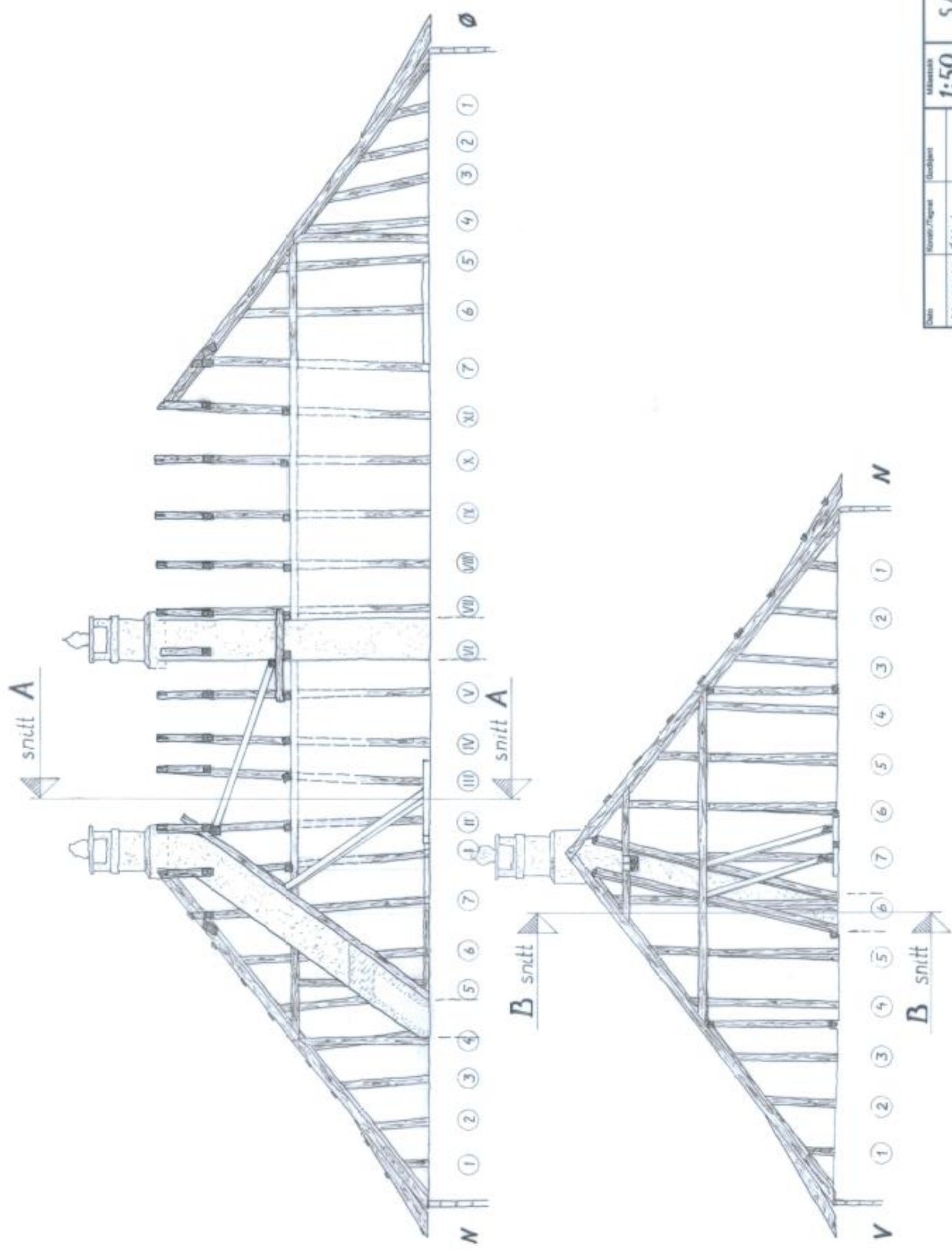


Bilde 58 Stolpe under skiftesperre i valmen, men tå opp i skiftesperret.



Dato		Målestokk	
10.05.19 Ø. Mønstert		1:50	
Kronstad Hovedgård		Eierstat ut	
Kronstadveien 30		Eierstat ut	
BERGEN		Eierstat ut	
Beregning		Eierstat ut	
Beregning		Eierstat ut	





Skisse	Navn/Type	Utsnitt	Målestokk	SNITT
10.05.19	B.H. Hansen		1:50	
Kronstad Hovedgård Kronstadveien 30 BERGEN			Elevasjon for: <input type="checkbox"/> Elevasjon av: Diagonalstille Graftsperrer	
Tegningstittel			Tegningsnr.	

3.3 ANDRE BYGNINGER - BESKRIVELSE AV FORSKELLIGE MØNELØSNINGER, FOTPUNKTER

Holmegården 6-7b



Bilde 61

Stavbygg med diagonalstil
gratsperregratsperre med fotkutt på
beten uten tapp, mens sperrene går ned
på stavlejen med klauv



Bilde 62

Damsgård hovedgård



Bilde 63

I denne takkonstruksjonen ble det funnet få tilfeller av
diagonalgratsperre, og de tilfellene som ble funnet var vanskelig å
finne noe mønster ut fra. Tross dette sitter vi igjen med et bilde av
variasjonen i typer av gratsperret
og forskjellige taktyper med

tanke på takvinkler osv. Det ble også observert flere andre
interessante detaljer i takkonstruksjonen.

Vi finner bl.a. kilsperre som er diagonalstilt og med
stikksperrer som er felt inn med tå.



Bilde 64

Frydenlund lystbolig, Gamle bergen



Bilde 65

Her finner vi gratsperrer som ligger
med kun et loddkutt og det kan se
ut som det er en liten tendens til
klauv, men det er usikkert om
dette er gjort med hensikt for å

tilpasse en vannkant på anleggsbindet eller om det er et
resultat av at anleggsflaten er hugget fra to sider og derav
er litt konkav.



Bilde 66

Huset har et bratt tak slik at det ikke blir særlig stor klauv over gratsperret, men det kan se ut som skiftesperrene er nærmest krabbet inntil. På bilde er det et sår i gratsperret som skiftesperret er tilpasset. Dette kan tyde på at skiftesperret er merket på plassen.

Bakerhuset, Gamle Bergen



Bilde 69

I dette huset ligger det en svill opp på loftsgulvet, hvor sperrene og gratsperret er festet. Det er uklart hvorfor denne ligger der fordi gratsperret er også felt ned i raftstokken på tømmerkassen.

Gratsperret er også her hugget med kun en flate inn mot anleggsbindet.

Dette huset har også en stor ark uten valm som står i valmen på fremsiden. På bildet ser vi gratsperret og arken som går ut fra møne på huset med sperrer som fortsetter opp fra gratsperret.

Embetshuset, Gamle Bergen



Bilde 73



Bilde 67



Bilde 68



Bilde 70



Bilde 71



Bilde 72

Krohnstedet, Gamle Bergen



Bilde 75

enden på gratsperret er også her med kun en loddflate mot anleggsbindet. Her kan vi tydelig se at flaten er hugget med øks.



Bilde 74



Bilde 76

Skiftesperrene er tett tilpasset skiftsperret sin vannkant.



Bilde 77

Granåsen Gård, Trondheim oppført 1760



Bilde 79

Hovedhuset med halv valm, diagonalt stilt gratsperregratsperre og midtsperre (kinningsperre) synes.



Bilde 78

Om halv valmen er original er ukjent.



Bilde 80

Kjøpmannsgata 21, Trondheim oppført 1850-1870



Bilde 81



Bilde 82

Diagonalstil gratsperregratsperre med åser.



Bilde 83

Kjøpmannsgata 35, Trondheim oppført

1850-1870

Fotpunkt på halv valm og åser synes.



Bilde 84



Figur 85a

Kjøpmannsgata 37, Trondheim oppført 1850-1870



Bilde 86



Bilde 85b

Halv valm med diagonal stilt gratsperregratsperre og åser. Bilde til høyre; anleggspunkt i møne, her ligger gratsperret an mot en frittstående mønsås. Dette er også tilfellet i Kjøpmannsgata 27.

Åmotsdal kirke

Åmotsdal Kirke fra 1792 er hittil den eneste kirke med diagonalstilte gratsperrer vi har kjennskap til. Det har ikke vært mulig med en befaring i ramme av dette arbeid, men kirken virker å være et tydelig og interessant eksempel.

Med det avtrappete tårntak og halvvalm på alle fire skip er det til sammen 16 gratsperrer i bygningen som antageligvis alle er diagonalstilte.

