

Ånglok i Trainz

Del I

En beskrivning av ångloket i verkligheten



Av Korvtiger

Första utgåvan (v4.33.0)

Ångloket – en fascinerande maskin

Få maskiner har förändrat människans levnadssätt lika mycket som ångloket. Att plötsligt kunna resa långa sträckor på ett snabbt och bekvämt sätt var något som krympte landet och fick den svenska handeln att blomstra. De fantastiska hastigheter om flera tiotals kilometer per timme som de första ångloken kom upp i skrämde delar av befolkningen som trodde att det var hälsovådligt att färdas så fort. Men när den nya tekniken hade accepterats trodde snart de flesta snart att ångloket var framtiden, vilket det också till stor del var. Att ångloket satt sin prägel på oss kan man fortfarande se spår av i vår vardag. Uttryck som att ”lägga på ett kol”, ”tuffa på”, eller ”hålla ångan uppe” minner om järnvägens barndom då järnhästarna regerade och ansågs vara höjden av ingenjörskonst. För att inte tala om att ångloket mer eller mindre fortfarande är en symbol för järnvägen rent allmänt, se bara på de svenska vägskyltarna för obebakade järnvägs korsningar.

I detta lilla häfte kommer jag att beskriva i stora drag hur dessa ånghästar fungerar i verkligheten och hur STLs ånglok fungerar i tågsimulatorn Trainz.

För de som inte orkar att läsa igenom massor med sidor om ångloket så finns del två och tre av detta häfte som beskriver ånglokskörning i Trainz mer kortfattat.

Ångloken uppdelning

Hjulen på ånglok kan liksom på de tidigaste el- och dieselloken delas upp mellan *drivhjulen* och *löphjulen*. Den förstnämnda är de de hjul som står i förbindelse med kraftkällan, i ångloken fall cylindrarna. Dessa är på ånglok sammanbundna med *koppelstänger* för att cylindrarnas kraft ska överföras på så många hjul som möjligt. De övriga hjulen, som ej står i förbindelse med cylindrarna eller är kopplade med hjul som är det, kallas för löphjul. Deras uppgift är dels att bära upp en del av lokets tyngd för att axeltrycket på drivaxlarna inte ska bli högre än banans maximala axeltryck, men också för att få loket att följa kurvor bättre och ge jämnare gång överlag. Detta gäller särskilt på lok som framförs med hög hastighet.

Axelordning

För att beskriva ett loks axelantal och typ, *axelordningen* använder man en beteckning av bokstäver och siffror. Versala bokstäver betecknar drivaxlar, där A betyder en drivaxel, B betyder två kopplade axlar, C tre kopplade axlar osv. För löphjulen använder man siffror, 1 för en löpaxel, 2 för två löpaxlar osv. Vidare använder man en apostrof (') efter en siffra eller bokstav för att indikera att dessa hjul är lagrade i en boggie. Bindestreck eller plustecken betecknar koppling mellan lok och tender. Beteckningen lästes sedan från vänster till höger. Exempel:

1C2' Betecknar ett lok med ett främre löphjul, tre drivaxlar och en bakre boggie med två löphjul (ex. SJ Sb)

2'C+2'2' Betecknar ett lok med två löphjul på en boggie främst, följt av tre kopplade axlar med en tender med två, tvåaxliga boggier. (ex. SJ B)

D+3 Betecknar ett lok med fyra kopplade axlar, utan några löpaxlar med en treaxlig tender. (ex. SJ E)

Ångloken kan vidare delas upp i deras tänkta arbetsområde:

- *Snälltågslok* (minst 90km/h)
- *Persontågslok* (70-90km/h)
- *Godstågslok* (50-70km/h)
- *Växellok* (i regel tanklok)

Eftersom ånglok inte har någon växellåda, utan cylindrarnas kraft verkar direkt på drivhjulen så ger diametern på dessa hjul utväxlingen. Således har lok tänkta för snälltåg en mycket större drivhjulsdiameter än lok för godståg som kräver en mindre utväxling. För godstågslok har man oftast en drivhjulsdiameter på straxt över 1000 mm, medan snälltågslok har en diameter på omkring 2000 mm.

Bränsle

För att skapa ånga krävs ett bränsle som eldas. Det absolut vanligaste bränslet är stenkol. Eftersom stenkol inte förekommer naturligt i några större mängder i Sverige har man varit tvungen att importera detta från Centraleuropa. Under kristider, särskilt under första och andra världskriget var det svårt att importera bra stenkol och många lok blev därför modifierade för att kunna eldas med andra, mindre energirika bränslen som gick att få tag på inom landet. Vanligast har varit ved, torv, torvpulver och kolpulver. Under 40-50-talet byggde man även om en del lok för oljeeldning, vilket är lika effektivt som att elda med stenkol.

Vidare kan man dela upp ånglok i två kategorier, baserat på hur de medför bränsle och vatten. På *tanklok* medförs vatten och kol på loket. Vattnet förvaras oftast i tankar på sidorna om pannan och på större tanklok även bakom hytten. Kolet förvaras bakom hytten. På *tenderlok* medförs vatten och bränsle i en speciell vagn, *tendern* fast ihopkopplad med loket. Vattentanken är förbunden med loket genom rör. Tenderlok har fördelen att de kan medta större förråd och därför köras längre utan att behöva stanna för vattentagning eller kolning. Deras nackdel är att de har en begränsad hastighet vid backgång då den relativt lättare tendern annars riskerar att spåra ur. Av denna anledningen vill man köra tenderlok rättvända och behöver således ha vändskivor att vända dem på. Tanklok däremot får i regel köras lika fort framåt som bakåt. Dessa är därför bättre lämpade än tenderlok för lokaltrafik då man slipper att vända loket på en vändskiva vid ändstationerna, vilket förr gjorde att den hektiska trafiken kunde flyta på snabbare.

Cylindrarnas anordning

Till sist kan ånglok delas in baserat på hur deras cylindrar är anordnade. Dels på antalet cylindrar, vilket vanligtvis är två, men även kan vara tre eller fyra. Sådana lok benämndes *tvillinglok*, *trillinglok* respektive *fyrloking*.

Dessutom kan lok delas upp i om de har *enkel* eller *dubbel ångexpansion*, lok med det senare kallas *kompundlok*. I sådana lok låter man ångan arbeta först i mindre *högtryckscylindrar* och därefter i större cylindrar, *lågtryckscylindrar*. Kompoundlok kan även de ha två, tre eller fyra cylindrar.

Lok med två cylindrar kan även delas in i två grupper beroende på om deras cylindrar är monterade utanför ramarna, eller är dolda innanför ramarna – lok med *yttre*- respektive *innercylindrar*.

Vanliga ånglokstyper vid SJ

Precis som personvagnar och godsvagnar hade ångloken ett littera för att beskriva typen, samt ett unikt nummer i en nummerserie. Nummerserien var separat för ångloken och när ellok, lokomotorer och diesellok började levereras till SJ, fick dessa egna nummerserier som började om på 1 igen.

I SJs barndom på mitten av 1800-talet kallades de olika ånglokstyperna bara för ”snälltågslok”, ”godstågslok” osv, men när nya loktyper för de olika uppgifterna tillkom behövde man införa typbeteckningar, litteran, vilket man gjorde 1878.

Loken fick då litteran som bara bestod av en gemen bokstav. Man började på A, sedan B, C, osv. Vid sekelskiftet till 1900-talet började de flesta av dessa första lok att bli omoderna och skrotades och vissa gamla litteran blev då lediga, varpå man lät nya loktyper få samma littera. Det är i regel dessa nyare lok man pratar om när man till exempel pratar om ånglok littera B som är från 1910, inte den äldre varianten av B-lok från 1856.

När loktyperna under 1900-talet blev så pass många att det inte räckte med en bokstav att hålla reda på dem tog man till underlittera, man lade till en gemen bokstav efter den versala bokstaven, huvudlitterat. Exempel på detta är ånglok littera S från 1908 som 1917 fick byta littera till Sa för att skilja dessa från de nylivererade loken med littera Sb.

När många privata järnvägar började förstatligas på 40-talet tillkom ytterligare nya loktyper och man blev tvungen att byta litterasystem för att undvika förvirring då många smalspåriga banor övergick i SJs ägo. Då ville man till exempel använda p och t i underlittera för att markera lok med 891mm respektive 1067mm spårvidd. 1942 ändrade man därför underlitterat från små bokstäver till siffror. Så Sa-loken fick tillbaka sitt littera S och loken med littera Sb fick littera S2. Dessa fick sedan en rad kusiner från privatbanorna med littera S3, S4, S5 och så vidare. Smalspåriga lok fick heta till exempel S2p för ett lok för 891mm spårvidd.

I stort försökte SJ att använda huvudlitterat för att samla in lok med liknande utseende och byggnad, även om undantag finnes. Överlag har det sett ut så här under 1900-talet (bindestreck indikerar att det finns många underlitteran. De som inte har bindestreck syftar på ett specifikt littera):

A/A2	Snälltågslok, A hade två drivhjulsaxlar, men byggdes om till A2 med tre drivaxlar.
B	Person och godstågslok. Sveriges idag antagligen vanligaste ånglok.
E/E2	Välkänd godstågsmaskin. Tillverkades som E med fyra kopplade axlar, men många lok byggdes om till E2 genom att de förlängdes och fick ett löphjul längst fram.
E-	Samlingslittera för godstågslok med tender.
F	Snälltågslok med fyrcylindrig compound-ångmaskin. För tunga snälltåg.
G-	Samlingslittera för tenderlok för tunga godståg på stambanorna.
J	Tanklok för lätta persontåg i förorten, motsvarande dagens pendeltåg.
K-	Samlingslittera, mindre godstågs- eller växellok. Ex, Ka med tender, Ke tanklok.
L-	Samlingslittera för persontågslok med tender. Ursprungliga littera L var vanlig.
N-	Samlingslittera för växellok och lok för tung malmtågsväxling.
S-	Samlingslittera för tanklok för persontåg. Sa/S och Sb/S2 är välkända.

Ånglok användes i normal trafik hos SJ fram till 1963, därefter stod de mest i reserv men togs fram ibland, särskilt under vintrarna fram till 1973 då det sista ångloket slopades.

Flera lok av standardtyperna B, E/E2 och E10 ställdes i så kallad beredskapsreserv. De konserverades och gömdes i skjul och bergrum runtom Sverige för att kunna tas fram i krissituationer för att vi inte skulle vara beroende av den elektriska kraften som lätt skulle kunna saboteras. Dessa beredskapsreserver fasades ur med början på 80-talet och de sista två E2-loken hämtades ur sitt skjul under våren 2016. Majoriteten av dessa lok finns idag bevarade hos olika järnvägsföreningar runt om i landet.

Ångloket

Ånglok består av mängder med delar och manicker, den ena mer innovativ än den andra. Eftersom alla inte kan, eller behöver beskrivas här för att förstå hur ångloket i grunden fungerar, kommer bara de nödvändigaste att tas upp. Om du som läsare skulle vara mer nyfiken på hur det fungerade på ett riktigt ånglok rekommenderar jag boken Ångloklära av Elis B. Höjer utgiven av Kungliga Järnvägsstyrelsen i fyra upplagor år 1910, 1912, 1921 och 1949. Dessa går normalt att hitta på antikvariat.

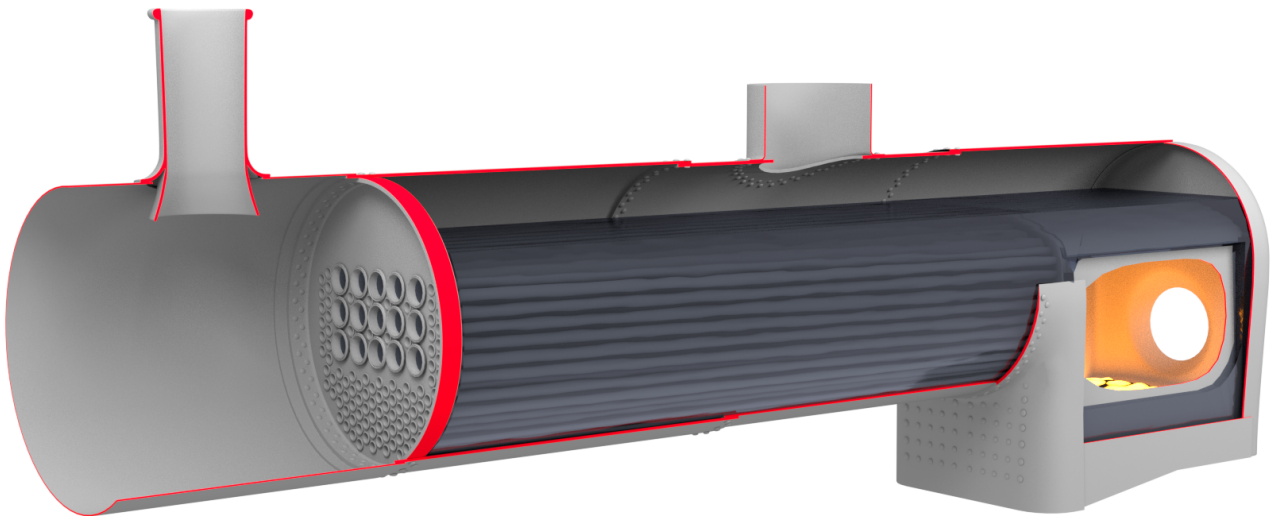
I grunden består ett ånglok av tre viktiga delar:

1. *Ångpannan* som bildar ånga av vatten.
2. *Cylindrarna* som omvandlar ångans inneboende energi till rörelseenergi.
3. *Drivhjulen* med vevstakarna och koppelstängerna som omvandlar cylindrarnas fram och återgående rörelse till en cirkulär rörelse som kan driva loket framåt.

Dessa delar kommer nu att beskrivas tillsammans med en del andra, för att ge en förståelse i hur ånglok faktiskt fungerar och vad som krävs för att kunna köra dem i simulatören.

Ångpannan

I ångpannan hettas vatten upp till ånga och hålls där under tryck. I Sverige har det vanligaste arbetstrycket för lokpannor varit 12 kg/cm^2 (vilket är ungefär 12 atmosfärstryck över normalt lufttryck), men både högre och lägre tryck har förekommit. Ångpannan ska hållas tillräckligt fylld med vatten för att alla av elden berörda delar alltid ska vara under vattenytan så de kyls av vattnet och inte förstörs av den höga värmen. Men den ska samtidigt finnas tillräckligt med rum ovan vattenytan för att ångan ska få plats.



Ånglokspanna i genomskärning. Längst till vänster sotskåpet med skorstenen, bakom den den vattenfyllda rundpannan med domen högst upp och tuberna som går bak till fyrboxen med fyren. Eldstadshålet skymtar i fyrboxens bakkant där bränslet matas in. Observera dock att många saker som regulator, överhettarelement, säkerhetsventiler, ånglåda, blästerrör, stagbultar och sotare saknas på bilden för att göra den tydligare.

Ångpannan kan delas in i tre delar. Den främsta delen av pannan kallas för *rökskåpet* eller *sotskåpet* och är den del av pannan som inte står under tryck. Rökskåpets uppgift är att fånga upp sot och gnistor för att de inte ska fara ut genom skorstenen som sitter monterad uppe på densamma. Bakom rökskåpet börjar *rundpannan*, vilket är den delen av pannan som är under tryck. Där den cylindriska rundpannan slutar börjar bakersta delen av pannan som kallas för *eldstaden* vilken i sin tur består av *innereldstaden* (oftast kallad *fyrboxen*) och *yttereldstaden*. Yttereldstaden är en fortsättning på rundpannan, så även denna står under tryck.

