

Rapport avsluttende arbeid for Stipendiat i urmakerfaget 2009-2012



Tim Benjamin Davidsen
Norsk handverksutvikling NHU

Innholdsliste

Forord	s. 3
Innledning	s. 3
Betegnelse ur og klokke	s. 4
Kort innføring i urmakeriets historie	s. 4
Klokke med slag	s. 5
De første romklokke	s. 6
Pendelen og pendelklokken	s. 6
Urmakeriet i England	s. 7
De første bærbare ur	s. 7
Urmakeriet i Norge	s. 8
Klokken blir en nødvendighet i Norge	s. 9
Hvordan norske urmakere arbeidet	s. 10
Konkurransen fra utlandet og slutten for norsk urmakeri	s. 10
Abraham, Pihl – prest, oppfinner og urmaker	s. 11
Oppvekst og studier	s. 11
Ekteskap	s. 12
Pihl som prest	s. 12
Pihl som urmaker	s. 14
Pihl som oppfinner og altnuligmann	s. 15
Valg og presentasjon av slutttoppgave	s. 16
Målet med slutttoppgaven	s. 17
Klokken før nedtaking	s. 17
Analyse av urverket	s. 22
Hvilke deler er uoriginale?	s. 30
Gangtidsutregninger og tannantall	s. 36
Urverkets alder	s. 40
Reparasjons- og restaureringsarbeidet	s. 40
Store mellomhjul	s. 40
Arbeide med store mellomhjul før ny tannring festes	s. 41
Ny tannring til store mellomhjul	s. 44
Lille mellomhjul	s. 49
Ganghjulet	s. 52
Tilpasning av inngripningene	s. 52
Valsene	s. 53
Ganghjulets tannring	s. 54
Slagrekken	s. 55
Vindfang	s. 55
Trinsene	s. 55
Haken	s. 56
Viseraksen med lagring	s. 56
Loddsnorene	s. 57
Overflatebehandling av delene	s. 58
Sluttkommentarer	s. 59
Måloppnåelse	s. 60
Ville dette vært gjennomførbart som normal reparasjon?	s. 61
Ordforklaringer	s. 61
Kilder	s. 63
Vedlegg. Skisser av urverkets deler	

Forord

NHU har ansvaret for stipendiatordningen. Ansvarlig for min stipendiatperiode i NHU, rådgiver Tore Tøndevold, har også vært en god og nyttig medspiller i arbeidet med både den praktiske og den skriftlige delen av sluttoppgaven.

Les for øvrig mer om NHU sin rolle og ansvar for stipendiatperioden i min hovedrapport.

Det er spesielt to personer jeg vil takke for hjelp under sluttoppgaven.

Faglig veileder Jon Lindstrøm, som har fulgt meg gjennom nesten hele stipendiatperioden, har bidratt med råd og tanker underveis i sluttarbeidet. Vi har hatt kontakt på telefon og på møter på hans verksted. Roger Løver har vært behjelpelig på mange områder. Han har delt av sine kunnskaper, både gjennom praktiske råd angående bruk av stor dreiebenk og gjennom samtaler og drøftinger vi har hatt angående Pihl-klokken og urmakeriet generelt.

Bildene som er brukt i rapporten er oppgitt med kilde, så sant jeg ikke har tatt dem selv. Bildet på forsiden er tatt av Tore Tøndevold.

Innledning

I forbindelse med min stipendiatstilling i urmakerfaget for NHU skulle det utføres et sluttarbeid som gikk over seks måneder. Det ble utført et praktisk arbeid og en skriftlig oppgave ble innlevert.

Som mitt sluttarbeid, valgte jeg en liten tårnklokke av Abraham Pihl. Tårnklokken har stått lenge uten tilsyn, og det kan ikke sies sikkert når denne sist ble reparert eller fikk et tilsyn. Under arbeidet benyttet jeg meg av kunnskaper jeg har ervervet meg så langt i stipendiatperioden, men et av målene med oppgaven var også å tilegne meg mer kunnskap fra tradisjonsbærere.

Klokken skulle settes i gangbar stand, med fokus på å fjerne så lite originalt materiale som mulig og å tilegne seg mest mulig kunnskap om hvordan det var å lage en slik klokke uten moderne hjelpemidler. Det vil si at jeg i stor grad utførte arbeidet for hånd der tiden tillot det, uten fresemaskin og liknende.

Arbeidet foregikk i verkstedet til tradisjonsbærer Roger Løver i Kongsberg og i mitt eget verksted i Fredrikstad.

Urverket vil bli satt opp og demonstrert i mitt verksted under den praktiske prøven. En utfordring med dette er den meget store pendellengden.

Betegnelsene ur og klokker

Som jeg har nevnt i hovedoppgaven, legger jeg vekt på å skille på betegnelse klokke og ur. Alle mekaniske tidmålere som ikke er laget for å kunne fungere når de bæres, betegnes med ordet klokke. Mens tidmålere som er laget for å kunne fungere mens de bæres, betegnes ur. Avslutningsoppgaven er således en klokke, og ettersom Pihl har fått æren for å ha laget den, betegnes den som Pihl-klokken.

Kort innføring i urmakeriets historie

Marius Hansen opplyser i *Teoretisk Urmakerlære* at de første helt mekaniske ur gikk med lodd som drivkraft, og at man antar at det første mekaniske ur ble konstruert av den franske munken Gerbert i Magdeburg år 990. Disse første mekaniske klokkene var meget enkle, laget av jern og var utstyrt med spindelgang. I *Urens og urteknikens historia* står det følgende:

Med de tidligste, rent mekaniske urene mener vi slike som er utstyrt med lodd, der loddenes tyngde utgjør den drivende kraften, og som har en såkalt gang. Med dette forstås en hemmende mekanisme som regulerer løpeverkets bevegelse. Flere personer konkurrerer om æren av å være dens oppfinner. Blant disse finner vi blant annet erkediakonen av Verona, Pacificus, som døde året 846, og Vilhelm av Hirsau, men fremfor alt den franske munken Gerbert, som år 990, eller 996, satte opp et mekanisk ur i domkirken i Magdeburg. Det heter seg at Gerberts ur skal ha vært utstyrt med lodd og gang, men helt sikkert er det ikke.

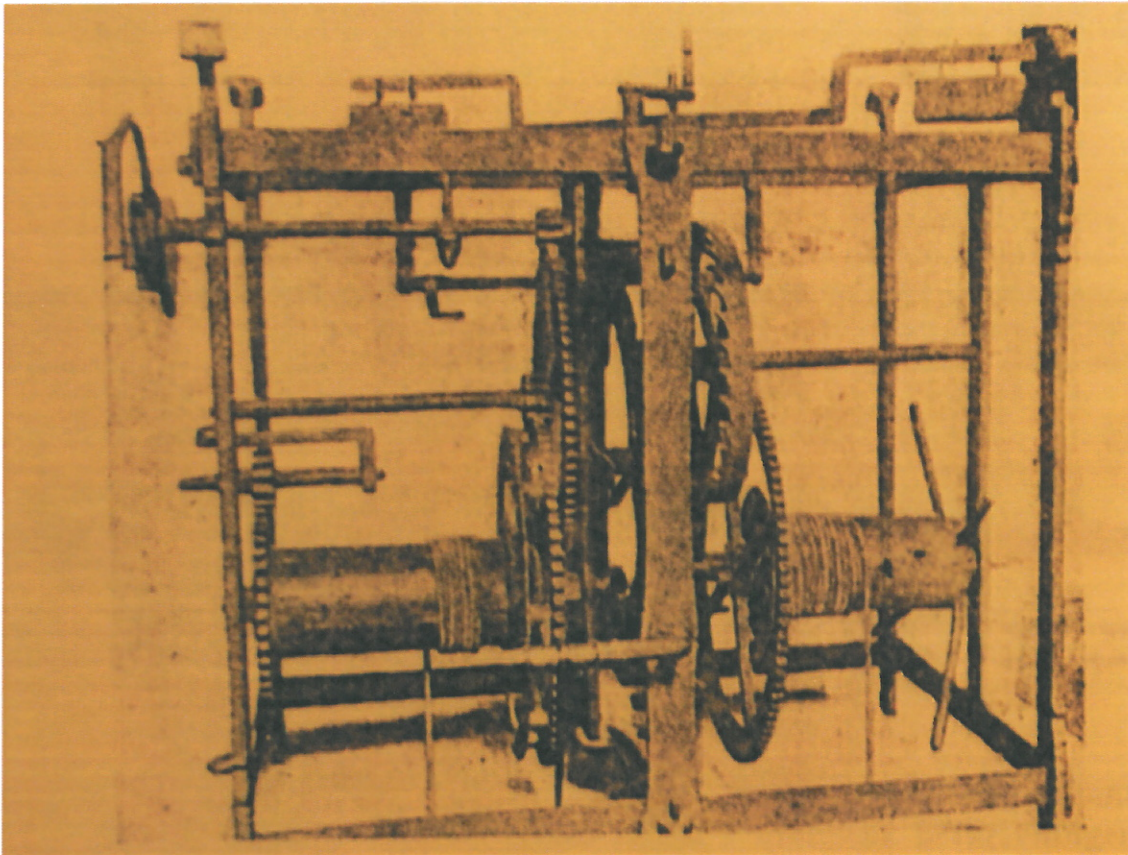
Fra forskjellige bøker og tekster jeg har lest, ser jeg at det er uenighet om når den første mekaniske klokken ble laget og av hvem. Ordene som beskriver klokke i disse århundrene, skiller dessverre ikke på mekaniske klokke og vannklokke, solur og liknende.

Klokker med slag

De første mekaniske klokkene hadde ikke visere. Deres oppgave var å angi tiden med å slå timeslag.

I Urens och urteknikens historia står det:

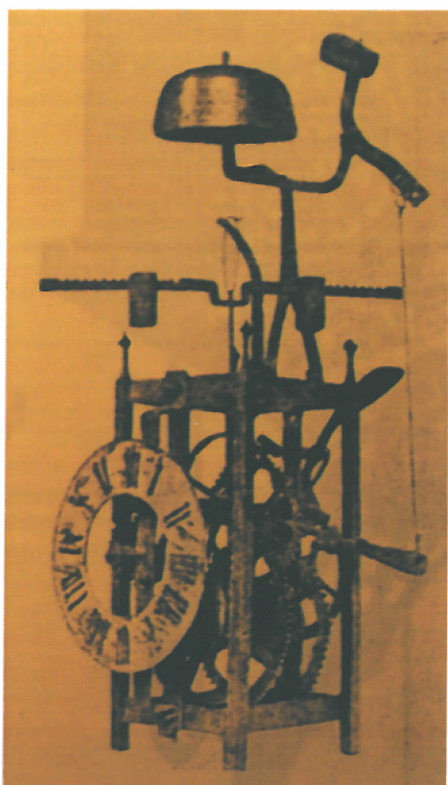
Allerede på begynnelsen av 1100-tallet ble slagverket til ur oppfunnet, og var således eldre en hjulurene. Mekanikken var da i sin begynnelse, og tidmålere som kunne angi tiden både synlig og hørbart ble nesten ansett som et av verdens underverk. I det 11. og 12. århundre var urene ennå ganske sjeldne og fantes hovedsaklig i klostre. Først i det 13. århundre ble de noe mer vanlige. I South Kensington-museet i London står et ur fra Dover Castle, som ble laget i Sveits i 1348. Dette er det eldste, kjente lodduret som ikke har gjennomgått forandringer.



Klokken som står i South Kensington-museet.

De første romklokker

Man kan ikke angi årstallet for det første romuret. Man vet bare at slike tidligst ble laget i Frankrike, Italia og Tyskland på slutten av 1200-tallet. De vekket stor forundring og var svært dyre, tilgjengelige kun for fyrster og rike personer. Ganske tidlig kom de til klostrene, og munkene var ofte gode urmakere. Konstruksjonen var lik med tårnurenes, bare mindre. De ble satt på spesielle konsoller eller ble hengt på veggen, med plass til loddene.



Veggur med slagverk fra 1400-tallet.

Pendelen og pendelklokken

Ifølge historieskriverne skal araberne ved sine iakttagelser av stjernene i eldre tid ha anvendt en fritt hengende pendel, men dette ser ut til å ha blitt glemmt og ikke blitt gjort kjent i Vesten. Det var Galileo Galilei (1564-1642) som oppdaget lovene for pendelbevegelsen. Galilei innså at pendelen burde kunne brukes til tidmåling. Han laget en modell, trolig med hjelp fra sin sønn, som ikke ble ferdig.

Galilei bør derfor betraktes som urpendelens oppfinner, mens Huygens bør anses som pendelurets oppfinner. Christian Huygens oppgir å ha oppfunnet pendeluret i 1656 og tok ut patent den 16. juni 1657.

Urmakeriet i England

Skog- og Landarbeideren sier at Thomas Tompion, som levde fra 1638 til 1713, regnes som den engelske urmakerindustriens far, og England som urmakeriets moderland.

Ifølge *Nordenfjeldske Kunstindustrimuseums årbok fra 1959-1960* er den store, skapende tid i engelsk urmakeri perioden fra sist i 1600-årene og frem til annen del av 1700-årene. Flere urmakere jeg har pratet med mener at årsaken til at England tok føringen innen urmakeriet ligger i det følgende: I 1657 oppfant, som tidligere nevnt, den hollandske fysikeren Christian Huygens pendelen. Huygens lagde imidlertid ikke klokken selv, men fikk urmakeren Salomon Coster til å lage den. Hos Coster gikk urmakeren Johannes, eller John Fromanteel, i lære. Urmakere jeg har diskutert dette med, mener at Fromanteel nå stjal hemmeligheten med pendelen med seg til England. En klokke med pendel er langt mer nøyaktig enn de tidligere klokkene med spindelgang uten pendel. Denne tidlige industrispionasjen førte nå til at urmakeriet kom til å blomstre i England.

De første bærbare ur

Skog- og landarbeideren forteller:

Det var en sensasjon da klein- og låsesmeden Peter Henlein konstruerte det første uret med fjær som kraftkilde. I en bok utgitt av Johannes Coccleus som kom ut i Nürnberg i 1511 heter det: «Av vanlig jern har han laget et ur uten vekt, men med hjul som kan gå og slå 24 timer i døgnet enten man bærer det på brystet eller i lommen». Den tyske låsesmedens ur var ikke bare et fjærur, men samtidig et lommeur – det første i verden.

Dette er imidlertid et tema det stadig er diskusjoner om, og mange land vil gjerne ha æren for dette.

Urmakeriet i Norge

Ifølge Noen trekk av klokke-makerkunstens historie i Norge

var de første urene som kom hit til landet lanterne-urene og de engelske gulvklokkene. I England ble det skapt en ren kunstindustri på området, og andre land – også Norge – ble påvirket av den. Fra begynnelsen av det 17. århundre førte det livlige skipssamkvemet med England til import av et stort antall klokker. Men vanlige menn og kvinner maktet ikke å skaffe seg en slik dyr klokke fra utlandet. Dermed ble det grobunn for hjemmeindustri. Nevenyttige og driftige folk begynte å lage ur selv, og mange steder utviklet det seg et betydelig urhåndverk. Til å begynne med var det helst det engelske gulvuret som ble kopiert – men kassene var i høy grad preget av norsk smak og stilfølelse.

I Veileder til Håndverksavdelingen på Maihaugen leser vi

at vi på 1700-tallet fikk de første urmakerne i byene i Norge. Embetsmennene skaffet seg da ur for å lese av tiden. Bøndene, som for det meste hadde «gått etter sola» var snare til å ta etter. Det ble et alminnelig ønske å eie en klokke, og klokke-makerhåndverket fikk et stort oppsving i 1750-60-årene. Tradisjonen forteller at det ble sendt soldater fra Sør-Trøndelag til Jylland, hvor de lærte seg urmakerkunsten. Når de var ferdige med tjenesten, slo de seg ned i hjembygda som klokke-makerne. Og kunsten gikk i arv fra far til sønn, ikke bare i Trøndelag, men også andre steder. For eksempel på Toten. Der levde noen av de dyktigste klokke-makerne, med Amund Smebye i spissen. Han hadde en tid gått i lære hos en urmaker i London. Peder Nøttestad fra Stange skal også ha gått i lære i England. Nøttestad er vårt lands eldste kjente urmaker.

Urmakerkunst i Norge sier at

dokumenter fra Oslo nevner en og annen urmaker fra 1600-årene, men det var først omkring 1730 at det i Norge fantes håndverkere som sto ferdig til å begynne en noenlunde regelmessig produksjon av ur. Peder Jensen Nøttestad fra Stange, som tok borgerskap i 1734 var en av dem. Hans virksomhet i Christiania ble av den største betydning for utviklingen i faget. Urmakeriet i hovedstaden økte gjennom århundret, og det ble laget et stort antall utmerkede gulvur der inntil det bar mot slutten i 1820/30-årene. Smaken hadde da forandret seg, og konkurransen med de utenlandske ur ble for sterk.

Også i Bergen og Trondheim var det mange dyktige urmakere, men deres produksjon var ikke av samme omfang. I landets øvrige byer har faget for det meste spilt en mindre viktig rolle. De fleste norske gulvur ble laget på landsbygden.

Det viser seg at urmakerkunsten der på mange steder har øvet sterk tiltrekning, den ble stort sett den eneste utløsning for teknisk interesse.

Ikke sjelden har fremragende bygdemestere gjennom generasjoner satt sitt preg på faget. En av dem, Amond Tollefsen Smebyh (1711 – 1771) grunnla urmakeriet på Toten, som ble meget omfattende.

Klokken blir en nødvendighet i Norge

I *De sandvigske samlingers årbok 1976-1979* står det:

Uret ble utviklet til et presisjonsinstrument av folk som levde i samfunn der økonomi og næringsliv var organisert annerledes enn i vårt land. Da uret kom til bygdene i Gudbrandsdalen på 1700-tallet, kom det ikke egentlig for at folk hadde bruk for det. Men det var oppgangstider for mange, og uret var en spennende nyhet som kunne tjene som statussymbol. På 1700-tallet kom det en ny byggeskikk og ny innredning av rommene. Gulvklokken med den høye, smale kassen sto godt sammen med framskapet og andre møbler og fant sin naturlige plass i inventaret.

Det gikk ikke lang tid før folk fant ut av uret var et praktisk redskap. Etter hvert ble uret, med sin presise inndeling i timer, minutter og sekunder, til en mer og mer umistelig tjener for en ny tid, og samtidig ble den til herre for en mengde mennesker. Det var embetsmenn, som prester og offiserer som hadde de første ur.



Klokkemakerkunsten sto høyt. Bildet er hentet fra Lillehammer Tilskuer 5-4-1972.

Hvordan norske urmakere arbeidet

I *De Sandvigske Samlingers årbok* ser vi:

De eldste klokkemakerne gjorde trolig alt arbeidet selv, mens de yngre benyttet seg av masseproduserte deler for å få ned kostnadene. Den kjente svenske urfabrikken Stjärnsunds manufakturverk eksporterte tannhjul og drev til Norge i siste halvdel av 1700-tallet. I første halvpart av 1800-tallet skal det ha vært innført klokkedeler og verktøy fra Schwarzwald i Tyskland.

Selv om denne artikkelen omfatter urmakeriet i Fåberg, er nok dette gjeldende for mange andre steder i Norge også.

En klokke kunne lages på mange ulike måter og gjøres dyr eller billig alt etter type materiale klokkemakeren benyttet og hvilket utstyr klokken fikk. Eldre klokker ble gjerne laget i jern, men snart gikk klokkemakeren over til å bruke messing som materiale. På Toten ble det laget såkalte «husmannsklokker.» Dette var enkle og rimelige klokker. Vi kan altså legge merke til at allerede før de utenlandske klokkene kom på markedet, fantes det klokker til forskjellige priser. Etter hvert ble det økende konkurranse som presset prisene nedover.

Konkurransen fra utlandet og slutten på norsk urmakeri

De Sandvigske Samlingers årbok omhandler noe av dette:

Så kom konkurransen fra utlandet, og først kom de svenske klokkene. De fleste var laget i Mora. I Mora hadde de en spesialisert deleproduksjon som måtte gjøre klokkene derfra billigere enn det norske klokkemakerne klarte å produsere. Etter dette gjorde de tyske klokkene fra Schwarzwald sitt inntog (ca. 1850 i Fåberg). De var enda rimeligere i pris enn Mora-klokkene. Fra 1820-årene kom det flere av urmakerslekten Kleiser fra Schwarzwald til Norge. De solgte tyske klokker på Stortorget i Oslo, og kunne de ikke få penger, tok de smør og ost i bytte. Etter de tyske klokkene, kom de amerikanske. England har stått som urmakerkunstens hjemland sammen med Holland, og landet hadde lenge en godt utviklet urproduksjon. Men dette tok slutt da de amerikanske klokkene kom i 1840-50-årene. I England var de overrasket over at det var mulig å selge ei klokke så rimelig som amerikanerne gjorde.

I eldre tid foregikk handelen i hovedsak på to måter. Enten ved omreisende handelskarer eller på markeder. Moraklokkene ble spredd gjennom oppkjøpere som sendte handelsmenn ut på reise med klokkene.

I første halvdel av 1700-tallet var uret en kostbar og sjelden gjenstand, et vakkert møbel og en nyttig ting for embetsklassen. De fleste ur på den tiden var innført fra utlandet, helst England. Litt utpå 1700-tallet kom det i gang en norsk produksjon av klokker i mange bygder. Men mot slutten av 1800-tallet kom de fleste klokker igjen fra utlandet. Den utenlandske konkurransen sammen med mote- og samfunnsendringer i industrisamfunnet som var på vei, førte til at den norske klokkeproduksjonen forsvant.

Abraham Pihl – prest, oppfinner og urmaker

Mange urmakere jeg har møtt under stipendiatperioden peker på Abraham Pihl som en av de mest betydningsfulle urmakere og håndverkere vi har hatt i Norge. Det hersker bred enighet om at han var et geni, mens det er mer stridigheter om hans personlighet. Han blir av mange opphøyet for sin store oppfinnsomhet og sin utholdenhet for å skaffe seg kunnskaper som han trengte til de mange håndverkene han bedrev. Andre peker på de mindre flatterende sidene han antagelig hadde, som at han var både sta, egenrådig og glad i penger. Randi Krohn skriver i en artikkel:

I nødsårene rundt 1810 var sognepresten i Vang på Hedemarken en av de menn som bar Norge gjennom vanskelighetene. Han var ikke bare en gudfryktig embedsmann, men nevenyttig håndverker, agronom og oppfinner – en mann som satte hjul i gang og hender i arbeide over hele prestegjeldet.

Oppvekst og studier

Knut Immerslund skriver i sin bok:

Abraham Pihl ble født på Gausdal prestegård den 3. oktober 1756. Bortsett fra at moren døde da han var 13 år gammel, vet vi ikke så mye om oppveksten. Hans far var en av de virkelige «potetprestene,» og vi kan slutte at Abraham Pihl fikk en del praktiske kunnskaper fra ham. Pihl begynte å studere i 1778. Etter studenteksamen må han temmelig snart ha påbegynt sitt teologistudie i København.

Ingstad skriver:

Under sitt opphold ved universitetet i København befattet han seg ikke bare med teologiske studier, men fordypet seg også i matematikk, astronomi og fysikk. Dessuten skaffet han seg kjennskap til en rekke praktiske fag, blant annet urmakerkunsten. Det sies at han lærte den av den kjente mester J. Jürgensen.

Immerslund nevner videre:

Thomas Bugge var blitt utnevnt til professor i astronomi i 1777, året før Abraham Pihl kom til København som student. Thomas Bugge synes å ha hatt en avgjørende betydning både for den retning Pihls interesser tok under studiene og for det arbeid og engasjement Pihl la i studiene. Bugge og Pihl ble nære venner, og de to vekslet mange brev. Brevene fra Bugge til Pihl er dessverre ikke bevart, men brevene fra Pihl til Bugge finnes fortsatt i original i Det Konglige Bibliotek i København. Disse brevene inneholder mye om private forhold, men viser særlig at Pihl var opptatt av økonomi og penger.

Pihl var oppe til teologisk eksamen den 25. juni 1783. Umiddelbart etter at han var ferdig med studiene, fikk han et sogneprestembete i kommunene Lund og Flekkefjord.

Ekteskap

Immerslund:

Den 9. november 1784 giftet Pihl seg med Anne Cathrine Neumann, datteren til jernverkseieren Jakob Hansen Neumann. Det er neppe tilfeldig at Abraham Pihl velger seg en ektefelle som kommer fra en kjøpmanns – og bedriftseierfamilie, og ikke fra et embetsmannsmiljø. Han var i sitt hjerte mye mer håndverker, jordbruker og bedriftseier enn han var embetsmann. Han frarådet sine sønner å velge en embetsmannskarriere. Han ønsket at de skulle drive med handel.

Pihl som prest

Immerslund:

Pihl var ikke særlig fornøyd med embetet han hadde. Særlig var det reisene mellom Lund og Flekkefjord annenhver uke som plaget ham.

Lund og Flekkefjord var også en utkant med et lite miljø for Pihls hovedinteresser. Det var nok en stor overgang å komme hit fra København. Pihl får så et nytt presteembete, og i 1789 har han flyttet til Vang i Hedmark.

I 1790-årene ligger Pihl i en bitter strid med menigheten på Vang. Han er i to rettssaker, en i 1792 og en i 1794. En god del av årsaken til striden, ligger i at Pihl ville øke skatten hver enkelt borger måtte betale til kirken, tienden. Han anklager da særlig bøndene for å jukse med inntektsgrunnlaget som tiende skal beregnes ut fra. Menigheten på sin side anklager Pihl for ikke å gjøre pliktene sine som prest og at han heller er opptatt med å berike seg.

Men det skal nevnes at rettssaker mellom embetsmenn og allmue ikke var noe uvanlig i Norge på slutten av 1700-tallet og begynnelsen av 1800-tallet, og at noe av konflikten kan ha kommet som følge av de avgrunnsdype kulturforskjellene som eksisterte mellom embetsmenn og allmue på denne tiden.

Når man studerer Abraham Pihls liv og virke, kan man ikke unngå å bli slått av i hvor høy grad han ofret seg for alt annet enn det som er normale prestelige plikter, og i hvor liten grad han må ha hatt tid til de arbeidsoppgaver som normalt tilligger et sogneprestembete. Man blir også slått av hvordan det han etterlater seg skriftlig, det vil si artikler og brev, er helt fritt for refleksjoner over og synspunkter på rent teologiske spørsmål. Ja, i det han har skrevet er det vanskelig å finne utslag av gudstro eller religiøst engasjement overhodet.

Et eksempel på hvor ukonvensjonell Pihl var som prest, er hans angrep på rusdrikkloven som kom i 1756. Denne loven forbød brennevinsbrenning på bygdene. Pihl argumenterte for at for bonden er brennevinet en naturlig og viktig del av det daglige brød.

Ved siden av alle sine andre gjøremål hadde Pihl et overordnet ansvar for veiene i sitt prestegjeld. Dette var antakelig ikke noe som lå til prestegjeringen, men noe han hadde påtatt seg frivillig.

Pihl havnet åpenbart i strid med mange enkeltindivider i sognet, noe som igjen førte til rettssaker. Når vi ser på hva han brukte av tid og energi på disse sakene, kan man lure på om han ikke rett og slett var en kranglefant. Dette ser vi blant annet av en rettssak Pihl startet mot en fattig bonde om retten til fiske i ei elv. Pihl hadde en dårlig sak og tapte da også rettssaken. De fleste av de rettstvistene Pihl var involvert i, gjaldt uenighet om eiendom, penger eller materielle ytelser.

Pihl var relativt liberal overfor haugianerne og samarbeidet bra med mange av dem. En av Pihls beste samarbeidspartnere i klokkeproduksjonen, Simen Simensen, var en framtrædende haugianer på Hedmarken. Pihl og haugianerne delte nok interessen for utviklingen av handel, håndverk og industri av ymse slag.

Pihl som urmaker

Pihl synes å ha vært mest aktiv som klokkebygger fra han kom til Vang og fram til 1810. Om Pihls kunnskaper innen urmakeriet skriver Olav Ingstad:

Pihls ur viser at han hadde betydelig håndverksmessig ferdighet og utstrakte kunnskaper i faget. Han har blant annet laget et fint kronometer og et astronomisk gulvur med ristpendel. Hans gulvur, hvorav vi kjenner ca. 12 stykker, er gedigne arbeider av høy kvalitet. Alle er utført med Grahams-gang, men ellers er ikke to av de like i konstruksjonen – et trekk som vitner om at mesteren stadig var opptatt med å søke nye veier i utviklingen av faget. At det på hans verksted også ble fremstilt lommeur, er sikkert nok, men vi kjenner ikke til at noen av de fremdeles eksisterer.

Immerslund skriver:

Med klokkene, som på mange andre oppgaver, fikk Pihls arbeid ringvirkninger først og fremst på den måten at mange bonde – og husmannsgutter gikk i lære hos ham. På første halvdel av 1800-tallet levde en rekke urmakere på Hedmarksbygdene som hadde gått i lære hos Pihl.

Pihl forteller at han holdt på med en bok om urmakeriet. Her står det blant annet om hvordan man fremstiller tårn- og gårdsur, som han mener har høyeste rang ettersom de gjør størst nytte for seg. Men han sier også at de likevel er mange ganger dårligere fordi det oftere overlates til grovsmeder enn til urmakere av profesjon å lage dem. Noen publikasjon av denne typen er ikke kjent i dag. Det kan skyldes at han ikke selv fullførte den, eller det kan skyldes at ingen ville utgi den.

I en artikkel som ble publisert i Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs skrifter argumenterer Pihl helt generelt for hvordan bestemmelsen av et steds plassering i lengderetningen vil kunne gjøres lettere og raskere ved hjelp av kronometeret enn ved alle andre metoder som er tilgjengelige. Pihl var opptatt av at det var mer nøyaktig og raskere å bestemme et steds geografiske lengde med et kronometer enn gjennom observasjoner av verdensrommet. Pihl forteller at han selv har kjøpt et kronometer av urmaker John Arnold, og at han har brukt dette for å bestemme lengdeforskjellen mellom Vang prestegård og København.

Kronometeret fra Arnold har nå blitt funnet og kan observeres hos Stiftelsen Norsk Urmuseum.

Pihl som oppfinner og altnuligmann

Ingstad skriver:

Hans virksomhet førte til en ny og blomstrende epoke, ikke bare for urmakeriet, men også for distriktets håndverk og hjemmeindustri i sin alminnelighet. For urmakerkunsten på Hedmark ble hans arbeid av avgjørende betydning. Det brakte faget over i nye og mer rasjonelle former og skapte en virksomhet som rakk langt ut over prestegjeldets grenser.

Den 13. januar i 1786 blir det på et møte i Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskap bestemt at Pihl skulle få 100 riksdaler årlig for å gjøre astronomiske observasjoner i Norge. Det var Bugge som sørget for at dette gikk i orden. Pihl var astronomisk observatør i Norge fra januar 1786 til 1811.

I 1792 fikk Pihl invitasjon til å bli medlem i Det Topographiske Selskap. Og året etter ble han medlem i Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab i Trondheim. I 1804 ble han så valgt inn i Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, og her holdt han også et par foredrag.

Immerslund:

I 1794 forteller Pihl at han har knyttet til seg en mekanisk håndlanger som skal hjelpe ham å bygge et teleskop. Pihl sier at det vil være svært gledelig å se norske bondegutter lage like fine kikkerter som de som blir laget i England. Her, og flere andre steder, røper Pihl at han har ambisjoner om å bringe norsk instrumentmakeri opp på høyde med instrumentmakeriet ute i Europa. I mars 1797 melder Pihl at teleskopet er ferdig.

Det fortelles at Pihl ved hjelp fra egnens egen allmue lagde en mengde teleskoper og kikkerter. Det var særlig å slipe linser til disse som de var meget dyktige på. Instrumentene som Pihl og hans medhjelpere laget, gikk for å være like gode som tilsvarende som ble produsert i England. Pihl forteller at han fant ut av hvordan engelskmennene lagde sin gullferniss, mest sannsynlig det vi i dag kaller skjellakkbeis. Pihl ga også ut en veiledning til hvordan man kunne lage sine egne filer. Han irriterte seg over at håndverkere kjøpte dette i dyre dommer fra England, og mente at det var penger å spare for håndverkere som kunne lage sine egne filer.

I alt Pihl foretar seg, er drivkraften å skaffe kunnskap som har nytteverdi. Han har sikkert også hatt et generelt vitebegjær og forskerlyst, men generelt kan vi si at han var ute etter kunnskap som kunne føre til økonomisk gevinst.

Å kopiere tekniske innretninger med den relativt beskjedne redskapen han disponerte over og samtidig pønske ut forbedringer, var Pihls kanskje fremste begavelse.

Utover på 1800-tallet har Pihl besøk av flere prominente personer, som åpenbart har fått kjennskap til og beundrer hans vitenskapelige og teknologiske meritter. Ikke minst dette at flere utlendinger besøker ham på Vang prestegård, forteller noe om hvor vidt hans ry etter hvert har nådd.

I perioden fra 12. juli til 23. september 1806 foretok Pihl en astronomisk reise i Norge, etter at han i lang tid hadde søkt etter midler til dette. Målet med reisen, var å med kronometer og sekstant å beregne viktige steders lengdegrad.

I 1804 brant Vang kirke ned til grunnmuren etter et lynnedslag. Da kirken ble bygget opp igjen, var det Pihl som var arkitekten bak. Det hersker noe splid om hvor stor rolle Pihl hadde. Det er i dag liten tvil om at Pihl sto for den arkitektoniske utformingen av kirken, men at andre kan ha bidratt når det gjelder utformingen av de praktiske, bygningsmessige løsningene.

Pihl hadde synspunkter på hvordan Norge burde utvikle seg både før og etter 1814, han mente at Norges hovedstad burde ligge i Brumunddal og han skal også ha vært en omsorgsfull og omtenkssom familiemann.

Mot slutten av livet synes det som om Pihl har vært mest interessert i jordbruk og småindustri. Han la ned ressurser på å utvikle en treskemaskin, hakkemaskin og såmaskin. Han arbeidet med å konstruere en plog, opprette et teglverk et møllebruk og andre ting.

Pihl var også på et studiebesøk i København for å studere det nyeste når det gjaldt konstruksjonen av moderne treskeverk. Pihl bygde, sammen med en Simen Simensen, et treskeverk, som ser ut til å ha vært klart til utprøving i 1805.

Abraham Pihl døde den 20. mai 1821.

