



# FORSØK

## FORSØK

Hypoteser og forsøk rundt diagonalstilt  
gratsperre



## Innledning

Våre forsøk bunner i at man ikke har noen kilder eller kunnskap om den diagonalstilte gratsperre verken på hvordan eller hvorfor det er blitt gjort. Valmkonstruksjon er lenge vært kjent i kirkebygg og fra tidsperioden barokken dermed vet vi at den loddstilte gratsperre har vært kjent samtidig som vi ser den diagonalstilte allikevel er det ingen informasjon om denne metode for å bygge gratsperre på.

For å prøve å finne noen svar var nødt å lette etter spor og bruke vår kunnskap som handverkere til å vurdere sporene som er der, og utvikle noen hypoteser rundt sporene og videre sette de i sammenheng på hvordan gratsperren kan ha blitt bygd.

På en gratsperrene er det skiftesperre eller åser som går imot den og når gratsperren er diagonalstilt vil de få en klauv mot gratsperren. Denne problemstilling er en del av våre forsøk i likheten med den diagonalstilt gratsperre måte vi tolke spor og lage en hypotese rundt det.

## INNHALDSFORTEGNELSE

Innholdsfortegnelse .....	2
1 Parallellforskyving i lodd, Trondheim.....	6
1.1 Sperebukk .....	9
1.2 Avfasing.....	10
1.3 Oppstilling av gs.....	11
1.4 Oppmerking av loddkutt.....	12
1.5 Oppsummering .....	17
1.6 Sammenlikning mellom avfasing og uten avfasing .....	17
1.7 Nedfellingshøyde og oppmerking av gratsperre foten med klauv og oppmerking raftstokken.....	21
1.8 kapping og ut hugging av klauv og raftestokken .....	25

1.9	Konklusjon .....	27
2	Parallellforskyvning i lodd Bergen .....	29
2.1	oppstilling av gratsperre .....	29
2.2	Merke opp loddkutet.....	31
2.3	Oppmerking av fotkuttet. ....	33
2.4	Konklusjon .....	37
3	Kinningsperre Forsøk.....	38
3.1	Problemstilling.....	38
3.2	Hypotese.....	39
3.3	Verktøy: .....	40
3.4	Forarbeid .....	40
3.5	Oppmerking .....	42
3.6	Kinner.....	43
3.7	Kinning på gratsperret .....	45
3.8	Loddkutt.....	48
3.9	Fotpunktet .....	49
3.10	Resultat.....	50
3.11	Oppsummering .....	52
3.12	Videre.....	52
4	Forsøk tau metode i Bergen.....	54
4.1	oppspenning av snor .....	54
4.2	finner vinkler med hjelp hav diagonalen .....	55
4.3	overføring av vinkler til gs .....	57
4.4	Oppmerking av fotkuttet .....	60
4.5	Oppmerking av tverrsnittet kappflate i møne.....	66
4.6	Resultat av første prøvnig.....	67



4.7	Oppsummering .....	68
4.8	Førsøk 2 med en kappflate langs anleggsbindet .....	68
4.9	Konklusjon .....	70
5	Taumetode Trondheim .....	72
5.1	Problemstilling .....	72
5.2	Hypotese .....	72
5.3	Verktøy .....	72
5.4	Forarbeid .....	73
5.5	Oppmerking .....	74
5.6	Loddkutt.....	74
5.7	Vannkapp.....	76
5.8	Resultat.....	77
5.9	Konklusjon .....	80
5.10	Videre.....	81
6	Joe Thompsons metode .....	82
6.1	Plassering GS.....	82
6.2	Oppmerking av fotpunkt .....	83
6.3	Oppmerking av møtepunktet .....	83
6.4	resultat.....	87
6.5	Konklusjon .....	88
7	merking av klauv med bruk av vinkelmal .....	90
7.1	Problemstilling .....	90
7.2	Hypotese .....	91
7.3	Forarbeid .....	91
7.4	Oppmerking .....	92
7.5	Resultat.....	94

7.6	Oppsummering .....	95
7.6.1	Erfaringer:.....	96
7.6.2	Videre forsøk: .....	96
8	Skiftning med mal.....	97
8.1	Malen blir laget.....	98
8.2	Oppmerking av Skiftsperren (SS).....	99
8.3	Kutting av SS .....	102
8.4	Medrag og justering av klaven .....	103
8.5	resultat.....	104
8.6	Konklusjon .....	107
9	Ås med vinkel og passer .....	108
9.1	Plassering og låsing av ås.....	110
9.2	Oppmerkig av ås .....	110
9.3	Kapping av ås .....	118
9.4	resultat.....	120
9.5	Oppsummering .....	123
10	Utslag.....	125
10.1.1	Klassisk (lærebok) .....	126
10.1.2	Fotpunkt etter takfall .....	130
10.1.3	Normalsperreprofil og kanting etter flukt.....	131
10.1.4	Kanting etter utslag .....	136
11	oppsummering og konklusjon av forsøkene .....	140

# 1 PARALLELLFORSKYVING I LODD, TRONDHEIM

Forsøket utføres på plassen, uten oppslag på bakken og med utgangspunkt i gratsperren (GS) fra Kjøpmannsgata 27 i Trondheim som er en halvvalm med gratsperret felt ned i veggens raftstokk.

Vi tar for oss oppmerking i forsøket på å gjenskape en mulig arbeidsprosess med utførelse av diagonal GS.

På Trondheims GS, 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 på siden i topp og på sidene i bunn, og et forsøk uten avfasing. I forsøket uten avfasing blir den kun merket opp i møne men det blir ikke laget ferdig.

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 gratsperrene møter ikke til et anleggsbind i toppen men en mønsås som stikker 3m ut fra siste sperrebind. Mønsåsen er skjøtet over dette siste sperrebindet, dette gir flere spørsmål. Det er ikke nok kun med feste i skjøten, for at den skal kunne stå, den må nødvendigvis ha vært støttet opp på en måte i tillegg.

Takfallet som blir brukt i dette forsøket er ikke det samme som er i Kjøpmannsgata 27 men det vil ikke ha betydning for dette forsøket.

Sperrebukk med fottingsrøst blir reist, med bredde fire meter, og et takkfall på 38,6 grader eller 2:5 av hus bredden. anleggspunktet i toppen av gratsperren legges mot en mønsås, på samme måte som det er i Kjøpmannsgata 27.

Bilde under viser valmkonstruksjonen i Kjøpmannsgata 27



*Bilde 1 Valmkonstruksjon Kjøpmannsgate 27*

Bilde under viser avfasingen som vi ser på originalen.



*Bilde 2 Avfasing oppe på GS*

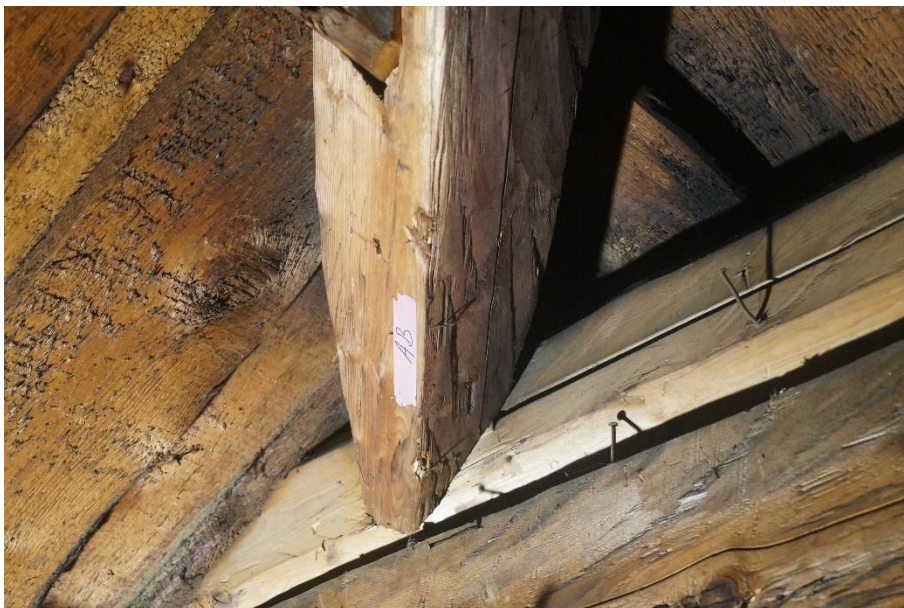
Vi vil gjenskape denne avfasingen for å se hvilken betydning det kan ha hatt.

Bilde under viser avfasingen nede ved foten til GS set fra siden.



*Bilde 3 Avfasing nede med GS foten*

Bilde under viser avfasingen sett fra undersiden



Bilde 4 Avfasning ned foten til GS

Hypotesen som vi gikk ut ifra, er at denne valmkonstruksjonen er gjort på frihånd det vil si at det er ikke gjort etter utslag men er laget på plassen og merket opp stående oppå mønsåsen og parallellforsjøvet loddrett ned. Avfasingen som er gjort oppe ved loddkappet på gratsperret tenker vi støtter opp under hypotesen om at det er gjort på plassen. avfasing ville ikke ha vært nødvendig om konstruksjonen er blitt gjort med utslag

Materialet som er brukt i dette forsøket er skantet gran med dimensjon 5x6" og 6x7"

Verktøy: øks, sag, huggjern, kritsnor, loddsnor, vater, tommestokk, passer, holdhake og blyant.

Prosessen vil bli forklart stegvis

1. Sperrebukk
2. Avfasing
3. Oppstilling av GS
4. Oppmerking av loddkutt
5. Oppsummering
6. Sammenligning mellom avfasing og uten avfasing
7. Nedfellings høyde og oppmerking gratsperre foten med klauv oppmerking på raftestokken
8. Kapping og ut hugging for klauv og raftstokk
9. Konklusjon



## 1.1 SPERREBUKK

Vi reiser en sperrebukk med fottingsrøst, med bredde på fire meter og takfall på 38,6 grade. Mønsåsen er lagt på men går kun 30 cm ut fra sperrebukken for å simulere anleggspunktet i Kjøpmannsgate 27. Se bilde under.



*Bilde 5 Sperrebukk med mønsås*



Bilde 6

## 1.2 AVFASING

Vi avfaser GS slik vi har sett på orgenalen. Avfasingen nede med foten til GS er nødvendig for å fele GS ned i raftestokken det gir seg selv forklaring. Det er ikke mulig å fele ned i lodd noe som har formen til en diagonalstiltt gratsperr uten at det blir ekstremt store gliper.



Bilde 7 Avfasing nede GS

Vi lager også avfasing i toppen av GS.

### 1.3 OPPSTILLING AV GS

Neste seg er å stile opp GS i sin posisjon oppå mønsåsen og raftestokken, slik at den kan merkes og felles loddrett ned i sin endelige posisjon. Vi gjør dette først med GS uten fas i topp. Se bilde under.



Bilde 8 Oppstilling av GS



Bilde 9



## 1.4 OPPMERKING AV LODDKUTT

Vi begynner oppmerkingen oppe ved mønsåsen for å finne loddkuttet uten avfasing på GS.

Her prøver vi forskjellige metoder for å få loddlinjen. Vi bruker vater først for å lodde på mønsåsens tverrsnitt, dette blir gjort på begge sider.

Vi merker fort at det er vanskelig, man må sikte inn og man kommer ganske langt fra GS sine flater som skal merkes i tillegg blir det et stykke fra anleggsflaten på mønsåsen. Det skal bemerkes at vår anleggsflate i enden av mønsåsen er en del mindre enn ved Kjøpmannsgata 27.



Bilde 10 Sikter loddkuttet.



Bilde 11

Stor avstand til GS

Neste vi prøver er loddsnor for å lodde opp kuttet, men det var bedre enn å bruke et vater da vi følte det var enklere å sikte inn loddkuttet. Se bilde under.



Bilde 12

Siden som er på bilde over er ikke mulig merke med kritsnor, men på motsatt side, se bilde under, fungerer dette bra.



Bilde 13

For å få riktig strek etter kritsnoren må man måle avstanden mellom sperrebukken og kappflaten til mønsåsen som er 30cm og ta det same målet nede med foten til sperrebukken for å holde kritsnoren når du slår snoren. Dette viser seg til å være en ganske enkel metode å gjøre dette på, men kun fra denne siden. Den andre siden må du sikte deg inn på denne linjen. Se bilde under.



Bilde 14

På undersiden av GS som er inn mot midten holder vi vinkelen inntil enden av mønsåsen, den andre siden må vi forbinde til det øverste punket og streke opp. Vi har nå merket kappflaten mot enden av mønsåsen.

Nå skal vi finne kappet som skal gå på langs mønsåsen.

Vi begynner med å sikte vi inn senterloddlinjen på mønsåsen på undersiden av GS. Se bilde under.





Bilde 15

Videre lodder vi opp kuttet med å sikte etter midtre loddlinje som er merket opp på mønsåsen. Se bilde under.



Bilde 16

Bilde over viser loddningen av et faset GS, den som ikke var faset var det vanskeligere å merke oppe siden du kom lengre vekk fra senter linjen til mønsåsen og har mindre flate å merke på, kun et hjørne kant.)

Vi sikter over kapp linjen, langs mønsåsens lengderetning. Se bilde under.



Bilde 17

Når vi har gjort det er kapplinjene overført til GS.

## 1.5 OPPSUMERING

Oppsummering av oppmerkingsprosess av loddkuttet ved mønsåsen uten fas på GS.

Det var vanskelig å få siktet riktig inn på flatene og linjer som skulle merkes opp. Man kom ikke langt nok inn mot senterloddlinjen til mønsåsens tverkapp. Det ble stor avstand når man skulle streke opp linjene på tvers av mønsåsen også.

## 1.6 SAMMENLIKNING MELLOM AVFASING OG UTEN AVFASING

Under kommer merkingen av loddkuttet på GS med fas. Det er samme prosess som over med en forklaring på hva som var forskjell fra den uten.

Bilde under viser oppmerking av loddkapp på tvers av mønsåsen. Forskjell fra uten fas er at man kommer nærmere mønsåsen og GS sin under side slik at avstanden til avsetningsmerke ikke er så stort. Det ble brukt vater som bilde under viser men også loddsnor. Ved begge metodene merket man stor forskjell med og uten fas. Det var bedre å merke på GS med fas. Motsatt side kan man enkelt merke med kritsnor som ble beskrevet ovenfor i teksten.



Bilde 18



Bilde 19

Blide over viser hvordan vi merker streken til loddkappet på undersiden.

Bilde under viser loddkapp langs mønsåsens lengderetning. Her bruker vi lekte og loddenor mens vi sikter langs mønsåsen. Vi prøvde å merke med forskjellige høyde på stillaset. Et,



hvor mønsåsen var i hode høyde, og et, hvor vi hadde det i livshøyde, noe som var å fore trekke. Det var vanskelig å få oversikt når det var i hode høyde mens når vi var høyere oppe kunne man lettere sikte inn retningen.



Bilde 20

Bilde under viser tydelig problemet når arbeids høyden blir for lav når man skal sikte etter mønsåsen.





Bilde 21

Bilde under visser ferdig oppmerket loddkutt.



Bilde 22

## 1.7 NEDFELLINGSHØYDE OG OPPMERKING AV GRATSPERRE FOTEN MED KLAUV OG OPPMERKING RAFTSTOKKEN

Neste steg er å finne høyden som GS skal felles ned, og som er lik både oppe og nede ved takfoten.

Dette gjøres med passer som man stiller slik som bilde under viser.



