

Reduktion af NOx udledning fra Søværnets Patruljefartøjer med SCR



**DANSK
TEKNOLOGI** 

deductor

Agenda

DANSK TEKNOLOGI

- DANSK TEKNOLOGI
- Det Danske Søværns nye patruljefartøjer
- NOx og luftforurening
- SCR princip
- DANSK TEKNOLOGI og SCR
- SCR Prototype på motorprøvestand
- SCR på Flådens Patruljefartøj P525

Deductor

- Målsætning
- Prototype på motorprøvestand
- Egenskaber for færdigt produkt til patruljefartøj
- Hardware, I/O for færdigt produkt
- Udvikling af software til færdig produkt
- Færdigt brugerinterface
- Konklusion

DANSK TEKNOLOGI



850 Produktudviklingsprojekter - gennemført over 27 år

www.dansk-teknologi.dk

Det Danske Søværns nye patruljefartøjer



6 glasfiberskibe søsat: 2007-2009

Erstatter 9 orlogskuttere fra 1969

Projektering af patruljefartøjerne:

- Nyt glasfiberskrog og overbygning
- Motorer fra standardflex og den svenske flåde

Forsvarets materialtjeneste råder over:

- 40 stk MTU 396, renoveres hvert 2. år
- Motorværkedsted og prøvestand i Korsør

Primære opgaver:

- Patruljere danske farvande
- Redningsaktioner
- Miljøopgaver
- Brandslukning

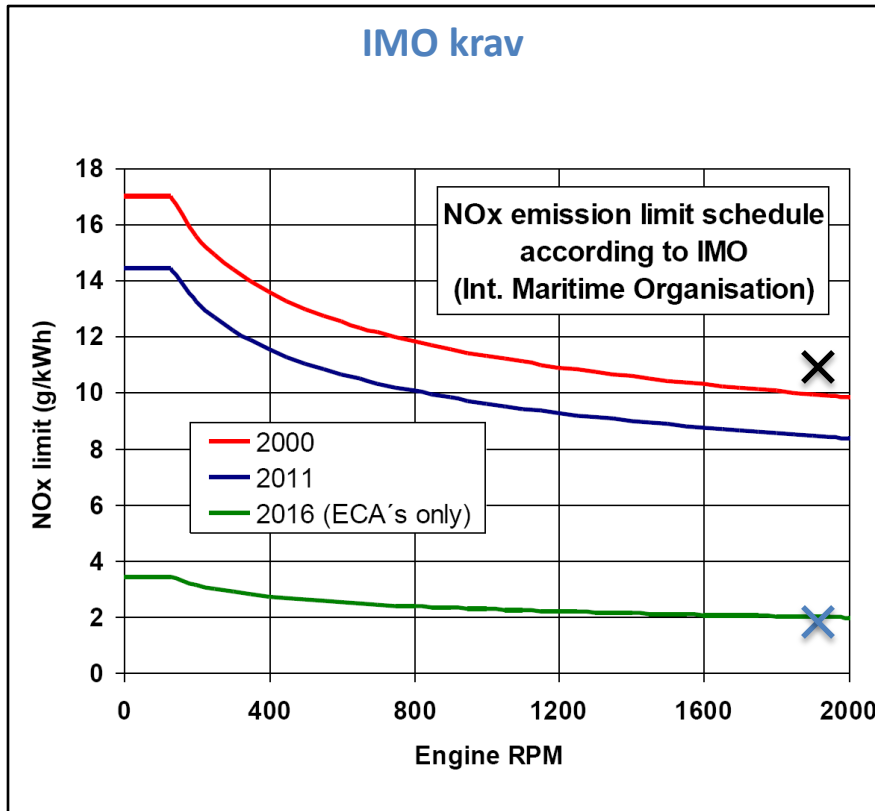
Specifikation:

- 2 stk MTU 16 cyl 64L, 2040 kW ved 1940 rpm, 3 turboer, 2 skruer med variabel pitch
- Længde: 43 m, Displacement: 246 tons
- Besætning: 12 mand
- Max fart 27 knob
- Armering: 2 stk tungt maskingevær + 2 stk vandkanon
- Redningsspeedbåd på agterdæk



Det Danske Søværns nye patruljefartøjer

IMO krav



MTU 396

- High-speed turbo dieselmotor
- 32 kW per liter cylindervolumen
- Motor virkningsgrad: 205 g/kWh
- Nato fuel: 0,1 – 0,2 % svovl
- NO_x udledning: 11 g/kWh
 - Lovkrav fra 2000: 9,8 g/kWh
 - Lovkrav fra 2011: 8,4 g/kWh
 - Lovkrav fra 2016: 1,9 g/kWh

Forsvaret behøver ikke overholde miljøkrav!

