

# GJUTNING OCH BEARBETNING AV GLIDLAGER



Martin Kolseth



Museiföreningen Stockholm-Roslagens Järnvägar

Copyright © 2010  
Museiföreningen Stockholm-  
Roslagens Järnvägar  
och Martin Kolseth.

Denna text får fritt spridas och kopieras i syfte att sprida kunskap om lagergutning samt för att underlätta reparations- och renoveringsarbeten där lagergutning ingår.

Försäljning av denna skrift som helhet eller delar får ej ske utan skriftligt medgivande.

Återgivning av denna text i annan form än ursprunglig fil eller utskrifter därav får ej ske utan skriftligt medgivande.

**Postadress:**

Museiföreningen  
Stockholm-Rolsagens Järnvägar  
Box 3076  
750 03 Uppsala

**Telefon:**

018-13 05 00

**Internet:**

[www.srjmf.se](http://www.srjmf.se)

**Text:**

Martin Kolseth

**Foton och illustrationer:**

Lars Holmquist,  
Martin Kolseth,  
Östen Runelind  
och Karl Schubert

**Grafisk utformning:**

Robin Högberg

# Förord

Denna skrift är en sammanställning av de erfarenheter som erhållits under det av Riksantikvarieämbetet finansierade projektet ”Dokumenterad Gjutning och Bearbetning av Glidlager”.

Projektet har till stor del genomförts på ångloket THOR samt på sommarvagnen SRJ Coö 37.

Praktiska erfarenheter har dessutom inhämtats från tidigare lager-  
gjutningar, främst på ångloket NÖJ

16. All gjutning har genomfört med tennbaserad babbits med 80% tenn, 13% antimon, 7% koppar. Anvisningar angående genomförandet har bland annat hämtats från SJ:s Underhållsinstruktioner och *Boken om Vitmetall*.

Projektets mål har varit att utveckla, bevara och dokumentera kunskapen kring gjutning av glidlager samt den efterföljande bearbetningen.

I likhet med bevarande av kunskap

kring varmnitning är bevarandet och utvecklandet av kunskapen kring lagergjutning en förutsättning för att i ett långsiktigt perspektiv kunna visa upp levande teknikhistoria.

Min förhoppning är att de här framställda erfarenheterna ska vara till nytta för andra som är i behov av att gjuta och bearbeta glidlager och att den nu dokumenterade kunskapen kan kompletteras med nya erfarenheter vart efter dessa erhålls.

# Lagermetall och lagerkonstruktion

Ett glidlager på ett järnvägsfordon består normalt av en lagerskål eller lagerbox vari lagermetall, *babbits*, igjuts varpå denna maskinbearbetas till önskad form. Babbits benämns även vitmetall. För att lagermetallen ska ha lämpliga egenskaper måste dess sammansättning vara korrekt.

Enligt *Boken om Vitmetall* ska ursmält, "begagnad", babbits inte användas vid gjutning eftersom den kan ha blivit förorenad eller ha fått förändrad sammansättning så att halterna av de olika legeringsämnena inte längre är optimala. Även SJ är försiktiga med återanvändning av babbits. För att undersöka om några tydliga skillnader kunde påvisas utfördes en testgjutning med återanvänd babbits vars sammansättning då den ursprungligen göts var känd. Resultatet jämfördes sedan med resultatet från en gjutning utförd med ny babbits. Ingen skillnad vare sig vidhäftning eller utseende såväl före som efter bearbetning kunde påvisas. Någon kemisk analys har ej genomförts, men väsentliga skillnader i analys bör ge sig till känna genom exempelvis grövre kristallstruktur. Det har ej heller varit någon

skillnad på de färdiga lagrena under den tid de har använts. Antagligen påverkades resultatet i detta försök i större grad av andra faktorer än av de sannolikt små förändringarna i sammansättning som uppstått.

Utifrån detta anser jag att babbits kan återanvändas i viss utsträckning, om lagret inte är hårt belastat, om ingen misstanke om felaktig sammansättning finns, samt om ursmältning och hantering i övrigt har skett på ett korrekt sätt.

