

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

TEKNISK BIBLIOTEK

Uno Forsberg:

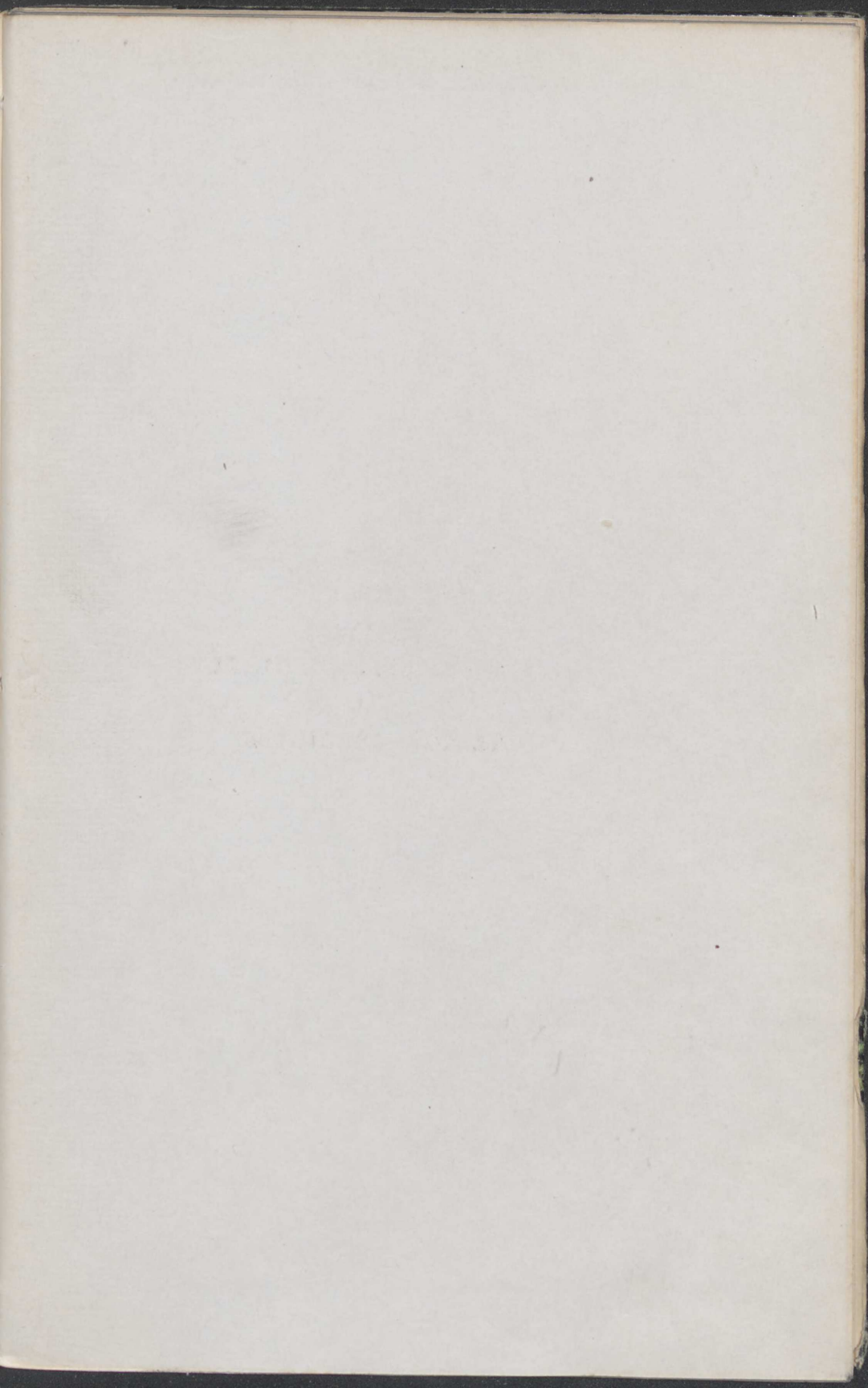
Kuglelejer.

[1912]

621.82

OVERFØRT
FRA
UNIVERSITETSBIBLIOTEKET
TIL
TEKNISK BIBLIOTEK

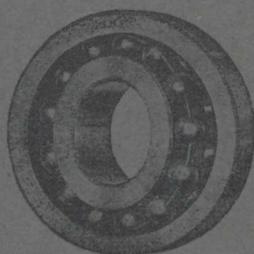
1912
621.82 gl.



621.82 gl.

KUGLELEJER

DERES KONSTRUKTION
OG ANVENDELSE



FOREDRAG

AF

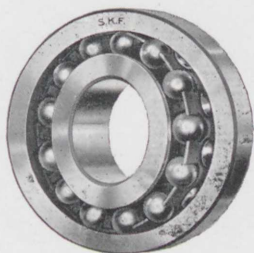
INGENIØR UNO FORSBERG

I

TEKNISK FORENING DEN 10. OKTOBER 1912

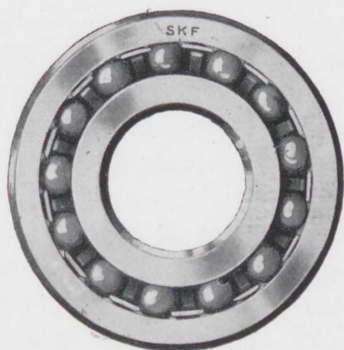
Kuglelejer,

deres Konstruktion og Anvendelse



Foredrag holdt i Teknisk Forening
den 10. Oktbr. 1912

af
Ingeniør Uno Forsberg



Om Kuglelejer, deres Konstruktion og Anvendelse.

DET er en velbekendt Sag, at Virkningsgraden, Forholdet mellem det nyttige og det forbrugte Arbejde, er Kendetegnet paa, hvorledes min Maskine eller mit Værktøj arbejder. Jo højere Virkningsgrad, des bedre de Anordninger, der anvendes. Ligesaa er det en kendt Sag, at Forskellen mellem det forbrugte og det nyttige Arbejde for største Delen bestaar af unyttigt Friktionsarbejde, og min Stræben bør derfor først og fremmest gaa ud paa at nedbringe dette til et Minimum. Man skelner mellem to forskellig Slags Friktion, Glidefriktion og Rullefriktion, og det er almindelig bekendt, hvad der menes hermed. I Lighed hermed skelnes ogsaa mellem to forskellige Slags Lejer, Glidelejer og Rulle- eller Kuglelejer. Af de paa Fig. 1 viste Diagrammer for forskellige Lejer, indslidte Babbitslejer, Støbejerns- samt Rulle- og Kuglelejer fremgaar dels Friktionskoefficientens Størrelse, dels hvorledes denne varierer ved forskellig Belastning. Hastigheden har ved disse Forsøg været 1100 Omdrejninger pr. Minut. Diagrammet Fig. 2 viser, hvorledes Friktionskoefficienten ved højeste tilladelige Belastning varierer med Hastigheden. Paa Fig. 3 vises Friktionskoefficienten for S. K. F.-Kuglelejet Nr. 1517 ved forskellige Belastninger, medens Hastigheden er konstant 200 Omdr./Min. Dette sidste Forsøg er foretaget af Professor *Joh. Goodman*.

Af disse Kurver fremgaar først og fremmest Kuglelejets Overlegenhed med Hensyn til Friktionskoefficienten, endvidere, at Friktionskoefficienten ved Kuglelejer kun varierer

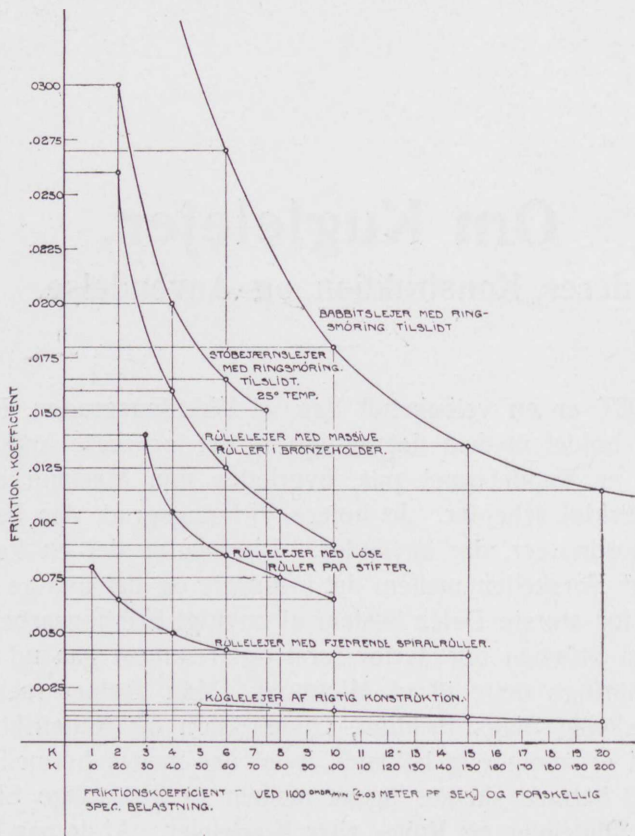


Fig. 1

indenfor snævre Grænser ved forskellige Hastigheder og Belastninger, medens den derimod ved Glidlejer forandres betydeligt i Størrelse ved en ganske ringe Forandring af Hastighed og Belastning.

Dette foranlediger mig til at gaa lidt nærmere ind paa Glidlejet og undersøge, hvorledes det, set fra et praktisk Synspunkt, har været muligt at opnaa disse særlig gunstige Cifre. Tapfriktionskoefficienten ved Glidlejer afhænger af de glidende Fladers Beskaffenhed, Smørelsens Beskaffenhed, Smøremaaden, Belastningen paa Lejet og det derved frem-

komne Tryk pr. Fladeenhed, Hastigheden samt Temperaturen. Med Hensyn til de glidende Flader vil jeg først gaa ud fra, at vi har en Staal- eller Smedejernsaksel samt Pander af Metal. Forudsættes, at Akselen er godt afdrejet og pole-ret, skal jeg for den givne Lejebelastning og Hastigheden

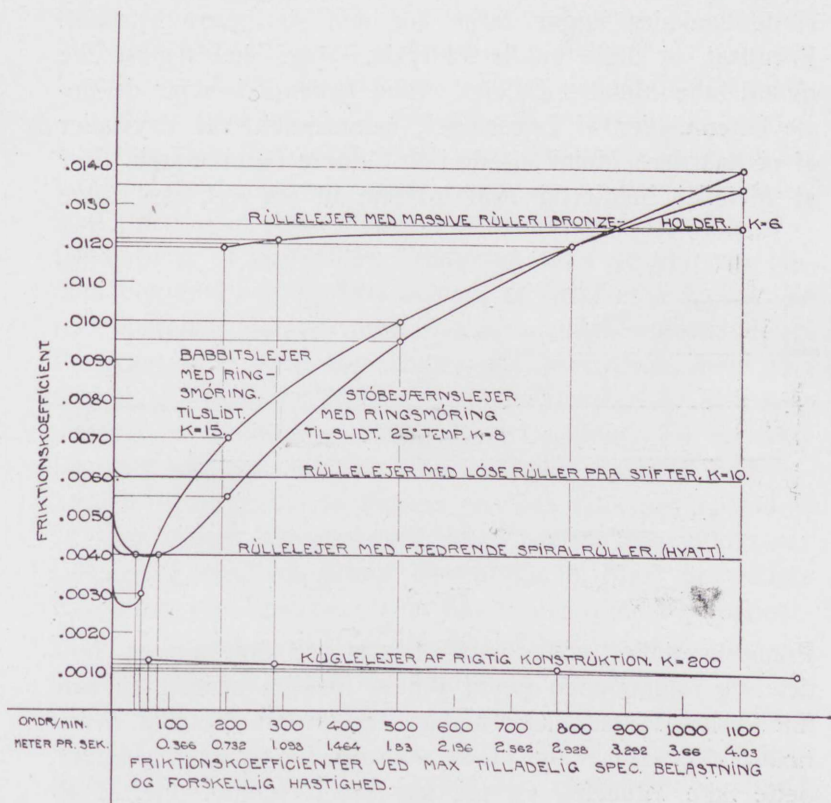
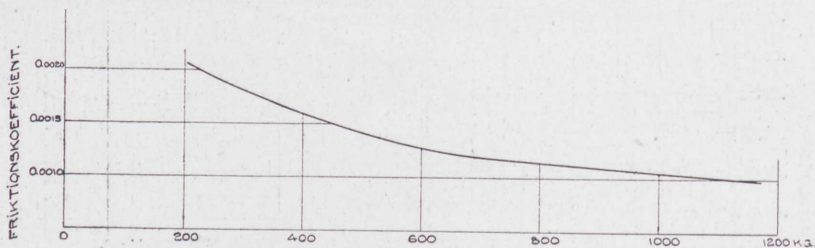


