



Kobling og interaktion

Robustheden af radioforbindelsen ved forskellige antennedesign. F5



Forord

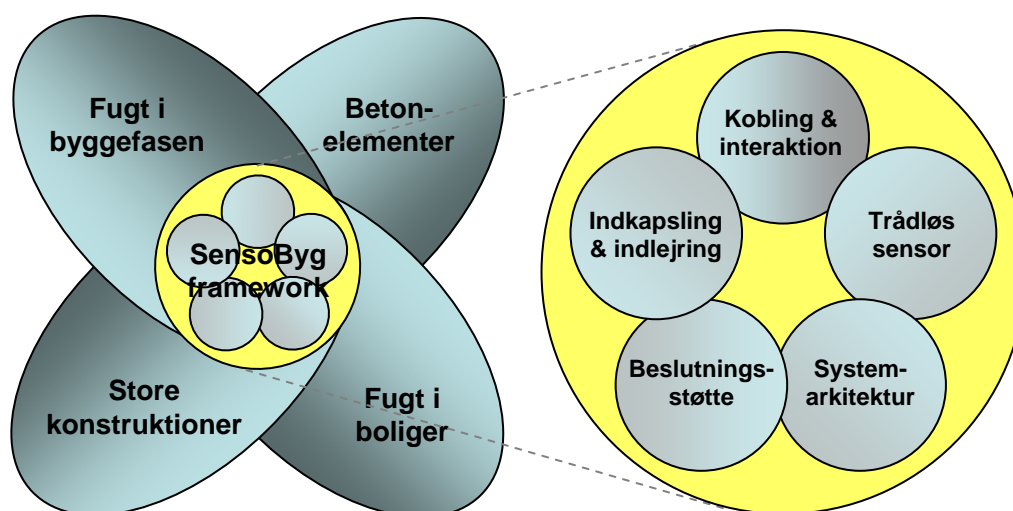
SensoByg innovationskonsortiet blev dannet i 2007. Formålet var at udvikle og demonstrere trådløse overvågningssystemer til brug i byggeriet samt i store konstruktioner så som broer, tunneler mv.

SensoByg blev støttet økonomisk af Forsknings- og Innovationsstyrelsen igennem perioden 2007-2010. Deltagerne i projektet fremgår af rapportens forside. Se også www.SensoByg.dk.

De trådløse overvågningssystemer, som er målet med konsortiets arbejde, er indlejret i konstruktionerne og bygningerne og der er udviklet tilhørende beslutningsstøtteværktøjer. SensoByg har demonstreret muligheder og vurderet teknologier i følgende demonstrationsprojekter:

- D1 – Fugt i boliger og byggeri (byggeriets driftsfase)
- D2 – Store konstruktioner, herunder broer og tunneler samt store stålkonstruktioner
- D3 – Betonelementproduktion
- D4 – Fugt i byggefasen

Foruden disse fire demonstratorer er der en række forskningsemner omkring trådløse systemer og sensorer til indlejring i byggematerialer, som er gennemført. Nedenstående figur illustrerer disse emner i cirklen til højre.



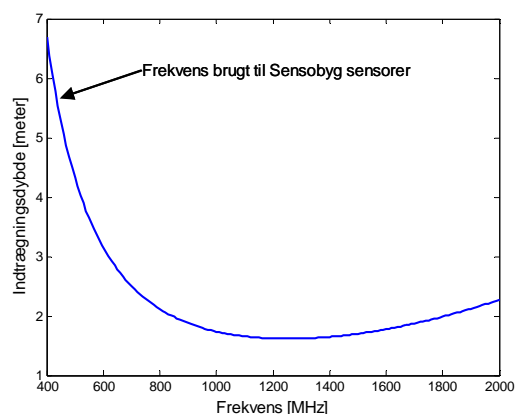
Notat

Forskningsprojekt F5 Kobling og Interaktion

Denne del af projektet skal undersøge robustheden af radioforbindelsen til trådløse sensorer i forskellige miljøer, hvilket er en stor udfordring. Disse miljøer tæller indstøbning i beton og placering i krumtapshuset på en skibsdieselmotor. For beton gælder særligt, at beton både dæmper radiosignalet samt forstyrrer antennen. I skibsdieselmotoren skal radioforbindelsen være robust overfor varme, olie, vanddamp og mekaniske påvirkninger.

Beton: modtageforhold og valg af frekvens

Beton dæmper som nævnt radiosignaler. Forskellige radiofrekvenser er mulige, fx 433 MHz, 868 MHz, 2.45 GHz. For at finde den mest velegnede er indtrængningsdybden i beton blevet målt som ses i figur 1. Indtrængningsdybden kan udledes ud fra betons elektriske egenskaber [Majid]. Disse målinger angav 433 MHz som den bedste frekvens, hvilket også er den frekvens der er blevet brugt i Sensobyg til betonsensorerne.



Figur 1. Denne kurve viser indtrængningsdybden i beton for et radiosignal for forskellige radiofrekvenser. 433 MHz som har været brugt i Sensobyg er særligt velegnet, da indtrængningsdybden er god.

