



Togsverd Consult



White Paper: 5G Use-Cases

Indledning

Fremtidens produktion – industri 4.0 koncepter og digitalisering – betyder, at produkter og produktionsenheder skal forbindes til internettet. Det sker ofte i dag via kabler, men ønsker om fleksibilitet samt understøtning af mobile enheder – det være sig mobile robotter, droner, hololens'es og andet håndholdt udstyr - kræver trådløse løsninger.

Indendørs har wi-fi været den oftest benyttede platform; men forsøg bl.a. i Aalborg Universitets 5G Smart Produktion Lab har vist, at wi-fi bliver ustabil ved mange samtidige anvendelser – navnlig hvis de mange enheder er mobile.

Derfor har mange virksomheder interesseret sig for 5G, som nu er udrullet i hele Danmark.

En anden vigtig tendens er brug af digital tvilling, som ofte kræver udveksling af store datamængder i realtid til en cloud eller edge cloud server, hvilket ligeledes øger behovet for sikker kommunikation i realtid med stor båndbredde. Og med trådløs teknologi kan den traditionelle automationspyramide "slankes", idet ERP-laget flyttes i skyen (cloud), medens MES/WMS- og Kontrol-lagene flyttes til edge cloud.

5G betyder mere tidstro og sikker kommunikation, højere hastigheder og øget kapacitet, hvorfor virksomheder for alvor kan skabe et alternativ til kabling og udnytte den fleksibilitet, det giver at være trådløs. Og når vi taler om mobile robotter, håndholdte enheder og droner, er trådløs kommunikation den eneste mulighed.

5G teknologien muliggør, at operatøren kan prioritere i sit netværk, således at en del af netværkskapaciteten (en slice) kan reserveres til én kunde, som så kan garanteres en bestemt servicekvalitet (SLA'er).

En anden interessant feature ved 5G er muligheden for at levere private virksomhedsnet, hvor både telenettets såkaldte radio og core-funktioner er flyttet ud, tæt på virksomheden, hvilket formindsker forsinkelser, øger sikkerheden og i øvrigt matcher den edge cloud filosofi, som stadig flere virksomheder følger.

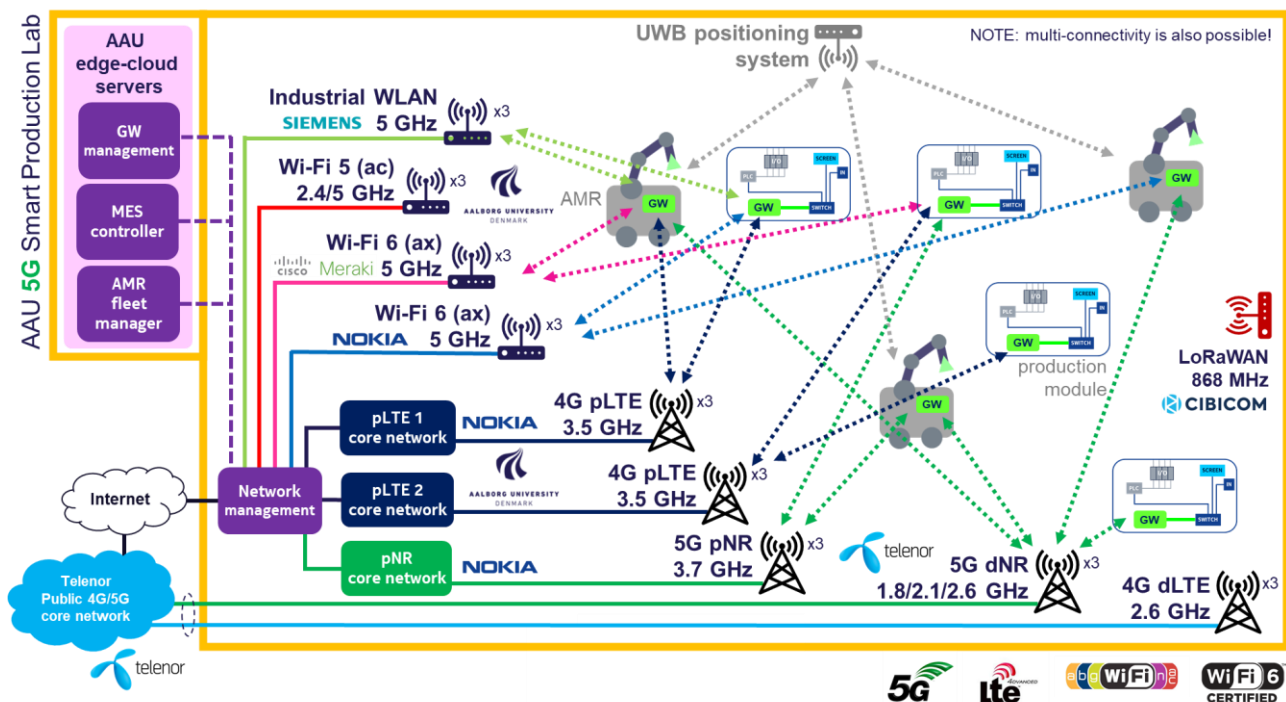
Store virksomheder i Sverige og Tyskland er allerede godt i gang, hvorfor det vil være klogt af danske virksomheder at ruste sig til 5G.