Fig. 2

udfinde det rette Metal. Allerede heri ligger en ofte ikke ubetydelig Vanskelighed, da jeg ved Prøvningen af Metal-let ingenlunde kan nøjes med at foretage Forsøg under den stationære Tilstand, thi herved vil mere end Lejemetallets Smørematerialets Egenskaber træde frem. Vigtigere er derimod Lejets Tilslidning eller Foregangene ved Pandens Tilpasning paa Akselen. Ligeledes maa man iagttage Igangsætningen, d. v. s. Overgangen fra Hvile til den normale Hastighed, hvilket særlig ved alle Slags Transport-

maskiner spiller en meget stor Rolle; dette gælder ikke alene for selve Igangsætningsøjeblikket, hvor som bekendt Friktionsmodstanden ved alle Glidelejer er stor, men oftest for en betydelig længere Periode paa Grund af den ved den øgede Friktion fremkaldte Temperaturstigning, hvilken Periode saaledes ligger forud for den stationære Tilstand. Forudsat, at dette imidlertid lykkes mig, skal jeg smelte og udstøbe Metallet i Lejet. Som bekendt bestaar de fleste Lejemetaller af Legeringer, sammensatte af Krystaller af et haardere Metal lejrede i en blødere Grundmasse. For at Metallet imidlertid skal komme til sin Ret, skal disse



FRIKTIONSKURVE FOR S.K.F. RADIAL-KUGLELEJE N: 1517

200 OMDREJNINGER PR. MINUT

Fig. 3

Primærkrystaller, som udskilles først ved Størkningen, fordele sig fuldkommen jævnt i hele Massen samt i en saa fint fordelt Tilstand som muligt. Saa snart Metallet overhedes eller faar Lov til at størkne for langsomt, bliver dette ikke Tilfældet, og jeg har set Eksempel paa, at et Lejemetal, bestaaende af en Bly-Antimonlegering og udstøbt paa sædvanlig Maade, hver Lejehalvdel for sig i staaende Stilling, udviste en meget stor Ansamling af Antimonkrystaller i dets øverste Halvdel, medens Grundmassen i de nederste Dele var saa godt som fri for saadanne. Idet Afkølingen var sket for langsomt, har Antimonkrystallerne kunnet flyde op, hvorved Metallet paa dette Sted er blevet for haardt og har gjort Skade paa Akselen, medens den underste Del derimod er bleven for blød, saa den er tværet ud.

Jeg har ved dette lille Eksempel villet vise en af de mange Fejl, der kan begaaes i større eller mindre Grad. Det har ligeledes den største Betydning, at Lejets Tilskrabning sker omhyggeligt og paa rette Maade. Ved alle Lejer, hvor man kan anvende Støbejernspander, bortfalder naturligvis tildels de nævnte Vanskeligheder, men til Gengæld maa der ofte nedlægges et meget tidsspildende Arbejde paa Lejets Indslibning ved successiv Forøgelse af Belastningen.

Hvad Smøremiddelet angaar, saa er dette som bekendt et meget vidtløftigt Kapitel at komme ind paa, og vil jeg her kun i største Korthed nævne nogle af de Vanskeligheder, som findes paa dette Punkt. Formaalet med Smøring af et Glideleje er at formindske Friktionen samt de glidende Fladers Opvarmning og Slid derved, at Friktionen mellem de faste Legemer erstattes med Friktion mellem Smøremiddelets Partikler, eller som det kaldes Vædskefriktion, som paa Grund af Vædskepartiklernes Letbevægelighed er betydelig mindre end Friktionen mellem faste Legemer. For at dette Resultat kan opnaas, maa Smøremiddelet have en stor Adhæsion til de glidende Flader, saa det ikke paa Grund af Trykket mellem dem presses ud, og Fladerne derved kommer i Berøring med hinanden. For at faa et Maal paa denne Egenskab ved Smøremiddelet bestemmes dets Flydenhedsgrad, Viskositet. Jo mindre tungtflydende Olien er, des mindre er dens indre Friktion og derved ogsaa Friktionskoefficienten, men paa samme Tid maa man, som nylig fremført, iagttage, at jeg ikke maa gaa videre, end at Smøremiddelets Egenskab, at holde Fladerne adskilte, endnu findes. For i dette Tilfælde at faa den mindste Friktion i mit Glideleje skal jeg altsaa først bestemme den Viskositet, som fordres ved en vis Temp., Maximumbelastning samt Hastighed, og derefter udsøge mig den bedste Olie, hvilke to Ting imidlertid langtfra er lette.

Jeg har maaske opholdt mig noget længe ved Glidelejerne, men jeg har gjort det, fordi de efter Laboratorieforsøg fastslaaede Friktionskoefficienter, der opgives for Glidelejer, ikke holder Stik i Praxis, og jeg har i det foregaaende søgt at paavise nogle af Aarsagerne dertil.

Jeg gaar nu over til Lejer, grundede paa Rullefriktion og skal da først med nogle Ord berøre Rullelejerne.

Ved et flygtigt Øjekast skulde man synes, at et Rulleleje frembyder mindst lige saa stor om ikke større Fordele end Kuglelejet paa Grund af den større Anlægsflade, der findes her mellem Løbebanen og Rullerne. Dette er imidlertid ikke Tilfældet, da det er saa godt som umuligt at opnaa ren Rulning i et saadant Leje af følgende Aarsager: Vanskeligheden ved fabriksmæssigt at fremstille hærdede Staalruller, som er exakte Cylindrer inden for den Tolerance, som er nødvendig, deres Mangel paa Evne til at optage selv det mindste Axialtryk, samt endelig den Skraastilling, Rullerne vil indtage ved den mindste Deformation af Stativ eller Aksel under Belastningen, hvorved kun en ringe Del af hver Rulle bliver belastet. For at give Lejet Evne til at optage Axialtryk, fremstiller man Kombinationer af Rulle- og Kuglelejer, men de øvrige Ulemper, der hæfter ved Rullelejerne, foraarsager, at disse mere og mere trænges til Side af Kuglelejerne.

Kuglelejerne bliver paa Grund af deres mange Fordele fremfor alle andre Lejekonstruktioner mere og mere anvendte af følgende Aarsager:

- 1) Mindre Kraftforbrug paa Grund af deres lave Friktionskoefficient. I Følge Resultater af praktiske Forsøg er Besparingen ca. 80 à 85 % af Friktionstabene ved almindelige Glidelejer.
- 2) Friktionen er uafhængig af Smøremiddelets Viskositet og Temperaturen.
- 3) Friktionsmodstanden ved Igangsætning er i Modsætning til Forholdet ved Glidelejer kun uvæsentlig højere.
- 4) Tilpasningsarbejdet bortfalder.
- 5) Nogen Fare for Varmløbning findes ikke, hvilket giver større Driftssikkerhed.
- 6) Lejekonstruktionen bliver kortere, og endelig
- 7) Kuglelejets Evne til at taale eventuelle mindre Formforandringer af Aksel eller Stativ under Belastningen.

Alt dette er dog kun under Forudsætning af, at følgende tre Fordringer er sket Fyldest: **Rigtig Konstruktion, bedste Materiale samt nøjagtig Udførelse.**

Før jeg imidlertid kommer ind paa Principperne for den rigtige Konstruktion af et Kugleleje, er det nødvendigt at omtale de grundlæggende Forsøg over hærdede Staal-kuglers Bæreevne, som er udførte af Professor *Stribeck*. For at kunne dimensionere en Konstruktion eller Maskindel rigtigt ud fra Hensynet til Brudstyrken maa først og fremmest det anvendte Materiales Elasticitetsgrænse være

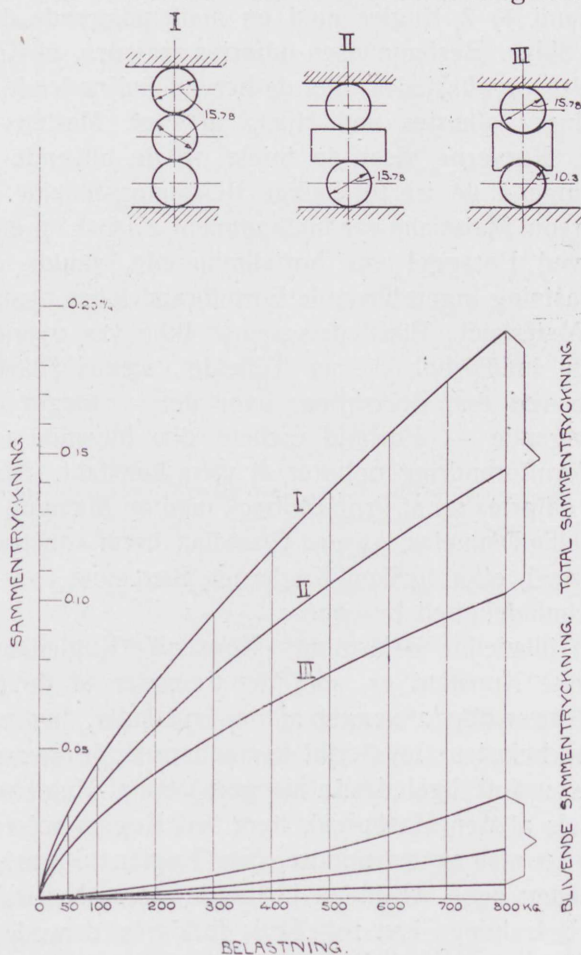


Fig 4.

kendt. Hvor man som her ved hærdede Staalkugler har Vanskelighed ved at bestemme baade Størrelsen af Berøringsfladen mellem Kugle og forskelligt formede Flader ved forskellig Belastning og Maximumpaavirkningens Størrelse i Berøringsfladens Centrum, har man ingen anden Udvej end at udføre disse Elasticitetsbestemmelser med de færdige Kugler. Med dette Formaal opstillede og belastede Stribeck hærdede Staalkugler, saaledes som det fremgaar af Fig. 4. Som vi ser, er der tre forskellige Belastningstilfælde: 1) 3 Kugler over hverandre, 2) 2 Kugler med mellemliggende plan Skive samt 3) 2 Kugler med en mellemliggende dobbelt-konkav Skive. Bestemmelsen udførtes saaledes, at Kuglerne belastedes og aflastedes, idet de herved indtrædende Formforandringer aflæstes ved Hjælp af Prof. Martens Spejlapparat. Kurverne viser de totale og de blivende Formforandringer i de tre forskellige Belastningstilfælde.