Värt att beakta vid omgjutning av lager på järnvägsfordon är att SJ under åren har använt en rad olika legeringar av lagermetall, bland annat innehållande zink och bly. Dessa får absolut inte blandas i den tennbaserade legeringen som normalt används, eftersom denna då helt förstörs.

Ofta är babbitsen gjuten direkt i själva lagerboxen som kan vara tillverkad av antingen brons, gjutjärn eller stål. Bronsskålar och bronslagerboxar har den fördelen att de inte skadar lagertappen i någon större utsträckning, även vid en stor varmgång.

Om lagret har lös lagerskål är denna ofta tillverkad av brons.

Lagerskålen ska om den utföres i metall göras av ren tennbrons eller blyhaltig tennbrons, inte av rödgods eller mässing eftersom förtennings-skiktet då blir svagt. Stållagerskålar ger en mycket god vidhäftning, men riskerar att skada lagergången om lagermetallen smälter i samband med ett haveri. Gjutjärn kan endast användas till mindre kritiska lager eftersom förtenningen har dålig vidhäftning och dessutom är svår att utföra.

En lagom tjocklek på lagermetallen erhålls med formeln  $t = 3 + 0,02 \cdot d$  där  $t$  är tjockleken på lagermetallen och  $d$  är lagerdiametern i mm.

Om lagerskålen är väl förtennad är laxstjärtspår oftast onödiga eller to m skadliga eftersom de kan framkalla sprickbildningar. Laxstjärtspåren är många gånger en kvarleva från den tid då man inte använde förtenning. De kan dock behöva användas i större lagerskålar där det är svårt att ha full kontroll över förtenningen och i skålar av gjutjärn som är svåra att förtenna. Om en skål ändå utförs med spår ska dessa ha rundade kanter och inte placeras där påkänningarna på lagret är som störst.

# Beredning av lagerskålar

Det enklaste sättet att smälta ur gammal babbits är att värma lagret med gasolbrännare och fånga upp den smälta babbitsen i tex en plåtlåda. Värmning skall ske mot lagerskålen, ej mot själva babbitsen. Om väsentlig värmning sker mot babbitsen skall denna betraktas som skrot. Babbitsen får under inga omständigheter upphettas till över 480°C under ursmältningen.



*Ursmältning av gammal babbits med gasolbrännare.*

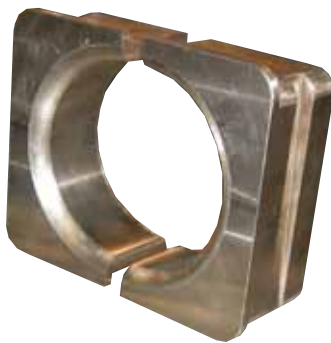
SJ förespråkar ursmältning genom nedsänkning i gryta med smält babbits, troligen för att minimera den oxidation som uppstår då den smälta lagermetallen kommer i kontakt med luft. En nackdel med denna metod är dock att det då krävs två babbitsgrytor om man av olika skäl inte vill återanvända den ursmälta babbitsen.

Det har visat sig lämpligt att värma lagerskålen en stund efter att babbitsen smält i syfte att koka ur gammal olja ur de porositeter som ofta finns i gamla sandgjutna lagerskålar. Denna värmning medför dock en viss oxidering av ytan vilken bör avlägsnas innan

förteningen påbörjas. Då oxiden är tjock klarar nämligen inte flussmedlet i förtenningspasta att ta bort oxiden, vilket medför att tennet inte väter ytan på lagerskålen. Om lagerskålen inte är ”impregnerad” med gammal olja eller fordrar reparation kan förteningen utföras i samband med ursmältningen. Förteningen blir dock bäst om oxider och allt gammalt tenn bearbetas bort från skålen före förteningen.