Valg og presentasjon av sluttoppgave

Målet med min stipendiatperiode har vært å lære mest mulig om restaurering og reparasjon av klokker og ur. Senere i perioden har også konservering blitt et viktigere begrep. Problemstillingene rundt disse temaene er mange, og jeg behandler en del av dette i eget kapittel i hovedrapporten.

Det jeg har sett i stipendiatperioden, er at arbeidet med eldre klokker og ur berører problemer med slitasjer, ombygninger og mer eller mindre vellykkede reparasjoner gjennom tidens løp, samt en eviggående debatt rundt hvor langt man kan gå i en restaurering og hvor mye av det originale eller eventuelle senere omgjøring av et urverk som skal beholdes.

Ut fra dette har jeg valgt en liten tårnklokke laget av Abraham Pihl. Min avslutningsoppgave skal inneholde flest mulig av de problemstillinger jeg har arbeidet med som stipendiat.

Målet med sluttoppgaven

Jeg har tre mål med min sluttoppgave.

- Klokken skal komme i gangbar stand. Det vil si at den skal gå og slå tiden. Det har kommet signaler fra Hedmarksmuseet om at klokken neppe vil gå hver dag. Dette gjør at enkelte slitasjer kan få være som de er, og klokken vil fungere tilfredsstillende de gangene den blir trukket. Dette er drøftinger jeg vil komme tilbake til under arbeidets gang. Jeg vil forsøke å fjerne minst mulig originalt materiale.
- En viktig del av sluttoppgaven er å fortsette å lære av dyktige tradisjonsbærere. Jeg velger derfor en oppgave jeg ikke til fulle behersker og heller ikke har alt utstyret som trengs for å utføre arbeidet. Det blir derfor inngått avtale med urmakermester Roger Løver om bruk av hans verksted. Han deltar også som en faglig veileder under arbeidet og gir opplæring i bruk av nødvendig utstyr, da særlig stor dreiebenk.
- Arbeid med inngripninger. Dette kan være svært vanskelig arbeid i eldre klokker. I eldre klokker, kan tannhjulstenner og drevtenner være filt for hånd, slik det også kan se ut i tannhjulene av jern i Pihluret. Et ønske er å få arbeidet med en inngripning med håndverktøy, fil og liknende, under avslutningsoppgaven. Dette for å få et innblikk i hvordan det er å arbeide med dette med enkle redskaper uten bruk av for eksempel fresemaskin.

Klokken før nedtaking

Tårnuret står til vanlig i Hamar på Hedmarksmuseet, kulturhistorisk museum i Stiftelsen Domkirkeodden. Her står det i en borgstue fra Vang prestegård.



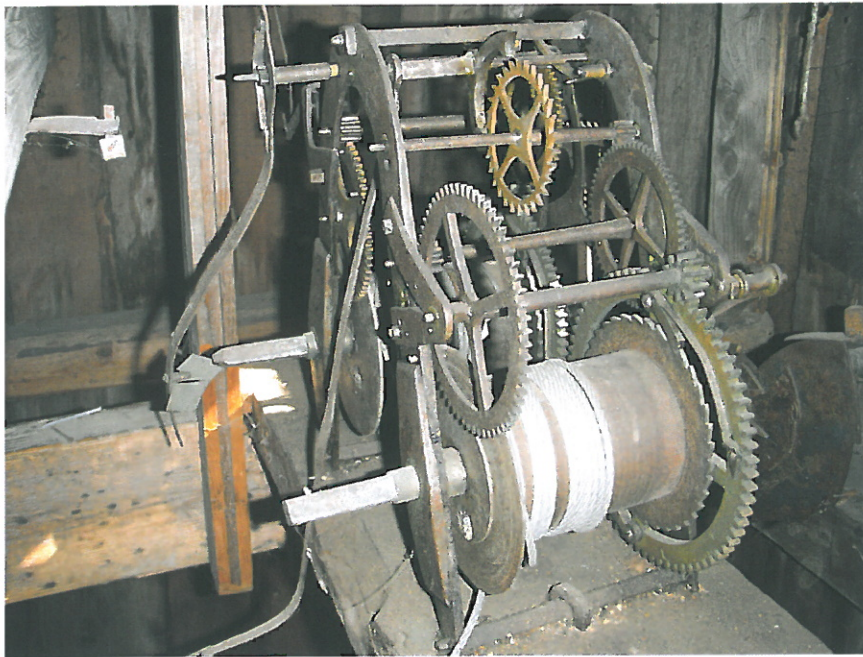
Borgstuen der klokken står. Tallskiven ses under gesimsen.

I overkant av tallskiven har fugler bygget rede. Borgstuen ble gjenreist på Domkirkeodden i 1910/1911, men ifølge konservator Bjørn Sverre Hol Haugen, er bygningen som urverket nå står i, en blanding av to forskjellige bygninger.



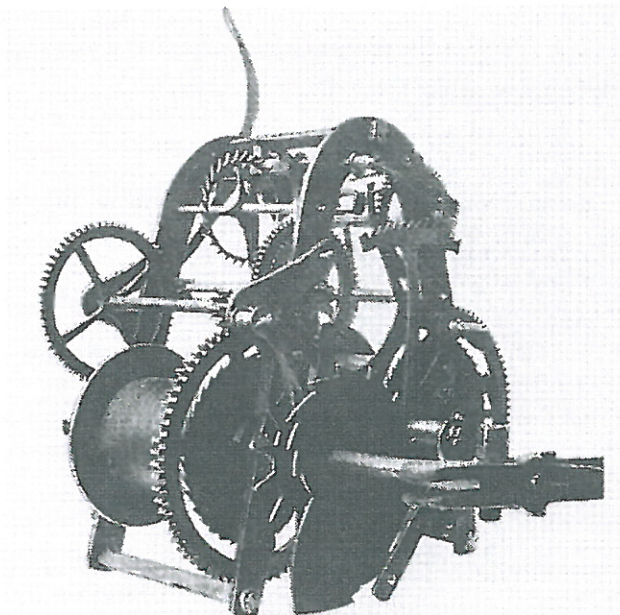
Nærbilde av tallskiven.

Klokken har kun timeviser. Restaurering av tallskiven har ikke vært tema under dette arbeidet.



Urverket før det ble tatt ned fra plassen i borgstuen.

Det er fullt mulig at dette er urverket som er avbildet i *Urmakerkunst i Norge* av Olav Ingstad



Bildet er hentet fra Urmakerkunst i Norge.

I teksten i boken er urverket referert til som et urverk til en gulvklokke. Men det avbildede urverket ser ut til å være helt identisk med tårnuret i sluttoppgaven.



Aksen fra urverket og ut til tallskiven.

Man kan si at denne armen bringer tiden fra urverket slik at den blir synlig for oss i form av viseren som er festet på i enden av aksen. Vi ser av bildet at det er tallskive på innsiden også. Bildet er tatt av Roger Løver

Armen som kommer fra tallskiven går ut i en halvsirkel, og er festet til armen fra urverket med to skruer med firkanthode. Disse skruene kan løsnes, og armen er da fristilt fra urverket. Den fristilte armen er lagret i et slags sammenskrudd lager med en hank som sitter i tallskiven med to spiker. Hvorfor det er en tallskive også på innsiden, kan man bare gjette på. Kanskje var det en mislykket forsøk, eller kanskje det er en tallskive som har vært i bruk et annet sted, men at man nå trengte den andre siden av materialet her?



Klokken til urverket, bilde tatt av Roger Løver.

På en gulvklokke vil denne gå under betegnelsen klangkopp, men denne er så stor at betegnelsen klokke blir riktig. Denne klokken må ikke blandes sammen med urverket, som også betegnes som klokke, Pihl-klokken. Vi ser også noe av loddsnorene, samt deres oppheng i taket og trinsene med feste til loddene. Trinsene i taket er festet med gjennomgående bolter, og vi vurderer det dithen at disse ikke kan være særlig gamle eller av særlig historisk verdi. Vi lar derfor disse henge igjen. De blir ikke med til verkstedet for noen reparasjon. Er det noen feil ved disse, vil de bli erstattet.



Et av loddene.

Loddene består av store, tunge trekasser som er fylt opp med stein. Dette er en lettvinnt og praktisk løsning, som gir mulighet for å justere loddtyngden etter forholdene. Et urverk vil mest sannsynlig ha behov for mindre tyngde om sommeren, da smøremidlene er varme og fungerer bedre enn om vinteren. En må huske at man da ikke hadde nåtidens gode smøremidler som takler varierende forhold på en langt bedre måte.

I Gustav Pedersens lærebok står det å lese:

Den bedste olje af planteriget er den, der kommer af frugten på oliventræet, og helst af det, der vokser i Nizza og omegnen. Frugten bør være moden, men ikke altfor moden, thi da duger den ikke. Og oljen maa godt renskes og befries for syrer, der er skadelige og angriber metallerne. En av de mange maader at renske olje paa er at la den løbe nedad en glødende jernplade. Den olje, der ikke blir brændt, men løber ned, er den renskede.

I dagens urmakeri er denne problemstillingen forandret.

Med på den første turen for å vurdere klokken, hadde jeg med meg en rekke erfarne urmakere. Dette også som en del av målet om at også avslutningsoppgaven skal være en anledning til å lære av erfarne tradisjonsbærere.

Analyse av urverket

Her vil jeg ta for meg hva jeg har funnet ut om urverket under arbeidet med demontering og rensing av deler. Feil og informasjon har kommet gradvis frem ettersom rensarbeidet har gått fremover. Bilder som er brukt her, vil altså være fra alle stadier av rensarbeidet. Noen deler er dermed mer skitne enn andre på bildene. Detaljerte skisser av urverkets enkelte deler er i eget hefte.

I dette kapitlet tar jeg kun for meg demontering og feil som blir oppdaget samt betraktninger rundt observasjonene. Synspunkter rundt hvilke deler som kan være originale og ikke behandles i eget kapittel. Det samme gjelder restaureringsarbeidet.

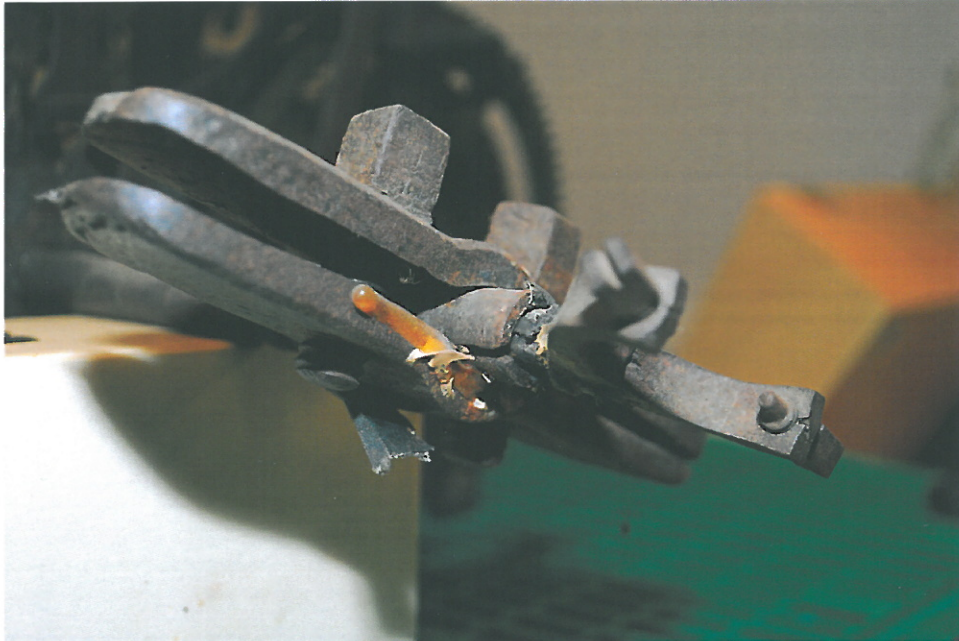


Urverk før demontering.

Her er urverket fraktet til verkstedet i Fredrikstad. Det står på en kasse slik at pendelføringsarmen ikke skal bli skadet. Pendelføringsarmen går fra haken og helt ned til undersiden av urverket.

Før demonteringen er det enkelt å konstantere at urverket er svært skittent. Alle deler i stål og jern har overflaterust eller er angrepet av dypere rust.

Noe som er viktig å nevne i den sammenheng, er at dette urverket ikke har sentrumshjul slik man ofte ser det. Her har jeg drøftet med flere urmakere, og det er noe delte meninger om hva man da skal kalle hjulet som griper i valsen. Jeg velger å kalle hjulene på gang siden som er mellom valsen og ganghjulet, for lille og store mellomhjul.



Arm fra slaginn delingshjul.

Armen fra slaginn delingshjul sitter festet på valsen på gang siden og er hul med en splitt på langs ytterst. I denne hule armen sitter ytterligere en arm tredd inn. Denne blir holdt på plass av to jernbiter som er festet sammen med to solide bolter. Her er det festet med svart tape og noe stivt, men bøytbart, som kan minne om lim.

Slagsiden ser ut til å ha gått med stor kraft. Det er slitasjer på tannhjulene med grader på siden. Jeg vil her nevne at armen som holde rekken, samt stopparmen som holder tilløpshjulet når det er i ro og ikke i tilløp, ligger unødvendig langt nede. De må derfor løftes høyt før slaget kan løses ut, og vinkelen gjør at det kreves en god del krefter. Selv om det ikke vil løse problemet, kan den store vekten som slagsiden har gått med, vært et forsøk på å kompensere for dette.

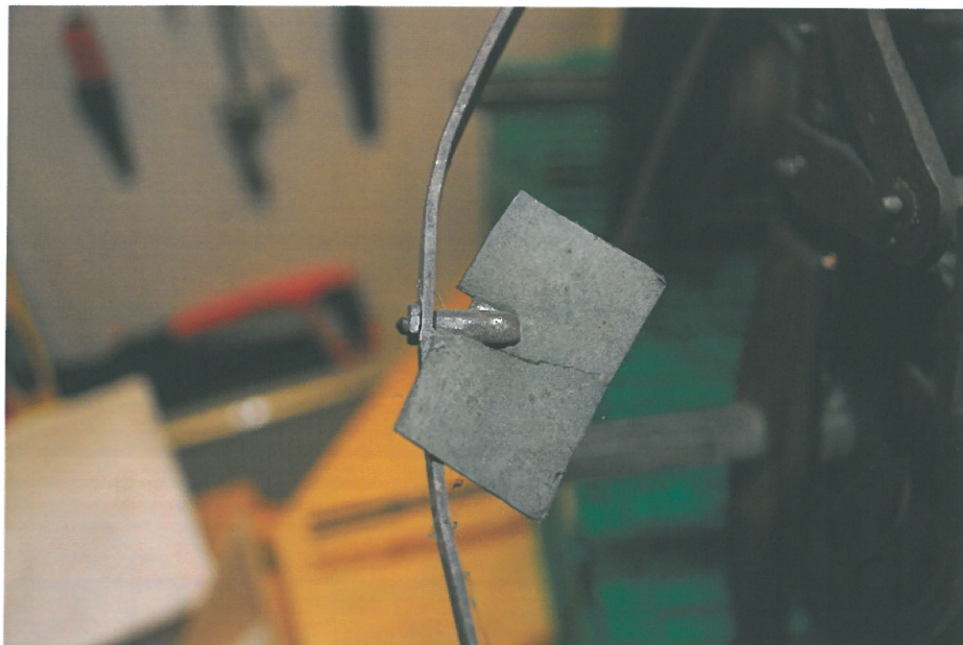
Det er satt inn nye messinglagre flere steder i verkplatene.

Tennene i tannhjul til store mellomhjul er svært slitte. Det er satt på en messingforing på aksel, antagelig for å begrense høydeluften eller justere denne i en bestemt retning.



Midt på vindfanget, hul akse som forbinder vindfanget med hjulverket.

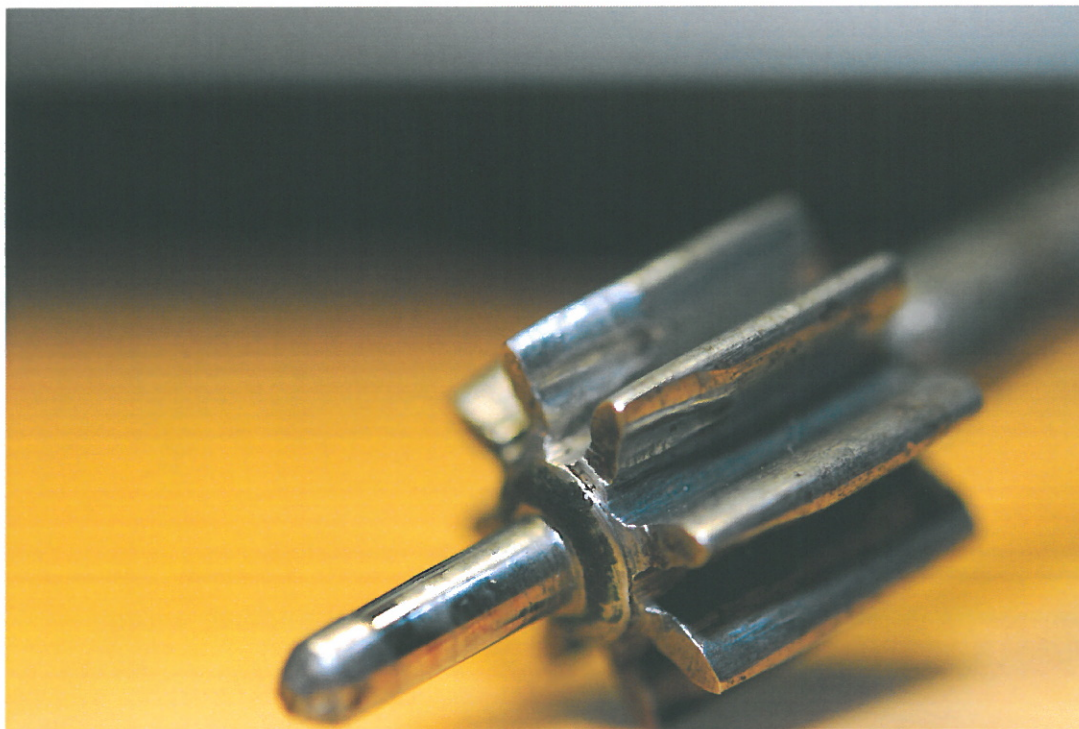
Røret sitter løst på vindfanget, og dette er forsøkt reparert tidligere, antagelig med slaglodd.



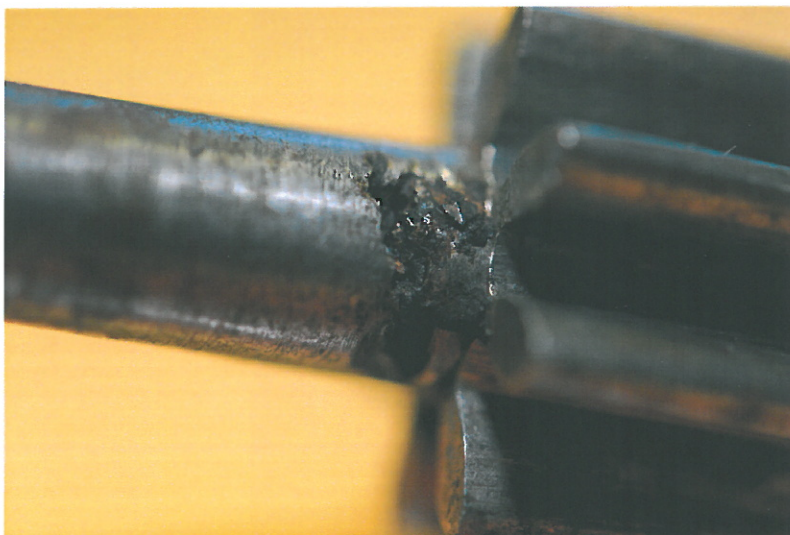
Skade på vindfangvinge.

I tillegg til det løse røret er den ene vingen på siden av vindfanget slitt nesten tvers av.

Drevet i lille mellomhjul er svært slitt.



Slitasje på drevet til lille mellomhjul.



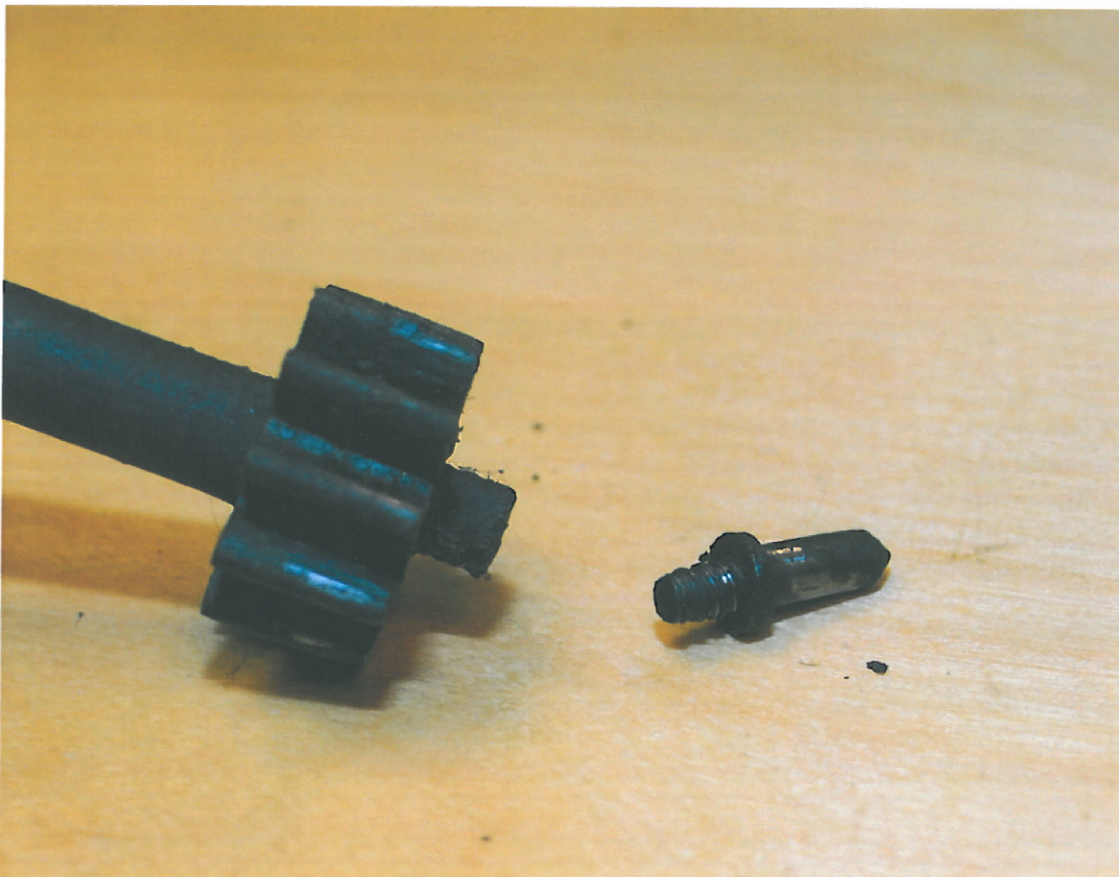
Slitasje på undersiden av drevet til lille mellomhjul.

I tillegg til slitasjen på drevet til lille mellomhjul er det også skader i underkant av drevet og inne i tannbunnen på selve drevet.



Skadet tapp på drevsiden til lille mellomhjul

Også tappen på lille mellomhjul har skader. Dermed har lille mellomhjul skader i både drev, i underkant av drev og på tappen.



Løs tapp i store mellomhjul.

Tappen på drevsiden på store mellomhjul er løs. Det viser seg at tappen er festet inn i hjulaksen med gjenger.

Slagrekken har merker etter slag. Denne ser ut til å være smidd ut. Rekken ser ut til å ha vært brettet sammen og hamret ut. Øverst ved rekken er det sprukket. Det er også skader på fjæren på rekken.



Skader på slagrekken.

Ganghjulsvalsen blir holdt sammen kun av høydelfluften. Høydelfluften er imidlertid for stor, slik at risikoen er til stede for at sperrhakene hopper ut av inngripning med sperrhjulet.

Trinsene er slitt i lagrene. Dette medfører at de legger seg over til siden og inn mot innsiden av stålet/jernet.



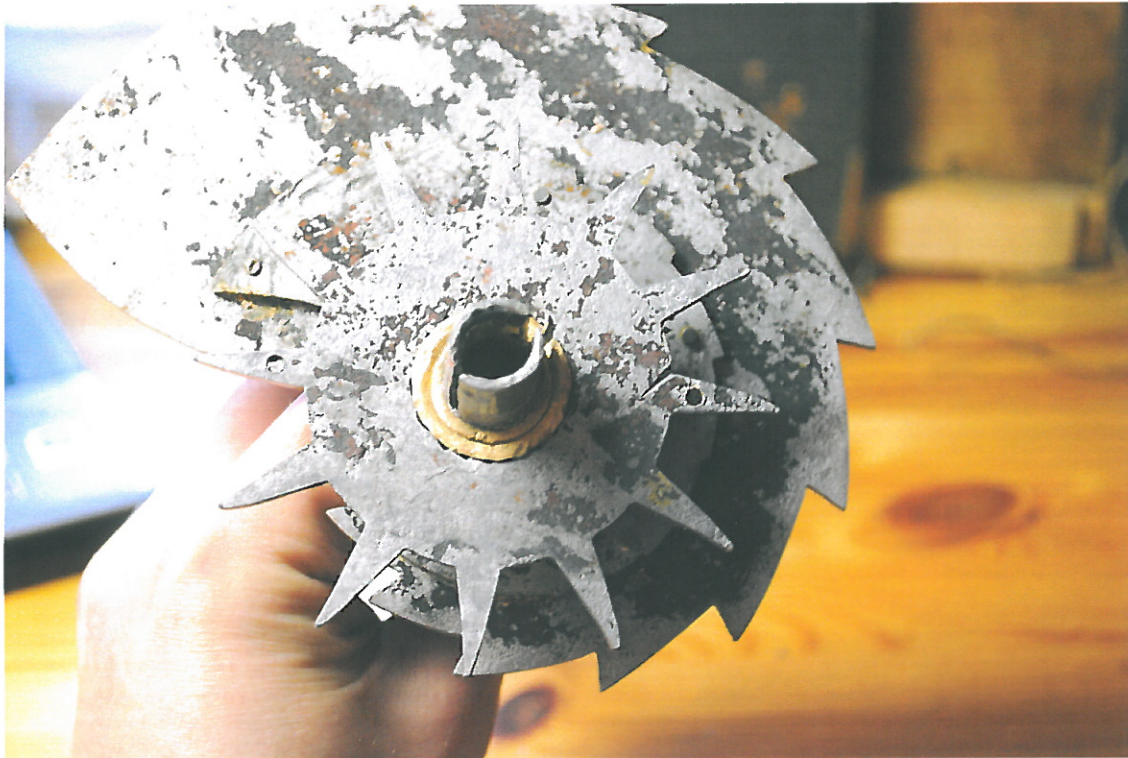
Skade på ganghjulets tannring.

Ganghjulet har skader på tannringen. På et sted går det et brudd tvers igjennom. Som bildet viser er skaden forsøkt reparert tidligere med noe som ser ut til å være tinnlodding.

Sneglen/slaginndelingshjul har en sprekk langs hele aksen. Denne er fylt med et kobberfarget materiale. Her er det gjort en tidligere reparasjon.



Kobberfaget materiale langs aksen fra slaginndeingshjulet.



Slaginndelingshjulet, eller sneglen som flere kaller den, sett forfra.

Det er gjort et tidligere arbeid for å bedre viserfriksjonen. Det stikker opp et materiale fra røret foran stjernehjulet. Dette materialet er bøyd i en halvsirkel inne i røret. Dette for å gi strammere viserfriksjon. Det kobberfargede i sprekken på aksene, er ikke synlig på innsiden av røret. Det ser derfor ikke ut til at dette er en skade som går igjennom hele materialet. I to av armene til stjernehjulet er det boret et hull. Disse kan ha vært brukt som hjelpehull da hjulet ble laget. Slaginndelingshjulet har et mindre slaginndelingshjul festet på siden ved stjernehjulet. Dette er synlig på bildet. Det har ikke lyktes meg å finne noen forklaring på hvorfor det lille slaginndelingshjul er festet på der det er. Det kan ha vært et mislykket forsøk, som så har blitt benyttet som materiale for å få ønsket avstand mellom slaginndelingskiven og stjernehjulet. Hullene i armene på stjernehjulet har mest sannsynlig tjent som hjelpehull da hjulet ble laget.

På vindfangsiden har valsene ekstra forsterkninger. Disse er nittet fast i flaten med fire nittinger hver. To over og to under hver valse.

Valsene er solid bygget, begge med to sperrhaker.

Hullet, særlig til den ene verkpillaren, er laget mye større enn nødvendig.

På stort mellomhjul er det festet en messingring på aksene. Dette for å justere høydeluft.

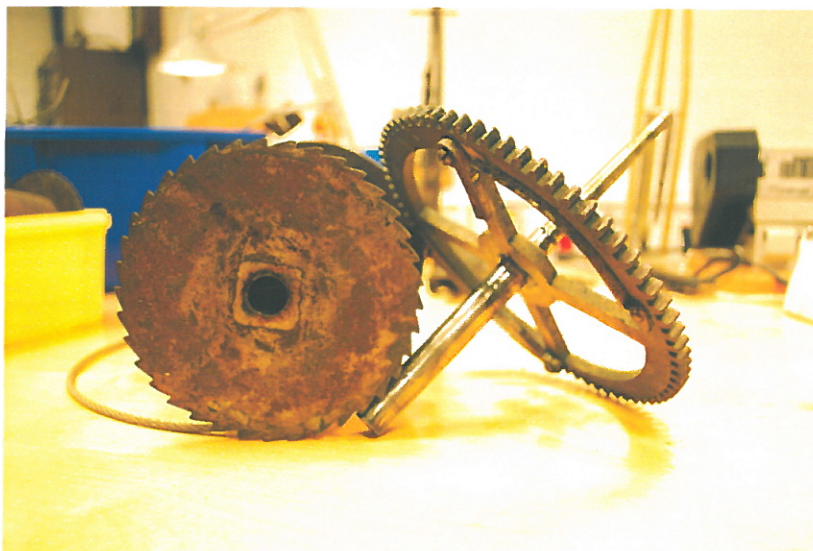
Hvilke deler er uoriginale?

Det er et vanskelig tema. Det er helt klart utført reparasjoner og modifikasjoner på urverket. Det er vanskelig å konkludere med om dette var forandringer som har blitt gjort mange år etter at klokken var ferdig, eller om dette er modifikasjoner utført av Pihl selv eller hans medhjelpere. Man kan meget vel tenke seg at forskjellige løsninger har vært prøvd under arbeidet. Har man funnet en uheldig løsning, har man så gjort forandringer og forsøkt noe annet. Trekantkloben som store mellomhjul sitter i kan være et resultat av en slik prosess.

Selve valsene er av treverk. Ifølge urmakere jeg har samtalt med, gjør dette det til lite sannsynlig at det har vært brukt stålvaier originalt, da stålvaier vil slite på treverket. En annen årsak som taler imot at det har vært anvendt stålvaier her er at produksjonen av stålvaier her i landet ikke startet før i 1886 i Tønsberg reperbane. Det er imidlertid ikke lett å skulle si med sikkerhet hva slags materiale som opprinnelig ble brukt, men det er sannsynlig at det er brukt en linsnor, fordi lin ble dyrket flere steder og var relativt vanlig.

Valsene ser ut til å være av temmelig lik konstruksjon mens de står mellom verkplatene. Men ved demontering kommer det frem vesentlige forskjeller.

Aksen på valsen på slagsiden går igjennom trevalsen og er festet i denne. Selve tannhjulet med sperrhaker sitter tredd på akslen med et passende hull. Bak tannhjulet er det et hull tvers gjennom akslen. Løver forteller at dette var en vanlig festemetode. På innsiden av hullet skal det være en skive, som så holdes på plass av en stift gjennom hullet. Når stift og skive er på plass, er altså valsen komplett. Med valsen på gangside er dette annerledes. Her sitter tannhjulet festet på en akse som så sitter i et hull i trevalsen.

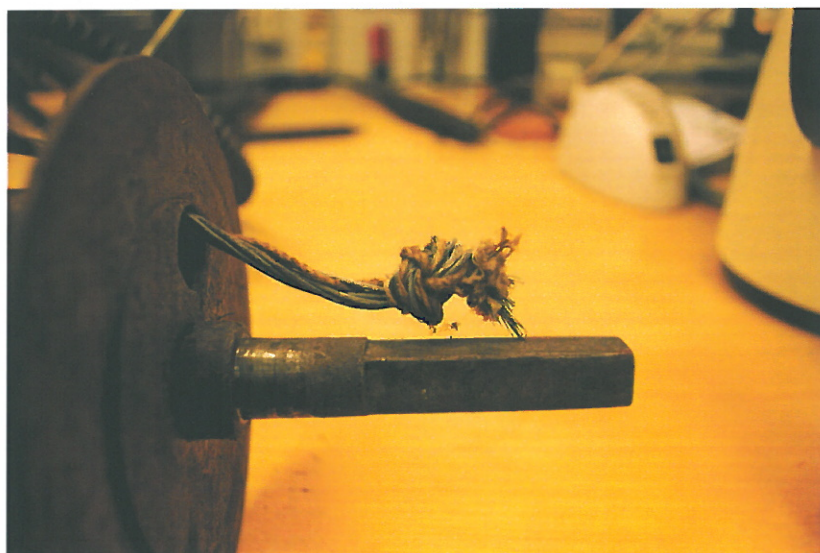


Valse tilhørende gangside.

En vesentlig forskjell på valsene gjør at en kan trekke konklusjonen om at disse er fra forskjellige tidsperioder. Løver forteller at den tidlige metoden for å feste og sentrere et arbeidsstykke i en dreiebenk, var ved å støtte arbeidsstykket med en hul motpinol. Arbeidsstykket ble derfor filt konisk for å kunne passe i den hule motpinolen og støttes opp av denne. Slike ender ser vi på aksene til valsehjulet på slagsiden.



Valse tilhørende slagsiden med koniske ender på aksene.



Enden på valse tilhørende gangside, ikke konisk.

På gangside har enden på aksene en fasong som minner om senere oppspenningsteknikk. Her er det nemlig et hull, og i dette hullet ble det spent opp en spiss motpinol som støtte. Ut fra dette konkluderes det med at valse på gangside er av nyere dato enn valse på slagside.