NOx og luftforurening

NO_x = NO₂, NO og N₂O

- Ved forbrænding af diesel og benzin oxider N₂ fra forbrændingsluften til NO
- NO dannes særligt ved høje forbrændingstemperaturer
- Og særligt ved mager forbrænding
- NO omdannes til NO₂ i den fri luft

NO₂ er stærkt giftigt

- NO₂ + NH₃ → saltpetersyre
 - Syreregn, skovdød og forsurening af jordbund og vandmiljøet
- NO₂ omdanner O₂ til O₃ (ozone) i sollys
 - Ozon som går i forbindelse med lungevæv
- NO₂ + VOC → smog
- NO_x nedbryder ozonlaget

WHO anslår at 2,4 millioner mennesker dør hvert år af årsager relateret direkte til luftforurening

I EU anslås det at 310.000 dør hvert år af årsager relateret til luftforurening

EPA: Tier 1 til Tier 2 (2004) reducere i USA:

- 12.000 for tidlige dødsfald

- 15.000 hjerteanfald

Danmark: 600 for tidligt døde om året

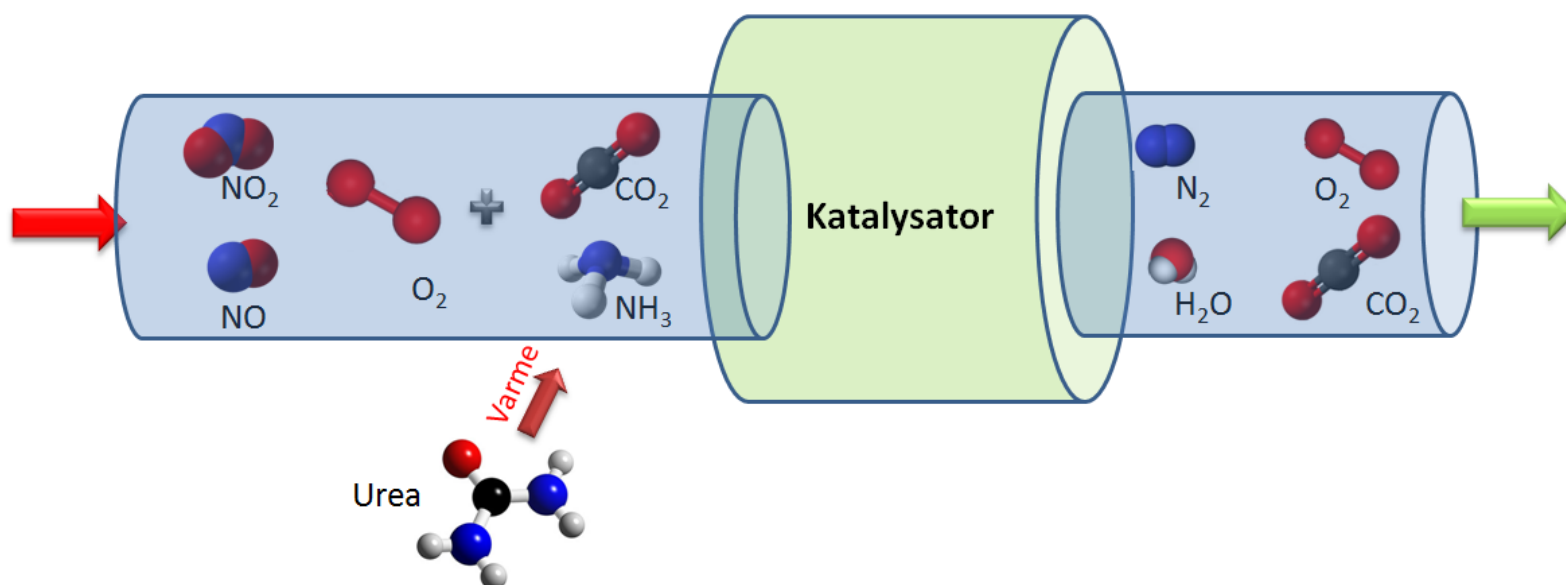
- 1 kg NO_x anslås at koste den danske stat 85 kr i tabt arbejdstjeneste og sundhedsudgifter

Det er ukendt præcist hvor stor en del NO_x udledningen er skyld i.