Fyrboxen är det mindre utrymme inuti yttereldstaden där bränslet eldas för att skapa värme. Främre, bakre, båda sidoväggarna samt taket på fyrboxen står i direkt kontakt med vattnet i pannan för att ha så stor area som möjlig som värmer upp vattnet, samt för att fyrboxens väggar inte ska bli överhettade och smälta av värmen från fyren, då vattnet avkyler dem.

Längst ned i fyrboxen ligger *rosten* bestående av centimetertjocka järnstavar med springor emellan. På rosten ligger kolet som eldas och genom gliporna mellan *roststavar* kan syre komma upp till elden och askan från förbränt kol kan ramla ned i *asklådan* undertill.

Fyrboxen står sedan i förbindelse med rökskåpet längst fram i pannan genom *tuberna* för att rökavgaserna ska kunna avge så mycket värme som möjligt innan de försvinner upp ur skorstenen. Tuberna som helt enkelt är långa ihåliga rör, ofta är flera hundra till antalet, går mellan fyrboxens främre vägg genom rundpannan till en vägg mellan rundpannan och rökskåpet som kallas för *tubplåten*. Genom att tuberna är omgivna av vattnet maximeras den yta som avgaserna från elden har att överföra sin värme till vattnet på. På vissa lok har man spiral eller blomformade tuber s.k. *esstuber* eller *spiraltuber* för att ytterligare öka värmeöverföringsytan mellan rökavgaserna och vattnet i pannan.

Mitt på rundpannan sticker det upp en knöl som kallas *ångdomen*. Som bekant stiger vattenånga och det bästa stället i en ångpanna att plocka ut ångan borde därför vara så högt upp som möjligt. Genom att skapa ett utrymme ovanför rundpannan fångar man in all ånga på ett ställe, ur vilket det lätt går att plocka ut ångan till allt den behövs för, vilket ska visa sig en hel del mer än lokets cylindrar.

Eftersom ånga expanderar och får en volym som är många gånger större än vad den har i form av vatten, kommer ångan att bli tvungen att öka i tryck då den ej kan utbreda sig på grund av att den stängs inne av pannans väggar. Det är sedan detta tryck som används i cylindrarna för att skapa dragkraft.

Säkerhetsventilerna

Varje lokpanna är försedd med två *säkerhetsventiler*, vilka har till uppgift att omöjliggöra att pannans tryck överstiger det högsta tillåtna. Säkerhetsventilerna sitter bredvid varandra ovanpå pannan, oftast direkt framför hytten. De är två stycken av säkerhetsskäl om en av dem inte skulle fungera, eller räcka till. Den ena av säkerhetsventilerna är inställd på att börja blåsa av ånga vid ett tryck som är 0.2 kg/cm^2 över arbetstrycket och den andra på ett tryck som är 0.4 kg/cm^2 över arbetstrycket. Även om det inte är någon skada i sig att säkerhetsventilerna blåser anser man att eldaren gjort ett dåligt jobb om de blåser, eftersom detta slösar bort ånga till ingen nytta.

Vattenståndet

Större delen av pannan är som nämnt fylld med vatten. Det är av yttersta vikt att *vattenståndet* i pannan håller sig mellan de givna minimi- och maximivärdena. Om vattenståndet blir för högt kommer den livliga ångbildningen med sina luftbubblor att dra med sig vatten upp i ångdomen vilket följer med till cylindrarna och riskerar att skada desamma, då vatten inte är komprimerbart. Detta kan höras och kännas då stötar uppkommer med cylinderslagen, kallat *vattenslag*. Vattnet kan dock ledas ut ur cylindern genom utblåsningsventilerna (se separat kapitel).

Men värre är om vattenståndet blir för lågt. Då kommer taket på den av elden berörda fyrboxen att blottas över vattenytan. Då denna inte längre kyls ned av vattnet i pannan kommer dess temperatur tillåtas stegra så pass mycket att den kan börja glöda. Om materialet upphettas så mycket väldigt plötsligt kommer materialet att ta skada, vilket i värsta fall kan resultera i en pannexplosion med förödande konsekvenser.

För att undvika detta finns det en inbyggd säkerhetsanordning kallad *smältplugg* i fyrboxen. Dessa

plugg som sitter i taket på fyrboxen, är fyllda med en speciell metallegering som smälter vid en temperatur en bit över den som vattnet i pannan har. Om vattenståndet är så lågt att det snart är nere vid fyrboxens tak kommer pluggen att smälta och ett hål genom vilket vatten och ånga tar sig in i fyrboxen uppstår. Detta kommer inte bara att dra lokpersonalens uppmärksamhet till sig genom ett högt fräsande, utan det kommer också att släcka fyren.

Det är eldarens uppgift att hålla vattenståndet inom dessa givna gränser. På 1800-talet användes provkranar på pannans bakgavel placerade på olika höjd över fyrboxens tak för att se hur högt vattenståndet var. I lok tillverkade under 1900-talet har eldaren istället vattenståndsglasen till sin hjälp. Det är helt enkelt ett stående glaströr som är monterat på panngaveln, någonstans från fyrboxens tak upp mot toppen på pannan. Dessa visar sedan motsvarande vattennivå inne i pannan enligt lagen om kommunicerande kärl. Alla lokpannor har två stycken vattenståndsglas, ifall det ena av dem skulle gå sönder eller visa fel för att det blivit igensatt av smuts.

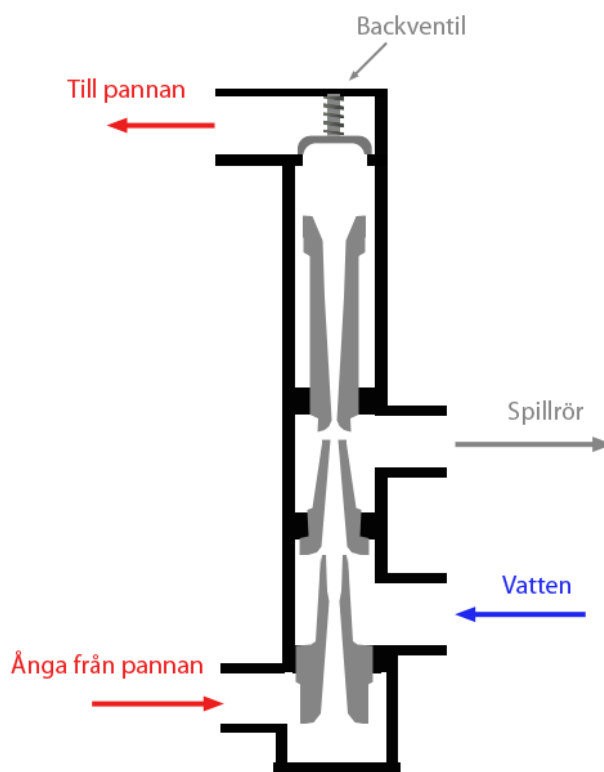
En vanlig fråga som ställs till ånglokspersonal på dagens museibanor är hur mycket vatten och kol som går åt när man kör. Denna till synes enkla fråga kan vara svår att besvara, då den beror på väldigt många faktorer. Faktorer som kolet och vattnets beskaffenhet, banan man kör på, loktypen och lokindividen för att inte glömma lokpersonalens kunnande. Men för att ge ett hum om vilka mängder det gäller, brukar man räkna med 500 kg stenkolk per m² rostytta varje timme vid full belastning, vilket blir 1250 kg/timme för ett lok littera B. Vattenåtgången är svårare att beräkna men 7600 kg ånga kan teoretiskt bildas från lika stor massa vatten per timme vill normal maxbelastning för lok littera B.

Ungefärliga siffror som man brukar avrundat räkna med för normal körning med stopp och igångsättningar med littera B är 150 kg kol och 1.5 ton vatten per mil. Med detta ser man tydligt att ångloken drar betydligt mer vatten än kol. Detta är anledningen till att vattenförråden tar upp större plats än kolförråden. Det betyder även att man behöver stanna för att ta vatten oftare än att fylla på kol.

Injektorerna

Eftersom själva idén med ånglok är att skapa vattenånga kommer eldaren att vara tvungen att mata pannan med nytt vatten från tendern/tankarna, allt eftersom vattnet i pannan kokas upp till vatten och används. Under 1800-talet hade man pumpar som drevs av hjulens rörelse, men dessa hade olägenheten att de bara fungerade då loket var i rörelse. Man tillförde därför en handpump som kunde användas då loket var stillastående. Detta förenklades senare genom införandet av ångstrålepumpen, *injektorn*.

Den absolut vanligaste varianten av injektor i Sverige är Greshams injektor, vilken användes på samtliga SJ-lok tillverkade under 1900-talet och i princip alla privatbanelok. Det fanns även andra varianter på injektorn, men deras grundtanke är oftast densamma. Injektorn gör något som vid första anblicken kan verka vara en fysikalisk omöjlighet, nämligen att mata en panna under tryck med vatten utifrån, enbart med hjälp av ångan från samma panna. Till råga på allt, i det närmaste helt utan några förluster av vatten!



Schematisk bild av Greshams injektor.

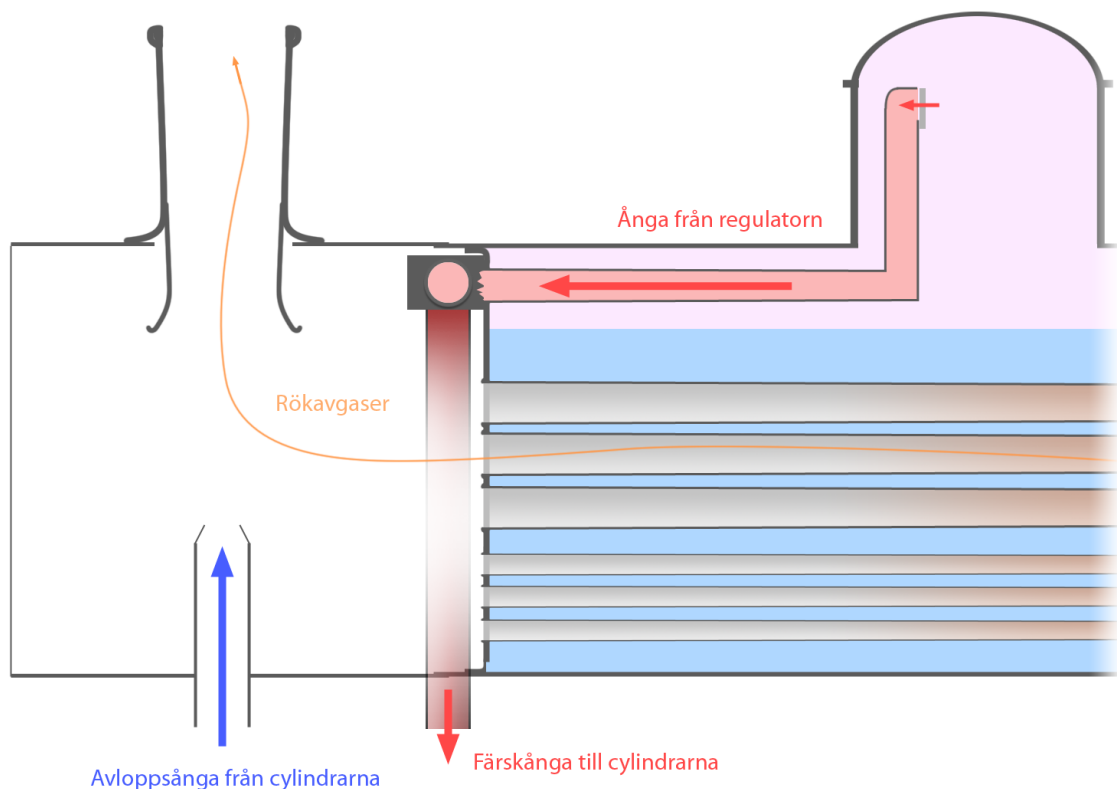
I princip skapar injektorn en ångstråle som går genom tre munstycken. Mellan de första två munstyckena står den i förbindelse med vattentanken och mellan andra och tredje munstycket står den i förbindelse med fria luften genom ett *spillrör*. Efter sista munstycket sitter en *backventil* in till pannan som hålls stängd av trycket i densamma. Denna måste pressas upp för att vattnet ska kunna matas in i pannan.

När ångan slås på bildas en stråle som skjuter igenom munstyckena, men som inte förmår öppna backventilen in till pannan då ångan har fått ett lägre tryck när det släppts ut än det trycket inne i pannan. Den tvingas då att ta vägen ut genom spillröret. Samtidigt börjar injektorn suga upp vatten ifrån vattenröret då ångstrålen skapar ett vakuum mellan de första två munstyckena. När vattnet nått upp i injektorn blandar det sig med ångstrålen. Ångan kondenseras och överför sin värmeenergi till röreseenergi på vattnet. Vattenstrålen som bildas får då upp en hastighet som är högre än den hastighet som vatten i pannan skulle ha om den skulle rinna ur ett hål i pannan. Detta innebär att vattenstrålen i injektorn utgör ett högre tryck än det inne i pannan, vilket då förmår att öppna backventilen och pannan börjar matas. Samtidigt slutar injektorn att spilla, då allt vatten går in i pannan igen.

När injektorn slås till eller från kommer trycket från vattnet och ångan att under ett kort tag vara för lågt och inte förmå att ta sig in i pannan. Det blåses då ut genom spillröret vars mynningar sticker ut under golvet i hytten på sidorna. Man tappar i regel en liter vatten/ånga på detta varje gång injektorn öppnas eller stänges, vilket är en obetydlig mängd jämfört med hur mycket vatten som finns i tankar och i pannan.

Draget och hjälpblästern

Eld kräver två saker utöver värme för att fortsätta brinna. Det är dels bränsle och dels syre. Bränsle är eldarens uppgift att tillgodose fyren med genom sin skyffel, men mängder med syre krävs också. Som tidigare nämnt har rosten som bränslet ligger på springor mellan roststavarna för att släppa upp syre, men för att tillräckligt med syre ska komma upp där krävs ett luftdrag. Detta drag åstadkoms vid gång genom att avloppsången från cylindrarna släpps ut genom *blästerröret*. Detta är ett rör som mynnar ut i botten på rökskåpet, rakt under skorstenen. När ången strömmar upp ur blästerröret drar den med sig luft ur rökskåpet upp genom skorstenen, vilket skapar ett undertryck där som sedan ger upphov till *draget*. För att utjämna undertrycket i rökskåpet dras nämligen luft upp mellan roststavarna, genom lagret med bränsle och genom tuberna fram till rökskåpet. Detta drag ökar ju kraftigare ångslagen är, vilket innebär att lokpannan reglerar intensiteten på fyren automatiskt beroende på hur hårt loket körts. Ju mer ånga som förbrukas, ju kraftigare blir draget, ju mer syre till elden, ju hetare rökavgaser, ju snabbare kokas vattnet i pannan. Ganska genialiskt faktiskt!



Sotskåpet och främre delen av rundpannan i genomskärning. Illustrationen visar blästerröret i botten på sotskåpet som ger upphov till draget som drar med sig rökavgaserna genom tuberna från fyrboxen upp genom skorstenen. Hjälpblästern visas inte på bilden, men sitter som en ring runt blästerrörets mynning. I illustrationen syns även ångans väg från domen, genom regulatorn, fram till ånglådan och ner i rören till cylindrarna som på ett våtånglok. På överhettade ånglok så dras ångan genom överhettarelement i de stora överhettartuberna innan den dras ned till cylindrarna.

Men detta drag uppstår ju enbart när loket faktiskt körs med ångan pådragen. Då loket står still kommer draget och därmed ångbildningen att vara ringa. Därför behöver eldaren som har ansvar för trycket i pannan kunna på konstgjord väg skapa ett drag. Detta sker genom *hjälpblästern* även kallad *sotaren*. Det är ett munstycke som sitter i en ring runt blästerrörets mynning genom vilken ånga direkt från ångpannan kan släppas ut, precis som avloppsången från cylindrarna om loket hade varit i rörelse. Dock bör sotaren användas sparsamt då den drar mycket ånga. I regel öppnar man sotaren några minuter före avgångstid för att få liv i fyren för att vara beredd för den stora åtgång av ånga som uppstår vid igångsättning av tåget.

