



Remmen

Werking en onderhoud

Jaap Blijleven

© Volvo Classic Academy

2013 Amersfoort

www.volvo-classic.com

1. Inleiding

Remmen zijn er voor om de snelheid van de auto te vertragen. Voor onze auto's geldt een maximale vertragingssnelheid van 8m/s (8 meter per seconde). Nu zijn er allerlei factoren die afdingen op de maximaal mogelijke vertraging. Het wegdek kan nat zijn; onze bandenspanning niet optimaal; onze auto net bezig een helling af te rijden; of onze remmen zijn niet goed.

Remmen heeft alles met het omzetten van energie te maken. Hoeveel energie is er nodig om een auto die rijdt tot stilstand te brengen. Daarbij is het goed om te bedenken dat de hoeveelheid bewegingsenergie van een rijdende auto niet lineair toeneemt, maar met het kwadraat van de snelheid. Als voorbeeld: als we met een snelheid van 60 km rijden en tot stilstand moeten komen, dan is er niet dubbel maar viermaal zoveel energie nodig om hem te stoppen, dan voor een auto die rijdt met 30 km/u. Voor een auto die met 120 km/u rijdt geldt dat er 16 keer zoveel energie nodig is als dezelfde auto rijdend met 30 km/u.

De remmen zijn er voor om de bewegingsenergie, als resultante van de massa en de snelheid van de auto, om te zetten in een andere vorm van energie (die afgevoerd kan worden). Zodra alle bewegingsenergie omgezet (en afgevoerd) is, staat de auto stil.

Achtereenvolgens wordt verder ingegaan op de verschillende remsystemen op onze Volvo's; op de werking van de trommel- en de schijfrem en op de betekenis van het enkele en het dubbele systeem. Voordat we dat doen gaan we eerst in op een stukje natuurkunde, de Wet van Pascal. Dit hebben we nodig om het één en ander te begrijpen.

2. Hydraulisch remsysteem

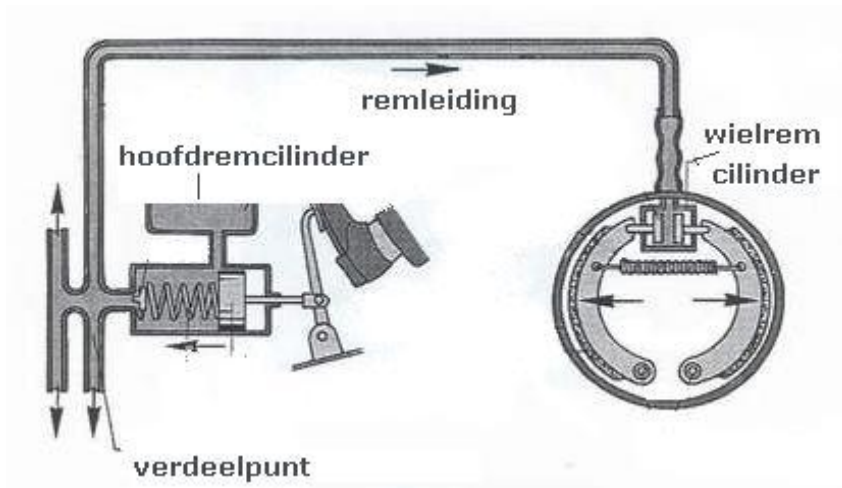
Een zekere heer Pascal ontdekte omstreeks 1650 dat "een kracht uitgeoefend op een vloeistof, zich naar alle kanten via die vloeistof met een zelfde kracht voortzet". Het is deze wetmatigheid die we nodig hebben om de werking van een hydraulisch remsysteem te kunnen begrijpen.