Dersom Materialet var fuldkomment elastisk og alle Fejlkilder ved Forsøget var borteliminerede, skulde der jo ved Aflastning ingen blivende Formforandringer opstaa, saa længe Materialets Elasticitetsgrænse ikke var overskredet. Da dette imidlertid ikke er Tilfældet, sættes Elasticitetsgrænsen ved den Belastning, hvor det — meget lidt fra Nul afvigende — Forhold mellem den blivende og den totale Formforandring ophører at være konstant. Saadanne Forsøg udførtes nu af Prof. Stribeck med en Mængde Kugler af forskellig Diameter, og paa Grundlag heraf konstrueredes den Formel, efter hvilken Kuglernes Bæreevne i et Kugleleje i Almindelighed beregnes:

$$\text{Den tilladelige Belastning} = \text{Konstant} \times \text{Kuglediam.}^2$$

Denne Konstant er, som det fremgaar af de omtalte Kurver, væsentlig afhængig af de Trykflader, hvorimellem Kuglerne belastes. Imidlertid har senere Erfaringer vist, at denne Konstant ligeledes afhænger, dels af Kuglens Størrelse, dels af den Hastighed, hvormed Kuglen roterer, saa Konstanten maa sættes mindre, naar Kuglens Størrelse eller Hastigheden øges. Grunden til, at de større Kugler taaler mindre Belastning, kan rimeligvis forklares derved, at det større Volumen vanskeliggør Hærdningen. Hvad endelig

Hastighedens Indflydelse angaar, har man villet forklare den som en Følge af Materialets Udmattelse. Hvorvidt dette er Tilfældet, maa jeg indtil videre lade staa hen, da de Forsøg, der foreligger angaaende Staalets Udmattelse, oftest er i

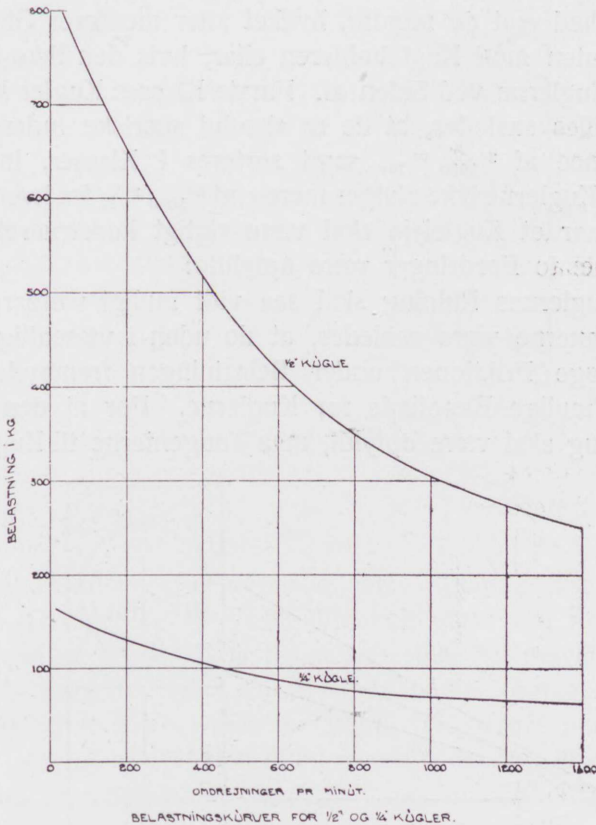


Fig. 5

Strid hermed, og i Stedet for viser, at Antallet af Paavirkningerne er det bestemmende og ikke Hastigheden, hvorved de følger efter hinanden. Efter direkte Forsøg med Kugler i Kuglelejer ved forskellige Hastigheder og Belastninger har Prof. John Goodman opstillet en Formel for den tilladelige Belastning, i hvilken ligeledes Kuglernes Hastighed indgaar. Fig. 5 viser efter Goodman Forholdet mellem tilladelig Belastning og Hastighed for $1/2$ " og $1/4$ " Kugler.

I denne Sammenhæng vil jeg ligeledes paapege Vigtigheden af, at alle Kugler er saa absolut sfæriske og inden for samme Leje saa lige store som muligt, da de større Kugler i modsat Tilfælde dels maa optage en større Belastning og derved bliver overbelastede, dels faar en større Hastighed end de mindre, hvilket atter medfører Glidfriktion enten mod Kugleholderen eller, hvis den ikke findes, mod Kuglerne ved Siden af. Første Klasses Kugler kan nu fremstilles saaledes, at de er absolut sfæriske indenfor en Tolerance af $\frac{2}{1000} \text{ m/m}$, samt sorteres i Klasser, indenfor hvilke Kuglerne ikke afviger mere end $\frac{2}{1000} \text{ m/m}$ fra hverandre.

Naar et Kugleleje skal være rigtigt konstrueret, maa følgende to Fordringer være opfyldte:

Kuglernes Rulning skal saa vidt muligt være ren, og Løbebanerne være saaledes, at de uden i væsentlig Grad at forøge Friktionen under Belastningen frembyder den størst mulige Bæreflade for Kuglerne. For at den første Fordring skal være opfyldt, maa Tangenterne til Kuglernes

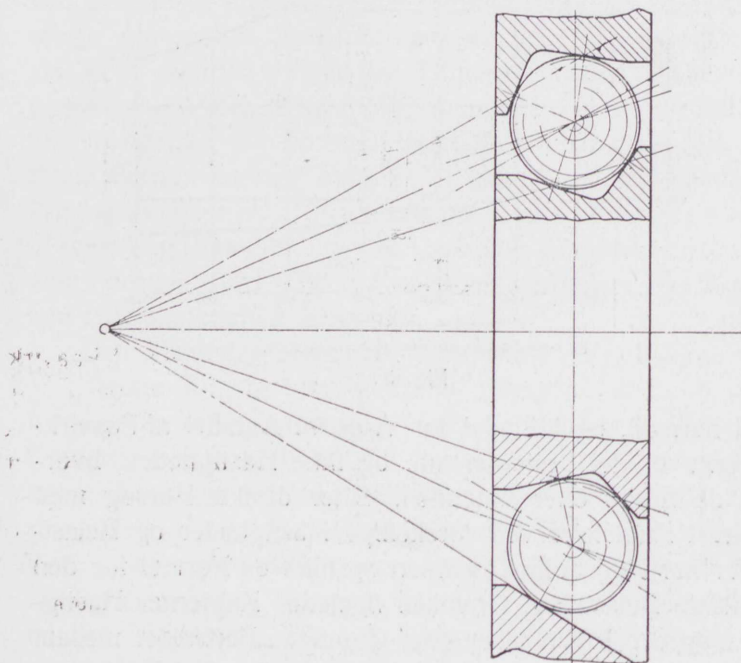


Fig. 6

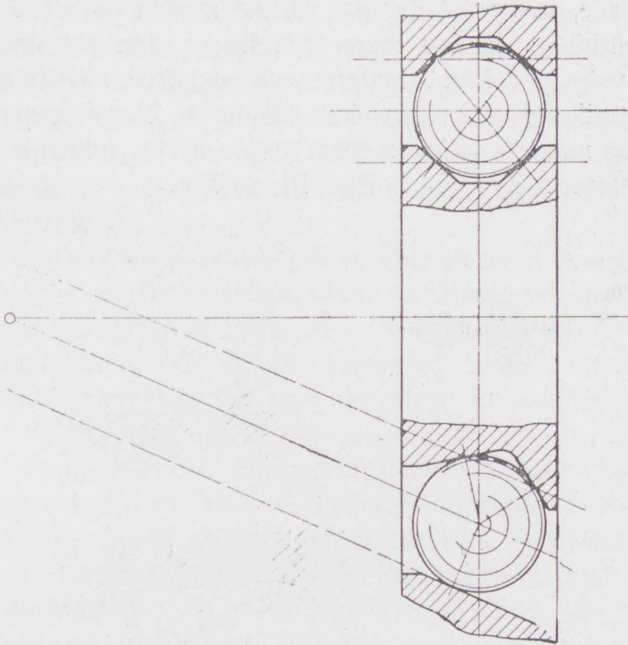


Fig. 7

Røringspunkter være parallelle samt Rotationsaksen være stabil. Denne Regel er dog ofte negligeret ved Konstruktionen af Kuglelejer, dels for at fremstille et Kugleleje, som paa en Gang i højere Grad skulle kunne optage baade Radial- og Axialtryk, dels for at gøre Kuglernes Berøringsflade større under Belastningen, og derved formindske Trykket pr. Fladeenhed. Ved at konstruere Løbebaner med 3 eller 4 Berøringspunkter med hver Kugle har man ment at kunne løse dette Spørgsmaal, og man har derfor givet Løbebanerne Former, som de, der er vist paa Fig. 6 og 7. Hvad Fig. 6 angaar, stiller Sagen sig saaledes, at var Materialet ganske haardt og uelastisk, saa at Berøringen mellem Kugle og Løbebaner under Belastningen stadig kun skete i Punkter, vilde der være ren Rulning. Da dette imidlertid ikke er Tilfældet, men Berøringspunkterne allerede ved en ganske ringe Belastning bliver til Flader, opstaar der en betydelig Glidfriktion. Selv ved den paa den øvre Halvdel

af Fig. 7 viste Konstruktion, hvor de tre Rotationsakser er parallelle, indtræder der paa Grund af den omtalte Aarsag Gliddefriktion. Endnu mere fejlagtig er den Konstruktion, som vises paa Fig. 7 nederst. Af det fremførte følger, at den rigtige Konstruktion kun tillader to Berøringspunkter, og jeg maa da vælge mellem nogle af de følgende Konstruktioner: Type I, II eller III, se Fig. 8.

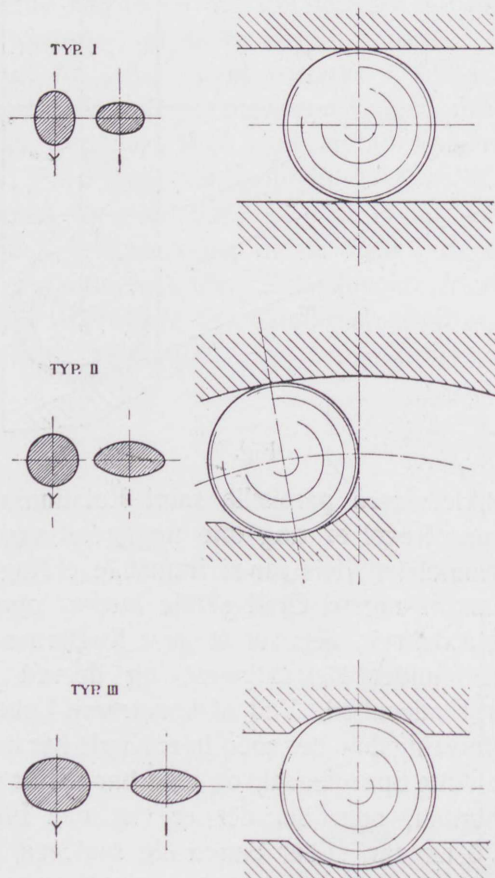


Fig. 8

Det fremgaar uden videre heraf, at den mindste Frik-tion faas ved Type I og derefter ved II og III, hvilket ligeledes er konstateret ved Forsøg. For at faa den bedste Kontakt mellem Kugle- og Løbebane, har man i Regelen

benyttet en Radius for Renden i Løbebanen af $\frac{2}{3}$ af Kuglediameteren, og dette har haft til Følge, at man uden videre i Almindelighed har godkendt Type III, idet man brugte denne Regel saavel ved Inderringen som ved Yderringen. Nu vil man imidlertid se, at man herved faar en betydelig større Kontaktflade ved Yderringen end ved Inderringen, medens det rigtige jo maa være, at denne Flade er lige stor baade for Yderring og Inderring.

En større Kontaktflade paa et eller andet Sted medfører ikke nogen større Belastningsevne for Kuglerne, men derimod en Forøgelse af Friktionen. Svenska Kullagerfabriken har konstrueret sit Radialleje i Overensstemmelse med Type II, hvor der praktisk talt faas lige store Kontaktflader ved Inder- og Yderring, og der er herved yderligere naaet følgende vigtige Fordele: Forøget Driftssikkerhed, idet Lejerne uden at vokse over Standard-Typerne indeholder to Rækker Kugler, paa Grund af Yderringens sfæriske Form indstiller Lejet sig automatisk ved eventuel Formforandring af Aksel eller Maskinstativ, saa begge Kuglerækker bliver lige stærkt belastede, og endelig er det muligt at adskille og sammensætte Lejet, dersom det skulde være nødvendigt, uden at ødelægge Lejet. Hvor enkelt denne sidste Sag end synes, har den dog, hvor det gælder Konstruktionen af Kuglelejer med Spor baade i Yder- og Inderring, været en af de største Ulemper, og utallige er de Patenter, som foreligger angaaende Indførelsen af Kuglerne mellem Ringene. Det ligger da nærmest for Haanden at benytte sig af en Indfyldningsaabning, der enten kan være helt aaben og i saa Tilfælde lukkes efter Indfyldningen med en Skrue, eller ogsaa, som Fig. 9 viser, at presse Kuglerne ind paa Plads. Af disse to Konstruktioner er naturligvis den sidste at foretrække, men i begge Tilfælde hugger Kuglerne mod Kanterne af Aabningerne, hvormed baade Løbebanerne og Kuglerne let kan tage Skade. En anden Maade er at lægge Ringene excentrisk og kun lægge Kuglerne ind i den halve Omkreds og bagefter fordele dem hele Omkredsen rundt ved fjedrende Mellemstykker eller Kugleholdere. Herved bliver ganske vist Løberingene lige stærke overalt, men Belastningsevnen

bliver meget mindre, da kun et meget lille Antal Kugler skal bære Belastningen. Ved at klemme Ringene ovale kan man faa et større Antal Kugler ind, men hvilke Ulemper dette kan medføre indses let. Det samme er ligeledes Tilfældet, naar man opvarmer Yderringen for at faa Inderringen med Kuglerne ind i den.