Bilde 23

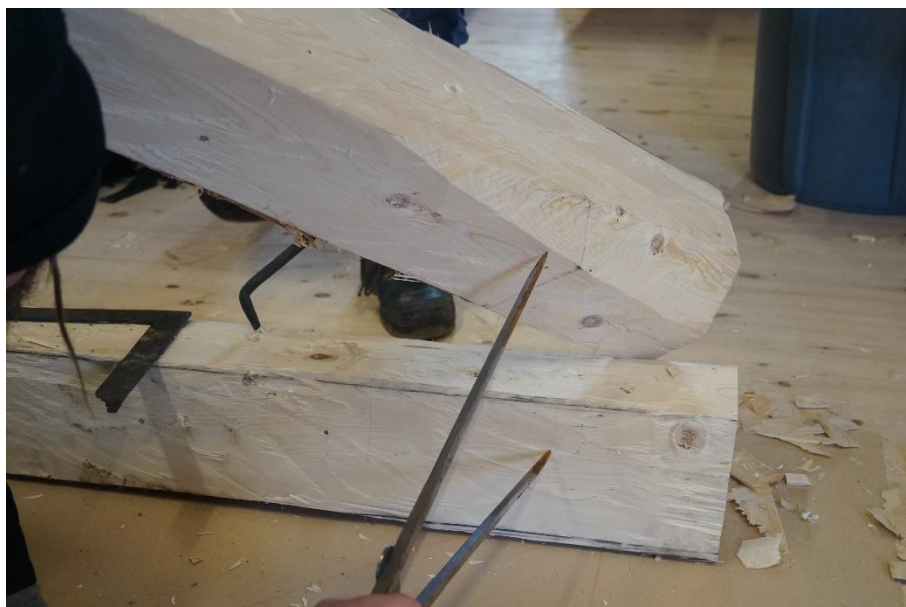
Ved foten til GS skal det lages en klauv og den skal felles ned i raftstokken. Dette lar seg ikke gjøre uten avfasingen som er blitt gjort. Når vi lager klauven og ned felingen er det viktig at vi ikke går for dypt slik at vi kapper raftstokken helt av og går ned til lafteplanken som ligger under denne. Derfor kan vi ikke lage klauven med same vinkel som GS har, men vi må flate den ut på grunn av høyden til raftstokken.

Bilde under visser høyden den skal felles ned og man ser at klauven må flates ut for å ikke kappe raftstokken helt.



Bilde 24

Vi bestemmer oss for hvor man setter av høyden den skal felles ned med passer som holdes i lodd. Se bilde under.



Bilde 25



Dretter lodder vi ned slik at vi for loddlinjen til kappet på raftstokken. Se bilde under.



Bilde 26

Dette må gjøres på begge sider av GS.

Blide under visser hvordan vi merke lodd kutet på klauven.



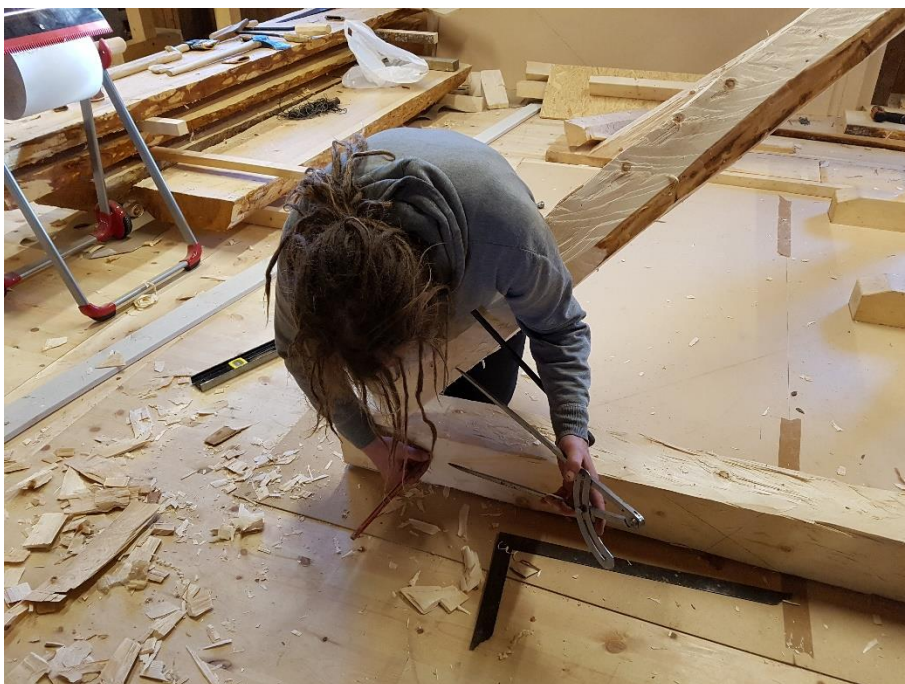
Bilde 27

Bilder under viser hvordan vi bruker vinkelen til merke kutt linjen videre på GS og for binder det med loddlinjen som vi merket med vateren.



Bilde 28

Vi merker opp på yttersiden av raftstokken og på klauven vi må sette av høyden. Se bilde under.



Bilde 29

Vi gjør den same prosessen her med å lodde ned sidene på GS.

### 1.8 KAPPING OG UT HUGGING AV KLAUV OG RAFTESTOKKEN

Etter all oppmerkingen er gjort løsner vi GS og sager huger ut etter merkene Klauven til GS blir sagd og huget vi bruker et huggjern til å flate ut slik at det ikke blir noen mage på klauven og i hakket på raftestokken



Bilde 30

GS sitt loddkapp blir sagd ut i begge flater se bilde under





Bilde 31

Bilde under viser GS foten nedfelt i raftestokken



Bilde 32



Bilde 33

## 1.9 KONKLUSJON

På Trondheims varianten valgte vi å gjøre det på denne frihands metode, det ble ikke gjort forsøk på utslag på denne varianten av valm. Grunnen for det er at vi har sett det som mest sannsynlig at det ikke er blitt gjort her, men kan ikke helt utelukke utslag.

Det er flere grunner til vår konklusjon har havnet ned på frihands metode og ikke på utslag. Det ville vært mer problematisk nede ved GS foten og innfellingen i raftestokken hvor det ikke ville vært mulig å felle den loddrett ned, men må da felt skrått ned. For å kunne merket den må raftestokken tas ut av gavelveggen og tilte den i vinkelen gradspærren skal stå i sin endelige posisjon for å kunne merke den opp. Dette vi gi en del utfordring når man tenker på plassen som var ved byggingen. Valmen kom av et resultat av ombygging, den var ikke del av bygges originale form. Vi har tolket sporene i bygget at det har stått et vindehjul og en bukk/ramme over den dette gir en enkel mulighet for bygge 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 i det man skal gjør utslag en å bygge på plassen.

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

## 2 PARALLELLFORSKYVNING I LODD BERGEN

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

Anleggssperrebindet er av 2 X 8 tomme planke og diagonalstilt gratsperre er av skantet tømmer med dimisjon 6 x7 tomme.. Takfalls vinkel er 38,6 grade på hovedtak og på valmtak, grunnriss er 90 grade

Verktøy som blir brukt: sag, vinkel, loddnor, vater, blyant, passer, kritsnor, holdhake og tommestokk

Forkortelse av ord: gratsperre = GS

Prosessen vi bli forklart trinnvis.

1. Oppstilling
2. Merking av loddkutet
3. Merking av vannkappet ved gratsperrefoten

### 2.1 OPPSTILLING AV GRATSPERRE

GS blir plassert oppå anleggssperret og ned til hjørnet av valmen, slik den skal være i sin endelige posisjon slik blir den klar for oppmerking. Plasseringen av DGS. Se blide under



Bilde 34 DGS Oppstilt på anleggsserrebind



Bilde 35 DGS nede med på bjelken

## 2.2 MERKE OPP LODDKUTET

Vi prøvde forskjellige metode for oppmerking. Det første linjen vi lager er loddkuttet med kritsnor vi måler ut 5 cm nede med sperrefoten og tar same mål oppe med DGS ut fra anleggssperrebindet slår kritsnoren. vi får da øvre kuttlinje på loddkappet på DGS dette gjøres på begge siden av GS. Se bilde under



Bilde 36

Vi må nå ha loddkuttet på undersiden av GS. Det kan vi få med å holde vinkelen inntil anleggssperret å merke med blyant. se bilde under



Bilde 37

En annen framgangsmåte er å merke opp undersiden DGS først og så sikte med en rett lekt langs anleggssperret



Bilde 38

Dette gjøres på begge sider av GS, nå er loddkuttet merket rundt

### 2.3 OPPMERKING AV FOTKUTTET.

For å merke fotkuttet til GS må vi ha høyden den skal felle ned.

Høyden er GS sin diagonal den kan enten måles eller tas med passer. Med passer fant vi ut at det var noe vrient å holde den riktig når den låg på sin plass, høyden som skal hentes ut akkurat der GS står oppå anleggssperret. Se bildet under



Bilde 39

For å måle opp høyden som skal overføres til fotkuttet må man måle ut fra loddlinjen på anleggssperrebindet. Vi forlenger loddlinjen med å holde en loddsnor opp og måler horisontalt fra det øverste punktet på GS til loddsnoren. Se bilde under





Bilde 40

Målet vi får der over fører vi til under siden av GS. Vi måler fra loddlinjen bort til GS horisontalt til vi får det same målet på under siden som på over siden og setter av et merke der. Se bilde under



Bilde 41

Vi tar passeren og stiller den fra toppunktet på GS og til punktet vi merket på undersiden av GS, nå har vi målet som den skal felles ned.

Vi setter av dette målet nede ved GS foten slik at vi kan forbinde punktene med blyantstreker. Det er viktig at den holdes i lodd når man setter av merkene for å få riktig vinkel på fotkuttet. Bilde under



Bilde 42



Bilde 43



Nå er alle kapplinjene merket og sagd.

Se bilde under



*Bilde 44 Ferdig montert DGS*



*Bilde 45 Ferdig montert DGS*

## 2.4 KONKLUSJON

Parallellforskyvning 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. Anleggssperrebindet som 2x8 plank hjalp til å forenkle det og- Hadde anleggssperrebindet vært av skantet tømmer og mye vannkant hadde det ikke vært like enkelt å legge vinkelen eller bruke lekten til å overføre merke til GS.

Oppmerkingen av vannkappet med gratsperrefoten gjort vi med å ta høyden den skal felles ned som er GS høyden diagonalt og overfører den til foten merker rund og kapper

### 3 KINNINGSPERRE FORSØK



Bilde 46

#### 3.1 PROBLEMSTILLING

Montering av kinningsperre mellom to gratsperrer.

I dette forsøket vil vi prøve å gjenskape utseende til kinningsperret for på den måten å finne arbeidsgangen og oppmerkingen som er nødvendig ved monteringen.

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

I dette forsøket konsentrere vi oss bare om toppunktet inn mot anleggsbindet.

Vi har sett dette fenomenet i flere valmer og i Kronstad valmen mot sør-øst er det en spesielt fin utgave som vi vil forsøke å gjenskape. Kinningen her er ca. en tomme trukket inn på begge nedre hjørnene av loddkuttet på sperret. Kinningen strekker seg omtrent til overkant av gratsperret og ca. 8 - 10 tommer nedenfor loddkuttet.



Bilde 47 Kinningsperret i valm mot sør-øst på Kronstad hovedgård.

### 3.2 HYPOTESE

Det har vært en hypotese at en kan bruke lengden på sperret, som en allerede kjenner helt nøyaktig tilsvarende alle sperrebindene, til å finne rette posisjon og lengde på gratsperrene. Vi ser samtidig at det kan være en fordel å utføre arbeidet nede på gulvet for på den måten unngå å løfte opp og ned de lange tunge stukkene flere ganger for merking, tilhugging osv. Ved utførelsen av dette forsøket ble derfor hele operasjonen utført med de involverte bygningsdelene liggende på gulvet.

Ofte ble takkonstruksjonen laget av samme håndverkerne som laftet tømmerkassen, de må derfor ha vært vant til å bruke kinninger for å forenkle merkingen. Vi vil derfor prøve ut om dette kan føre frem til de merker som vi ser i konstruksjonen.

Hvert moment i gjennomføringen bygger på observasjoner fra Kronstad konstruksjonen.



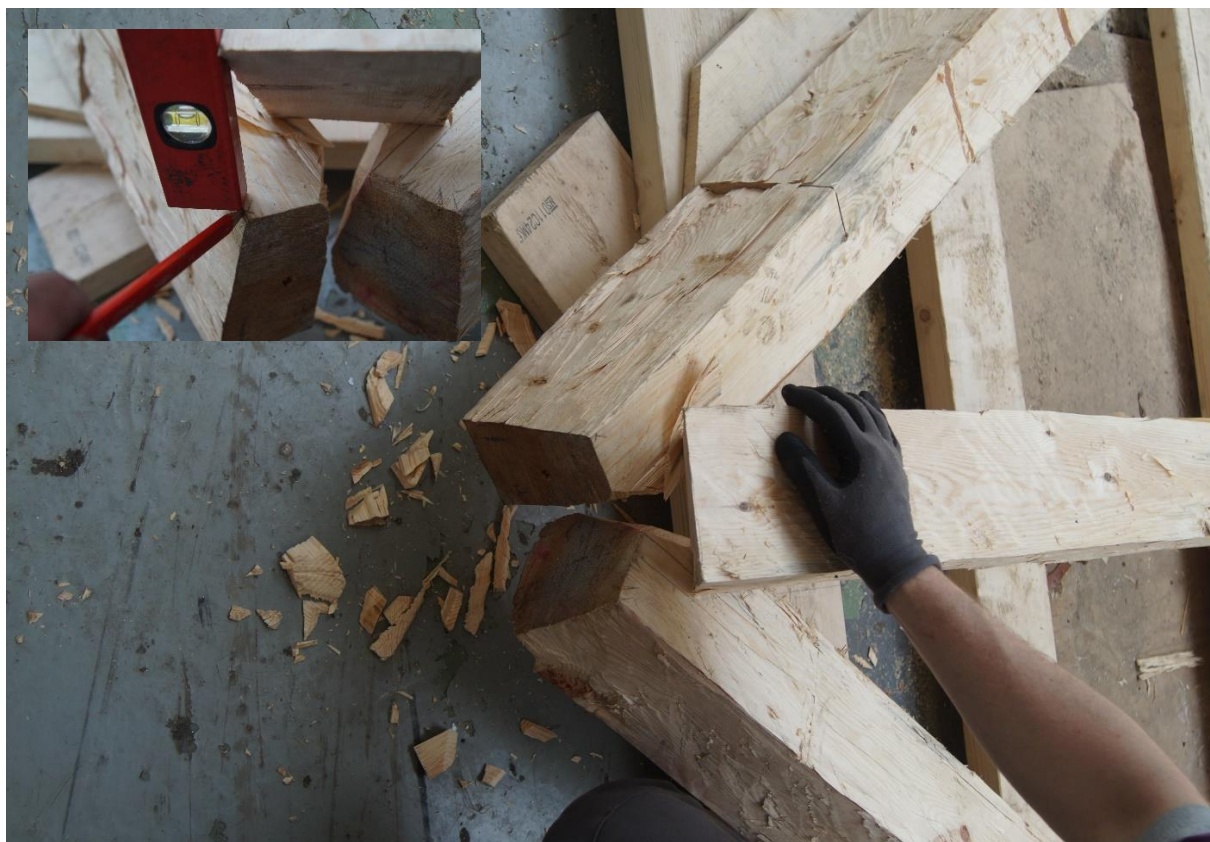
Bildeteksten beskriver en trinnvis prosess, men vil dog i forkant nevne visse ting for ordens skyld.