Bestudeer eerst Afbeelding 1. Bekijk daarbij de verschillende onderdelen:

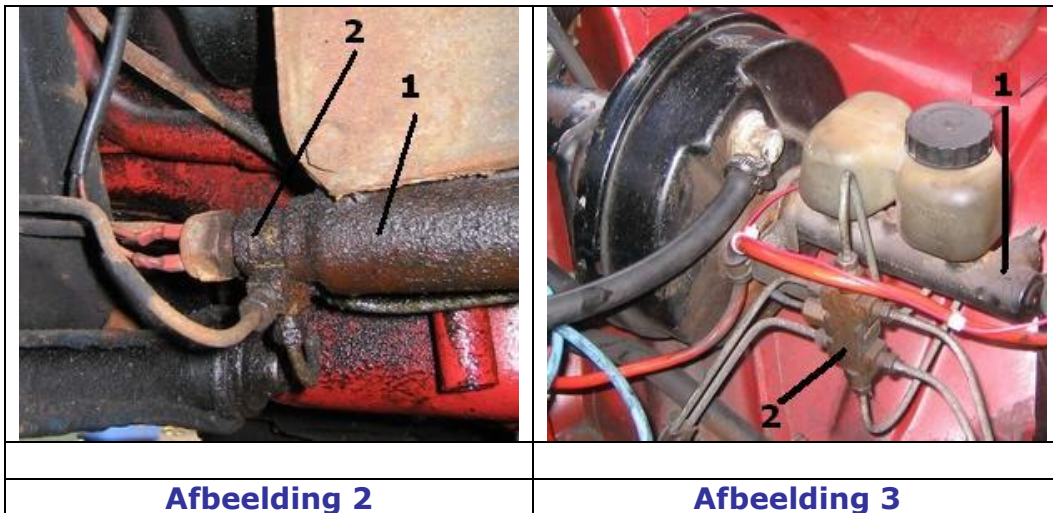
- *Hoofdremcilinder*; met daarboven op het reservoir (potje) met remolie. Zie ook Afbeelding 2 en 3; de hoofdremcilinders van een 544 en een 140;
- *Wielremcilinder*; per wiel één exemplaar. De wielremcilinders zijn alleen te zien als de trommelrem "open getrokken" is. De wielremcilinders van een schijfrem zijn niet als zodanig te zien, daar zijn de beide zuigers verwerkt in de zogenaamde remklauwen en blijven onzichtbaar;
- *Remleiding*; in al onze auto's als zodanig herkenbaar;
- *Verdeelpunt*; het punt waar de druk uitgeoefend via de hoofdremcilinder zich verdeelt over de vier remmen.

Herken en benoem alle onderdelen ook als zodanig in de eigen auto, ook al heeft u een dubbel systeem.

Goed, terug naar Afbeelding 1. De werking is uiterst simpel. Met het rempedaal wordt er een kracht uitgeoefend op de zuiger van de hoofdremcilinder. Deze kracht wordt voortgezet via de remleidingen. De olie wordt in de wielremcilinder geperst en doet de twee zuigers naar buiten toe uitwijken. Hierdoor worden de schoenen naar buiten gedrukt en drukken zo tegen de trommels, waardoor er geremd gaat worden.



Afbeelding 1



1 = hoofdremscilinder
2 = verdeelpunt

Voor wat betreft de krachten die er worden uitgeoefend zijn nog twee dingen van belang om te weten.

1. Hefboomwerking rempedaal. Te zien is dat de zuiger van de hoofdremscilinder niet in midden op het rempedaal is bevestigd. De bevestiging zit vlak bij het scharnierpunt van de rem. Hierdoor ontstaat er een hefboomwerking met een verhouding van wel 7: 1. Met andere woorden; de kracht uitgeoefend op de zuiger van de hoofdremscilinder is 7 x zo groot als waarmee u het rempedaal intrapt.
2. Specifieke toepassing van Pascal. Belangrijk daarbij zijn de diameters van de verschillende zuigers van hoofdremscilinders. De kracht die de zuiger van de hoofdremscilinder uitoefent op de remolie wordt uitgedrukt per oppervlakte-eenheid.

3. Systemen

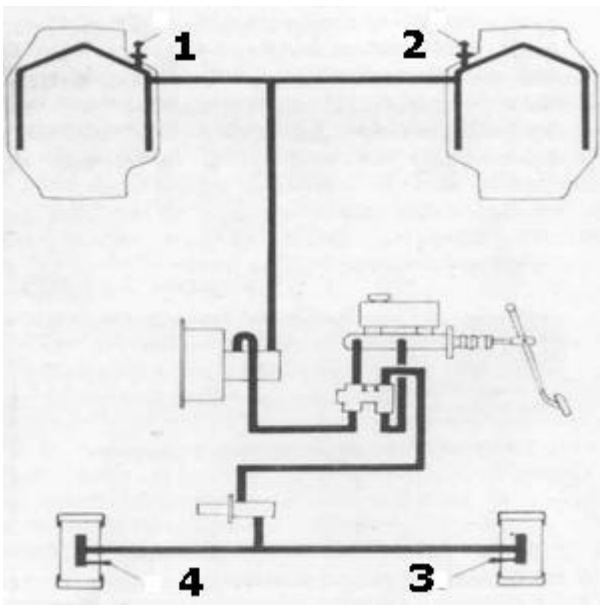
Op onze klassieke Volvo's hebben we met vier verschillende systemen te maken hebben. Alle auto's, van de 444 tot en met de 140-serie hebben *trommelremmen* achter.