Store og lille mellomhjul på gangside har vesentlige forskjeller fra resten av hjulene. De er laget av jern. Selve tannhjulet og sjenklene er ikke i et stykke, men er festet i hverandre med svane haleforbindelser.



Store mellomhjul gangside, laget av jern.



Hammerløftehjul slagside, laget av messing.

Hjulene i slaget og ganghjulet er laget av messing. Tannhjul og sjenkler er også laget i et stykke. På hammerløftehjulet ser man også presise hjelpelinjer og spor etter dreiebenk. Det finnes også en hjelpelinje på det store mellomhjulet i gangsidene, men denne er upresis og ikke fulgt. Denne hjelpelinjen varierer fra å gå i tannbunnen til et stykke opp på tennene. Dette antyder at man hadde mer presis arbeidsutstyr å hjelpe seg med da hjulene av messing ble laget. Dette, og at hjulene er av forskjellig materiale, viser at hjulene mest sannsynlig er fra forskjellige tidsperioder.

Store mellomhjul sitter i lagre i en slags utbygd trekantklobe. Mellom armene på trekanten finnes også et lager, som er ubrukt. Her har jeg drøftet flere teorier med andre urmakere:

1. Deler av uret har tidligere vært brukt i et annet urverk. I en tid da man måtte benytte seg av hva man hadde, er det ikke unaturlig å tenke at man kan ha tatt deler fra et urverk som står for å gjenbruke mest mulig. Det har så blitt satt på «moduler» for å få gangtid og svingetid som man vil ha dem.
2. Urverket har blitt bygget uten trekanten først, men man har ikke oppnådd tilfredsstillende resultater. Pihl selv, eller de som var med og bygde klokken, har så satt på trekanten.
3. Urverket har blitt bygget om i senere tid.

Urverket har tre verkpillarer. Alle tre er gjenget, men kun den øverste har mutter. De to nedre er gjennomboret, og platene er festet sammen med stifter her. Her kan det ha vært muttere på alle tre verkpillarene.

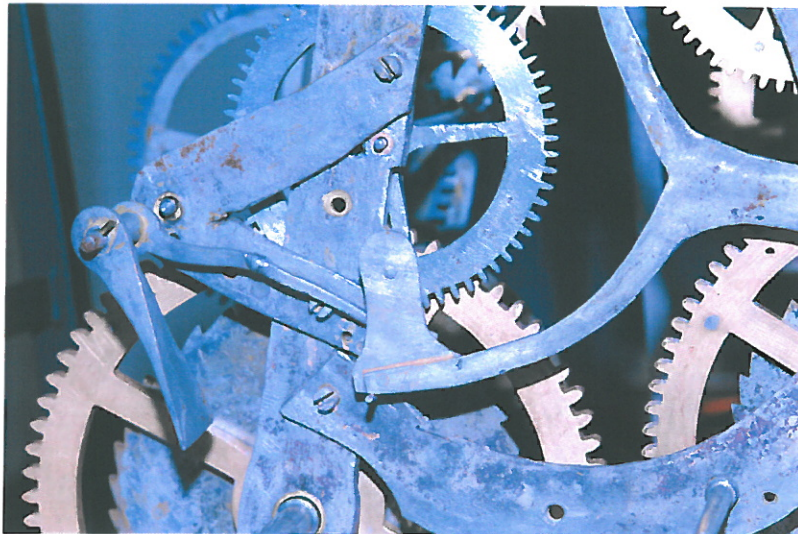
Der haken er festet til aksene som går over ganghjulet, finner vi igjen det samme limet som er brukt på armen ut fra valsen på gangsidene. Når der pendelføringsarmen er festet til aksene, er det en skade. Denne skaden ser gammel ut, og kan til og med ha vært der fra begynnelsen. Nederst på pendelføringsarmen er det en skjøt. Her har jeg to teorier:

1. Skjøten kan være et resultat av materialmangel da urverket ble laget. Man skjøtet sammen det man hadde.
2. Skjøten kan være et resultat av en senere ombygning. Dette kan ses i sammenheng med den store pendellengde, som er uvanlig og med trekantmodulen som store mellomhjul står lagret i.

Tappen på store mellomhjul er løs. Dette kunne konstateres allerede før demonteringen. Noe overraskende var det å finne at denne tappen var festet på plass i aksene med gjenger. Ingen av urmakerne jeg har snakket med, kan tenke seg at det har vært slik fra starten. Det hersker enighet om at dette må ha kommet til i ettertid. Tappen var løs, fordi gjengene hadde gått opp. Å sette inn noen ny tapp i det gjengede hullet synes ikke fornuftig, da hullet åpenbart ikke er sentrert i aksene.

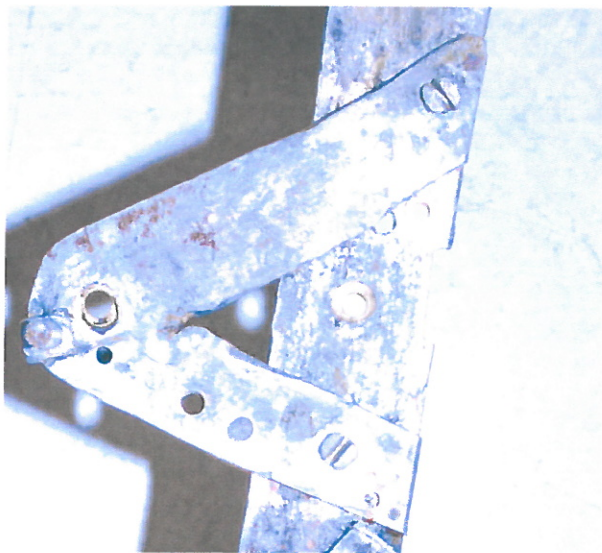
Lagringen til viseraksene, som satt spikret fast på innsiden av tallskiven, ser ut til å være av et annet material enn det som ellers er brukt i uret. Delene har en annen overflate og ser ut til å være av mer moderne stål. De har også en annen hjørnefasong. Det kan se ut til at disse to sammensatte delene ikke er originale.

Det ser ut til å ha vært gjort et arbeid i utløsermekanismen til slaget.



Bilde av forandring i slaget.

På bildet over ses utløservingen som skal bli løst ut av stjernehjulet som nå ikke er montert på plass. På samme akse som utløservingen sitter det en arm. På denne armen ser det ut til å være foretatt et sveisearbeide. Denne armen løfter så mekanismen som så tjener som tilløpsstift/arm. Delen som armen løfter opp, ser ut til å være loddet på plass. Det er også tatt ut/fjernet gods i verkplaten rett over denne delen. Det kan dermed se ut til at denne delen i utgangspunktet har vært lengre, og at det er derfor det er fjernet gods i verkplaten. Det er tvilsomt at denne delen har sett slik ut originalt.



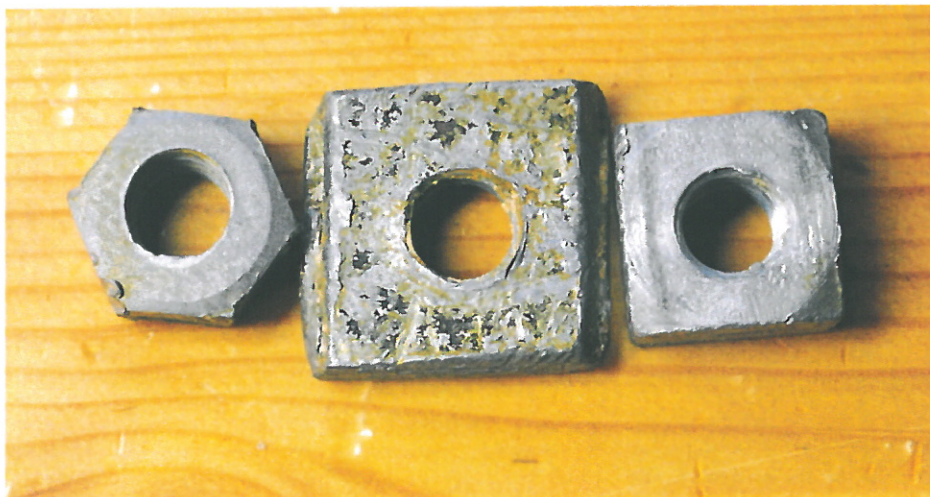
Nærbilde av den delen av verkplaten der det er fjernet gods.

Delen som tjener som tilløpsarm, er mest sannsynlig blitt forandret tidligere. To ting taler for dette. Området på delen som blir løftet opp av utløseringen har spor etter lodding. I overkant av dette området, er det fjernet materiale i verkplaten slik vi ser på bildet på forrige side. Dette ser ikke ut til å ha noen hensikt slik delene beveger seg nå. Dermed ser det ut til at delen som nå er loddet på plass i utgangspunktet har vært lengre.



Del av tilløpsarm der tidligere arbeid er blitt gjennomført.

Enkelte muttere synes å ikke være originale.



Uoriginale muttere.

De eldste muttere var gjerne firkantet. Dette utelukker den sekskantede mutteren som original. Tradisjonsbærer i Kongsberg mener at heller ikke de to andre mutterne er særlig gamle. Den ene ser på gradene ut til å være klippet ut av en jernplate.

Rundt de to nedre verkpillarene sitter det to kroker som holder urverket fast i underlaget. Disse er laget på forskjellige måter.



Festeskruer til urverk.

De to krokene er laget i forskjellig stil. Det er også forskjell på gjengene, da den ene kroken har grovere gjenger enn den andre.

Gangtidsutregninger og tannantall

Formlene for gangtidsutregningen er hentet fra *Urlära* av Svend Sandstrøm

Pihl-klokkens tekniske data

Valse gangside: 72 tenner

Store mellomhjul: 64 tenner

Store mellomhjul drev: 10 tenner

Lille mellomhjul: 64 tenner

Lille mellomhjul drev: 8 tenner

Ganghjul: 30 tenner

Ganghjul drev: 8 tenner

Pendellengde: 2640mm

Valse gangside lengde: 113mm

Valse gangside diameter: 86mm

Gangtiden

Vanligvis får vi gangtiden ved å multiplisere utvekslingen med det antall omganger valsen gjør, fordi det er minutt hjulet man med sikkerhet kjenner hastigheten til, altså en runde i timen. Pihl-klokken har ikke minutt hjul, her sitter timeviseren på en forlenget akse fra valsen. Tallskiven er markert med 12 timer, og viseren må følgelig gjøre to runder i døgnet. I Pihl-klokken vet vi derfor med sikkerhet at hastigheten til valsen er to omdreininger på 24 timer.

En faktor som også bestemmer gangreserven er materialet som blir brukt som loddsnorer. En for tykk loddsnor vil føre til færre omganger på valsen, som igjen vil føre til mindre gangreserve. Valsen er 113mm lang. Velges en loddsnor på 4mm får vi:

$$113 / 4 = 28,25 \approx 28.$$

Med en loddsnor på 4mm får vi 28 omganger på valsen. Valsen gjør to omdreininger i døgnet, derfor deles antall omganger loddsnoren gjør på valsen med 2, og dette gir oss gangreserven i antall døgn. Vi får:

$$28 / 2 = 14.$$

Med loddsnorer med diameter på 4mm får Pihl-klokken en gangreserve på 14 dager.

Med en loddsnor på 5mm får vi:

$$113 / 5 = 22,6 \approx 22$$

Med loddsnor med diameter 5mm får vi 22 omganger på valsen. Dette deles på to og gir oss en gangreserve på 11 dager.

Fallhøyde

Av stor betydning for gangtiden er tilstrekkelig fallhøyde for loddene i bygningen der klokken er montert. Fallhøyden må stå i forhold til antall snoromganger. Det har ingen hensikt med stor fallhøyde hvis det ikke er plass til snorens lengde på valsen. Loddenes totale fallhøyde er avstanden fra bunnen av loddene når de er helt opptrukket og ned til gulvet der de stopper.

For å halvere loddenes fallhøyde er Pihl-klokken utstyrt med loddtrinser, som også er vanlig på gulvklokker og tårnklokker. Loddenes vekt må da være det dobbelte for å gi samme moment til urverket. Også i dette regnestykket vil loddsnoren diameter ha innvirkning, da den påvirker valsens virksomme diameter. Brukes en loddsnor på 4mm, vil den bygge ut valsens diameter med 4mm til hver side når den er trukket opp på valsens, 8mm totalt. I lærebøker der jeg har sett dette beregnet, regner man imidlertid ikke hele snorens tykkelse som aktiv, men går ut fra at snorens sentrum, i dette tilfelle skal det altså legges til 2mm på hver side av valsens, 4mm totalt. Vi får følgende regnestykke for å finne Pihl-klokkens fallhøyde:

Fallhøyde = (valsens virksomme diameter · π · antall opptreksomganger) / antall trinser

$$\text{Fallhøyde} = (90 \cdot 3,14 \cdot 28) / 2 = 3\,956,4$$

Fallhøyden Pihl-klokken trenger for å kunne utnytte sine 28 opptreksomganger med en loddsnor på 4mm er 3 956,4mm

Brukes en snor med diameter 5mm får vi:

$$\text{Fallhøyde} = (91 \cdot 3,14 \cdot 22) / 2 = 3\,143,14$$

Her ser vi at en loddsnor med diameter på 5mm vil gi en fallhøyde på 3 143,14mm.

Pendelens svingningstall

I fysikken defineres en pendelsvingning fra midtpunktet, ut til en side, over til den andre siden og tilbake til midtpunktet. Dette kalles en helsvingning. I urmakerfaget brukes gjerne pendelens halvsvingning og dermed halvsvingetid i utregninger av svingetall og pendellengder.

Hver ganghjulstann tilfører pendelen impuls to ganger for hver omdreining av ganghjulet. Men ettersom pendelen for hver impuls bare gjør en halv svingning, får vi en hel svingning for hver ganghjulstann. En hel svingning = pendelens bevegelse fra den ene yttersiden til den andre og tilbake igjen. Utgangspunktet for pendelberegning er det hjulet vi vet hastigheten til, i de fleste tilfeller sentrumshjulet. Tannantallet på dette multipliseres med tannantallet i de neste hjulene til og med ganghjulet. Deretter multipliseres drevene i de nevnte hjul på samme måte. Produktet av hjultennene divideres med produktet fra drevtennene, og resultatet er pendelens svingningstall per time. I Pihl-klokken får vi et noe annet forhold, da vi kun kjenner hastigheten på valsehjulet. Valsehjulet gjør kun 1 omdreining på 12 timer, og tallet 12 må derfor være med i utregningen.

Av dette får vi:

$$\text{Hjul: } 72 \cdot 64 \cdot 64 \cdot 30 = 8\,847\,360$$

$$\text{Drev, der tallet 12 må være med: } 10 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 12 = 7\,680$$

Av dette får vi: $8\,847\,360 / 7\,680 = 1\,152$

For at Pihl-klokken skal gå helt riktig, må pendelen gjøre nøyaktig 1152 hele sving i timen.

Da klokken ble hentet ut fra borgstuen ble det gjort et enkelt, praktisk forsøk med pendelen. Resultatet var at pendelen gjorde 10 helsving på 30 sekunder, altså 20 helsving på et minutt. Dette tilsvarer 1 200 helsving i timen. Det enkle, praktiske forsøket stemmer altså ganske godt overens med den teoretiske utregningen.

Praktiske forsøk viser at pendelen utgjør 20 hele sving på ett minutt.

I en time er det 3 600 sekunder. Deler vi det teoretiske pendelsvingningstallet på dette, får vi $3\,600 / 1152 = 3,125$.

Pendelen bruker altså 3,125 sekunder på et helsving. På et halvsving bruker den 1,5625 sekund

Teoretisk pendellengde

Fra boken har vi formelen: $l = (T^2 \cdot g) / \pi^2$.

I formelen står l for pendellengden i mm, T er svingetiden for et halvsving, og g er tyngdekraftens akselerasjon uttrykt i millimeter i sekundet.

Ettersom jordens tyngdekraft = jordens akselerasjon, er ulike på forskjellige breddegrader på jorden, påvirkes også pendelens svingningstid av dette. Ut fra beregninger gjort i Sverige, velger *Urlära* en verdi på $9,818 \text{ m/s}^2$. Vi ligger jo på noenlunde samme breddegrad, så jeg mener vi kan bruke dette tallet i den teoretiske utregninger her også. Vi får:

$$l = (1,5625^2 \cdot 9,818) / 3,1416^2$$

$$l = (2,4414 \cdot 9,818) / 9,8697$$

$$l = 2,4286113$$

Den matematiske pendellengden er altså tilnærmet lik 2,4286 meter eller 2428,6mm. Ved en enkel måling av en pendels matematiske lengde legges den på en egnet, skarp kant; i punktet der den balanserer finner vi pendelens tyngdepunkt. Den matematiske lengden er fra tyngdepunktet til punktet den svinger rundt, gjerne midt på pendelfjæren.

Pendelens fysiske lengde er 2,640 m, da selve pendelstangen i jern utgjør en stor del av hele pendelens vekt, slik at tyngdepunktet ligger høyt oppe på pendelen. En så lang pendel er det vanskelig å finne det eksakte tyngdepunktet på, da den vil henge mye i hver ende og gjøre en måling vanskelig. Det bør kommenteres her at pendelfjæren er knekt, slik at det ikke kan sies nøyaktig hvor lang denne har vært. For at uret skal gå så nøyte som mulig, må den korrekte lengde finnes ved justering under urets gang.

Urverkets alder

Det finnes ingen innrissinger eller annet på urverket som kan hjelpe med å finne ut når det er laget. Men det må vel kunne slås fast med noenlunde sikkerhet at det ble laget etter at Pihl kom til Vang i 1789. Pihl døde i 1821, og de siste årene av sitt liv var han ikke særlig opptatt av klokker. Men en gang mellom disse årstallene må klokken ha vært lagd. Det er jo også et spørsmål hvor mye av dette arbeidet Pihl gjorde selv, og hvor mye som ble gjort av de mange dyktige håndverkere som var tilknyttet gården.

Reparasjons- og restaureringsarbeidet

Av frykt for å skade deler som ble laget, ble ikke nye deler merket.

Etter demontering ble urverket rensset. Dette ble gjort i egenlaget rensesuppe. Innholdet i denne står beskrevet i hovedoppgaveheftet. Rensearbeidet var en tidkrevende prosess, da skitt og gammel smøring satt meget godt.

En logisk start ved et slikt arbeid, er å begynne med løpeverket. Det er ingen hensikt å gjøre mye med andre deler av urverket, hvis det viser seg at det er umulig å få urverket til å gå uten å måtte gjøre inngrep i urverket man ikke kan forsvare.

Store mellomhjul

Store mellomhjul har store slitasjer i tennene. Forskjellige løsninger ble diskutert med flere urmakere:

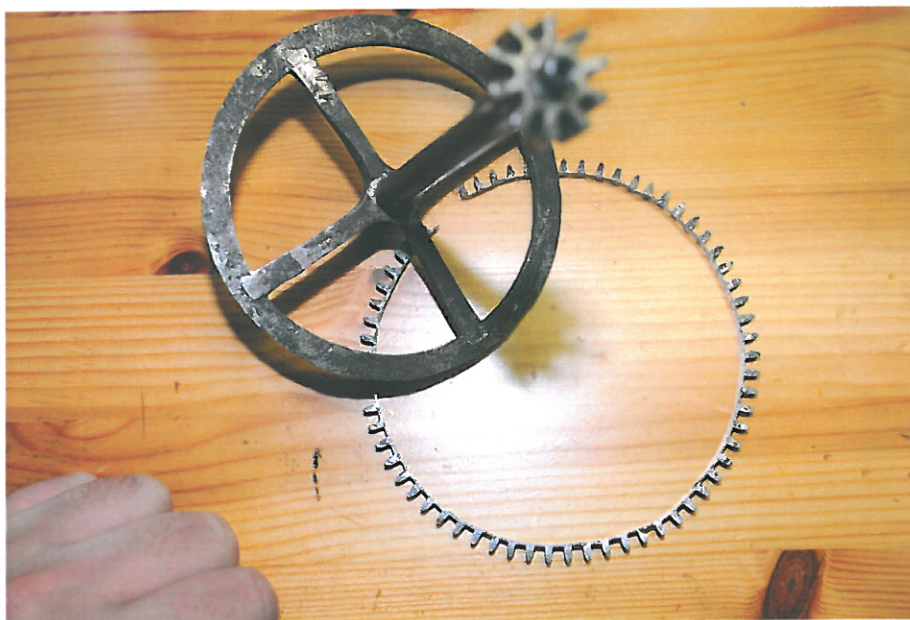
- Slitasjene kan fylles med sølv. Grunnen til at denne løsningen ikke ble valgt, er fordi jeg tror sølv vil være for mykt til å fungere i en inngripping som dette.
- Hjulet kan slås løs fra akselen og snus. Flere grunner fører til at dette ikke blir den foretrukne løsningen. Hjulet er nittet fast på akselen. Skal hjulet løsnes, må nittingen fjernes eller hjulet må slås løs fra denne. Er nittingen sterk, risikerer jeg å slå sjenklene skjeve. Det er heller ikke sikkert det er mulig å feste hjulet igjen med nittingen som er der etter at det er snudd. Et annet faktum taler også mot å snu hjulet. Dette er en inngripping som jeg tror har blitt til ved prøving og feiling. Det vil si at hjulene har blitt satt

inn og inngripningene prøvd. Har de ikke fungert tilfredsstillende har hjulet blitt tatt ut og tilpasset videre. Dette igjen taler for at tennene ikke nødvendigvis har samme fasong på forsiden og baksiden. Snus hjulet, behøver ikke det bety at inngripningen blir god. Skulle løsningen fungere, vil det igjen bety at om noen år vil begge sidene av tennene være slitt, og tannfasongen som opprinnelig var brukt, vil være borte for alltid.

- Sjenklene kan bøyes bakover, slik at hjulkransen går i inngripning med en uskadet del av drevet. Dette er ikke mulig i dette urverket, da det er liten plass mellom verkplaten og valsen. Bøyes hjulet i den ønskede retning, vil det komme i konflikt med valsen. Selv om dette vil gjøre at hjulet går i inngrep med en uslitt del av drevet, forandrer det heller ikke det faktum at tennene i selve hjulet er slitt. Dessuten risikerer jeg at hjulet kan løsne i nittingen ved å bruke krefter på sjenklene.

Arbeide med store mellomhjul før ny tannring festes

Løsningen som blir valgt, er å sage av den gamle tannringen med løvsag. Denne blir festet på et stivt underlag. På denne måten blir den gamle tannringen bevart, og tannfasongen som er brukt, kan studeres også av videre generasjoner. En ny tannring skal så festes på. En måte å gjøre dette på, er å feste på en ny ring og frese til tennene. Drevet som hjulet går i inngrep med, må da også fjernes, i hvert fall den delen som er i inngrep. Nytt emne må festes, og drevet freses. På denne måten vil drev og hjul få en moderne fortanning med en god og riktig fortanning.

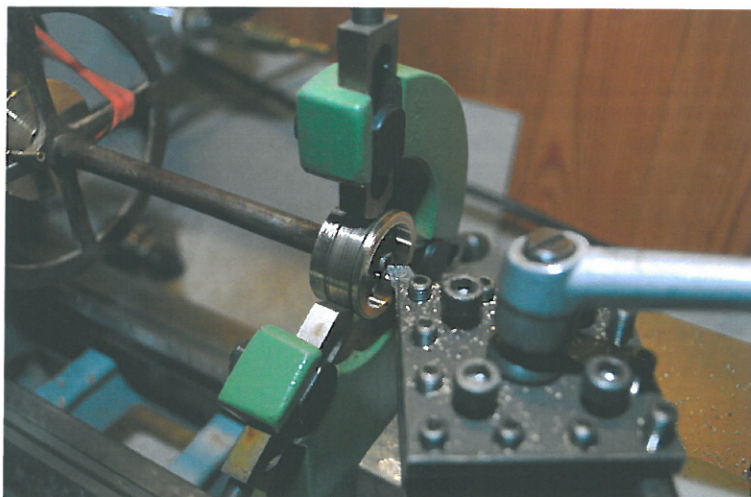


Tannringen avskjært fra store mellomhjul.

Jeg ønsker å gå en annen vei. Tennene i store og lille mellomhjul, både tannhjul og drev, ser ut til å være filt. Dette må ha vært et tungt og vanskelig arbeide, som også krever stor nøyaktighet. Hva krever et slikt arbeide av en håndverker? Hvor lang tid kan det ha tatt? Er det mulig å file nøyaktig nok til å få en god inngripning? Dette er spørsmål jeg ønsker å finne svar på. Ettersom inngripning er en viktig del av min sluttoppgave, bestemmer jeg meg for å velge en løsning der arbeidet blir gjort for hånd. En ny stårling skal festes på det gamle hjulet, og tennene files til for hånd. Flere urmakere jeg har snakket med, mener at dette urverket ble laget før man fikk noen matematiske regler for hvordan tanntoppene skal være. De ble mest sannsynlig bare rundet. Dette vil jeg også gjøre med de nye tennene.

For å feste på en ny tannring, må overflaten som er igjen etter at det er skåret med løvsag, dreies rund. Å feste et gammelt tannhjul i en dreiebenk viser seg å by på en del utfordringer. Hjulet må spennes opp i tappen. Skulle dreiestålet hugge seg fast i hjulet under dreining, vil dette kunne føre til skader på tappen. Løsningen på dette ble å dreie til et stykke rund messing der det så ble dreid til et hull som tappen passer akkurat inn i. Tappen skal ikke sitte så godt at dette i seg selv fører med seg hjulet, men det må heller ikke være slark, da dette vil føre til at hjulet vil kaste. I messingstykket monteres det så inn en medbringer av messing. Denne er så sterk at den tar med seg hjulet rundt, men samtidig så tynn, at den vil ryke hvis dreiestålet skulle hugge seg fast. Tappen vil dermed ikke bli skadet. En strikk fra chucken og rundt sjenklene holder så hjulet fast i messingstykket.

En annen problemstilling som dukker opp, er at hullet der den gamle tappen har sittet festet med gjenger, er desentrert. Jeg kan derfor ikke spenne opp dette i en motpinol ettersom hjulet da vil kaste. Derfor dreier jeg til en messingring som slås forsiktig inn på drevet. Ringen fester seg, men uten å skade ståltennene i drevet. Denne ringen lar vi så gå i en brille i dreibenken. Hjulet justeres inn i brillen etter en spiss motpinol. Jeg er nå sikret at hjul og drev løper i forhold til hverandre.



Tilpasning og tildreining til ny tapp i store mellomhjul.

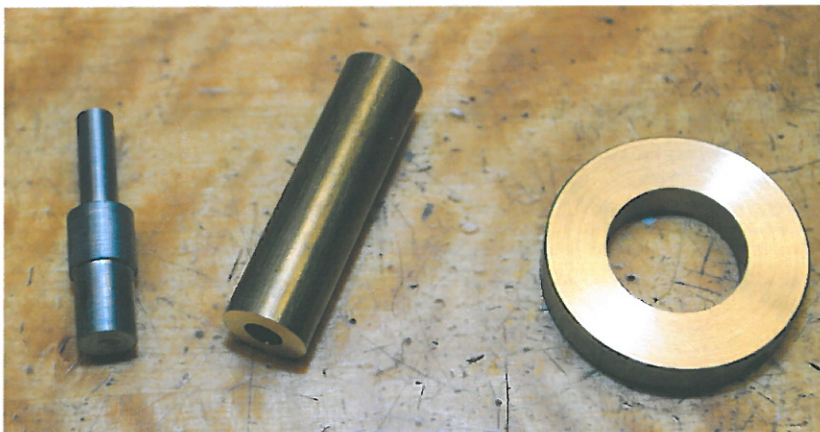
Når hjulet nå er spent opp på denne måten, utfører jeg bore- og dreiearbeidet som kreves for å få nytt hull til den nye tappen som skal settes inn. Hullet som tappen har vært skrudd inn i, er ute av senter. Løsningen med gjenger ser ikke ut til å være heldig, og i urmakeriet er den vanlige metoden å dreie delen av tappen som skal inn i hullet en tanke konisk. Den koniske delen drives så inn i det oppdreide hullet. Har man truffet riktig med koningen, vil tappen suge seg fast i hullet og sitte godt. Det er ikke lett å beskrive hva som er riktig koning, da dette er noe man må føle seg fram til, men koningen ble i dette tilfellet mindre enn $1/4^\circ$.

Dybden på hullet er noe som drøftes. Det finnes teoretiske regler som sier hvor lang den innfestede delen av tappen bør være i forhold til diameteren på tappen som skal gå i lageret. Men ettersom hullet som dreies her blir forholdsvis stort i diameter, spiller også andre hensyn inn. Aksen har mindre diameter ved avslutningen av drevet. Det synes derfor som en unødvendig svekking av materialet og bore seg forbi drevets lengde. Borer meg derfor 10,2 mm inn i drevet. Det står da igjen noe før jeg er forbi drevet, og aksens svekkes ikke.

Nå er hullet sentrert, og jeg bruker en spiss motpinol som støtte når overflaten der den nye tannringen skal festes, blir dreid.

Det er viktig å ikke fjerne for mye gods under dreieingen. Det må stå igjen såpass mye gods at svane haleforbindelsene ikke blir svekket samtidig som den nye tannringen må ha såpass mye gods at den blir sterk nok.

I det videre arbeidet med tannhjulet, vil hjulet spennes opp med messingringen på drevet i brille. Jeg kan derfor på dette tidspunktet sette inn den nye tappen. Tappen og ansatsen dreies i ett stykke.



Anlegg, punsel og tapp.

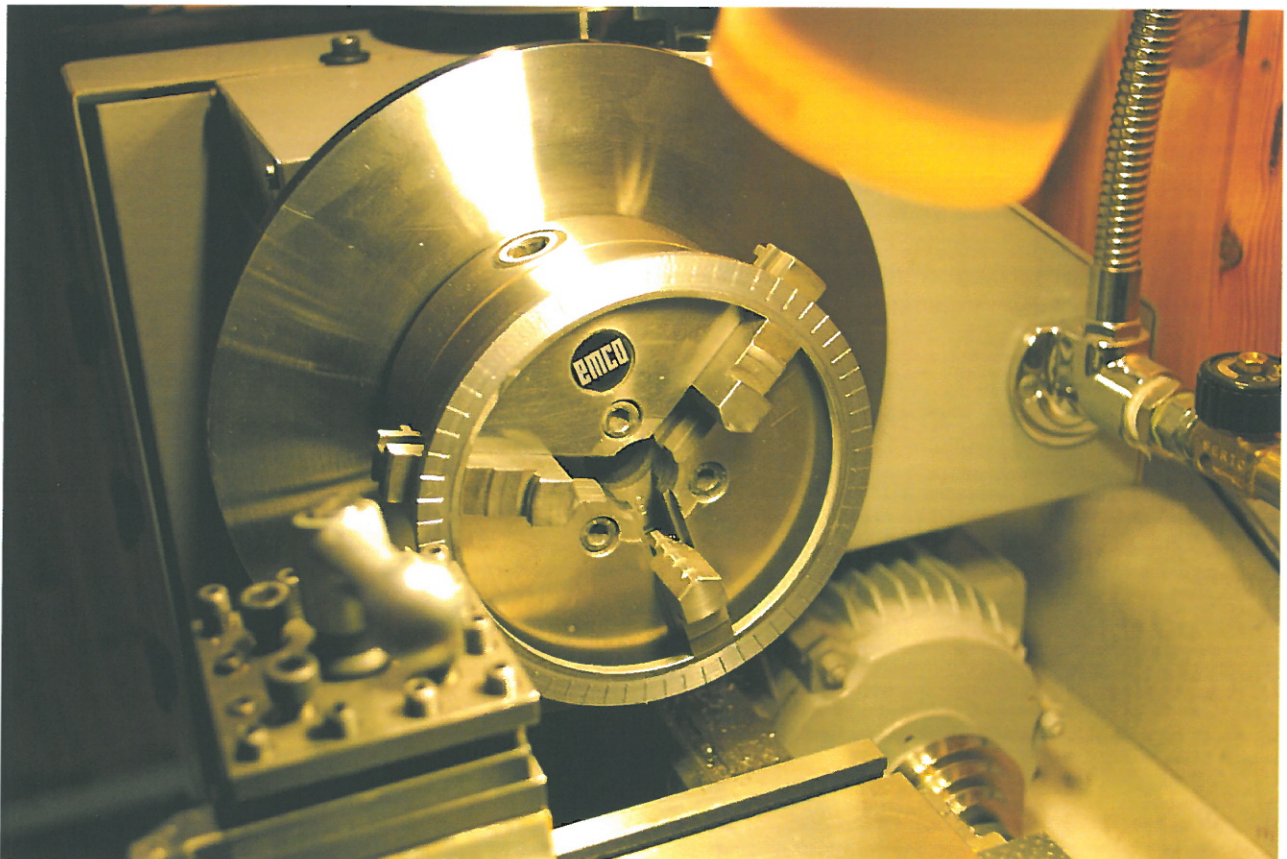
Ståltappen ses til venstre på bildet. Delen som skal drives inn, er laget omtrent 2/10 mm for kort, slik at den ikke skal butte i bunnen av hullet før ansatsen treffer kanten av hullet. Messingbiten i midten brukes som punsel, og messingbiten til høyre brukes som underlag da tappen drives inn. Slik unngås merker i hjulet. På bildet er ikke diameteren på tappen dreid til korrekt størrelse. Etter at tappen er drevet inn, spennes hjulet opp i dreiebenken.

Jeg dreier tappen til ønsket diameter og polerer ansats og tapp med trykkstål. Ved å dreie til korrekt diameter etter at tappen er drevet inn unngås enhver risiko for kast i tappen.