Jeg gaar nu over til den anden Fordring, der blev opstillet, for at Kuglelejet skal udfylde sin Opgave: at det skal være tilvirket af bedste Materiale.

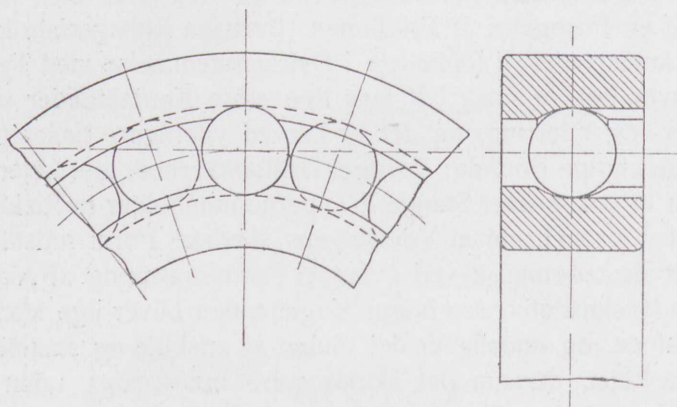


Fig. 9.

Hvad nu først Materialets Sammensætning angaar, maa man finde et, som efter Hærdning har den størst mulige Haardhed i Forening med Sejghed. Endvidere maa det være fuldkomment homogent samt fri for Sajgringer, Utætheder og Slaggesamlinger. En Del Kuglelejefabriker tilvirker deres Lejer af Materiale, der er hærdet ved Indsætning, men foruden den Utilforladelighed, en saadan Fremstillingsmaade medfører paa Grund af den forskellige Dybde, Indsætningen naar, findes altid ved saadanne Ringe en vis Tilbøjelighed til ved en tilfældig uheldig Belastning at antage en blivende Formforandring.

Det er ganske udelukket, at man kan anvende Indsætning ved Tilvirkning af prima Staalkugler, da disse for ikke at undergaa Formforandringer maa være fuldkommen gennemhærdede.

Baade til Løberinge og Kugler bør jeg derfor anvende et Staal, som i Forening med de ovennævnte Egenskaber besidder Evne til let at lade sig gennemhærde. Hertil kommer endvidere, at Staalet skal være godt gennembearbejdet, d. v. s., at det ved Smedning eller anden kraftig Bearbejdning er bleven komprimeret saa meget som muligt.

Som tredje Fordring til det rigtige Kugleleje opstilledes nøjagtig Udførelse. I og for sig fordres naturligvis først og fremmest de bedste Maskiner og Værktøj, som muliggør et saa nøjagtigt Præcisionsarbejde, som her er Tale om, og tillige dygtige Arbejdere, men i sidste Instans beror det dog paa, om der findes en effektiv Kontrol, saavel under Arbejdets Gang som ved de færdige Deles Eftersyn og Sammensætning.

Jeg gaar nu over til Kuglelejets Anvendelse og kan da som almindelig Regel paastaa, at overalt, hvor det i Maskinteknikken drejer sig om at opbære roterende Maskindele, er Kuglelejernes Anvendelse ubegrænset. Samtidig med, at jeg her nu illustrerer nogle typiske Tilfælde for deres Fastgørelse eller Anbringelse, vil jeg imidlertid nævne nogle Regler, som maa følges, for at Kuglelejet skal komme til sin fulde og velfortjente Ret.

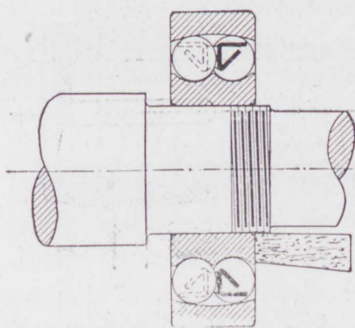


Fig. 10

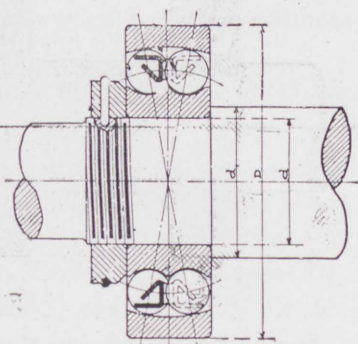


Fig. 11

- 1) Et rigtigt Valg af Størrelse efter Belastning og Hastighed; man maa her, som ved alle Konstruktioner, tage Hensyn til, om Belastningen eller Hastigheden er veksellende, og hvis dette er Tilfældet, da vælge kraftigere Lejer.

- 2) Kuglelejet maa indbygges rigtigt, saa at Yderringen ikke af en eller anden Grund klemmes oval.
- 3) Ved roterende Aksel skal Inderringen sidde godt fast paa Akselen. Det er bedst at drive Lejet paa Akselen enten ved Hjælp af en Møtrik, hvor det lader sig gøre, eller ogsaa med et Stykke Træ eller blødt Metal, som vist i Fig. 10. Lejet fastholdes enten mellem Møtrik og Ansats, som Fig. 11 og 12 viser eller ved Hjælp af op-

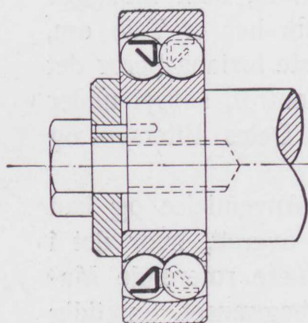


Fig. 12

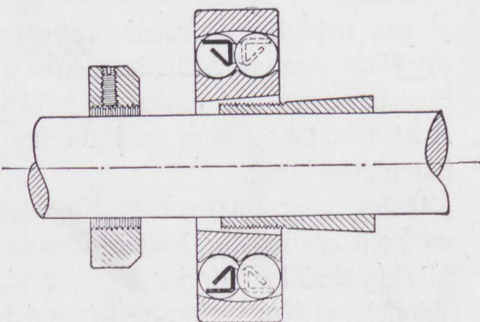


Fig. 13

skaaren konisk Bøsning samt Møtrik, se Fig. 13. Fig. 14 viser, hvorledes flere Lejer og Remskiver samtidig kan

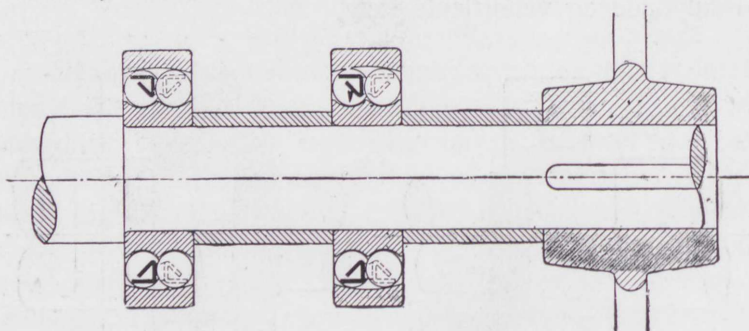


Fig. 14

fastholdes af samme Møtrik. Fig. 15 viser Fastgørelsen af et Leje paa en vertikal Aksel med et indre Oliestandsrør. Mellem Aksel og Inderring maa der under ingen Omstændigheder forefindes noget Glaprum, da Akselen ved den Hamring, som opstaar under Rotationen, hurtigt vilde blive beskadiget af den meget haardere Ring.

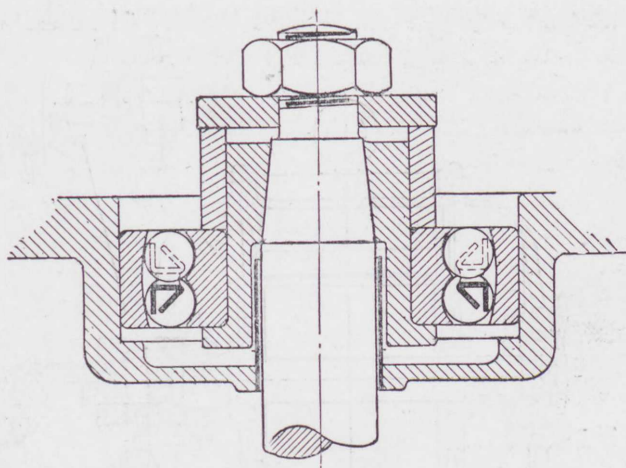


Fig. 15

- 4) Kun et Leje maa styre Akselen i dens Længderetning, de øvrige skal kunne forskyde sig i deres respektive Lagerhuse af Hensyn til Udvidelser og Formforandringer som Følge af Temperaturforandringer eller andre Aarsager.
- 5) Kuglelejet skal smøres, men Forbruget af Smøreolie er yderst ringe, Smøremiddelet maa være fuldkommen neutralt; som passende Smøremiddel anbefales en Blanding af Vaseline og Vaselineolie eller almindelig Mineralolie.
- 6) Kuglelejet maa beskyttes mod Støv, Smuds, Fugtighed og Syre.

I det følgende skal jeg vise nogle af de mest almindelige Tilfælde, hvor Kuglelejet har fundet almindelig og anerkendt Anvendelse, og jeg begynder da med elektriske Motorer. Til disse bør man vælge Lejer af middelgrov Type, og man maa nøje paase, at Lejet paa Grund af de forekommende store Hastigheder og de deraf følgende Vibrationer er særlig godt fastgjort paa Akselen. Paa Fig. 16 er det til venstre indbyggede Leje beregnet til at styre i Akselens Retning. Lejet ved Remskiven maa her have Plads til at forskyde sig. Tegningen viser to alternative Fastgørelser af det større Leje, i det ene Tilfælde sker den

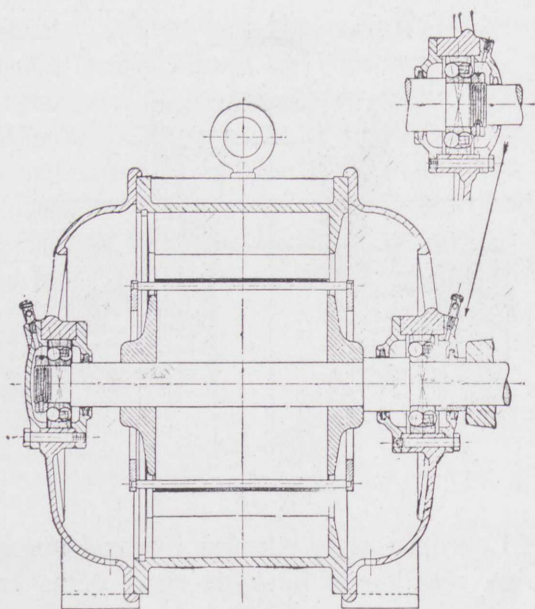


Fig. 16

direkte ved Hjælp af Møtrik og i det andet Tilfælde ved Hjælp af en Bøsning mellem Lejet og Remskivens Nav.

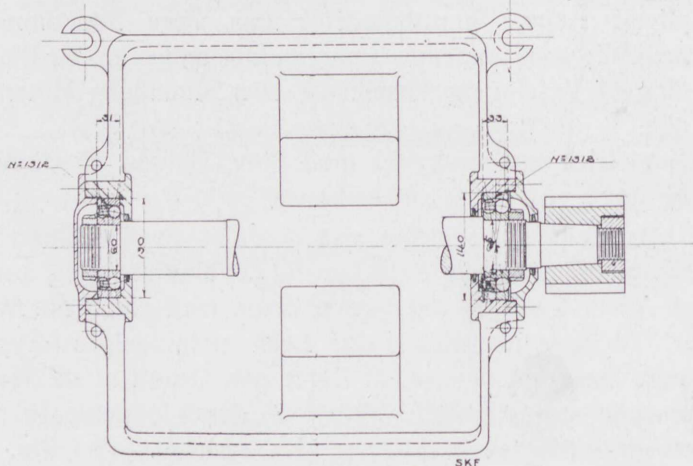


Fig. 17

Fig. 17 viser Kuglelejer i en Sporvognsmotor. Som bekendt er Statoren ved disse Motorer delt efter et Axialplan. Kuglelejerne er imidlertid indbyggede i et Hus, som

ikke er delt, dels for at undgaa en Klemning af Kuglelejet, dels for bedre at beskytte det.