Regulatorn

Regulatorn är den ventil som reglerar ångtillförseln till cylindrarna. Själva ventilen sitter monterad i ångdomen där ångan till cylindrarna hämtas. Den styrs genom en spak som sitter mitt på pannans bakgavel genom en stång som går genom pannan över fyrboxen till regulatorventilen. Från ventilen går ångan sedan i ett rör fram till främre tubplåten, ut genom den och sedan genom rör i rökskåpet ned till cylindrarna.

Överhettare

När man kokar vatten i en kastrull på spisen kommer den vattenånga som bildas aldrig kunna få en högre temperatur än ca 100° C. Detta för att vattnet börjar koka vid denna temperatur, men när den omvandlats till vattenånga och börjar stiga upp i luften kommer den enbart att vara omgiven av ånga med samma temperatur eller luft av lägre temperatur. Det finns med andra ord inget som kan öka temperaturen på ångan ytterligare. På samma sätt är det i en ångpanna. Så fort vatten blivit tillräckligt varmt för att övergå till ånga kommer det att samlas uppe i ångdomen enbart omgiven av lika varm ånga och nedtill av den kallare vattenytan och dess temperatur kan ej ökas mera. Eftersom kokpunkten för en vätska ökar med dess tryck, kommer dock denna ånga att vara av högre temperatur än den från kastrullen som ju står i normalt lufttryck. I en ångpanna för 12 kg/cm² kommer kokpunkten för vatten och således även ångtemperaturen att vara ca 190° C. Ånga som har en temperatur som är precis över kokpunkten kallas för *våt ånga*.

Denna typ av ånga har en del särskilda egenskaper. Bland annat har den en hög fuktighetshalt vilket gör den till en god värmeledare. Därför kommer våt ånga när den släpps ut till cylindrarna till stor del (ca 30%) kondenseras till vatten igen när den kommer i kontakt med de kallare väggarna i cylindrar och rör. Detta gör att den förlorar mycket av den energi som den kunnat driva loket med och riskerar samtidigt att skada maskineriet då vatten inte kan sammanpressas. Fram till sekelskiftet 1800-1900 var detta sättet man använde ångan på i ånglok, vilka kallades *våtånglok*.

En stor revolution inom ångloksbygge kom när man lyckades införa *överhettaren* på ånglok, vilken sedan länge hade nyttjats på stationära ångmaskiner. Den gjorde en så stor skillnad att i princip alla ånglok byggda efter 1905 försågs med överhettare och de flesta äldre lok fick sina pannor ombyggda. Idén med överhettaren är att öka temperaturen på den ånga som tas ifrån pannan innan den nått cylindrarna. Med ökad temperatur på ångan kommer den att förlora sin fuktighet och således leda värme mycket sämre, vilket gör att den kyls av mycket långsammare än våt ånga. Dessutom tillåter den högre temperaturen att ångan tappar ganska mycket i temperatur innan den kondenseras tillbaka till vatten igen. Med ökad temperatur kommer dessutom ångan att ytterligare expandera och få en högre inneboende energi som kan nyttjas i cylindrarna. Allt detta gör att mycket lite ånga kondenseras i cylindrarna. Ång-/vattenförbrukningen kommer också att minska då ångan fått expandera mera, vilket gör att loket kommer att dra mindre vatten och således även mindre kol än om det inte hade haft en överhettare. Ett överhettat lok kommer att bli mellan 60-100% effektivare än motsvarande våtånglok, av vilket man lätt kan förstå att överhettade lok blev standard efter man kommit på hur man skulle utföra överhettare på ånglok.

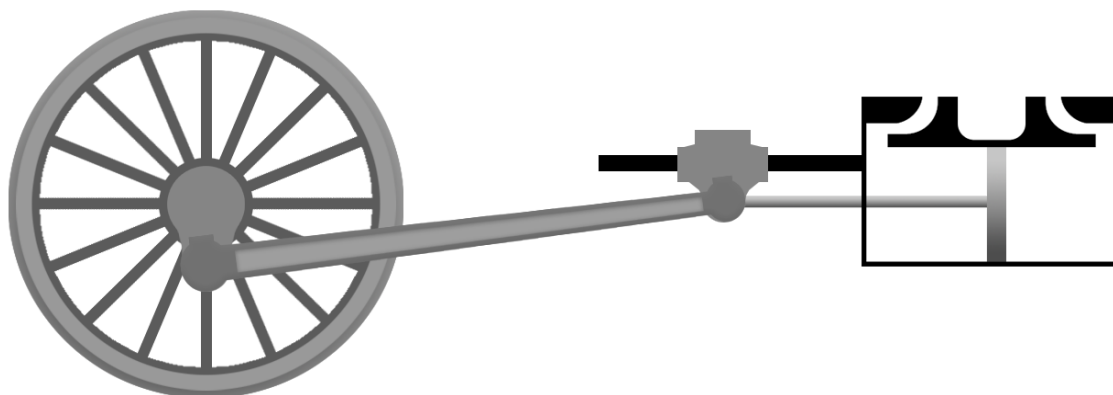
Hur fungerar överhettaren då? Jo, efter att ångan tas från regulatorn på ett lok förs den som vanligt fram till och igenom främre tubplåten. Men här går den in i en låda som kallas för *ånglådan*. På överhettarånglok är 12-30 av tuberna av större diameter, så kallade överhettartuber. Från ånglådan delas ångan upp i lika många överhettarelement som överhettartuber. Varje sådant element består av en slinga med ett tunt rör som går från ånglådan, genom en av överhettartuberna, nästan hela vägen till fyrboxen, nästan hela vägen tillbaka till tubplåten och sedan tillbaka en slinga till mot fyrboxen och slutligen ut till en annan kammare i ånglådan. Genom dessa två slingor genom överhettartuberna ökas temperaturen på ångan med mellan 100-200° C. Denna ånga leds sedan vidare från den andra kammaren i ånglådan och vidare till cylindrarna.

Kolvrörelsen och drivhjulen

För att driva loket framåt krävs det att cylinderns rörelse överförs till drivhjulen, vilket sker genom ett system av stänger gemensamt kallat för *kolvrörelsen*. Kolven i cylindern rör sig fram och tillbaka på grund av ångans tryck. Denna är fäst i *kolvstången* vilken sticker ut på cylinderns baksida. Här överförs kolvens rörelse till en cirkulär rörelse genom att koppla ihop kolvstången med en av drivaxlarna genom *vevstaken*. Denna är på drivhjulet fäst i *vevtappen*. Denna rörelse sitter på utsidan av ramarna på lok med utvändiga cylindrar och dold innanför ramar på lok med innercylindrar.

För att maximera dragkraften vill man att så många hjulpar som möjligt sedan överför kolvens

rörelse på skenorna, därav kopplar man ihop flera hjulaxlar med hjälp av *koppelstänger*. Den axel vevstaken driver kallas för *drivaxel* och en axel som är kopplad till en drivaxel kallas för *koppelaxel*. Gemensamt kallas driv- och koppelaxlar för drivhjul.

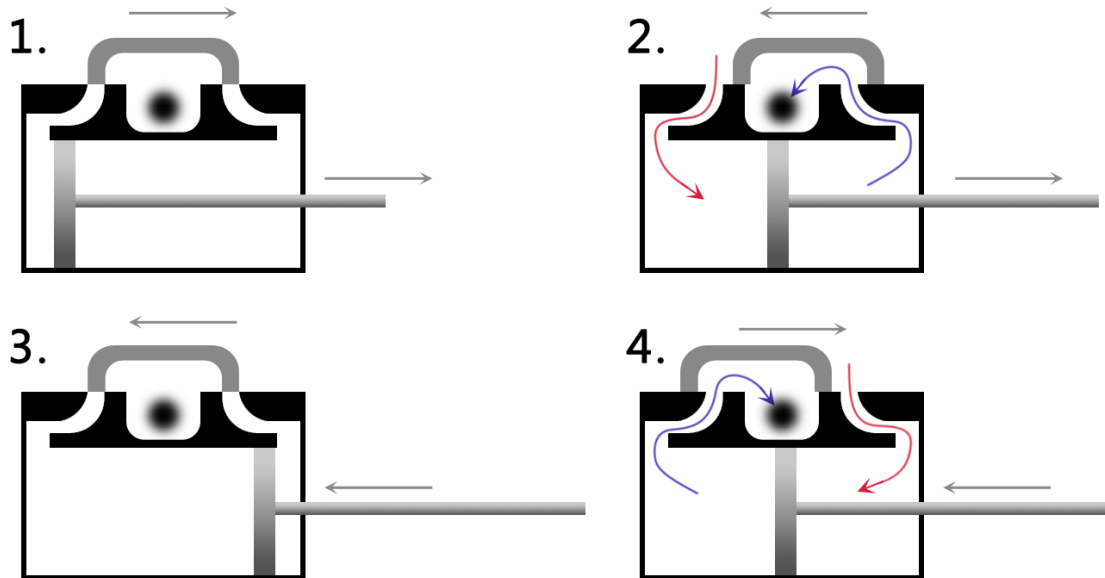


Kolvrörelse på lok. Bilden visar drivaxeln tillsammans med kolven i cylindern, vilka är sammankopplade genom vevstaken.

Det finns dock ett problem med det så kallade *dödläget* som skulle uppstå om lokens kolvrörelser skulle vara synkroniserade, det vill säga att kolvarna på båda sidor skulle vara i samma, eller var sitt ändläge samtidigt. Problemet är samma som man kan ha på en cykel om man försöker att cykla iväg när ena pedalen är i sitt översta läge och den andra i sitt undre. Det går inte att påverka så mycket med den undre pedalen och om man trycker ned på den övre pedalen kan man ha otur och börja trampa baklänges. På en cykel är det enkelt löst genom att bara sparka till tramporna så de hamnar i horisontellt läge istället, men på ett ånglok är det inte ett alternativ. Istället låter man de båda maskinerierna vara kvartade, så att det skiljer ett kvarts varv mellan kolvrörelsen på höger och vänster sida. Är den ena sidan i sitt ändläge, kommer den andra sidan att vara mitt i ett slag, vilket är där mest kraft överförs på drivaxeln. Normalt är det den högra sidan som går en kvart före den vänstra.

Slidstyrningen

För att maskineriet ska arbeta måste ångans in- och utströmning från cylinderns bägge sidor styras. Detta sker med hjälp av *sliden*, vilken ömsom öppnar, ömsom stänger in- och utflöde till cylindersidorna baserat på kolvens rörelse.



Kolv- och slidrörelsen i fyra skeden. 1 visar främre vändpunkten för kolven, sliden är precis på väg att öppna förbindelsen mellan vänster kolvside och färskånga. 2 visar när kolven är mitt i sitt slag straxt före sliden stänger förbindelsen med ångmatning och avloppet, därefter kommer ångan att expandera på vänstra sidan om kolven tills den nått sitt bakre ändläge. Röd pil markerar färskånga som matas in i cylindern, blå pil markerar redan expanderad ånga som förs ut till blästerröret och upp genom skorstenen. 3 och 4 visar samma skeenden fast för bakre kolvside.

I den fyrdelade illustrationen ovan ses en förenklad bild av slidens verkningssätt. I verkligheten har sliden kanter som skjuter över de ångkanaler som går ned till cylindern, detta för att stänga ångutströmningen före cylindern nått till ett ändläge. På så sätt finns lite ånga kvar som pressas samman och bromsar upp kolvens rörelse.

Sliden styrs genom ett system av stänger vilket kallas för *slidstyrningen*. Denna styrning har två viktiga uppgifter:

1. Det ska kunna reglera om ångan ska strömma in på den främre eller bakre sidan av kolven först, det vill säga om maskineriet ska gå framåt eller bakåt.
2. Det ska kunna reglera fyllningsgraden, det vill säga hur stor del av ett kolvslag som en cylindersida matas med ånga genom att reglera slidens slaglängd.

Det har funnits ett flertal olika varianter på slidstyrningar, även om de flesta liknar varandra på många sätt. Det vanligaste på svenska ånglok från 1900-talet är *Walschaerts* [uttalas Wallskart] *slidstyrning*, ofta i Sverige benämnd *Heusinger von Waldeggs slidstyrning* då de två ingenjörer som den fått namn efter, oberoende av varandra konstruerade en liknande styrning ungefär samtidigt. En äldre slidstyrningstyp som är vanlig på lok från 1800-talet är *Stephensons slidstyrning* vilken lämpar sig bättre för mindre lokomotiv. De flesta andra slidstyrningar som funnits är mindre variationer på dessa två.

Denna Youtube-video visar hur Walschaerts slidstyrning fungerar:

<https://www.youtube.com/watch?v=8yRVMnPJmdQ>

(Notera att denna animation har en omvänd ångströmning mot illustrationerna ovan, ångan kommer ifrån det som är avloppshål i illustrationen och strömmar ut på ovansidan av sliden)

Gemensamt för de flesta slidstyrningar är *kulissen* som är den bågformade, ibland raka del vilken används för att styra fyllningsgraden och rörelseriktningen. Denna får en vickande rörelse runt mitten av kulissbågen ifrån ett drivhjul med hjälp av en vev eller en excenter. I kulissbågen sitter *tärningen* vilken med en länkarm styrd från hytten på loket är flyttbar upp och ned i kulissen. Tärningen sitter även fast i en stång, *tärningsstången* vilken sedan styr slidens rörelse. Befinner sig tärningen i mitten av bågen kommer den inte att röra sig och tärningsstången och likaså sliden kommer att vara stilla i mitten av sitt slag. Ju mer tärningen rör sig bort från mitten, upp eller ned mot kulissens ändar, ju större kommer dess fram och återgående rörelse bli från kulissens vickande rörelse. På detta sättet kommer sliden att röra sig längre och således släppa in mer ånga i cylindrarna i varje slag, man ökar *fyllningen*. Om tärningen flyttas till andra sidan om kulissens mittpunkt kommer rörelsen att inverteras och maskineriet kommer att gå baklänges.

När man reglerar fyllningen med hjälp av slidstyrningen säger man att man *länkar upp* när man minskar fyllningen och *länkar ut* när man ökar fyllningen.

Fyllningen

Fyllningen, eller mer fullständigt *cylinderfyllningen* är ett mått på *hur stor del av ett kolvslag som cylindern matas med färskånga*. Att säga att maskinen arbetar med 50% fyllning innebär alltså att under halva drivhjulsvarvet matas någon av cylinderns sidor med ånga ifrån pannan. Fyllningen styrs med hjälp av slidstyrningen.

Varför behöver man kunna ändra fyllningen? Jo, när ett lok ökar sin hastighet kommer kolvorna i cylindrarna att göra fler och fler slag per tidsenhet, vilket kommer att förbruka mer och mer ånga. Vid en viss hastighet kommer ej ångpannan längre förmå att alstra en tillräcklig mängd ånga för att svara mot den ångmängd som förbrukas av cylindrarna. För att ytterligare kunna öka hastigheten måste vi på något sätt minska det arbete som utförs i cylindrarna och på samma gång förbruka en mindre mängd ånga. Detta gör vi genom att minska fyllningen. Detta kommer leda till en mindre ångförbrukning eftersom fyllningsskedet av kolvslaget blir kortare men det kommer alltså även minska arbetet som kolv Rörelsen utför, vilket kommer att ge en lägre dragkraft. Vi kan alltså använda fyllningen för att reglera dragkraften.

Den andra anledningen till att man behöver fyllningen är för att kolvslagen vid höga hastigheter kommer att gå så fort att ångan inte kommer att hinna flöda in och ut ur cylindern tillräckligt fort. Ångan kommer således att kunna motarbeta kolv Rörelsen och bromsa upp maskineriet vilket inte är önskvärt.