- Kilde: I. Rodriguez, R.S. Mogensen, A. Fink, T. Raunholt, S. Markussen, P.H. Christensen, G. Berardinelli, P. Mogensen, C. Schou, and O. Madsen, An Experimental Framework for 5G Wireless System Integration into Industry 4.0 Applications, Energies, vol. 14, no. 15, 4444, July 2021.

Aalborg Universitet (AAU), under ledelse af professorerne Preben Mogensen og Ole Madsen, gennemfører i perioden 2020 – 2022 sammen med Togsverd Consult og DI projektet Industrial IoT med 5G med støtte fra Industriens Fond.

Formålet er at udbrede kendskabet til forretningsmulighederne i 5G, edge computing og anden trådløs IoT til et stort antal danske virksomheder samt at give virksomheder adgang til at afprøve teknologierne i praksis i AAU's 5G Smart Production Lab. Her kan virksomheder afprøve konkrete use-case vedr. 5G og andre trådløse teknologier i et miljø, hvor andre Industri 4.0-emner er i spil, og med faglig support fra forskere i såvel produktions- som kommunikationsteknologi. Se mere på projekthjemmesiden www.di.dk/5G.



Kilde: Aalborg Universitet.

I det følgende beskrives 4 use-cases fra projektet samt de pågældende virksomheders motiv for at involvere sig i 5G.

Mobile Industrial Robots MiR

Virksomhedspræsentation:

MiR blev stiftet i 2013 af Niels Jul Jacobsen, der dengang var lektor på Syddansk Universitet. Virksomheden blev i 2018 en del af Teradyne-koncernen, der også ejer Universal Robots, der fremstiller robotarme til brug for alle mulige formål. MiR er i dag en global virksomhed med 219 distributører i 58 lande og 250 beskæftigede.

MiR udvikler og producerer kollaborative autonome mobile robotter, der kan håndtere virksomheders og institutioners interne logistik, enten ved at trække vogne med produkter, linned el. lign, eller ved at flytte de pågældende emner rundt ligesom en bevægelig palleløfter. Af samme grund har MiR udviklet robotter, der kan flytte stadigt tungere emner, senest 1,35 tons, som i mange industrier er standardvægten for en palle med fyldt gods.

Kernen i en MiR-robot er et navigationssystem, der på basis af lidar-sensorer og kameraer finder vej uden om forhindringer, når varer/emner skal flyttes fra ét sted til et andet. Den mobile robots operationsområde kan indlæses på et kort, eller udmåles af robotten selv i forbindelse med en "jomfrurejse" i dens kommende operationsfelt.