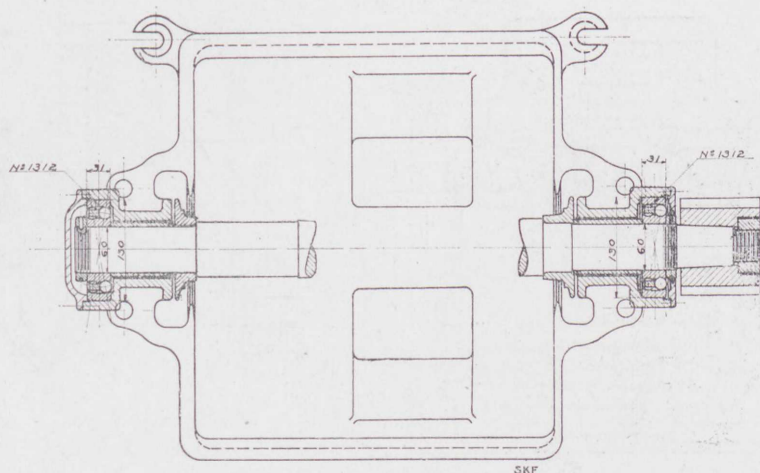


Fig. 18

Fig. 18 viser, hvorledes Lejet indbygges, naar der tidligere forefandtes Glidelejer. Efter denne sidste Tegning er

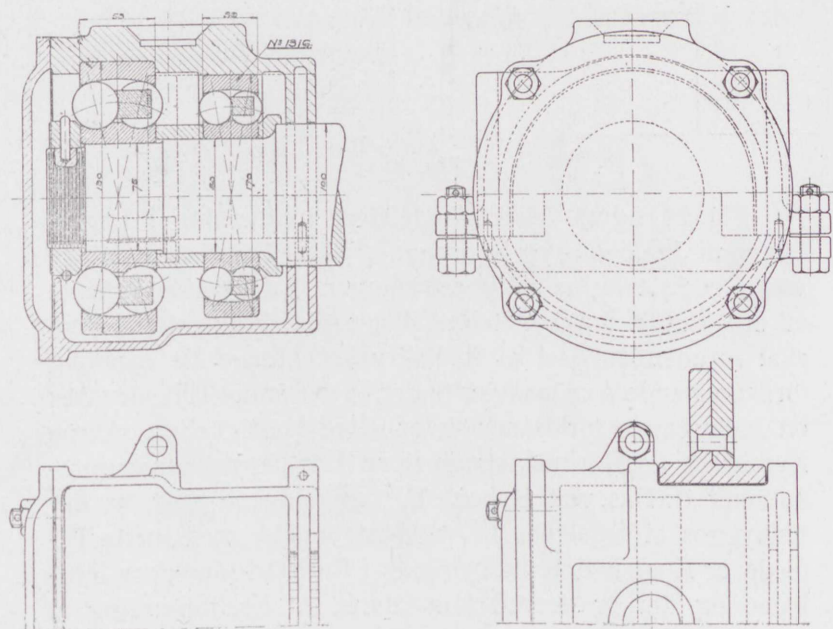


Fig. 19.

Kuglelejerne indbyggede i Sporvogne i Köln, og de har vist sig at arbejde ganske udmærket.

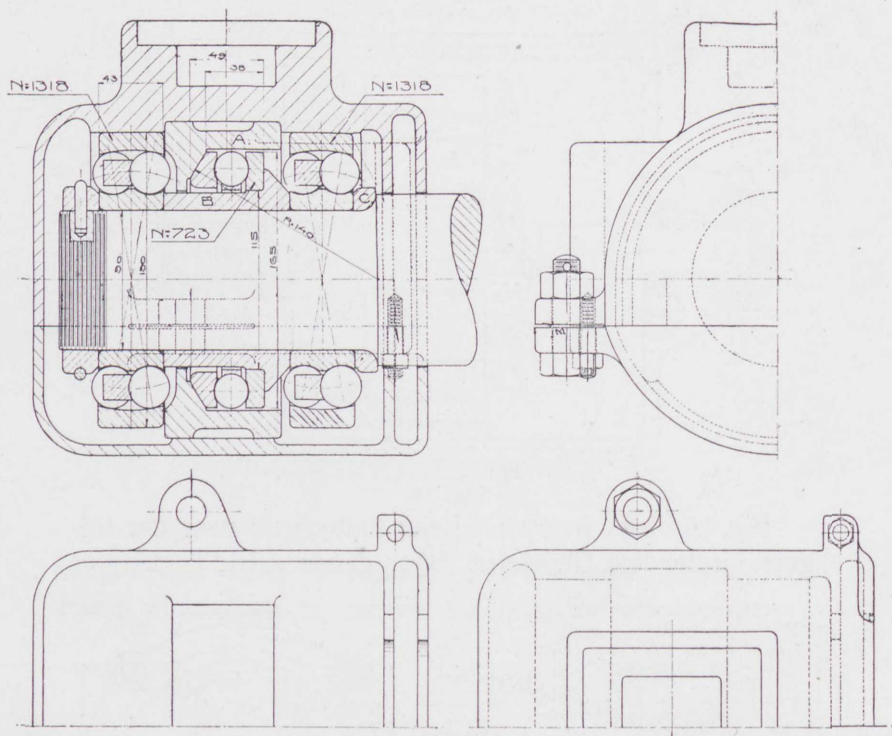


Fig. 20

Fig. 19 og 20 viser Kuglelejers Indbygning i Lagerboxer til Jernbane- og Sporvogne. Disse Lejer skal optage baade radiale og axiale Paavirkninger. I det første Tilfælde er der kun indbygget 2 Radiallejer, det kraftigste af dem skal foruden sin Del af Radialtrykket optage de samtidig forekommende Axialpaavirkninger. I det andet Tilfælde vises en Indbygning for Baner, hvor store Hastigheder, skarpe Kurver og deraf forarsagede store Axialpaavirkninger forekommer (f. Eks. ved Bybaner), som nødvendiggør, at der indbygges et Axialleje. I Overensstemmelse med første Tilfælde er Kuglelejerne indbyggede i Karlstad-Munkfors Jernbane, og der er derved konstateret en Kraftbesparing af 20  / .

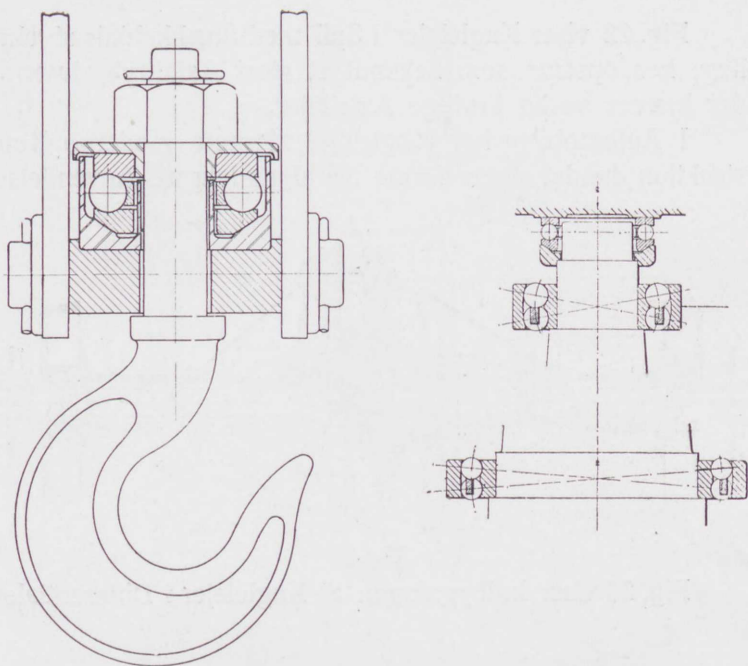


Fig. 21

Fig. 21 viser Kuglelejer indbyggede i en Krankrog samt i Søjlen for en Svingkran.

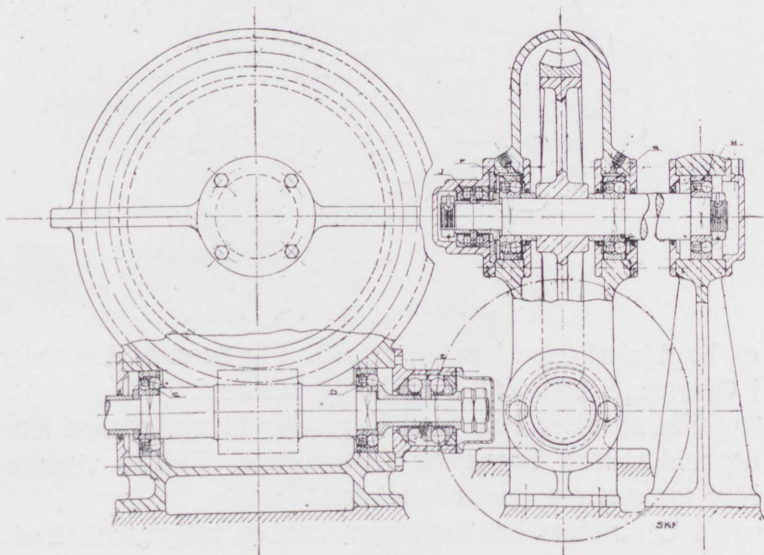


Fig. 22

Fig. 22 viser Kuglelejer i Spil med Snækkehjuludveksling, her opstaar som bekendt et stort Axialtryk, hvorfor der kræves særlig kraftige Axiallejer.

I Automobiler har Kuglelejer af mere moderne Konstruktion fundet deres første og almindeligste Anvendelse.

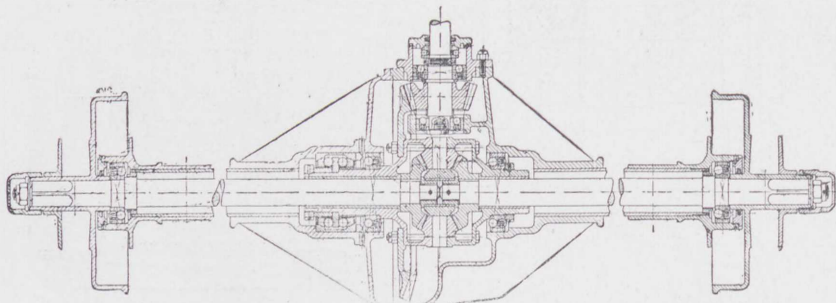


Fig. 27

Fig. 23 viser Indbygningen af Kuglelejer i Differentialen

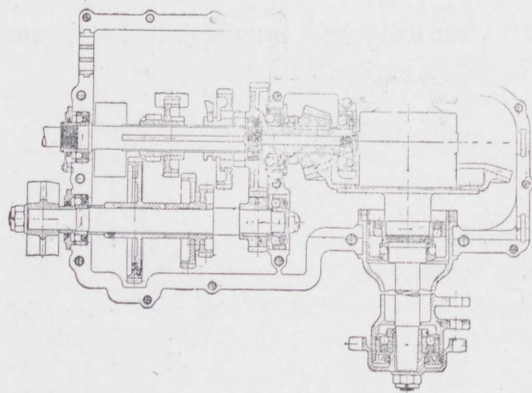


Fig. 28

og Baghjulsakselen i en Automobil. Fig. 24 viser Kuglelejer i Gearkasse, Differential og Kædehjulsaksel.

Fig. 25 viser Nav med Kuglelejer til almindelige lette og middelstore Vogne og Automobiler. Fig. 26 viser et Nav for sværere Lastautomobiler.