Så det här innebär att vi har två sätt vi kan reglera arbetet som utförs i cylindern på och således även reglera dragkraften. Dels genom att strypa regulatoren och dels genom att minska fyllningen. Samma dragkraft kan åstadkommas antingen genom att minska regulatoren och således minska trycket på ångan som matas till cylindrarna, eller genom att minska fyllningen och således minska den del av ett drivhjulsvarv som ångan får expandera i cylindern. Vilket av dessa är att föredra?

Det visar sig att det bästa är att köra med högt tryck och mindre fyllning. Alltså ska man generellt köra med helt öppen regulator och reglera dragkraften med fyllningen. Detta för att man låter den ånga som matas till cylindrarna expandera längre och avge mer av sin inneboende energi.

Normalt är den maximala fyllningen på ånglok mellan 70-80%, i Trainz är detta fast begränsat till 75% för alla lok.

Utblåsningsventilerna ("Pysarna")

Även på överhettade ånglok kommer en del av ångan som leds till cylindrarna att kylas av så pass mycket att det övergår till vatten. Då vatten ej kan sammanpressas utgör det en fara för maskineriet om det förekommer i större mängder i cylindrarna. Därför finns utblåsningsventilerna, vanligen kallade "pysarna" efter det pysande ljud som uppkommer när de är öppna. Dessa ventiler sitter på cylindrarnas undersida och öppnas med en spak i förarhytten för att blåsa ut vatten och ånga ur cylindrar och slidskåp. När dessa ventiler är öppna skapas ofta ett stort ångmoln kring lokets främre parti, vilket används flitigt i filmer som en effekt. Detta har gett upphov till missförståndet att ångan som använts i cylindrarna släpps ut rakt ur dem, vilket ju inte är sant då den dras upp genom blästerröret och skorstenen. I verkligheten öppnar man utblåsningsventilerna vid igångsättning efter att loket stått still en tid och cylindrarna hunnit bli kalla. När ånga dras på hinner mycket av ångan kondenseras innan cylinderväggarna värmts upp igen. Pysarna hålls därför öppna någon minut tills cylindrarna hunnit bli varma igen.

Ångloks dragkraft

Ångloks dragkraft begränsas framförallt av tre faktorer och kan därför delas in i:

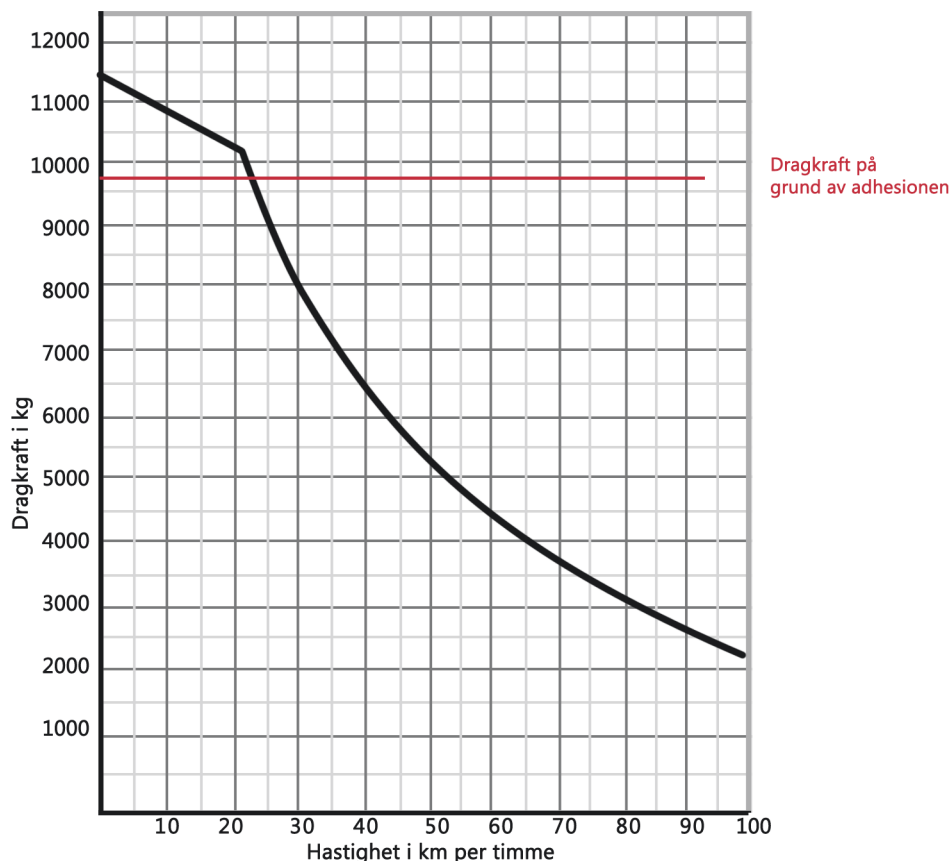
1. Dragkraften på grund av adhesionen.
2. Dragkraften på grund av maskinkraften.
3. Dragkraften på grund av ångbildningsförmågan.

Dragkraften visualiseras ofta med så kallade dragkraftsdiagram. Ett sådant kan ses nedan. Detta diagram visar ett ångloks maximala¹ dragkraft för olika hastigheter. Som synes minskar dragkraften då hastigheten ökar, vilket beror på de sista två punkterna ovan. Med hjälp av detta dragkraftsdiagram kan man räkna fram hur tungt tåg ett visst lok kan dra i en viss stigning eller med vilken hastighet ett lok kan dra en viss vagnvikt. Dessa användes flitigt för att planera lok- och vagnomlopp, samt för att göra tidtabeller förr i tiden.

Den mer fysikaliskt kunnige kanske funderar på varför man mäter dragkraft som borde vara en kraft i enheten kg och inte i enheten Newton som är standardenhet för kraft. Detta för att man mätte kraft (något inkorrekt) i kg på den tiden man använde ånglok i Sverige. Enheten kallas idag, lite mer korrekt, för kilogram-force förkortat *kgf*, eller kilopond, *kp* (inte att förväxla med pound). Ett kilopond motsvarar den kraft vilken jordens gravitation påverkar ett kilogram massa med. Denna enhet används inte idag då den är väldigt arbiträr och enbart är användbar med jordens gravitation. Faktum är att den varierar något mellan olika platser på jorden. Men under början av 1900-talet när saker befann sig vid jordens yta för det mesta så var det ett enkelt sätt att räkna på. Vill man omvandla kilogram dragkraft/kilopond till Newton så multiplicerar man med en konstant som är baserad på ett genomsnitt av jordens dragningskraft, 9.807.

¹ Diagrammet visar egentligen den största hållbara dragkraften. Under kortare tid kan dragkraften ökas genom hårdare eldande och mer forcerad körning innan ångtrycket sjunker och med det dragkraften.

Dragkraftsdiagram för SJ littera B



Dragkraft på grund av adhesionen

Den första punkten handlar om lokets *adhesion* eller vidhäftning. Adhesionen som man är intresserad av i järnvägssammanhang är drivhjulens adhesion mot rälna. Ju mer hjulen pressas mot rälna, ju mer grepp kan man åstadkomma på grund av friktionen mellan hjul och räl och ju mer dragkraft kan man överföra från maskineriet till rälna innan hjulen börjar slira. Den del av lokets vikt som pressas ned mot rälna kallas därför för *adhesionsvikt*. (Idag pratar man om adhesionstryck, man skiljde inte på kraft och vikt förr i tiden, se notis ovan) På tanklok finns den olägenheten att adhesionsvikten kommer att minska ju mer av vattnet i tankarna som förbrukas och ju mer av kolförrådet som eldas upp. Således kommer greppet mot rälna att minska ju mindre förråd man kör med. Dessutom är adhesionen beroende av friktionskoefficienten mellan hjulen och rälna, vilken varierar och betydligt minskas vid fuktiga, isiga eller lövtäckta räler.

Du kan testa detta med adhesion genom att lägga din hand på ett bord. Om du inte pressar handen mot bordet glider handen lätt över bordet, motsvarande lok med låg adhesionsvikt som slirar. Om du nu ställer dig upp och pressar handen mot bordet (och således ökar adhesionsvikten) kommer adhesionen mellan hand och bord betydligt öka och göra det svårare att röra handen. Det har blivit bättre grepp mellan de båda materialen, motsvarande ett tungt ånglok som inte slirar. Men du kan fortfarande få handen att glida mot bordet bara du försöker röra handen med tillräcklig kraft över bordsytan medan du fortfarande trycker nedåt, motsvarande att ångloket dragit på för mycket ånga och börjar slira igen då dragkraften överstiger adhesionsvikten.

Man brukar räkna med att friktionskoefficienten mellan drivhjul och räl på ett ånglok vid torr väderlek uppgår till omkring 20%. Det innebär att den maximala dragkraften som går att nyttja för ett lok är ca 20% av adhesionsvikten. Denna koefficient minskas naturligtvis vid sämre väderlek. I diagrammet ovan markeras adhesionsvikten med ett rakt rött streck på 20% av B-lokets adhesionsvikt som är 47.7 ton. Som synes ligger en del av dragkraftskurvan ovanför detta streck.

Det innebär att maskinens fulla dragkraft inte kan nyttjas förrän man kör snabbare än denna hastighet som för B-loket verkar vara ca 23 km/h. Under denna hastighet kan loket börja slira om man kör med för högt tryck i cylindrarna.

När ett loks maskineri tar ut mer dragkraft än vad adhesionen klarar av att hålla emot kommer den statiska friktionen mellan hjul och räler att övergå till rörelsefriktion (även kallad dynamisk friktion) och hjulen kommer börja slira. Den dynamiska friktionskoefficienten är alltid mycket lägre än vad den statiska är, ungefär hälften så stor för stål mot stål. Därför kommer loket att förlora hälften av dragkraften då det börjar slira. Dessutom måste ångan strypas till hälften av den dragkraft som den vid vilken loket började slira för att åter få grepp mot rälerna. Det är därför viktigt att inte låta ångloket börja slira vid gång i uppförbackar, då man måste kraftigt strypa ångan för att åter få grepp. Under den tiden förlorar man viktig dragkraft och därmed hastighet. Eftersom maskineriet genererar mer dragkraft i lägre hastigheter vilket vi kan se i dragkraftsdiagrammet, kan man vara tvungen att strypa regulatorn om hastigheten minskar i en uppförbacke för att ej börja slira, vilket kan verka lite bakvänt.

De allra flesta ångloks maskinerier kan alstra mer dragkraft i låga hastigheter än vad adhesionen kan klara av att stå emot, vilket innebär att man inte kan dra på fullt tryck på ångan vid igångsättning för att loket då kommer att börja slira. Det är dragkraften på grund av adhesionen som i regel begränsar den maximala dragkraften vid låga hastigheter.

Dragkraft på grund av maskinkraften

Den andra punkten handlar om hur mycket dragkraft som maskineriet kan åstadkomma vid full fyllning och fullt öppen regulator. Den bildar en en flackt fallande kurva med en ökande hastighet. Denna minskar med hastigheten på grund av ökad friktion mellan cylinderväggar och kolvar och mer motstånd i ångledningarna vid högre hastigheter. Även motstånd i lager och i överföringen mellan cylinderns fram och återgående rörelse till hjulens roterande rörelse ökar motståndet med hastigheten. Denna punkt är sällan i praktiken något som begränsar dragkraften då den i regel istället begränsas av adhesionen i de låga hastigheter där maskinkraften faktiskt begränsar. I diagrammet ovan syns denna dragkraft som den första flacka delen på kurvan mellan 0 till ca 21 km/h.

Dragkraft på grund av ångbildningsförmågan

Den sista punkten är den som begränsar lokens dragkraft vid höger hastigheter. Om ett ånglok körs med fullt öppen regulator och maximal fyllning kommer det vid en viss hastighet att nå den punkt där cylindrarna kommer att förbruka ånga i samma takt som pannan maximalt klarar av att alstra. Således skulle trycket i pannan sjunka om loket tilläts öka sin hastighet ytterligare, vilket skulle begränsa dess maximala hastighet till straxt över denna punkt. För att ytterligare öka hastigheten måste fyllningen minskas. Därigenom kommer ångförbrukningen minska, men hastigheten tilläts fortfarande öka till punkt där istället det med hastigheten ökande gångmotståndet blir exakt lika stort som dragkraften.

I diagrammet ovan ser man att det är ångbildningsförmågan som begränsar dragkraften i hastigheter över ca 21 km/h. Detta ser man på att kurvan har en tydlig kant som markerar den punkt där man måste börja minska fyllningen med ökad hastighet för att inte förbruka för mycket ånga. Kurvan till höger om denna kant visar dragkraften med fullt öppen regulator och den fyllning som gör att cylindrarna förbrukar exakt lika mycket ånga per tidsenhet som ångpannan klarar av att alstra.

Man kan rita diagrammet på lite olika sätt. Antingen ritar man den *indikerade dragkraften* som är dragkraften som man får i kolvstången. Eller så ritar man *dragkraften vid hjulens omkrets* då man räknar bort den kraft som går förlorad i kolvrörelsen. Det tredje sättet vilket också är det absolut vanligaste är den så kallade *dragkraften i (tender)kroken*. Då räknar man bort det gångmotstånd som lok (och tender) utgör och man får den dragkraft som faktiskt används till att dra vagnarna med. Denna är som sagt vanligast, då det är den man är intresserad av vid tidtabellsläggande.

Sandning

För att kunna tillfälligt öka adhesionen, alltså vidhäftningen mellan rälerna och drivhjulen, sandar man rälerna då detta behövs. Detta kan vara behövligt i uppförsbackar eller vid igångsättning, särskilt då rälerna är våta, isiga eller täckta med löv. På tidiga lok hade man en låda med sand på gångbordet som eldaren fick skyffla framför hjulen. Senare flyttades denna upp till ovanpå pannan och genom att låta sanden falla genom ett rör kunde den ledas till framför drivhjulen. Efter tryckluftsbromsens införande försågs ångloken med tryckluftssandning system Knorr. Sandbehållaren placerades fortfarande uppe på pannan som en extra dom, eller hopbyggd med den ångdomen för att sanden skulle hållas varm och torr. Tryckluft från bromsens huvudbehållare användes sedan för att blåsa ned lagom mängd sand i de rör som ledde till drivhjulen. Detta system gav ett jämnare flöde på sandningen och var tillförlitligare än sandning med självfall.

Bromsar

För att kunna stanna tåg och för att kunna hålla en kontrollerad hastighet i utförsbackar krävs det att tågens framfart kan hindras, vilket sker med hjälp av bromsar. Under ånglokens tid byggde i princip alla bromstyper på att man pressade ett block, *bromsblocket* mot hjulringens löpyta. Samma teknik används till största delen än idag även om modernare typer av bromsar har tillkommit.

Under 1800-talet var tågens hastighet relativt låg och man kunde därför bromsa tågen för hand med hjälp av skruvbromsar. Ungefär var tredje vagn som byggdes var försedd med skruvbroms, vilka manövrerades av bromsare. I handbromsade tåg signalerar lokföraren med hjälp av ångvisslan till bromspersonalen med olika signaler beroende på om bromsen ska ansättas eller lossas i tåget. Detta har flera nackdelar. Dels går det åt mycket personal och dels är bromsverkan beroende av bromspersonalens uppmärksamhet och raskhet. Det tar relativt lång tid för bromsarna att ansättas från det att lokföraren beordrat att bromsarnas ska sättas till, vilket kan vara en fara ur säkerhetssynpunkt. Det är också svårt att koordinera bromsandet av långa tåg, då det lätt uppkommer stötar och ryck i tåget om alla bromsare inte tillsätter bromsarna i samma takt. Detta leder till att delar av tåget kommer tryckas ihop eller dras isär vilket i värsta fall kan leda till att kopplen går av.