SCR princip

Selective Catalyst Reduction (SCR)

1. Varm røggas med NO_x (NO_2 og NO) tilføres urea (adblue)
2. Urea omdannes til ammoniak ved varmepåvirkning
3. Ammoniak går i forbindelse med NO og NO_2 katalysatoren
4. Ud fra katalysatoren kommer: H_2O , N_2 , O_2 og CO_2



DANSK TEKNOLOGI og SCR

NOx relateret DANSK TEKNOLOGI projektor

- Serie af digitale doseringspumper for Grundfos
- Grundfos NoNOx Air assisted urea doseringspumper
- Grundfos NoNOx Airless urea doseringspumper
- Udvikling af urea dyser for Grundfos NoNOx
- Installation af airless SCR på 4 af forsvaret lastbiler

Air assisted

- Urea blandes med luft og sprøjtes ind i røggassen gennem en dyse
 - Kræver trykluft
 - Standardmetode på lastbiler og busser nu

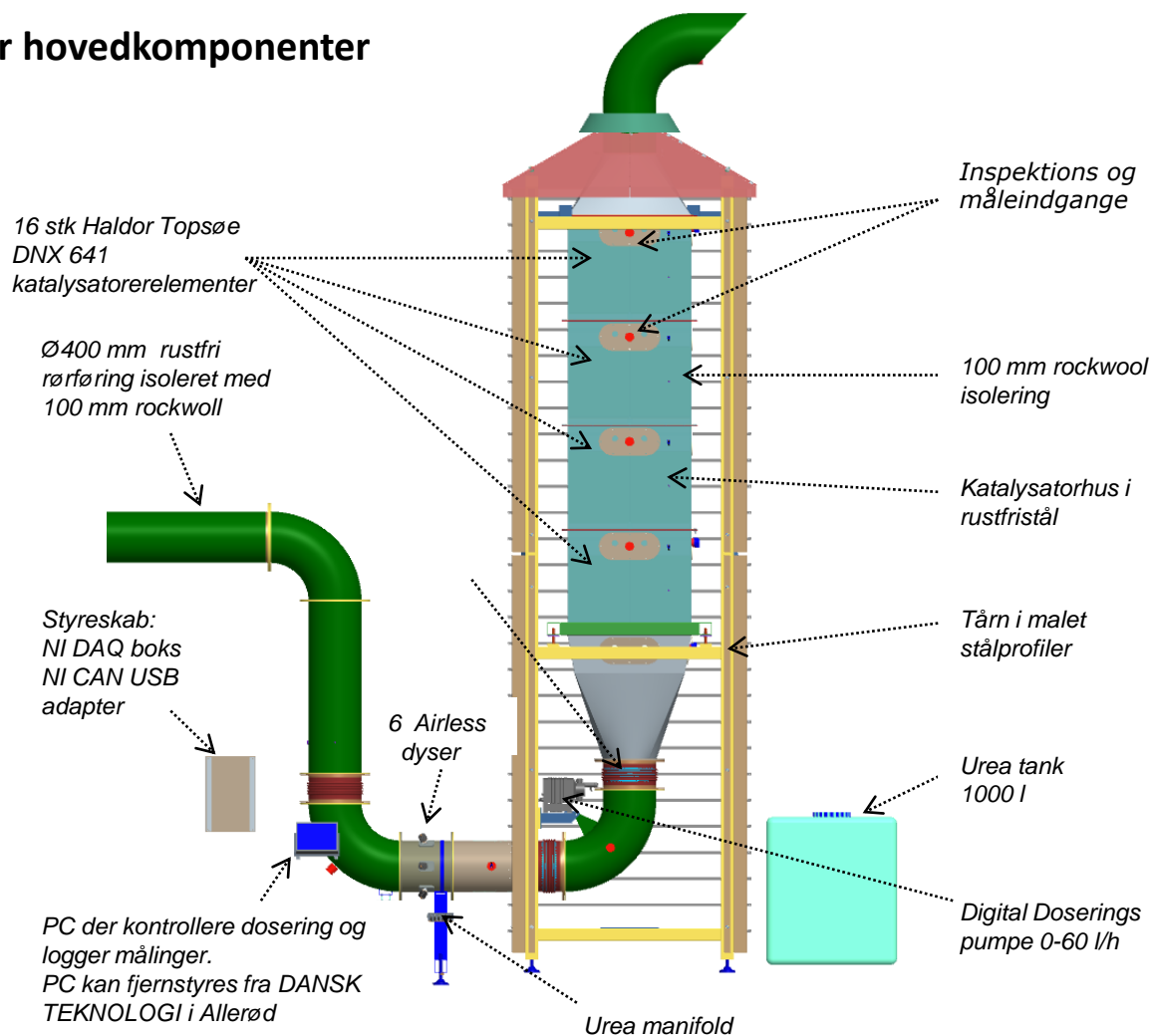
Airless

- Urea sprøjtes direkte ind udstødningen gennem flere små dyser
 - Større krav til dyse egenskaber
 - Lavere løbende omkostninger
 - Giver mulighed for bedre ureafordeling
 - Fremtidens metode