Voor wat betreft de voorrem geldt niet een dergelijke eenduidigheid.

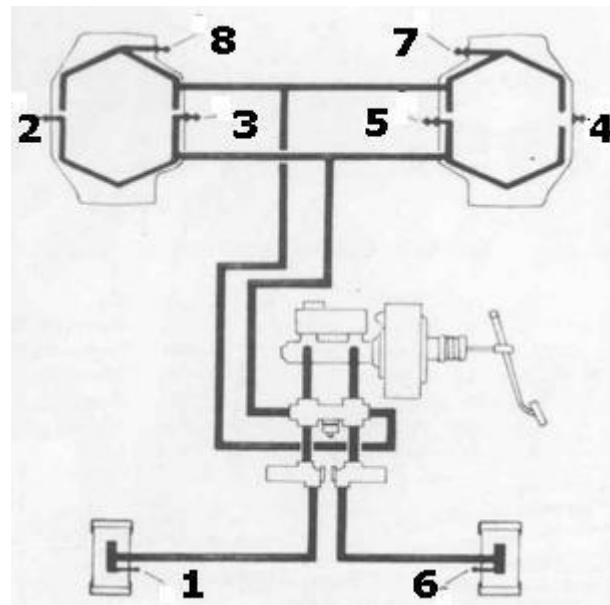
- De 444, 544, Duett en de Amazon tot en met 1965 hebben voor ook trommelremmen¹.
- De Amazons vanaf 1966, de 1800 en de 140-serie hebben schijfremmen voor.

Naast het wel of niet bezitten van schijfremmen voor, is er nog een tweede variabele. Dat gaat over een enkel of een gescheiden remsysteem.

- De 444, 544, Duett en de Amazon t/m 1968 hebben een *enkel* remsysteem.
- De Amazon na 1968, de 1800 en de 140-serie hebben een *gescheiden* remsysteem.



Afbeelding 4



Afbeelding 5

Op Afbeelding 4 is een *enkel systeem* afgebeeld, met voor schijfremmen en achter trommelremmen. Het verhaal achter het enkele systeem is simpel. Het remt goed, maar Als één van de remcilinders lekt (b.v. hoofdrem- of wielremcilinder) dan doen alle remmen het niet meer en trapt u uw rempedaal tot aan de bodem in zonder dat er wat gebeurt. Iedere bezitter van een klassieke auto kent waarschijnlijk dat gevoel we. De oorzaak is helder. Als b.v. één van de wielremcilinders slecht is, er wordt een keer stevig geremd (en dus veel druk uitgeoefend via de remvloeistof) dan kan het gebeuren dat u zo door uw rem "heentrapt", bijvoorbeeld omdat de wielremcilinder doorslaat. Alle via het rempedaal opgebouwde druk "verdwijnt" via het lek uit het systeem en u heeft geen enkele remkracht meer over.