När man sökte höja tågastigheterna straxt före sekelskiftet såg man därför ett behov av att kunna automatisera bromsningen vilket gjordes genom att införa kraftbromsar. Dessa typer av bromsar styrs med ångtryck, lufttryck eller elektricitet.

Man skiljer på *lokala* och *genomgående* kraftbromsar. Till de lokala hör *ångbromsen* och *direktbromsen* vilka enbart bromsar loket (och i vissa fall även tendern för tenderlok), inte resten av tåget. Genomgående bromsar däremot, till vilka vakuumbromsen och tryckluftsbromsen som är de som funnits på ånglok tillhör, kan bromsa hela tåget, med den fördelen jämte skruvbromsen att alla bromsar i tåget manövreras direkt av lokföraren i loket. I båda dessa luftbaserade bromstyper har man var sin typ av genomgående ledning genom hela tåget som kopplas ihop mellan vagnarna. I ledningen ändrar man trycket, på vakuumbromsen sänks trycket till nära vakuum och med tryckluftsbromsen höjs trycket i ledningen. Genom att alternera trycket kan man sedan få bromsarna i alla vagnar att ansättas eller lossas.

SJ började att införa vakuumbroms på persontågen från 1883. År 1906 hade hälften av alla SJs personvagnar vakuumbroms. Vakuumbromsen har dock en del egenskaper som gör att den inte lämpar sig för längre tåg och därför införde man den aldrig på godstågen vilka förblev handbromsade. Men efter att SJ från 1891 infört tryckluftsbroms på malmtågen på Malmbanan beslöt man sig 1920 för att montera tryckluftsbromsutrustning på allt rullande material, personvagnar såväl som godsvagnar. Detta skulle göra det lättare att köra blandade tåg och skulle

även underlätta samtrafik med andra Europeiska länder. Detta arbete var i princip klart 1927. För godsvagnarna lät man 35% av vagnarna få tryckluftsbroms, resterande fick enbart tryckluftsledning monterad.

Jag kommer inte att gå in på hur vakuumbromsen fungerar då Trainz inte har stöd för dessa, utan kommer istället att beskriva tryckluftsbromsen mer ingående.

Tryckluftsbromsar

Det har funnits flera varianter på tryckluftsbromsar, men alla spridda bromsvarianter baseras på samma grundkoncept. En genomgående bromsledning kallad *huvudledningen* löper igenom hela tåget, från loket till sista vagnen. Denna ledningen håller ett övertryck av 5 kg/cm² över normalt lufttryck då bromsen är lossad. Genom att släppa ut luft ur huvudledningen och således sänka trycket i densamma med en ventil i lokets förarhytt kan bromsen på alla vagnar ansättas samtidigt. Genom att åter höja trycket till 5 kg/cm² kan bromsarna i hela tåget lossas. Tryckluftsbromsen har också fördelen att om tåget rycks isär kommer trycket i huvudledningen att hastigt sjunka och således nödbromsa båda delarna av tåget. På så sätt kan nödbromsventiler uppsättas på varje vagn vilka kan användas för att släppa ut luft ur ledningen om tåget skulle behöva nödbromsas.

På bromscylinderns verkningssätt skiljer man på *enkammarbromsar* och *tvåkammarbromsar*. Till enkammarbromsarna som använts i Sverige hör system Knorr, Westinghouse och New York, tvåkammarbromsar har ej använts i Sverige i någon större utsträckning. Till dessa två typer tillkommer även *Kunze-Knorr*-bromsen som kan anses vara en blandning av enkammar- och tvåkammarbromsen, vilket blev den vanligaste bromsutrustningen på vagnar i Sverige.

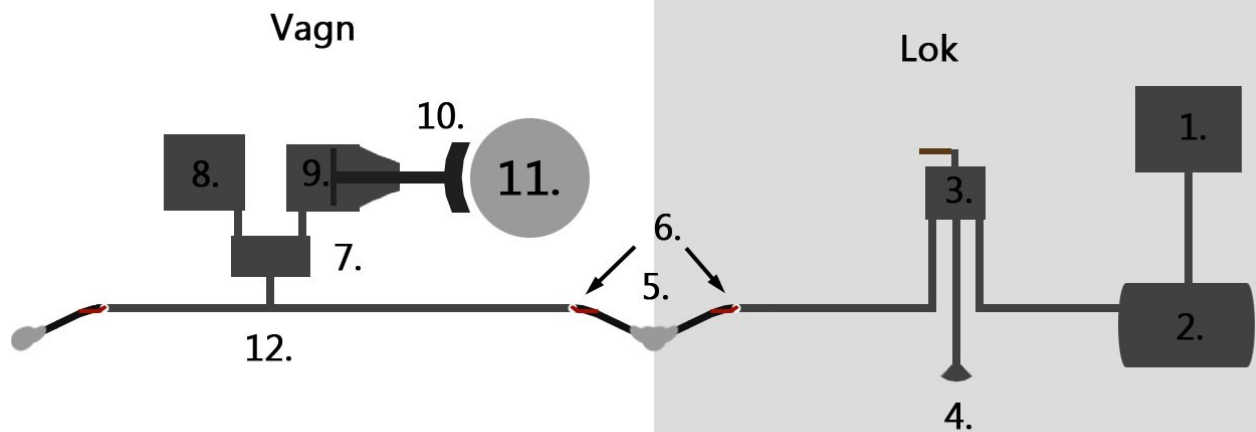
De första tryckluftsbromsarna som började användas var enkammarbromsarna vilka har två stora nackdelar. Dels kan de inte lossas gradvis, alltså är man tvungen att helt lossa bromsen för att sedan åter applicera den lite mindre än förra gången om man vill minska bromskraften. Bromsen går dock ansätta gradvis, så om föraren vill ha en kraftigare bromsning är det bara att sänka trycket mer i ledningen och bromsen ansätts då hårdare. Den andra nackdelen med denna bromstyp är att den utmattas vid tätt intill varandra upprepade bromsningar. Så om bromsutrustningen på vagnarna inte hinner laddas med luft och huvudledningstrycket stabiliserats på 5 kg/cm² mellan bromsningarna blir bromsverkan svagare när bromsen ansättes på nytt. Tvåkammarbromsen löste dessa problem men hade istället den nackdel att den konsumerade väldigt stora mängder med tryckluft, varför den aldrig kom att införas i Sverige. Kunze-Knorr-bromsen lyckades kombinera dessa två bromstypers goda egenskaper till en broms som kunde ansättas och lossas gradvis, som ej kunde utmattas genom att den inte var loss förrän ledningstrycket återställts till 5 cm/cm² samt att den använde sig av ungefär lika lite luft som enkammarbromsen.

Tryckluftsbromsens verkningssätt

I denna del kommer tryckluftsbromsens verkningssätt att närmare beskrivas. Jag kommer att visa på hur enkammarbroms system Knorr fungerar på en övergripande nivå, men den är i princip identisk med hur Westinghouse och New York-bromsen fungerar. Kunze-Knorr-bromsen skiljer sig enbart på hur bromsanordningen på vagnarna fungerar och genom att man som tidigare sagt kan gradvis lossa bromsen på vagnarna med en sådan broms.

Tryckluftsbroms system Knorr

Förenklad



1. Luftpump (Kompressor)

2. Huvudbehållare

3. Förarventil

4. Rör till fria luften

5. Slangkoppling

6. Kopplingskranar

7. Regleringsventil

8. Hjälpluftbehållare

9. Bromscyler

10. Bromsklots

11. Vagnshjul

12. Huvudledning (går genom hela tåget)

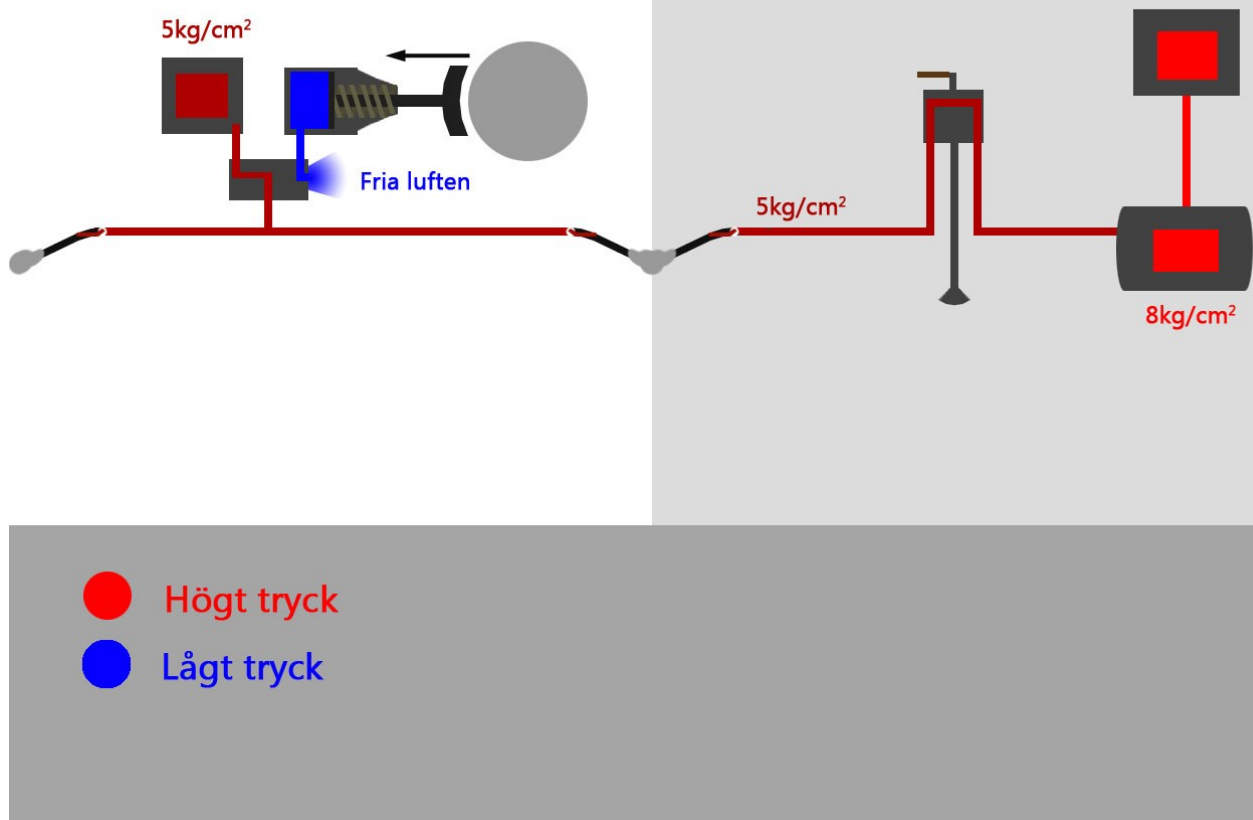
Här ovan visas en schematisk skiss på hur tryckluftsbromsen i grova drag fungerar. Skissen visar ett lok och en tillkopplad vagn.

Loket är försett med en *förarventil* (3) som sitter i hytten nära till hands för lokföraren. Denna är ansluten till *huvudledningen* (12) som går igenom hela tåget och är sammankopplad mellan fordonen med *gummislangar* med *kopplingnävar* (5). För att luften inte ska läcka ut ur sista vagnen sitter det en *kopplingskran* (6) i var ände av alla fordon för att bryta förbindelsen mellan kopplingsslangen och huvudledningen. Förarventilen på loket har även ett rör till *fria luften* (4) för att kunna släppa ut trycket ur ledningen, samt ett rör till *huvudbehållaren* (2) för att kunna höja trycket i ledningen. Huvudbehållaren håller i regel ett tryck av 8 kg/cm² vilket upprätthålls av en *luftpump* som på ångloken drivs av ånga (1).

Fordon som är bromsade har den utrustning som visas i skissens vänstra del. Den består av en *hjälpluftbehållare* (8) som tillsammans med *bromscyler* (9) genom *regleringsventilen* (7) är kopplad till huvudledningen. Bromscyler är sedan genom ett system av stänger kopplat till *bromsblock* (10) som trycker mot *hjulen* (11) för att bromsa dessa.

Fordon kan även vara obromsade och då bara ha enbart en genomgående huvudledning för att vagnar med broms längre bak i tåget ska kunna bromsas.

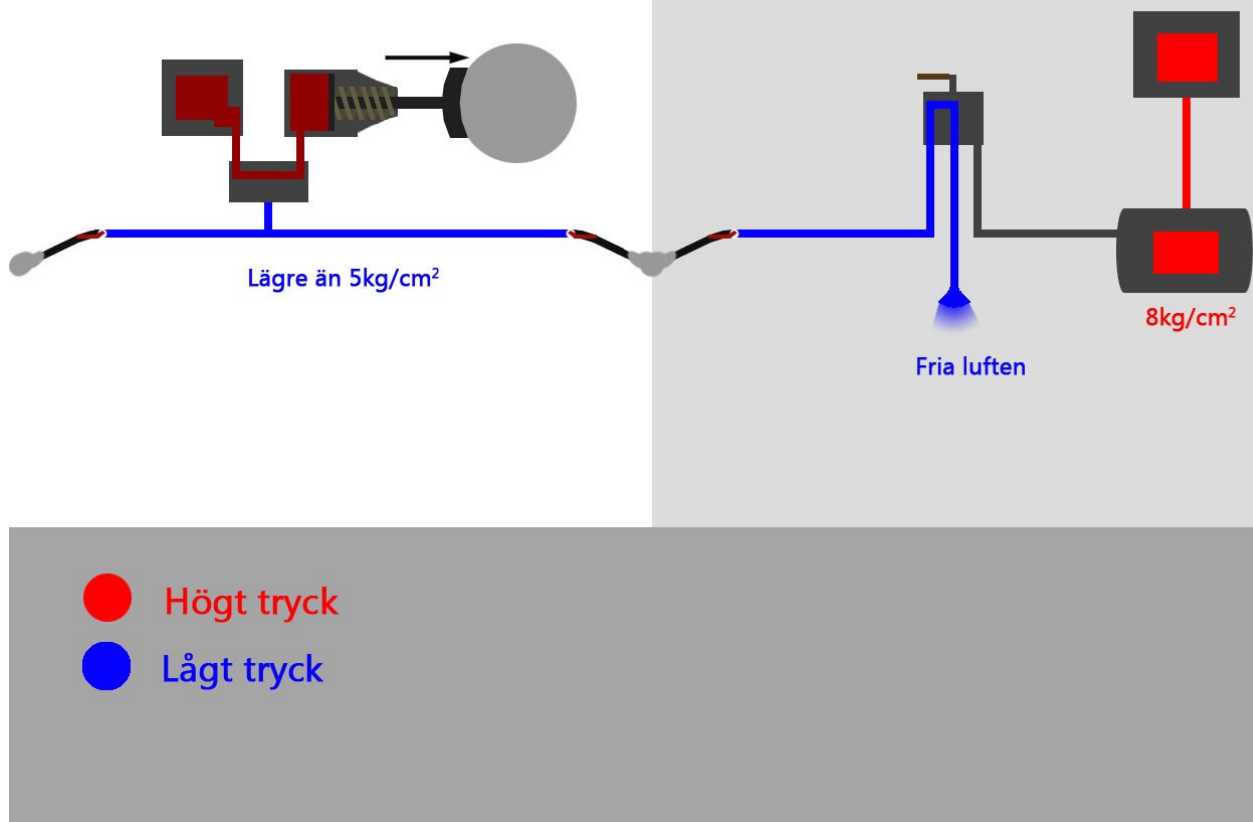
Lossning av bromsen



Skissen ovan visas hur enkammarbromsens lossning och laddning fungerar.