SCR Prototype på motorprøvestand

Diagram over hovedkomponenter

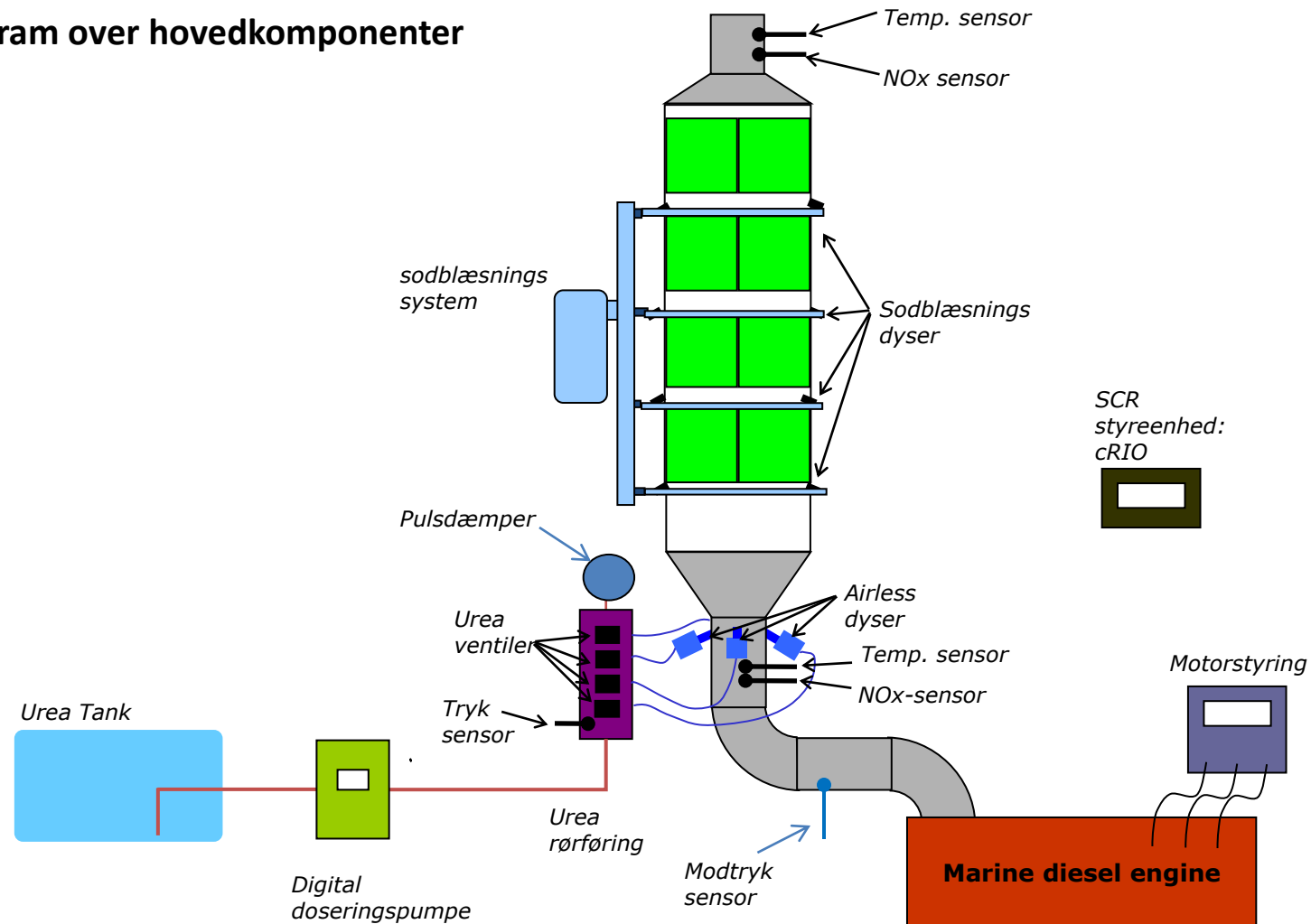


SCR Prototype på motorprøvestand



SCR på Flådens Patruljefartøj P525

Diagram over hovedkomponenter

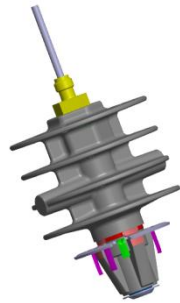


SCR på Flådens Patruljefartøj P525