Ny tannring til store mellomhjul

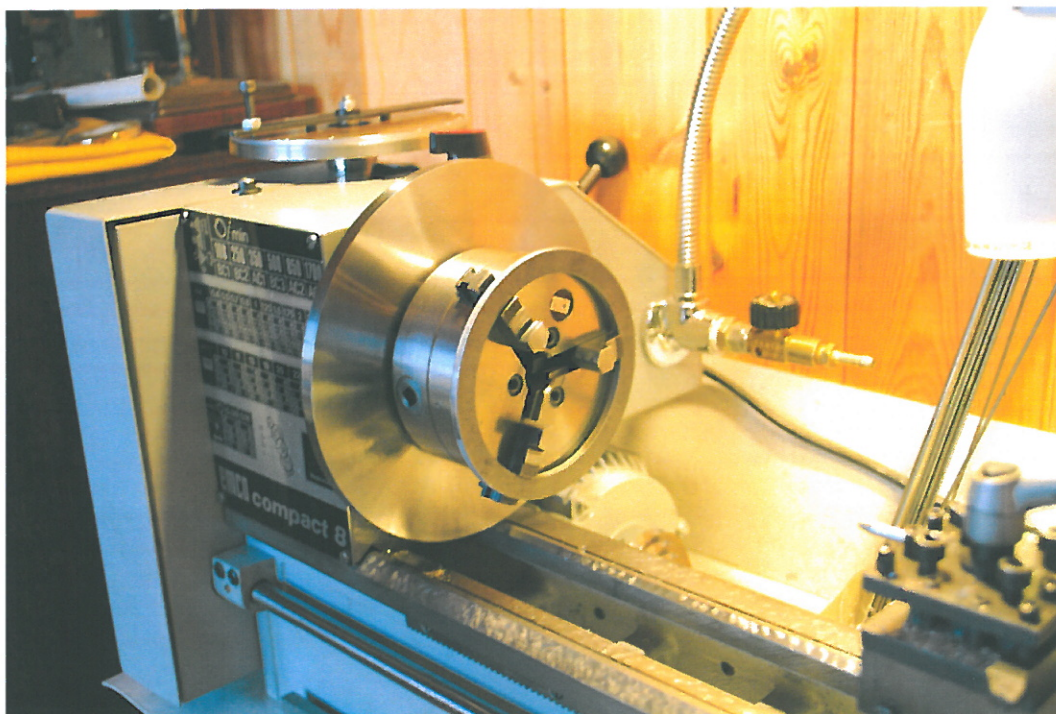
Nå begynner jeg arbeidet med den nye tannringen. For å spare noe tid og arbeid, bestilles en sirkel i ST 52-stål med kun noe for stor diameter fra Vannskjæresenteret i Kongsberg. Hadde vi startet med en firkantet bit, måtte den uansett blitt dreid til i dreiebenk og har således ikke noe med gamle håndverksteknikker å gjøre.

Stålsirkelen spennes opp i dreiebenken, og tennene merkes opp. Jeg lager også en hjelpesirkel for å markere tannbunnen. Denne sirkelen blir et gjennomsnitt av flere mål, da ingen av tannbunnene i den gamle tannringen var like. Det skal også nevnes at tannmellomrommene i det gamle tannhjulet varierer.



Tannring til oppmerking i dreiebenk.

I denne dreiebenken kan man sette inn en gjenget mekanisme med et håndtak som gjør at man kan dreie chucken med stor nøyaktighet. Problemstillingen her er at hvis man sveiver håndtaket en hel omdreining, vil chuken bevege seg 1/60 omdreining. Dette ville vært ideelt hvis hjulet skulle hatt 60 tenner. Den nye tannringen skulle imidlertid ha 64 tenner. Dermed måtte det settes inn en delesirkel under sveiven. Denne ble laget slik at det var mulig å flytte chucken noe mindre enn 1/60 omgang, og det ble mulig å oppnå en inndeling på 64.

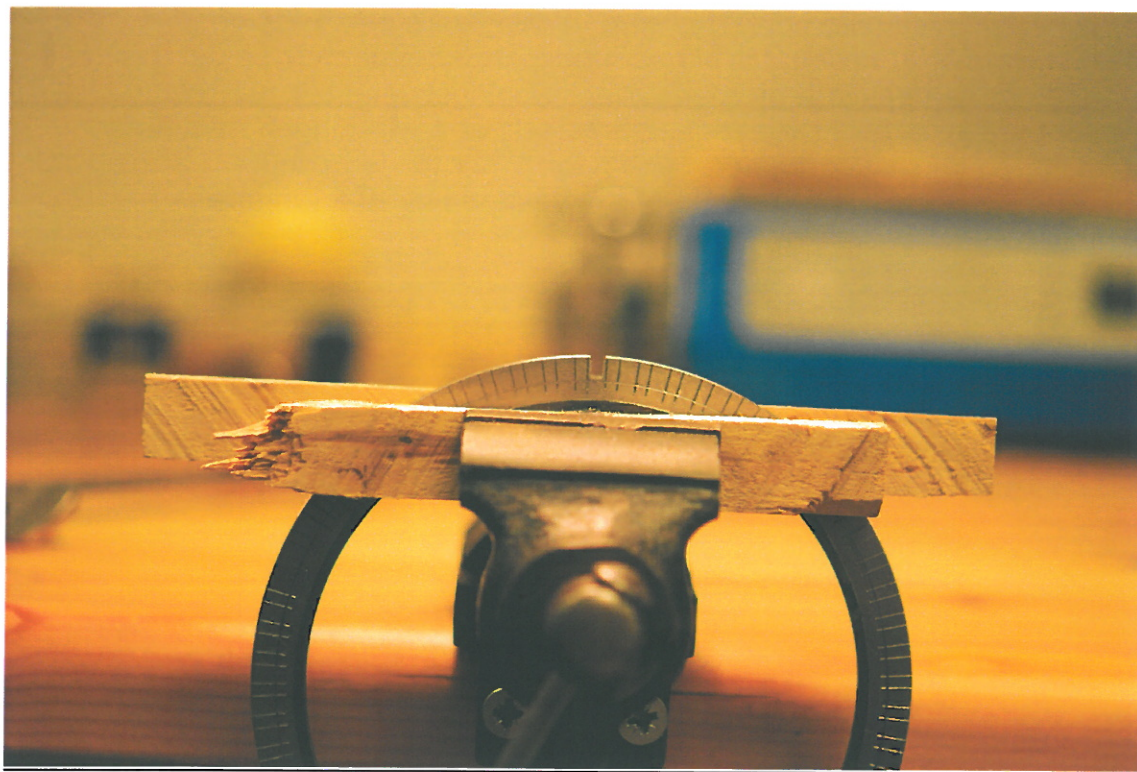


Dreiebenk med deleskive og håndtak plassert på toppen.

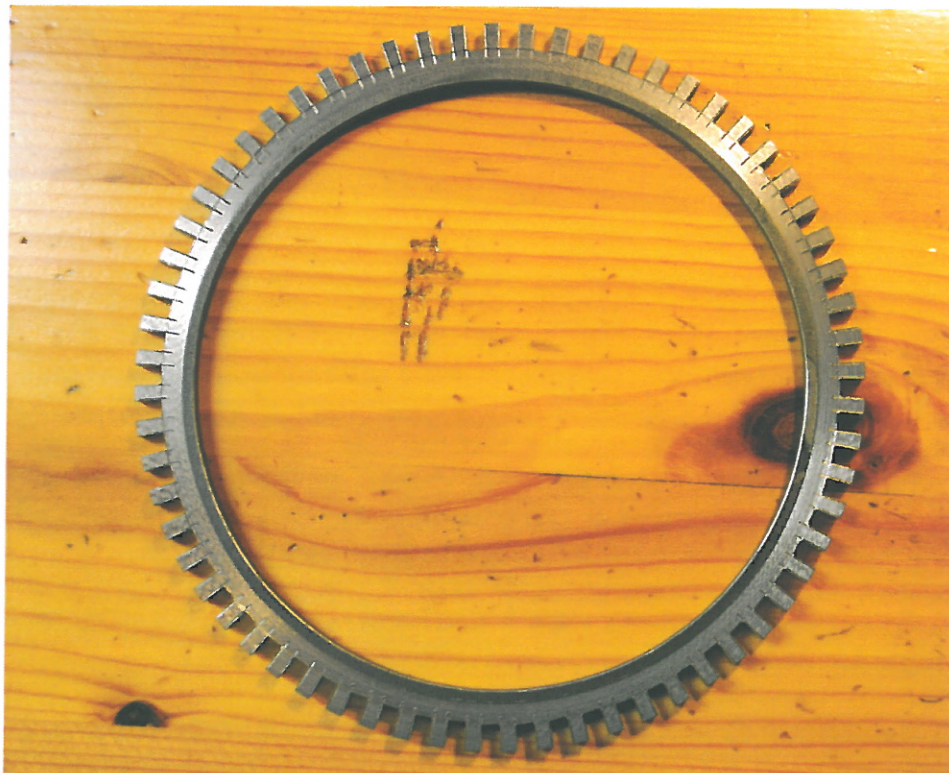
Det aller meste av filearbeidet blir nå utført på den nye ringen før denne festes på plass på hjulet. Dette fordi det er vesentlig enklere å spenne opp tannringen og arbeide med i en skrustikke før den blir montert.

Filearbeidet viser seg meget krevende. Akkurat hvordan dette arbeidet ble gjort i utgangspunktet, er egentlig ikke mulig å si, men det er fullt mulig at de som laget hjulene har hatt en slags filejigg tilgjengelig. Dette ville blant annet ha lettet arbeidet med å holde riktig retning under filingen. Jeg velger å file på frihånd, for å se om dette er mulig.

Teknikken jeg velger å bruke er å file ut tannmellomrommene først, for deretter å file til velsningsbuen til slutt. Filingen av de tre første tannmellomrommene tar omtrent to og en halv time. Jeg må hele tiden kontrollere retningen på filingen og er konstant på utkikk, slik at jeg ikke skal file for langt inn. Men så tar arbeidet en interessant vending. For hvert tannmellomrom oppfattes arbeidet som enklere. Jeg erfarer hvor hardt stålet er og hvor mye jeg kan bruke av krefter for å få filen til å ta det jeg vil. Det siste tannmellomrommet tar kun i overkant av ti minutter å file ut.

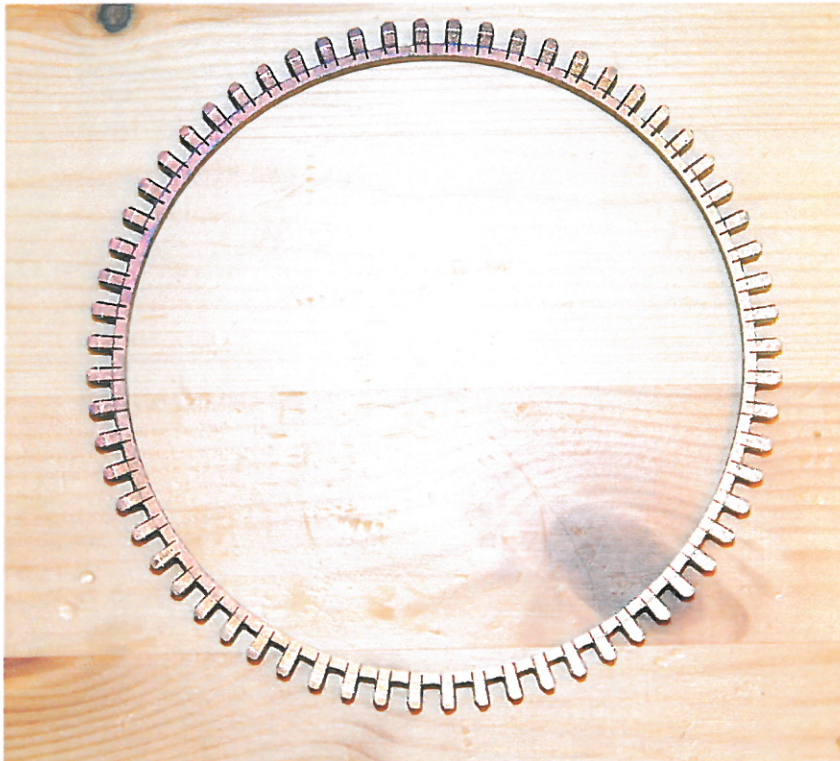


Det første tannmellomrommet ferdig filt uten velsningsbue.



Tannring med alle tannmellomrom ferdig filt uten velsningsbue.

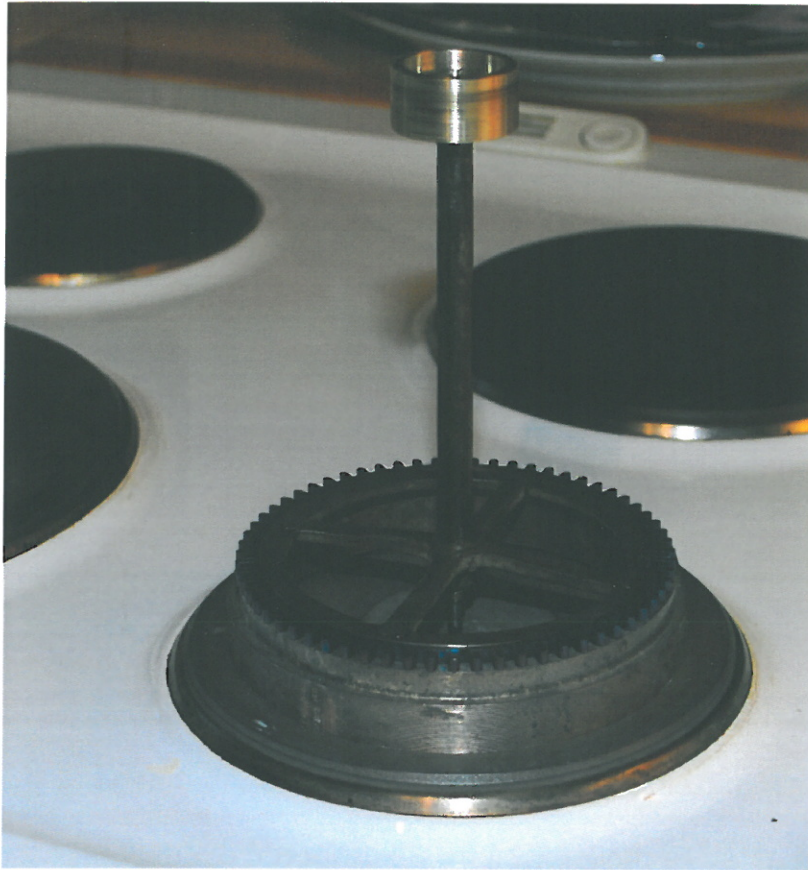
Filingen av velsningsbuene oppfattes som vanskeligere enn å file ut tannmellomrommene. Resultatet blir som tidligere kommentert på det gamle hjulet. Ingen av tannmellomrommene eller velsningsbuene blir fullstendig like. En ikke ubetydelig faktor i nøyaktighetsarbeidet, er påvirkningen man får av arbeidsstillingen og selve arbeidet. Etter noen timer får jeg smerter i armer, bein og rygg. Spørsmålet blir om tennene blir nøyaktige nok til å fungere i inngripningen.



Bilde av tannring ferdig filt med velsningsbuer.

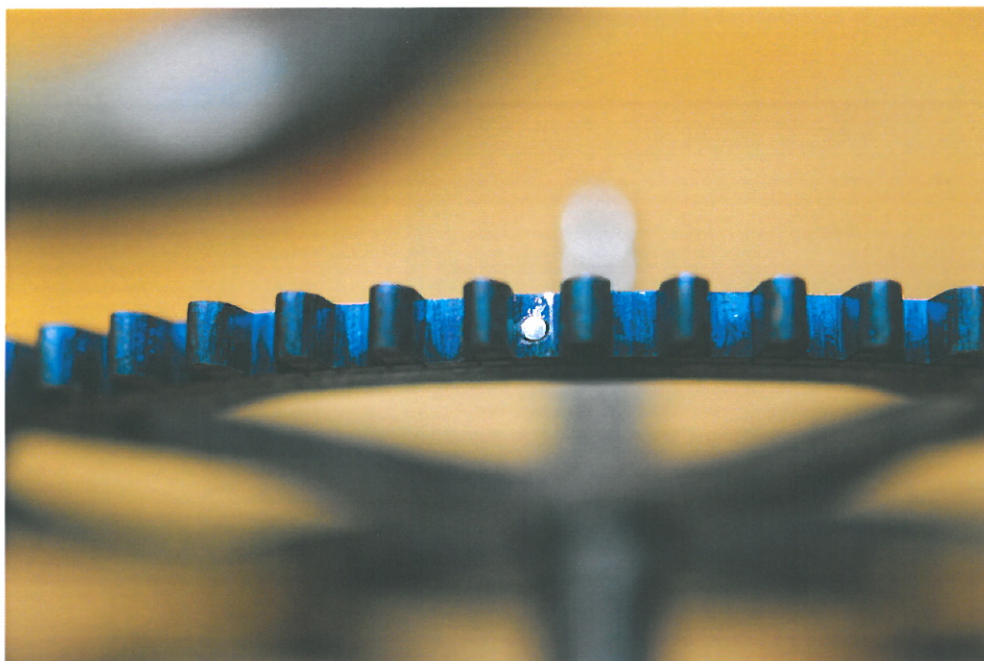
En god metode for å feste den nye tallringen til det gamle hjulet, ville vært ved å dreie til i en fasong som et trappetrinn. Da ville det ha blitt to flater som ligger over hverandre, og disse kunne vært ekstra sikret med gjennomgående stifter som ble nittet fast. Det viser seg imidlertid at det ikke er plass til en tilfredsstillende overlapping. Hull og stifter ville fått for liten diameter. Jeg velger derfor å feste enkel flate mot flate. Teknikken som velges, er å dreie opp innerdiameteren til den nye ringen noe mindre enn diameteren som står igjen på det gamle hjulet. Diameteren på det gamle hjulet ble dreid til 106,5 mm. Problemet blir å finne ut hvor mye ringen utvider seg, slik at en innvendig diameter kan bestemmes. Jeg løser dette med å dreie innvendig diameter til det står en millimeter igjen til nøyaktig mål.

Ringene blir deretter oppvarmet til den blir gul. Det viser seg da at innvendig diameter utvider seg med 6/10 mm. Når ringen dreies til den er 5/10 mm for liten, skal den altså få omtrent 1/10 mm å gå på for montering når den er varm.



Festing av tannring på varmeovn.

Som bildet viser, ligger tannringen i en tilpasset form av messing under oppvarmingen. Hjulet ligger ned mot en ansats, som også stikker på innsiden av tannringens innvendige diameter. Formen er laget slik, fordi hjulet da kan stikkes ned og presses mot ansatsen, og flatene vil bli jevne.



En av fire stifter som låser den nye tannringen.

Den nye tannringen låses i gangretningen med stifter i fire av tannbunnene.

Messingringen som er festet på store mellomhjul for å korrigere høydeluften, ser ut til å fungere godt for oppgaven. Skulle det vært utført en forbedring, ville det vært å bytte ut messingforingen med en skive i stål. Jeg velger å la messingringen sitte, ettersom den fungerer og er en del av klokkes historie.

Lille mellomhjul

Det lille mellomhjulsdrevet går i inngripping med den nye tannringen som nå er på plass. Det er derfor naturlig på dette tidspunkt å ta for seg dette arbeidet. Dette er et drev som gir mange problemstillinger.

Det er kun den ytterste delen av drevet, på tappensiden, som har gått i inngripping med hjulet. Det ser man på den sterke slitasjen som man kun finner her. Ettersom jeg vil beholde mest mulig originalmateriale, er det ønskelig å fjerne kun den slitte delen av drevet. Men flere faktorer spiller også inn. Tappen har skader, og selv om de meget vel kan ha vært der fra hjulet ble laget, er det ønskelig å forbedre dette. Disse skadene har noen skarpe kanter, som kan skade lageret videre. Videre er det en sprekk i drevet, i bunnen mellom to drevtenner. Videre ser vi også at det er skader under drevet, på hjulsiden. Jeg har drøftet flere løsninger med andre urmakere. En mulig løsning ville vært å snu drevet. Men dette ville medført å bore i den skadede delen av akselen. Dette vil være et usikkert arbeid, der resultatet blir uvisst. Innover i akselen kan jeg møte forurensninger, gjerne i form av sand. Det er også særdeles uvisst hvor godt festet vil bli.

Skal arbeidet utføres slik, må jeg også bore i drevet for å sette inn en ny tapp. De samme usikkerhetene vil oppstå her, ettersom det også er skader i drevet. Av disse årsakene forkastet jeg denne løsningen.

En annen løsning vil være å dreie av tappen og den slitte delen av drevet i sin helhet, for deretter å sette inn en ny stålbit. Men dette vil også medføre boring i det skadede stålet.

Løsningen som blir valgt er følgende: Den slitte delen av drevet blir dreid ned, slik at jeg kommer ned til aksen. En ny stålbit blir tildreid og settes på plass her, og nye tenner files til for hånd, slik at de nye tennene kan tilpasses tannformen til den gamle delen av drevet. Diameteren på tappen blir også dreid ned, slik at en kappe av stål kan festes på utsiden. Tappen vil da få riktig diameter, og overflaten vil gå uskadet i lageret.

Hjulet spennes opp i dreiebenken med samme metode som store mellomhjul, med messingbit over drevet spent opp i brille. Å tildreie drevet er tidkrevende arbeid. Matingen må foregå ytterst forsiktig, for å hindre at dreistålet hugger seg fast i drevet. Etter at tennene er dreid av, må et kompromiss inngås. Diameteren til tannbunnen av drevet er allerede fastslått. Men den nye delen av drevet må også ha nok gods, slik at den klarer påkjenningen.

Jeg må altså fjerne nok gods til at den nye delen av drevet blir sterk nok, men ikke så mye gods av aksen blir vesentlig svekket. Etter at drevet er dreid ned, ses skadene inni drevet godt.



Ferdig tildreid drev på lite mellomhjul.

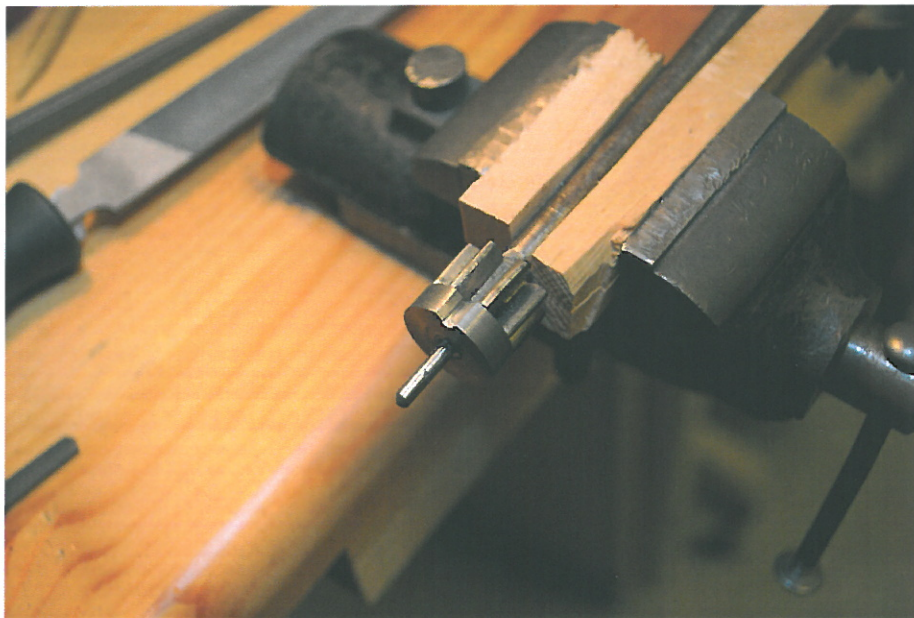
Ut fra dette mener jeg at jeg har valgt riktig løsning for denne oppgaven. Stålingen som skal utenfor, vil bidra til å styrke drevet vesentlig, og det samme kan sies om kappen som skal utenfor tappen.

Jeg dreier til en skive i akselstål, som har omtrent 2/10 mm større diameter enn ferdig drev. Da har jeg litt å gå på når jeg skal file til velsningsbuen. Denne delen drives på plass på den tildreide flaten. Ifølge Løver er akselstål et godt stål å bruke i et drev. Det er meget hardt, men samtidig mulig å bearbeide med fil.

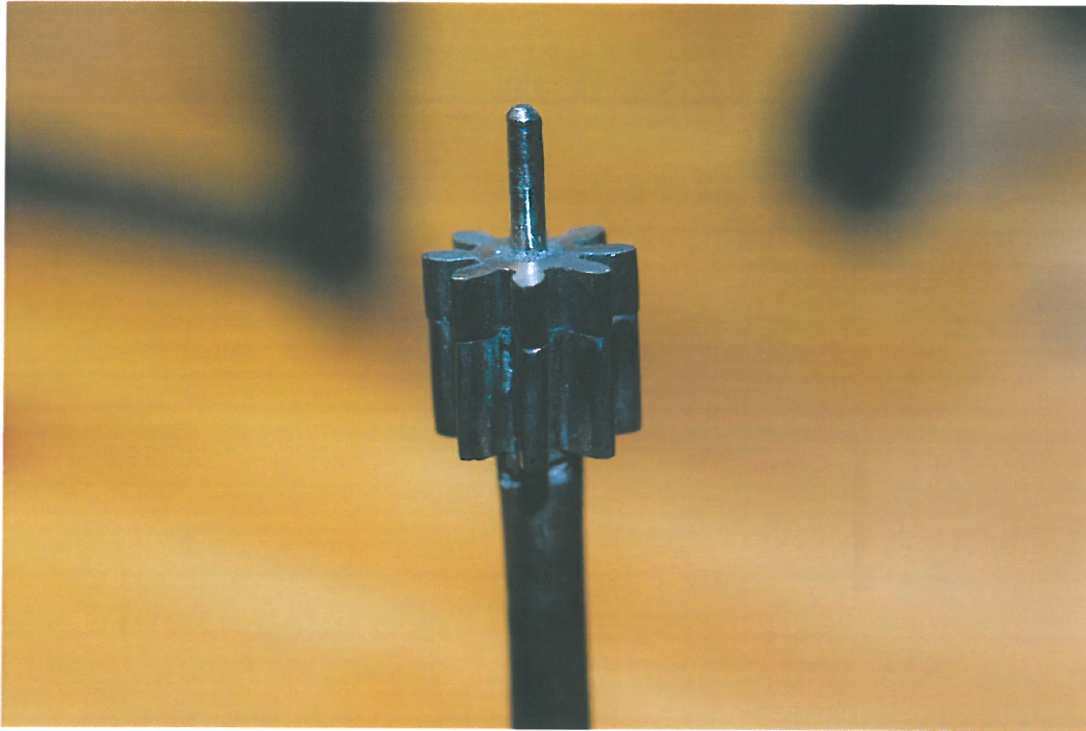
Kappen som skal over den neddreide tappen, dreies til av sølvstål. Dette er et stål som er mye brukt til blant annet tapper i urmakeriet. Kappen har form som et sugerør. Det innvendige hullet dreies til, slik at den ytterste delen kan tres inn på den gamle tappen. Deretter drives kappen på plass. Kappen er dreid til, slik at den er noe større enn ferdig diameter. Dette for at endelig diameter dreies til etter at kappen er festet. Tappen blir så polert med hardmetallstikkel.

Proessen med å file til den nye delen av drevet skal vise seg tung og tidkrevende. Jeg finner frem til en metode, der jeg spenner hjulet fast i skrustikke og først sager meg ned mot aksen mellom to drevtenner med baufil. Da får jeg en retning som filen kan følge, og jeg fjerner litt gods samtidig. Deretter benytter jeg en firkantfil, for å få begynnelsen på en bufasong. Etter dette former jeg til resten med en liten flatfil. Materialet er tungt å arbeide med for hånd, og jeg må arbeide med forsiktighet for å ikke streife den gamle delen av drevet med filen. Dette arbeidet oppleves som vesentlig vanskeligere enn å file til den nye tannringen i store mellomhjul.

Igjen vil jeg nevne vanskelighetene med å kombinere smerter i fingre, rygg armer og bein med den store nøyaktigheten og tålmodigheten som kreves.



Filing av drev til lille mellomhjul.



Ferdig tildreid drev. Kappen som skal på tappen er ikke påmontert på bildet.

Ganghjulet

Drevet på ganghjulet er slitt på den samme måten som drevet til lille mellomhjul. Derfor benytter jeg samme metode som på lille mellomhjul for å rette dette. Også her files tennene til med fil. Dette drevet er noe mindre enn drevet på lille mellomhjul. Dette betyr at det er mindre gods som skal fjernes fra den nye stålbiten, men det er mindre rom å arbeide på mellom tennene. Dette gjør dette arbeidet noe vanskeligere enn arbeidet på drevet til lille mellomhjul.

Tilpasning av inngripningene

Etter at den nye tannringen og de to drevene er filt til, er tiden inne for å prøve inngripningen mellom hjulene. Det er i første omgang kun nødvendig å teste inngripningen mellom to og to hjul. Derfor begynner jeg med inngripningen mellom store og lille mellomhjul. Som forventet er ikke inngripningen god nå. Jeg merker opp med en sprittusj på de tennene som butter mest. Deretter tas hjulene ut, og de oppmerkede tennene blir tilpasset ytterligere med fil. Dette er den fremgangsmåten jeg tror er blitt benyttet da urverket ble laget, bortsett fra sprittusjen selvfølgelig.

Det er nødvendig med mange prøvinger og tilpasninger før inngripningen blir akseptabel. Når denne inngripningen føles god, går jeg videre til å prøve inngripningen mellom lille mellomhjul og ganghjulet. Den samme prosedyren gjentas her. Dette er en meget tidkrevende prosedyre.

Det viser seg at det ikke er mulig å få en inngripning som er like god som en moderne fortanning. Ettersom den nye delen av drevene og tennene i den nye tannringen er tilpasset fasongen til de gamle tennene, vil en dårlig inngripning som fantes da, også eksistere nå. Dette er som forventet. Målet har aldri vært å lage en perfekt inngripning, men en tilfredsstillende inngripning. Og dette ser absolutt ut til å være mulig.

Valsene

Ganghjulsvalsen består av to separate hoveddeler, som kun blir holdt sammen mellom verkplatene. Ganghjulsvalsen har så mye høydeluft at sperrhakene glipper vekk fra sperret. Det er tvingende nødvendig å gjøre noe med dette, da dette i ytterste konsekvens kan føre til at loddet faller ned. Jeg velger en enkel løsning og tilpasser en stårling til aksens. Tykkelsen på tingen er den samme som jeg ønsker å redusere høydeluften med. Stårlingen drives inn på aksens med lette slag. I forkant er det findreid innerst ved hjulet, slik at ringen legger seg jevnt og pent inntil hjulet. Denne metoden viser seg vellykket, høydeluften blir passe, og det er ikke lenger risiko for at sperrhakene skal glippe fra sperrhjulet.

Aksens som går inni hullet på valsen, blir slipt og polert. Jeg velger å ikke fjerne alle riller. Da vil mye av diameteren til aksens bli fjernet. Drøfter dette med Løver, og det viktige er at alle skarpe kanter forsvinner. Har drøftet denne type problemstilling med andre urmakere tidligere, og flere er av den formening at riller på tapper ikke er noe særlig til skade, så sant de ikke sitter helt i bunnen av tappen og så sant skarpe kanter og grader blir fjernet.

Etter at arbeidet med inngripningene er ferdig, settes uret til testing. På verkstedet i Kongsberg er det ikke takhøyde til å bruke den riktige pendelen, men dette er heller ikke nødvendig for å teste uret. En kortere pendel vil svinge raskere enn den riktige pendelen, men det er ikke noe poeng at urverket skal vise riktig tid nå. Det skal kun kontrolleres om inngripningene fungerer, eller om urverket stopper. Denne testingen vil også gi en viktig pekepinn på hvor tennene møter ekstra motstand. På tenner i stål vil det oppstå blanke felter der motstanden er stor. Områdene med blanke felter vil dermed bli gjenstand for mer oppmerksomhet.

Ganghjulets tannring

Ganghjulstannringen har flere skader, men har kun et gjennomgående brudd. Å bruke festemetoder som krever oppvarming, er lite fristende på denne typen urverk, da dette kan utløse spenninger i messinger, og resultatet av en slik behandling er svært uviss. Loddingen som er her fra før, må også fjernes før en eventuelt kan lodde igjen. I stedet velger jeg å rette skaden ved å bruke en lask. Særlig det engelske urmakermiljøet er imot å bore nye hull i et gammelt urverk. *I Conservation of Clocks and Watches* står det «Under no circumstances should new holes be made in any mechanism.» Men boken sier også at dette ikke alltid er mulig å følge: «Where the principle of reversibility cannot be observed, the object should be to cause as little alteration or damage as possible.» Det føles her mer riktig å feste på en lask enn å varme opp hjulet ved en lodding og risikere deformasjon av tannringen.

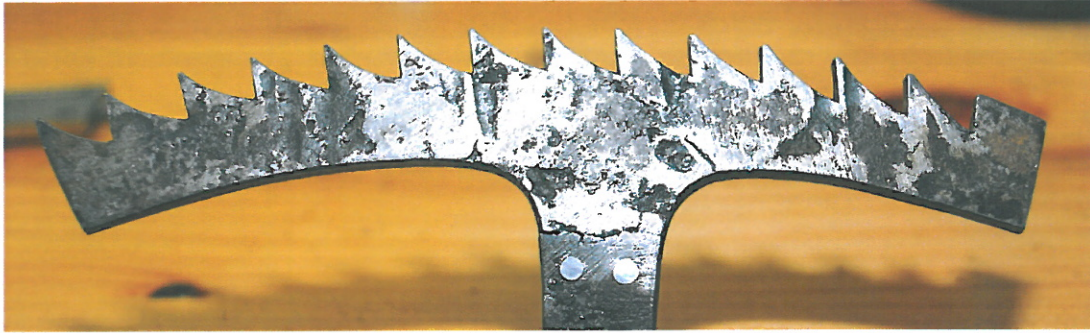


Ferdig lask montert på ganghjulets tannring.

Laskene lages av messing som er 0,8 mm tykk. Forsøker også med tynnere messing, men den viser seg lett bøyelig og vil gjøre laskene for svake. Laskene skjæres ut med løvsag og files til. Borer fire hull med 0,6 mm bor, to hull på hver side av bruddet. Laskene festes så med stifter som nittes fast. Til nittingen brukes gammel foringstråd. Denne er meget seig og vil gjøre nittingene sterke. Laskene blir ikke blankpolerte, da jeg vil fjerne så lite materiale fra dem som mulig.

Slagrekken

Sikkerhetsfjæren i rekken har en sprekke, og jeg vurderer det som sannsynlig at det kan sprekke opp mer her. For å hindre dette, fester jeg fjæren med to ekstra nittinger i nærheten av sprekken.



Slagrekke med nittinger.

Sprekken i armen til rekken, velger jeg å sikre med to solide nittinger, for å hindre videre sprekkdannelse.

Vindfanget

Det lille bladet på vindfanget er revet nesten helt over på midten. Jeg velger her å lage til et nytt. De to bladene er ikke helt like i størrelse, og dette er ikke heldig, da de bør gi jevn luftmotstand. Velger derfor å lage det nye bladet i samme størrelse som det originale bladet som er uskadet.