## Reparation

Efter ursmältning repareras lagerskålen vid behov. Mindre sprickor i en i övrigt frisk bronslagerskål hårdlödes med fördel. Även pålödning av begränsade avslitna områden kan vara lämplig. Är gjutgodset porigt eller innehåller stora mängder sprickor eller gamla tveksamma lagningar är det lämpligast att tillverka en ny lagerskål. I samband med omgjutning av ett antal lager på locket Thor tillverkades nya lagerskålar med hjälp av vattenskurna ämnen av strängjuten tennbrons, något som ger



*Nyttillverkade lagerskålar före gjutning. Observera frånvaron av laxspår.*

bra kvalitet på materialet. Den enda nackdelen är att det blir ett visst spill pga lagerskålarnas form. En klar fördel är dock att det inte behövs någon gjutmodell.

## Förtening

Då eventuell reparation företagits och tjocka oxidskikt avlägsnats med tex blästring, slipning eller maskinbearbetning kan förtening ske.

Gamla lagerskålar som inte kräver reparation kan som nämns ovan förtennas i samband med ursmältningen då de ändå är uppvärmda. Om lagret är hårt belastat bör dock all gammal förtening avlägsnas med bearbetning.

Till bronslagerskålar används förtenningspasta med ”100%” tenn, vilken smetas på de ytor som ska förtennas. Sedan värms lagerskålen till det att tennet smälter. Eventuellt kan extra flussmedel tex lödvatten behöva användas tillsammans med stålborste för att er hålla tillfredställande vätning. Därefter sköljs lagerskålen med rent vatten så att alla flussmedelsrester försvinner.

Nya lagerskålar smetas lämpligen in med förtenningsmedlet och placeras därefter i ugn och uppvärms till 270°C. Det går även bra att värma med gasol eller acetylenlåga, förutsatt att värmning inte sker direkt mot förtenningspasta eftersom flussmedlet då bränns.

Vid förtening av lagerskålar/lagerboxar av gjutjärn måste blyhaltig förtenningspasta tex *Beratrix* användas eftersom förtenningspasta med enbart tenn inte väter på dessa.

# Gjutning

Gjutning av babbitslager sker ofta som centrifugaljutning eller kokilljutning. Vissa babbitslegeringar är även lämpade för smetlödning. I denna skrift kommer dock endast kokilljutning och centrifugaljutning att behandlas.

För att babbitsen inte ska fastna mot kokillen eller centrifugaljutformen måste formen eller kokillen behandlas med någon form av släppmedel. Den metod vi har funnit enklast är att sota kokillen med hjälp av en svetslåga med acetylenöverskott. Snabbt och enkelt!

Oavsett om lagret centrifugaljuts eller kokilljuts måste det tätas på något sätt. Vi har med framgång använt avgastätningspasta som tätningssmedel för gjutformar, såväl vid sluggjutning som vid kokilljutning. Även gjutsand kan fungera vid kokilljutning, men av förklarliga skäl fungerar det inte vid centrifugaljutning. Dessutom kan användandet av gjutsand försvåra en effektiv avkylning.

Då lagret är delat i två halvor läggs mellanlägg av aluminium eller sotat stål mellan halvorna för att underlätta delning av dessa efter gjutningen, alternativt kokilljuts en halva i taget.

För att ge en stark förening mellan lagermetallen och lagerskålen ska förteningen vara flytande när lagermetallen igjutes. Skålen får inte överhettas eftersom förteningen då oxideras. Dessutom blir lagerskålens värmemängd för stor vilket försenar stelningen av den gjutna metallen.

Ju mindre kristallerna blir i lagermetallen desto bättre blir lagringsegenskaperna. Finkornighet uppnås, förutom genom korrekt sammansättning av babbitsen, främst genom snabb avkylning efter gjutning eftersom kristallerna då inte hinner växa till under stelningsförloppet.

Avkylningen ska bara vara snabb

under stelningsförloppet. Därefter är det fördelaktigt att låta lagret svalna fritt i luften så att de spänningar som vid avsvälningen bildas mellan lagermetall och lagerskål ska kunna utjämnas.

## Förvärmning och babbitsvärmning

Lagret förvärms i ugn eller med gasol så att det erhåller en för gjutningen lämplig temperatur, vilken kan variera beroende på vilken babbitslegering som används. För S-babbits dvs normal "lokbabbits" är oftast drygt 200°C lämpligt. Temperaturen får aldrig sjunka under 180°C.