De enkelte operationer styres fra en tablet, hvor start og mål for den enkelte tur defineres, hvorefter robotten selv finder vej uden om diverse forhindringer/personer, den måtte møde på sin vej.



Kilde: Mobile Industrial Robots.

MiR-robotterne benyttes udelukkende indendørs, og kommunikationen til robotten sker via wi-fi.

MiR tilbyder også fleet management-løsninger, hvor flere robotter i samme hal kan kommunikere indbyrdes peer-to-peer, ligesom robotterne kan følges fra en overvågnings-skærm og styres centralt.

MiR-produkterne har utroligt mange anvendelsesmuligheder og har været solgt til både små og store virksomheder samt hospitaler og andre offentlige institutioner. Det dominerende kundesegment er store globale virksomheder, der ønsker at automatisere al intern logistik.

5G potentialer for MiR

MiR meldte sig allerede i 2019 som interesseret i 5G, idet man så mange perspektiver for forbedring af nuværende produkter samt udvikling af nye:

Navigation: Wi-fi har sine begrænsninger mht. dækning og stabilitet, navnlig når der er flere mobile brugere på samme areal. Med 5G kan opnås ultrapålidelige forbindelser med lav forsinkelse, ligesom det bliver muligt at skalere antallet af samtidige robotter op.

Funktioner i edge cloud: MiR ønsker at undgå for stor kompleksitet i robotten og dermed sikre robustheden af den mobile robot, hvilket gør det interessant at supplere funktioner i robotten med funktioner i edge cloud. Det gælder navnlig for nye funktioner som billedgenkendelse og avanceret flådestyring, jfr. også nedenfor. For at teste holdbarheden af en sådan arbejdsdeling mellem robot og edge cloud har MiR eksperimenteret med at flytte robotens planner (styringsenhed) over i edge cloud.

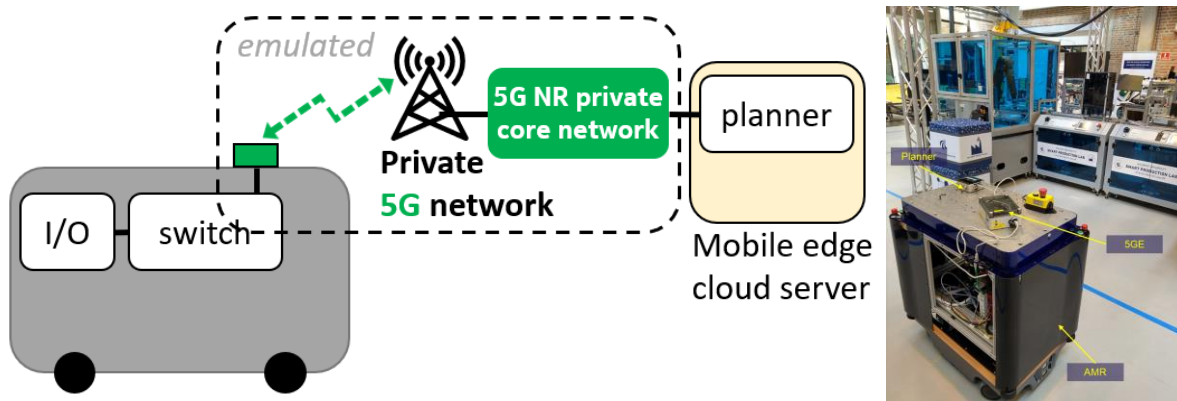
Positionering: Tilførsel af **AI funktionalitet**, f.eks. ved at afkode forbigående personers intentioner – vil personen gå til højre eller venstre for robotten?

Remote servicering: Ved driftsproblemer, som kunderne ikke selv kan håndtere, må MiR i dag sende serviceteknikere ud til de pågældende kunder. Med 5G forbindelse ønsker MiR at kunne fjernservicere robotterne, så disse servicebesøg kan undgås, eller i det mindste begrænses i antal.