### 3.3 VERKTØY:

Blyant, øks og håndsag, hvilket det også finnes spor etter. I tillegg er det brukt en rettholt av en 1'' lekte. Det ble også brukt passer i starten av forsøket, men dette viste seg å være et blindspor.

### 3.4 FORARBEID

Forsøket begynte med å lage til et sperr med ferdig fotkutt og loddkutt. Dette ble lagt på gulvet med fotenden akkurat over ytterkanten hvor sperret skal stå. Gratsperrene ble deretter kappet på rette lengden og lagt en fra hvert hjørne. (I forsøket var den ene gratsperren kun en kort ende, ettersom vi kun hadde behov for enden mot kinningsperret for å få frem forsøket.) Gratsperrets fotkutt ble i dette tilfelle kuttet etter takvinkel prinsippet.



Bilde 48

Vi så da at lengden av gratsperret med enkelhet kunne vert merket til rette lengde ved å bruke midtsperret som på bilde. Der hjørne på midtsperret krysser gratsperret blir rette lengden. Vi valgte å legge topphjørne på gratsperret helt inntil sidene på midtsperret, slik vi har sett det på Kronstad valmen. (Se hjørnebilde)



Bilde 49 Ved å vippe gratsperrene opp i vinkel slik at fotkuttet får takvinkelen mot bjelkelaget

### 3.5 OPPMERKING

Ved å vippe gratsperrene opp i vinkel slik at fotkuttet får takvinkelen mot bjelkelaget, kan vi merke alle sider av toppenden på gratsperrene. Vi stabiliserte gratsperrene i rette vinkelen og drog midtsperret opp, da kunne vi enkelt merke loddkuttet til gratsperrene etter loddkuttet på midtsperret.



Bilde 50



Samtidig kunne vi merke toppen av gratsperrene som skal ligge inn mot midtsperret.



Bilde 51 Skriv en tekst

### 3.6 KINNINGER

Vi har her merket dette uten å ha kunningene på plass, men vi kan se for oss at kunningen har vært laget før kinningsperet ble lagt på plass, for å slippe å ta den bort igjen for å hugge kunningen etter at alt ligger i rette posisjoner og vinkler. I så tilfelle må vi lodde ned kapplinjen til toppen av gratsperrene.



Bilde 53



Bilde 52



Etter første forsøk med å hugge kinninger, så vi at det ville være behov for å korrigere metoden, derfor meddrog vi toppen av gratsperrene for å merke kinningene.



Bilde 54



Bilde 55

Kinninger ble deretter merket og hugget til på begge sider av midtsperret slik at det ble 1'' smalere i underkant på begge sider. Kinningen ble avsluttet ca. 8'' nedenfor loddkuttet. På denne måten ble det likt det vi har sett på Kronstad. Dette var også et naturlig sted å avslutte denne kinningen.



Bilde 57



Bilde 56

### 3.7 KINNING PÅ GRATSPERRET

Det ble gjort flere forsøk på å merke kinningen over på gratsperrene.

1. Bruk av passer til overføring, tilsvarende det en vil gjøre i lafteknutene.



Bilde 58

Dette viste seg å bli unøyaktig og strekene på gratsperret kom dårlig frem pga. den spisse vinkelen passerer får inn mot siden av gratsperret.

2. merking med tynn linjal (vinkelside) som legges inn mot kinningsflaten og vippes inntil den treffer gratsperresiden.



Bilde 59

Dette viste seg å gi unøyaktig merking fordi linjalen gir noe etter når en skal få den til å passe nøyaktig inntil begge flatene samtidig. Ved å utføre operasjonen flere ganger opplevde vi at merkingen ble forskjellig. Se bilde under. Vi velger likevel å benytte oss av denne metoden på høyre siden av valmen.



Bilde 60

3. merking med 1'' lekte som legges tett inntil begge flater.



Bilde 61



Her opplevde vi at merkingen ble stødig og vi fikk en tydelig strek å kappe gratsperren etter. Se venstre side av forrige bilde. På denne måte fikk vi også streken på rette plassen, altså i fortsettelsen av merket i toppen av gratsperret. Dette kommer av at lekten har tilsvarende tykkelse som det som ble fjernet i nedre kant av midtsperret da vi lagde kinningen. Vi velger å benytte denne metoden på venstre side av valmen.

### 3.8 LODDKUTT

Endene på gratsperrene ble så hugget etter merkene, og det viste seg at de passet akkurat inntil kinningsperret. Vi fant at det var naturlig å snu gratsperret 90° før huggingen startet, da fikk vi god oversikt over merkingen og huggingen kunne foregå med veden. Når vi studerer merkene etter øksen på Kronstad, finner vi stor likhet til de sporene som ble etter huggingen i forsøket. I et annet tilfelle i Kjøpmannsgata 27 i Trondheim kan vi se at huggingen er gjort fra oversiden av gratsperret. Dette kan være naturlig dersom gratsperret ligger på gulvet som her og en trenger å tilpasse kuttet. Da kan gratsperret ligge i rett posisjon mens en tilpasser. Det vil naturligvis også fungere og gjøre hele kuttet fra denne posisjonen, men da vil en ha litt vanskeligere for å se merkingen på undersiden.



Bilde 62

Til sist kunne vi merke loddkuttet direkte mot gratsperre kinningen. Nå har vi merking både på innsiden og utsiden av gratsperret, og er klar til å gjøre det siste kutter av gratsperrene. Vi fant også ut at det kunne være naturlig å legge sagen inntil loddkuttet på kinningsperret for så å sage begge gratsperrene samtidig. Da trenger vi strengt talt ikke merkingen.



Bilde 63

### 3.9 FOTPUNKTET

Gjennom dette forsøket har vi ikke vurdert fremgangsmåten for fotkuttet, men brukt den matematiske sannheten som sier at fotkuttet på en  $45^\circ$  stilt stokk som ligger mot et rettvinklet hjørne med samme takfallet på begge sider, kan bruke vinkelen til takfallet på hver av side flatene. Dette vil gi et korrekt fotkutt. Det er dette fotkuttet som har vert brukt for å justere vridningen av gratsperret mens det lå på gulvet og ble merket i toppen. Under denne prosessen la vi merke til at vridningen endret seg noe, spesielt på slutten når vi kappet loddkuttet. Dette kan være årsaken til en liten glippe på høyresiden av fotkuttet. I forsøket har vi heller ikke lagt inn tapp i fotpunktet på verken kinningsperret eller gratsperret, da vi vurderte at dette ville i liten grad påvirke resultatet av forsøket.

### 3.10 RESULTAT

Kinningsperret ble deretter montert inn mot anleggssbindet, og til slutt gratsperrene.

Tilpasningene ble upåklagelige på venstre siden og tilsvarte den nøyaktigheten som vi har funnet på Kronstad loftet.



Bilde 64



Bilde 65



Høyresiden ble noe mindre nøyaktig, trolig grunnet kort lengde som var vanskelig å holde nøyaktig på rette plassen under arbeidet.



Bilde 66

Til sist ser vi gratsperrene med kinningsperret i midten.



Bilde 67



Vi ser her at høyre gratsperre som ikke hadde full lengde blir støttet opp og er rettet inn etter en snor langs toppen.

### 3.11 OPPSUMMERING

Forsøket startet med at vi så en kinning på midtsperret, noe vi ville prøve for å finne ut hvorfor denne kinningen er der. Etter hvert som vi forsøkte forskjellige måter å merke gratsperrene 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 gratsperrene 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.

Det er likevel vår erfaring etter forsøket er at det krever stor nøyaktighet for å sikre rette vinkelen på vridningen av gratsperrene mens de ligger på gulvet under prosessen. Likevel gjør metoden tillaging av gratsperrer svært enkelt uten måling eller leting etter vinkler, kun noen enkle streker ved nedfelling av kinningsperret. Til tross for at tømmeret som var brukt ikke var ferdig skantet, men svært ujevn, ble resultatet helt perfekt og alle tilpasninger ble tette.

Dette utfallet av forsøket var ikke forutsett når vi nå ser at vi har oppnått mange gunstige og svært enkle resultater som vi ikke hadde forventet.

Ved denne metoden ser vi også at merkingen av skiftesperrer med fordel kan ha vært gjort mens gratsperrene lå på gulvet, slik vi har vist i forsøket Utslag.

### 3.12 VIDERE

Noen momenter som kan være interessante å prøve videre er om det vil være enklere å merke midtsperret og gratsperrene etter parallellforskyving i lodd. Det vil også være interessant å finne ut om taumetoden kan være en raskere vei til målet. Etter vår erfaring gav denne prøven flere fordeler en vi hadde forventet, noe som gjør metoden enkel og effektiv ettersom vi kan jobbe med det hele nede på et flatt bjelkelag/ gulv uten løfting av

tømmerstokkene før de skal monteres ferdige på plassen. Det gjenstår dog å verifisere metoden som vi brukte på fotkuttet, da det er dette fotkuttet som gir oss vridningen på gratsperret under oppmerkingen.

## 4 FORSØK TAU METODE I BERGEN.

I dette forsøket skal man prøve ut hvordan den diagonalstilt gratsperre kan ha vært laget med bruken av tau/snor. Den ene gratsperren 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 vinkler og mål man treger med hjelp av snor, tomrestokk og løsvinkel for å kappe til gratsperren så lenge man har alle dimensjonene på gratsperren det vil si brede, høyde og diagonalen.

Verktøy som blir brukt er: tau, tomrestokk, passer, blyant, vinkel og sag.

Anleggssperrebind er av 2x8 tomme og gratsperret er skantet tømmer.

Valmen og hovedtakflaten står ikke i 45 grader til hverandre i dette forsøket men en tilfeldig grad som ikke er målt.

### 4.1 OPPSPENNING AV SNOR

Det første som gjøres er å spenne opp snor fra møne punktet ned til bjelken se bilde under



Bilde 68

## 4.2 FINNER VINKLER MED HJELP HAV DIAGONALEN

Når tauet er festet må vi finne vinklene vi trenger for å kutte GS. Dette gjør vi ved å måle diagonalen på GS som er 20,5 cm, vi bruker tomrestokken og måler fra vinkelrett mens den er i lodd fra tauet bort til anleggsbindet. Da får vi et punkt som vi må ha for å fortsette oppmerkingen

1.



Bilde 69

2.

Neste steg er å finne sidene til GS. Dette gjør vi med å dele diagonal høyden på to som er 10,25cm. Vi måler 10,25cm vinkel fra snoren horisontalt bort til anleggsbindet og setter et merke, dette merke blir loddet ned som en loddlinje som vi må ha for videre oppmerking se bilde under





Bilde 70

3.

Videre tar vi mål av bredden på GS som er 15,8 cm, vi måler vinkel rett fra snoren bort til anleggsbindet og loddlinjen vi satte av i forrige steg og merker dette punktet. Se bilde under



Bilde 71

4.

Dette punktet gir oss to vinkler vi kan hente ut.

Måler vi fra mønetoppen ned til dette punktet får vi den øvre vinkelen til loddkuttet som vi kan måle til 30,5 cm, denne vinkel kan og taes med løsvinkel som gjøres ved å holde løsvinkelen inntil snoren, mønetoppen og ned til merke vi har satt.

Måler vi fra bunnpunktet på loddkuttet til punktet vi merket i punk 1 får vi nedre vinkel på loddkuttet. Se bilde under



Bilde 72

### 4.3 OVERFØRING AV VINKLER TIL GS

Bilde under viser hvordan man setter av målet på GS. Hvis måle blir tatt fra GS sitt mønepunkt og ned til siden på GS vil det være en vinkel der som blir kuttlinjen



Bilde 73

Blide under viser hvordan vi holder løsvinkelen for å få den samme vinkelen som vi gjør med måling



Bilde 74



Bilde under viser at det blir det samme som med målet (i teorien skal det bli nøyaktig likt men det er blir noe avvik grunnet, tømmeret er skantet så det er ikke helt rette flate å sette løsvinkelen på, og gjør det og vanskelig å måle helt korrekte lengder)



Bilde 75

Det nedre kuttlinje får vi med å måle fra bunnpunktet i loddkutet til GS bort til siden. Bilde under viser hvor målet blir hentet med en svart pil, avstanden er 18 cm



Bilde 76



7.

Vi måler fra bunnpunkt i loddkuttet til kanten på GS . vi har no fått linjene til å kutte loddkutett som blir sagd med sag. bilde under

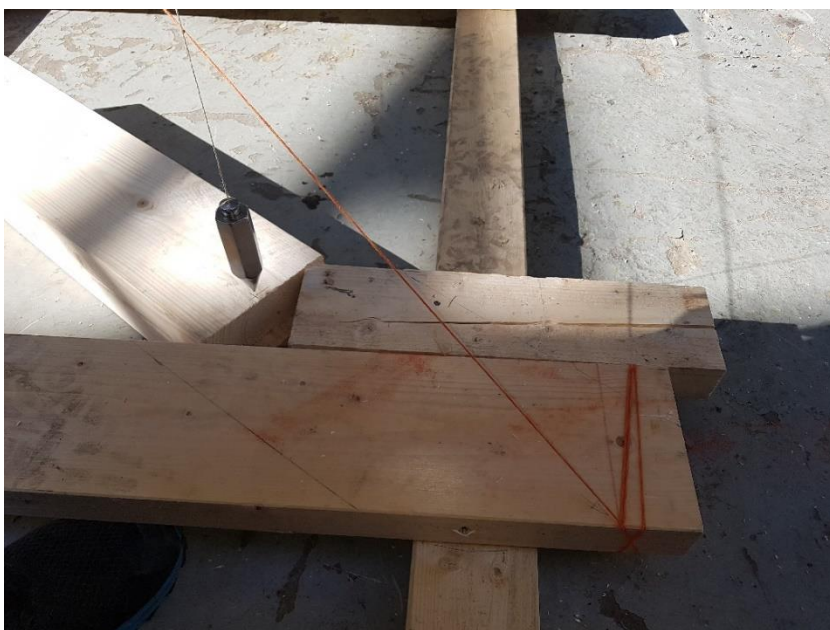


Bilde 77

#### 4.4 OPPMERKING AV FOTKUTTET

For å merke opp fotkuttet må man ha diagonal målet på GS som utgangspunkt som er 20,7 cm.