Selv om vi bare har fotografier kan vi konstatere noe:

1. I halvvalm i skipene er det brukt kinningssperre.



Bilde 87 Foto Håkon Telnes Fjågesund

2. Gratsperrets fot over lafteveggen er utført med enkelt vannrett kapp.



Bilde 88 Foto Håkon Telnes Fjågesund

3. Noen av gratsperret støtter seg i toppen mot en stolpe istedenfor anleggssperre.



Bilde 89 Foto Håkon Telnes Fjågesund

Dessuten er byggmesteren

Ronjøm kjent med navn (se kap.2.7). Han bygget også 2 andre kirker i området.

3.4 MØNE- OG FOTPUNKTER FINN EN ANNEN OVERSKRIFT

Kinningssperre

Den kanskje mest iøynefallende møneløsning er den vi kallet for kinningssperre. Her ligger det en sperre mellom gratsperret. Det er ikke en skiftsperre som støtter seg mot gratsperret slik det er vanlig ved loddstilte gratsperrer, men den støtter seg med en full flate mot anleggsbindet. Ved loddstilte gratsperrer er det vanlig at midtskifter støtter seg kun mot gratsperrene.



Bilde 91 Granåsen gård

Da kinningssperren møter gratsperret er det hugget to slak skrående flater på den som minner på kinnerer slik de er kjent fra lafting.



Bilde 90 Loddstilt Gratsperre med midtskifter

Kinningssperrer er observert i Kronstad, Bergen, Åmotsdal Kirke i Telemark og Granåsen gård i Sør-Trøndelag.



Bilde 92 Granåsen gård

Møneløsning i Gamle Bergen

I de fleste bygninger i Gamle Bergen og Tyskebryggen har gratsperret kun en smigflate mot anleggssperre. Gratsperrene møter hverandre kun med spissen eller en veldig liten flate.



Bilde 93 Frydenlund

Vannrette kapp i foten

Bortsett fra de eksempler i Trondheim ser vi utelukkende vannrette kapp i foten, med eller uten tapp. I fotingsrøstkonstruksjoner er dette naturlig, men når gradsperran ligger på en laftevegg eller stavline kunne man også forvente andre løsninger.

I Åmotsdal kirke hviler gradsperran med et enkelt vannrett kapp på den runde raftstokken. Hadde gradsperran blitt merket med loddrett parallellforskyvning kunne man vente en annen felling.



Bilde 94


Sperrene i stavbygget i

Holmegården i Bergen hviler i sperrehakk. Gratsperren ligger derimot opp på beten med enkelt vannkapp.

4 DRØFTING


4.1 SAMMENDRAG AV INTERESSANTE PUNKTER

Gjennom de befaringer og observasjoner som vi har gjort har det kommet mange forskjellige interessante betraktninger. For å gi en enkel og helhetlig oversikt over våre betraktninger og hvordan vi tolker sporene finner du en oppstilling her. Tabellen under viser de viktigste observasjoner som er gjort på forskjellige takkonstruksjoner, sammen med en tolkning av disse sporene. Første kolonne viser en henvisning til de steder i dokumentet hvor dette er videre omtalt.

	Observasjon	Tolkning
3.1a	<p>Toppflatene av gratsperret i Trondheim er hugget litt ned da åser møter graden.</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Gratsperret har blitt tilpasset klauvene (da hadde sannsynligvis alle klauvene vært like, laget etter sjablong, kanskje de er hugget i 90 grader? Sees på folier)• Eller: Dette ble gjort for å få den øvre (bærende) delen av klauven litt sterkere, som ellers ville være ganske tynn og svak.
3.1b	<p>I mønepunkt i Trondheim er det stort sett brukt sag. En av flatene er hugget med øks mot fibrene.</p>	<p>Virker som en tilpasning/korrigerings. At det er hugget ovenfra ned, altså mot fibrene, må bety at noen har stått der oppe. Hadde man vært på bakken, hadde man bare snudd stokken.</p>
3.1c	<p>Trondheim: Hull etter haldhaker topp GS/ås i avstand 44cm</p>	<p>Åser var festet til stående GS under oppmerking. Direkte merking.</p>
3.1d	<p>Parallele merker på nedsiden av klauven (Trondheim)</p>	<p>Beholder lengden ved Direct merking. Streng tatt ikke nødvendig. Kun på de</p>

		nederste åser som er låst gjennom innfelling i GS og hovedtakspærrebind.
3.1e	Nederste åser felt inn, resten ikke. (Trondheim)	Har man prøvd noe og forkastet det senere? Ikke helt rutinert – mindre utsagnskraft for oss
3.1f	Åser ligger ikke parallelt til hverandre eller til raft (Trondheim)	Da blir klauvene forskjellige og må lages en og en.
3.1g	Høy kvalitet på fellinger (Trondheim)	Rutinerte tømrere
3.1h	Tapphull i sviller og veggen (Trondheim)	Tyder på en løftebukk som har stått her.
3.1i	Nederste ås gateside kappet i 45 / 90 grader (Trondheim) (Må sjekkes)	Man hadde en ide om teorien bak pregeorgians, men ikke helt perfekt. Likevel viser det ønske etter et klart system.
3.1j	Fotpunkt Trondheim: Loddrette flater hogget på sidene.	Gjør det mye enklere å felle loddrett til veggbjelke
3.1k	I undertaket i gavlen er det en eldre åpning (Trondheim)	Løftebukken var på plass også etter ombygningen.
3.1l	Bygningskroppen i Trondheim er ikke i vinkel	Metoder som utslag ol. blir vanskelig.
3.1m	Klauer har forskjellige vinkler i Trondheim	Individuelt tilpasset.
3.1n	Nederste ås til venstre i Trondheim virker som man hadde en ide om hvordan teorien med de pregeorgianske virker. Bare tok grunnvinkelen istedenfor riktig vinkel i flaten.	
3.2a	Mønepunkt i Bergen: GS kappet bare i en retning, parallell med valmraft	Muligens lagt ut kun fra hovedtakside
3.2b	Generelt i Bergen er det sperrer. Det er ingen av disse konstruksjonene	Ved bruk av sperrer med tapp i bjelkelaget, vil det være mindre belastning på øvre del av klaven,

	som er hugget ned i toppen av gratsperretgratsperret.	ettersom sperret i større grad støtter seg til gratsperret og nærmest låser gratsperret.
3.2c	Bergen: Gratsperret er faset i underkant av gratsperret. Dvs. spisskanten som vender ned er faset fra ca. 1m over gulv og oppover.	En forfining av konstruksjonen? Eller det er gjort for å unngå spissen kanter som en kan slå hode i når en bruker loftet.
3.2d	Bergen: Dimensjonen på skiftesperrene er typisk mindre dess kortere de blir. Gjerne en topp som nærmest ikke er skantet, men bort imot rund.	Utførende tømrer har vært oppmerksom på at det er mindre belastning og en har da brukt det man har av småender på disse stedene. Michelsen handbok for. S. 77 Takkverkstømmers dimensjoner.
3.2e	Bergen: Det er også typisk på flere hus at sperrene er av toppstykket med nærmest rund topp.	Øverste del av sperrene ble sjelden eller aldri kledd under, det var derfor ikke behov for full tykkelse over hanebjelken.
3.2f	Frydenlund lystbolig mf., Bergen: Vi kan på noen hus se at det er krokete trær som er brukt og gjerne også med stor avsmalning.	Det var ikke så farlig hvordan sperrene så ut, ettersom de kun skulle bære taket og ellers ikke ble synlige.
3.2g	Kronstad, Bergen: Kun noen få blyantmerker i loddkuttet på lengste enden av sperret. Merkingen går ikke forbi hakket, og er aldri parallell med hakket.	Alle klauvene er merket med sjablong og blyantstrekene er akkurat hugget bort. De plassene streken er synlig har vært feilmerking eller streker som markerer ca. lengde.
3.2h	Meddratte klauver der det er vannkant i GS	Merket en og en

3.2i	<p>På sør-øst valmsiden på Kronstad finner vi kinningsperre, et sperre på valmsiden som går helt inn mot anleggsbindet i møne og har kinninger/ avfasing i hjørnene der gratsperretgratsperret på begge sidene er felt helt inntil.</p> 	<p>Minner mye om kinninger som blir brukt i laftekonstruksjonen, som er en hjelp til å merke sammenfellingene. noe som tyder på slektskap og at samme håndverkeren har gjort også takkonstruksjonen.</p>
3.2j	<p>De fleste tilpasninger mellom konstruksjonsdelene på Kronstad er svært god tilpasset. Dette gjelder også mønepunktet i Trondheim</p>	<p>Det vil være behov for en enkel måte å få til denne nøyaktige tilpasningen.</p>
3.2k	<p>Krokede materialer i flere av husene i Gamle Bergen</p>	<p>Vanskelig med utslag/sjablong</p>
3.2l	<p>Sperrene i Kronstad ligger ikke parallell</p>	<p>Ulike vinkler mot gratsperret krever ulike klauver.</p>
3.3a	<p>Flere steder er det pre-georgians og diagonale i samme bygning</p>	<p>Tyder på et slektskap mellom disse to varianter</p>
3.3b	<p>Pre-georgians ligger i hovedtakside (Obs: Bare fordi vi har sett det 4-5 ganger er det ikke en naturlov)</p>	<p>Ble de lagt ut kun fra hovedtakside? Eller rett på den allerede stående takflaten?</p>
3.3c	<p>Sperrer sitter i hakk, GS kappet rett i vann og hviler på samhald (bygning?)</p>	<p>Kan tyde på direkte merking eller en metode som bare gir vann/lodd</p>
3.3d	<p>Kinningsperre finnes andre steder også.</p>	<p>Modus operandi</p>

4.2 UTVIKLING AV HYPOTESER

For utvalg av varianter som skulle prøves i praksis var det naturlig å ta utgangspunkt i de dokumenterte bygninger i Kjøpmannsgata 27 i Trondheim og Kronstad Hovedgård i Bergen. Fra disse finnes det nok dokumenterte spor til å prøve seg på en rekonstruksjon av forskjellige mulige prosesser. Samtidig har vi også sett på andre konstruksjoner som har gitt oss bekreftende observasjoner til våre forsøk, men også nye idéer til muligheter. I den følgende teksten drøfter vi noen av sporene som finnes i forrige kapittel. Tallene i parentes henviser til punktet i tabellen.