Gennemførte projekter

De første dialoger med MiR handlede om optimering af de daværende wi-fi-løsninger. Ved at fokusere på dataoverførslerne mellem robot, server og betjeningspanel samt opsætning af basestationer lykkedes det at opnå en bedre performance, navnlig når løsningerne skulle skaleres op.

Næste trin har været flytning af planner-funktionen fra robot til edge cloud. I laboratoriet har MiR-robotten været styret af serveren via AAU's private 5G netværk mhp. at teste holdbarheden af denne fjernstyring. Formålet er ikke at flytte planneren fra robotten – som af sikkerhedsmæssige grunde fortsat vil have denne funktion indbygget - men at kunne tilføje ny funktionalitet, som er baseret på edge cloud.



- Kilde: T. Raunholt, I. Rodriguez, P. Mogensen, and M. Larsen, Towards a 5G Mobile Edge Cloud Planner for Autonomous Mobile Robots, IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Fall 2021.

Virksomhedens udbytte af projektet

MiR har haft mange fordele ud af samarbejdet med AAU og 5G Smart Production Lab. Fra at betragte trådløs kommunikation som en standardvare, der tilføjes produktet, har MiR haft glæde af at kunne få tilpasset løsningerne akkurat efter virksomhedens behov med optimering af protokoller og datastrømme med deraf følgende mulighed for skalering.

Ligeledes har forsøgene med edge-cloud bekræftet mulighederne for at kunne kombinere intelligens i robotten med intelligens udefra, hvilket MiR har tænkt sig at gøre brug af i fremtiden.

Der har dog også vist sig udfordringer i form af protokol-konverteringer samt modenhed af 5G devices for 5G Stand Alone netværk.. Men forsøgene har været med til at identificere barriererne og dermed ruste virksomheden til fremtidens løsninger.



Kilde: Mobile Industrial Robots.

Fremtidsperspektiver

De store kunder forventer totalt optimerede processer, dvs. at underleverandøren skal kunne levere løsninger, der udfylder flest mulige huller i en fuldt automatiseret proces.

Det betyder, at robotten skal være mere intelligent og have AI-funktionalitet, der kan erstatte menneskelig arbejdskraft, ligesom virksomhederne forventer, at MiR indgår som partner i udvikling af nye logistikløsninger.

Et andet perspektiv er integration med andet logistik udstyr – f.eks. kommunikation med selvkørende trucks og lagerrobotter - således at kunderne kan totaloptimere den samlede logistik.

Siemens Gamesa vindmøllevinger

Virksomhedspræsentation:

Siemens Gamesa (SG) er blandt verdens førende vindmølleproducenter, navnlig inden for off-shore vind. Koncernen har p.t. 26.000 ansatte over hele verden. Af historiske grunde findes en række udviklings- og produktionsfaciliteter i Danmark, herunder produktion af havvindmøllevinger, som foregår på et produktionsanlæg i Aalborg med 1.100 ansatte.

Produktionen af de over 100 meter lange vindmøllevinger er en krævende og kompliceret proces, der skal leve op til helt særlige kvalitetskrav, for at vingerne kan modstå hårde belastninger i al slags vejr.