Man må lodde ned fra snoren til bjelkelaget slik at man kan ha en linje rett under snoren som vi kan bruke til å måle ut fra. se bilde under



Bilde 78

20.7cm måles vinkelrett fra snoren, og ned til bjelkelaget. Tommestokken må treffe linjen som er loddet ned fra snoren. Dette blir GS innerpunkt. Se bilde under



Bilde 79

Måler ut fra senter linjen 10,35 cm på hver side slik at vi streke opp parallelle linjer langs senter linjen. Dette punktet blir yttersidene på GS på fotkuttet, Se bilde under



Bilde 80

Videre måler vi 15,8 cm som er GS sin brede vinkelrett ned fra snoren og bort til linjen som vi satt av i sted. Se bilde under



Bilde 81



Da har vi kant merket til GS. Vi måler ut fra ytterpunktet til fotkuttet og bort til avsatt merke som er 23,3 cm. Vi kan og hente vinkelen ut med løs vinkel. Man må da holde vinkelen inntil snoren, ytterpunktet til fotkuttet og bort til avsatt kantmerke. Se bilde under



Bilde 82



Bilde 83



Når vi skal overføre vinklene til GS må vi vite den totale lengde på GS. Dette tar vi med måleband fra mønetoppen til ytterpunktet til fotkuttet. Når totale lengde er avsatt på GS kan vi overføre vinklene vi hentet ut fra snoren til fotkuttet

Vi holder tomrestokken på den avsatte totallengden og måler oppover til kanten på GS til vi får 23,3 cm eller setter løsvinkelen på der med vinkelen vi hentet ut .se bilde under



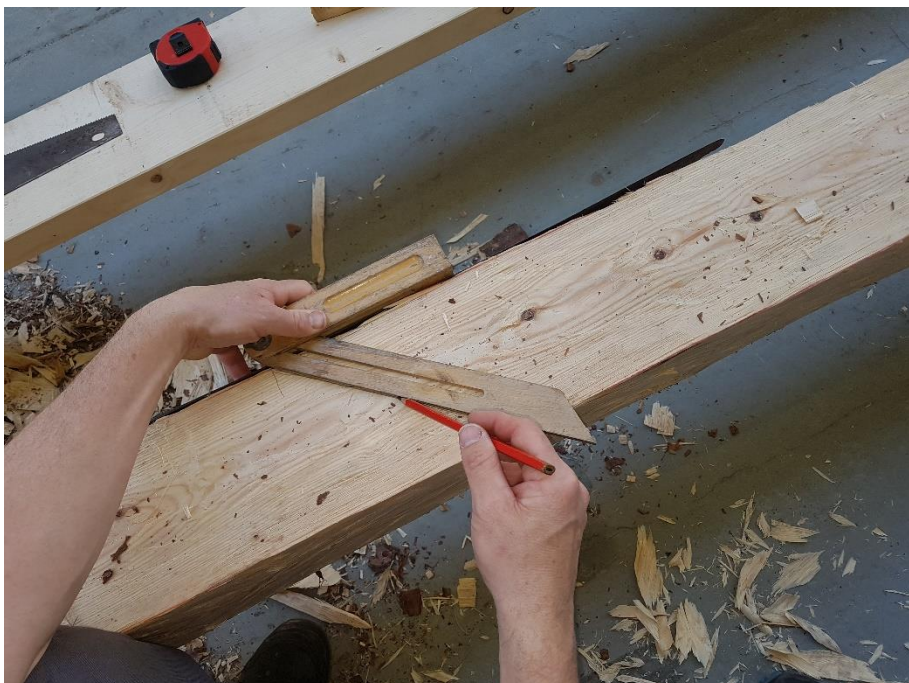
Bilde 84

Etter denne streken er tegnet opp må man vinkle ned på andre siden.

Dette gjør vi ved å gjøre den same prosedyren som vi nettopp gjorde. Forskjellen er at vi har en annen brede å forholde oss til siden GS ikke er kvadratisk, dette målet er 13 cm vi. Vi holder tomrestokken ned fra snoren vinkelrett skrått ned til bredden som er avsatt på bjelkelaget og setter et merke der. Vi kan nå holde løsvinkelen på samme måte som vi gjorde må den andre siden, vi kan og ta vinkelen med å måle fra ytterpunktet i fotkuttet til dette merke som er 18cm



Bilde 85



Bilde 86

Fotkuttet er merket opp og blir kappet med sagd.

#### 4.5 OPPMERKING AV TVERRSNITTET KAPPFLATE I MØNE

Etter vi har kappet loddkuttet langs sperrebindet tar man vikkelen og setter den på mønepunktet på GS og streker over til kanten se bilde under



Bilde 87



Bilde 88



#### 4.6 RESULTAT AV FØRSTE PRØVNIG

Når alle er ferdig kuttet må vi prøve å montere opp.

Vi ser at det er gliper på den ene siden av GS sitt fotkutt og det er det samme oppe med mønepunktet at det er glippe, begge glippene er på den same siden. se bilder under



Bilde 89



Bilde 90



#### 4.7 OPPSUMMERING

Vi har en formening på hva som har skjedd. Vi tenker at vi har tatt for lite hensyn til det skantet materiale vi har å jobbe med. Når vi har lagt løsvinkelen inntil overflaten for å merke opp og gjerne holdt tomrestokken feil når vi har målt fra snoren, Skal det lite til før vinklene og målene endrer seg, dette ser på glipene som vises på GS

#### 4.8 FØRSØK 2 MED EN KAPPFLATE LANGS ANLEGGSSBINDET

Vi velger å gjøre et nytt forsøk og har i bakhode viktigheten med nøyaktigheten

Forskjell på dette og de andre forsøkene er at vi lager kun en kappflate i loddkuttet noe vi har sett ved flere anledninger på vår befaring rundt i Bergen.

Vi gjør det samme prosessen som forsøk en men vi velger å bruke målene til tomrestokken når det skal kappes om det blir avvik fra løsvinkelen sin vinkel.

Siden vi velger å bruke samme GS som i første forsøk vil den naturligvis bli en del kortere så vi må lage en loddstrek på anleggssperrebindet som skal være mønepunktet.

Der spenner vi opp snoren ned til bjelkelaget. Se bilde under.



Bilde 91

Videre er prosess same som sist vi måler alle vinklene og mål fra snoren og overfører det på GS men blir det avvik mellom vinkel og tomrestokk, bruker vi målene til tomrestokken som retningslinje for kappet.

Alle målene som blir målt må måles vinkelrett fra tauet, det vil si at det skal være en 90 grade mellom tauet og tomrestokken uansett om vi måler vannrett, skrått eller horisontalt.

Under vil det bli vist bilde av resultatet etter forsøket



Bilde 93



Bilde 92



Bilde 94

#### 4.9 KONKLUSJON

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.

Om det er denne metoden som er blitt brukt for å montere kan vi ikke si.

Det kan være flere grunner for å bruke tau du sliper å løfte gratsperren flere ganger noe som lette arbeidet, man trenger heller ikke noe stort stilas men en stige holder, du kan fint jobbe og ta alle målene du trenger fra stigen for deretter overføre det til GS.

På den andre siden blir det en større utfordring når tømmeret du bruker har mye vannkant noe man vi har oppsevert flere steder som for eksempel Krohnstedet i Gamle Bergen.

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 tomrestokken uansett om vi måler vannrett,

skrått eller horisontalt er det mye vannkant blir det vanskelig for å måle opp det riktige målene eller bruke løsvinke dette taler imot tau metoden der GS har mye vannkant.



Bilde 95



## 5 TAUMETODE TRONDHEIM

### 5.1 PROBLEMSTILLING

Flare av takkonstruksjoenne som vi har befart er store med lange og tunge gratsperrer. Mønehøyden er dessuten høy og det er farefull tilkomst i høyden. Vi vil derfor forsøke å finne en metode som gjør at en slipper å løfte unødvendig.



Bilde 96

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

Bruk av snor i forbindelse med etablering av takkonstruksjoner finner vi bl.a. nevnt i spørrelistene «ord og sed» (Folkeminnesamling, 1934 – 1947). Også Axel Weler forteller om tau som en fremgangsmåte som tidligere har blitt brukt i husbygning.

- *Forsøket gjøres med en kombinasjon mellom uttak av vinkler fra snor og matematiske sannheter.*

### 5.2 HYPOTESE

Hypotesen er at ved å bruke bredden til gratsperret til å finne vinkler sammen med 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°.

### 5.3 VERKTØY

Snor uten strekk, loddfjøl eller loddsnor, blyant, målestav/ meterstokk, et kort bord med vilkårlig bredde, løsvinkel.

## 5.4 FORARBEID

I dette forsøket bruker vi en stokk med avlangt tverrsnitt 5x6" som gratsperre.

Anleggsbindet er 4m bredt og her en takvinkel med mønehøyde 2/5 av husets bredde. Vi



Bilde 97

trakk først opp en snor som følger nøyaktig der hvor øvre hjørne på gratsperre skal være **(Feil! Fant ikke referanseilden.)**. Deretter loddet vi ned mønepunktet og merket av i oddlinjen på anleggsbindet. (Bilde 97)

Ved å kjenne den matematiske sannheten at bredden til en bjelke som ligger 45° er lik bredden på endekuttet i 45°, kunne vi bestemme plasseringen av et punkt på anleggsbindet som gir oss vinkelen som toppen på gratsperret vil ha inn mot anleggsbindet. (Bilde 98)



Bilde 98

## 5.5 OPPMERKING

## 5.6 LODDKUTT

For å gjøre dette enkelt fant vi en kort planke med en tilfeldig bredde, og merket av denne bredden parallelt fra loddlinjen i møne mot den siden gratsperret skal gå. (Bilde 100 4)



*Bilde 100 Planke med vilkårlig bredde parallellforskyver loddlinjeg fra møne.*

Videre brukte vi samme planken til å merke punktet der bredden treffer denne loddlinjen på anleggsbindet. Planken ble da holdt tett inntil snoren slik at retningen på planken ble lik snorens. Ved å vippe planken til den treffer akkurat loddstreken, har vi funnet punktet for vinkelen. Oversiden av planken har da samme vinkel som gratsperret vil få når det blir montert.

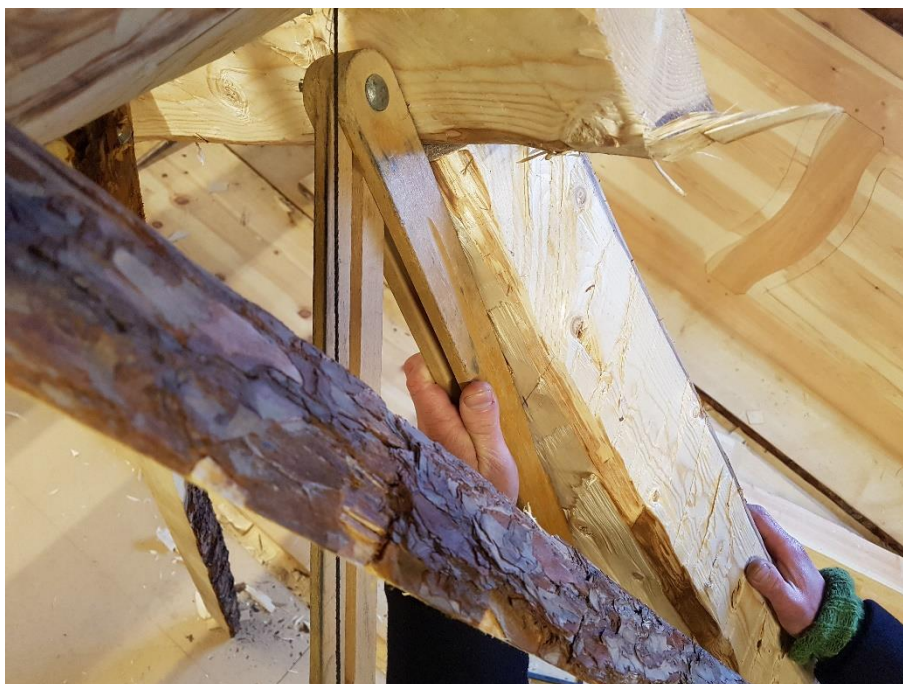
(Bilde 5)



*Bilde 99 Samme bordbredde settes nå av fra snorden og vinkelrett til anleggsbindet der den treffer forrige linje.*

Vi tegnet så opp en linje mellom mønepunktet og gjennom dette skjæringspunktet. Toppen av gratsperret vil altså følge denne linjen, ergo vil vinkelen mellom snoren og denne linjen være eksakt den vi trenger å bruke for å merke gratsperret. (Bilde 996)





*Bilde 101 Her tar vi vinkelen mellom snoren og der hvor gratsperret blir liggende inn mot anleggsbindet.*

Nå satte vi av vinkelen på en løsvinkel (Bilde 101), tok denne med til gratsperren hvor vi la den over toppen på gratsperre emnet og merket av vinkelen på begge sider av toppen. (Bilde 102)



*Bilde 102*



For å finne bunnpunktet til toppkuttet brukte vi i dette forsøket lengden av en halvpart av takvinkelen på hver av de to skrå sidene ned til bunnen. For å gjøre det enklere ble det satt av lengden av en hel takvinkel på den smaleste siden, (Bilde 103) og deretter vinklet ned neste side. Der hvor streken traff hjørne i bunn av gratsperre ble bunnpunktet plassert.





Bilde 103

(Etter at enden var kappet etter denne merkingen og gratsperre satt på plass mot anleggsbindet, viste det seg å bli feil plassering av bunnpunktet. Det ble en glippe mellom bunnpunktet og anleggsbindet.)

## 5.7 VANNKAPP

Vi tok mål langs snoren og fant den sanne lengden på gratsperre i toppen. Dette målet satte vi av på gratsperret som nå var ferdig kappet i øvre ende. Ut fra punktet i nedre ende som vi fikk ut fra sann lengde satte vi av takvinkelen (**Feil! Fant ikke referansebildet.**) på begge s



Bilde 104

ider. Samme takvinkel satte vi av videre på de to neste sidene (Bilde 10) som til slutt endte mot et felles bunnpunkt på

undersiden av gratsperret. Metoden med bruk av takvinkel er nærmere beskrevet i forsøket med oppslag.

## 5.8 RESULTAT

Vi sagde deretter gratsperre tvers av etter denne oppmerkingen (Bilde 105).



*Bilde 105*

Bildene under viser ferdig forsøk som viser sammenføyningen i toppet og anleggspunktet mot gulvbjelken.

Under har vi montert gratsperret i toppen av anleggsbindet.



*Bilde 106 Gratsperre som vi nå har laget, til høyre, passer fint i toppen inn mot det andre gratsperret.*



*Bilde 107 Gratsperre sett underfra. Her ser vi at vinkelen på undersiden av sperret ikke passer nøyaktig.*





*Bilde 108 Gratsperret sett fra siden. Vinkelen passer halt nøyaktig.*

Fulført situasjon ved takfoten



*Bilde 109 Fulført prøve montert mot anleggsbindet.*





*Bilde 110 Den lille glipen kan være et resultat av krummet bjelketopp i kombinasjon med litt ujevn saging, men her er det antakelig den ujevne skantingen som har ført til feil avsetting av vinkelen. .*



*Bilde 111 Her passer vinkelen helt perfekt.*

## 5.9 KONKLUSJON

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 samtidig at det er krevende å sette av vinkler fra løsvinkelen dersom gratsperre er ujevnt skantet slik vår stokk var. Dette er sannsynlig grunnen til den lille glipen ned mot gulvbjelken i takfoten. (Bilde 112)



*Bilde 112*

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

Vi ser også at metoden til å finne vinkelen i foten av gratsperre er avhengig av at gratsperre ligger  $45^\circ$  i forhold til horisontalplanet, altså ikke med spissene i lodd over en annen når gratsperret har et avlangt tverrsnitt, f.eks. 6 x 7'' slik som her.

### 5.10 VIDERE

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.

## 6 JOE THOMPSONS METODE

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

Forsøket ble utført på utslaget. 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.

### 6.1 PLASSERING GS

1. Gradsperren legges slik fra det ytre hjørne at den treffer med sin riktige lengde på anleggsbindet (samhold under anleggsbindet, hvis det jobbes på bjelkelag). Den riktige lengden finner en f.eks. ved å sette av sperrelengden langs anleggsbindet.

Gradsperren kantes «etter øye». For at gradsperran kommer til å ligge symmetrisk mellom takflatene skal kantingen ikke være 45°, men baserer seg i dette tilfelle på erfaring.