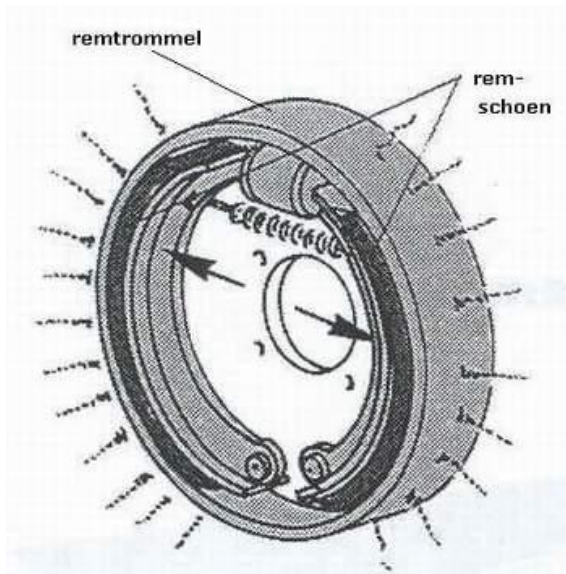
Op Afbeelding 5 is een *gescheiden remsysteem* afgebeeld. Dit, door Volvo in 1968 als eerste op de marktgebrachte, gescheiden remsysteem was er voor bedoeld om een lek in het systeem te kunnen opvangen met behoud van de meeste remkracht. Eigenlijk zijn het twee remsystemen. Beide systemen drijven

¹ Van veel Amazons zijn de oorspronkelijke trommelremmen voor vervangen door schijfremmen.

twee voorwielen en één achterwiel aan. Als één systeem afvalt, blijft het andere systeem (drie van de vier wielen) gewoon zijn werk doen.

4. De trommelrem.

De werking van de trommelrem is uiterst simpel. Zoals in de Inleiding aangegeven: remmen is het proces waarin bewegingsenergie omgezet wordt in een andere energie die afgevoerd kan worden. In het plaatje bij 6.1 wordt dat weergegeven. Bij 6.2 zie je de remschoen van een 544.



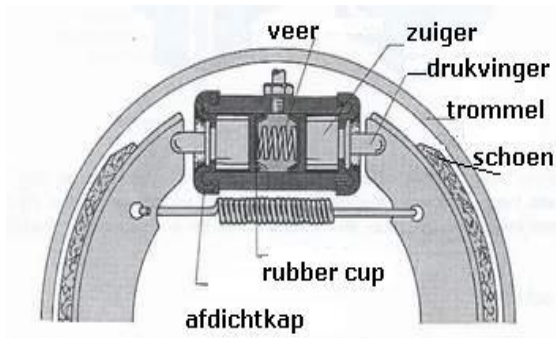
Afbeelding 6.1



Afbeelding 6.2

De remschoen wordt (met het intrappen van het rempedaal) tegen de draaiende trommel gedruwd. Doordat de remschoen draait en de remschoen verankerd is, ontstaat er wrijving tussen remschoen en -trommel. Deze wrijving zet zich om in warmte. Deze warmte wordt afgevoerd door de trommel.

In Afbeelding 7.1 is de trommelrem wat vergroot weergegeven, waarbij bij 7.2 de wielremcilinder van een Amazon laat zien. De druk in de wielremcilinder wordt via twee drukvingers doorgegeven aan de remschoenen. De remschoenen zijn bekleed met specifiek materiaal; de zogenaamde remvoering. De remvoering is materiaal dat grote wrijving veroorzaakt (noodzakelijk voor een goede remwerking) maar ook sterk hittebestendig is. Immers de wrijving wordt omgezet in hitte die wordt afgevoerd. En heet wordt het. Zo heet zelfs dat bij het remmen bij zeer hoge snelheden de warmteontwikkeling zo groot wordt dat er ontledingsprocessen plaats kunnen vinden in de remvoering. Dit vermindert sterk de remkracht en wordt *remfading*



Afbeelding 7.1



Afbeelding 7.2

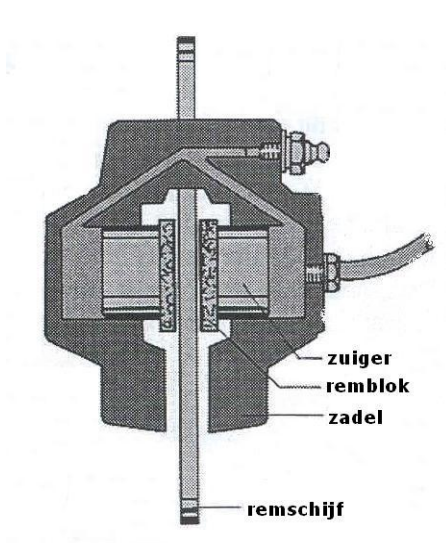
genoemd. Hoewel de bestuurder meer kracht uitoefent op het rempedaal, wordt de remkracht zelf niet meer groter. Daar komt bij dat door de enorme hitte de remtrommel zelf uitzet, waardoor de remkracht zelf ook weer minder wordt.