Den hule akselen som sitter løst på vindfanget, er som tidligere nevnt løsnet noe i nittingen. Dette løses ved å dreie til et hull i et solidt messingrør. Det dreies slik at den hule akselen får en ansats å legge seg ned på i bunnen av hullet. Med dette solide underlaget som ikke kan skade røret, nitter jeg det godt fast i vindfanget. Det viser seg at røret er i et noe mykt materiale som lett lar seg nitte fast igjen.

Trinsene

Tradisjonsbærer i Kongsberg har erfaring med flere arbeidere med store trinser. Krafttapet som kan oppstå ved slitasjer i disse, skal ikke undervurderes.

Det er derfor nødvendig å rette slitasjene her. Da jeg har fjernet de gamle aksene, merker jeg meg at «u»-ene i trinsene er av forskjellige materialer.

Den ene trinsen lar seg relativt lett bøye og blir stående i den posisjonen den blir bøyd til. Den andre består av et fjærende materiale som er langt vanskeligere å bøye. Hullene i tretrinsene er ikke sirkelrunde. Derfor spennes disse opp i dreiebenken. Vi har et godt akselstål på verkstedet. Røret i akselstål måler 10 mm i diameter. Hullene i trinsene bores derfor til 10,2 mm. Det dreies taper på akselstålet som passer i hullene til «u»-ene. I tillegg til dette, nittes de fast.



Ferdige trinser med nye akser.

Noe spesielt med trinsene, er den ene kroken. Denne har noen spor med jevne mellomrom i den nederste buen. Hvorfor det er slik, kan ikke slås fast med sikkerhet, men kanskje har denne delen tjent som skrue, før den har blitt brukt som krok i trinsen. Sprekkene kan da være de gamle gjengene som har sprukket noe opp under arbeidet med å lage buen.

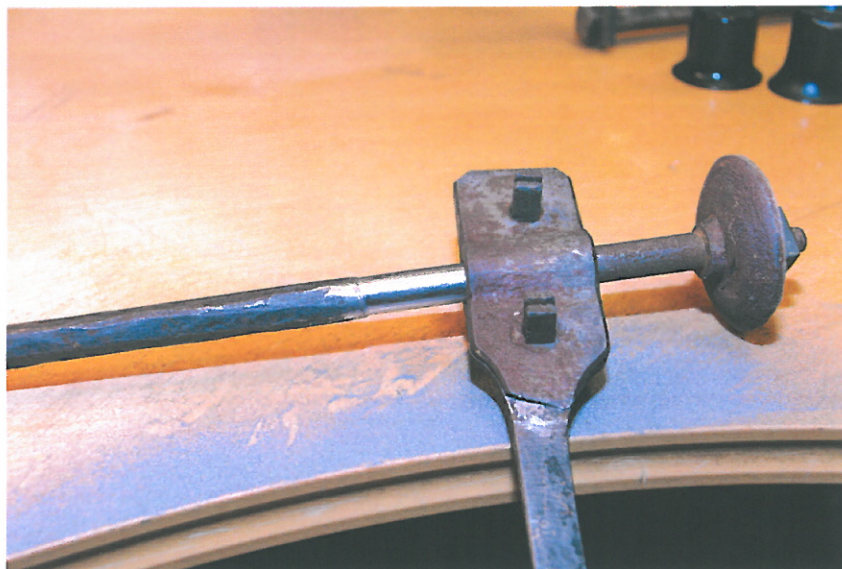
Haken

Haken har slitasjespor på begge paller. Disse fjernes med sliping og polering.

Viserakse med lagring

Det ser ut til at området på viseraksen, som er noenlunde rundt, kan strekke seg for lite oppover aksen. Delen av aksen som er slått og ikke rundet kan derfor komme inn i lageret, og da vil aksen kile seg fast og urverket stoppe.

Lageret består av to metallplater med hver sin halvsirkelfasong. Disse er festet mot hverandre med to skruer. Men lageret er ikke rundt, og for at aksens skal bevege seg fritt, er det nødvendig å holde lageret i en gitt vinkel. Her må lageret files rundere, slik at faren for at aksens skal kile seg fast minimaliseres. Flatene som går imot hverandre blir derfor slipt noe jevnere og hullet i lageret files rundere, kanter og grader fjernes.



Viseraksen ferdig filt.

Akse og lager files til, slik at lagerarmen kan beveges noe i begge retninger langs aksens. Aksens beveger seg nå fritt i lageret.

Loddsnorene

Da urverket ble demontert, var det montert stålvaier på valsene. Det er ingen tvil blant urmakere jeg har snakket med om at dette ikke har benyttet fra starten. Det ser ut til at det mest sannsynlig har vært anvendt hampetau eller lin. Museumskonsulent på Maihaugen påpeker at lin ble dyrket flere steder i Norge og at dette var et sterkt og ofte benyttet materiale. Det er ikke usannsynlig at det ble dyrket lin på prestegården i Vang. Det er derfor sannsynlig at det opprinnelig har vært benyttet linsnorer til loddene.

Jeg vil gjerne at restaureringen skal gi et inntrykk av hvordan klokken kan ha sett ut og velger derfor å bruke linsnorer til loddene.

Overflatebehandling av delene

Som tidligere nevnt, er det rust på alle ståldeler. Jeg ser det som tvingende nødvendig å fjerne rusten, ettersom den kan føre til videre skader hvis den ikke fjernes. Etter samtale med flere urmakere har jeg flere alternativer jeg kan velge mellom:

- Fjerne rusten med slipepapir/smergelpapir.
- Fjerne rusten med en blanding av oksalsyre i temperert vann.
- Fjerne rusten med saltsyre

Da det er ønskelig å fjerne så lite som mulig av den originale overflaten, velger jeg bort å fjerne rusten i sin helhet med smergelpapir. På enkelte steder vil jeg bruke en form for sliping. Dette gjelder delene med rust på valsene, da det er ønskelig å utsette disse for så lite fuktighet som mulig.

I verkstedet i Kongsberg eksperimenterer vi noe med bruken av oksalsyre. Vi varmer vann og blander i oksalsyre. Det viser seg at dette er en tidkrevende prosess som må gå over en del timer. I tillegg kommer dermed problemet med å holde vannet varmt over disse timene. Det er ikke ønskelig å stå inne med denne blandingen, da det damper en god del. Noe som også taler imot denne behandlingen, er at hele delen må ligge i blandingen. Dermed vil både tapper og messinghjul bli utsatt.

Jeg velger i hovedsak å fjerne rusten med saltsyre. På denne måten får jeg en rask rustfjerning der jeg på en bedre måte kan kontrollere områdene på delene som blir utsatt for syre. Jeg stryker syre på ståldelene og holder konstant oppsyn med prosessen. En og en del blir behandlet om gangen. Rusten forsvinner hurtig, og under rusten får jeg fram ståloverflaten, som forventet. Men det kommer også til syne deler av fargede overflater. Det kommer relativt klart fram at de fleste jerndelene har hatt en rødlig overflate.



Bilde av fargerester på fremre verkplate.

Jeg kan ikke med sikkerhet fastslå om denne fargen er påført urverkets deler av Pihl og hans håndverkere eller om fargen er blitt påført i nyere tid. Det er en mulighet for at urverket ble påført fargen for eksempel under flyttingen til Hedmarksmuseet. Uansett er det sannsynlig at det er blymønje som er brukt. Teknisk konservator på Maihaugen samt flere urmakere er av denne formening. Hele restaureringsprosessen så langt har vært preget av å følge eldre håndverksmetoder og teknikker, derfor føles det riktig å følge samme tankerekke når det kommer til overflatebehandling av delene i urverket. Derfor anvender jeg blymønje som overflatebeskyttelse.

Sluttkommentarer

Jeg vil gjerne nevne noe om de følelsene som har fulgt meg underveis i sluttarbeidet. Stipendiatperioden har i det hele vært utfordrende.

Urmakerfaget viser seg å være et krevende fag, og også avslutningsarbeidet har vist seg vanskeligere og mer tidkrevende enn jeg trodde ved arbeidets start. Under deler av arbeidet hadde jeg tvil om jeg ville klare å fullføre. Smerter i skuldre, rygg og armer samtidig som tidsbruken ble langt høyere enn først antatt gjorde seg særlig gjeldende under prosessen med den nye tannringen og arbeidet med drevene som ble utført for hånd.

Måloppnåelse

Det første hovedmålet var at klokken skulle komme i gangbar stand. Ettersom klokken nå går og slaget fungerer, vil jeg si at dette målet er oppnådd. Jeg kan ikke si hvor tunge loddene måtte være for at urverket ikke skulle stoppe da klokken var ny. Det vil derfor være umulig å sammenlikne loddtyngden som nå blir benyttet med den som har vært benyttet før. Det som kan sies med sikkerhet er at loddkassene var nesten fulle med stein da urverket ble hentet ut fra borgstuen. Det er også en mulighet for at det har blitt lagt mer stein i loddene etter hvert som klokken har gått tyngre på grunn av slitasjer og nedbrutte smøremidler.

Det andre hovedmålet var å fortsette å lære av tradisjonsbærere. Under avslutningsarbeidet har jeg hatt jevn kontakt med tradisjonsbærere, også med faglig veileder. Under avslutningsarbeidet har jeg arbeidet mye med stor dreiebenk. En vesentlig forskjell på en liten og en stor dreiebenk er kreftene. En stor dreiebenk kan gjøre stor skade på et hjul om noe går galt. Dette fører til en noe annen tankegang enn når man arbeider med mindre deler og krefter. Erfaringene fra dette arbeidet har flere ganger vært drøftet med urmakere og faglig veileder. Prosessen har vært lærerik, og jeg mener at det andre hovedmålet er oppnådd.

Det tredje hovedmålet gjaldt arbeid med inngripninger. Jeg hadde et ønske om å finne ut hvordan dette kunne gjøres med minst mulig bruk av moderne hjelpemidler. Arbeidet var tungt og tidkrevende, men fullt ut mulig å gjennomføre. Særlig vil jeg påpeke det faktum at filearbeidet med den nye tannringen til store mellomhjul virket enklere jo mer erfaring jeg fikk. Når jeg har sett på eldre urmakerverksteder som er plassert på museer og liknende, har ofte tanken kommet om hvordan det var mulig å lage hjul og urverk av så enkle verktøy som er å finne på disse verkstedene. Jeg vil si at den omfattende prosessen jeg har vært igjennom med inngripningsarbeidet har gitt meg et godt innblikk i hvordan dette var mulig. En fagmann fortalte meg at en god fil har jevn dybde i rillene, mens rimeligere filer har ujevn dybde. De dyre filene glir lett og tar jevnt grunnet sin jevne dybde, mens den rimelige filen tar ujevnt og vanskeliggjør arbeidet.

Arbeidet med inngripningene har gitt meg en dypere forståelse for denne typen problemstillinger. Jeg vil si at det tredje hovedmålet er oppnådd.

Ville dette vært gjennomførbart som normal reparasjon?

Jeg tror det ville være mulig å sette Pihl-klokken i gangbar stand som en alminnelig verkstedreparasjon, der også økonomien spiller inn. Men for å få dette til, måtte det blitt valgt andre fremgangsmåter enn de som er brukt under denne avslutningsoppgaven. Mer originalgods måtte vært fjernet i drevene. Drev og hjulreparasjoner måtte vært utført med fresemaskin, slik at tidsbruken hadde gått ned. Mest sannsynlig måtte man også gått hardere fram for å fjerne rust på overflatene av deler. Under dette arbeidet i oppgaven, har jeg eksperimentert med syrer og gått forsiktig frem. Under en verkstedreparasjon, måtte man nok ha tatt i bruk blant annet messingbørste og smergelpapir for å vinne tid. Det ville også vært en umulighet å dokumentere urverket gjennom bilder og tegninger på den måten som er gjort her.

Ordforklaringer

Brille: Oppspenningsutstyr til dreiebenken. Gjenstanden som sitter i dreiebenken går gjennom brillen. Brillen har tre bevegelige armer, som kan bevegges separat ut og inn mot sentrum. Dermed kan delen justeres inn til å løpe perfekt i sentrum. Brillen tjener også som støtte, slik at det er mulig å legge press på delen under arbeidet, uten at den dermed blir skadet.

Høydeluft : Alle hjul, og noen andre deler som sitter mellom verkplatene har tapper som går i lagre. Alle disse delene har noe klaring mellom verkplatene. Det vil si at de kan flyttes noe frem og tilbake når det ikke er kraft på dem. Avstanden delene kan flyttes frem og tilbake kalles høydeluft. Høydeluften er nødvendig for at delene ikke skal knipe seg fast og urverket stoppe. Det finnes omtrentlige teoretiske regler for stor høydeluften skal være i forskjellige typer klokker.

Inngripning: Når et hjul tar inn i et drev, eller et hjul tar inn i et annet hjul og fører dette videre, kaller vi dette en inngripning. Urmakeren snakker om gode og dårlige inngripninger. En god inngripning skal være slik at kraftoverføringen helst begynner på sentrumslinjen mellom de to hjulene, eller hjul og drev. Da har man en god inngripning, og kraftoverføringen blir god. Står hjulene for nær hverandre eller for langt ifra, får man en dårlig inngripning med krafttap. Dette er et noe omfattende, men viktig tema i urmakeriet.

Løper: Dette ordet kan ha en tosidig betydning. Ofte sier urmakeren at hjulverket løper. Det vil si at hjulverket beveger seg lett når det settes litt kraft på det. En annen betydning av ordet, er når en del settes i dreiebenken. Når det her sies at delen løper, vil det si at den ikke kaster når dreiebenken går. Det at to områder på en del løper mot hverandre, vil si at de ikke har noe kast i forhold

til hverandre. I eldre klokker, der aksene kan være skjeve, er dette spesielt viktig. Selv om aksne da løper i dreiebenken, kan det hende at hjulet og drevet kaster i forhold til hverandre

Matematisk pendel: På en matematisk pendel, tenker vi oss at hele tyngden er konsentrert i enden av en vektløs tråd. I virkeligheten finnes det ingen matematiske pendler. Hos den virkelige, eller fysiske pendelen, må man regne med at massen ikke er konsentrert i et punkt, ettersom pendelstangen også har en tyngde. For å finne en pendels matematiske lengde, må vi finne punktet der pendelen er i likevekt. Dette kan man gjøre ved å legge pendelen over for eksempel en finger. Avstanden fra punktet man finner til pendelens opphengspunkt, kaller vi den matematiske pendelen, eller den reduserte pendellengden.

Velsningsbue: Velsningsbuen er buen på tannhjulstannen. Det finnes teoretiske regler for hvordan en velsningsbue skal være i forskjellige typer inngrippinger.

Vindfang: Vindfanget sitter på den siste akselen på slagsiden. Den er festet til akselen med et hult rør. Selve vindfanget sitter da på utsiden av den bakre verkplaten. Den består på dette urverket av en lang metalled, med et metallblad på hver ende. Disse kan justeres i forskjellige vinkler, alt etter hvilken luftmotstand man ønsker. Vindfangets rolle er å bremse slaget, slik at det går med den hastigheten som er ønskelig.

Viserfriksjon: De aller fleste klokker og ur kan stilles. Det er nødvendig med en mekanisme som gjør dette mulig uten at hjulene i løpeverket blir skadet. Som regel foregår det ved at et hjul sitter på en akse med en friksjon som er stram nok til å følge med klokken eller urets gang, men som er løs nok til at hjulet kan dreies fremover uten at hjulet det sitter festet på blir ødelagt.

Kilder

De Sandvigske Samlingers årbok 1976-1979, Klokkemakerhandverk i det gamle Fåberg

Hansen, Marius: *Teoretisk Urmakerlære, for dag - og aftenskolen*. A/S Comersio Oslo 1944

Hultengren, Rudolf: *Skog- og landarbeideren 11-12 -64 Tiden gjennom århundrene*

Immerslund, Knut: *Abraham Pihl – prest, prost og tusenkunstner*. Opplandske Bokforlag. ISBN 978-82-7518-173-0

Ingstad, Olav: *Urmakerkunst i Norge*. Gyldendal Norsk Forlag A/S 1980. ISBN 82-05-11759-4

Krohn, Randi: *Abraham Pihl – Prost og klokkemaker*

Lillehammer Tilskuer 5-4-72: Klokkemakerkunsten sto høyt i gamle dager

Pedersen, Gustav: *Urmakeriet i vor tid*. H. Aschehoug & co.s FORLAG 1894

Nordenfjeldske Kunstindustrimuseums årbok 1959 – 1960

Sandstrøm, Svend: *Urlæra*. ISBN 91-630-5367-65

Tallqvist HJ: *Urens och urteknikens historia*. Björck & Börjessons bokförlag Stockholm 1939

The British Horological Institute Ltd: Concervation of Clocks and Watches. ISBN 0 9509621 47

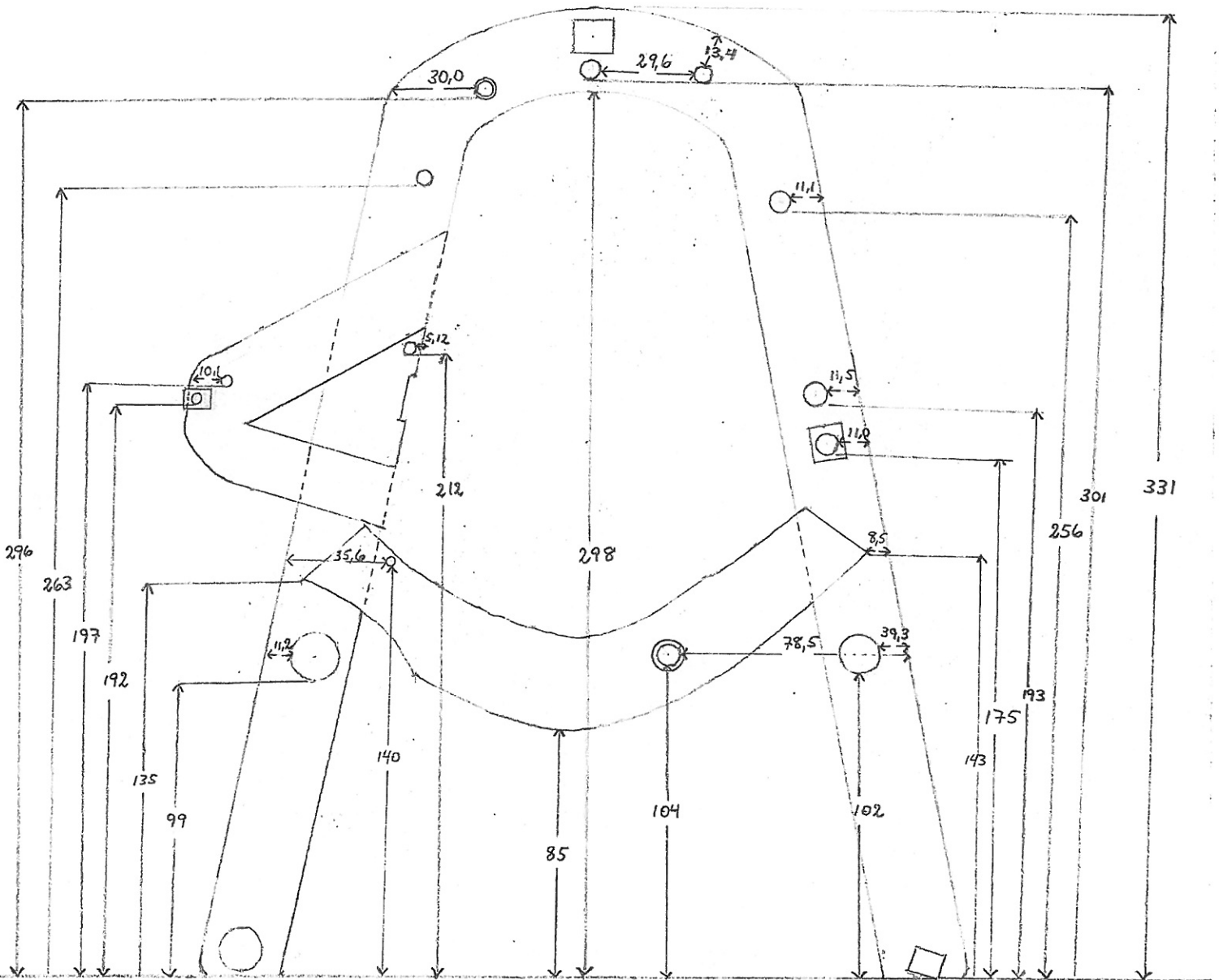
Lillehammer Tilskuer 7-10-67: Noen trekk av klokkemakerkunstens historie i Norge

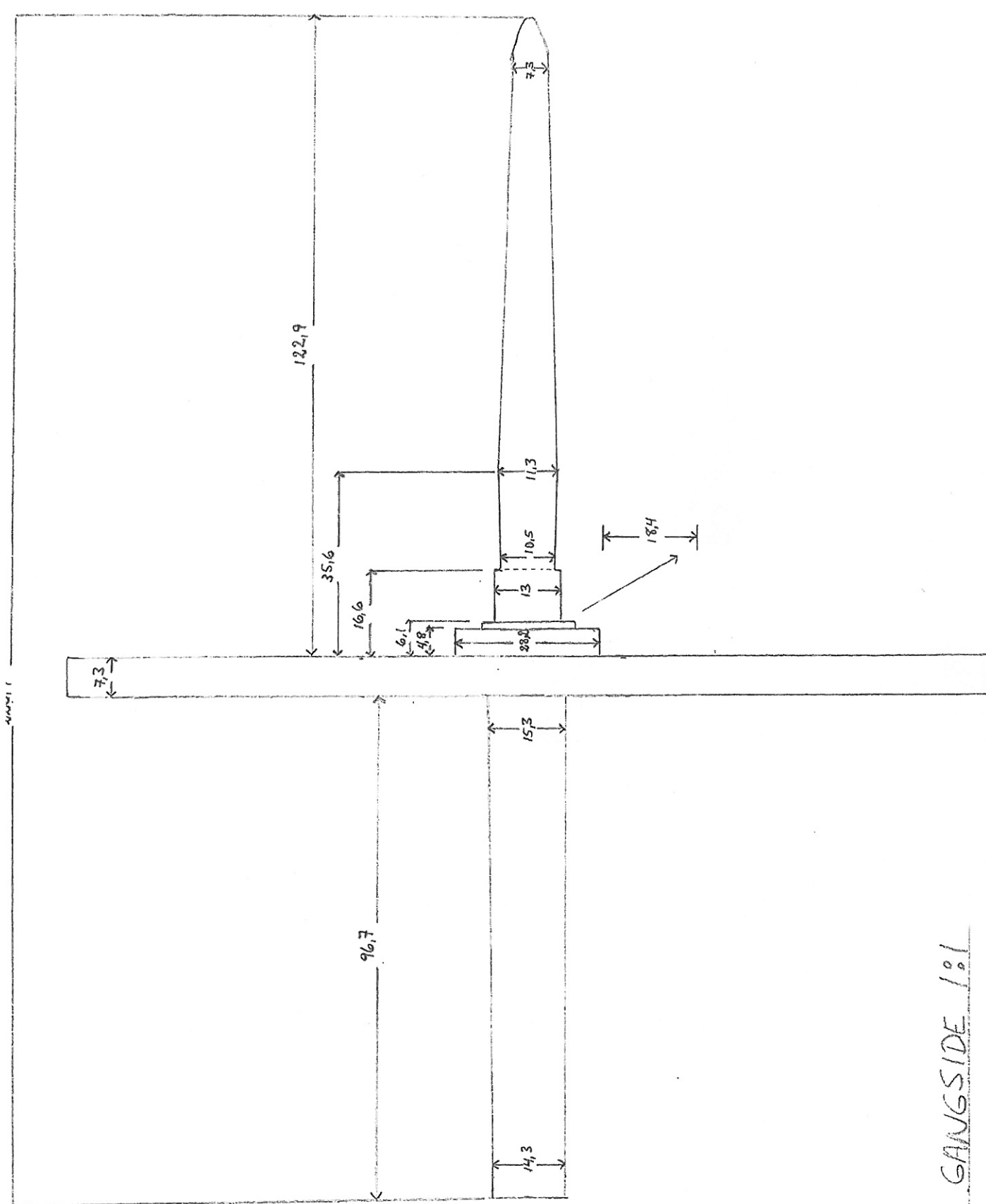
Veileder til Håndverksavdelingen Maihaugen 1949

Innholdsliste

Verkplate viserside	s. 1
Valsehjul gangside	s. 2
Valsehjul gangside med sperr	s. 3
Valse gangside uten valsehjul	s. 4
Sperrhjul gangside	s. 5
Store mellomhjul fra siden	s. 6
Store mellomhjul og drev forfra	s. 7
Lille mellomhjul fra siden	s. 8
Lille mellomhjul og drev forfra	s. 9
Ganghjul fra siden	s. 10
Ganghjul og drev forfra	s. 11
Hake med akse	s. 12
Pendelføringsarm	s. 13
Valsehjul slagside med sperr	s. 14
Valse slagside uten valsehjul	s. 15
Sperrhjul slagside	s. 16
Hammerløftehjul fra siden	s. 17
Hammerløftehjul og drev forfra	s. 18
Tilløpshjul fra siden	s. 19
Tilløpshjul og drev forfra	s. 20
Akse til vindfang	s. 21
Vindfang	s. 22
Sperrhjul, rør og vingebakke til vindfang	s. 23
Viser øvre del	s. 24
Viser nedre del	s. 25
Slaginndelingshjul fra siden	s. 26
Slaginndelingssskive bakside	s. 27
Stjernehjul	s. 28
Jernplate tilhørende slaginnndelingshjulakse	s. 29
Jernplate tilhørende slaginnndelingshjulakse med skruer	s. 30
Akse festet til timeviser	s. 31
Tilløpsarm	s. 32
Stopparm til rekke og utløservinge	s. 33
Stopparm slag	s. 34
Verkplate med hammer	s. 35
Slagrekke forfra	s. 36
Slagrekke fra siden	s. 37
Slagrekke med messingrør	s. 38
Fjær til slagrekke	s. 39

VERKPLATE VISERSIDE 1:2



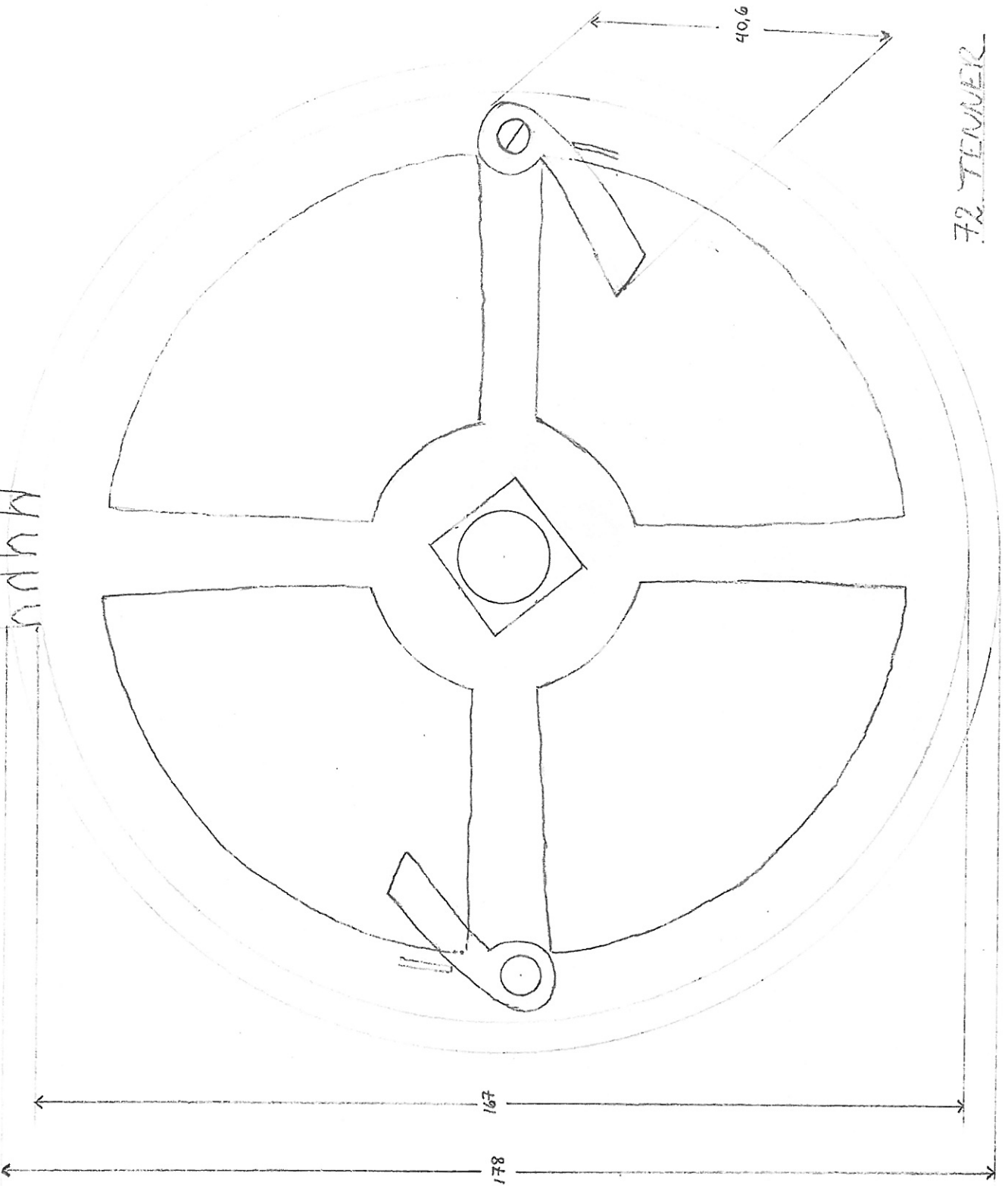


VALSEHJUL GANGSIDE 1:1

VALSEHJUL

GANGSIDE 1:1

← 11,42
3,46
3,86



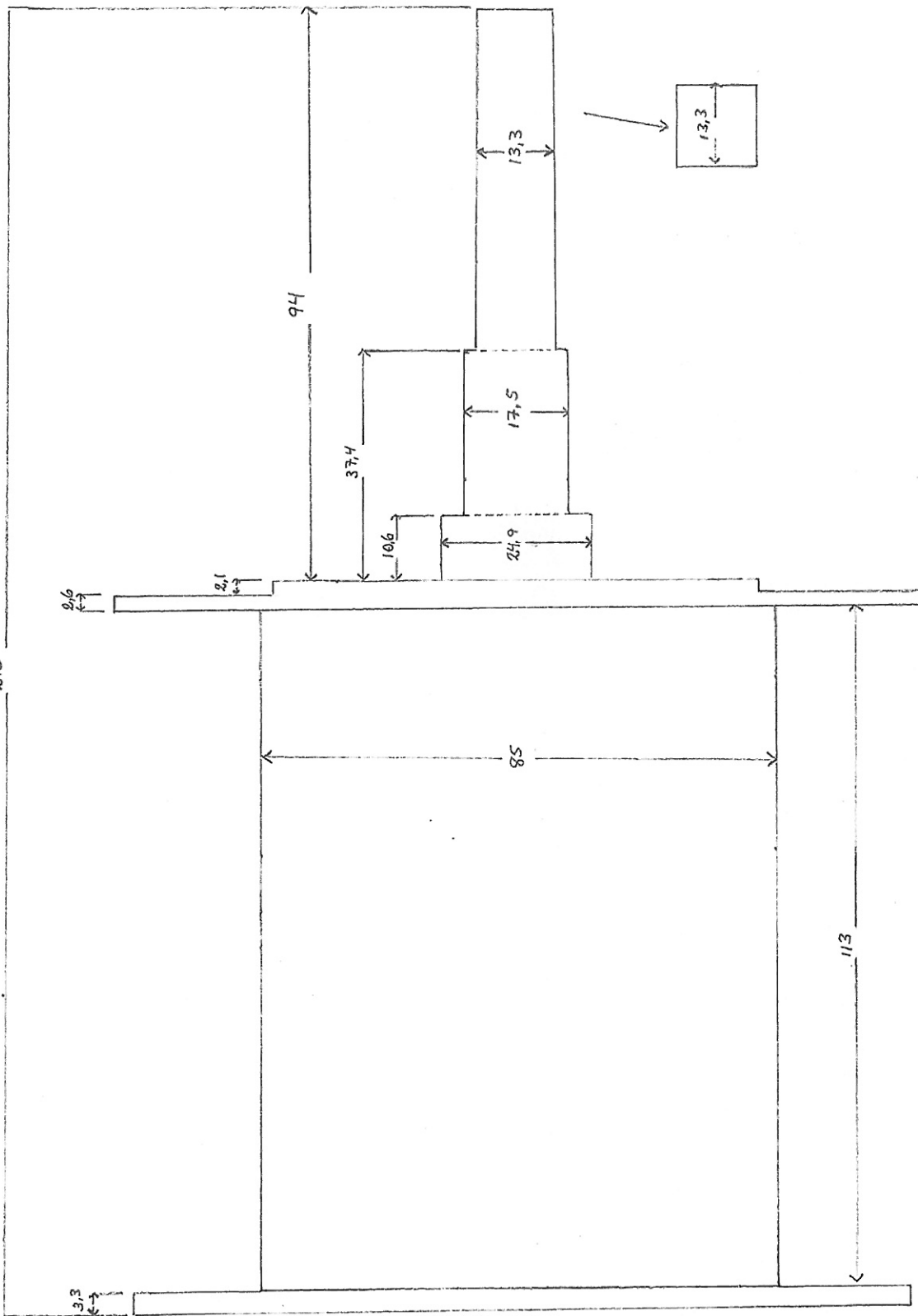
72 TENNER

VALSE GAUSSIDE

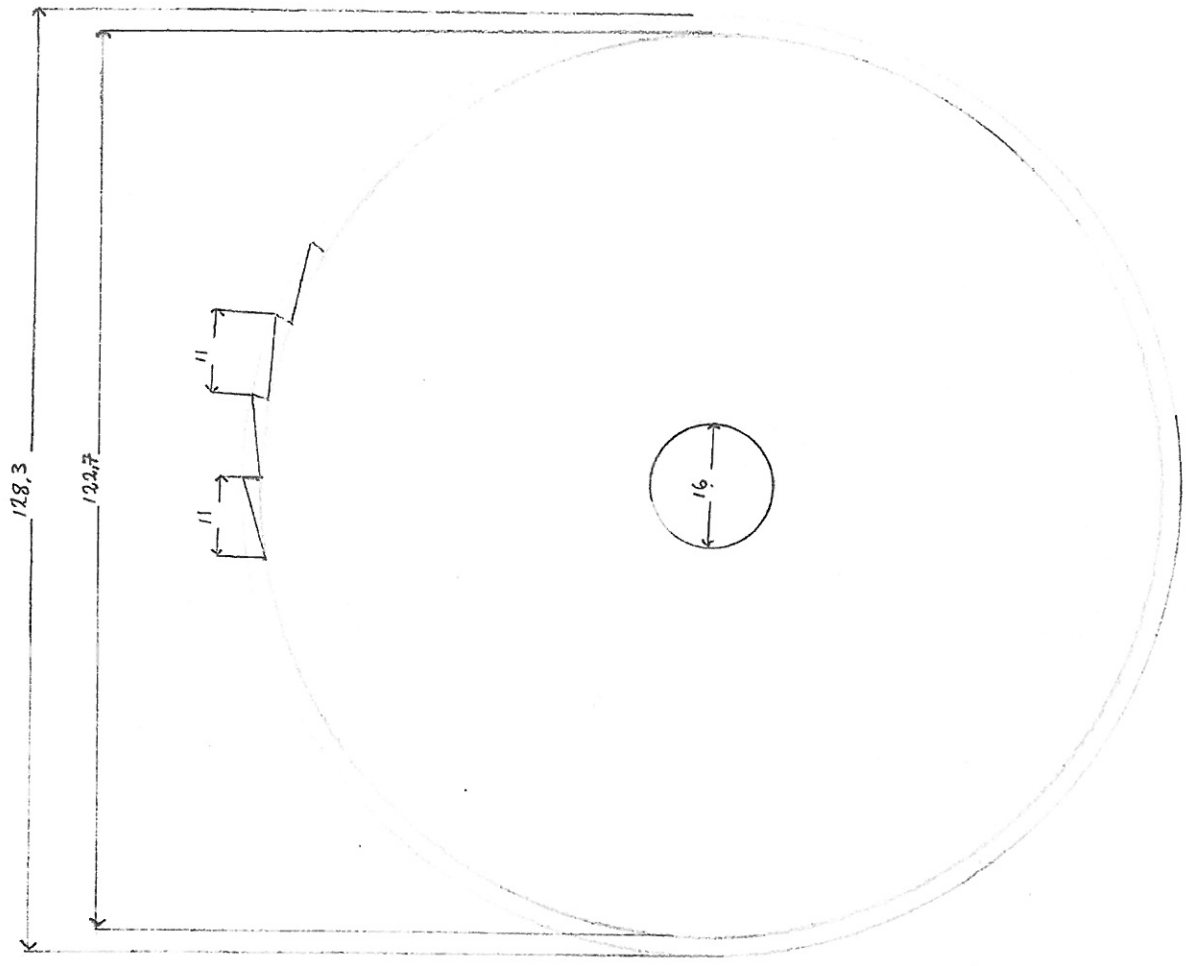
UTEN VALSEHUUL

101

4.