1. For gratsperret i Kjøpmannsgata 27 i Trondheim ser vi konkret de loddrette flater (3.1h) i foten som viktigste spor. De gjør en loddrett felling enkelt eller først mulig. Hvis gratsperren er felt direkte mot veggbjelken, kan dette enten bli gjort stående eller liggende, med veggbjelken kantet i takfall. I det siste tilfelle ville det ha vært vanskelig å bruke loddføl.
Det finnes tegn på en løfteinnretning som har stått i gavlen (3.1h, 3.1k). E slik bukk kan på den ene siden har blitt brukt som stillas og vil på den andre siden gjort det vanskelig å løfte veggbjelken ned til gulvet og tilbake. Også hoggespor mot fibre i møne tyder på at det ble jobbet fra et stillas (3.1.b).
At bygningen er ikke i vinkel (3.1l) og gratsperren får dermed ulike lengder og treffer veggen på forskjellige høyder la alle metoder som krever måling eller utslag virke vanskelig og usannsynlig.
Vi velger derfor å merke gradsperreren på den stående konstruksjon for å se om vi kan etterligne spor.
2. Når det gjelder åser i Trondheim, finnes det flere spor som tyder på at de ble merket individuelt på den stående gratsperre. Blyantmerker (3.1d), forskjellige klauver (3.1m), nedhogginger på gratsperrens overside (3.1a) og spor etter holdhaker (3.1c) viser alle i den samme retningen.
Her skal det prøves med hvilke konkrete metoder sporene kan etterlignes.
3. På skiftsperrer i Kronstad er så godt som ingen riss eller blyantmerker (3.2g) Dette lar oss tenke på merking med mal. Et riss ville da ikke gå ut over selve kappet og stort sett bli hugget bort.

De fleste klauvene er veldig tette, men de steder de åpner litt sees det øksemerker i både den øvre og nedre del av klauven (3.2h).

Samtidig ser vi at det har vært brukt sag i bygningen (3.2g). Utarbeiding av en ferdig merket klauv, i hvert fall den nedre delen, virker mye enklere med sag. Hvorfor ble det da brukt øks likevel?

Kanskje det at skiftsperrer ligger i ganske tilfeldige vinkler (3.2l) kan hjelpe til å finne et svar. Hvis sperrene treffer i ulike vinkler på gratsperret, vil klauvene også bli ulike.

Avvik fra «normalen» vil ikke være altfor stor, men antageligvis større enn det som kan sees i bygningen. Hvis man i en første arbeidsgang hadde utarbeidet klauvene grovt (og med sag), og i en annen omgang lagt de inntil gratsperret og meddratt, ville både den høye presisjonen (3.2j) og øksesporen etter justeringer i den nedre del av klaven forklares. Samtidig kan dette stemme med at det er svært få rester etter oppmerking, som på denne måten kan ha blitt hugget bort.

I forsøket skal det bygges en skiftesperr som ligger noe skrå mot raftet. Vi ønsker å se hvor langt klauven kommer til å åpne og om medraging og justering med øks vil være naturlige framgangsmåter og lete til de observerte sporene.

4. I mange europeiske naboland finnes det tradisjoner for skiftning som baserer seg på beskrivende geometri. Det skulle derfor prøves om en diagonalstilt gratsperregratsperre kan merkes på utslag og hvilken grad av kompleksitet et slikt utslag ville ha.
5. Joe Thompson foreslå i rapporten sin en metode som skulle overprøves.
6. Tau 1: Når vi ser de tette konstruksjonsdelene spesielt på Kronstad loftet er det interessant å finne en metode som er enkel og nøyaktig. Tau/snor som måleverktøy er bl.a. nevnt i spørrelister «ord og sed» (Folkeminnnesamling, 1934-1947) , men også Axel Weller trekker frem snoren som et verktøy som tidligere har blitt brukt i forbindelse med utarbeiding av bygningskonstruksjoner.

Ved å strekke en snor fra mønepunktet til ytterst på fotpunktet der hvor gratsperrets topp skal være, vil vi kunne måle vinkler og lengder direkte uten å måtte løfte opp et langt og tungt gratsperre emne.

Vi har gjennom utregning og prøvinger med Model bygging funnet ut at dersom gratsperret ligger 45° i forhold til anleggsbindet og har en vipping på 45° så vil halve bredden av loddkuttet være lik tykkelsen på gratsperret.

Vi vil derfor teste ut om dette fungerer i praksis. Vi vil da bruke andre matematiske sannheter for å finne de resterende punkter, samt takvinkelen til å merke fotpunktet

7. Tau 2: Tau/ snor viste seg i første forsøket å fungere god for å finne vinkelen i toppen av gratsperret inn mot anleggsbindet, men ellers var det en fiasko. Likevel ble forsøket en suksess da vi oppdaget andre muligheter som ser ut til å være langt enklere og dessuten uavhengig av takvinkler og hjørnevinklen på huset.

Vi vil fortsatt bruke snoren på samme måte fra mønepunktet til takfoten. Deretter vil vi prøve å bruke diagonalmålet på gratsperret til å måle oss ned vinkelrett til snoren og merke bunnpunktet på anleggsbindet, akkurat i lodd under mønepunktet.

Forsøket forutsetter derfor at diagonalen til gratsperret ligger i lodd.

Vi kan måle halve diagonalmålet horisontalt inn mot anleggsbindet og sette en loddstrek. Deretter vil vi sette av bredden til gratsperret vinkelrett fra snoren og merke av akkurat der det treffer loddstreken. På dette punktet skal hjørne på gratsperret treffe.

Vi vil da ha tre punkter, noe som er et tilstrekkelig utgangspunkt for å sage loddkuttet.

På samme måte vil vi forsøke å merke vannkuttet ved takfoten.

For å teste om dette også fungerer med forskjellig takfall på langside og valm, legger vi inn en stor forskjell når vi strekker opp snoren.

Hypotesen er at tilpassingen mot bjelke og anleggsbind blir helt tett etter at gratsperret er merket og kuttet liggende på gulvet, uten at vi trenger å løfte det opp før det skal endelig monteres.

8. Kinningsperret som vi har valgt å kalle det er et normalsperre som har tilsvarende lengde som et sperre i sperrebindene ellers i takkonstruksjon. (3.2i) Et slikt sperre er plassert midt mellom gratsperrene. I underkant av dette sperret akkurat der gratsperret legger seg inntil finner vi kinninger på begge side. Vi ser likheter mellom disse kinningene og det vi finner ved lafting. Kinning blir brukt i laftekonstruksjoner for å gjøre det enklere å merke, det vil da være naturlig å tenke at også disse kinningene har denne hensikt.

Hypotesen vi satte opp var: kan vi lage gratsperret nede på gulvet med utgangspunkt i kinningene på dette sperret. Vi hadde samtidig et spørsmål; om det kunne være andre grunner til at nettopp kinninger var brukt.

Det finnes med sikkerhet andre varianter som kunne prøves, f.eks. en kombinasjon av flere maler. Det var imidlertid viktig for oss å ha i det tidsrommet som var avsatt til praktiske forsøkene en åpning for å prøve ideer som skulle komme underveis.

5 PRAKTISKE FORSØK

De praktiske forsøkene har vi valgt, på grunn av deres omfang, å trekke ut til vedlegg. Men for å gjøre sammenhengen i teksten lettere tilgjengelig fører vi inn en oppsummering av hver av oppgavene her. Noen av forsøkene har ført til nye hypoteser som også er blitt testet, for å finne frem til den mest sannsynlige fremgangsmåten. De totale rapporten med beskrivelse av hele prosessen finnes altså som vedlegg.