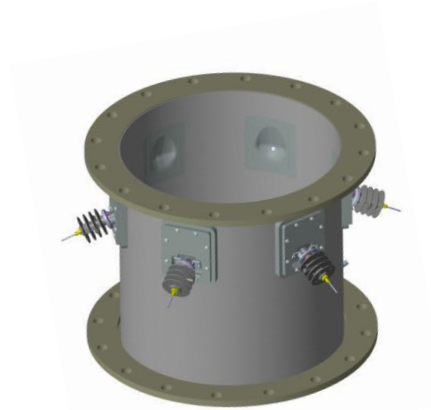
Airless SCR hovedkomponenter



Digital doseringspumpe



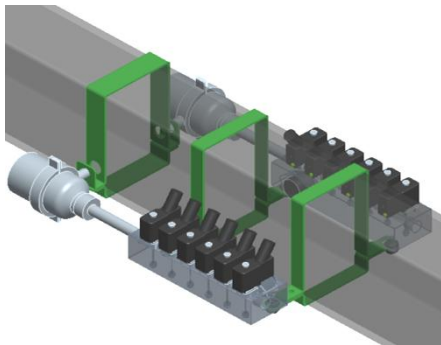
Airless ureadysse



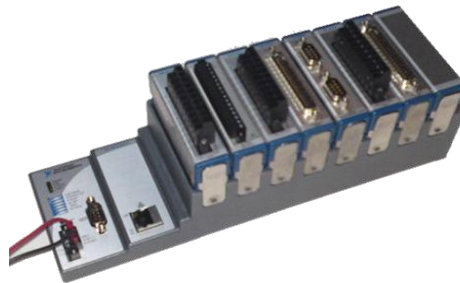
Multipoint indsprøjtningssmodul



Katalysatorelementer



Urea manifold