Bilde 113

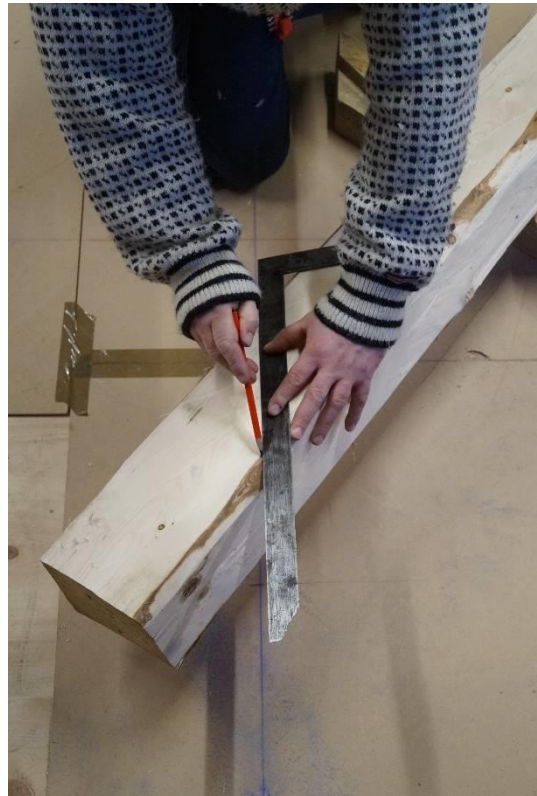


## 6.2 OPPMERKING AV FOTPUNKT

2. I fotpunktet blir kapplinjen langs hovedtakets raft merket i flukt.



Bilde 115



Bilde 114

## 6.3 OPPMERKING AV MØTEPUNKTET

3. I Møne merkes anleggsbindets flukt.



Bilde 116

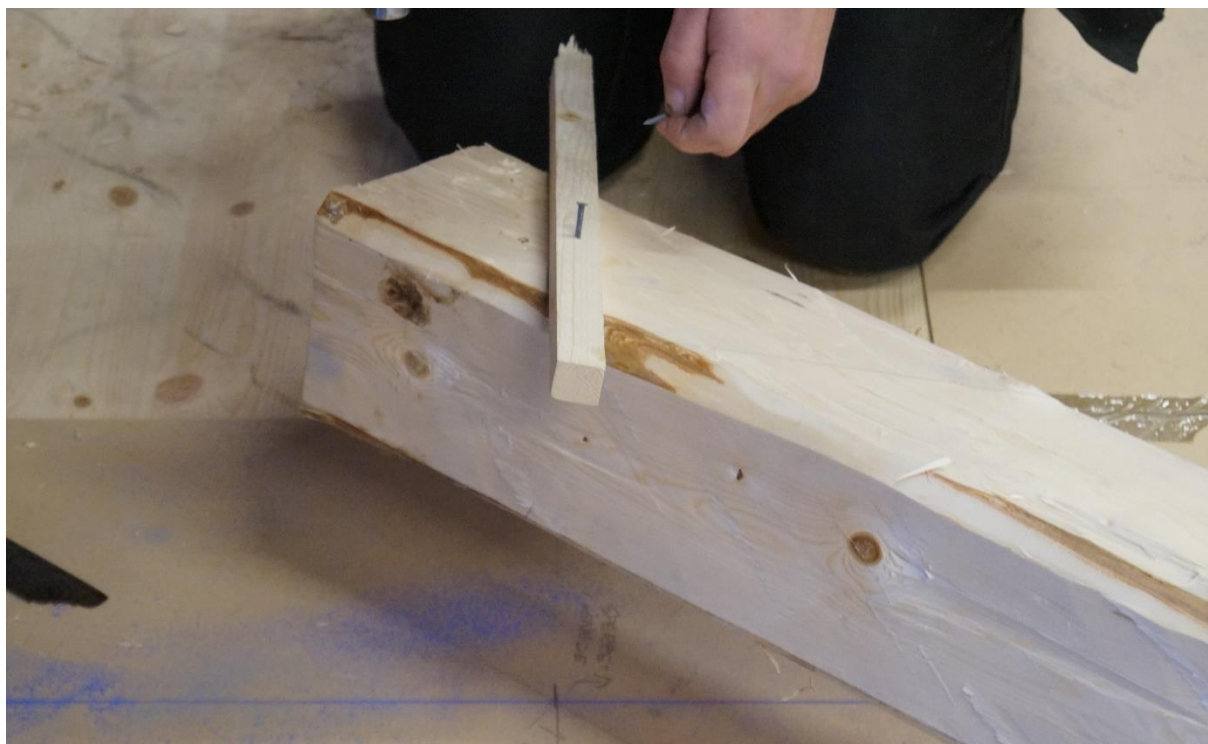


4. I møne blir det også satt en merke i vinkel til anleggsbindet. Til dette har vi laget oss en strek på bakken vi kunne flukter med.



Bilde 117

5. Langs dette merket spikres det en lekt.



Bilde 118

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



Bilde 119

7. Fot- og mønepunkt blir komplettert med fluktmerker til den andre side.



Bilde 120



Bilde 121

## 6.4 RESULTAT

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



Bilde 123



Bilde 122





Bilde 124

## 6.5 KONKLUSJON

Metoden fungerer ikke. Det skyldes at den diagonalstilte gradsperrers flater ikke ligger i takflatene som ved den pregregorianske. Derfor kan den på spikrete lekten ikke brukes som referanse.

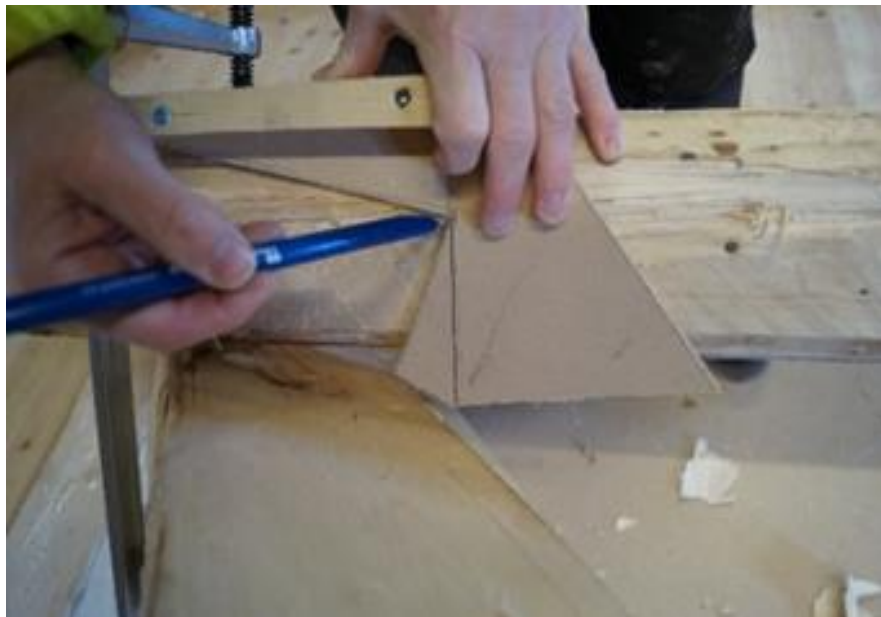
Dessuten vil det være vanskelig å merke en vannrett kapp. Ved nøyere betraktning av J. Thompsons forsøk virker det så at han la gradsperrers nedre ende hvile i et sperrehakk. Da trenges det kun lodd og vinkel, men ikke vann. Dette dekker seg ikke med observasjonene. Med unntak av Trondheim er det funnet 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 gradsperrer. Her må det tas høyde for at vi ikke vet hvordan den pregregorianske gradsperreren ble bygget og at J. Thompsons forslag er en ubekreftet hypotese.



## 7 MERKING AV KLAUV MED VINKELMAL



### 7.1 PROBLEMSTILLING

Grunnen til at vi vil prøve ut denne metoden er at vi i enkelte tilfeller av takkonstruksjoner, bl.a. Kronstad hovedgård, finner svært lite merking, verken på GS eller på åsene/skiftesperrene. Det er på noen plasser derimot funnet noen korte litt tilfeldige streker som ikke er rette eller følger en spesiell vinkel. Bilde 2 viser noe som kan tolkes som en ca. lengde. Dette peker mot at skiftesperret kan ha vert merket med ca. lengde for deretter å få



Bilde 125

klauven merket svært nøyaktig og på ingen steder ut over det som skulle tas bort. På denne måten viser ikke merkingen igjen på stokken etter at den er bearbeidet.

I Norge var det itdligere brukt vinkelmal der en hadde flere aktuelle vinkler i en og samme mal. Dette gjorde det enkelt å holde rede på vinklene som gjaldt for en aktuell oppgave. Bilde til høyre viser Weller sin vinkelmal, hvor han forteller at slike ble brukt i arbeider med takkonstruksjoner.



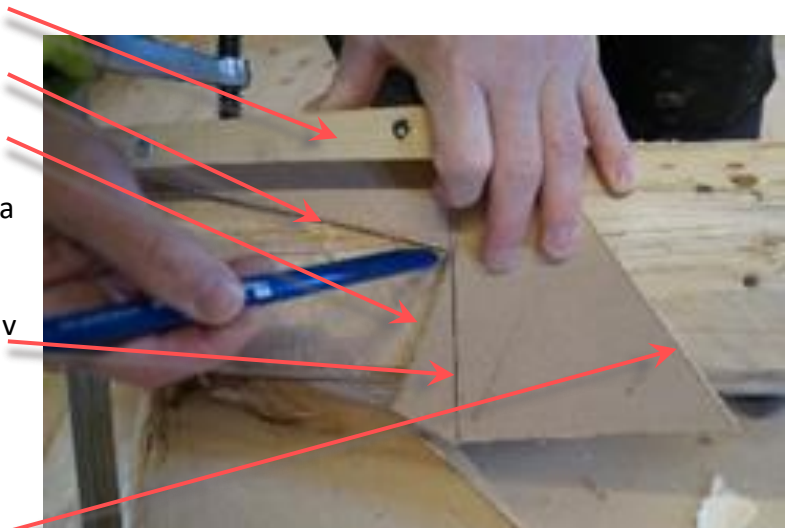
## 7.2 HYPOTESE

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 meddraging osv.

## 7.3 FORARBEID

Vi forsøkte bruk av en slik vinkelmal hvor vi laget til tre vinkler i malen samt et anleggsland:

2. Anleggsland
3. Vinkel for toppkutt i klauven
3. Vinkel for frontkutt i klauven
4. I tillegg laget vi en loddstrek fra bunnen av klauvet som under bruk kan anvise plasseringen av malen i forhold til kanten av GS.
4. Vinkel for endekutt av åsen.



Den aktuelle vinkelen som GS har i forhold til åsen.



Vinkelmalen ble først etablert slik at alle vinklene stemmer med GS.



*Bilde 126*

#### 7.4 OPPMERKING

Merkingen av åsen gjorde vi i dette tilfelle mens den lå på sin plass oppe på GS, men dette er ikke nødvendig. Litt av fordelene med bruk av vinkelmål er nettopp at en ikke er avhengig av å ta åsen opp på taket for å merke den. En trenger kun lengden, så kan resten merkes med malen.

Merkingen begynte med at vinkelmalen plassertes med anlegget opp på toppen av åsen slik at vinkellinjen pekte rett ned på hjørne av GS. Vi kunne da sette strek både for frontkuttet



Bilde 127

og toppkuttet.

Deretter snudde vi vinkelen og brukte den på toppen av åsen for å merke endekuttet på



Bilde 128

åsen.

Samme vinkelen kan også brukes i underkant av åsen, men her er det også et alternativ dersom åsen likevel ligger på plassen, at vi merker underkanten med en blyant som følger gratsperret.



Bilde 129

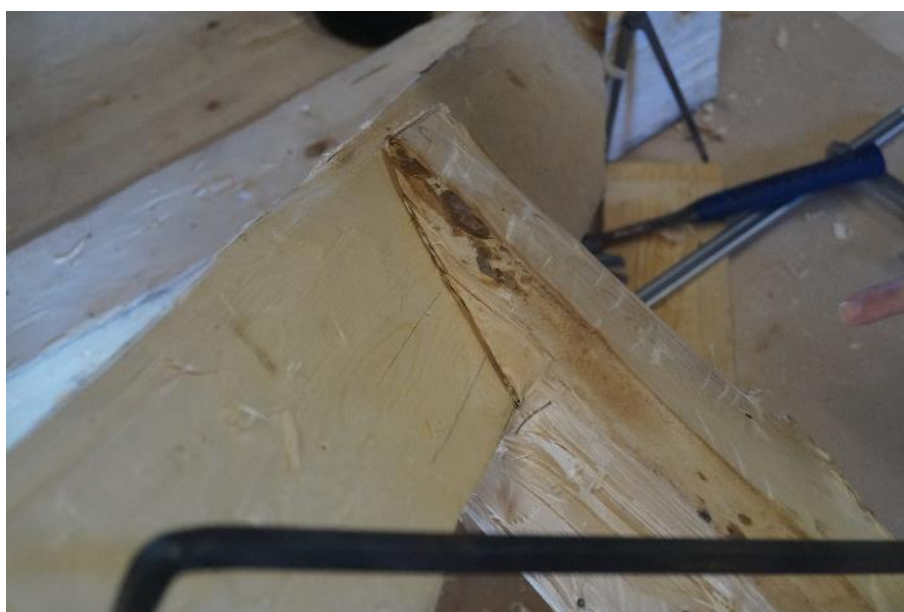
Resten av merkingen på nedsiden av åsen kan da utføres med utgangspunkt i dette streket.

## 7.5 RESULTAT

Etter at klauven er skjært og hugget nøyaktig etter strekene, ser vi at disse nærmest forsvinner og blir ikke synlige, noe som tilsvarer det vi ser bl.a. på Kronstadloftet. Det er dog merke etter ca. målstreken på lengden. Klauven passer nøyaktig når åsen treffer akkurat der hvor vinkelen passer, noe det er anledning til ved åser.



Bilde 131



Bilde 130

## 7.6 OPPSUMMERING

Malen ble laget raskt og enkelt i starten av arbeidet ut fra en ås som var plassert oppå gratsperret. Dette arbeidet ble gjort tilsvarende nedfelling av ås, forsøket. Åsen som i vårt tilfelle ble lagt opp på gratsperret ble merket og 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/ skiftesperr gjøres effektivt kun ut fra enkle lengdemål.

#### 7.6.1 Erfaringer:

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. Med denne metoden unngår en å måtte parallellforskyve linjen for frontkuttet, noe som kan bli forvirrende når får to linjer å forholde seg til. Merkingen går dessuten raskt og nøyaktig uten flere streker en høyst nødvendig.

Vi ser også for oss at denne metoden kan brukes på skiftesperre. Enten ved å først lage klauvet mot gratsperret, og så måle lengden og kutte fotkuttet etter takvinkelen. Eller først lage fotkuttet med tapp for så å sette tappene 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.

#### 7.6.2 Videre forsøk:

- Forsøke merking av klauv på skiftesperret på bakken, for så å etablere tapp i takfoten.
- Forsøke først å lage tapp i takfoten, og deretter finne lengden og lage klauven. Dette kan gjøres ved å måle lengden med en lekte eller sette skiftesperret ned i tappene og legge det opp på GS der hvor det er ønsket. Her kan det være naturlig å kun sette et ca. merke med blyanten, slik vi har funnet noen tilfeller av på Kronstad taket. Ved å merke vinkelen i underkant vil en ikke være avhengig av at retningen mot GS er helt lik på alle. Denne metoden for å finne lengden kan være utfordrende spesielt på de korteste skiftesperrene, ettersom de får en høyere reisning som en må korrigere for. Det ville også vært naturlig å finne igjen streken i underkant av skiftesperret like nedenfor frontkuttet.

## 8 SKIFTNING MED MAL

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

Vi har ved flere anledninger vært på befaring ved Kronstad hovedgard, der har vi blant annet målt opp valmkonstruksjon og lett etter spor som kan gi informasjon hvordan den diagonalt stilte gratsperren og skiftningen er blitt gjort.