När bromsen ska lossas lägger föraren över förarventilen i *lossningsläget* vilket sammanbinder huvudbehållaren med huvudledningen. Trycket i huvudledningen börjar då att stiga mot 5 kg/cm^2 . Så fort trycket börjar att stiga i huvudledningen slår regleringsventilen i alla vagnar om till laddningsläget. Den sätter då bromscylinern i förbindelse med fria luften vilket hastigt lossar bromsen. (Kunze-Knorr bromsen lossas dock långsamt, i samma takt som huvudledningstryckets höjs) Samtidigt sätts hjälpluftbehållaren i förbindelse med huvudledningen vilken börjar fyllas. När trycket i huvudledningen och alla hjälpluftbehållare är 5 kg/cm^2 är systemet fulladdat och föraren lägger över förarventilen i *gångläget*. I detta stängs förbindelsen mellan huvudbehållaren och huvudledningen. Ledningen eftermatas dock automatiskt av förarventilen för att hålla trycket konstant på 5 kg/cm^2 då det alltid förekommer mer eller mindre läckage på huvudledningen.

Bromsning



Skissen ovan visar på hur enkambarsbromsen fungerar vid bromsning.

Vid bromsning lägger lokföraren om förarventilen i *driftbromsläget* vilken sätter huvudledningen i förbindelse med fria luften och med det kommer trycket i ledningen att sänkas.

När ledningstrycket sänks kommer regleringsventilerna på alla vagnar att slå om till bromsläget. I detta läge avbryts förbindelsen mellan hjälpluftbehållaren och huvudledningen och istället börjar hjälpluftbehållaren att fylla bromscylindern. Detta ansätter då bromsen. Genom att föraren lägger över förarventilen i *bromsslutläget* kan trycksänkningen i huvudledningen avbrytas. När trycket i hjälpluftbehållaren sjunkit till samma tryck som i huvudledningen avbryter även regleringsventilerna förbindelsen mellan hjälpluftbehållaren och bromscylindern. Bromsverkan hålls då konstant på alla vagnar. Genom att återigen lägga förarventilen i driftbromsläget kan reglerventilen åter byta till bromsläget och bromsarna ansättas kraftigare. På detta sätt kan bromsen gradvis ansättas.

När trycket i hjälpluftbehållaren och bromscylindern har utjämnats har den maximala bromskraften och *fullbromsning* uppnåtts. Hjälpluftbehållaren och bromscylindern är dimensionerade så att detta tryck kommer att vara ca 3.5 kg/cm². Detta innebär också att ledningstrycket vid fullbromsning är 3.5 kg/cm² och att kraftigare bromsning inte kan åstadkommas även om trycket i ledningen sänks under detta. Det är därför helt onödigt att sänka ledningstrycket under 3.5 kg/cm² då det endast kommer att göra att uppladdningen av bromsarna tar längre tid.

Vid fara finns även ett nödbromsläge på förarventilen. I detta läget töms huvudledningen mycket fort och bromsarna ansätts snabbt med full kraft. Detta läge bör endast användas vid yttersta fara då risken för fastbromsning och koppelbrott är stor.

Även om alla bromsar i tåget lossas direkt kan det ta ett tag innan alla huvudbehållare har laddats upp. Detta gäller särskilt för långa tåg. Det innebär att om en ny bromsning påbörjas innan hjälpluftbehållarna hunnit laddas helt kommer bromsverkan att vara lägre och det maximala bromstrycket kommer att vara mindre. (Detta gäller som sagt inte för Kunze-Knorr-bromsen)

Förarventil system Knorr

Den absolut vanligaste förarventilen hos SJ har varit den som tillhör Knorrs system, kallad *K16*. Utöver ventilen finns en behållare som kallas *utjämningsbehållaren* direkt kopplad till förarventilen, vilken inte visas på de tidigare skisserna över bromssystemet.

Knorrs förarventil har 6 lägen, medsols är dessa:

- I. Loss- och laddningsläget*
- II. Gångläget*
- III. Mittläget*
- IV. Bromsslutläget*
- V. Driftsbromsläget*
- VI. Nödbromsläget*

När bromsen ska lossas och ledningen således laddas upp med ett tryck av 5 kg/cm^2 föres ventilen till lossläget. Ledningen fylls då på med tryckluft direkt ifrån huvudbehållaren. Ju längre tåget är ju längre måste ventilen ligga i lossläget för att ledningstrycket ska hamna på 5 kg/cm^2 . Inget hindrar trycket i huvudledningen ifrån att stiga över 5 kg/cm^2 , vilket måste undvikas. När ledningstrycket nått 5 kg/cm^2 lägger föraren över förarventilen i gångläget. Detta är läget som ventilen ligger i när bromsen väl är loss. Med hjälp av en ventil kallad *ledningstryckregleraren* kommer förarventilen automatisk att eftermata huvudledningen så att trycket håller sig på 5 kg/cm^2 även om mindre läckage förekommer i ledningen. I båda dessa första lägen står utjämningsbehållaren i förbindelse med huvudledningen och kommer således att ha samma tryck som denna.

Nästa läge, mittläget används när man provar bromsen. I detta läge är alla förbindelser mellan bromsens delar avskurna. Således kan man se hur snabbt huvudledningstrycket sjunker på grund av otätheter. Alla tåg bromsprovass före avgång från ursprungsstationen och under en minut får då trycket inte sjunka mer än 0.5 kg/cm^2 när ventilen ligger i mittläget. Detta läge används också då fler lok går kopplade i samma tåg. Bromsen manövreras då från det främsta loket och de övriga loken har sina förarventiler i mittläget.

Om vi nu tänker oss att man vill utföra en normal bromsning och sänka ledningstrycket med ett helt kg/cm^2 , alltså till 4 kg/cm^2 . Först lägger föraren över förarventilen i driftbromsläget för att sänka ledningstrycket. I detta läge ställs både utjämningsbehållaren och huvudledningen i förbindelse med fria luften och deras tryck kommer därför att börja sjunka. Ju längre tåget är, ju längre tid kommer det ta för huvudledningstrycket att sänkas, medan utjämningsbehållarens tryck alltid kommer att sjunka lika fort, vilket alltid är snabbare än vad ledningstrycket kommer att sjunka även för väldigt korta tåg.

Det smarta med utjämningsbehållaren märker vi när vi vill avbryta trycksänkningen för att låta ledningstrycket landa på 4 kg/cm^2 . I det fjärde läget, bromsslutläget vilket är det läget som förarventilen läggs över i efter att en trycksänkning utförts, kommer huvudledningstrycket att fortsätta att sjunka, tills dess att det nått samma tryck som i utjämningsbehållaren. Således kommer utjämningsbehållaren att agera referens för ledningstryckssänkningen. Detta betyder att om föraren lägger i förarventilen i driftbromsläget en viss tid och sedan för över den till bromsslutläget, kommer trycket i huvudledningen att sänkas till samma tryck, oberoende av hur långt tåget är. Även om det kommer att ta betydligt längre tid att uppnå samma bromsverkan på ett långt godståg jämfört med ett kort passagerartåg. Så om vi nu ville sänka ledningstrycket till 4 kg/cm^2 lägger vi i förarventilen i driftbromsläget, väntar till utjämningsbehållarens tryck sänkts till just 4 kg/cm^2 och

lägger därefter över förarventilen i bromsslutläget. Sedan kommer huvudledningstrycket fortsätta att sänkas tills det når 4 kg/cm^2 då det automatiskt avbryts. Hur lång tid i driftsbromsläget en viss trycksänkning motsvarar är något man får lära sig känna.

Det sista läget, nödbromsläget, sätter huvudledningen i förbindelse med fria luften genom en stor öppning. Huvudledningstrycket kommer således att sjunka väldigt fort. Detta läge skall endast användas då det verkligen är nödvändigt då hjulen på tåget löper hög risk att fastbromsas, vilket kan leda till hjulplattor vilket kan allvarligt skada desamma.

Snabbverkande ledningstrycksreglerare

Den ursprunglig ledningstrycksregleraren byttes med tiden ut mot en snabbverkande dito. Dessa snabbverkande ledningstrycksreglerade fungerar på samma sätt som de enkla, men kan fylla ledningen mycket snabbare. Detta innebär att man kan använda gångläget där ledningstrycksregleraren normalt ska eftermata huvudledningen för att hålla 5 kg/cm^2 till att faktiskt fylla ledningen om inte tåget är allt för långt, istället för att använda förarventilens loss- och laddningsläge. Detta är mycket säkrare då tryckregleraren ser till att huvudledningen inte överladdas med ett för högt tryck.

Förarventil system New York

Även om New York-bromsen har samma verkningsätt som Knorr-bromsen skiljer deras förarventiler sig något. Istället för ett driftbromsläge och ett bromsslutläge har New York-bromsens förarventil flera bromslägen. Vart och ett av dessa lägen motsvarar en förutbestämd trycksänkning i huvudledningen därmed en bestämd bromsverkan. Ju fler hack som bromsventilens spak dras mot föraren, ju lägre kommer ledningstrycket att sänkas och ju hårdare kommer bromsen att ansättas. I övrigt fungerar New York-förarventilen så som Knorrventilen, den har lossläge, gångläge och mittläge, vilka fungerar som tidigare beskrivit, samt en nödbromsläge som tömmer huvudledningen helt likt Knorrventilens.

Ångbroms och direktbroms

Hittills har vi behandlat tågbrömsar, alltså bromsar som gäller för hela tåget. En nackdel med dessa är att de kan ta relativt lång tid på sig att tillsättas och lossas, vilket gör de mindre lämpliga exempelvis vid växling med ensamgående lok. För detta har man en lokal broms som enbart verkar på lokets hjul.

Redan före införandet av vakuumbromsen och för den delen tryckluftsbromsen hade alla lok förutom skruvbroms även en lokal kraftbroms driven med ånga direkt från ångpannan, *ångbromsen*. Verkningsättet för ångbromsen är enkelt. I förarhytten finns en *ångbromsventil* som styr bromsen med tre lägen för att tömma, fylla, respektive behålla trycket i ångbromscyldern. Ångan tas direkt från pannan vilket gör bromstypen direkt olämplig att använda som genomgående broms då den skulle använda alltför stora mängder ånga. Eftersom den är kopplad direkt till ångpannan går ångbromsen snabbt att ansätta och lossa vilket gör den särskilt lämplig vid växlingsrörelser där loket snabbt växlar mellan att röra sig och att bromsas. Lok med ångbroms har således ångbromsen som enbart verkar på lokets hjul och tryckluftsbromsen (tidigare vakuumbromsen) som enbart verkar på vagnarna i tågets hjul. I regel har tendrarna tryckluftsbroms precis som vagnarna, men det har funnits någon enstaka loktyp som hade ångbroms även på tendern.

Den andra typen av lokal kraftbroms som används på ånglok är *direktbromsen* vilket är kort för *direktverkande tryckluftsbroms*. Denna typ av broms fick en del ånglok i samband med att de försågs med apparater för tryckluftsbromsning av tåget. Loket fick då sin ångbroms ersatt med en tryckluftsbromscyld som var kopplad till huvudledningen med en regleringsventil precis som på vagnarna. Men loket försågs även med en *direktbromsventil* som fungerar på samma sätt som ångbromsventilen, man kan öka, minska och behålla trycket. Denna bromsventil tar trycket direkt

ifrån huvudbehållaren på loket och verkar på samma tryckluftsbromscyliner som tågbronsen. Således styrs även lokets bromsar av den genomgående bromsen på direktbromsade ånglok. Att tryckluften tas direkt ifrån huvudbehållaren gör denna bromstyp snabb, precis som ångbronsen. Dock kräver tryckskillnaden mellan huvudbehållaren och det maximala trycket i bromscylindern att man har en säkerhetsventil som ser till att ej för högt tryck matas in i bromscylindern. Bromscylindern bromsas med det tryck som är högst, antingen det från direktbromsventilen eller ifrån tågbronsens regleringsventil.

Belysning

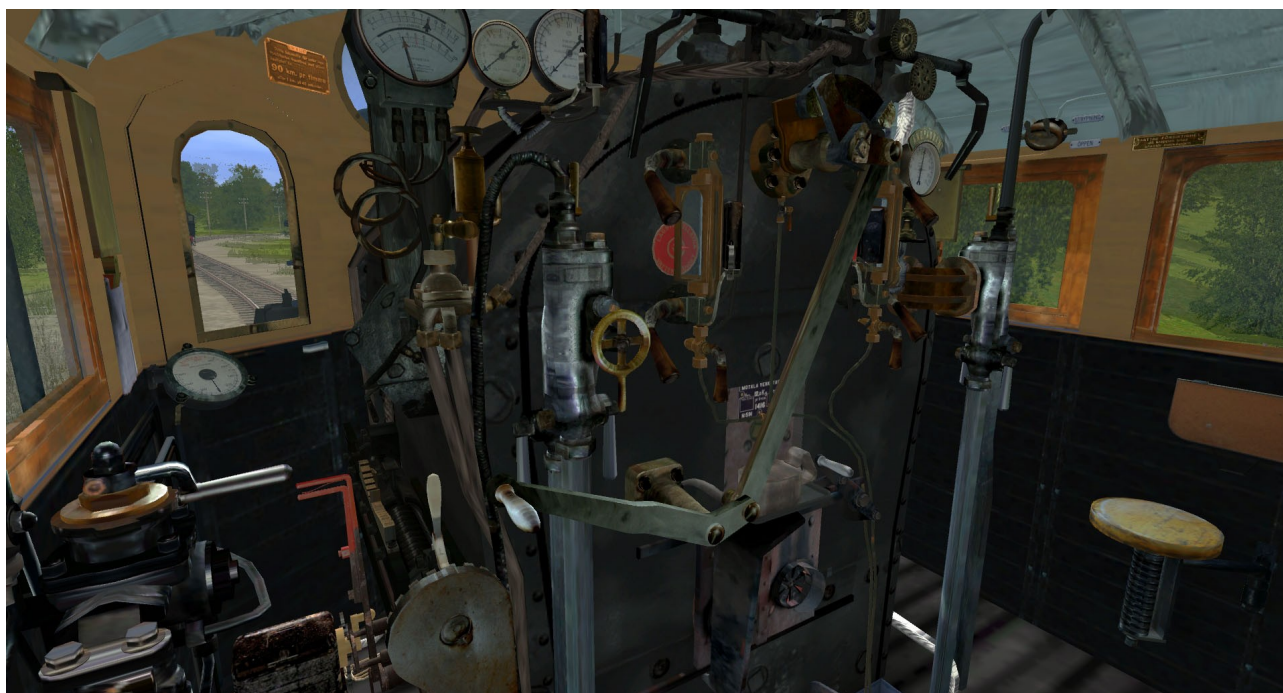
För att kunna framföra tåg även i mörker krävs det att ångloken har belysning. Fram till 1910/1920-talet var loken försedda med vanliga fotogenlyktor, likt de som kunde sitta på dåtidens diligenser. Men de hade svag ljusstyrka och riskerade att blåsas ut vid dåligt väder. På slutet av 10-talet presenterar svenska AGA ett belysningssystem för ånglok med acetylengas. Belysningen består av komprimerad gas vilken förvaras under tryck i en gasflaska. När flaskan är tom kan den enkelt bytas ut och den tomma flaskan kan fyllas på. Gasen leds sedan genom tunna rör till lyktorna på loket. Systemet finns i tre varianter. Den första, AGA standardbelysning har helt nya, mindre buffertlyktor som ersatte de gamla fotogenlamporna. I den andra varianten, AGA förenklad belysning, har man kvar de gamla, större fotogenlamporna, men drar in gasbelysning i dem. Detta används på mindre lok som inte går särskilt mycket natttid för att spara pengar. Den sista varianten är AGA kombinerad belysning som är en mix av de båda tidigare nämnda. I denna variant byter man bara ut de främre fotogenlyktorna mot AGA-standardlyktor, men låter fotogenlyktorna vara kvar baktill med indragen gas. Detta är vanligast på de mindre tenderloken, vilka ytterst sällan går i backgång och som därför inte anses behöva lika bra belysning bakåt som framåt. Förutom två lyktor fram och två bakåt, finns det i regel tre små lyktor i hytten vilka ska ge ett svagt ljus på manometrarna och på omkastarskalan för att lokpersonalens skull. Dessutom har en del lok, särskilt de med inbyggande kolv- och slidrörelse, så kallade rörelselyktor som belyser maskineriets rörliga delar, för att underlätta smörjning.