*Förvärmning av lager med centrifugaljutningsfixtur i ugn.*

Lagermetallen värms i babbitsgryta eller direkt i gjutskopan till lämplig gjuttemperatur som för S-babbits dvs normal "lokbabbits" ska vara 425±10°C. Om smältning inte sker i gjutskopan ska denna förvärmas innan den fylls med babbits. Den smälta babbitsens temperatur får aldrig överstiga 480°C. Om temperaturen skulle bli över 500°C börjar babbitsen ta upp järn från degel och verktyg, något som påverkar babbitsens egenskaper negativt. Smältan omröres väl och skummas från oxider och föroreningar precis före gjutningen. Gjutningen ska utföras så, att oxiderad babbits ej medföljer vid gjutningen och så att kokillen helt fylls genom en iskänkning.

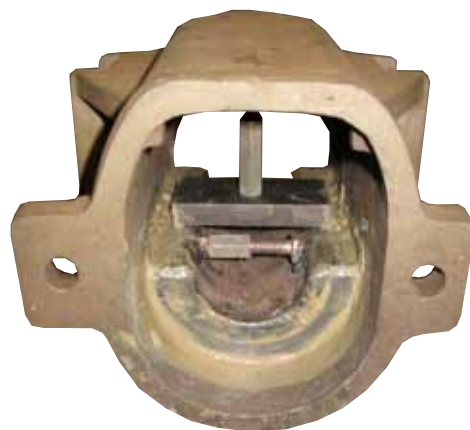


*Elektrisk värmegryta för babbits.*

## Kokilljutning

Lagrets temperatur vid gjutningen får ej sjunka under 180°C. Babbitsens gjuttemperatur skall vara 425±10°C.

Kokillen måste för att vara möjlig att demontera tillverkas med någon eller några graders släppning. Dessutom måste den exempelvis sotas för att inte fastna, se "Allmänt". Överst på kokillen anbringas en del som bildar sjunkhuvudet. Detta ska vara ca 10-20% av lagrets höjd. Sjunkhuvudets uppgift är att se till att det finns tillräckligt med vitmetall då denna drar ihop sig vid stelning. Sjunkhuvudet bearbetas sedan bort.



*Vagnslager med monterad kokill.*

Efter uppvärmning placeras lagret på lämpligt underlag varefter igjutning sker utan avbrott och om möjligt så att den smälta babbitsen sköljer bort oxider från den förtennade ytan.

Kokilljutning ger som regel ett något sämre resultat än centrifugaljutning. I vissa fall måste dock denna



metod användas på grund av lagrets form. Fördelen med denna metod är att tätning av formen är enklare och att små läckor kan stoppas med en fuktig trasa.



*Vagnslager efter gjutning sedan kokillen demonterats.*

För att babbitsens kristallstruktur ska bli finkorning måste stelningshastigheten vara hög. Detta uppnås genom att lagret kyls med tryckluft eller i vissa fall vatten. Om lagret inte är så högt belastat kan acceptabelt resultat fås med fri svalning i rumstemperatur. Kokillen får under inga omständigheter kylas, eftersom stelning då sker från fel håll och därvid kan orsaka sugningar. Kylningen ska göras så att lagret stelnar först från botten och sist i sjunkhuvudet.

Observera att den smälta babbitsen under inga omständigheter får komma i kontakt med vattnet eftersom det kan orsaka explosionsartad stänkning av babbitsen!

Den varianten av kokillgjutning, liggande kokillgjutning som visas i bilderna ovan bör om möjligt undvikas eftersom det är svårt att anbringa ett tillräckligt stort sjunkhuvud vilket kan medföra sugningar. Dessutom samlas föroreningar under kokillen. Stående gjutning är därför att föredra.

## Centrifugaljutning

Rotationssymmetriska lager kan

med fördel centrifugaljutas eller slunggutas som det även kallas. Gjutmetoden ger som regel ett mycket bra resultat.