Vi fant få spor og sporene som ble funnet kunne ikke gi noen innsikt i oppmerkingsprosessen, da vi ikke kunne finne system i oppmerkingen. Det var kun noen få blyant streker. Disse merkene kunne minne mer om en avsatte legde på skiftesperret hvor klauven skal være enn selve oppmerkingen for klaven. Riss og passer merker har man ikke funnet. 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. Det virker som en tungvint måte å lage klaven på, å hugge hele klauven med øks. Vi ser spor etter sag andre plasser så vi vet at det har vært sag til stede når det er blitt bygget. Å bruke sagen til å lage klauven ville ha vært en mer effektiv måte å gjøre det på, da man og slipper å hugge i motved.

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.

Verktøyene som har vært brukt i forsøket er: tommestokk, blyant, passer, vinkel, handsag og øks.

Videre kommer vi til å bruke forkortelsene

GS = gratsperre

SS = skiftesperre

I det følgende beskrives det trinnvis hvordan forsøket er gjennomført

1. Malen blir laget
2. Oppmerking av SS
3. Kutting av SS
4. Meddrag og justering av klaven
5. SS er ferdig og satt på plass
6. konklusjon

Trinnvis prosess av skiftning med mal

### 8.1 MALEN BLIR LAGET.

Malen blir laget med å plassere den på høykant på GS ned til bjelke laget.. Malen må ligge slik at vi kan felle den loddrett ned på GS og ved bjelken der skiftsperren skal være. Vinklene overføres fra GS med å legge vinkel på tvers av GS underside og fører linjen opp og over til malen.

Merkingen av klaven får vi med å ta høyden den skal ned med passer og holder den i lodd og fører den langs malen og på tvers av GS oppside, eller bruke et bor som er rett og legger den oppå GS og streker langs malen.

Fotkuttet får man når malen står på GS og ned på bjelkelaget der skiftsperret skal stå og merker en horisontal linje i riktig høyde.

Nå har vi mal til klaven og til fotkuttet og den kan sages ut.



Bilde 132 Mal

## 8.2 OPPMERKING AV SKIFTSPERREN (SS)

Skiftsperren blir lagt opp på GS. Den blir ikke lagt vinkelrett men står litt skjevt på, slik det ble observert på Kronstad. Den skal være på GS for å kunne merke opp linjen hvor vi skal bruke malen. Denne linje er retningen til GS på tvers av SS. Oppmerkingen og bruken av malen har undersiden av skiftsperret som referanse side. Det vil si at malen skal lige kant i kant med skiftesperrets uderside når vi bruker den.

Se bilde under



Bilde 133



SS blir lagt på bukker og malen legges kant i kant langs undersiden av SS. Linjen som ble merket opp når SS sto oppe på GS blir parallelt forskjøvet 15 cm GS sin bredde lengre in på SS. Deretter streker vi opp etter malen. Bilde under viser malen på oppmerkingens linje før den ble forskjøvet 15 cm bakover



Bilde 134

Etter at første side er merket opp overfører vi streken på SS underside som er retningslinjen til GS over til den andre siden for å merke opp. Vi bruker vinkel til å overføre streken. På motsatt side er det klavens over kant som skal merke etter. Se bilde under.



Bilde 135

Nå har man punket hvor malen skal legges på og merke etter. Sidene til SS forbindes med med strek på oversiden og undersiden.

Nå er alle sidene på skiftesperret merket opp. Se bildene under



Bilde 136

Der etter blir oppmerking av fotkuttet.

Se bilde under



Bilde 137

### 8.3 KUTTING AV SS

Når er alle sidene er klar til å sages. Det første kutte som blir på undersiden blir gjort med sag ned til klaven og sager fotkuttet.

Det er mer effektivt og lettere å bruke sag kombinert med øks til fin justering en å økse hele klaven. Se bildene under.



Bilde 138

Økser klaven etter sagingen for justering



Bilde 139



#### 8.4 MEDRAG OG JUSTERING AV KLAVEN

Klaven er ferdig kuttet og skiftesperret blir satt opp inntil til GS. Her ser man at vi må medra og justere klaven for at det skal passe, det ble for stor glippe mellom DGS og klaven. Se bildene under



Bilde 140

Bildene under viser medrag av klaven med passer



Bilde 141





Bilde 142

Medraget blir hugget med øks, etterpå ser vi ikke spor etter sag kutet lengre eller sapor etter blyanten

## 8.5 RESULTAT

Bilde viser ferdig SS

Den står ikke vinkel rett på GS



Bilde 143



Bilde 144

Klavene inntil GS er tette og fin med og tett lite spor etter oppmerking.



Bilde 145



Bilde 146

## 8.6 KONKLUSJON

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 gratsperre. Når man har malt å merke etter blir det mindre streker på ferdig resultat, da man kan kutte 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.

Ingen av valmtakets konstruksjoner er malt eller slipt, derfor tenker vi at original sporene burde vært der.



## 9 ÅS MED VINKEL OG PASSER

I dette forsøket vil vi prøve å gjenskape oppmerkingen og arbeidsgangen, i det å felle ned en ås med klauv mot gratsperren. (GS)

Åsen ligger an oppå sperrebukken, på langsiden av takflaten. En klauv på ås enden skal «gripe» over GS.

Hvert moment i oppbygningen, bygger på observasjoner fra tak konstruksjonen i Kjøpmannsgata 27.

Bildeteksten beskriver trinnvis prosessen, vil dog i forkant nevne visse ting for ordens skyld.

Noen plasser i gjennomgangen, er bilder lagt til fra Kjøpmannsgata 27, for å vise sammenhengen.

På bilde 1, fases GS en god tomme mot ytterkanten, dette antas for å gi åsens klauv mere gods og derved styrke. Denne fasingen er ikke representativ for andre gratsperrer vi har observert, og antas å være en signatur fra håndverkeren som bygde den.

Plassering av haldhaken på bilde 2, skyldes observasjoner av hul, med en avstand på cirka 44 cm, på utsiden av GS og åsen, disse hul antas å være etter hold haker. Noe som tyder på haldhakene har vert festet fra nedsiden, hvilket kan antas, hvis stillas trinnvis har blitt bygget opp.

Merkingen skjer fra nedsiden (åpensiden), se bilde nr. 3.

Verktøy: vinkel, passer, blyant, øks og håndsag, hvilket det også finnes spor etter.



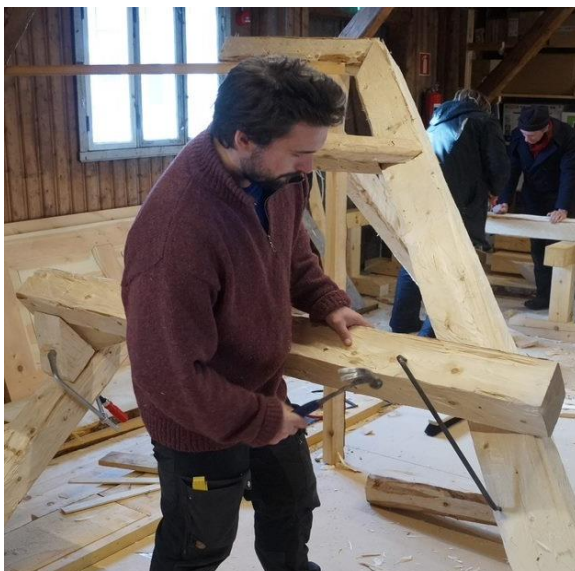
Bilde 148



Bilde 147

1. Bilde til venstre, GS fases ca. 1 ". Bilde til høyre viser et faset parti, hvor åsen ligger an.

(Bilde fra Kjøpmannsgata 27 av Robert Klumpp)



Bilde 149



## 9.1 PLASSERING OG LÅSING AV ÅS

*Ås legges an på GS og sperrebind, slås fast med haldhake. Nederste bilde viser sannsynlige hold hake hul med en avstand på 44 cm mellom hullene, kan det tyde på at åsen var festet fra nedsiden. Bemerk på øverste bilde; klosse i samme Dimension, lagt på sperrebukken under ås, dette for å få en jevn høyde i begge ender.*



Bilde 150

## 9.2 OPPMERKIG AV ÅS

*Vinkel legges flat på ås, oppsiden på vinkel legges an mot GS side. GS sin side, blir parallellforskudd til åsens nedside.*



Bilde 151

5. Åsens landingspunkt finnes, ved å kantstille vinkel på ås og legge vinkel spissen mot GS hjørne, et merke settes.



Bilde 152



5. Åsens øvre kappvinkel finnes. Da siktes det over åsen, spissen av GS føres opp til overside ås, merke settes.



Bilde 153

6. Linjen siktes inn, spissen på GS flukter med oppside ås, der strekes.



Bilde 154

*7. Høyde tas med passer, vinkelrett på åsen.*



Bilde 155

*8. Passer settes vinkelrett på åsens landingspunkt og høydepunkt på åsen merkes.*



9. Vinkel plasseres på merket for øvre kappvinkel og legges an på høydemerket, der strekes.



Bilde 157

10. Åsens nedre kappvinkel er merket.

11. Landingspunkt for oppside ås finnes.



Bilde 158

12. Ås høyden er tatt med passer og føres til landingspunktet og settes vinkelrett på åsen.



Bilde 159

13. Punktet for øvre kappflate på åsen, forbindes med høydemerket, der strekes.





Bilde 160

14. Kappflate oppside ås er merket.



Bilde 161

*15. Parallell strekk trekkes på tvers av åsens underside langs GS. Bemerk at høydepunkt og strekken ikke skal forbindes. Dette fordi sagingen vil skje fra åsens underside og en vil følge denne strekk. Der sages derfor kun til høydepunkt.*



*Bilde 162*

*16. Mål tas fra høydemerket til referanse strekene, på sidene. Det blir en parallell forskyvning, så klauven på åsens nedside kommer til at passe.*



Bilde 163

17. Ferdig merket klauv på underside ås.

### 9.3 KAPPING AV ÅS



Bilde 164

18. Sagingen skjer som før nevnt, fra merket på nedsiden, da er det kun dybden der skal holdes øye med på oppsiden.



Bilde 165

19. Bearbeiding med øks.



Bilde 166

20. Åsen på plass.





Bilde 167



Bilde 168

## 9.4 RESULTAT

21. Klauven passer greit på nedsiden, merkingen synes. Sammenstilles de to åser, synes merkingen å stemme overens etter nedfelling. (Bilde fra Kjøpmannsgata 27 av Robert Klumpp)



*Bilde 169*

*22. Oppside, ingen merking synes.*



*Bilde 170*

*23. Tett i anlegg på klauven, kun parallell strekken vises.*

#### *9.4.1.1 ås nedfelling med merking opp og ned*

I Kjøpmannsgata 27 finnes enkelte plasser blyantmerking på både opp og nedsiden av åsen.

I forkant av dette forsøk, prøvde vi å felle ned en ås, med merking på både opp og nedside av åsen, hvilket resulterte i feil kappvinkel på klauven.

Dette kan skyldes at vor merking på oppsiden av åsen ble for dårlig.

#### *9.4.1.2 Pre kapping av ås ende før oppmerking*

På nedsiden av en del åser, er det en avfasing et stykke før denne ligger an mot GS.

En mulig forklaring på dette kan være at disse åsene, var pre-kappet før de ble lagt opp for merking.

Det kan være en fordel å ha mindre avstand mellom målepunkter på GS og åsen.

På grund av tidsmangel, fikk vi ikke testet dette ut.



Bilde 171

Kan denne avfasing være fra et pre-kapp for å gjøre merking enklere?

(Bilde fra Kjøpmannsgata 27, foto Robert Klump)



Bilde 172

Vi laga en mal, for å forenkle merkingen av pre-kappen



Bilde 173

Kappet ås-ende, er klar for klauv merking, noe vi dessverre ikke rak.

## 9.5 OPPSUMMERING

Den beskrevne fremgangsmåten kan ligge veldig tett opp til hvordan det var gjort.



Merkene stemmer godt overens med det vi har observert i Kjøpmannsgata 27.

Dog finnes der også plasser som ikke er merket eller hvor mindre merking ses.

Inntrykket en står igjen med er at det har blitt eksperimentert noe underveis i oppbyggingen.

Sannsynligvis har flere personer jobbet med å felle åser, med ulike forutsetninger, så resultatet har blitt litt forskjellig.

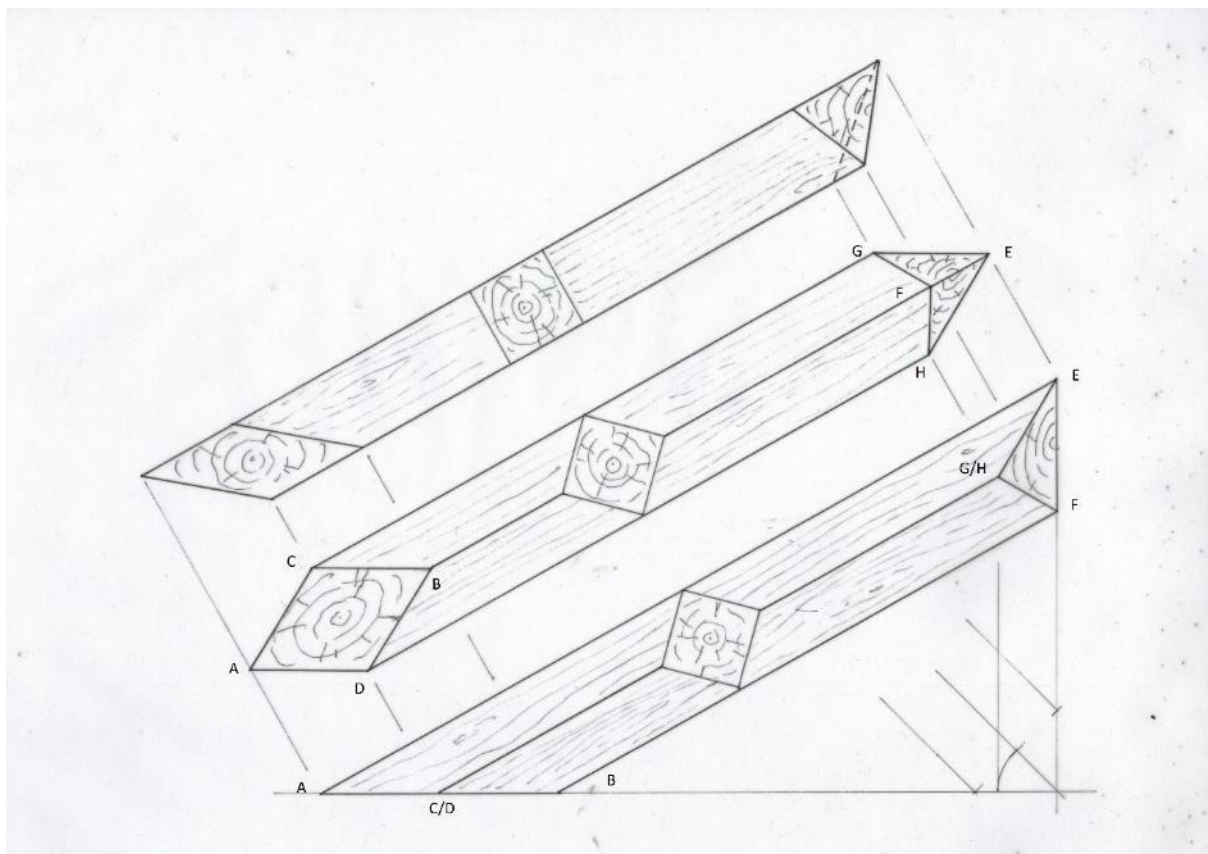
Dog kan det i tilfellet Kjøpmannsgata 27 konkluderes at nedfelling av ås med vinkel og passer har vært den brukte metode. Flere plasser kan prekappet ås ender også ha blitt brukt.