Als we nu weer terug gaan naar de definitie van remmen zoals bij de Inleiding gegeven, zien we dat er aan alle eisen wordt voldaan; immers de bewegingsenergie van de auto uit zich in de ronddraaiende remtrommels. Door het intrappen van het rempedaal wordt deze bewegingsenergie omgezet in warmte die afgevoerd wordt via de trommels. Als ik maar hard en lang genoeg het rempedaal intrap, en er genoeg warmte afgevoerd kan worden, sta ik vanzelf stil.

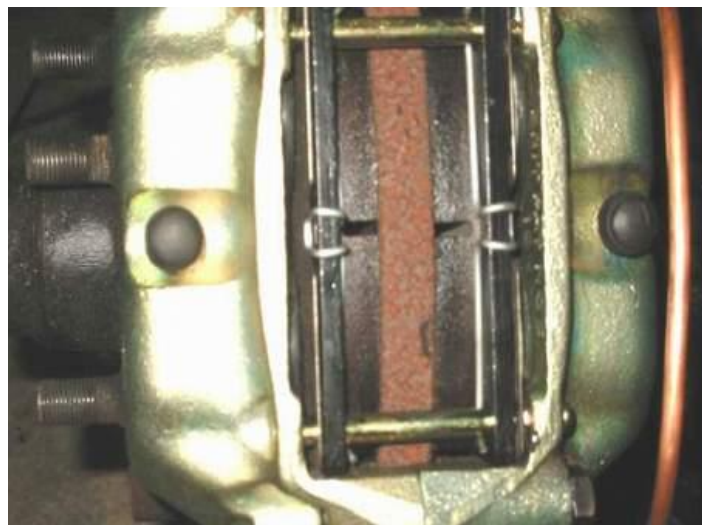
Probleem is echter de warmte. Op een gegeven moment worden in de ontwikkeling van de auto de snelheden zo hoog, en de af te voeren warmte daarmee zo groot, dat de trommelrem alleen niet meer voldoet. Dit wordt opgelost via het invoeren in 1968 van de schijfrem en het monteren hiervan op de voorwielen.

5. De schijfrem

De schijfrem bestaat al heel lang, maar is pas lang na zijn ontdekking ingevoerd. Op zich ook logisch, want eigenlijk heeft de schijfrem ten opzichte van de trommelrem meer nadelen dan voordelen.



Afbeelding 8.1



Afbeelding 8.2

Voordat we daar nader op ingaan, bekijk eerst eens de schijfrem zoals weergegeven in figuur 8.1. De schematische weergave van 8.1, wordt in 8.2 omgezet in de schijfrem van een Volvo 142 uit 1970. Het principe van de schijfrem is eenvoudig. Via de hoofdremcilinder (al dan niet versterkt door een rembekrachtiger) wordt de olie onder druk gezet. Deze hydraulische druk zorgt er voor dat beide zuigers naar binnen gedrukt worden en duwen de remblokken tegen de remschijf.

Zoals gezegd, eigenlijk heeft de schijfrem ten opzichte van de trommelrem meer nadelen dan voordelen. Ga maar na:

- ❑ De schijfrem zit niet ingepakt zoals de trommelrem. De remschijf is blootgesteld aan zand, modder en pekels;
- ❑ In vergelijking met de trommelrem heeft de schijfrem een veel kleiner remoppervlak. De zuigers samen hebben namelijk een veel kleiner voeringsoppervlak. Omdat de bewegingsenergie die moet worden omgezet even groot is betekent het ook dat het veel kleiner voeringsoppervlak van de remblokken, veel heter wordt.

Echter, de schijfrem heeft één heel groot voordeel. Dat is dat de *afvoer van de warmte veel effectiever en daarmee veel sneller* gaat dan bij de trommelrem. De afvoer van de warmte bij de trommelrem gaat immers via de remtrommel zelf. (zie Afbeelding 4). De warmteafgifte hier is niet effectief. De afgifte gaat indirect; eerst wordt de trommel helemaal heet, en pas daarna vindt de afgifte aan de buitenlucht plaats. Bij de schijfrem gaat het veel directer. Zodra de remblok de schijf heeft verlaten, wordt er warmte van de remblokken afgevoerd door de buitenlucht.

