

# Modelering av kylsystem i lastbilmotorer

Edward Ekstedt

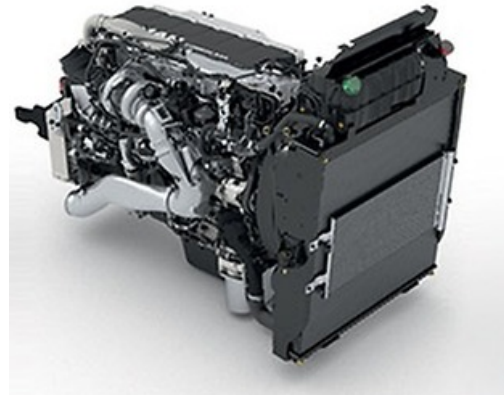
**Kylsystemen i lastbilmotorer är ofta stora, komplexa och drar mer energi än nödvändigt. I mitt examensarbete har jag modellerat ett sådant kylsystem, för att undersöka om det är möjligt att simulera det i realtid. Om det går, finns möjlighet att styra systemets delar i realtid för att dra ned på bränsleförbrukningen.**

## BAKGRUND

Fordonsindustrin har idag ständigt ökande krav på att sänka bränsleåtgången, från olika håll. Bland annat vill konsumenter hålla nere sina bränslekostnader och lagar världen över vill reglera användningen av fossila bränslen. Det är därför av stort intresse för tillverkarna att hitta nya lösningar som sänker bränsleförbrukningen i deras motorer. MAN Truck & Bus använder sig av vätskekyllning i sina lastbilar, vilket innebär att motorn kyls ned av en kylvätska, som i sin tur kyls ned av luften som blåser in genom framsidan av fordonet.

## KYLSYSTEMET

Flödet av kylvätska regleras framförallt genom kylvätskepumpen, som drivs av motorns vevaxel. Flödet av kylluft regleras dels av hastigheten på fordonet, men också genom fläkten som sitter bakom motorn. Hastigheten av dessa två delar kan regleras med hjälp av den inbyggda datorn i bilen, och därmed kan flödet också styras. Målet med att styra dessa komponenter är att ingen onödig energi förbrukas, samtidigt som temperaturen i motorn hålls såpass låg att ingenting skadas. För att uppnå detta krävs information kring hur temperaturen i kylsystemets komponenter påverkas av flödet av kylvätskan och kyl luften. Andra externa faktorer som påverkar är temperaturen på omgivningen och fordonets hastighet. Motorn och kylsystemet visas i Figur 1.



Figur 1: Lastbilmotor Euro VI

## MODELLERING

Det finns idag många olika program för att modellera diverse system. För att precist modellera systemen krävs det att modellerna är komplexa. Detta leder i sin tur att simuleringen av modellen tar lång tid, ofta flera gånger långsammare än tiden som simuleras. Därför var jag tvungen att förenkla modellen, som modellerades i programmet Dymola, i språket Modelica. Med hjälp av ett kommersiellt paket, Liquid Cooling Library från Modelon AB, kunde jag bygga upp en modell av kylsystemet som fångade de viktigaste egenskaperna och samtidigt hade låg simuleringstid.

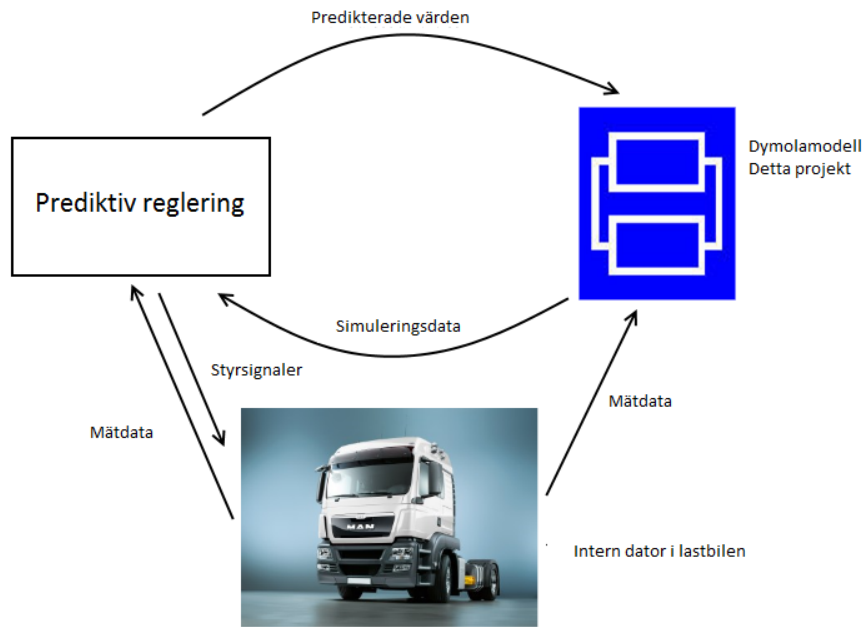
## REALTID

Resultatet av examensarbetet var en Dymolamodell av kylsystemet, som kunde simuleras över 300 gånger snabbare än realtid. För att modellen skulle kunna användas i fordonets dator krävdes dock att simuleringen utfördes av en ekvationslösare med fix steglängd, att tiden mellan varje simuleringsteg var lika lång. Implementeringen av det fungerade väl, och kunde simuleras 20 gånger snabbare än realtid.

## FRAMTIDA UTVECKLING

Den framtagna modellen kan agera hörnsten i MANs framtida projekt inom realtidssimulering. Projektet bekräftade att det är möjligt att simulera kylsystemet i realtid med tillräckligt god prestanda och precision. Detta innebär att det i framtiden kan vara möjligt

att använda modellen för att förutse temperaturen i kylsystemets olika delar. Med denna information kan ett regelsystem anpassa hastigheten på pumpen och fläkten, för att spara energi och därmed dra ner bränsleförbrukningen. Ett exempel på hur modellen kan integreras med övriga system i fordonet visas nedan i Figur 2.



Figur 2: Blockschemat över hur modellen kan användas i framtiden.