## 10 UTSLAG

Utfordringen med gradspærren er at den ligger samtidig i alle tre romdimensjoner. De ansikter som vanligvis finnes av en bygning (plan, snitt) vil vise forkortede lengder og forfalskede vinkler. Et utslag er en tegning, gjerne i målestokk 1:1, hvor de sanne lengder og kappvinkler blir konstruert ved hjelp av beskrivende geometri.

Den diagonalstilte gradspærren er, så sant den er kun kappet med en vannrett fotsmig og en eller to loddrette smiger i møne, bestemt av 8 punkter. A, B, C, D i fotpunktet og E, F, G, H i møne (fig 162, 163). For bedre illustrasjon vil bokstavene for de enkle punkter bli brukt i det følgende kapitlet.

Det finnes ulike strategier for å finne de ulike punktene og i noen tilfeller vil det være nødvendig å kombinere to eller flere strategier. Gradspærren må da merkes i flere forskjellige posisjoner.



Bilde 174 Sideansikt (profil) og omkantinger av gradspærren



4. For å bestemme G og H legges tverrsnittet inn i plantegning for å finne gradsperrers bredde. Bredden blir tegnet inn parallelt til  $g_G$  for å finne skjæringspunkter  $G_G$  og  $H_G$  med anfallsbind og møneakse. Disse punktene loddres opp (i rett vinkel til  $g_G$ ) til gradlinjen. I dette tilfelle, hvor takfall i valm og hovedtak er lik, ligger begge punktene på samme linje.

Utslaget er ferdig og stokken kan legges på for merking:

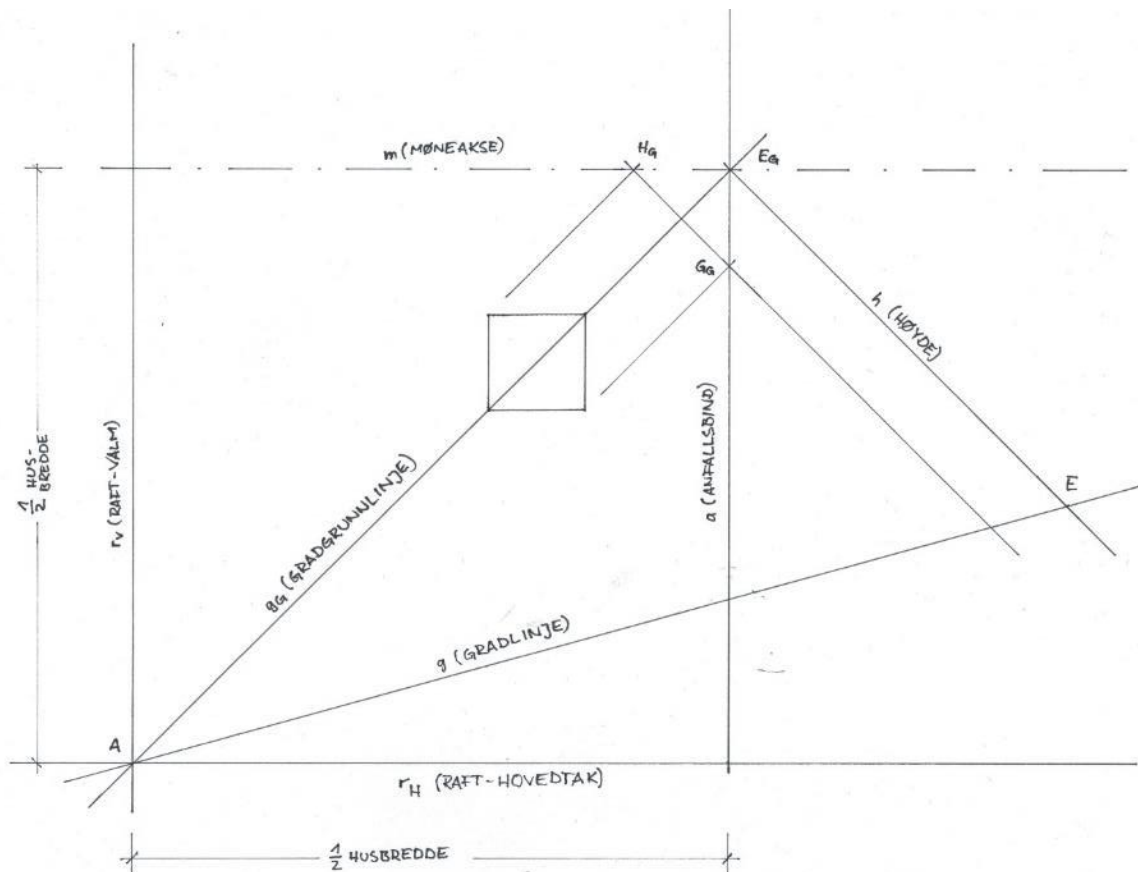


Figure 1 Utslag til profilmetoden



5. Stokken legges i en blokk med 45° utsnitt og med overkanten mot gradlinjen g (i forsøket ble gradprofilen utviklet over hovedtakets raftlinje istedenfor gradgrunnlinjen, prinsippet er det samme)

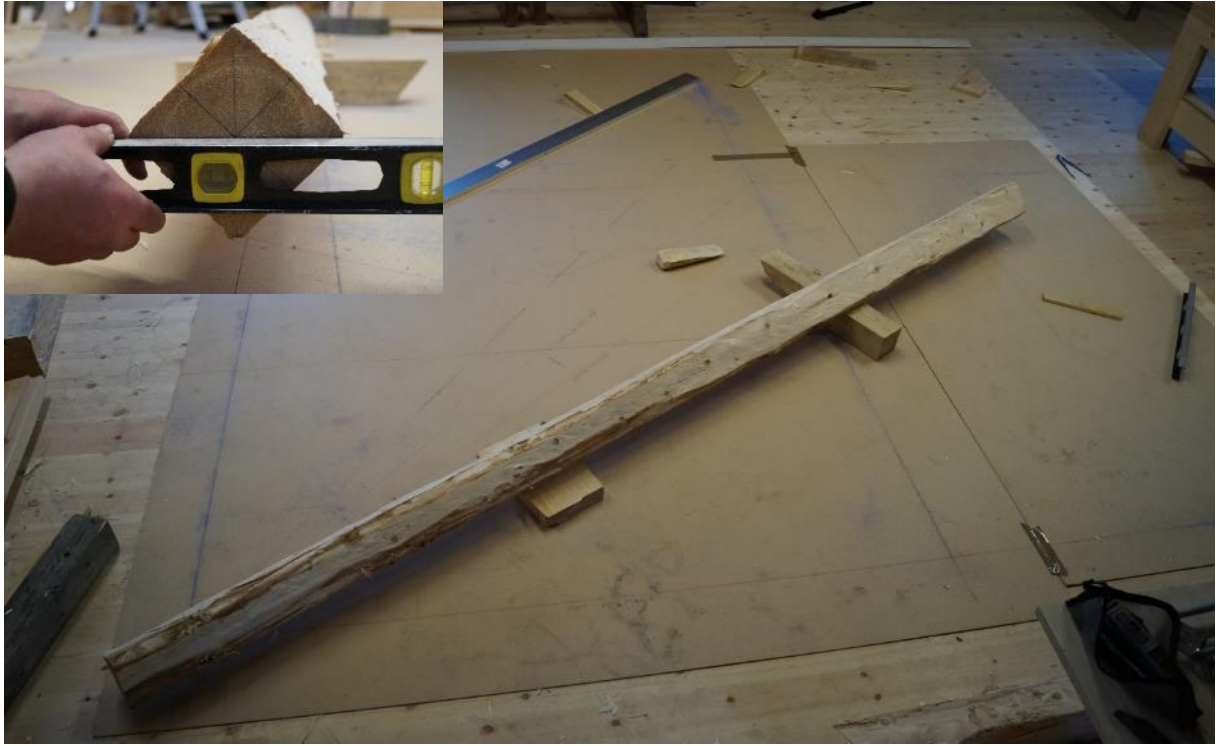


Figure 2 Gradsperre i merkeposisjon

6. Foten (A, B, C, D) kan vinkles rund hele stokken i flukt av grunnlinje ( $g_G$ ).

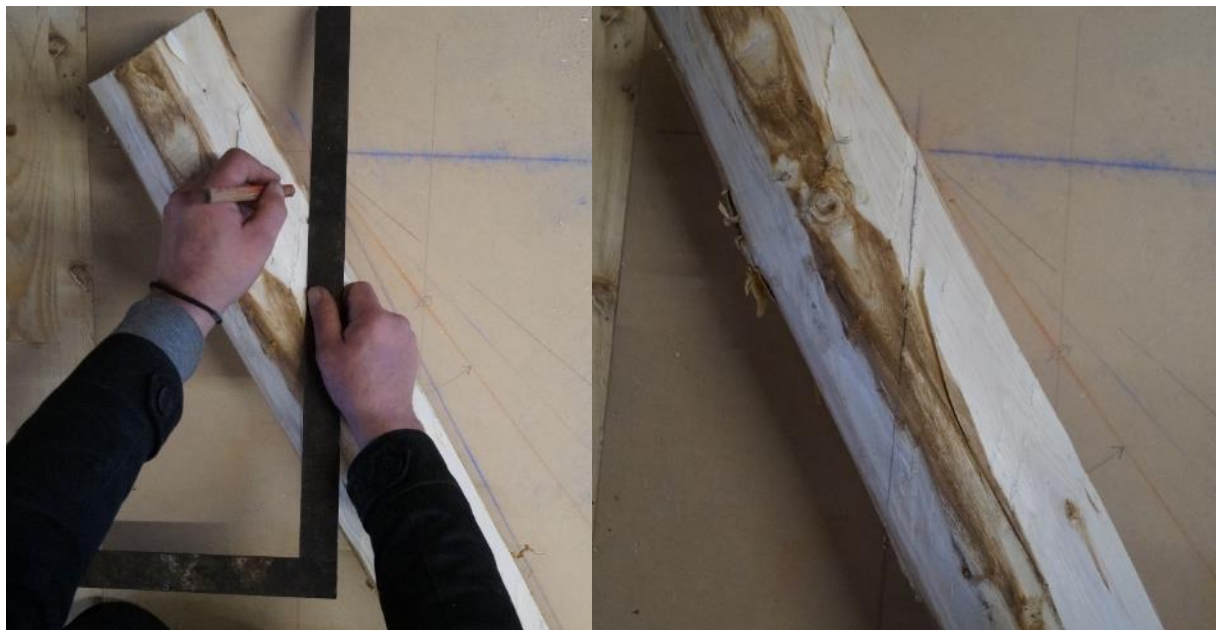
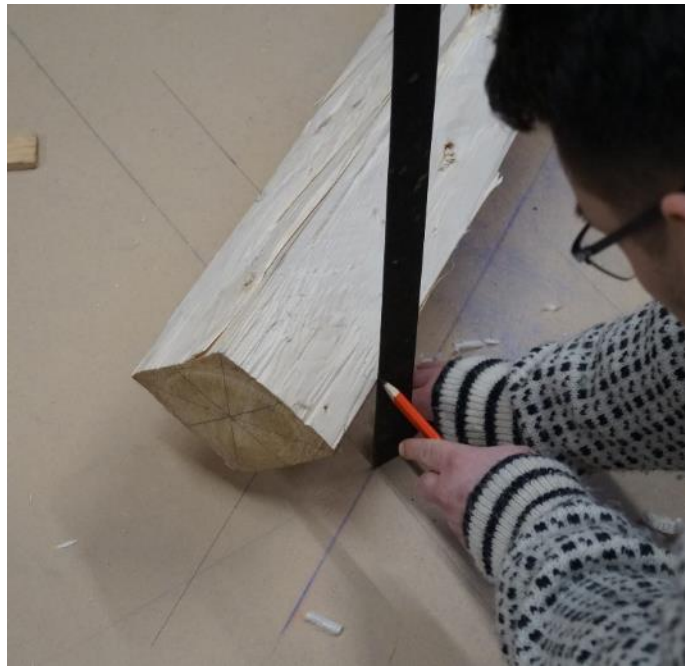


Figure 3 Fotpunkten (A, B, C, D) merkes i flukt med vannlinjen

7. E og F ligger på loddlinjen under mønepunktet (h) og kan enkelt loddess opp til stokken.



Bilde 176 Punkt E merkes

8. G og H finnes ved å lodde opp og flukte med loddlinjen over  $G_G/H_G$ . Ved å forbinde de med punktene E og F får man kapprissene.

G og H er punkter som er avhengig av tømmerdimensjon som bli lagt inn i planen. Ved avvik i dimensjon eller vankant er det en viss feilmargin.

Punktene G og H kan derfor bestemmes nøyere ved å bruke kantemethoden hvor de kan bestemmes i en flukt.



Bilde 177 G og forbinbelser til E og F

Methoden fungerer og er i tillegg like fleksibelt som kjent fra gradspærren 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 methoden uten å gå over til den loddstilte gradspærren.

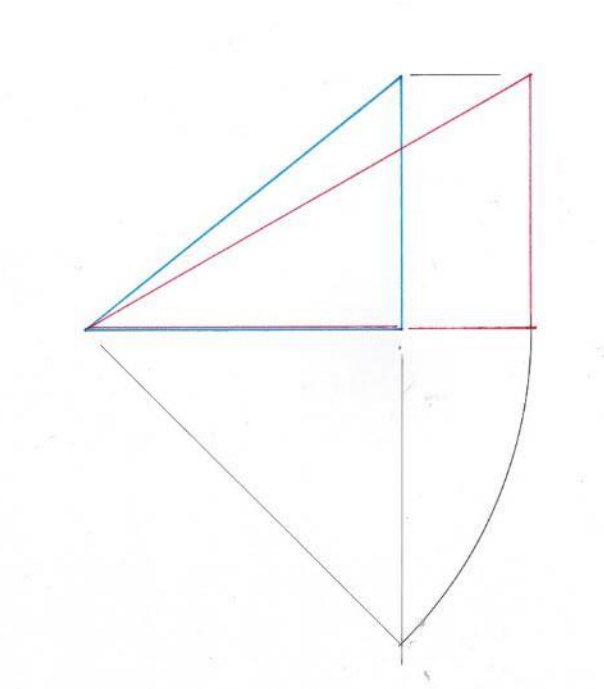
### 10.1.2 Fotpunkt etter takfall

#### Er dette kapitelet forståelig?

En annen tilnærming beror på tilfellet at gradspærren ligger, forutsatt  $90^\circ$  grunnvinkel og like takfall, både i en  $45^\circ$  vinkel til raftlinjene og er  $45^\circ$  kantet. Disse kantinger hever hverandre opp.

Sammenhengen skal demonstreres noe nærmere:

Ved overgangen fra normal- (blå) til gradprofilen (rød) blir den lange katheten strekket med faktor  $\sqrt{2}$  fordi gradspærren ligger  $45^\circ$  i grunn. (fig)



I gradprofilen ser vi en likeverdig trekant i foten. Den korte katheten tilsvarer bredden av stokken som den vises i gradprofilen. Den sanne bredden vil vises når vi snu stokken til den ligger parallelt med tegneflaten, dvs. strekker den med faktor  $\sqrt{2}$ .