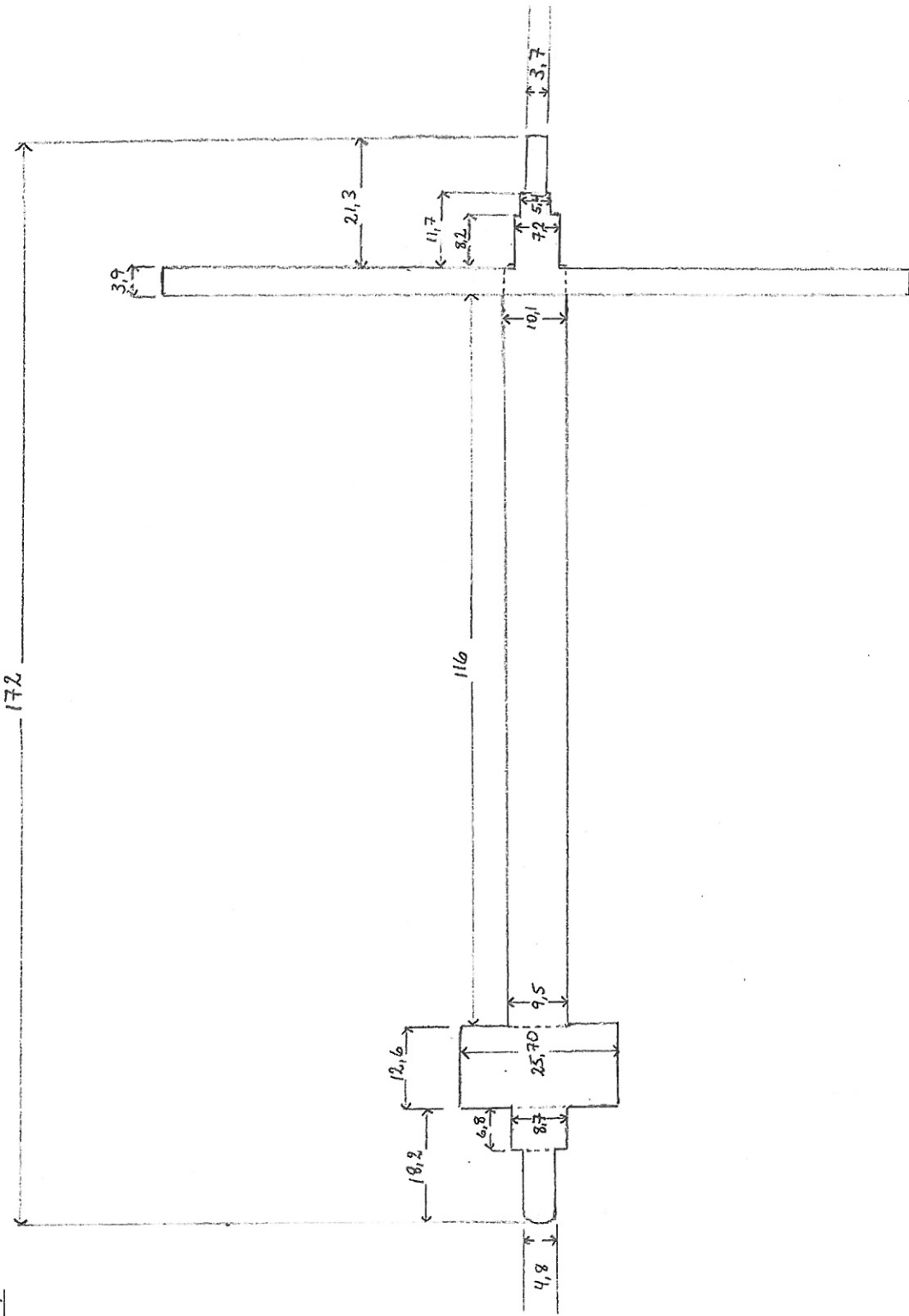


SPECIFIKAL GANGSIDE 1:1

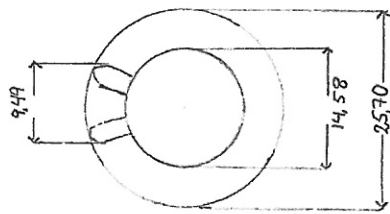
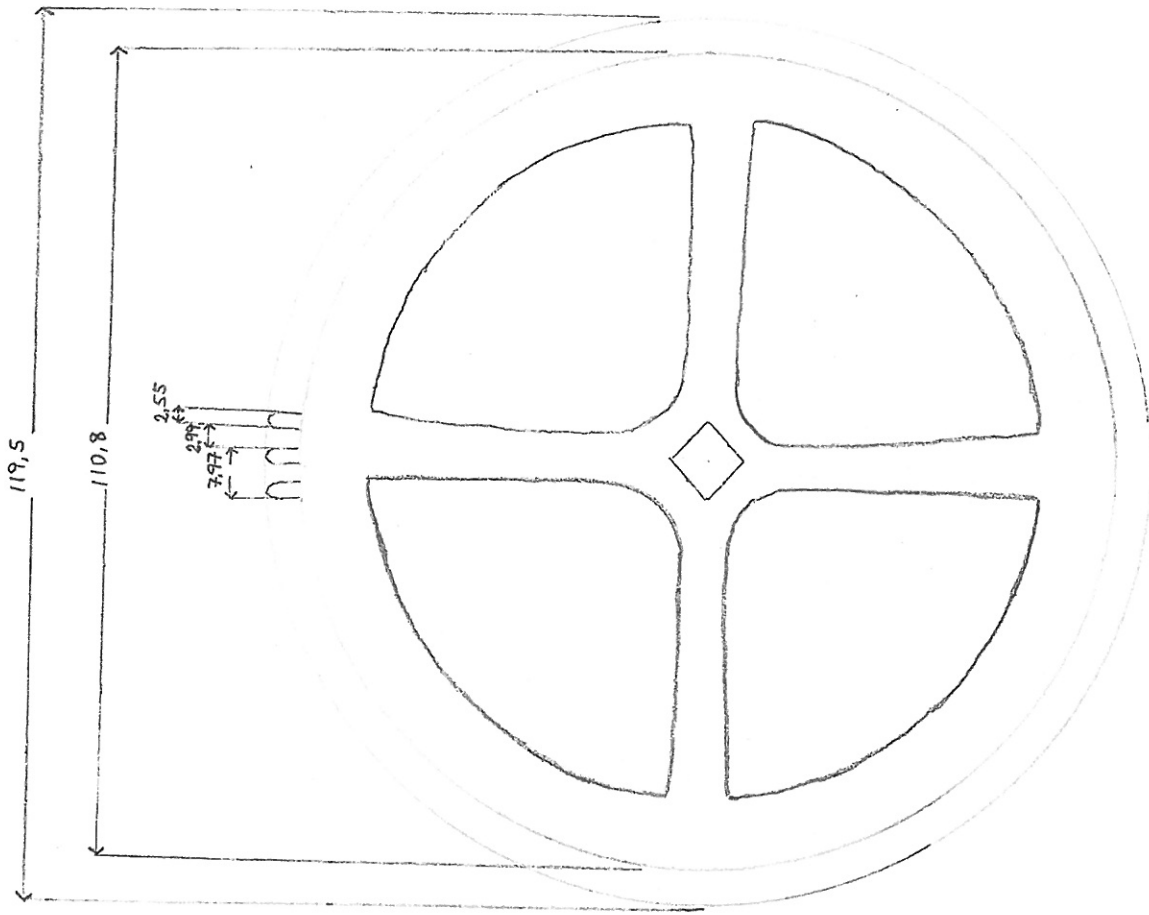


37 TENNER

STORE MELLONMILLUL 101



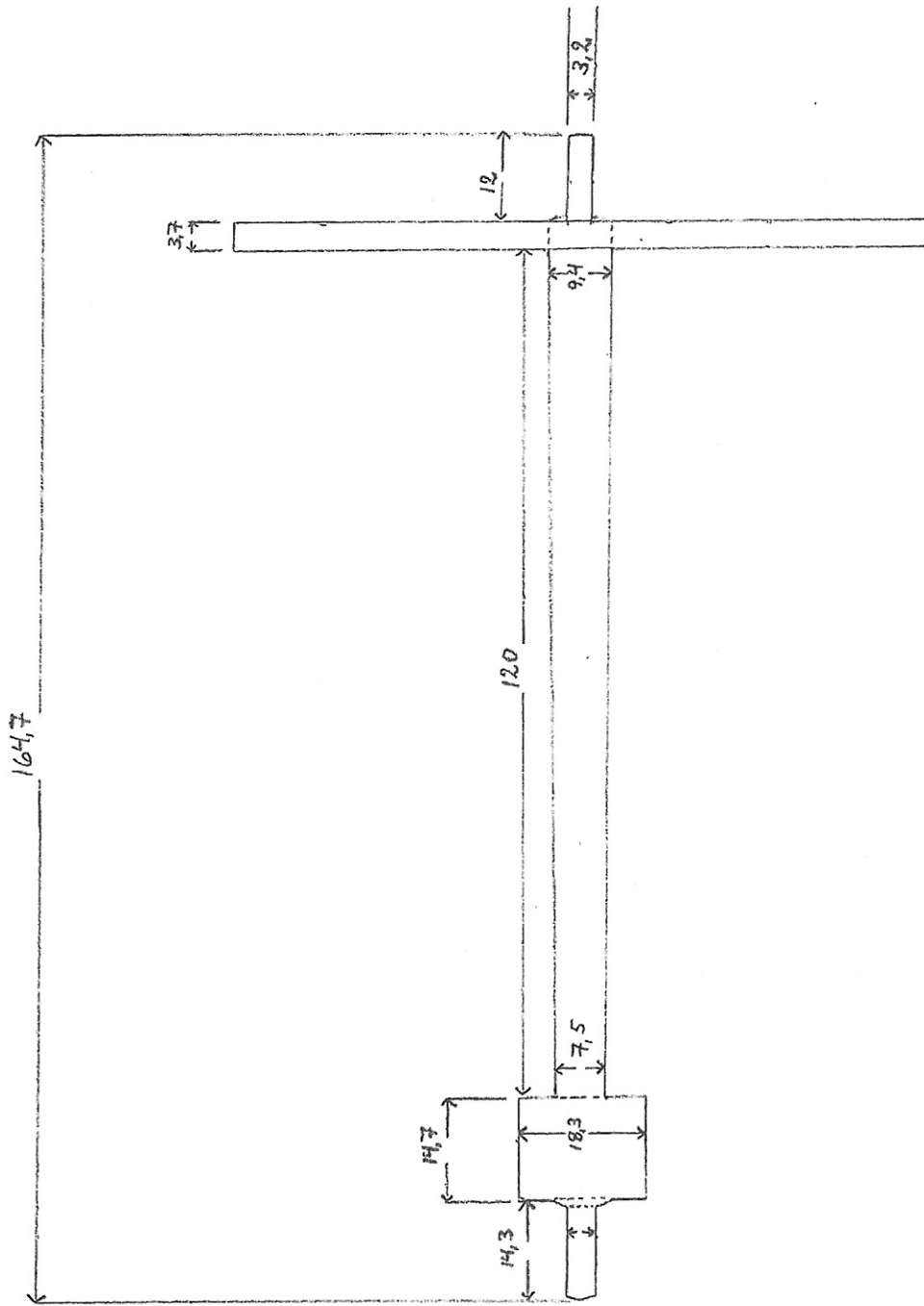
STORE MELLOMHJUL
OG DREV 181



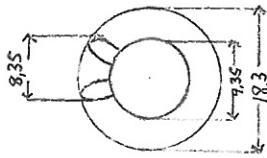
10 TENNER PÅ DREV
TANNUTYKKEELSE: 30
TANNMELLOMROM: 2,92

GH TENNER

LILLE MELLOMHAJUL 1:1



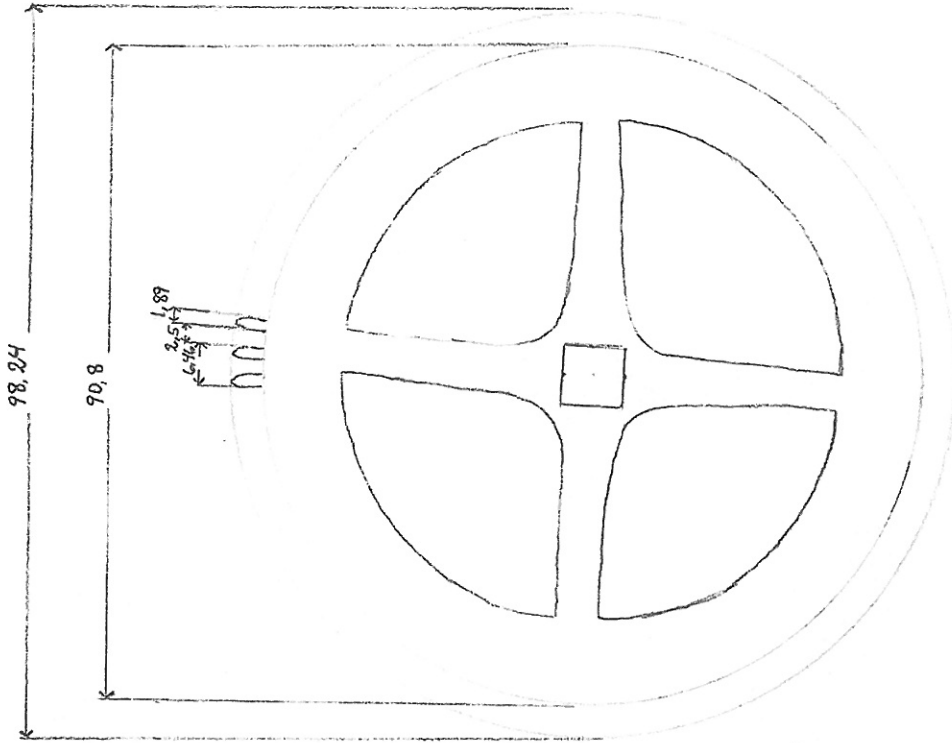
LILLE MELLOMHJUL OG DREV 1:1



8 TEMNER PÅ DREV

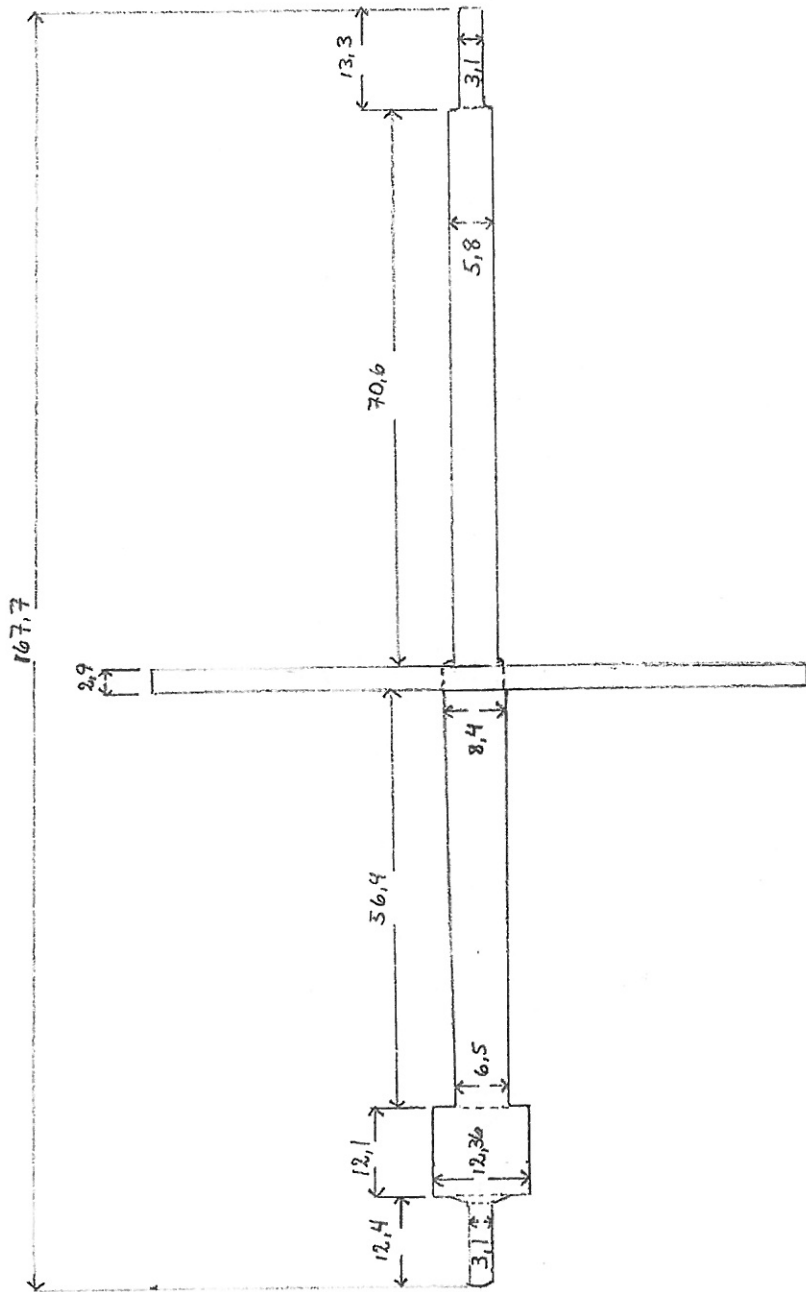
TANN TYKKELSE: 2,79

TANNMELLOMRUM: 2,12



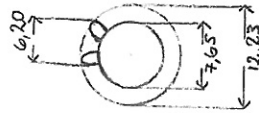
64 TEMNER

GANGHJUL 101



GANGHJUL OG DIREK 131

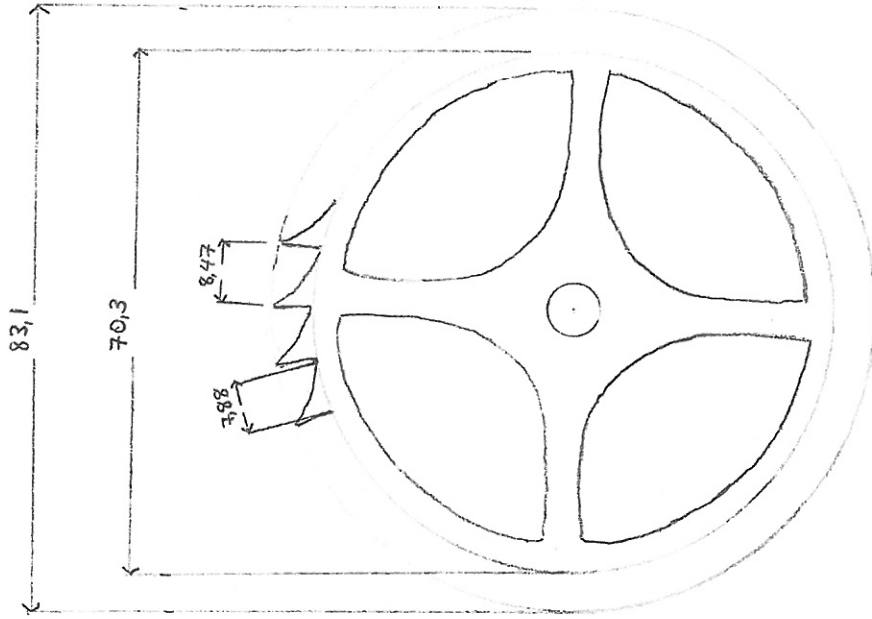
11.



8 TENNER PÅ DIREK

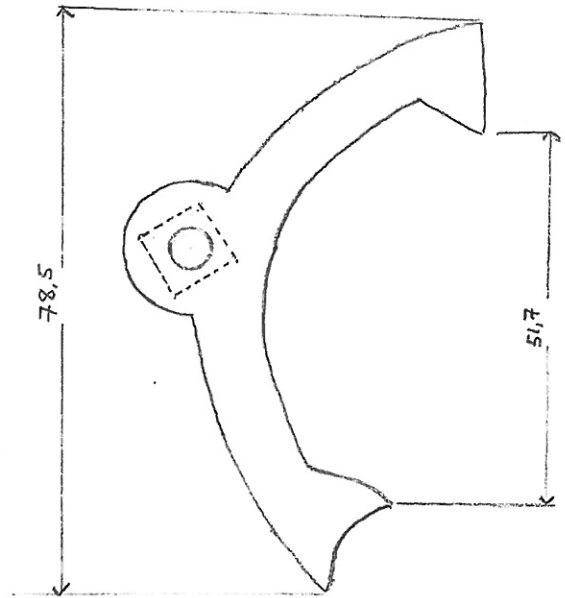
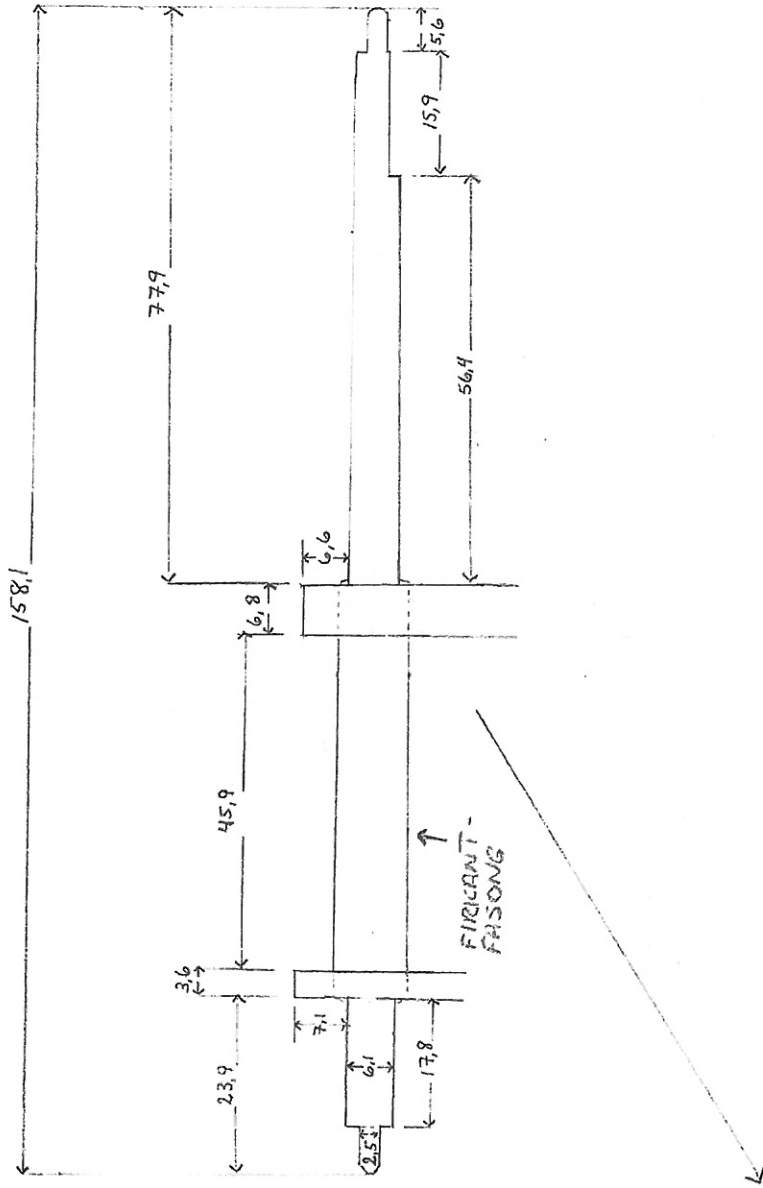
TANN TYKKELSE: 1,88

TANNMELLEMROM: 1,63

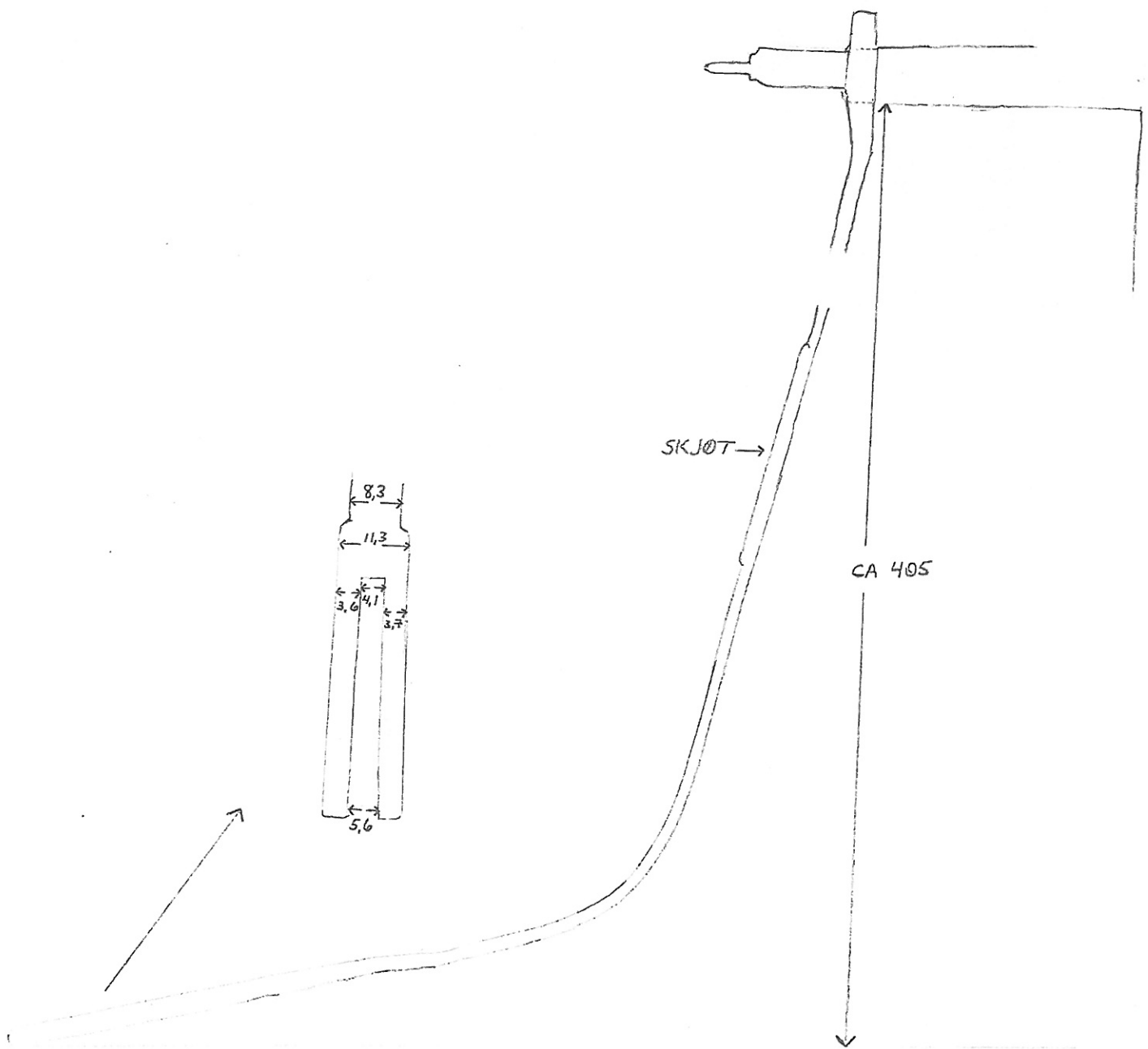


30 TENNER I HJUL

HÅKE MED AKSE 181



PENDELFØRINGSARM 1:1

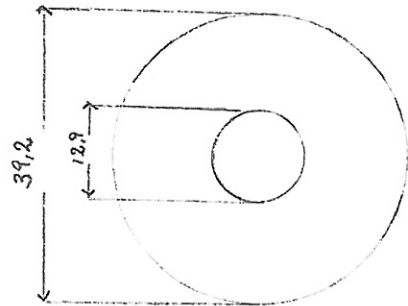


VÆLSEHJUL

SLAGSIDE OG

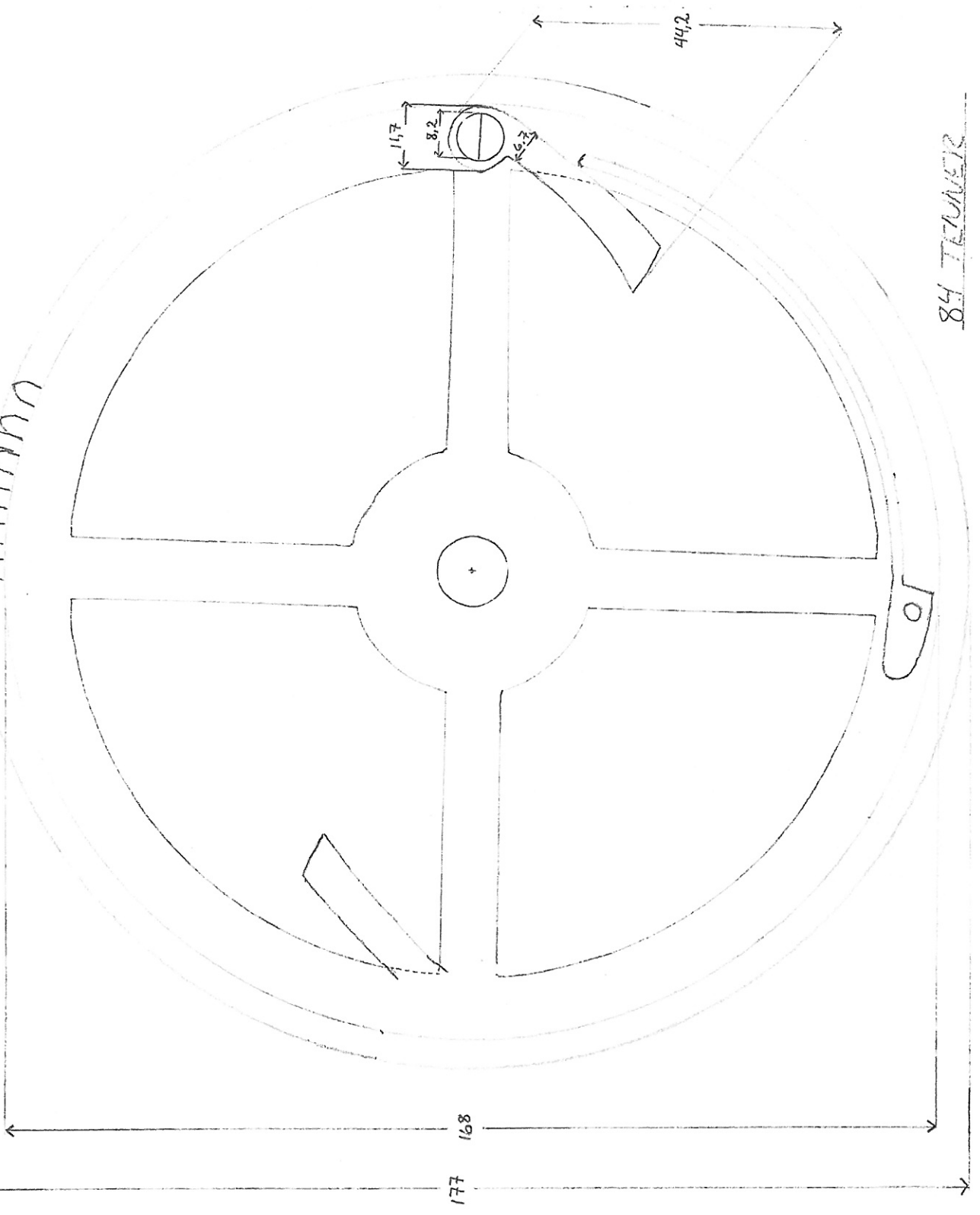
HOLDESÆKKE 1:1

14.