I Centrifuger har Kuglelejer faaet en meget omfattende Anvendelse, særlig indenfor Sukkerindustrien. Fig. 27 viser

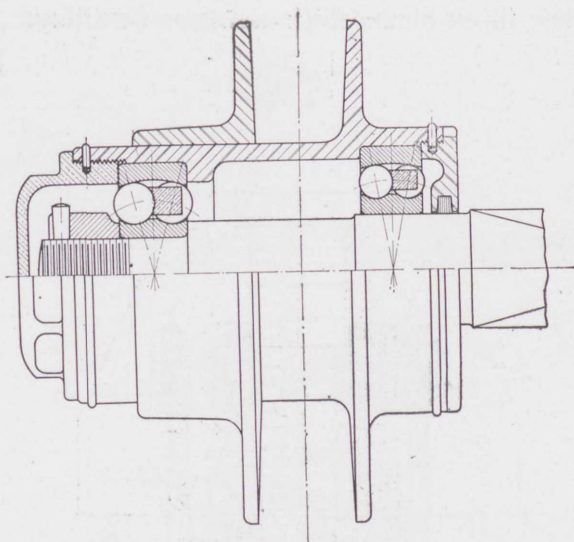


Fig. 25

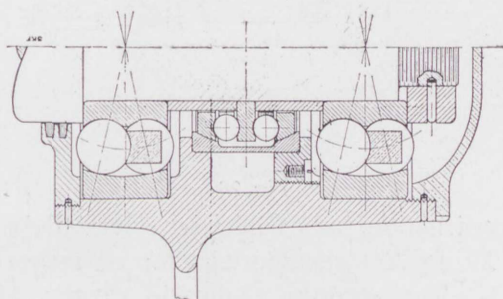


Fig. 26

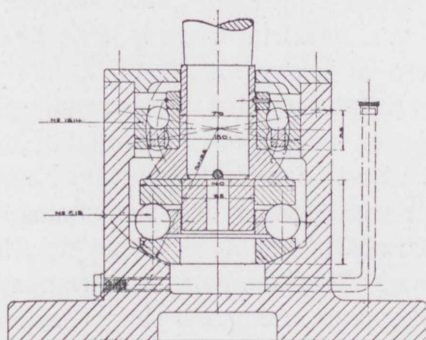


Fig. 27

et Sporleje til en almindelig middelstor Centrifuge. Fig. 28

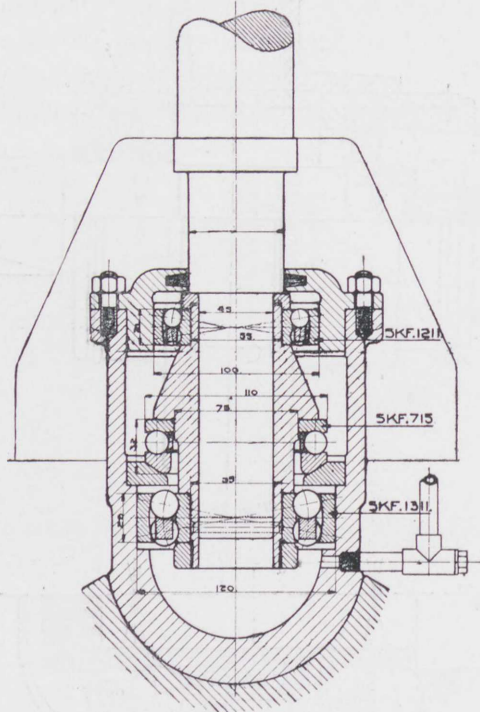


Fig. 28

viser en Konstruktion, hvor Glidelejer er erstattet med Kuglelejer. Fig. 29 og 30 viser Sporlejet for en meget stor Centrifuge, s. k. „Topcentrifuge“, direkte dreven af elektrisk Motor. Axialbelastningen er 1500 kg., Omdrejningstallet 500 pr. Min. Disse Centrifuger blev tidligere baaret oppe hydraulisk, d. v. s. Akselens Ende hvilede direkte paa Olie, og det er værd at lægge Mærke til, at der endog kunde konstateres en Kraftbesparelse ved Anvendelse af Kuglelejer. Saadanne Lejer er indbyggede i et Antal af 20 Stkr. Centrifuger i Svenska Sockerfabriks Aktiebolags Fabrik i Göteborg, og man har derved sparet den Bekostning, der tidligere medgik til Drift af Oliepumperne ca. 60 HK., ligesom naturligvis Oliepumper, Transmissioner og Kraftmaskiner er bortfaldet. Hertil kommer endnu en Ting, som i dette Tilfælde taler i Kuglelejernes Favør, nemlig den store Risiko, man løb,

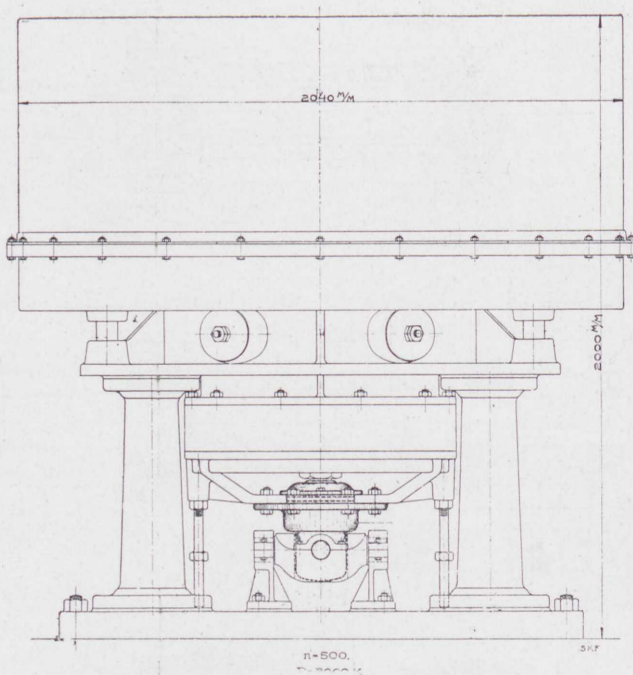


Fig. 29

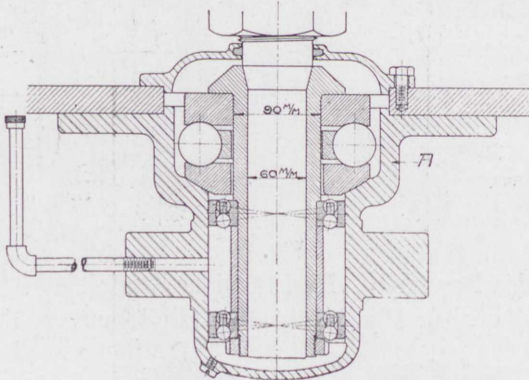


Fig. 30

naar en Oliepumpe af en eller anden Grund standsede, medens Centrifugen paa Grund af sin levende Kraft vedblev at rotere og derved let ødelagde Reserveduppen.

Som Eksempel paa Indbygning af Kuglelejer i Træbearbejdningsmaskiner viser Fig. 31 Kuglelejer i en almin-

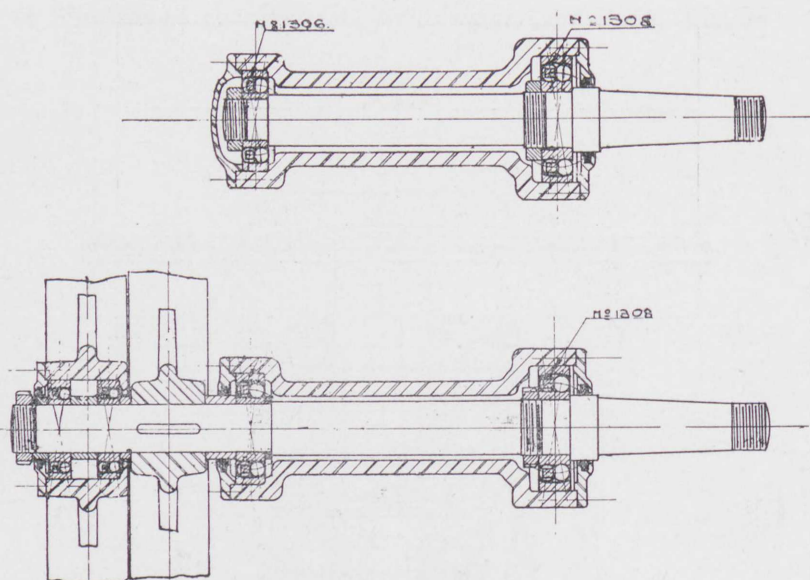


Fig. 31

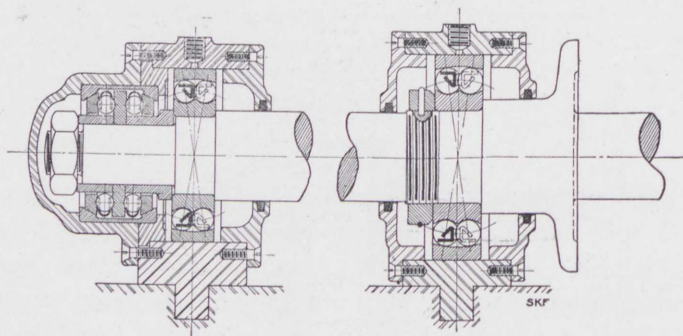


Fig. 32

delig mindre Baandsav. Fig. 32 viser Kuglelejer i Spindelen til en Rundsav og Fig. 33 og 34 i Høvlekuttere, den første

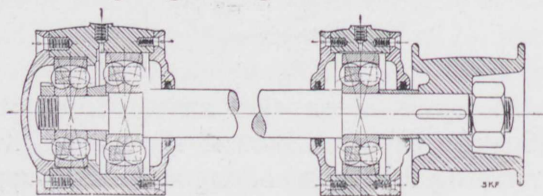
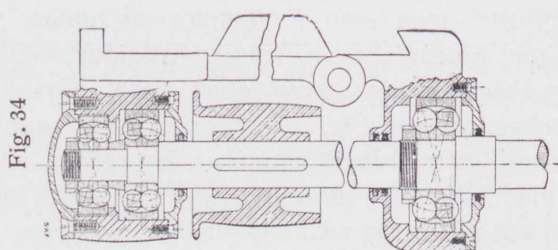


Fig. 33

horisontal og den anden vertikal. I Kutterne er der, som



det ses, i det ene Lagerhus indbygget to Radiallejer ved Siden af hinanden, det ene optager Radial- og det andet Axialtrykket.

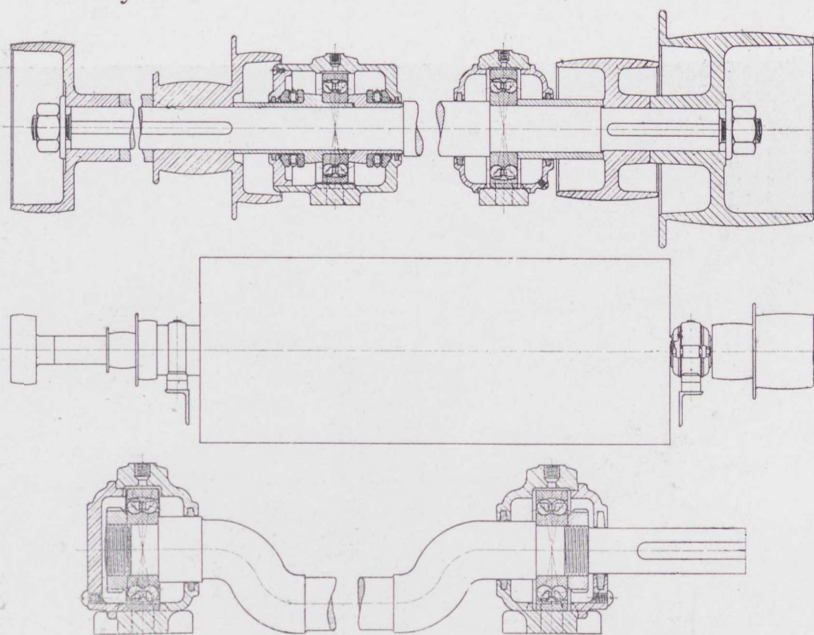


Fig. 35

Fig. 35 viser Indbygningen af Kuglelejer i Tærskværker.