Forsøkene var svært nyttige og førte til ny forståelse og oppdagelse av metoder som kan gjøre bruken av diagonalstilte gratsperrer svært enkel.

Alle forsøk utført i Trondheim ble utført på verkstedet til NTNU, En felles sperrebukk med fotingsrøst ble laget i starten av samlingen av skantet tømmer. Materialet som ble brukt i forsøkene var gran skantet til dimensjon 5 x 6'' og 6 x 7'' av 1. års studenter. Noe varierende grov/ ujevn overflate. Fotingsrøstet hadde en bredde på 4 meter, og et takkfall på 2:5 av hus bredden dvs. 38,6 grader.

Forsøkene i Bergen ble også utført med utgangspunkt i et felles sperrepar laget av 48 x 198. Dette ble laget med vannkutt og et enkelt loddkutt som en gjæring i toppen og skrudd sammen i toppen, samt ned mot et bjelkelag som vi la ut av 48 x 148 planker på flasken. Det ble også lagt ut 2 tilsvarende bjelker ut mot valmen samt stikkbjelker mot hjørnene. Bredden var også her 4m og takfall på 2:5 av hus bredden.

Tømmeret som ble brukt til forsøkene var av furu skantet til dimensjonene 5 x 6'' og 6 x 7''. Skantingen ble utført i forbindelse med kurs for nybegynnere hos Akasia i deres lagerlokaler på Laksevågneset i Bergen. Disse lokalene ble også benyttet under forsøkene. Det var varierende kvalitet på overflaten til de skantede stokkene, alt fra god til ikke helt ferdig skantet.

Verktøyet som ble brukt ved begge tilfellene var: øks, sag, huggjern, kritsnor, loddsnor, loddstokk/ vater, passer, vinkeljern, løsvinkel, holdhake, tommestokk og blyant, samt tau/ snor.

5.1 PARALLELLFORSKYVING I LODD, TRONDHEIM

Forsøket utføres med utgangspunkt i gratsperret (GS) fra Kjøpmannsgata 27 i Trondheim som er en halvvalm konstruksjon med gratsperre felt ned i raftstokken.

På Trondheims gratsperre, er det avfasing.

Vi vil finne ut hvilken rolle dette spiller for oppmerkingen og om det er forskjell mellom avfasing og uten avfasing.

Det blir derfor gjort to forsøk, en med avfasing og en uten. Et aspekt i dette er hvorledes det er å jobbe med den i høyden.

Et lite stilas er satt opp for å simulere dette. Et annet aspekt er at de diagonalstilte



Bilde 95

gratsperrer møter en mønsås som stikker ca. 3m ut fra siste sperrebukk og er skjøttet rett over dette.

Vi valgte å gjøre det på denne frihands metode, det ble ikke gjort forsøk på utslag på denne varianten av valm. Det er flere grunner til denne konklusjon havnet fremfor utslag. Det ville vært mer problematisk nede ved foten med innfellingen i raftestokken, hvor det ikke ville vært mulig å felle den loddrett ned. For å kunne merket den må raftestokken da tas ut av gavlveggen og tiltes i vinkelen gratsperret skal stå i sin endelige posisjon. Dette vi gi en del utfordring når man tenker på den plassen som var til rådighet ved byggingen. Valmen er en ombygging, og det har sannsynlig stått et vindehjul og en bukk/ramme under denne halvvalmen. Dette gir en enkel mulighet for et stilas som man er avhengig av når man skal merke og bygge den på plassen. Vindehjulet og konstruksjonen rundt den vil ha vært mer i veien om man skulle gjør utslag.

Avfasingen som var gjort oppe på GS, gjorde det lettere å merke opp loddkuttet og er med på å forsterke hypotesen om at det er blitt gjort på frihånd. Resultatet vi fikk fra forsøket var en bra tilpasset nedfelling i raftestokken, også oppe ved mønsåsen ble del tett inntil anleggsflaten på samme måte som vi ser i Kjøpmannsgata 27.



Bilde 96

5.2 PARALLELFORSKYVNING I LODD, BERGEN

Dette forsøket tar for seg montering av Diagonalstilt gratsperre inntil et anleggssperrebind med å stile den opp og merke på plassen, gratsperret skal kun ha en kappflate.

Gratsperret blir stilt diagonalt opp på anleggsbindet og ned til bjelken hvor den skal stå. Merker opp ved hjelp av lekte som legges inntil anleggsbindet for å merke undersiden deretter sikter over og forbinde strekene.

Får å merke opp vannkappet med gratsperrefoten må man ha høyden som den skal felles ned dette er diagonalen akkurat der den står oppå anleggsbindet. Den kan tas med mål eller passer. Dette målet blir overført til gratsperrefoten merket og kappet.



Bilde 100



Bilde 99



Bilde 98



Bilde 97 Mønepunkt på Krohnstedet

Parallelforskyvning i lodd viste seg i dette forsøket men enkel måte å montere den diagonalstilte gratsperre på. GS har kun en kappflate i mønepunktet dette forenkler prosessen betraktelig.

5.3 KINNINGSPERRE BERGEN

Kinningsperret ligger inn mot anleggsbindet akkurat mellom de to gratsperrer. Dette sperret har en kinning (avfasing) i underkant i området der gratsperret legger seg inntil sperret. Av den grunn har vi valgt å kalle dette sperret for Kinningsperret.



Bilde 101

Hypotesen vi satte opp var: kan vi lage gratsperret nede på gulvet med utgangspunkt i kinningene på dette sperret. Vi hadde samtidig et spørsmål; om det kunne være andre grunner til at nettopp kinninger var brukt.

Etter hvert som vi forsøkte forskjellige måter å merke gratsperre inn mot kinningen, oppdaget vi at en 1'' lekte ville være en lett måte å få nøyaktig oppmerking, noe som stemte godt med at kinningen var nettopp 1'' bred i bunnen.

Når nå merkingen av kinningen ble veldig enkel og Kinningsperret la se nøyaktig på plass mellom gratsperrene så vi at kappingen av loddkuttet på gratsperrer også kunne gjøres svært enkelt. Det var nærmest ikke nødvendig å merke, ettersom vi kunne sage loddkuttet mens de lå inntil Kinningsperret som alt hadde rette vinkelen i loddkuttet.



Bilde 102

Etter vår erfaring gjør denne metoden merking og tillaging av gratsperrer meget enkel og effektiv ettersom vi kan jobbe med det hele nede på et flatt bjelkelag/ gulv uten løfting av tømmerstokkene. Vi ser også at det ikke lenger var behov for å finne rette lengden på gratsperret ettersom det gav seg selv ut fra midtsperret. Det samme gjelder vinklene til loddkuttet på gratsperret. Det gjenstår dog å verifisere metoden som vi brukte på fotkuttet, da det er dette som gir oss vridningen på gratsperret under oppmerkingen.

Ved denne metoden ser vi også at merkingen av skiftesperrer med fordel kan ha vært gjort mens gratsperre lå på gulvet, på samme måte som vi har vist i forsøket Utslag, vedlegg s. 13.

5.4 TAU METODE 1 TRONDHEIM

I dette forsøket vil vi prøve om det lar seg gjøre å få et nøyaktig kutt av en diagonalstilt gratsperre ved bruk av en snor som strekkes der hvor toppen av gratsperret skal ligge, der en kan hente ut vinkler og mål til de aktuelle kuttene.

Hypotesen er at ved å bruke bredden til gratsperret til å finne vinkelen, samt matematiske sannheter, vil

tilpasningen bli perfekt. Forutsetningen er at gratsperret har nøyaktig 45° diagonalstilling i forhold til horisontalplanet, takfallet er likt på begge sider og hushjørne er 90° .



Bilde 103 Snoren er markert med blå strek fra takfoten, opp til møne ved anleggsbindet.



Bilde 104

Våre erfaringer etter dette forsøket er at det kan på en enkel måte være mulig å finne de rette vinklene selv på gratsperre som ikke har kvadratisk tverrsnitt. Vi ser også at metoden til å finne vinkelen i foten av gratsperre er avhengig av at gratsperre ligger 45° i forhold til horisontalplanet.

Det vil være nødvendig med et nytt forsøk for å finne rette punktet for undersiden i loddkuttet.

Ved neste forsøk kan en forsøke bruk av passer for å finne de aktuelle hjørnepunktene. En vil da ha mulighet for å bruke den eksakte dimensjonen på gratsperre. Dette kan gjøre det mulig å merke vinklene på en valm som har en annen takvinkel enn hovedsiden. En kan også bruke målestav til dette forsøket. Metoden vil trolig også takle at hushjørnet ikke er vinkelrett eller en kombinasjon av disse.