*Bildserie centrifugaljutningsfixtur.*

Efter uppvärmning sätts lagret i rotation i en centrifugaljutmaskin eller en svarv försedd med

stänkskydd. Varvtalet måste kunna varieras för att ge bästa gjutresultat vid olika lagerdiametrar. Om lagret vid gjutningen har mellanlägg skall varvtalet sänkas något för att minska stänk. Då lagret har satts i rotation sker igjutning på samma sätt som vid kokillgjutning.

Nedanstående formel används till att beräkna maxvarvtalet vid gjutning med tennbaserad babbits.

$$n_{\max} = \frac{6000}{\sqrt{d}}$$

n = varvtalet

d = lagerdiametern



*Lager med centrifugaljutningsfixtur i centrifugaljutningsmaskin.*



*Iskänkning av babbits.*

Så fort babbitsen har hållts i lagret påbörjas avkylning av det roterande lagret med tryckluft. SJs rekommendation är att sedan låta lagret rotera med tryckluftskylning till det har kallnat till hanteringstemperatur. För att krympspänningarna ska utjämnas kan det dock vara en fördel att stoppa kylningen då lagermetallen med säkerhet stelnat.

# Maskinbearbetning och tillpassning

Efter gjutning bearbetas lagret genom arborning, svarvning eller fräsning till lämplig dimension. Under den första delen av 1900-talet tycks uppfattningen att ett lager måste skavas på hela ytan varit förhärskande, varför lagret bearbetades till underdimension och därefter skavdes till lämplig passning. Under mitten av 1900-talet verkar dock praxis ha blivit att redan vid bearbetning ge lagret ett lämpligt spel. Skavning utfördes sedan för att korrigerare mindre avvikelser. Bearbetningen utförs med ytjämnhet max  $Ra=1\mu m$ .

Lagerspelet kan behöva anpassas till yttre förutsättningar, tex måttfel i ett lokmaskineri eller uppvärmning. De spel som anges nedan bör därför ses som rekommendationer. För litet spel resulterar otvivelaktigt i varmgång. För stort spel däremot orsakar vibrationer, oljud och förkortad livslängd. Ett lagerspel bör därför aldrig utföras mindre än den precision varmed arbetet utförs.



*Svarvning av lager i svarvfixtur.*

Ett lagom lagerspel (radialspel) för maskinlager som utsätts för belastning i flera riktningar erhålls om lagret bearbetas 0,01mm större för varje centimeter lagertapp. Ett 100mm lager ges således ett spel av 0,1mm. Axialspelet görs oftast större, vilket underlättar tillpassningen. Ett för stort axialspel kan dock medföra ökad urstänkning av olja så att smörjningen i extrema fall

äventyras. Om axeltappen är oval måste största diametern användas då bearbetningsdiametern bestäms. Är tappens exempelvis timglasformad kan bearbetning ske utifrån den mindre diametern varefter de större delarna skavs in.

Ett lagom spel har uppnåtts på ett maskinlager om spelet tydligt känns då lagret monteras ihop utan olja, men försvinner då lager och tapp smörjes före ihopsättning.

Lager som i huvudsak utsätts för belastning i en riktning, tex vagnlager kan med fördel bearbetas ca 0,5 till 1mm större än lagertappen. På så sätt underlättas inskavningen av lagret och en gynnsam kilverkan för oljefilmen erhålls. Viktigt på ett vagnlager är att lagret inte ligger an mot axeln ända ned till lagrets kant eftersom bildandet av en bra oljefilm då försvåras eller i värsta fall förhindras.

Om smörjspår används måste dessa anbringas på ett sådant sätt att de inte bryter oljefilmen på de ställen som ska bära trycket. Betänk också att smörjspårens uppgift är att leda smörjmedel till de ställen som är under belastning, inte att dränera bort oljan där det ska vara smörjning.

Efter bearbetning tillpassas lagret i erforderlig utsträckning med hjälp av skavning. Större mängder babbits, tex i radier kan med fördel avlägsnas med pansarfil.

Före skavningen smörjes lagertappen in med ett tunt lager märkfärg.



*Märkfärg påförs lagertappen.*

Lagret lägges därefter på tappens och föres i den riktning det skall arbeta.