Vid slutet av 40-talet får en del av loken turboelektrisk belysning driven av en generator i sig driven av ånga. Med denna kan loket själv skapa belysning och man slipper att byta ut gasflaskor. Många av loken som var kvar på 50 och 60-talen fick sin gasbelysning utbytt mot elektrisk. De vanliga fabrikaten av turboelektrisk belysning är Pyle, ASEA-Stahl och Sunbeam. Turbogeneratoren sitter i regel ovanpå pannan, precis framför hytten, i vissa fall direkt bakom skorstenen. I de flesta av dessa system behöll man AGA-standardlyktorna och drog in elektrisk belysning i dem.

Ånglok i Trainz

Del II

En beskrivning av ångloket i Trainz



Av Korvtiger

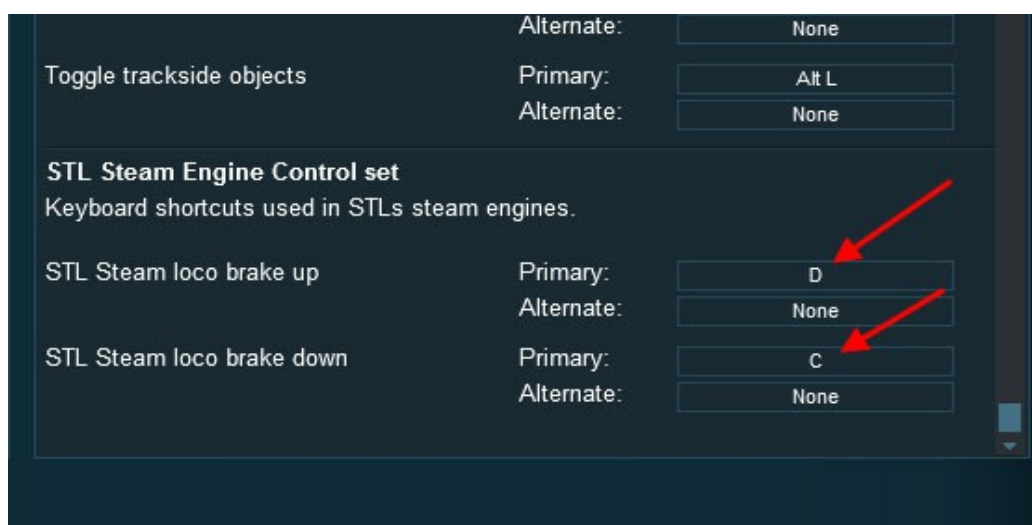
Första utgåvan (v4.33.0)

I denna del förklaras hur STLs ånglok i Trainz fungerar och hur de skiljer sig från verkligheten. Den går också igenom de olika reglagen och mätarna i hytten.

Steam Engine Control set

I STL Source medföljer en asset som heter STL Steam Engine Control set. Denna asset lägger till två stycken tangentbordskombinationer för att röra lokbromsens handtag (antingen ångbroms eller direktbroms, beroende på vad loket ifråga har) ett steg närmare eller längre bort från föraren. *Up* betyder här att flytta den först från loss till mellanläget till ansättning, *down* åt helt motsatta hållet. (Se beskrivningen för direktbromsventilen längre ned i detta kapitel.) Vi rekommenderar att dessa binds till D respektive C för att vara nära till hands. Precis som förut så fungerar naturligtvis E för att helt ansätta eller helt lossa lokbromsen, även om man då inte har kontroll över hur kraftig bromsverkan man får.

Dessa inställningar hittas inne i spelet om man trycker på *Main Menu* uppe i vänstra hörnet, *Settings* och sedan *Control Settings*. Se till att *All* eller *Driver* är ikryssat och scrolla ned längst ned. De hittas under rubriken *STL Steam Engine Control set*.



Reglagen i hytten

Regulatorhandtaget (*en. regulator*)

Regulatorhandtaget styr regulatorn och reglerar alltså hur mycket ånga som släpps igenom till ånglådan och cylindrarna. Det är en stor spak som sitter på pannans bakgavel. På stora lok är regulatorrörelsen oftast nedlänkad till ett separat handtag från regulatorstången. En hammarliknande visare med två klackar talar om hur öppen regulatorn är uppe vid regulatorstångens ände. På mindre lok sitter handtaget direkt på regulatorstången och kan vara både en- och tvåarmat.

Regulatorn inne i pannan öppnas genom att regulatorhandtaget vrids medsols. I Trainz mäts regulatorns öppenhet i procent och anges som ett tal mellan 0 och 100 i det grafiska gränssnittet (User Interface, UI). Tangentbordsknapparna W och S används för att öppna respektive stänga regulatorn mer eller mindre.



Omkastaren (*en. cut-off*)

För att styra fyllningsgraden i cylindrarna använder man omkastaren. På de flesta lok anordnas den som en skruv som sitter på vänster sida om pannan framför föraren. På gängen till skruven sitter en mätare som visar på en skala hur stor fyllningsgraden är. Skruven hålls låst med en låsspärr ovanpå skruvhandtaget.

På mindre lok, särskilt smalspåriga lok och växellok anordnas den istället som en spak. Spaken står rakt upp i nollläget, framåt för att lägga ut för framåtgång och bakåt för backgång. Ju längre ifrån nollläget ju större fyllningsgrad.

I Trainz mäts fyllningen i procent, med ett minustecken före om det är för backgång. Maximal fyllning är fastslaget till 75% för alla lok. Knapparna F och R används för att öka respektive minska fyllningen. För att länka ut för backgång minskas fyllningen under 0%.



K16-ventilen (*en. train brake*)

I Trainz har K16 ventilen bara 4 lägen, loss- och laddningsläget och mellanläget är borttagna. Lägena är istället: Gångläget (*en. release*), bromsslutläget (*en. lap*), bromsläget (*en. application*), och nödbromsläget (*en. emergency*). Gångläget fungerar alltså som gångläget på en riktig K16 ventil med snabbverkande ledningstrycksreglerare som klarar av att lossa bromsen själv. Ventilen sitter på vänster vägg framför föraren. Bromsen kan styras från tangentbordet med Q för att lossa bromsen, A för att byta till bromsläget, Z för bromsslutläget och Pause-Brake-knappen för nödbromsning.



Direktbromsventilen/kranen (*en. independant brake*)



Finns på lok som är utrustade med direktverkande tryckluftsbroms för att reglera lokets broms, utan att påverka resten av tågets bromsar. Ventilen eller kranen (beroende på utformning, de fungerar likadant) sitter i regel på vänster vägg i hytten, bortom K16-ventilen från föraren sett. Ventilen har tre lägen, loss, mellanläget och bromsläget. Bromsläget som är i 45 grader mot föraren fylls bromscylindern med tryckluft. I mellanläget som är rakt åt höger i hytten behålls det aktuella trycket i cylindern. I lossläget som är 45 grader bort från föraren släpps trycket ur cylindern. Direktbromsen kan styras från tangentbordet med E, vilken växlar mellan fullt tryck och lossad direktbroms. STLs script introducerar egna tangentbordskombinationer för att styra direktbromsen på samma sätt som med ventilen i hytten. Dessa måste ställas in, se överst i denna del, men vi föreslår att man använder D och C, där D roterar ventilen ett steg mot föraren och C roterar ett steg bort från föraren.

Ångbromsventilen

Finns på lok med ångbroms för att reglera lokets ångbroms. Ventilen fungerar på exakt samma sätt som direktbromsventilen i Trainz och är praktiskt taget samma sak i spelet. Ventilen sitter antingen likt direktbromsventilen på vänstra väggen bortom K16-ventilen, eller på pannans vänstra bakre hörn, under trippelmanometern. Ventilen styrs på samma sätt med tangentbordet som direktbromsvarianten.

Notera att ventilen uppe på kronan som förser ångbromsventilen med ånga måste vara öppen och att snabbavstängningen måste vara i öppet läge för att ångbromsen ska kunna ansättas.



Sandningsventilen (*en. sanding*)

Sandningsventilen sitter normalt bakom K16-ventilen på förarens sida. Ventilen består av en spak som i normalläget pekar rakt upp. Den förekommer i två varianter, en för tenderlok och en för tanklok. De skiljer sig enbart genom att den för tenderlok enbart kan läggas om framåt, medan den för tanklok kan läggas om både framåt och bakåt. Riktningen anger om sandning ska ske framför eller bakom drivhjulen och spaken förs alltså åt färdriktningen till. Sandmängden kan regleras i två hack för spaken i varje riktning. Tenderlok går normalt ej i backgång, därav saknar de flesta sådana möjligheten att sanda bakom drivhjulen, utan kan bara göra det framför.



Pannmanometer (*en. boiler pressure*)

Pannmanometern sitter i regel på höger sida på pannans bakgavel, eller ovanpå pannan på små lok, lätt synlig för eldaren och gärna även lokföraren när det är möjligt. På vissa större stambanelok har föraren en egen pannmanometer som sitter bredvid ånglådemanometern på förarens sida av hytten. Pannmanometern visar övertrycket i pannan i kg/cm^2 . Arbetstrycket är markerat med ett rött streck. I UI:t presenteras övertrycket i kilopascal (kPa).



Ånglådemanometer (*en. steam chest pressure*)

Ånglådemanometern finns bara på de större loken och sitter på förarens sida, oftast ovanför trippelmanometern högt upp på pannans vänstra sida. Den visar övertrycket i ånglådan i kg/cm^2 och används för att se hur högt tryck ångan som leds till cylindrarna har. Manometern har i regel pannans arbetstryck som maxgradering. Den skiljs från pannmanometern då dess visare pekar på 0 när loket står still och inget övertryck finns i cylindrarna. Vid igångsättning med tunga tåg, särskilt i motlut, kan denna manometer vara bra att hålla ett öga på, då den ger en uppfattning om hur mycket dragkraft som maskineriet skapar. I UI:t presenteras trycket i kilopascal (kPa).

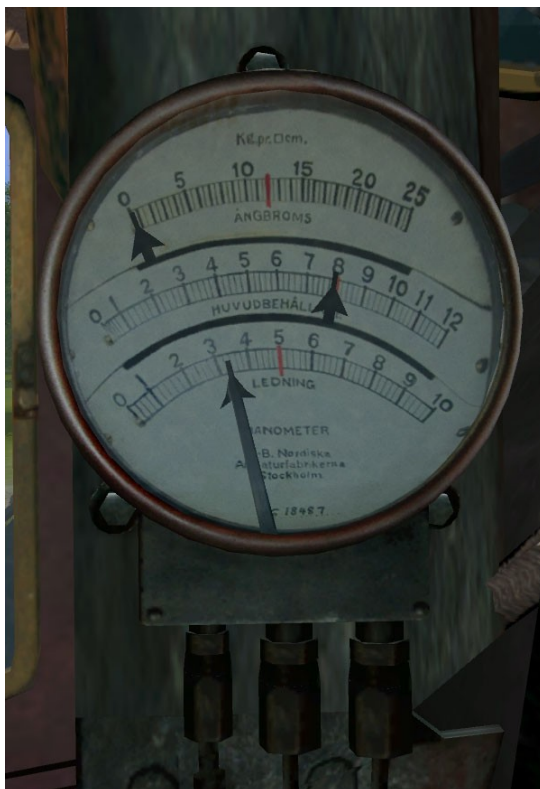


Trippelmanometern (*en. brake cylinder, main res., brake pipe pressure*)

Trippelmanometern är ett manometerhus innehållande tre visare för olika bromstryck. Manometern finns enbart på lok med utrustning för Knorr tryckluftsbroms. Manometern sitter i regel direkt till vänster om pannan nära till hands för föraren. Den övre manometern visar trycket i lokets bromscylinder och är graderad olika beroende på den mäter trycket i ångbromscylindern på lok med ångbroms eller i tryckluftscylindern på lok med direktverkande tryckluftsbroms. På tryckluftsbromsade lok har manometern ett max-streck på 3.5 kg/cm^2 , ångbromsmanometern saknar maxgradering då den effektivt begränsas av pannans arbetstryck.

Mellersta manometern på trippelmanometern visar trycket i huvudbehållaren och har ett max-streck i regel vid 8 kg/cm^2 . Understa manometern visar trycket i huvudledningen och har ett maxstreck på 5 kg/cm^2 .

Lok med Westinghouse eller New Yorks bromsutrustning har istället en dubbelmanometer som är lite mindre och som i regel sitter på främre väggen på förarens sida. I den delar två visare samma visartavla och gradering med en röd visare för trycket i huvudbehållaren och en svart visare för trycket i huvudledningen.



Ångvärmemanometer

På lok för passagerartrafik som är försedda med ångvärme finns oftast en manometer för att visa trycket i värmeledningen. Den har i regel en maxgradering på 4.5 kg/cm^2 och är betydligt mindre än de övriga manometrarna. Manometern sitter antingen på eldarens sida i närheten av pannmanometern, eller på förarens manometerbalk. På lok som saknar manometer används ångvärmeledningens säkerhetsventil för att avgöra trycket.



Hastighetsmätare system Penta/Deuta

På alla större lok för linjetjänst finns i regel en hastighetsmätare. Denna sitter på förarens sida av hytten, mot främre hyttväggen. Hastighetsmätaren ger utslag åt olika håll beroende på om loket går framåt eller bakåt. Den ger i regel utslag motsols vid gång framåt. Mätaren är graderad i km/h och visar med röda markeringar maximal hastighet för gång framåt respektive bakåt.



Vattenståndsglasen

Vattenståndsglasen är två stycken och sitter ganska högt upp på panngaveln bredvid varandra på var sida om regulatorstången.

Vattenståndet visas i UI:t som *water* på en skala från 0 till 100. Skalan motsvarar inte pannans totala volym, utan höjden i vattenståndsglaset, vilket i sin tur motsvarar ca 10% av pannans volym. Visar denna 0 är vattennivån lägre än vad som går att se i vattenståndsglaset och visar den 100 är vattenglaset helt fyllt med vatten. Någonstans runt 20-30 på denna skala är minsta tillåtna vattenstånd, så vattennivån skall hållas över detta.

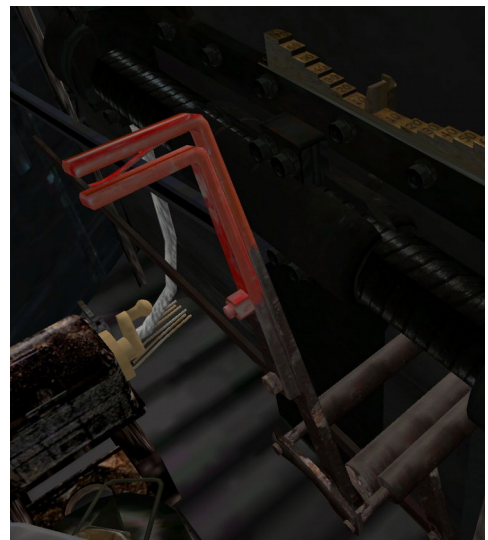
Varje vattenståndsglas har tre kranar, två stora avstängningskranar som sitter på fästena in till pannan och en mindre avtappningskran längst ned. Dessa används för att kunna spola glasen från smuts. Vid båda avstängningskranarna sitter automatiska kulavstängningar vilka täpper till kanalerna från pannan om glaset skulle explodera så att ånga och brännhett vatten inte forsar ut i hytten. I normalläget står avtappningskranen i stängt läge pekande rakt nedåt och båda avstängningskranarna i driftsläget, med 45 graders vinkel nedåt. Den nedre avstängningskranen har två lägen och stängs genom att låta kranen peka 45 grader uppåt. Den övre kranen har istället tre lägen och är stängd när den pekar rakt utåt. I det tredje läget, vilket är 45 grader uppåt, står den i spolningsläget då ångan leds förbi den automatiska kulavstängningen för att den inte ska stoppa flödet. På så sätt kan man spola glasets uppifrån med ånga från pannan om man dessutom öppnar avtappningskranen som leder ut ångan och vattnet ned i banvallen.