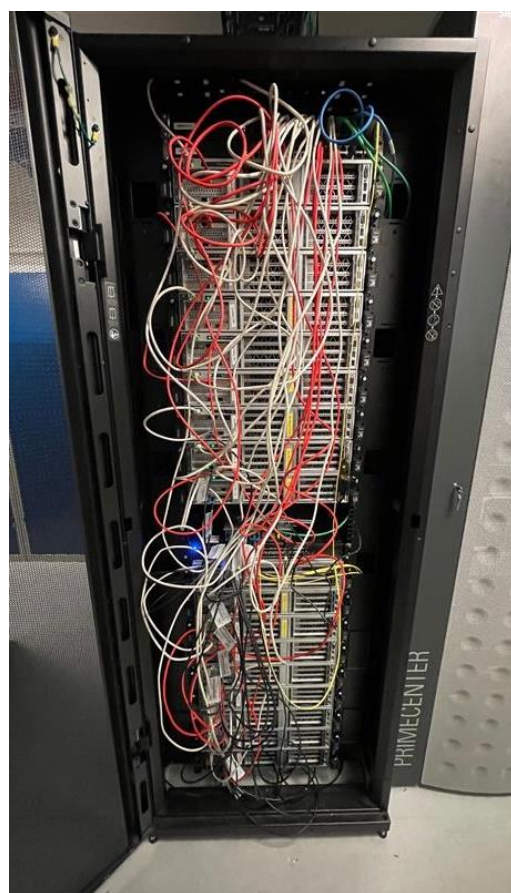
Vindmøllevingerne fremstilles af et kompositmateriale, der skabes ved at udlægge glasfibermåtter, der efterfølgende støbes i flere lag i en kæmpe form, der har samme længde som den færdige vinge. For at sikre stabilitet og ydeevne er det vigtigt at måtterne placeres korrekt, og at dette kontrolleres løbende inden næste lag måtter placeres i de meget store støbeforme.

5G potentialer for Siemens Gamesa

SG videoovervåger udlægningen af måtter samt de efterfølgende fremstillingsprocesser via et stort antal videokameraer med høj opløsning, som i realtid sender levende billeder til et overvågningscenter, der løbende inspicerer arbejdsprocesserne, og hvor det kontrolleres, at den enkelte proces er korrekt udført, inden den næste går i gang.

I dag sendes signaler fra kameraerne gennem kabler, hvilket indebærer et betydeligt og ofte uoverskueligt arbejde med montering af kablerne, hvor mange fysiske forhindringer i de store støbeanlæg skal overvindes.

For at undgå problemerne med de mange og skiftende kabelføringer ønsker SG en trådløs kommunikation mellem kameraer og overvågningscenter. Det kræver imidlertid, at det trådløse signal kan leveres sikkert og i realtid og med en båndbredde, der tillader overførsel af højtopløselige videobilleder.



Kilde: Siemens Gamesa.

Gennemførte projekter

SG har benyttet Aalborg Universitets 5G Smart Production Lab til at teste sin løsning af. I en kameraopstilling som på fabrikken er der i Lab'et simuleret kommunikation til en server, der svarer til den, der understøtter det datacenter, der overvåger produktionsprocessen på den rigtige fabrik.

Formålet med forsøget har været at prøve løsningen af i Laboratoriet, hvorefter den skulle implementeres på fabrikken.

Virksomhedens udbytte af projektet

Forsøgene i Lab'et har vist, at kommunikationen fungerer fint den ene vej, nemlig ved downlink af signaler fra server til kamera, medens uplink af videostrømme fra kameraerne til serveren går for langsomt.

Dette skyldes, at 5G i 3,5 GHz-båndet ikke er opdelt i en up- og downlink-del, som det har været tilfældet ved andre frekvenstildelinger; men at kommunikationen begge veje håndteres i de samme frekvensbånd med en automatisk computerstyret tidsfordeling. I forbindelse med 3,5 GHz-auktionen har Energistyrelsen som default fastsat forholdet 1:4 i fordelingen mellem up- og downlink, hvilket betyder, at uplink af signaler er markant dårligere end nedtagningen af de samme signaler.

Energistyrelsen har dog efterfølgende udtalt, at operatører kan afvige fra standardopsætningen 1:4; forudsat at det kan ske uden at forstyrre anden 5G kommunikation. Der er dog ikke fastsat nærmere retningslinjer for, hvordan dette skal fortolkes/udføres.

På den korte bane betyder det imidlertid, at de virksomheder, der har behov for høj kapacitet begge veje, ikke for nuværende kan få glæde af 5G i 3.5GHz båndet. Her skal virksomhederne stille mode brug af mm-bølge frekvenser omkring 26GHz, hvor der er mere spektrum til rådighed

Herudover har Siemens Gamesa været hæmmet af mangel på standardkomponenter i form af sensorer og routere, der er klar til 5G.