Til Slut skal jeg demonstrere et Omraade, hvor Kuglelejerne har faaet en særlig stor Anvendelse, nemlig ved Transmissioner. Efterhaanden som Prisen paa Kraften bliver større, lægger man nu meget stor Vægt paa at opnaa saa økonomisk Drift som muligt og fordrer ved Kraftanlæg meget strænge Garantier med Hensyn til Brændsel-

og Olieforbrug, men man forsømmer en anden, maaske ofte vigtigere Side af Sagen, nemlig Friktionstabene i Maskiner og Akselledninger. Hvor store disse i Virkeligheden er, anskueliggøres paa Fig. 36 a. Forsøgene er udført med to Transmissioner med Removerføring, hvoraf den ene Aksel sammen med tilhørende paa de bevægelige Aksler siddende Løsskiver var forsynede med almindelige Glidelejer, (Støbejernsringsmørelejer paa Akselen samt metalforede Løsskiver paa de bevægelige Aksler) og den anden Aksel tilligemed de tilsvarende Løsskiver var forsynet med Kuglelejer af S. K. F.'s Fabrikat. Fig. 36 viser, hvorledes Forsøgsopstillingen

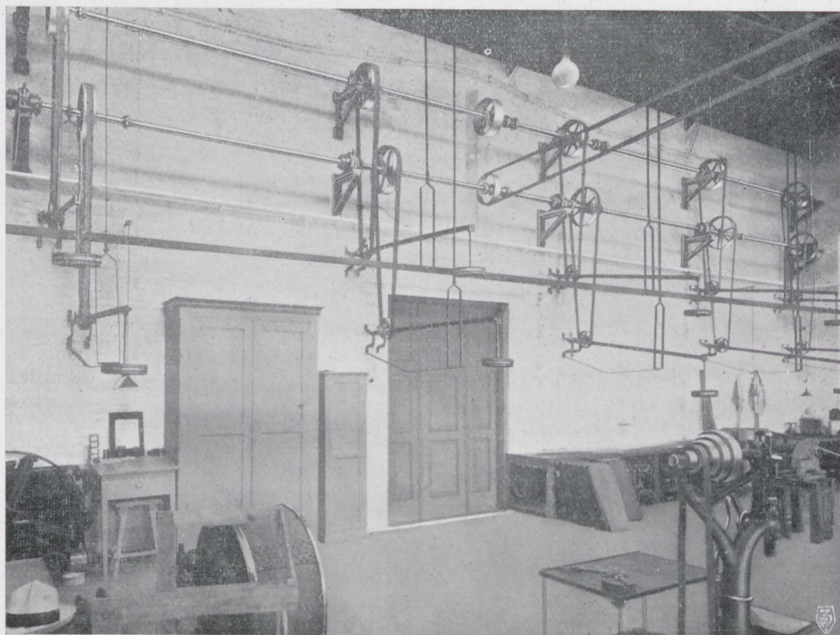


Fig. 36

ser ud, samt hvorledes man opnaar forskellige Lejetryk ved Belastning af Vægtstængerne, som bærer de ovennævnte Løsskiver.

Af Kurverne paa Fig. 36 a fremgaar Besparingernes Størrelse ved forskellige Omdrejningshastigheder og Lejetryk.

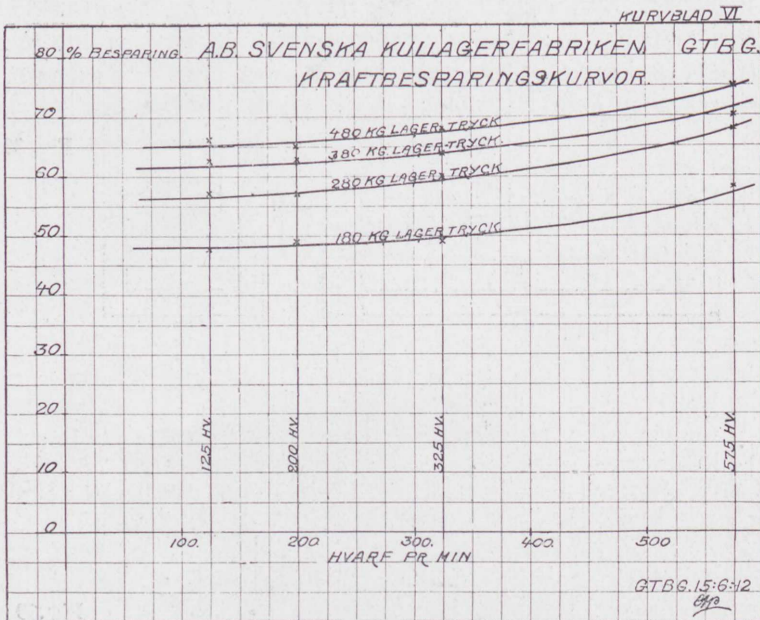


Fig. 36 a

Fig. 37 viser en Transmission med Kuglestaalejer, anbragte paa Vægkonsoller, og Fig. 38 viser Staalejets Konstruktion. Fig. 39 viser en Akselledning med Hængelejer,

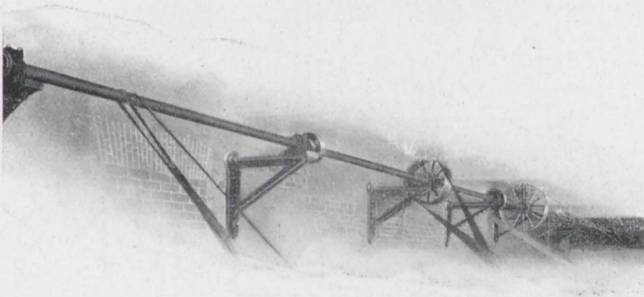
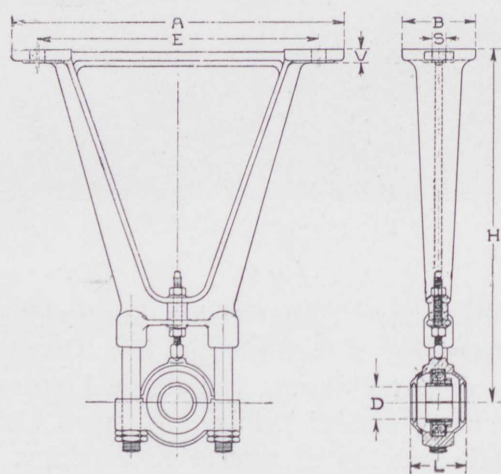
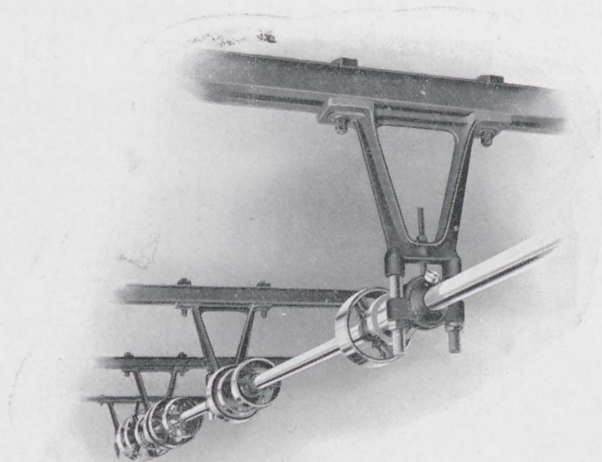
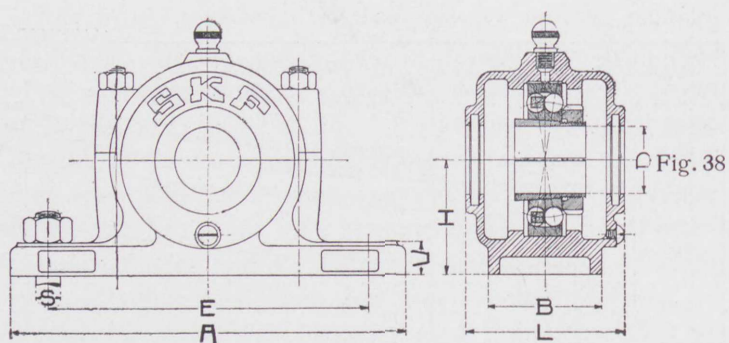


Fig. 37

og Fig. 40 viser disse Hægebukkes Konstruktion. Selve Lagerhuset bæres her af Møtrikker paa Rør, Overdelen fastholdes af en spinklere Skrue. Ved denne Konstruktion er Indstilling mulig i vertikal Retning. Tidligere blev Kuglelejerne indsatte i Bukke af samme Konstruktion som for



Sellers Lejer, men disse har vist sig mindre gode, da Lagerhusene derved let kunne klemmes ovale. I Tilfælde, hvor saadanne Bukke allerede forefindes, kan naturligvis Kuglelejer indbygges i disse, naar nødvendig Varsomhed iagt-