Vattenståndsglasen i Trainz är även missvisande, så vattennivån kommer att stiga i uppförsbackar och sjunka i nedförsbackar eftersom vattenspegeln hela tiden försöker hålla sig i plan.



Utblåsningsventilerna ("Pysarna")

Spaken som reglerar utblåsningsventilerna sitter i regel på sidan på omkastarstativet, nära till hands för lokföraren. Spaken förs mot föraren för att öppnas. Vissa lok med manuella luftvägsventiler på cylindrarna kan ha en extra spak liknande spaken till utblåsningsventilerna som sitter på samma ställe. Där går till luftvägsventilen medan den andra går till utblåsningsventilerna. Det står i regel angivet på spakarna vad de styr i sådana fall. Utblåsningsventilerna kan öppnas och stängas med tangentbordskommandot Alt-D.



Ångvissla

Spaken som reglerar visslan sitter oftast på kronan uppe på pannans gavel. På stora lok finns det oftast flera handtag, på var sida om pannan vilka är lätt åtkomliga för både eldare och lokförare. Ångan tas i regel från ventilstället vilket kräver att denna är öppnad först.



Injektorerna (*en. injector*)

De två injektorerna sitter på pannas bakre gavel utanför vattenståndsglasen. De är försedda med en stor ångpådragsventil och två kranar på vatten- och spillrören. Kranarna pekar rakt ned när de är öppna. Ångpådragsventilen roteras medsols för att öppnas mer och motsols för att stängas.

I spelet beter sig injektorerna snällare än i den verkliga världen där det krävs lite fingertoppskänsla för att få dem att 'ta'. De kräver dock att vattenröret är öppet för att de ska kunna mata, annars kommer de bara att spilla. I verkligheten måste man få rätt blandning mellan ånga och vatten genom att reglera vattentillgången med kranen till vattenröret. I Trainz kan man hålla detta rör fullt öppet för att få maximal verkan på injektorn.

Injektorerna kan styras i Trainz med tangentbordet. I för att öppna eldarens injektor och O för att stänga den. Ctrl-I och Ctrl-O kan användas för att styra förarens injektor på samma sätt. Injektorn öppnas respektive stängs med 10% intervall med dessa knappkombinationer.



Sotarhandtaget (*en. blower*)

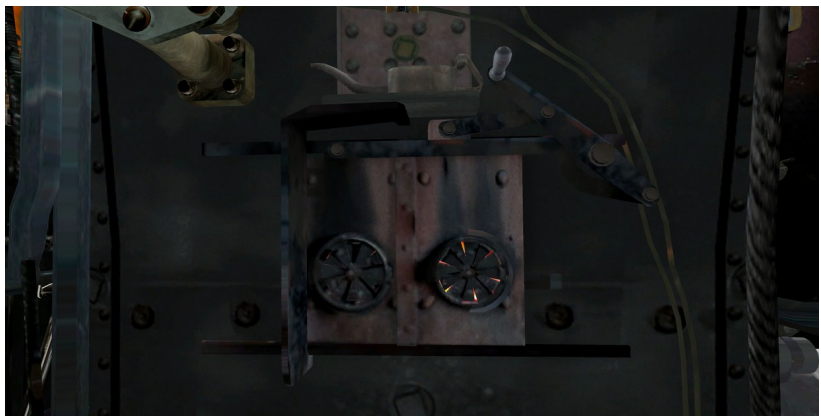
Handtaget för att styra sotaren är i regel anordnad på eldarens sida av pannan, på hyttens främre vägg. Handtaget sitter på änden av pannans ledstång som dragits in i hytten och roterar hela ledstången. Bakom skorstenen sitter sotarventilen uppe på pannan och den roterande rörelsen från ledstången överförs till denna genom en stång. Sotaren kan ökas eller minskas i spelet med tangentbordskombinationerna N respektive Ctrl-N.



Fyrens temperatur och skorstensrökens färg kommer att påverkas av sotaren i Trainz.

Fyrboxen

Mitt på panngaveln sitter luckan in till fyrboxen där eldaren skyfflar in kol. I Trainz finns en mätare i UI:t som kallas Coal Level. Denna visar kolmängden på fyren i procent av optimal kolmängd. Så 100% är den mängd kol som ger mest värme per viktenhet av bränslet. Att slänga in mer än 100% kommer att ge mer värme, men det kommer också att ge sämre förbränning då draget förstörs av ett för tjockt kollager.



Denna mätare ska hållas någonstans mellan 50-110% beroende på hur hårt man kör och hur man eldar. Mellanslagstangenten används för att slänga in en skyffel med kol i fyrboxen.

Spakarna till damparna

Nere vid golvet bakom pannan sitter oftast ett par spakar vilka bland annat styr damparna. Det är en eller två luckor på asklådan som kan öppnas för att släppa in mer eller mindre luft under rosten till draget och förbränningen. Spakarna påverkar inte förbränningen i Trainz, men påverkar ljusheten på röken som kommer ur skorstenen, då röken blir mörkare när fyren inte får tillräckligt med syre.



Provkrantar och vattenståndsmätare

För att kunna kontrollera hur mycket vatten som finns kvar i tenderar och tankar finns oftast en eller ett par provkrantar, eller i vissa fall en visare på sidan av tanken/tendern som genom en flottör inne i tanken visar vattenståndet. Krantar som sitter på lokets egna tankar inne i hytten fungerar och de som sitter på tenderar fungerar inte i spelet. Tenderar med flottörvisare fungerar i spelet.

Ventilstället ("Kronan")

Ventilstället är ett centralt uttagsställe för ånga till diverse olika ändamål på loket. Man har alla dessa samlade för att bara behöva ta upp ett hål i pannan, då öppningar är de svagaste punkterna på pannan. Ventilstället sitter likt en krona mitt uppe på pannan på de flesta lok. Här finns ventiler för ånga till ångvissla, ångvärme, värmning av smöjpump(saknar funktionalitet i Trainz), ångbromsen, turbogenerator och ibland även till luftpumpen. Ventilstället har en stor avstängningsventil som kan stänga av alla saker som är inkopplade till ventilstället.



Snabbavstängning till ventilstället

Alla lok har en säkerhetsavstängningsmekanism för ventilstället vilken måste kunna stängas utifrån loket, utifall något rör skulle spricka och förvandla hytten till en ångbastu. Detta är oftast anordnat med en spak i taket som kan utlösas med hjälp av wirar som går till dörrarna. På äldre lok före kontaktledningarnas tid kunde ha en ventiltratt uppe på taket eller på yttersidan av främre hyttväggen över pannan. Snabbavstängningen måste vara i utlöst läge för att sakerna som är kopplade till ventilstället ska fungera i Trainz.



Gasbelysning med acetylengas system AGA

På lok med belysning med acetylengas system AGA finns flera spakar för att styra belysningen. Dels sitter det en ventil på gasflaskan, men då den är belägen utanför hytten så är ventilen alltid öppen. Belysningen i hytten regleras med en liten kran under varje lykta. Det finns normalt en lykta för eldarens vattenglas som även kan belysa (eldar-)manometern, samt en lykta för att belysa förarens trippelmanometer. Det kan även finnas en lykta som belyser omkastarskalan eller förarens vattenståndsglas. I Trainz räcker det med att öppna kranen på dessa för att de ska lysa, i verkligheten hade man behövt tända gasen dessutom. Den yttre belysningen, buffertlyktorna kan man styra med en strypkran som normalt sitter i taket över eldarens huvud. Denna har två spakar, en för främre och en för bakre buffertlyktor som kan ställas in på mörkt, sprlåga eller starkt ljus.

Elektrisk belysning med generator system AGA/Pyle

På lok med elektrisk belysning måste först turbogeneratoren slås på. Kranen som reglerar turbogeneratoren sitter normalt uppe på kronan, då pekande uppåt på höger sida om mitten. Belysningen styrs sedan från en panel som oftast sitter i taket på förarsidan. Där finns knappar för att reglera främre och bakre buffertlyktor, samt hyttbelysning och i en del fall tidtabellsbelysning och rörelsebelysning (mellan ramarna på innercylinderlok).

Med reservation för ev. fel.

//Korvtiger 2017-03-05

Appendix:

Lathundar för Trainz

Av Korvtiger

Första utgåvan (v4.33.0)

Denna del är för dig som inte orkar plöja igenom 30 sidor med avancerade tekniska beskrivningar av gammal intressant mekanik, utan hellre vill ha den kortast möjliga beskrivning för att få ångloket att börja röra på sig.

Lathund för digitala ångloksförare

Igångsättning

1. Länka ut full fyllning (75% i Trainz) i den önskade färdriktningen.
2. Släpp lok- och/eller tågbronsen.
3. Öppna försiktigt regulatören och håll koll på att loket inte tappar greppet och börjar slira (hörs på att maskineriet "rusar") Om det börjar slira, stäng regulatören tills loket fått grepp igen och öppna den åter, men försiktigare.
 - a) Vid igångsättning i motlut ska punkt 2 och 3 byta plats.
4. Öppna regulatören mer och mer när tåget börjat rulla tills den är fullt öppen.
5. Vid en hastighet av runt 20 km/h (beroende på loktyp) har man nått den hastighet där maskineriet med full fyllning förbrukar mer ånga än vad pannan hinner alstra. För att inte tappa för mycket ångtryck börja undan för undan minska fyllningen.

När önskad hastighet uppnåtts

1. Reglera slidstyrningen så att hastigheten behålls, dock ej mindre än 15-20%.
 - a) Ökar hastigheten då fyllningen är 15-20% kan det krävas att regulatören stryps.

Vid uppförbacke/ökad hastighet

1. Länka ut slidstyrningen lite grann för att öka dragkraften. (Öppna regulatören fullt om den inte redan är det först)
2. Tänk på att ångförbrukningen även ökar med ökad fyllning så du måste balansera mellan dragkraft och ångförbrukning. Det är inte säkert att loket klarar av att dra tåget uppför backen med den hastighet du önskar.
3. Om du väljer en för stor fyllning kommer ångtrycket i pannan att sjunka och i värsta fall kan det sjunka så lågt att tåget kommer att stanna i backen. Eftersom igångsättning kräver en större dragkraft än att dra tåget uppför backen med redan erhållen fart kanske du är tvungen att backa ned till före backen för att bygga upp ångtrycket och försöka igen.

Vid nedförbacke/nedsatt hastighet

1. Stryp regulatören, eller stäng den helt för att minska dragkraften.
2. Är hastighetsnedsättningen så pass stor att bromsning krävs:
 - a) Applicera bromsen genom att göra en trycksänkning med ca 0.5 kg/cm² i ledningen.
 - b) Regulatören kan behållas lite öppen för att "dra ut" tåget så inte stötar ska uppstå.
 - c) Sänk trycket i ledningen mer om så krävs i steg om ca 2 hektogram. Stäng regulatören helt om så krävs.
 - d) Planera bromsning så att luftbehållarna på alla vagnar hinner laddas upp innan en ny bromsning krävs. Är det många långa utförbackar, bromsa ned tåget till en låg hastighet, så pass låg att du hinner släppa och ladda upp bromsen innan nästa bromsning krävs.
 - e) För mindre inbromsningar kan enbart lokbromsen användas. Detta måste dock göras med försiktighet för att stötar inte ska uppstå.

Stanna vid station

1. Retardera hastigheten före stationen så att du närmar dig med ca 40 km/h för passagerartåg eller 20 km/h med godståg.
2. Applicera tryckluftsbromsen stegvis och långsamt. Helst ska det slutliga bromstrycket inte behöva vara så stort. Undvik att behöva släppa bromsen för att du bromsat för hårt.
3. Precis när tåget är på väg att stanna; släpp tågbronsen och applicera lokbronsen (ångbrons eller direktbronsen). På detta sättet riskerar man inte att få fastbronsning. Man sparar också in tid på att ladda upp tryckluftsbromsen i tåget när det ändå ska stå still, istället för att göra det senare när man fått avgångssignal.
4. Föregående punkt gäller inte om bangården lutar, då behålles tågbronsen för att tåget ska stå still.

Vid växling/gång med enbart lok

1. Använd full fyllning
2. Regulatorn kan öppnas mindre försiktigt, öppna den till hälften och accelerera upp loket i ca 20km/h. Stäng sedan regulatorn och låt loket rulla.
3. Bromsa enbart med lokbronsen. (ångbronsen eller direktbronsen)

Lathund för digitala ånglokseldare

Din arbetsbeskrivning är mycket enkel: håll ångtrycket prick på arbetstrycket och se till att vattennivån är mellan miniminivån och maximinivån. Men att lyckas med detta är otroligt svårt och kräver mycket övning. Och då slipper du ändå att tänka på att sprida ut kolen jämt på fyren. Du kan trycka på mellanslagstangenten några gånger istället för att skyffla in två gånger din egen vikt i kol per mil och slänga den 2 meter in i ett rytande brännhett eldinferno.

Före avgång

1. Se till att få upp fyrens temperatur genom att köra med sotaren om det behövs.
2. Balansera ångtrycket så att säkerhetsventilerna inte blåser med hjälp av att mata in vatten med injektorerna. Vid avgång bör vattenståndsglasen vara ganska fyllda.
3. Lägg på lagom med kol någon minut före avgång. Tänk på att kol kyler fyren innan de börjar ge ifrån sig värme, så du bör ge kolet lite tid att bli varmt.

Vid avgång

1. Har du gjort ditt jobb rätt står manometern prick på arbetstrycket, gärna långsamt stigande för att möta det stora ångförbrukningen vid igångsättning.
2. Stäng sotaren, låt draget skapas av avloppsången genom blästerröret istället när lokföraren öppnat regulatorn.
3. Stäng injektorer och undvik att lägga på nya kol som skulle kyla ned pannan och fyren.
4. Ångtrycket faller normalt en till ett par kilo vid igångsättningen, så det är ingen fara.
5. Efter tåget kommit igång kan du börja elda ikapp genom att slänga på några mer kol.

Vid gång i uppförsbacke

1. Planera eldningen så att du lagt på nya kol före backen. Nytt kol kyler ned fyren och tar tid innan de börjar leverera värme. Läger man på dem mitt i backen kommer ångbildningen att minska, något som du inte önskar i en brant uppförsbacke.
2. Undvik att mata in vatten i pannan mitt i backen, det kyler ned pannan och minskar ångbildningen. Se alltså till att skaffa ett högt vattenstånd före backen, tänk dock på att vattennivån i pannans bakkant ökar i motlut.

Vid gång i utförsbacke

1. Eftersom draget kommer att försvinna när regulatorn stängs kommer elden att kylas ned. Men då elden ofta redan har en väldigt hög temperatur från tidigare uppförsbackar, kommer mycket ånga fortsätta att produceras samtidigt som ingen eller väldigt lite ånga kommer förbrukas.
2. Om trycket stiger, se till att kyla ned pannan genom att mata in nytt vatten. Det går också att elda på vilket kommer att kyla ned elden, om än tillfälligt.
3. Om trycket sjunker kan sotaren öppnas. Den ska dock stängas så fort regulatorn öppnas på nytt.
4. Tänk på att vattennivån sjunker i pannans bakkant i medlut, så det kan krävas att injektorerna slås på straxt före utförsbacken börjar om vattenståndet redan är lågt. Detta kan även vara ett smart drag för att börja kyla ned pannan innan regulatorn stängs.