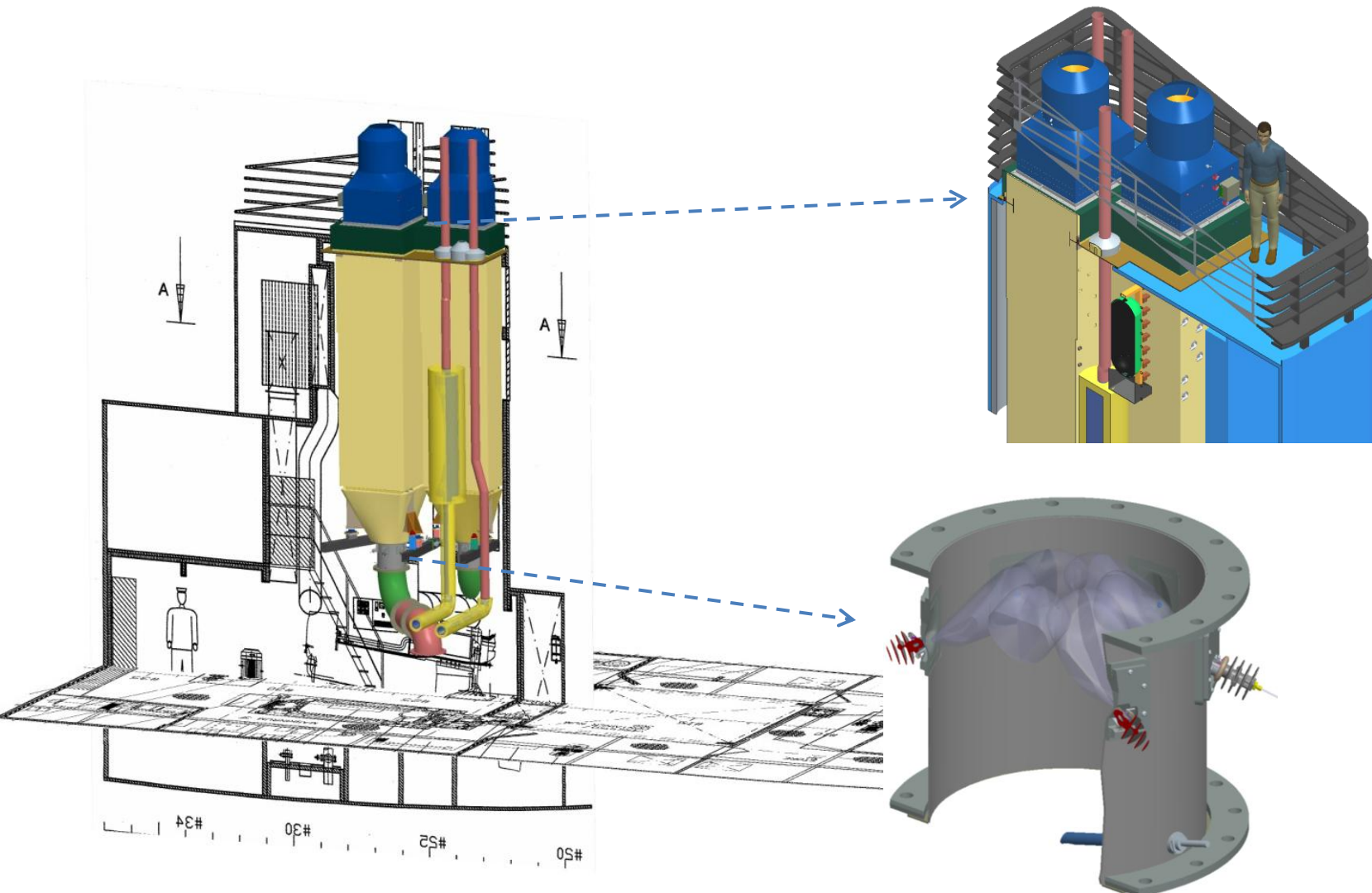


NI cRIO



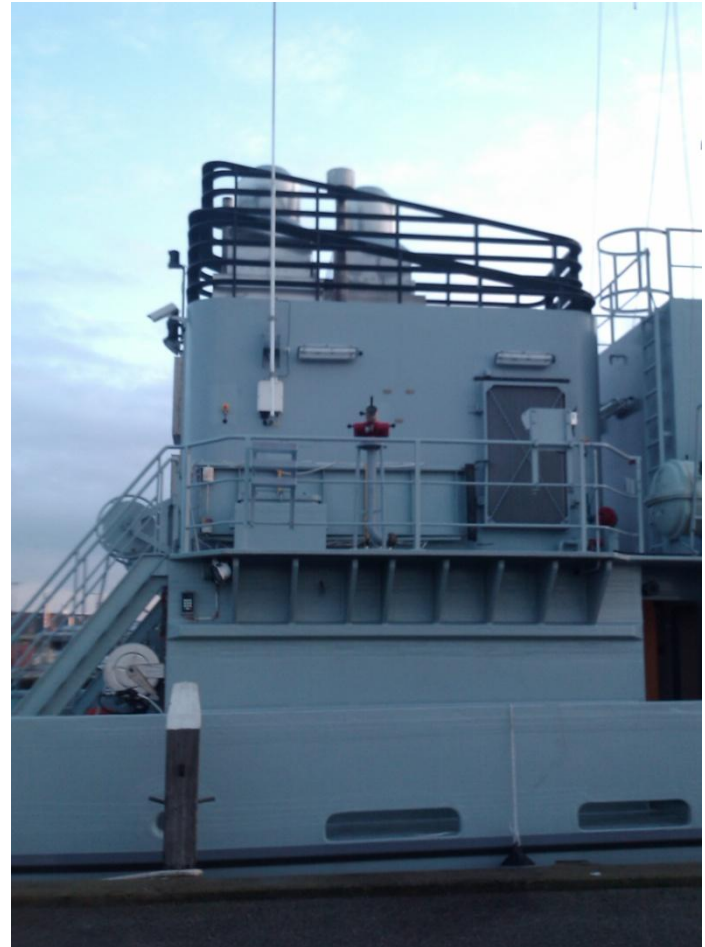
Katalysatorhus

SCR på Flådens Patruljefartøj P525



Målsætning

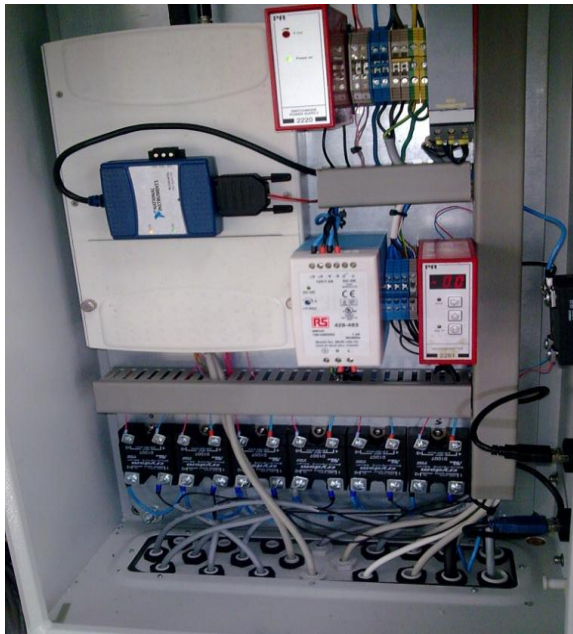
- At komme fra prototype til færdigt produkt
- At gøre ovenstående inden for et fornuftigt budget