5.5 TAU METODE 2, BERGEN

I dette forsøket skal man prøve ut hvordan den diagonalstilt gratsperre kan ha vært laget med bruken av tau/snor. Den ene gratsperret skal ha to kappflater i mønepunktet imens den andre skal kun ha en kappflate imot anleggssperrebindet noe vi ser på flere av byggene vi har vært på befaring på.

Hypotesen vår er at man kan hente ut alle vinker og mål man trenger med hjelp av snor, tommestokk og løsvinkel for å kappe til gratsperret så lenge man har alle dimensjonene på gratsperret det vil si brede, høyde og diagonalen.

Prinsippet med tau er at tauet er ryggen på GS det vil si toppen langs GS og alle målene blir målt ut fra den. Vi forestiller at tauet er GS og vi måler brede, høyde og diagonalen, alle målene hentes fra GS. Alle målene som blir målt må måles vinkelrett fra tauet, det vil si at det skal være en 90 grade mellom tauet og tommestokken uansett om vi måler vannrett, skrått eller horisontalt. se bilde under



Bilde 106



Bilde 105

I dette forsøket viste at det er fullt mulig å merke og montere den Diagonalstilte gratsperre med tau/snor og resultatet ble veldig bra. Dette forsøket var tømmeret skantet og var jevn dimisjon noe som er til stor fordel arbeidet. Det er for eksempel noe man ser på Kronstad hovedgård. Men er mye vannkant blir det vanskelig for å måle opp det riktige målene eller bruke løsvinke dette taler imot tau metoden der gratsperret har mye vannkant noe vi har sett på flere bygg eksempel Krohnstedet I Gamle Bergen Museum

5.6 UTSLAG

I dette kapitelet beskrives forsøk da de nødvendige lengder og vinkler blir utviklet ved hjelp av beskrivende geometri.

5.6.1 Klassisk takgeometri (lærebok)

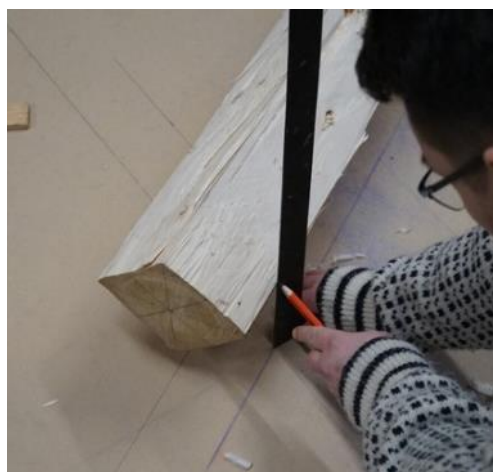
Et forsøk følger utslagsprinsippene for den loddstilte gratsperret. Det utvikles en projeksjon som viser gratsperret sett fra siden. Siden den er vridd 45° rundt sin akse må den kantes også for merking. Til dette blir stokken plassert på profilen og lagt i blokker med passende V-formede spor.



Bilde 107 Gratsperre i merkeposisjon på profilen

Mål overføres fra profilen til tømmeret ved hjelp av vinkeljern eller loddfjøl.

Metoden fungerer og er i tillegg like fleksibelt som kjent fra gratsperret med loddstilte sider (ulike takfall, ikke rettvinklet plan). Dessuten er det mulig å merke alle punkter i en posisjon. Likevel blir spørsmålet stående hvorfor man skulle bruke denne metoden uten å gå over til den loddstilte gratsperret.



Bilde 108 Mål overføres til stokken

5.6.2 Merking etter takfall og kanting etter flukt

En nærmere betraktning av den diagonalstilte gratsperrets geometri viser at den kan delvis merkes ved å bruke vanlig takfall. Dette er litt overraskende siden gradsperreren har en annen helling enn normalsperren. Under forutsetning at bygningen er rettvinklet med like takfall, hever gratsperrets kanting rundt sin akse og den strekkede grunnlengde hverandre opp.

Gratsperrets fot kan merkes veldig enkelt med en mal eller løsvinkel satt til takfall eller på normalsperreprofilen. En slik profil til vanlige sperrer fantes det gjerne allerede et sted i bygningen.

Mønepunktet kan ikke merkes komplett på denne måten. Forholdet mellom øvre og nedre punkt kan bestemmes, men punktene på sidene må finnes på en annen måte.

I det konkrete forsøket ble det brukt normalsperreprofilen for å finne de første seks punkter.

Deretter legges gratsperre i en posisjon hvor den treffer med sin riktige lengde på

anfallsbindet. I denne posisjonen må både de punktene på øvre og nedre kanten og punktet på siden ligge i flukt med linjen som representerer anfallsbindet. Ved å kante stokken slik at de to allerede kjente punkter flukter, kan også den tredje bestemmes.



Bilde 109 Stokken kantes til to punkter på øvre og nedre kanten flukter, så merkes punktet på siden

For å finne punktet på den andre siden gjentas prosedyren tilsvarende.

Metoden opplevdes som svært enkel. I stedet for normalsperreprofilen kunne det bli brukt løsvinkel. Da trenges ingen utslag. Linjen under anfallsbind vil være gitt av samhold og metoden kan enkelt utføres på bjelkelag.

5.7 JOE THOMPSONS METODE

Denne varianten ble, som overskriften sier, foreslått av Joe Thompson. Metoden ble opprinnelig utviklet (og suksessfull prøvd) for den takflateorienterte eller preggorianske gratsperret og med hensyn til sørengelske håndverkstradisjoner. Thompson mener at den burde også la seg bruke til merking av diagonalstilte gratsperrer, men har ikke prøvd det.

Forsøket ble utført på utslaget, men det brukes i hovedsak strek som representerer naturlige linjer som utside vegg, bjelke, stavlinje el. Det kunne utføres på samme måten i bygningen på ferdig bjelkelag.

Gratsperret legges med sin riktige lengde fra hjørne til anfallsbind og kantes «etter øye». I denne posisjon blir det merket alle riss som ligger parallelt til hovedtaket eller i rett vinkel til anfallsbind. I mønepunktet spikres det en list i rett vinkel til anfallsbind.



Bilde 113 Kantet etter øye



Bilde 114 List

Nå legges stokken slik at lengden (mønepunktet) faller på bygningens midtakse (møneakse). Samtidig blir den kantet til listen ligger i flukt med møneaksen. Tanken er at den skal da ligge riktig for å merkes fra den andre siden.



Bilde 115 Kantet til den andre siden

Etter at stokken ble kappet viste det seg at metoden fungerer ikke i det hele tatt. Verken fot eller møne passet.



Bilde 117

Det skyldes at den diagonalstilte gratsperrets flater ikke ligger i takflatene som ved den pregregorianske. Derfor kan den pi spikrete listen ikke brukes som referanse.

Dessuten vil det være vanskelig å merke en vannrett kapp. Ved nøyere betraktning av J. Thompsons forsøk virker det så at han la gratsperrets nedre ende hvile i et sperrehakk. Da trenges det kun lodd og

vinkel, men ikke vann. Dette dekker seg ikke med observasjonene. Med unntak av Trondheim er det funnet utelukkende enkle vannkapp eller vannkapp med tapp, selv i bygninger hvor sperrene ellers hviler i sperrehakk.

Selv om metoden ikke fungerte og vi ikke kunne finne på en enkel måte å modifisere den tilfredsstillende, var den likevel en inspirasjon til å tenke noe mer om kanting mellom takflatene.

Forsøkets resultat la det også virke mer sannsynlig at det finnes prinsipielle forskjeller i merkestrategier for diagonalstilte og takflateorienterte/pregregorianske gratsperrer. Her må det tas høyde for at vi ikke vet hvordan den pregregorianske gratsperret ble bygget og at J. Thompsons forslag er en ubekreftet hypotese.



Bilde 116

5.8 SKIFTESPERRE, BERGEN

Klauver med mal

I dette forøket har vi tatt utgangspunkt i en hypotese vi har hat om hvordan skiftningen kan ha vært gjort på Kronstad hovedgard

Noen av klauvene er det glipe på mellom skiftesperret og den diagonalt stilte gratsperret, noe som gjør at vi kan se spor etter øks både underkanten og overkanten på klauven til skiftesperret

Hypotesen vi har lagd går ut på at skiftesperrene har blitt laget på bakken og brukt mal til å merke opp klauven og grov kappe klauvene på forhånd med sag å justere den med øks etter behov. Man kan anta at det ville ha vært mer merker etter oppmålingen og nedfelling av skiftesperret om det hadde blitt merket opp stående på den diagonalt stilt gratsperre.

Bilde under viser GS med skiftesperre med klauv



Bilde 118



Bilde 119

Hypotesen vår kan muligens være en måte å gjøre det på og den kan forklare hvorfor vi ikke finner så mye spor etter oppmerkingen på skiftesperret, tillegg gir det en mulig forklaring på økse sporene man ser på nedre del av klavene som gliper mot den diagonalstilte gratsperret. Når man har mal å merke etter blir det mindre streker på ferdig resultat, da man kan kutter på streke. Stiler den opp på GS for deretter medra for å fin justere etter pre kappet og hogger medraget med øks.