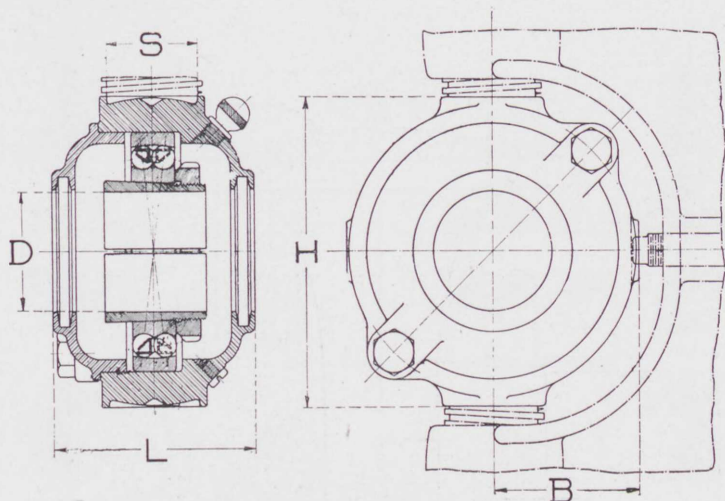


Fig. 41

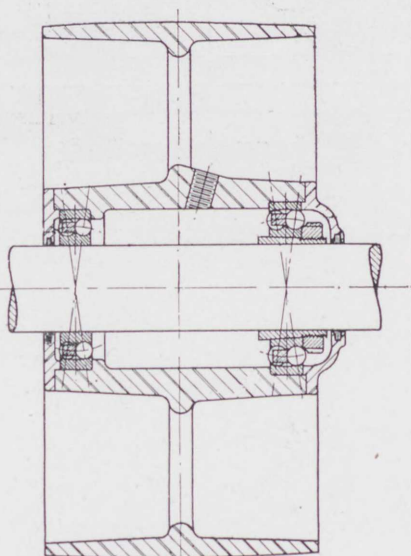


Fig. 42

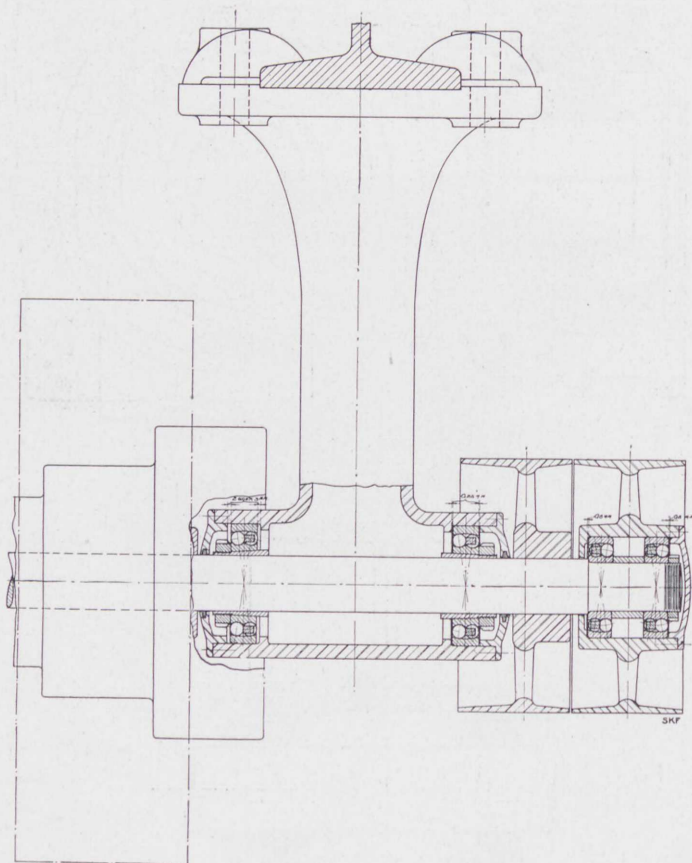


Fig. 43

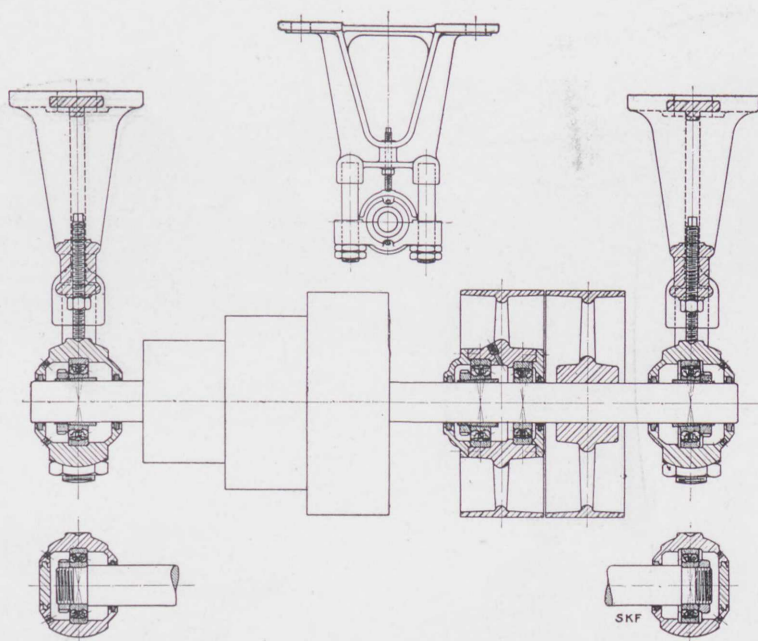
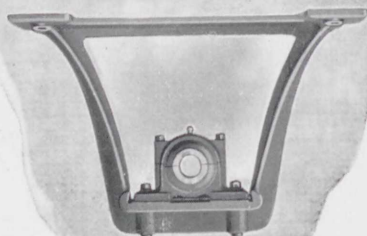
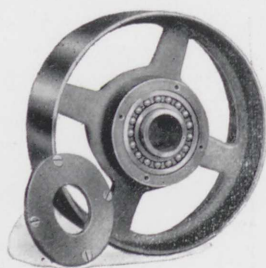
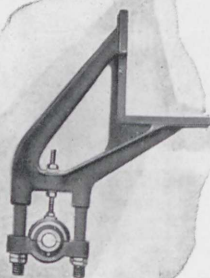
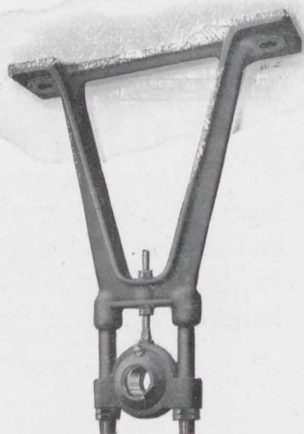
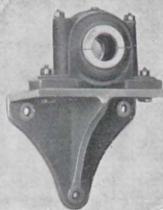
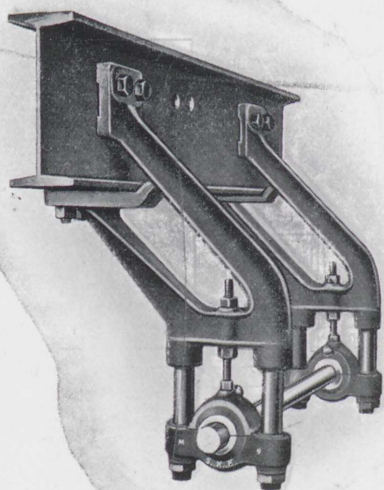
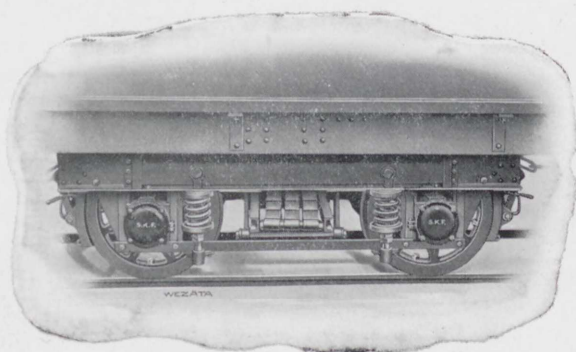
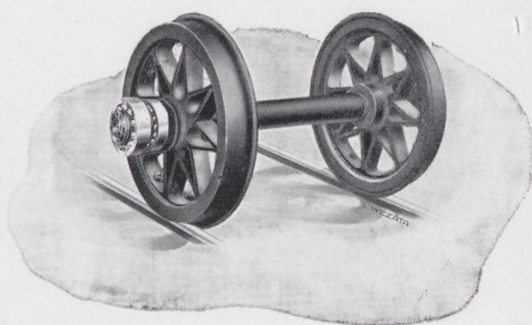
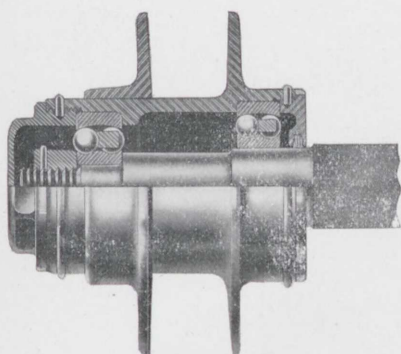
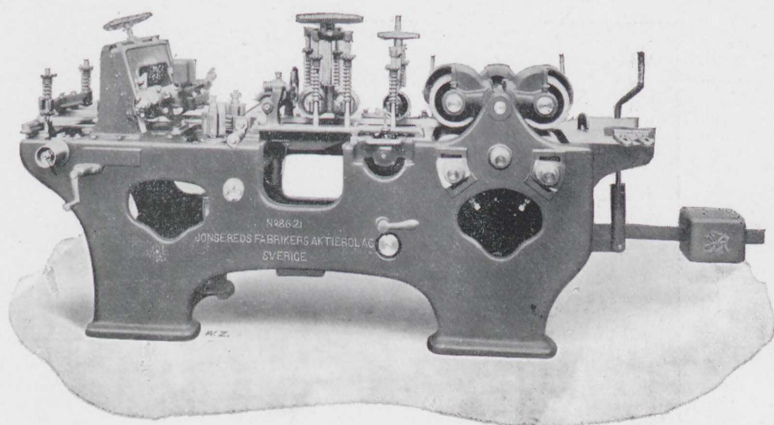
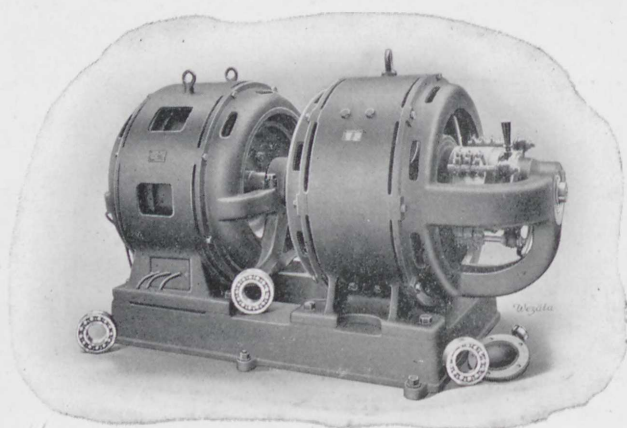
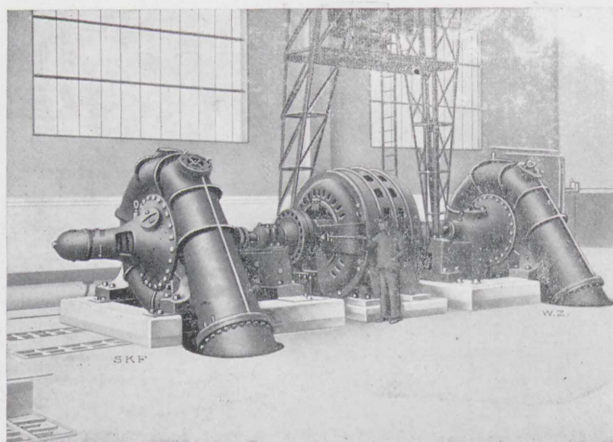


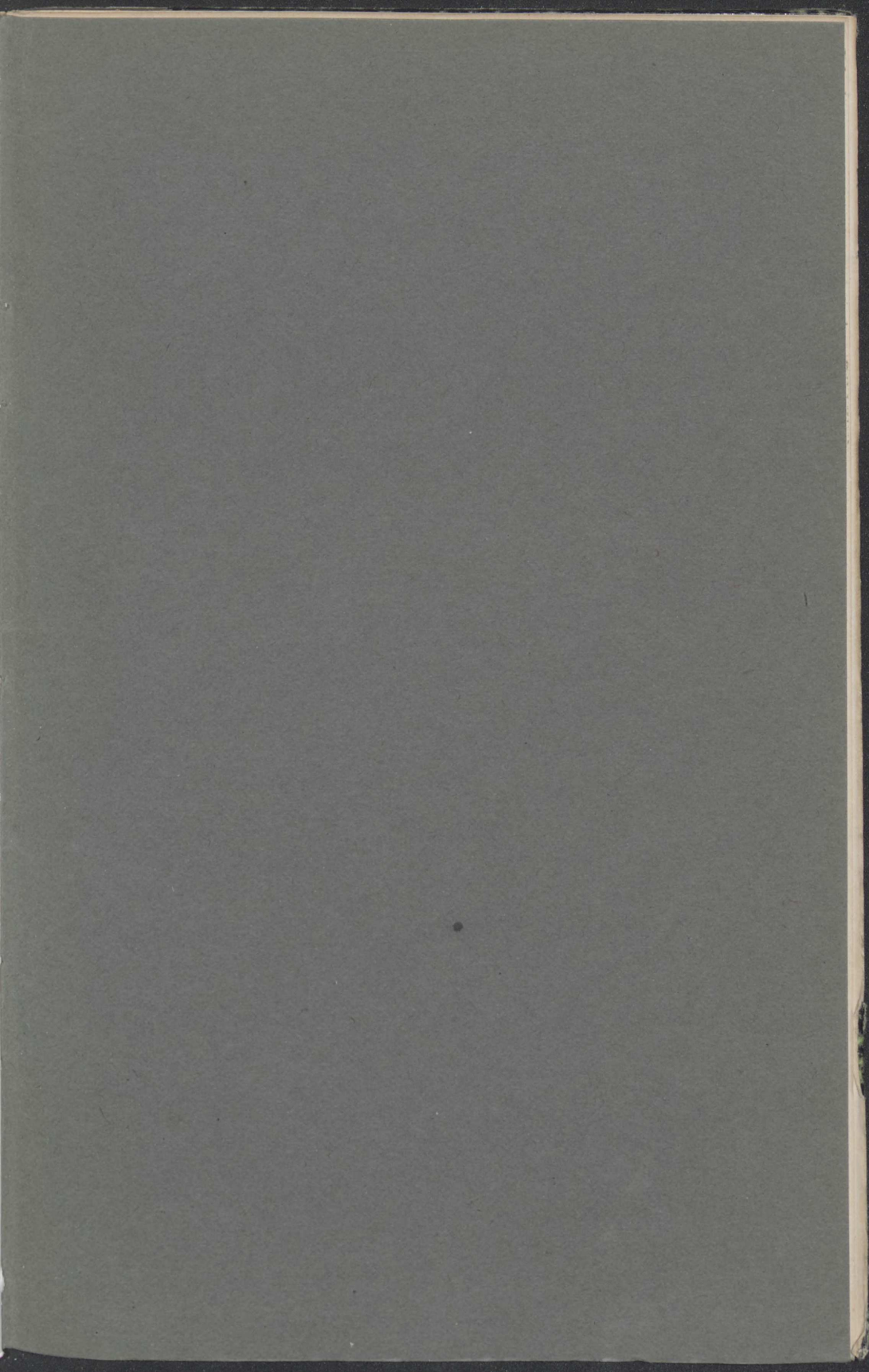
Fig. 44

tages. Fig. 41 viser en en saadan Indbygning. Fig. 42 viser en Løsskive med Kuglelejer. Fig. 43 og 44 viser Forlagsakser, hvor der er indbygget Kuglelejer baade paa selve Akslerne og i de løse Remskiver.









CHR. SACKHAUSEN
J. & OHLSENBADE 17
KØBENHAVN Ø.

1913