9.52
3.28
3.07

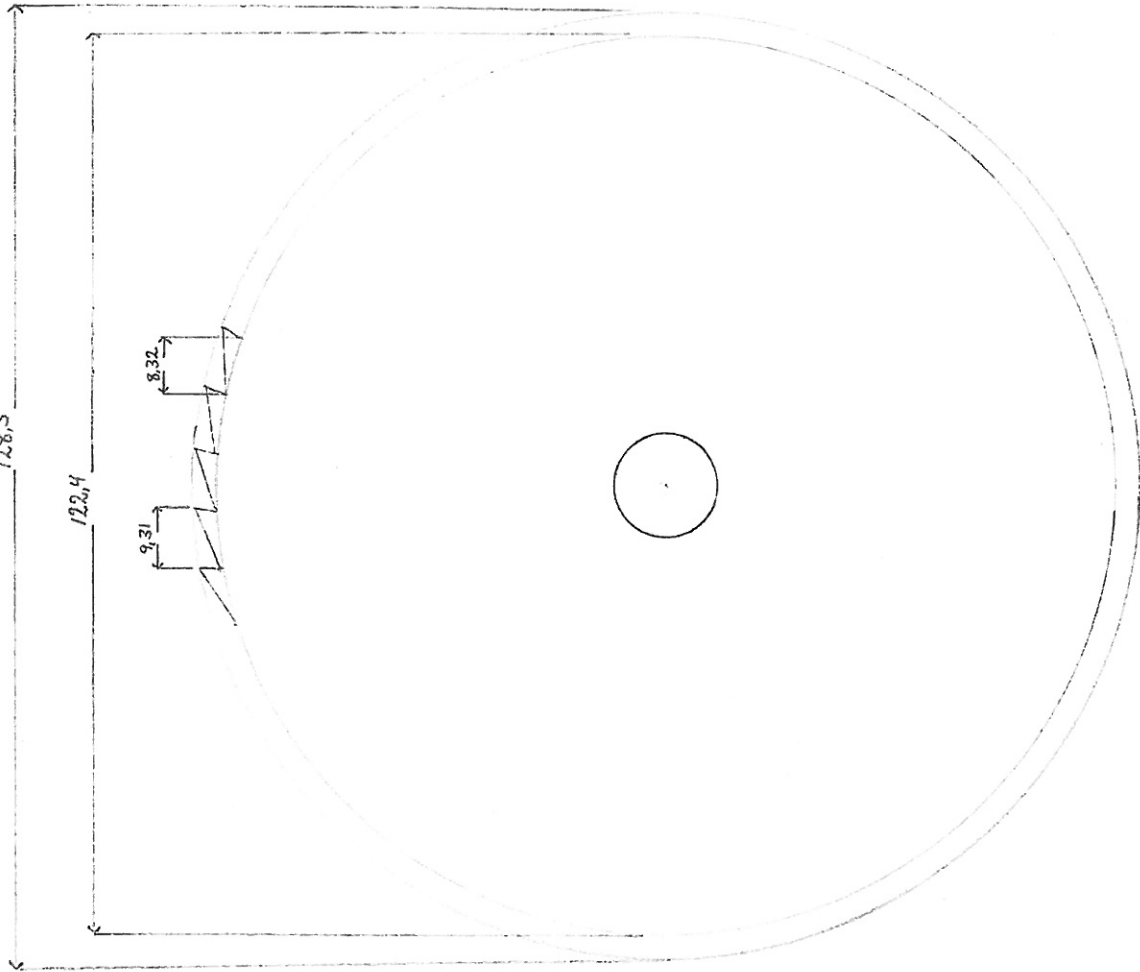
Handwritten scribbles



84 TEJNER

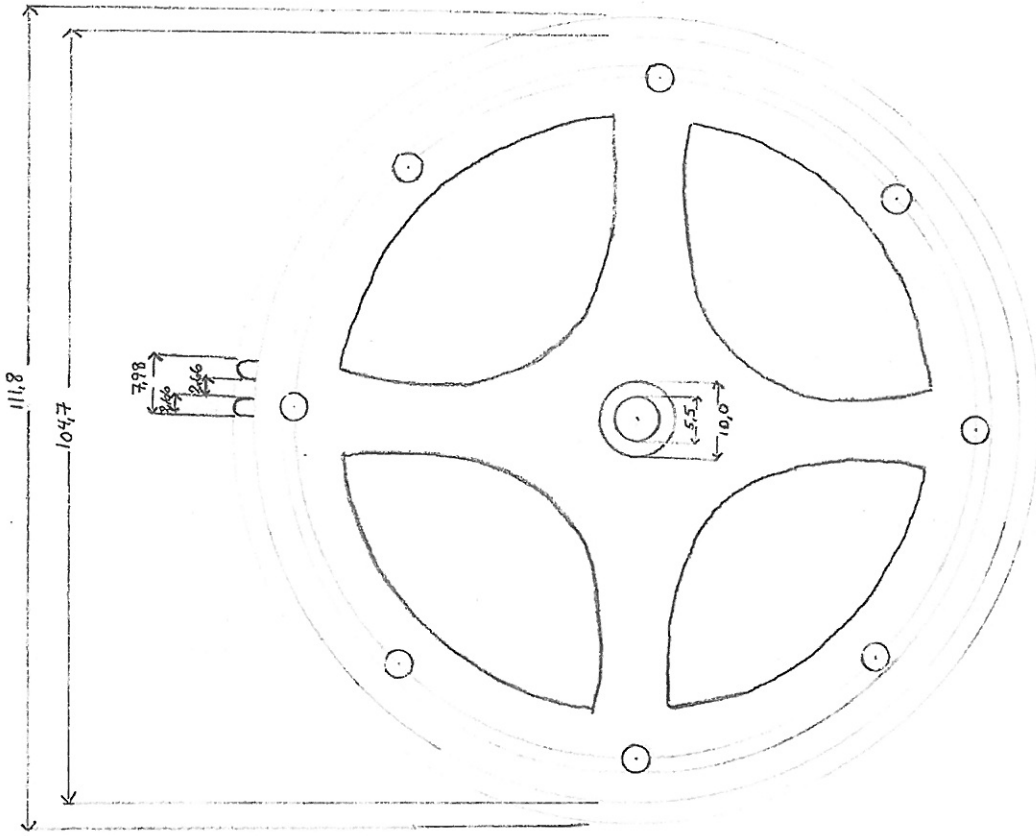
SPERRHJUL SLAGSIDE 1:1

16.

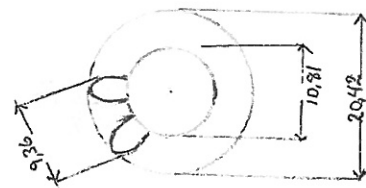


44 TENNER

HAMMERLOFTCHUL - OG DREV 1:1



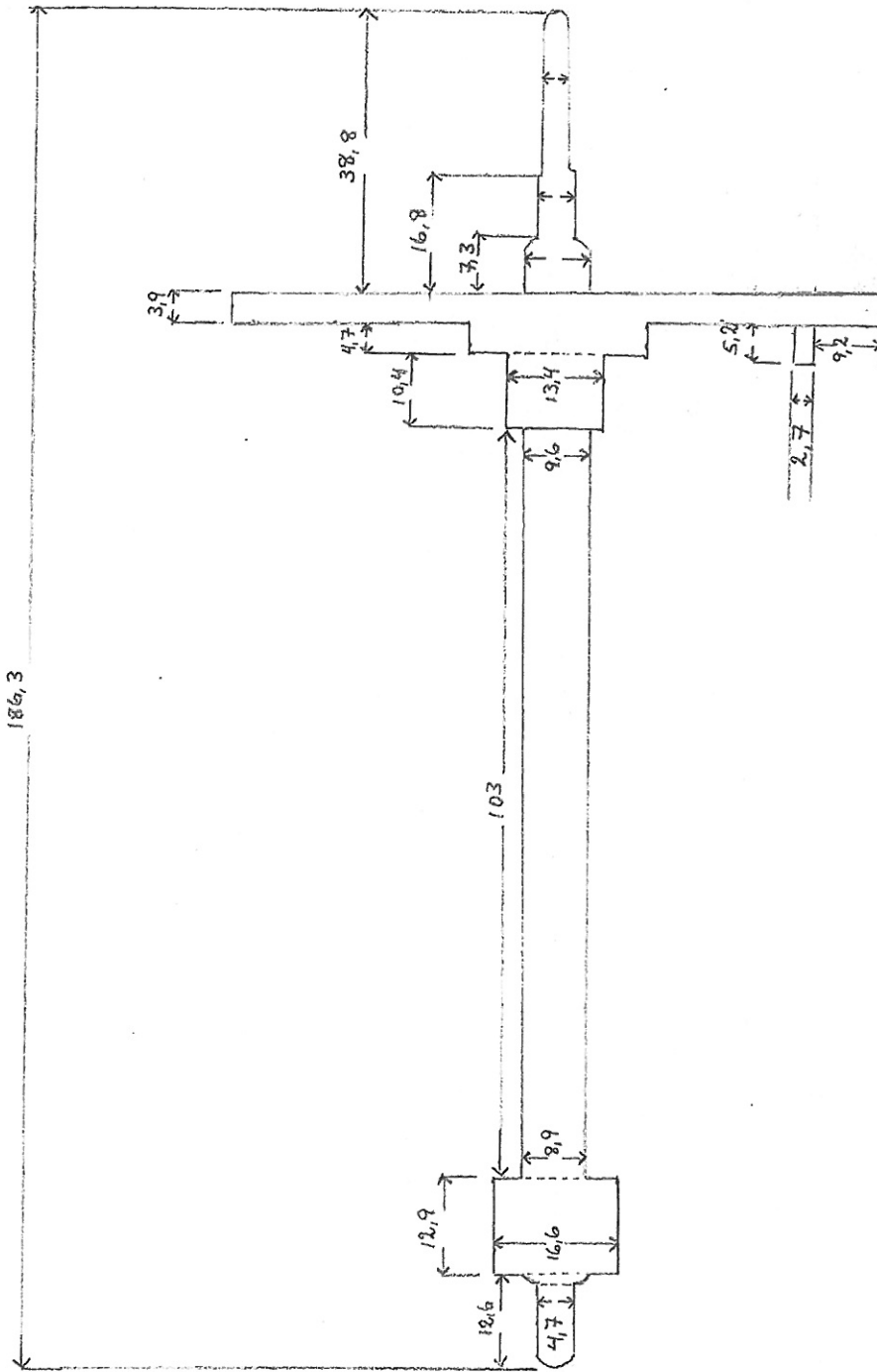
64 TEMNER



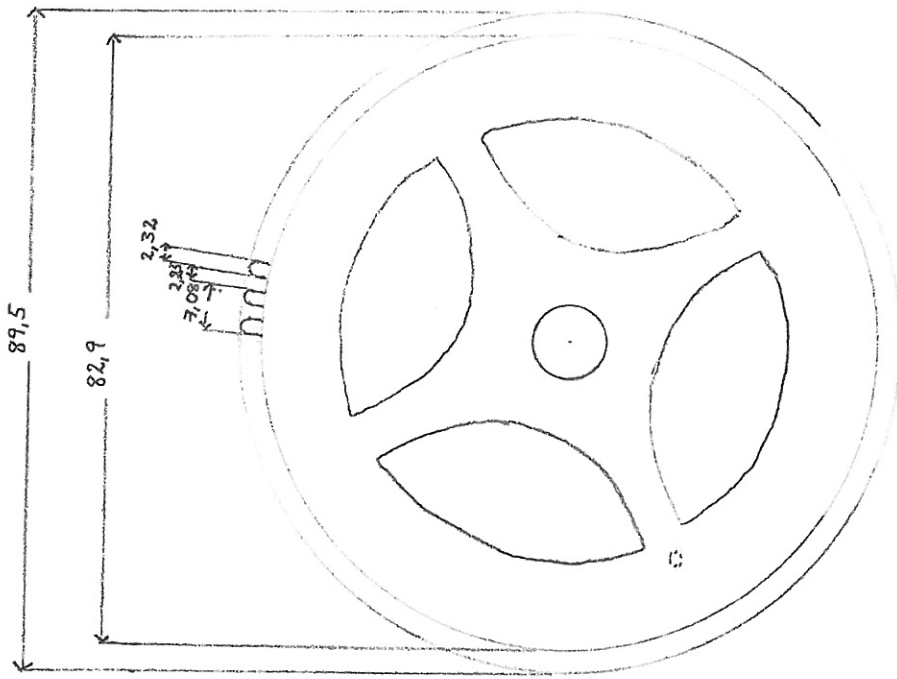
8 TEMNER PÅ DREV

TANNTYKKEELSE: 2,98 TANNMELLOMROM: 2,29

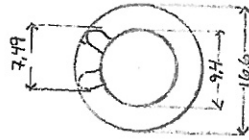
TILLOPSHJUL 1:1



TILLOPSSHJUL OG DREV 181



56 TENNER

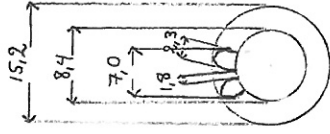


8 TENNER PÅ DREV

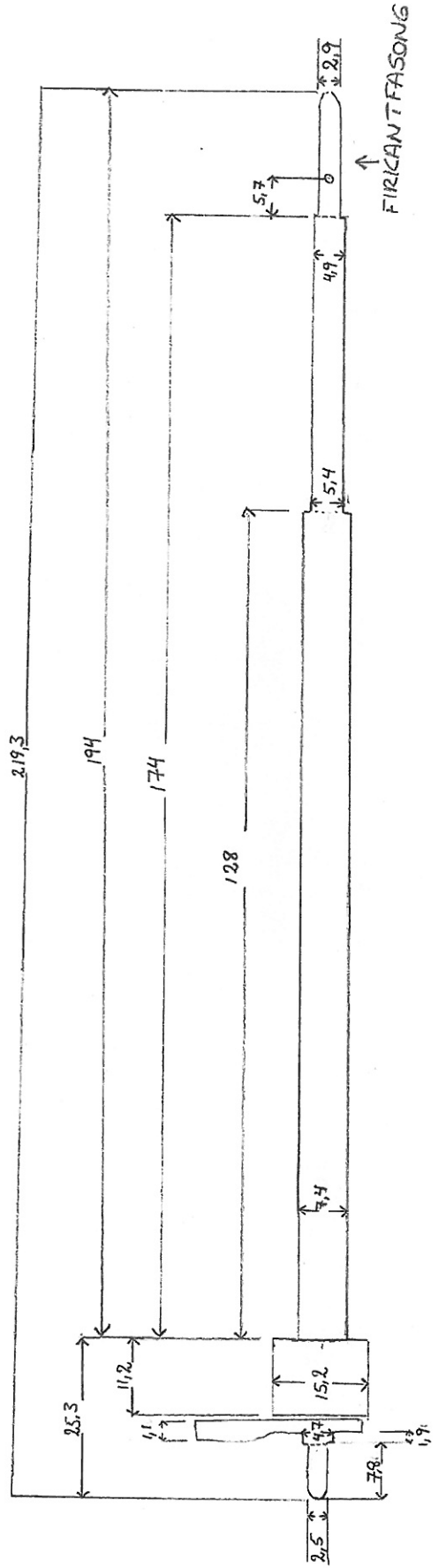
TANNTYKKESE = 2,44

TANNMELLOMRUM = 2,12

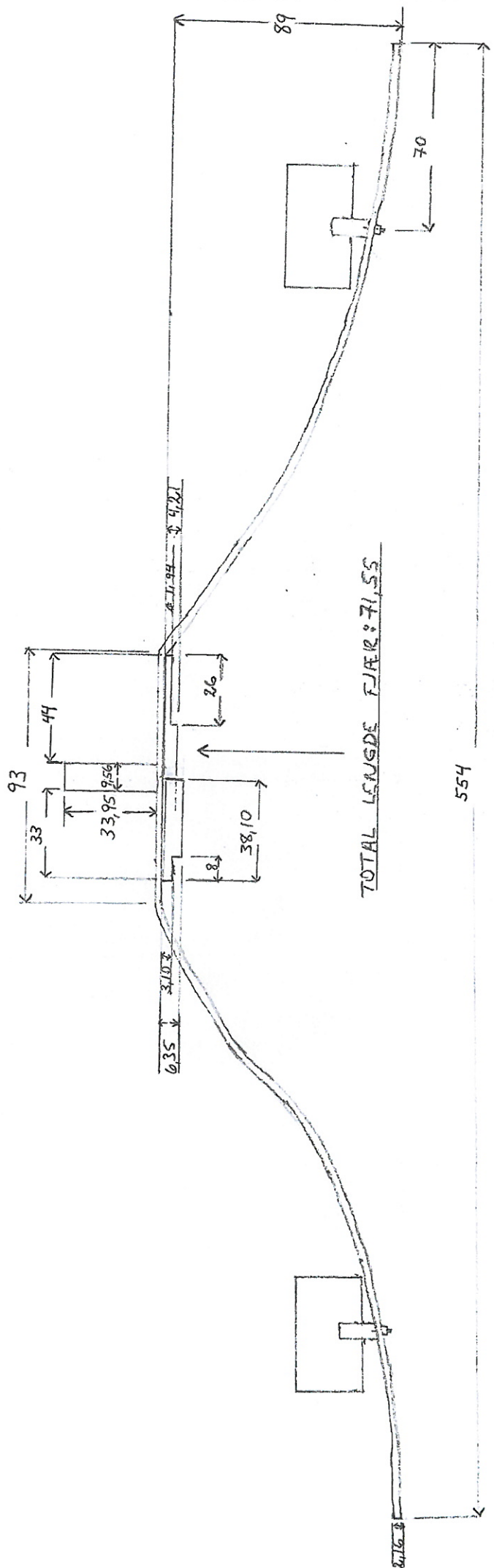
AKSE TIL VAUDFANG 1:1



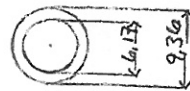
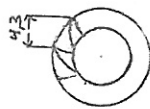
8 TENNER 1 DREV



VINDFANG 1:2

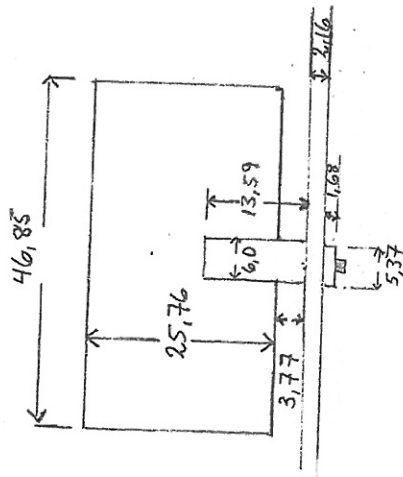


SPERICHJUL TIL VINDFANG, RØR TIL AKSE VINDFANGS OG VINGE TIL VINDFANG 131

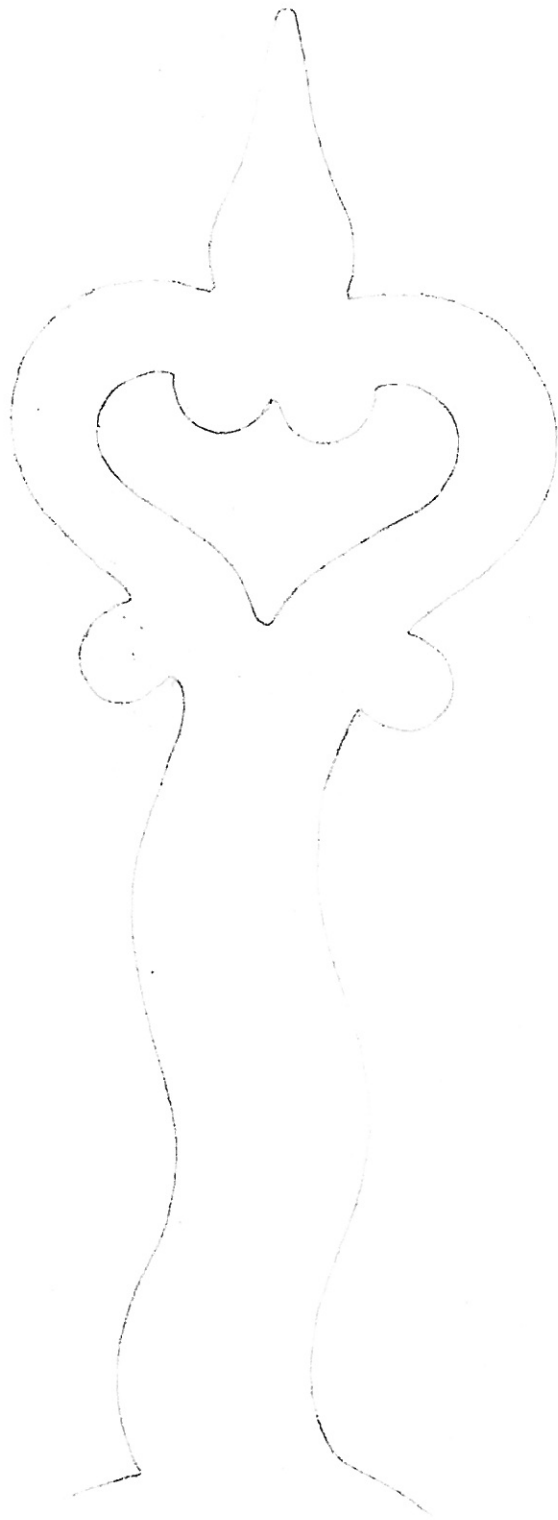


TILMÆRKNELSE BUNN 312

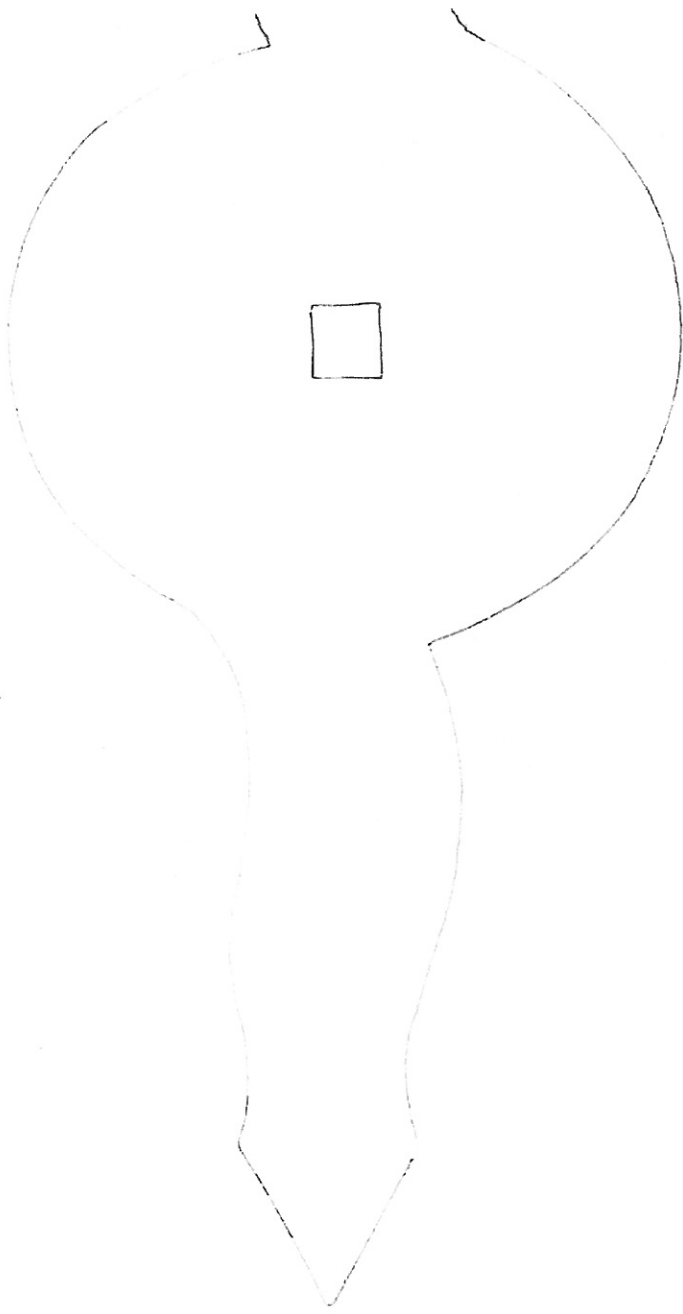
9 TENNER



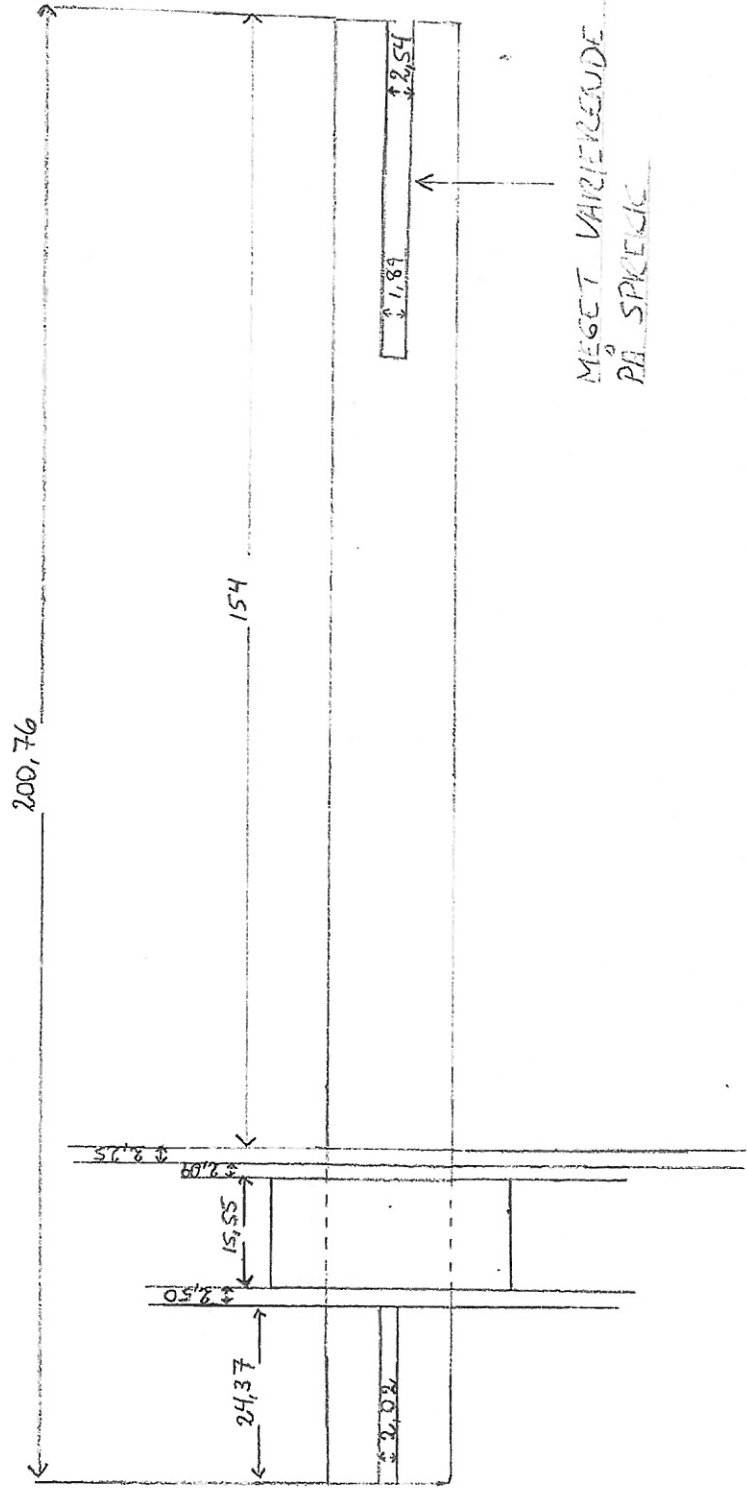
VISER ØVRE DEL 1:1



VISER, MEDIRE DEL HULL TIL AKSE 1:1



SLAGINDELINGSHJUL FRA SIDEN 1:1



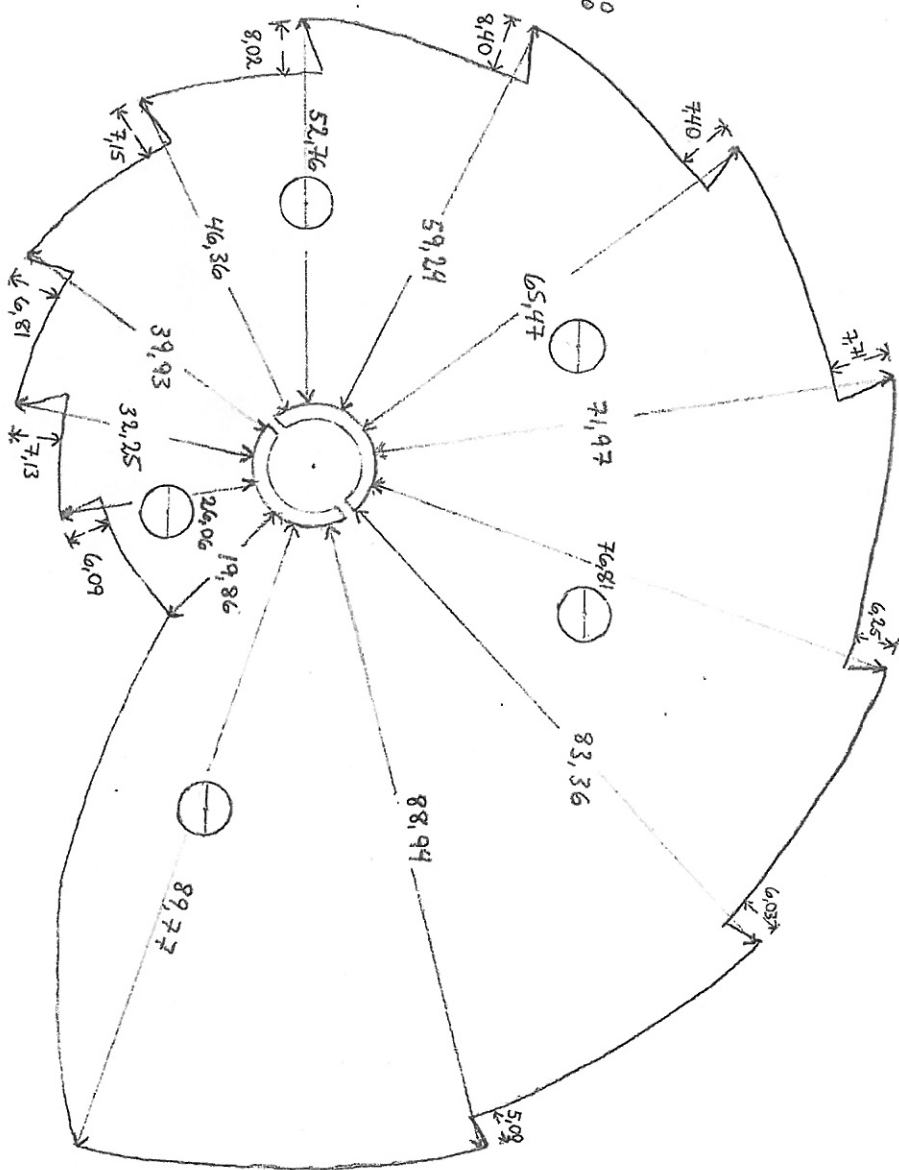
SLAGIUNDELINGSKIVE BAKSIDE MED SKROGGE L1

DIA AKSE IJUTTL

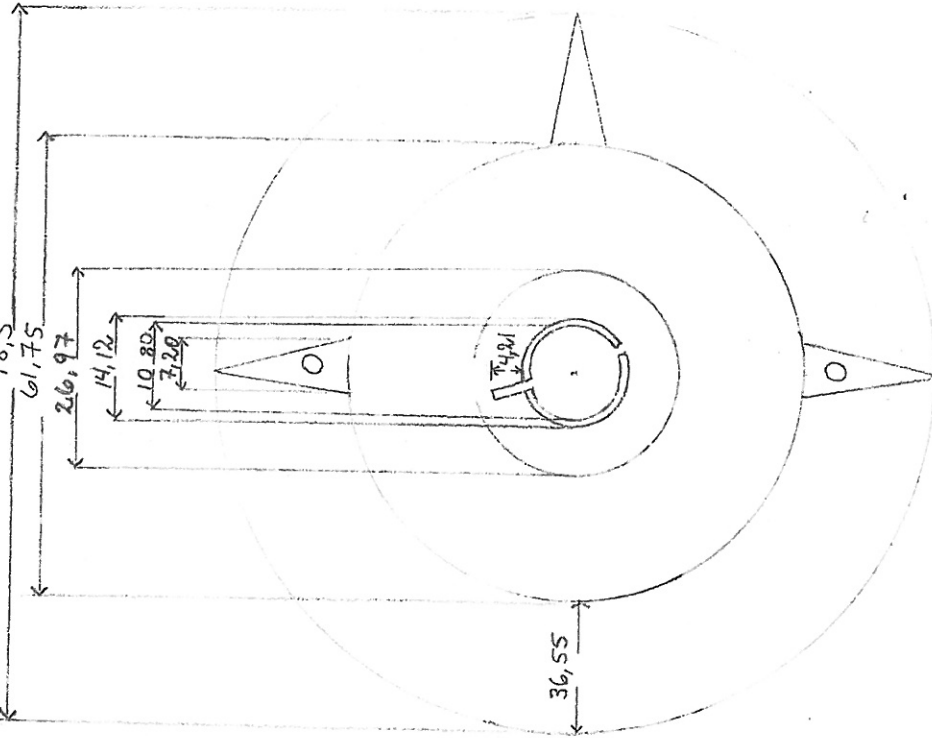
SLAGIUNDELINGSKIVE

15,03

27



STJERNEHJUL PÅ SLAGINDELINGSHJULS AKSE
SAMT ENDE AV AKSE MOTSATT SIDE 1:1

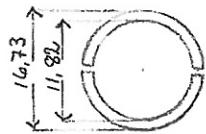


TOTALT 12 TENNER

TANNMELLOMROM

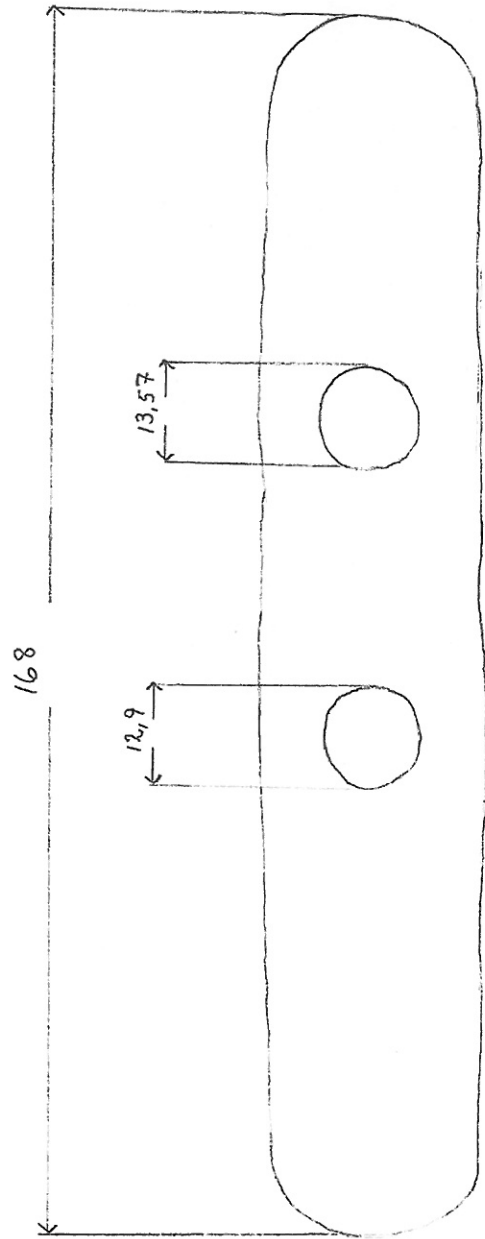
VARIERER MELLOM

9,18 - 10,89 MM.