Det at vi så sag spor andre plasser gjør at vi kan si at det har vært brukt, det ville da være naturlig å bruke det på klavene og.

Det ble på Kronstad funnet noen blyant merker, men ikke så mye som man kunne anta å finne om det var blitt merket opp på plass på GS.

5.9 ÅS MED VINKEL OG PASSER, TRONDHEIM

I dette kapitel beskrives prosessen med å rekonstruere merkeprosedyren, i det å felle åser til gratsperret.

I Kjøpmannsgata 27 finnes tydelige spor etter bruk av passer og streker etter vinkel på åsene. Med disse verktøy parallell forskyves og finnes høyder på åsen. Det er vert å merke seg, at det strekes parallell med gratsperret på åsen for å finne klauvens vertikale linje fra nedsiden og ikke tilsvarende på oppsiden. Det ble forsøkt å streke på både opp og ned side, noe som viste seg å bli upresist.



Bilde 120

Et annet aspekt er selve oppbyggingen, mye tyder på at åsene har blitt merket og felt ned på plass. Et stillas har muligens vert bygget trinnvis opp, noe plasseringen av haldhaken kan bevitne. Pre-kapp av ås endene blir også omtalt i forsøket, som en mulighet for å gjøre merkingen enklere og mere presis. Det finnes spor i bygget der kan tyde på prekapp.



Bilde 121

Merkene som finnes på åsene i bygget, tilsvare de som oppsto etter merkingen i forsøket.



Bilde 123



Bilde 122

5.10 MERKING AV KLAUV MED VINKELMAL, TRONDHEIM

Ved dette forsøket venter vi å finne at stikkåsen eller skiftesperret, etter at en har laget en vinkelmal, enkelt kan merke og lage til klauven uten at en trenger å forholde seg til meddrag osv.

Malen ble laget raskt og enkelt i starten av arbeidet ut fra en ås som var plassert opp på gratsperret. Dette arbeidet ble gjort tilsvarende nedfelling av ås, forsøket. Åsen som i vårt tilfelle først ble lagt opp på gratsperret ble merket på nøyaktig lengde og vinkel på undersiden, og så klauven kappet etter malen. Det vil også være mulig å gjøre dette mens åsen ligger på gulvet, uten at skiftesperret blir løftet opp. Vi ser at merkingen blir mye raskere og strekene blir kun der en skal skjære. På denne måten kan vi se for oss at arbeidet med tillaging av åser/ skiftesperre gjøres effektivt kun ut fra enkle lengdemål på åsene/ skiftesperrene.



Bilde 124

Vi opplevde gjennom forsøket at det kunne være litt vanskelig å få anlegget til vinkelmalen til å ligge helt korrekt. Dette skyldes i første rekke en svært grov skanting av tømmeret i kombinasjon med en kort anleggsflate.

Vi kan også se for oss at det vil være vanskelig å få helt nøyaktige tilpasninger mot GS alltid på alle åsene, med mindre GS er fint skantet slik vi ser det på Kronstad taket. Denne konstruksjonen var tydelig og godt tilpasset.

Vi ser også for oss at denne metoden kan brukes på skiftesperre. Enten ved å først lage klauvet mot gratsperret, og så måle lengden



Bilde 125

og kutte fotkuttet etter takvinkelen. Eller først lage fotkuttet med tapp for så å sette tappen ned i topphullet i bjelken og legge den opp over gratsperret. Da får en merket både lengden og vinkelen inn mot gratsperret på underkanten av skiftesperret.

5.11 OPPSUMMERING AV FORSØKENE

Blant våre ti forsøk er det er syv av det forbeholdt diagonalstilt gratsperret, og tre er om åser og skifte sperre.

Av de syv som handler om gratsperre er det kun en av de som en vi kan utelukke helt, Joe Thompsons metoden. Denne metoden var utgangspunkt for hypotese rundt pregregorianske gratsperre hvordan den kunne vært bygd, forfatteren av dette forsøket hadde tanker om det lot seg gjøre å bruke denne metoden for den diagonalstilte gratsperre med noen fornyinger, men dette hadde han ikke utprøvd. Prinsippet av pregregorianske gratsperre og den diagonalstilte er forskjellig oppstillingen, den ene har en side i takflaten mens den andre har ingen sider i takflaten derfor vill det gi utslag i forsøket og ikke la seg gjøre med den diagonalstile gratsperre.

Men tar man forsøket fra tau metoden fra Bergen er det fult mulig å bygge den diagonalstilte gratsperre etter dette og man er heller ikke avhengig av at takfallet har like grader eller grunnrisset har en 90° vinkel. Derimot er den avhengig av at diagonalen til gratsperren står i lodd for å kunne hente riktige vinklene fra snoren og overføre til gratsperren for å kappe den til.

Tau metoden fra Trondheim var en kombinasjon og om den matematiske sannheten at bredden til en bjelke som ligger 45° er lik bredden på endekuttet i 45° med denne metoden er det fult mulig å bygge gratsperre på. I begge tau metodene ble det brukt løsvinkel der man må ta mye hensyn til den skantete flate og vannkanten til tømmeret.

Andre forsøk som ga gode resultater og som er fult mulig å montere diagonalstilt gratsperre er parallellforskyving i lodd, det vil si at de blir merket mens gratsperret står oppstilt. Det ble gjort to forskjellige varianter en fra Trondheim og en fra Bergen. Varianten fra Bergen består av kun en kappflate i langs anleggsbindet, gratsperrene her ligger ikke inntil hverandre men har hele kappflaten inntil anleggsbindet. Men den i Trondheim ligger gratsperrene inntil hverandre og dermed har to kapp flate en på tvers av møneåsen og inntil gratsperrene. Å parallellforskyve i lodd er en effektiv måte merke gratsperret på og her har du mulighet til å felle den ned i raftstokken slik det er gjort i Kjøpmannsgata 27 i Trondhjem.

Det er på samme måte enkelt å merke vannkapp til gratsperre foten med eller uten tap.

Kapp etter takfall ved gratsperre foten er den mest effektive måten å merke opp vannkappet på og kan med fordel brukes i kombinasjon med kinningsperre metoden.

Det siste forsøket vårt er kanting etter utslag som var en metode som fungerer i tillegg er det fullt mulig å merke opp skiftesperrene samtidig dette ble prøvd og det fungerte bra. Både kanting etter utslag og kinningsperre er avhengig og støtte opp gratsperre når den ligger på baken slik at de blir kantet i riktig grade.

Forsøkene som omfatter skiftning og åser viser seg og fungerer. Man har prøvd flere metoder blant annet skiting med mal med tanken om prekutte skiftesperrene, men forsøket viser at justeringer må til for tett klauv inntil gratsperre. Alle metodene vi har prøvd viser at det er flere muligheter å lage gratsperren med skiftning og åser.

Ås nedfelling med vinkel og passer er en utmerket måte å felle klauvene til gradsperran.

6 KONKLUSJON

Gjennom mye arbeid både med historiesøk, litteratursøk og praktiske forsøk kan vi ved hjelp av denne skrevne tekst og bilder trekke frem noen sannsynligheter, men på ingen måte sette to strek under konklusjonen. En bestemt konklusjon på dette stadiet er ikke mulig, og vi ser derfor frem til at noen tar tak i videre forskning.

Når vi ser tilbake på de spørsmål som vi stilte i starten av arbeidet: når, hvor, hvem og hvordan, så kan vi se noen sammenhenger som later til å stemme rimelig godt.

Valmtakets ser ut til å starte sitt inntog sammen med barokken, noe som stemmer godt med det eldste tilfellene vi har blitt oppmerksomme på, Bryggen i Bergen fra 1700 tallets første kvartal. Etter dette har vi funnet tilfeller gjennom ca. 150 år, men det ser ut til å avta på den tiden husene i Kjøpmannsgata i Trondheim ble utført rundt 1850 – 70. Dette tidspunktet stemmer også godt med introduksjonen av lærebøker i håndverksfaget og den utvikling som førte til blant annet fagskoler i tømmerfaget, hvor de benyttet bøker fra Europa. I disse bøkene finner vi ikke diagonalstilte gratsperrer men derimot loddstilte, slik vi kjenner dem i nyere tid. Dette må ha ført til en gradvis utfasing, som nå er total også når det gjelder kunnskapen om diagonalstilte gratsperrer.

Det har vist seg å trolig være en relativt vid forekomst av tilfeller, spesielt i Bergen og Trondheim som var to store byer på den tiden. Også tilfeller fra andre deler av landet i tillegg til noen få tilfeller i England og Sverige. Dette spørsmålet har stort potensiale for den som tar arbeidet videre med forskingen.