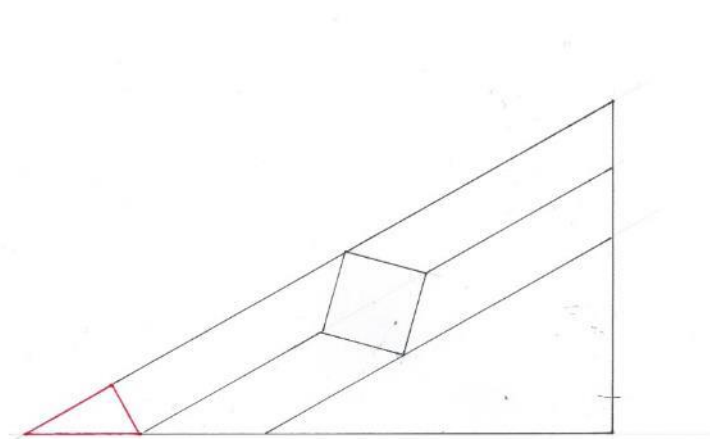


Figure 4

For å gjøre det sammenlignbart kan trekanten speiles. Når den korte katheten nå strekkes kommer vi tilbake fra den røde til den blåe trekanten – normalsperreprofilen.

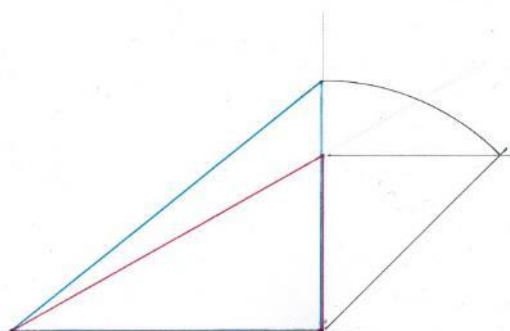


Figure 5

I konsekvensen betyr dette at fotpunktet la seg merke forbausende enkelt. Vinkelen mellom vannrisset og stokkens kant er lik takfallet. Den kan merkes enten ved hjelp av en løsvinkel eller mal satt til takfall, eller i normalsperreprofilen, som vanligvis allerede finnes (dette trenger en liten ekstra konstruksjon for punktene D og B).



Figure 6 fotpunktet merkes med løsvinkel satt til takfall

I møne skjer det noe tilsvarende, bare at det er her den lange katheten av trekanten som bli strekket to ganger med faktor  $\sqrt{2}$ , til sammen altså doblet. Punkt F kan dermed merkes ved å bruke et mal / løsvinkel i halve takfall (regnet som brøk, ikke i grader). G og H derimot ligger ikke på eller i rett vinkel til gradgrunnlinja og kan ikke bestemmes på denne måten.

### 10.1.3 Normalsperreprofil og kanting etter flukt

I dette forsøket ble det brukt normalsperreprofilen for å finne de seks punktene A til F. En slik profil til vanlige sperrer fantes det gjerne allerede et sted i bygningen.

.....



1. Normalsperreprofilen ble forlenget i møne og gradspærrelengden merket.  
Gradspærrelengden finnes enkelt f.eks. ved å sette av spærrelengden på anfallsbindet og måle til ytterhjørnet.

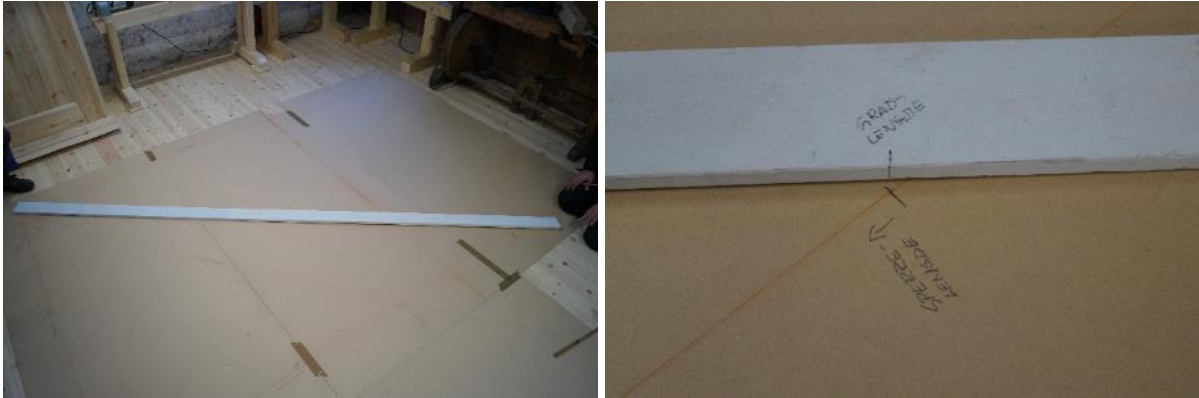


Figure 7 Gradspærrelengden finnes

2. Foten og de punkter E og F skal merkes i normalsperreprofilen. Punktene A og C ligger på raftlinjen, men for å kunne merke hele fotpunktet i kun en posisjon trengtes det noen flere streker:
  - Stokkens bredde ble merket parallell til overkant sperre.
  - Fra skæringspunktet av denne linjen med raftlinjen tegnes et vinkelriss til overkant sperre.
  - Gjennom det funne punktet tegnes en parallell til raftlinjen. På denne linjen ligger B og D.

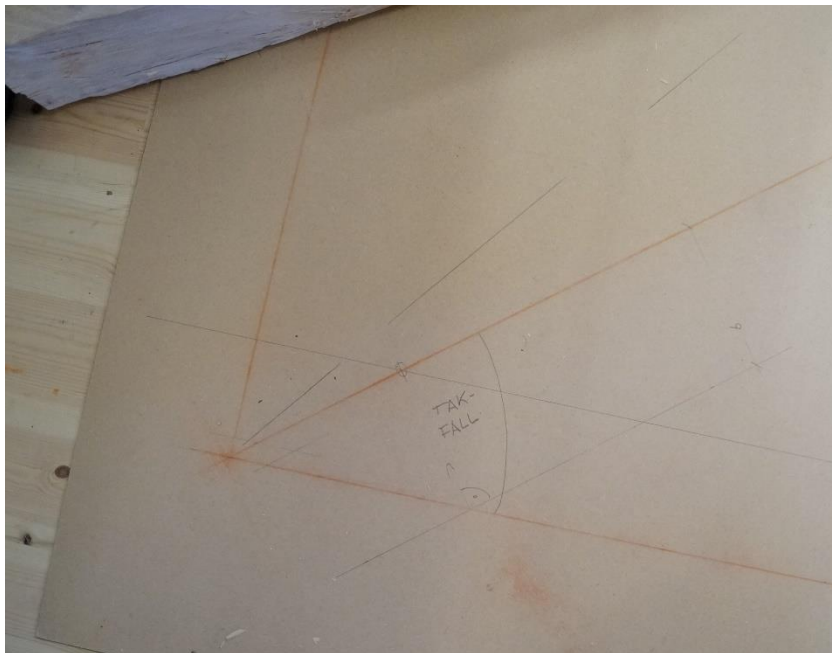


Figure 8 Oppriss fotpunkt

3. Stokken kan nå legges på og de fire punkter i foten merkes og forbindes.



*Figure 9 Foten er merket*

4. I møne blir det kun merket punktene E og F som ligger på diagonalt motsatte kanter av gradspærren. Begge punktene loddres eller vinkles opp fra loddlinjen gjennom mønepunktet.



Figure 10 E og F merkes i møne

5. For å finne punkt G kan en forestiller seg å legge hele takflaten ned til et horisontalt plan, med raftlinjen som akse eller «hengsel». I praksis gjøres dette enkelt ved å sette av den sanne gradlengden fra hjørnet til linjen som representerer anfallsbind og legge stokken fra hjørnet dit. E, F og G må nå ligger på denne linjen siden de også ligger mot anfallsbindet. I tillegg må stokken kantes siden dens overflate ikke ligger i takflaten. Hvis F er allerede bestemt kan denne kantingen gjøres «frihand». Stokken snus til E og F ligger i flukten av anfallsbindet. Da må G ligger i samme flukten. I

forsøket ble det brukt to «linjaler» (tommestokk og vinkeljern), men dette kunne også gjøres ved å flukte over en loddfjøl eller loddsnor.



*Figure 11 Stokken kantes frihand. E og F må være i flukt*

6. For å finne H gjentas prosessen med gradspærren lagt fra hjørne til møneaksen.

Metoden opplevdes som svært enkelt under forutsetning at det allerede finnes en sperreprofil. Det kan også forestilles å merke punktene A til F med takfallmetoden, da



trenges det ikke normalsperreprofilen. I forhold til profilmetoden var den mer nøyaktig i møne, men ikke i foten.

#### 10.1.4 Kanting etter utslag

Mer nøyaktig kan kantvinkelen bestemmes på utslaget. Dette krever ikke et utslag i full størrelse, men kan godt tegnes i skala. For merking av selve stokken trenges da kun anfallsbind og møneakse (linjene a og m).

1. Foten merkes etter en av de beskrevne måter, i normalsperreprofil eller etter takfallet.
2. For å bestemme kantvinkelen lages en tegning:
  - Utgangspunkt er grunnriss med raftlinjene  $r_H$  og  $r_V$ , anleggsbind a, møneakse m og gradgrunnlinje  $g_G$ .
  - Gradprofilen g reises over gradgrunnlinjen.
  - Det tegnes en linje N-M i rett vinkel til overkant gradsperre ned til gradgrunnlinjen. Utgangspunkt N kan velges vilkårlig.
  - Lengden av denne linjen settes av på gradgrunnlinjen. Finner punkt Q.
  - Gjennom skjæringspunktet M tegnes en linje i rett vinkel til gradgrunnlinjen. Linjen trekkes så langt ut at den skjærer raftlinjene i O og P.
  - Fra skjæringspunkter O og P tegnes linjer til det avsatte punktet Q på gradgrunnlinjen. Dette representerer en snitt gjennom taket normalt til gradsperrens akse.

- Ved å legge inn gradsperrers tverrsnitt finnes kantvinkelen delta ( $\delta$ ).

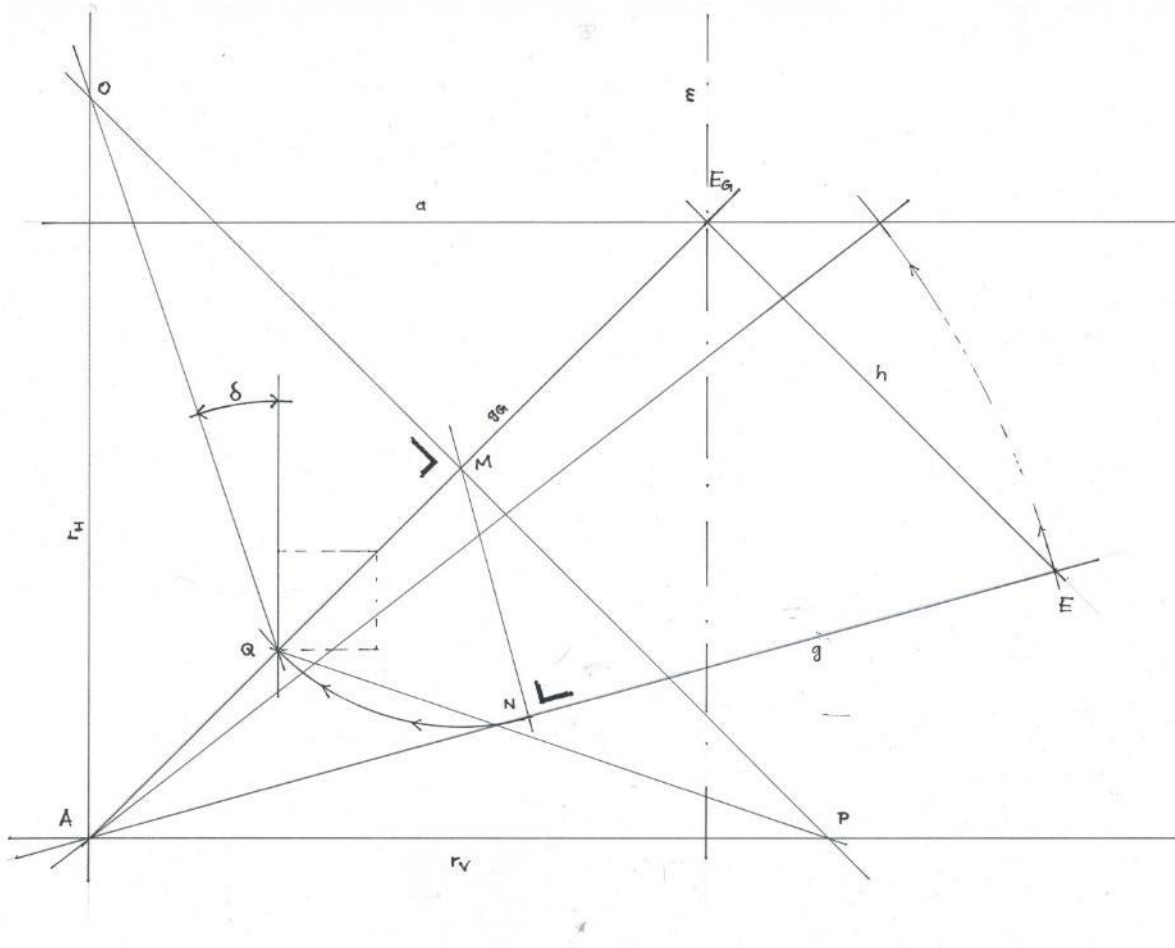


Figure 12 Utslag for å finne kantvinkelen

3. Vinkelen kan nå merkes på et bordbit som brukes på endeveden for å kante stokken. Alternativ kan det tenkes å lage en blokk hvor stokken kan hvile i. Slike maler eller blokker kan sikkert har blitt brukt om igjen.



4. Når stokken er kantet riktig og E ligger på fluktlinjen kan F og G bestemmes enkelt og med høy nøyaktighet.
5. For å finne H må prosedyren gjentas med utgangspunkt i den andre raftlinjen.



Figure 13 Avvik mellom profi-I og kantemethoden. Den blåe linjen (kantemethode) ligger på en flukt og er presisere.

Selv om det høres vanskelig ut å flytte stokken så mange ganger kan det i praksisen være så enkelt at man merker fotpunktet med løsvinkelen, finner den sanne gradlengden og setter den av på bjelken under anfallsbindet, legger stokken i eksisterende blokker og merker

møne. Dessuten har methoden en ytterligere fordel: Skiftsperrer kan merkes liggende på bakken. Siden kanten av gradsperran stemmer, kan skiftsperrer legges horisontal på den og merkes analog til de beskrevne måter. I forsøket var det et spørsmål om dette var nøyaktig nok til å merke skiftsperrer fra begge takflatene.

Resultatet var at både gradsperre og begge skiftsperrer passet veldig nøyaktig.



Figure 14 Skiftsperre klart til merking

Fasit: Metoden er litt mer krevende, men av høy presisjon. Dette gjør det mulig å merke også skiftsperrer/-åser på bakken. Når kantvinkelen er bestemt for et takfall, vil det være mulig å gjenbruke malene. Metoden er avhengig av akkurate grunnmål i bygningen.





## 11 OPPSUMMERING AV FORSØKENE

Blant våre ti forsøk er det er syv av det forbeholdt diagonalstilt gratsperre, 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 ut. 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 fullt mulig å bygge den diagonalstilte gratsperre etter dette og man er heller ikke avhengig at takfallet har like grader eller grunnrisset har en  $90^\circ$  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  $45^\circ$  er lik bredden på endekuttet i  $45^\circ$  med denne metoden er det fullt 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 fullt mulig å montere diagonalstilt gratspere 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 kantning 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 liger 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.