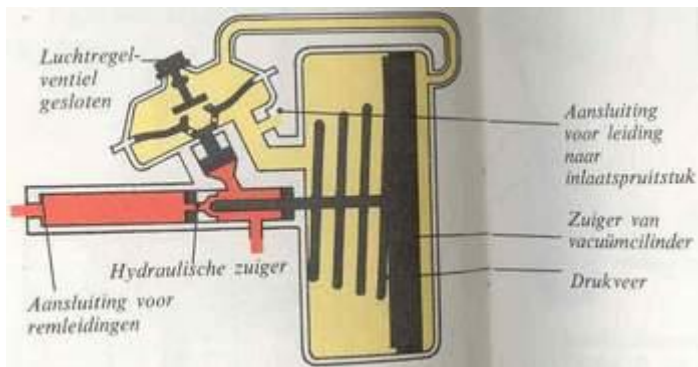
Daar komt nog wat bij. Op de remblokken kan frictiemateriaal gebruikt worden wat veel minder warmtegevoelig is dan het materiaal op de remschoen van de trommelrem. Dit materiaal kan niet in gebogen vorm gebruikt worden, waardoor de trommelrem afvalt. Dit veel betere frictiemateriaal levert de schijfrem twee heel belangrijke voordelen:

- ❑ Van fading is geen sprake; het materiaal vervormt niet door de hitte
- ❑ De wrijvingscoëfficiënt blijft constant. Daar deze constant blijft, blijft ook de kracht die op het rempedaal uitgeoefend moet worden constant. Ik hoef dus niet steeds meer kracht te leveren om de remwerking constant te houden, of; als ik harder intrap dan remt hij harder ook al is de rem gloeiend heet.

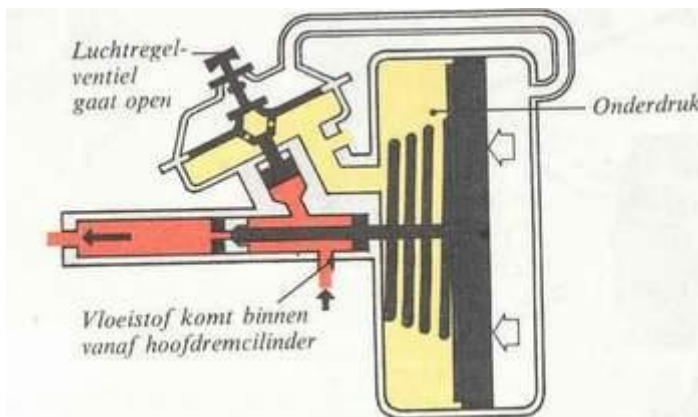
Het voordeel van de schijfrem ten opzichte van de trommelrem blijkt uiteindelijk heel zwaar te wegen. Ook op onze klassieke Volvo's wordt vanaf 1968 de schijfrem standaard ingevoerd aan de voorwielen.

6. Rembekrachtiger

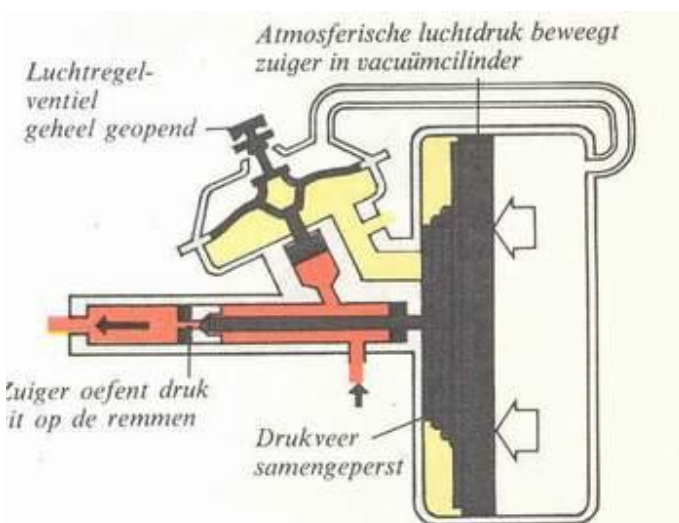
Vanaf 1969 zijn onze klassieke Volvo's uitgerust met een rembekrachtiger. Belangrijk bij onze rembekrachtiger is de onderdruk die heerst in het inlaatspruitstuk en die via een slang verbonden is aan de rembekrachtiger.