Diagonalstilte gratsperrer er funnet i laftede og stavlinehus av alle slag. Her kan nevnes løer, hus for lagring, handels og industri hus, samt bolighus og ikke minst herskaps hus, lysthus og kirker.

Ut fra det materialet vi har gått igjennom finner vi noen kilder som forteller om håndverkerne i de store byene Bergen og Trondheim. I Bergen ser vi at bygningsstrilene har en sentral rolle i husbyggingen på denne tiden, de har også gjennom lov fått tildelt privilegiet å oppføre huset inkludert takkonstruksjonen. Ellers i landet har vi funnet lite informasjon men om byggmester Ronjøm i Telemark sies det at han var sterk forankret i sin lokale tradisjon, noe som også kan være tilfelle med flere i andre kanter av landet. Ut over dette ligger det her store muligheter til videre forskning.

Når det gjelder spørsmålet «hvordan» kunne det vises at det finnes flere muligheter å bygge diagonalstilte gratsperrer med forsvarlig innsats. Selv om antallet av undersøkte bygninger er forholdsvis lite kunne det observeres et mangfold i detaljløsninger som tilsier at det faktisk var forskjellige framgangsmåter som ble brukt.

Vi har ikke sett gratsperrer som er felt flere steder enn i fot og møne, eksempelvis mot en knevegg eller hanebjelke. Slike fellinger kunne både begrense antallet av mulige framgangsmåter og etterlate tydeligere spor. Finnes de derimot ikke, kan det tyde på bruk av metoder som er mindre egnet til å håndtere slik økende kompleksitet.

Observasjoner fra og forsøkene i forhold til Kjøpmannsgata 27 i Trondheim forsterket inntrykket at det her var felling i lodd og parallellforskyvning som var forherskende. Spor på åser kunne etterlignes. Gratsperre var mulig, men ikke enkelt å merke. Resultatet likner likevel originalen. Tatt sammen med andre spor som nedfelling av kun de nederste åser og gavlen mot gaten kan en få inntrykk av at tømmerne hadde et tydelig bilde av resultatet, men måtte finne veien dit selv. Dette svekker på en side utsagnskraft av Kjøpmannsgata 27 som eksempel på merkemetoden betraktelig, på den andre siden viser det at idealet av den diagonalstilte gratsperret var sterk.

Rekonstruksjon av en mulig prosess på Kronstad Hovedgård i Bergen var spesielt overbevisende når det gjelder møneløsningen med kinningssperre. Ganske spesifikke spor kunne etterlignes. Metoden er enkel og effektiv og viser dessuten paralleller til arbeidsmåter som må ha vært innarbeidet blant 1700 og 1800tallets laftebyggere. At kinningssperren er observert flere steder i landet viser at metoden var kjent og brukt utøver et lokalt miljø.

Også sporene på skiftsperrer i Kronstad kunne etterlignes, uten at det kreves at den prøvde metoden er den eneste mulige. Manglende merker kan tyde på bruk av en mal, men i så fall er skiftsperrere etterjustert individuelt. Det ble ikke heller andre steder funnet tegn på at skiftsperrer og åser kunne være komplett prefabrikkert helt uavhengig av gratsperret. Det kan likevel forestilles at slike tilfeller dukker opp i framtiden.

Noen av de prøvde metodene, kinningssperre og kantemetodene, åpner for en helt eller delvis tilpasning av skiftsperrere liggende på bakken. En slik mulighet må ansees som en betraktelig lettelse i arbeidsprosessen.

De fleste av de ellers prøvde metoder førte også fram til brukbare resultater. Hvorvidt de faktisk ble brukt er det umulig å si før man finner tydeligere spor.

Taumetoden viste seg i forsøkene å fungere bra også i tilfeller hvor takvinklene er forskjellige, men utover dette finnes det ingen konkrete spor, kilder eller andre holdepunkter for den.

Et utslag analog til den loddstilte gratsperret ansees som usannsynlig. Det finnes ingen forklaring hvorfor man skulle overta merkemethoden men ikke utformingen. En loddrett smigflate på skiftsperrer er mye enklere å lage enn klauven den diagonalstilte gratsperret krever. Bedre anleggsflate til taktro og større fleksibilitet av den loddstilte gratsperret er andre fordeler som ikke kan nektes.

En metode som skal framheves på grunn av sin bestikkende enkelthet er merking av fotpunktet etter takfall. Selv om metoden ikke fungerer universelt men er avhengig av en rettvinklet bygning med like takfall, er dette forhold som kan ventes i et nybygg. Enkeltheten av denne metoden ville være en god forklaring på den diagonale stillingen.

Flertall av de undersøkte gratsperre har en vannrett kapp i foten. Da takene er konstruert som fotingsrøst er dette naturlig, men det finnes også andre tilfeller. I Åmotsdal kirke ligger gratsperret med en vannkapp på lafteveggenes runde stokker og Trond Oalann beretter om et grindbygg hvor sperrene sitter i sperrehakk, mens gratsperret hviler med et enkelt vannkapp på stavlina.

Satt opp mot en stolpe kan gratsperret antageligvis merkes komplett etter takfallsmetoden, ellers så trenges det en kombinasjon med andre metoder for å bestemme lengde og kappvinkler i møne. Som det kunne sees i forsøket med kinningsperren kan en ferdig kappet fot være behjelpelig med å finne rette kantvinkelen.

Andre måter å bestemme kantvinkelen, enten «frihand» etter en flukt (5.6.2) eller geometrisk konstruert (5.6.3), viste seg også å fungere.

Ved nærmere betraktning har disse kantemethodene og kinningsperremetoden et grunnleggende fellestrekk: For merking av møne ligger gratsperret riktig kantet i en posisjon som tilsvarer den nedklappede takflaten. Dette gjelder forresten også den takflateorienterte eller pregregorianske gratsperret. Likeså passer møneløsningen fra Gamle Bergen og Tyskerbryggen inn i bilde, hvor gratsperret har kun en smigflate mot anleggssperren, men ikke

mot hverandre. Det kan forestilles at gratsperret er lagt ned en og en med hver sin anleggssperre. Da ville en slik utforming være naturlig.

I et slik scenario kan foten ikke uten videre merkes i samme posisjon som forsøket med Joe Thompsons metode har vist. Kombinasjon med en metode som er spesielt egnet til å merke foten, takfallmetoden, virker derfor som en god forklaring.

Etter de gjennomførte undersøkelser begynner et bilde av den diagonalstilte gratsperret å ta konturer og også spørsmålene har blitt mer konkrete:

I slutten av 1600 og begynnelse av 1700tallet førte en ny stilperiode, barokken, til økt etterspørsel i valmede tak. Slike tak har tidligere vært ganske uvanlige i Norge og arbeidene ble utført av få spesialister, tårnbyggere, som benyttet seg av den loddstilte gratsperren. Hvorfor ble valmtak nå utført på en annen måte? Hadde tårnbyggere ikke kapasitet nok? Og hvorfor delte de ikke kunnskapen sin? Bygningsfolk kom gjerne fra bygdene og tømmerlaugene i Norge var svake. Var kunnskapsutvekslingen med kontinentet så lite at man måtte finne på egne løsninger for å tilfredsstille etterspørselen? Eller kom inspirasjonen til den diagonale gratsperren utenfra?

Var det den pregeorgianske gratsperren og metoden som går ut fra å merke gratsperren i en posisjon som tilsvarer den nedklappede takflaten som var forløperen? Er det i så fall en sammenheng med møneløsningen i Gamle Bergen og, som en videreutvikling, kinningssperren?

Har takfallmetoden vært i bruk? Hvis ja, hvor utspredd var den og kan den har vært grunn til den diagonale stillingen? Hvis nei, hvilke andre metoder ble brukt i forbindelse med kinningssperrer?

Eller ble gratsperrene stort sett bare lagt opp og felt parallell i lodd?

7 UTSIKT

Vi har så vidt begynt å forske på den diagonalstilte gratsperren. At vi konkluderer med en lang rekke spørsmål istedenfor svar stå for seg selv. Det gjenstår mye å oppdage.

En del av spørsmålene kan undersøkes best ved å undersøke flere bygninger, mens andre krever en fordypning i litteratur. Bygningsundersøkelser kan være både i bredde/ kvantitativ for å kartlegge omfanget i tid og rom og i dybden for å finne flere spor som belyser de bakenfor liggende handverksprosesser.

Forhåpentligvis kan denne oppgave være grunnlag for å lete målrettet etter tegn og spor som kan be- eller avkrefte den ene eller andre hypotese.