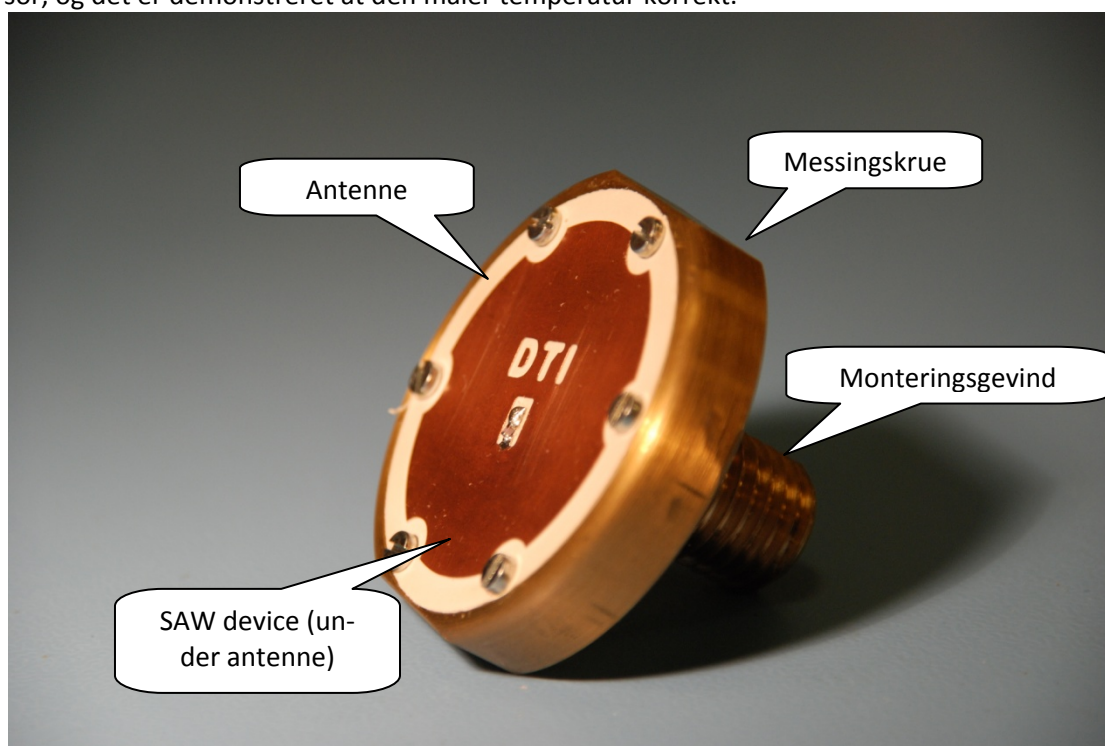
Beton: antennedesign

Indledende erfaringer med at montere sensorerne med kommercielle antenner viste sig at være overraskende skuffende. Disse antenner som bruges på andre typer små trådløse enheder fx trådløse computermus var helt utilstrækkelige. Nærmere undersøgelser viste at valget af 433 MHz som frekvens gjorde antennedesignet overraskende vanskeligt, specielt hvis sensoren yderligere skal indstøbes i beton. Problemet blev identificeret som stammende fra fundamental antenne-teori, konkret den såkaldte Chu grænse. Denne grænse beskriver, at en antenne som er lille i forhold til bølgelængden af radiobølgerne er både ineffektiv og følsom overfor forstyrrelser af genstande som er tæt på antennen, fx beton. For antennen ville en højere frekvens end 433 MHz have været bedre, men sammenlagt med den bedre indtrængningsdybde er 433 MHz stadigvæk bedst.

Med denne viden lykkedes det DTI at designe en ny serie af sensorer som havde bedre sendeegenskaber og robusthed i forhold til tidligere versioner. Denne nye version benyttede en kvartbølge *helix* antenne. I sensoren blev alle dele taget i betragtning: elektronisk print, batteri, plastindkapsling og selve antennen. Alle disse komponenter blev placeret og designet ud fra et mål om antenneeffektivitet og robusthed. Der er blevet brugt avancerede computerberegninger med finite element metoden og målinger i DTI's laboratorium. Resultaterne af designovervejelserne blev præsenteret på den ansete antennekonference i Loughborough Antennas & Propagation Conference i november 2009 [LAPC].

Dieselmotor: trådløse passive sensorer

TI, Tempress, DTU og MAN diesel har i samarbejde arbejdet på en trådløs passiv sensor til at måle lejetemperatur i krumptapslejet på en dieselmotor til et skib. Hvis lejetemperaturen bliver for høj ødelægges lejet, lejet 'rives' i teknisk terminologi, hvilket er meget dyrt at reparere for rederen. Den løsning fremsat af DTI hviler på en passiv, trådløs, Surface Acoustic Wave (SAW), sensor som monteres direkte på en antenne (SAW på dansk: akustisk overfladebølge). Denne sensor indeholder ingen batteri eller elektronik og er dermed fuldstændig passiv. Der er per tid skrivende færdige prototyper til et specielt designet sensorhus i messing (Tempress) og en specielt designet antenne (DTI). Antenne er ligeledes monteret på med en SAW sensor, og det er demonstreret at den måler temperatur korrekt.



Figur 2 Trådløs, passiv temperatursensor til skibsdieselmotor. Sensoren skrues direkte i krumtappen på motoren. Skruen er lavet af messing og fremstillet af Tempress. I skruen er der monteret en antenne (hvid/kobberfarvet) designet og fremstillet på DTI. Under antennen er monteret et SAW device som måler temperatur. Sensoren aflæses med en særlig reader.

[Majid] M. S. Majid, "Antenna Design for wireless Sensor Embedded in Concrete", M.Sc. thesis, Dept. EE, Tech. Univ. Denmark, 2006.

[LAPC] Lars Rindorf og Kaj Bjarne Jakobsen, "Small and Robust Antennas for Concrete Embedded Sensors", Loughborough Antennas & Propagation Conference 2009 (LAPC 2009), November 16 – 17, 2009, Loughborough, United Kingdom.