De rem is in ruststand. De onderdruk van het inlaatspruitstuk zuigt lucht weg aan weerskanten van de zuiger, die door de drukveer op zijn plaats wordt gehouden. Het luchtregelventiel blijft gesloten en daarom de onderdruk gehandhaafd.



Het rempedaal wordt licht ingetrapt. De zuiger van het ventiel wordt omhoog gedrukt, waardoor het ventiel open gaat. Via het ventiel wordt er buitenlucht achter de zuiger gebracht. De zuiger wordt daarmee naar links gedrukt en de druk naar de remleidingen versterkt.



Het rempedaal wordt volledig ingedrukt. Het ventiel is nu volledig geopend, en de atmosferische druk duwt nu maximaal aan de achterkant van de zuiger gezien het drukverschil met de atmosferische onderdruk aan de andere kant van de zuiger. Hierdoor is de druk via de remleidingen op de remmen maximaal.

7. Onderhoud

Kijkend naar de verschillende forums die er zijn op internet die gaan over het onderhoud van onze auto's is er geen onderwerp wat zoveel aandacht vraagt dan onze remmen. Tal van problemen worden aan de orde gesteld, vaak te maken hebben met het scheeftrekken van remmen. Het is onnodig om hier al deze topics in op te nemen, beter is het de diverse fora te bezoeken en daar de ervaringen van mede klassieke Volvo-rijders te bekijken.

Wel zijn er enkele punten van preventief onderhoud die van belang zijn om in acht te nemen:

- *Controller regelmatig het niveau van de remvloeistof.* Vul het reservoir bij waar nodig.
 - *Zorg er voor dat zeker éénmaal per twee jaar de remvloeistof vervangen wordt.* Remvloeistof kan vervuilen of vocht aantrekken. Gevolg hiervan is dat het kookpunt van de remvloeistof verlaagd. Bij intensief gebruik van de rem (b.v. van een berg naar beneden en veel het rempedaal gebruiken) kan er oververhitting plaatsvinden. Als dan het kookpunt bovendien verlaagd is ontstaan er dampbellen in de vloeistof. Als er dan stevig geremd moet worden, moeten eerst de dampbellen in de remvloeistof samengedrukt worden, voordat de remwerking pas zelf begint. Kortom, verslechtering van remcapaciteit.
 - *Zorg er voor dat de remmen goed ontlucht zijn.* Om allerlei mogelijke redenen kan er lucht komen in de remleiding. Samengeperste lucht is veel instabieler en ontwikkelt veel minder druk dan samengeperste remvloeistof. Het is dus zaak deze lucht uit de leidingen te halen. Enkele en dubbele systemen worden in een vaste volgorde ontlucht. Bekijk de Hayness op de volgorde van ontluchting.
 - *Controleer jaarlijks de dikte van de remblokken (bij schijfremmen).* Remblokken hebben een bepaalde minimumdikte. Check de daaraan gestelde eisen en controller of je blokken nog aan deze eisen voldoen. Op zichzelf is deze handeling uit te voeren zonder speciaal gereedschap. Alleen het voorwiel los, en de remmen zijn goed toegankelijk.
 - *Controleer de dikte van de remschoenen (bij trommelremmen).* Ook remschoenen hebben een minimumdikte, die te controleren is aan de hand van de specificaties. Probleem is wel dat deze handeling wat lastig is uit te voeren zonder speciaal gereedschap in de vorm van een trommeltrekker.
 - *Controleer de wielremcilinders.* De zuigertjes in de wielremcilinders kunnen verslijten. Als dat het geval is zullen de wielremcilinders langzaam steeds meer gaan lekken, totdat ze zo slecht worden dat je er opeens doorheen trapt. Zeker bij een enkel systeem is dat fataal, want dan valt alle remdruk weg. Controleer dat door voorzichtig de twee rubberen cupjes van de wielremcilinder met een schroevendraaiertje opzij te duwen. Daaronder moet het droog zijn. Komt daar remvloeistof uit, dan de wielremcilinders vervangen. Ook hiervoor is een trommeltrekker noodzakelijk.
-