8 VEDLEGG

- Intervju med Byggmester Morten Mortensen
- 2018.08 Hip Rafters – on the “diamond”
- Kjøpmannsgate 27 plan
- Kjøpmannsgate 27 snitt
- Kronstad hovedgård registreringsskjema
- Kronstad snitt
- Kronstad takplan
- Prosessbeskrivelse forsøkene
- Rapport Damsgård hovedgård

9 BIBLIOGRAFI

- Aamold, H. O. (2017, feb 20). https://nkl.snl.no/Jarand_Aasmundson_R%C3%B8njom. Hentet fra https://nkl.snl.no/Jarand_Aasmundson_R%C3%B8njom: https://nkl.snl.no/Jarand_Aasmundson_R%C3%B8njom
- Albertsen, N. (2022). *Fisking i Bergen*. Bergen: Tapir akademiske forlag.
- Almevik, G. (2012). *Byggnaden som kunskapskälla*. Stockholm: Ineko.
- Almevik, G. (2017). Det forensiska perspektivet. I G. Almevik, *Hantverkvitenskap*. Gøteborg: Universitetet i Gøteborg.
- Almevik, G. (2017). *Det forensiska perspektivet*. Gøteborg: Universitetet i Gøteborg.
- Andersen, H. A. (1993). *Håndverkere i Trondhjem på 1700-tallet*. Trondheim: Nordenfjeldske kunstindustrimusem.
- Anke Loska, Riksantikvaren. (2012, 04 27). <https://kulturminnebilder.ra.no>. Hentet fra <https://kulturminnebilder.ra.no>: <https://kulturminnebilder.ra.no>
- Baadsvik, I. M. (2014, August 20). www.bergenbyarkiv.no. Hentet fra www.bergenbyarkiv.no: <https://www.bergenbyarkiv.no/aarstad/archives/kronstad-hovedgard-og-lystgard/5471>
- Broch, T. (1848). *Lærebok i Bygningskunsten*. Christiania: Werner og comp.
- Brochmann, O. (1979). *Bygget i Norge-1*. Oslo: Gyldendal Norsk forlag.
- Brosing, G. (1964). *BERGEN EN BY I VEKST*. Bergen: A. Garnæs Boktrykkeri.
- Brown. (1675). *The Description and use of an ordinary joynt-rule*. London: Willian Fisher.
- Brown, J. (1675). *The Description and use of an ordinary joynt-rule*. London: William Fisher.
- Bugge, A. (1918). *Husbygningsslære*. Kristiania: H. Ashehoug og Co.
- Bækken, I. (2002). *Byen brenner: om store bybrenner i Bergen*. Bergen: Det hanseatiske museum og Bryggens museum.
- Christie, H. (1981). *Stavkirkene-arkitektur i Norges kunsthistorie bind 1*. Oslo: Gyldendal.

- DIVE. (2016). *Kulturmiljøet Kjøpmannsgata, Trondheim kommune 2016- DIVE analyse*. Trondheim.
- Drange, T. (2000). *Gamle trehus*. Oslo: Universitetsforlaget A/S.
- Fasting, L. (1999). *Arkitektur i 1000 år*. Trondheim: Trondheims arkitektforening.
- Folkemинnesamling, N. (1934-1947). Spørreliste 15. Timbremannsyрке, verkty og vyrke. *Spørrelistene "Ord og Sed"*. Oslo: Norsk Folkemинnesamling.
- Frøstrup, A. (1985). *Måling og kapping av taksperre*. Oslo: Yrkesoplæringen.
- G.F, K. (2014, september). <http://norske-kirkebygg.origo.no>. Hentet fra <http://norske-kirkebygg.origo.no>: <http://norske-kirkebygg.origo.no>
- Godal, J., Moldal, S., Oalann, T., & Sandbakken, E. (2005). *Beresystem i eldre norske hus*. Trondheim: Tapir.
- Hammerlin, L. (2019, 5 9). Hentet fra www.byggogbevar.no: <https://www.byggogbevar.no/pusse-opp/tak/artikler/hva-kalles-takformen>
- Hauge, T. (1994). *Littlemannen og skoftungen*. Teknologisk institutt.
- Herman C. Neupert. (ukjent år, ukjent år ukjent år). <https://kulturminnebilder.ra.no>. Hentet fra <https://kulturminnebilder.ra.no>: <https://kulturminnebilder.ra.no/fotoweb/archives/5001-Alle-kulturminnebilder/?q=V%C3%A5g%C3%A5%20kirke>
- Hofstad, E. (2003). *Lad os af oster indkalde de striler, som ere vant med øxer og biiler*.
- Ina Samdal, K. S. (2015). *Bygningsdokumentasjon og analyse-rapport, Kjøpmannsgata 27 AAR/4800/AAR4825*. Trondheim: NTNU.
- Iversen, S. (2011, august ukjent). <https://lokalhistoriewiki.no>. Hentet fra <https://lokalhistoriewiki.no>: https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Fil:%C3%85motsdal_kirke.JPG
- Jon Bojer Godal, S. M. (2009). *Beresystem i eldre norske hus*. Trondheim: tapir.
- Kolderup, E. (1891). *Haandbog i Husbygningkunst*. Kristiania: Aschehoug.

- Kommune, S. K. (u.d.). *www.bergen.kommune.no*. Hentet fra *www.bergen.kommune.no*:
https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00167/Historien_om_Kronst_167781a.PDF
- Kristensen, K. (1920). *Husbygningslære bind 2*. København: Jul. Gjellerups forlag København.
- Larsen, K. E. (1989). *Trebyen, bybrenner og byfornyelse*. Tapir.
- Lassen, U. H. (2014). *The invisible tools of a Timber Framer*. Kållerød: Ineko.
- Lindahl, A. (1880, 7 1). *www.nb.no*. Hentet fra
<https://www.nb.no/items/4697f883fcbaf2325c0914154b202ce?page=0&searchText=Axel%20Lindahl%20fjordgata>:
<https://www.nb.no/items/4697f883fcbaf2325c0914154b202ce?page=0&searchText=Axel%20Lindahl%20fjordgata>
- Lindahl, A. (år ukjent). *kulturminnebilder.ra.no*. Hentet fra *kulturminnebilder.ra.no*:
URN:NBN:no-RAKV_arkiv_CA640435E4B54080 89D531C768B18D40
- Mazerolle, L. (1986). *Traite theorique et prratique de charpente reed*. . Tour de France.
- Mortensen, M. (2019, april onsdag d. 24). Takkgeometri. (Ø. M. Nikolaj Albertsen, Intervjuer)
- Nielsen, N. P. (1932). *Veiledning i Avbinding av takkonstruksjoner (skifting) og konstruktive forskallingsarbejder*. Oslo: Grøndahl og Søns forlag.
- Opderbecke, A. (1913). *Der Zimmermann*. Leipzig: Verlag B. F. Voigt.
- Rønningen, G. (1993). *Byggverk i tre 1100-1700*. Oslo: Program for forskning om kulturminnevern, Norges forskningsråd.
- Rønningen, G. (1993). *Byggverk i Tre 1100-1700*. Oslo: Norges forskningsråd og forfatter.
- S. Holm Riksantikvaren. (1970, 01 01). <https://kulturminnebilder.ra.no>. Hentet fra
<https://kulturminnebilder.ra.no>:
https://kulturminnebilder.ra.no/fotoweb/archives/5001-Alle-kulturminnebilder/RA1_INDEKS/RA1/Topnummer/T047_01/T048_01_0071.tif.info#c=%2Ffotoweb%2Farchives%2F5001-Alle-kulturminnebilder%2F%3Fq%3Dvalmtak
- Schrøder, A. (Ukjent år, ukjent år ukjent år). <https://lokalhistoriewiki.no>. Hentet fra
<https://lokalhistoriewiki.no>:

https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Fil:Stiftsg%C3%A5rden,_S%C3%B8r-Tr%C3%B8ndelag_-_Riksantikvaren-T324_02_0037.jpg

Schübler, J. J. (1731, 5 20). *https://digi.ub.uni-heidelberg.de*. Hentet fra <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/schuebler1731/0084>: <https://digi.ub.uni-heidelberg.de>

Stade, F. (1904). *Die Holzkonstruktionen*. Leipzig: Verlag M. Schäfer.

Steinar Moldal, H. O. (2018). *Om det å lafte*. Bergen: fagbokforlaget.

Storsletten, O. (2002). *Takene taler*. Oslo: Arkitekthøgskolen.

Strand, T. L. (1992). *Bergen Byggmesterlaug 100 år- 1892-1992*. Bergen: Garnæs trykkeri A/s.

Trond Indahl, Å. M. (2005). *Hus i Bergen- særpreg i arkitekturen*. Bergen: Vigmostad og Bjørke A/s.

Weller, A. (2019, april 24). Valm konstruksjoner i verden. (R. Klumpp, Intervjuer)

Ågotnes, H. J. (1997). *Fra håndverker til lønnsarbeider, snekkerar og tømmermenn Bergen 1801- 1912*. Bergen: Universitetet i Bergen.