Prototype på motorprøvestand

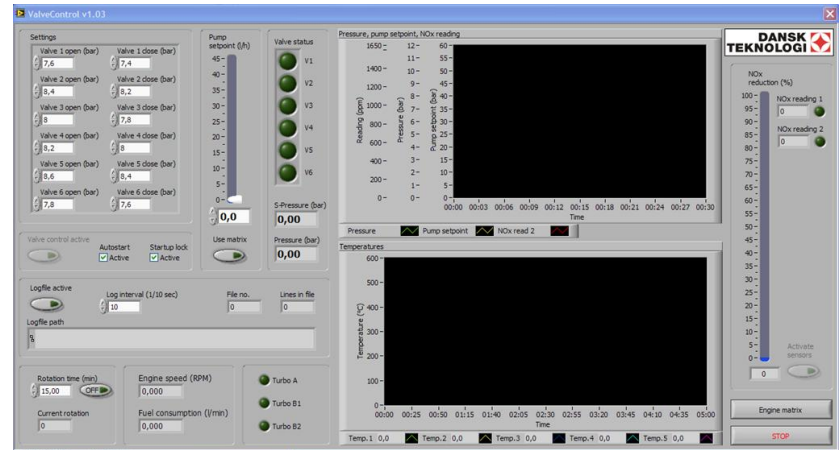
Hardware

- Laptop PC
- NI-USB 6221 (DAQ)
- NI-USB 8473 (CAN)



Software

- Windows XP, LabVIEW 2009
- 'Nørdet' betjening
- Knopskudt software



Udviklingstid: < 40 timer

Egenskaber for færdigt produkt til patruljefartøj

Stabilt

- Skal blive ved med at virke

Robust

- Placeret i et uvenligt miljø

Monteringsvenligt

- Skal kunne monteres i elskab

Brugervenligt / brugersikret

- Flere niveauer for brugere

Gerne LabVIEW!

- Andre muligheder diskuteret



Hardware, I/O for færdigt produkt

NI CompactRIO 9073

- Compact RIO moduler
 - Analog input (volt, resistance)
 - Analog output (mA)
 - Digital output
 - CAN