Därefter skaves babbits bort från de färgade partierna på lagret, varpå en ny provning på lagertappen utföres. Denna procedur upprepas till det att en tillfredställande anliggning uppnås. Det är viktigt att här poängtera att lagret absolut inte behöver ha någon fullständig anliggning. Däremot får lagret inte vila enbart på ett par punkter, tex i radierna.



*Skavning.*

Eftersom justering och tillpassning av ett ångloksmaskineri är ett så stort område att det bör tillägnas en egen rapport lämnas här jag valt att inte gå närmare in på detta i denna rapport.



# Problem

## Dålig vidhäftning

Dålig vidhäftning beror som regel på dåligt genomförd förtenning eller att lagret har upphettats till för hög temperatur vid förvärmningen så att tennet har oxiderats. Tillse alltid att tennet har vätt den yta som ska förtennas och att temperaturen inte blir för hög vid förvärmningen. Vid behov, desoxidera den förtennade ytan precis före igjutning, exempelvis med lödvatten. Även extremt låg förvärmningstemperatur kan resultera i dålig vidhäftning.

## Sugningar

Sugningar uppstår då babbitsen stelnar från fel håll, eller flera håll samtidigt. Babbitsen ska stelna från lagerskålen och utåt. För att undvika sugningar kyles lagerskålen. Ett riktigt anbringat sjunkhuvud i kombination med korrekt kylning eliminerar normalt problemen med sugning.

## Segringar

Segringar uppstår då stelningshastigheten är för låg. Detta innebär att vissa av legeringsmetallerna stelnar

och bildar stora kristaller medan andra legeringsmetaller fortfarande är flytande. Detta skapar en för lagerfunktionen mycket ogynnsam kristallstruktur.

Onödigt hög förvärmningstemperatur kan orsaka segringar eftersom det ger en långsammare kylningshastighet.

Sluggjutning bidrar i viss utsträckning till segring eftersom olika beståndsdelar har olika densitet. Bearbetningspålägget måste därför vara tillräckligt för att lagerytan inte ska ha en för stor andel antimonföreningar.

## Formförändringar hos lagerskål

Då lagerskålen är vek kan mer eller mindre kraftiga formförändringar äga rum då babbitsen krymper. Gjutformen kan därför behöva tillverkas så att lagerskålen kan förspännas något i syfte att erhålla korrekt form sedan lagret tagits ur formen. Om lagret helt nytillverkas kan det i vissa fall vara lämpligt att inte färdigbearbeta lagerskålen förrän gjutningen utförts.

Riktning går som regel bra att

utföra då tennbaserade legeringar används. Formförändringarna minskas även av att låta lagret kallna utan kylning när stelningen är avslutad eftersom krympspänningarna då i viss mån utjämnas.

## Säkerhet

Smält babbits har en enastående förmåga att läcka ut ur gjutformen. Ha därför alltid värmetåligen kläder och skydd för ögonen.

Vid centrifugaljutning ska stänkskydd finnas för att förhindra att babbitsen hamnar på gjutaren om den behagar läcka ut ur formen.

Vid kokillgjutning kan en plåtlåda placeras under gjutformen om babbitsen inte kan tillåtas läcka ut över arbetsbänk och golv.

Om vatten används, tillse att det inte kommer i kontakt med den smälta babbitsen eftersom kraftiga stänk då kan uppstå.

God ventilation rekommenderas vid all gjutning och beredning av lager. Vissa babbitslegeringar är blybaserade vilket ställer större krav på ventilation än de tennbaserade legeringarna.

# Referenser

*SJ UnderhållsInstruktion 1231*, maj 1978, "Glidlagerboxar för drivaxlar, D-lok"

*SJ UnderhållsInstruktion 1222*, juli 1975, "Koppelstänger med glidlager"

*Glidlagers varmgång*, B. Bengtsson, artikel i *Järnvägs-Teknik* Nr5, okänt årtal,

*Ånglokslära*, 1949, Elis B. Höjer mfl.

*SJSt-1406, Bestämmelser angående behandling av babbits*, Utgåva 4 sept. 1957, Statens Järnvägar standardiseringen.

*Boken om Vitmetall*, 2:a upplagan 1953, Paul Bergsöe & Son AB.