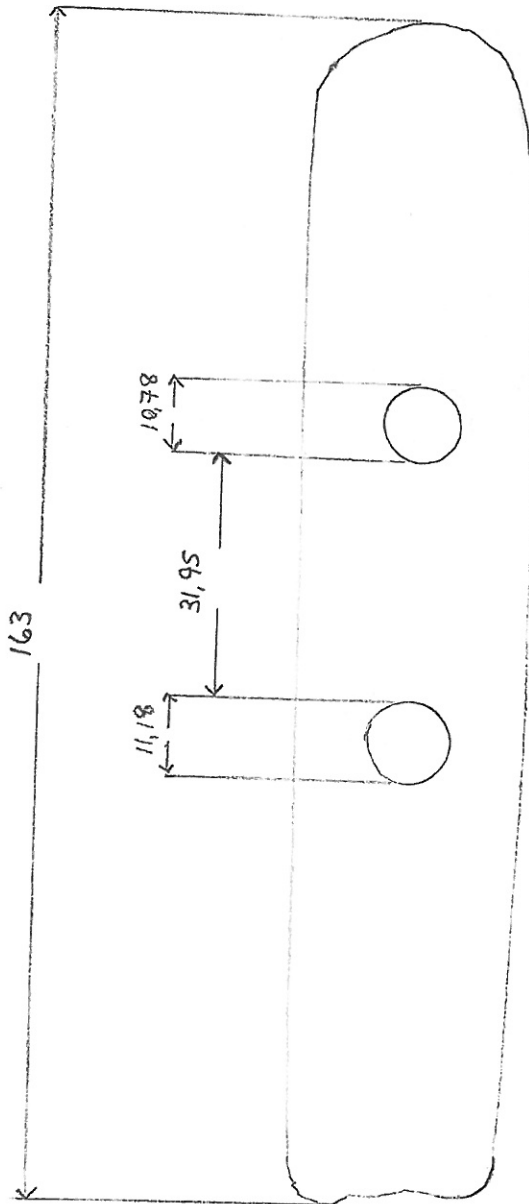
AKSE INN MOT URVERK

JERNPLATE TIL YTTERST PÅ RØR FRA SLAGINDELINGSHJULET 181

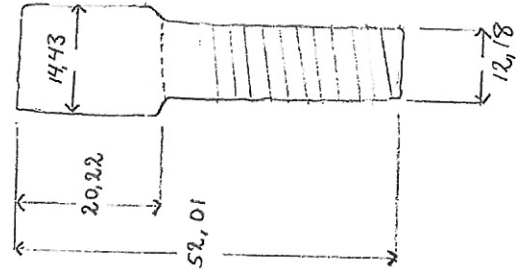
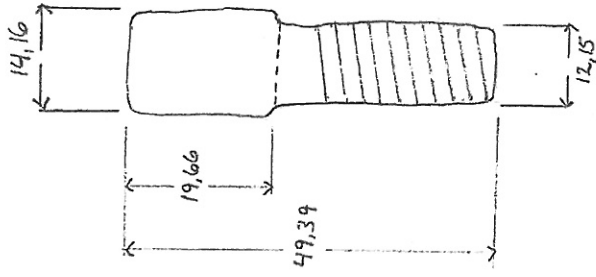


DEL UTEN GJENGER.

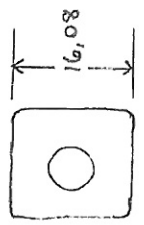
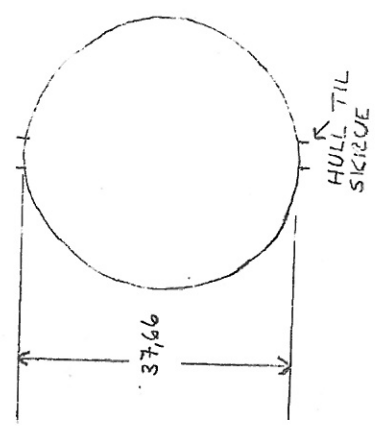
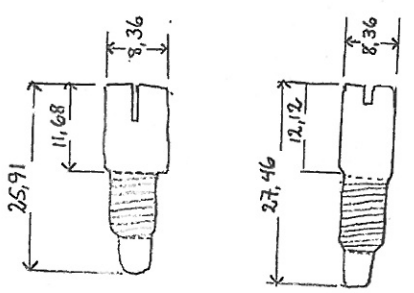
JERNPLATE TIL YTTERST PÅ RØR FRA SLAGUNDELINGS-
HJUL OG TILHØRENDE SKIVER 1:1



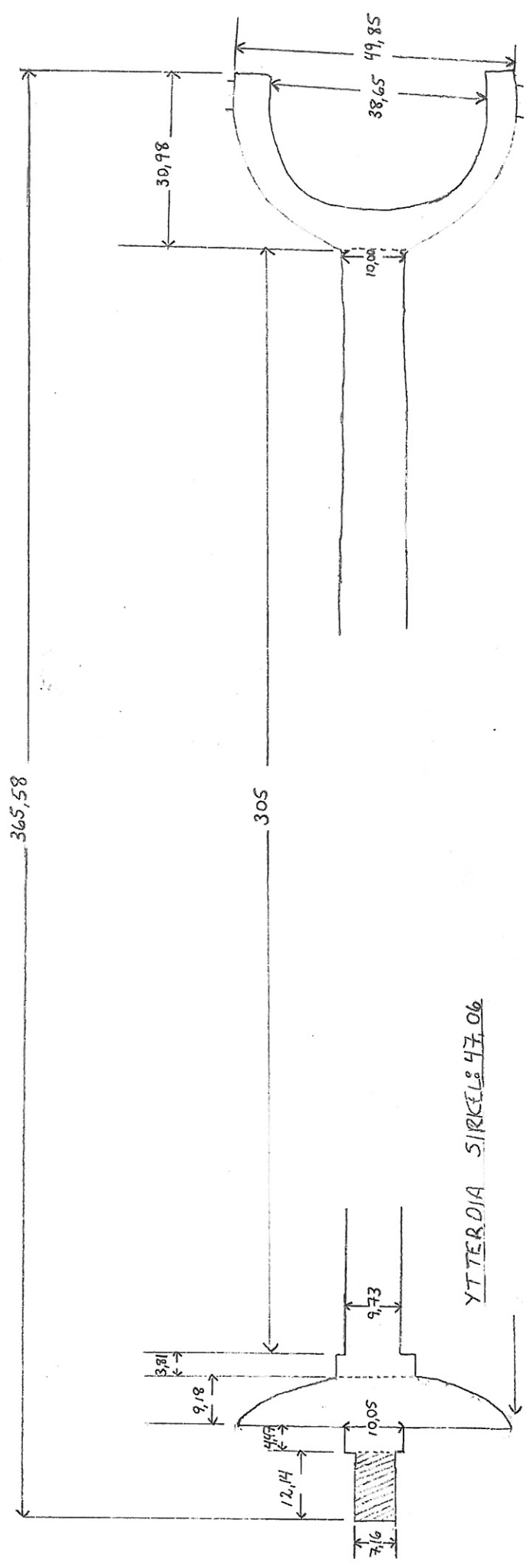
DEL MED GJENGER



AKSE M FESTE TIL TIMEVISER
 TILHØRENDE MUTTER, SKRUE OG
 SKIVE 1:1

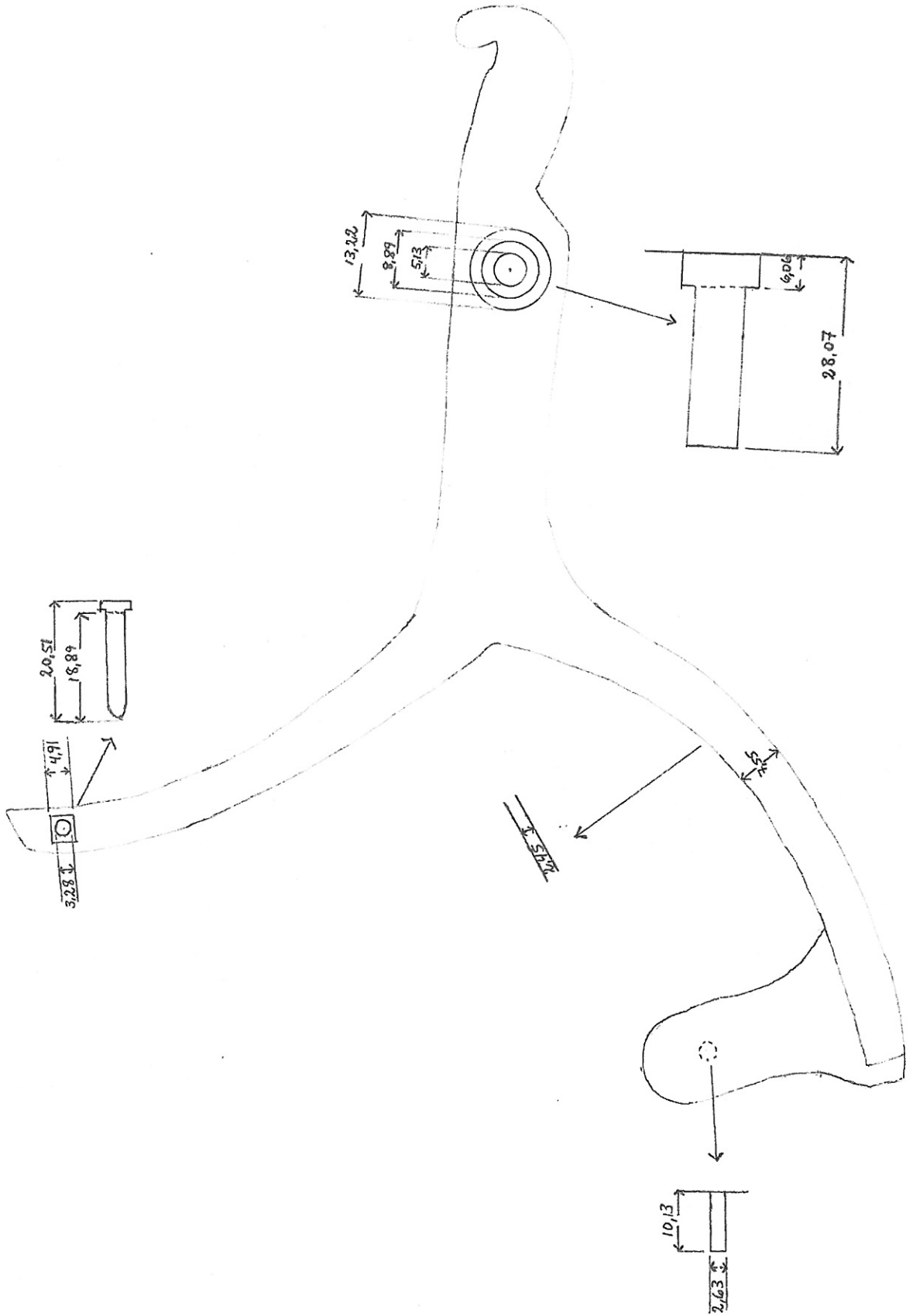


31.

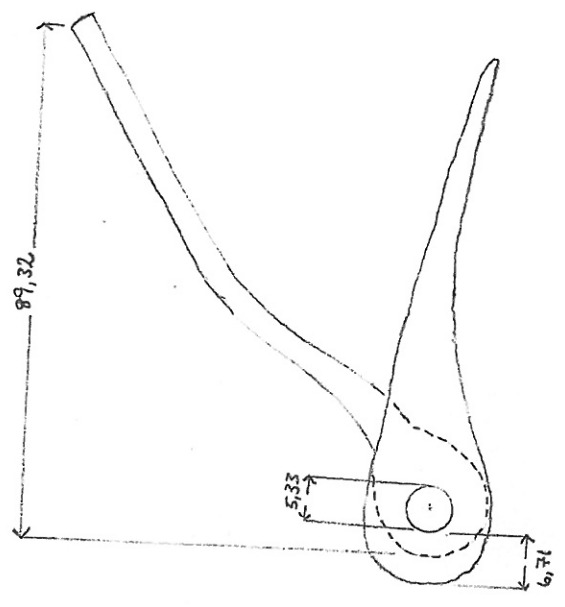
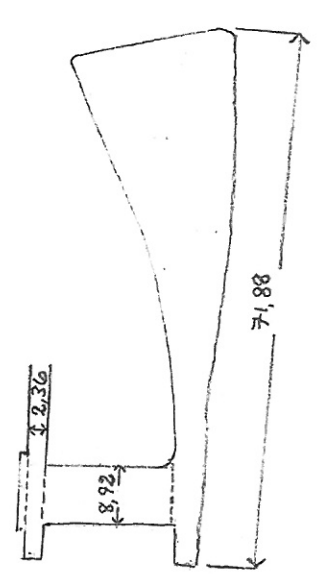
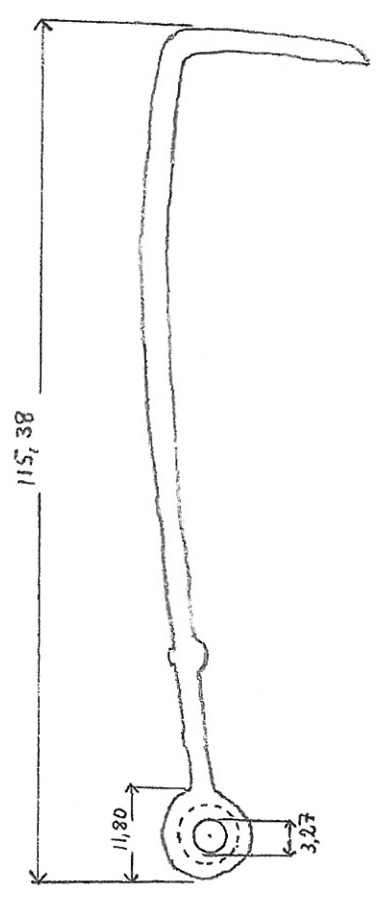
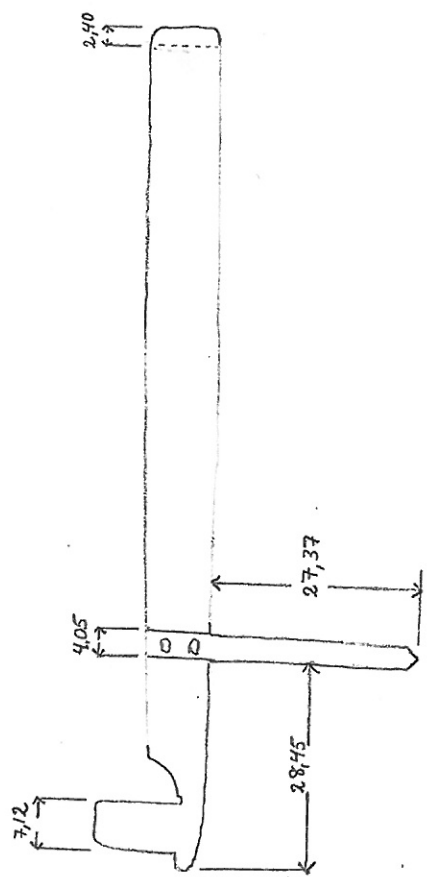


YTTERDIA SIRKEL: 47,06

TILLOPSARM 1:1

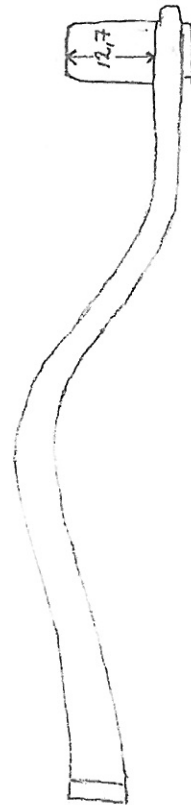
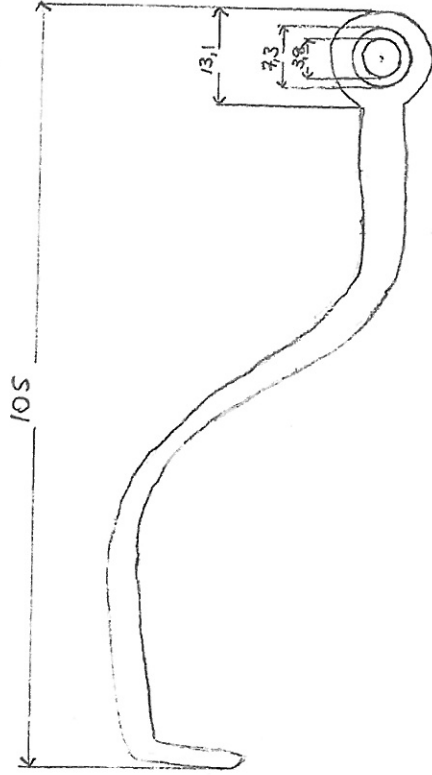


STOPPARM TIL REKKE, OG UTLØSERVINGE 1:1

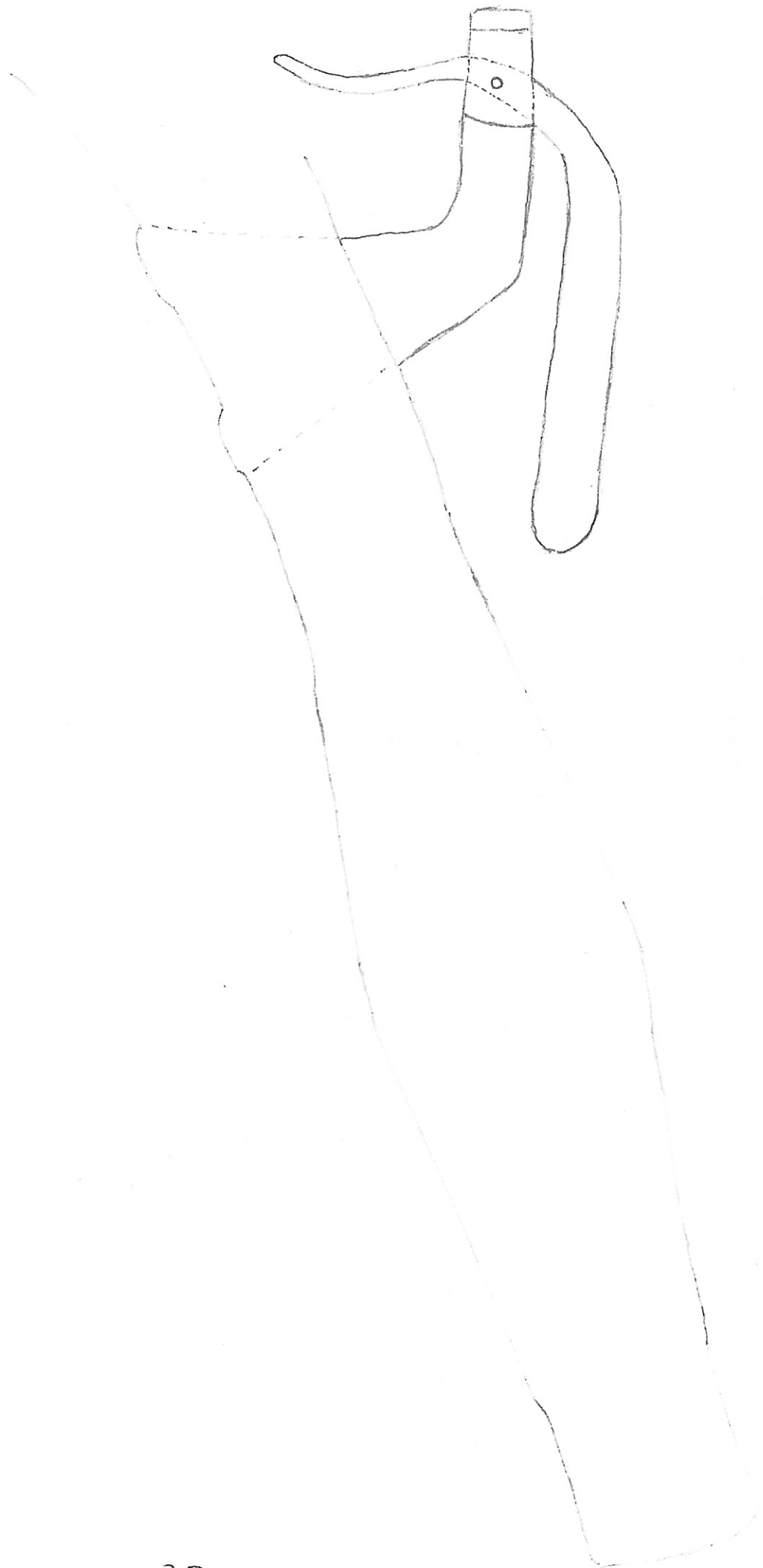


STOPPARUM SLAG 1:1

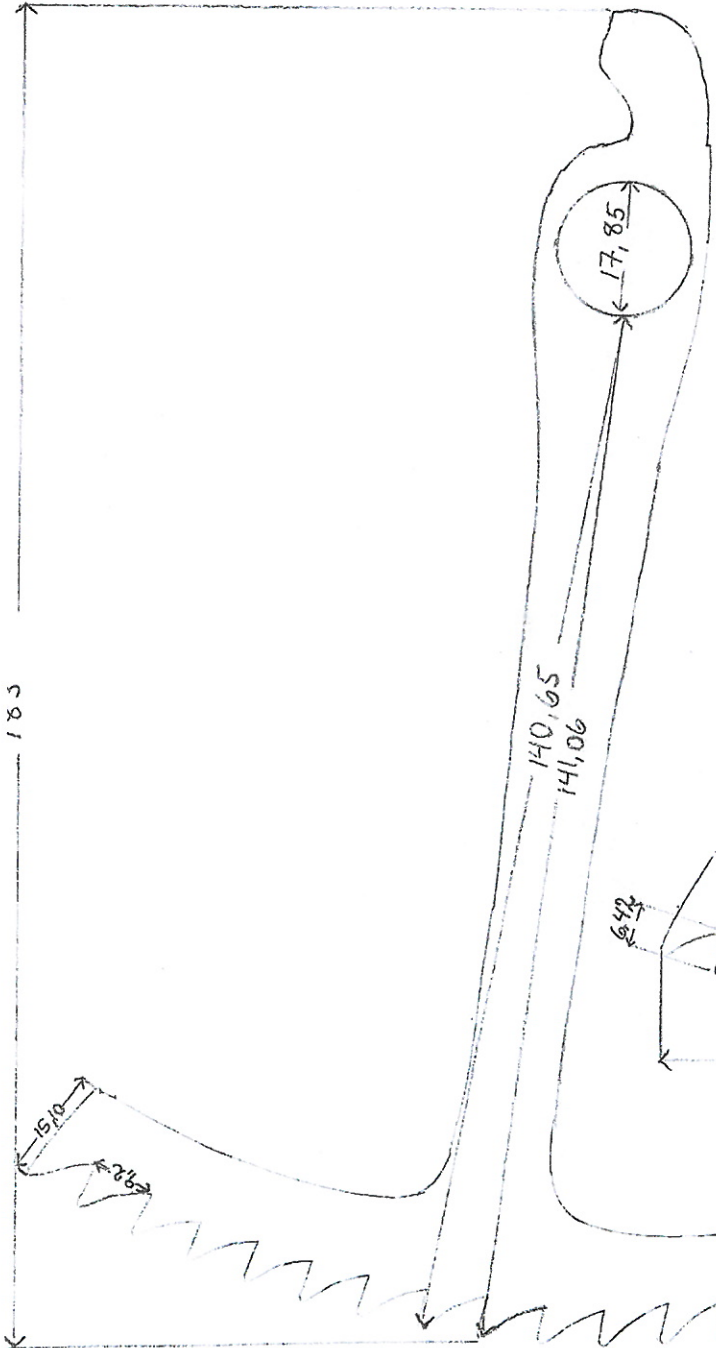
34.



ENKEL SKISSE AV DEL AV VERKPLATE MED HAMMER

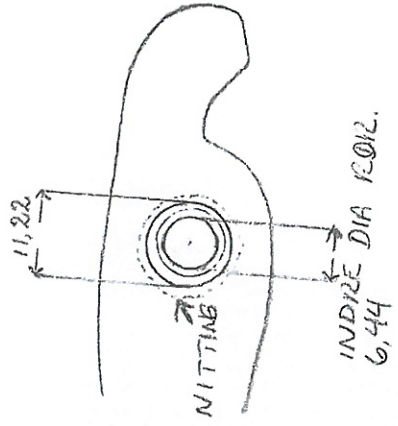


SLAGREKKE 1:1



SIKKERHETSFJÆR OPP FRA
UNDELLAG

YTRE DIA FORL.



SIKKERHETSFJÆR MED MOT
UNDELLAG

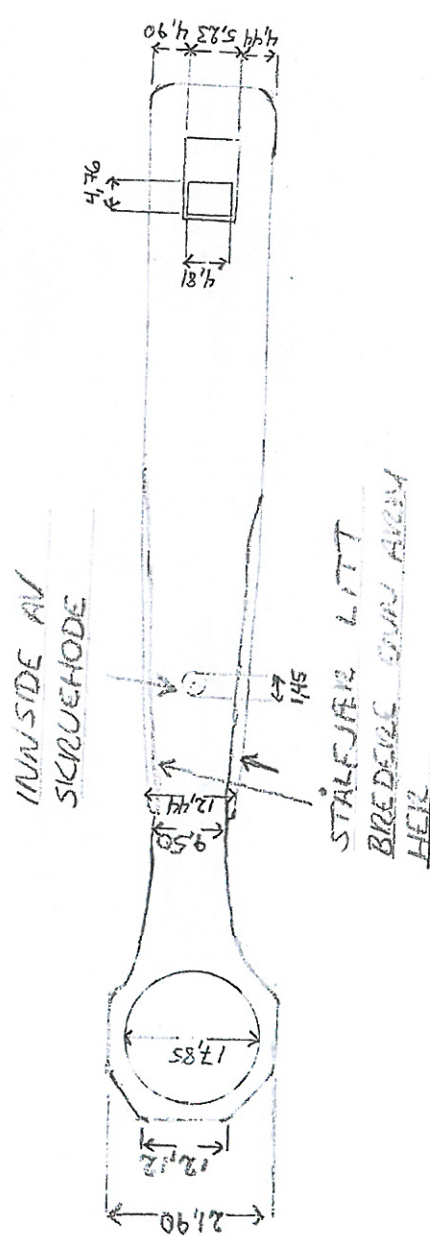
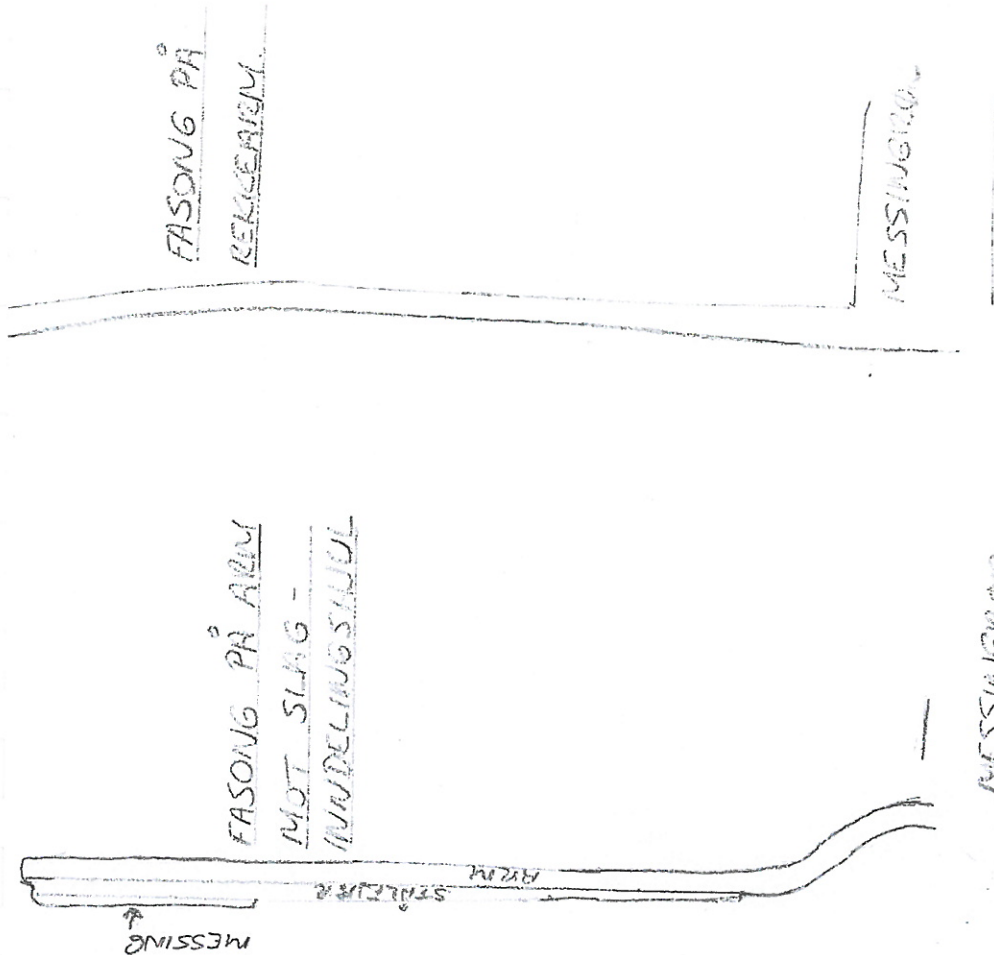
TYKKELSE KUUV ARM: 3,05

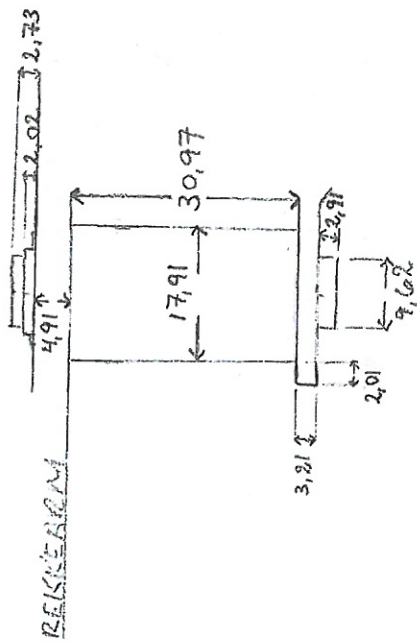
TYKKELSE ARM + STÅL: 3,93

TYKKELSE ARM + STÅL + MESSING: 5,43

SLAGRENKE 101

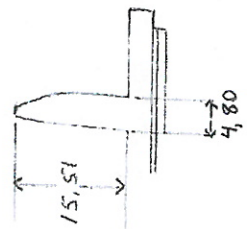
37





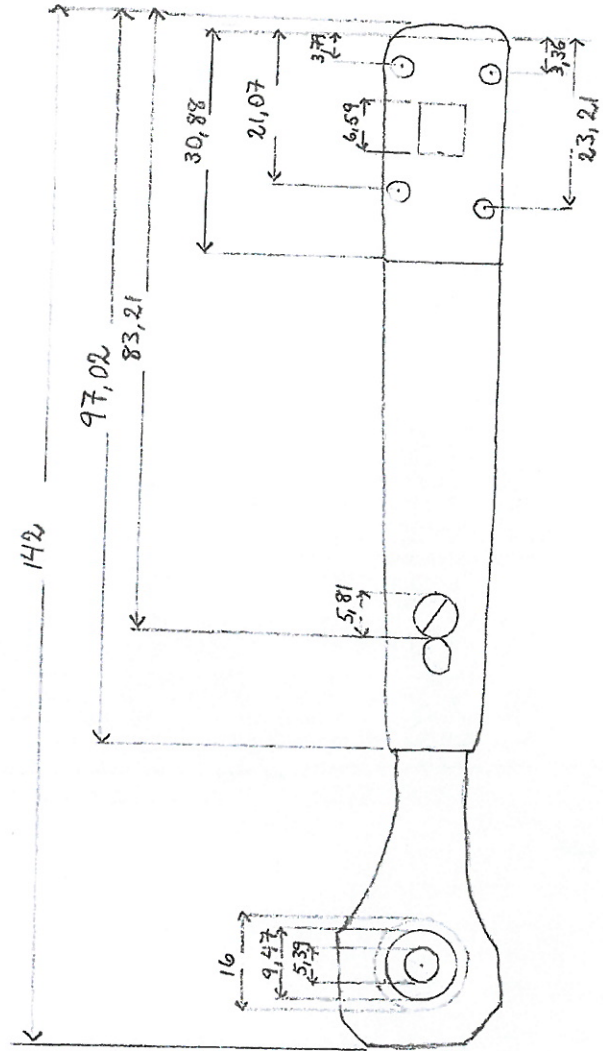
38.

MESSING
20/12



STIFT MOT SLAGNDELINGSJUL

SLAGREKKE 181



FJERN TIL SLAGREKKE 101