Industri PC



Analog input: 12

- Motor RPM og fuelforbrug
- Temperatur
- Udstødningsmodtryk
- Ureatryk

Analog output: 2

- Urea pumpehastighed

Digital output: 32

- Urea-dyser
- Sodbæsnings-dyser
- Kommunikation til kommandobro

CAN IO: 2 x 2

- 2 porte med 2 NOx sensorer - før og efter katalysator

Udvikling af software til færdig produkt

Alt kan være i samme LabVIEW Projekt

FPGA

- NOx sensorer
 - Sparsomt dokumenteret, og meget hemmeligt!?
- Anden IO

Realtime

- Kontrol algoritme
- Interface til operatør interface

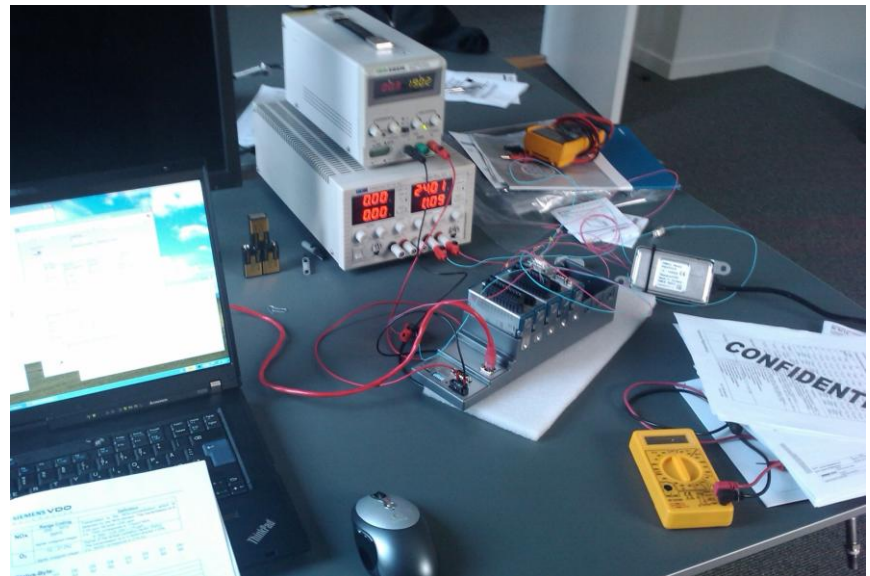
Windows XP, LabVIEW runtime

- Operatør interface

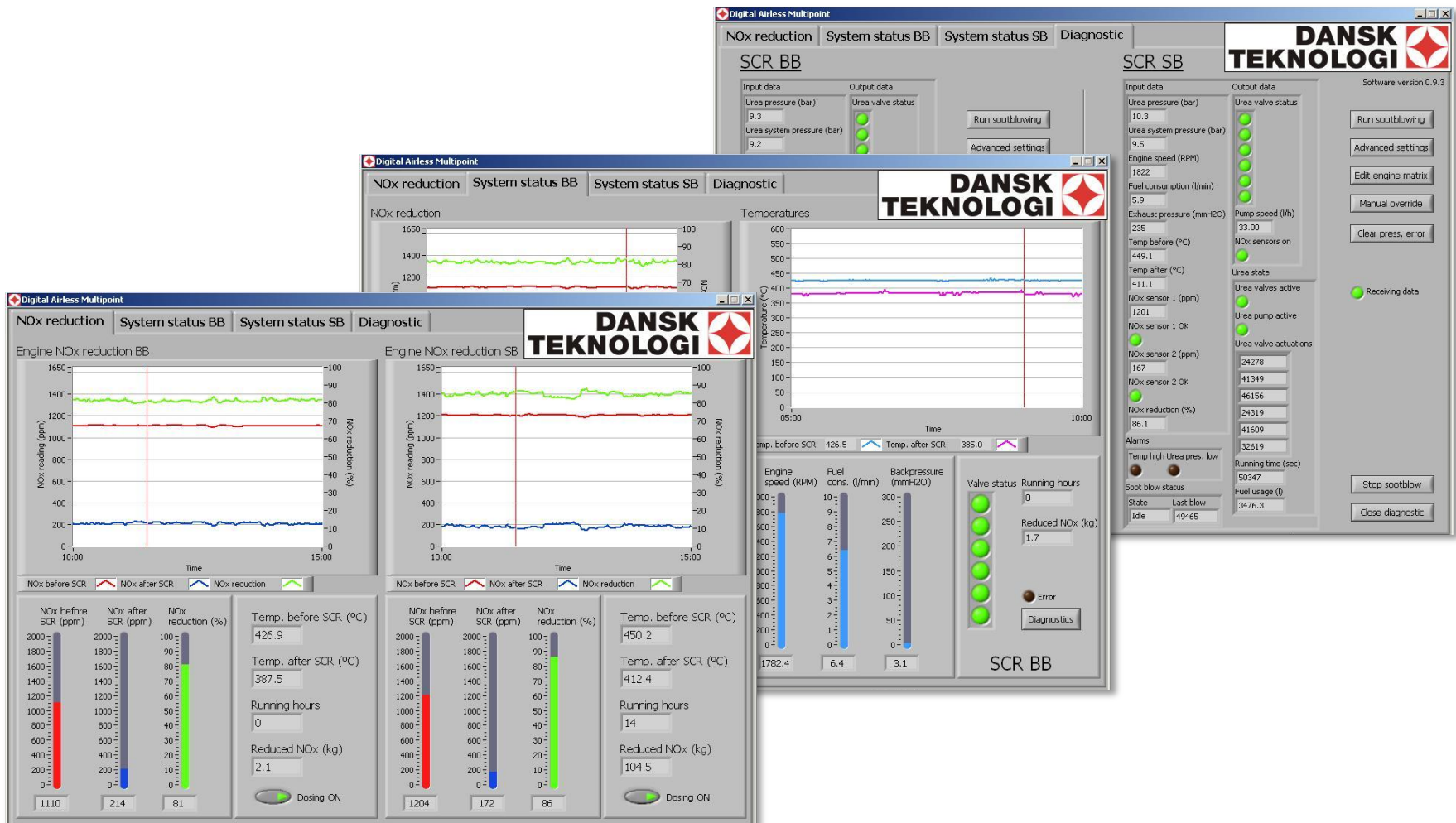
Kodegenbrug fra prototype

Kommunikation mellem cRIO og PC Ethernet

- Network-Published Shared Variables
 - Status til PC
 - Kommando fra PC
- FTP
 - Konfiguration
 - Logfiler



Færdigt brugerinterface



Konklusion

- **LabVIEW everywhere!**
 - FPGA, Realtime, Windows
- **Direkte til cRIO næste gang?**
- **Hvorfor har vi ikke gjort det noget før?**
 - Relativt høj opstartsinverstering i licenser: LabVIEW, Realtime, FPGA licens.
- **Indenfor budget**
 - < 100 timer brugt på at komme fra prototype til færdigt produkt.
- **Kunden er tilfreds**
- **Slutbruger er tilfreds**



Afsluttet Projekt

P525 blev døbt på holmen under COP 15



Navngivet af daværende miljøminister Troels Lund Poulsen

Reduktion af NOx udledning fra Søværnets Patruljefartøjer med SCR



**DANSK
TEKNOLOGI** 

deductor