SG har ligeledes overvejet at etablere eget privat 5G-net; men i 3,5GHz-båndet vil problemet med lav uplink-kapacitet være det samme – uanset om det er i et offentligt eller et privat net.

Fremtidsperspektiver

SG har i løbet af projektet identificeret en lang række andre use-cases, hvor 5G kunne komme i anvendelse.

Det kunne være udbredelse til andre fabrikker – ikke bare med vingeproduktion, men med produktion af andre komponenter og processer, herunder overvågning af tests.

Hertil kommer anvendelser på off-shore vindmølle-sites til overvågning af vindmøllernes drift, tidlig detektion af usædvanlig adfærd samt forebyggende vedligeholdelse.

Udfordringen er dog fortsat asymmetrien mellem up- og downlink – hvilket forudsætter afklaring af forstyrrelsesproblemer eller afvikling i et andet frekvensbånd, hvilket igen afventer, at produkter som sensorer og routere bliver klar.

Som alternativ vil SG vurdere om wi-fi 6 kan løse udfordringerne, hvilket også kan testes af i Lab'et. Labet får også installeret mm-bølge 5G inden udgangen af 2021

Intelligent Systems

Virksomhedspræsentation:

Intelligent Systems blev stiftet i 2006 af Niki Nicolas Grigoriou, der også er adm. direktør, samt Frank Sørensen, som er Chief Technology Officer. Intelligent Systems er eksperter indenfor softwareudvikling til automatiserede logistikløsninger, f.eks. til bagagesortering i lufthavne, fuldautomatiske lager- og distributionscentre og automatiseret logistik på hospitaler. Virksomheden ligger i Hadsund og beskæftiger knap 40 medarbejdere.

Intelligent Systems vil gøre styring og integration af robotter og IT nemt og tilgængeligt og kombinere internet og robotter, således at fremtidens styring kan udføres sikkert og i realtid fra cloud eller edge cloud. Intelligent Systems' vision er populært sagt at blive virksomhedernes Google for robotter.



Kilde: Intelligent Systems.

Intelligent Systems' kunder er typisk virksomheder med store komplekse systemer, som ønsker at automatisere processer og logistik. Projekterne er "mission critical" for kunderne, så support og stabilitet er i fokus og projekterne udføres i hele verden.

5G potentialer for Intelligent Systems

Kunderne efterspørger i stigende grad løsninger, der kan håndtere mobile enheder, dvs. mobile robotter eller håndholdte enheder, der ikke kan forbindes med kabler.

De trådløse løsninger, der eksisterer i dag, lever ikke op til kundernes krav om pålidelig kommunikation i realtid – kunderne oplever forsinkelser på mange sekunder, tab af pakker og manglende stabilitet.

Præcis sporbarhed er en anden udfordring, som heller ikke kan løses med de hidtidige kommunikationsformer: Kunderne ønsker præcis viden om, hvor diverse enheder befinder sig. Og også på det punkt forventer Intelligent Systems, at 5G vil kunne medvirke til at skabe forbedringer.

Gennemførte projekter

Intelligent Systems leverer højniveaustyringssystemer til forsyningskæder og produktionsoptimering i industriproduktioner, hvor lager, processer, transport, maskiner og produktionsrobotter er tæt forbundet. Intelligent Systems leverer løsninger baseret på Intelligent Warehouse WMS/WCS applikations framework.

En særlig interesse knytter sig til flåder af robotter, hvor et stort antal mobile enheder styres samtidig fra cloud/edge cloud.

Disse "mission critical" løsninger stiller høje krav til en sikker og stabil forbindelse i et miljø, hvor mange enheder skal forbindes, for at skabe effektivisering på tværs af hele produktionen.

Virksomhedens udbytte af projektet

Intelligent Systems har lært meget og har opnået en stor viden gennem projektet Industrial IOT med 5G – en viden, som det ville have taget år at opbygge uden samarbejdet med AAU.

Det har endvidere været afgørende at kunne teste løsninger af i Lab'et, fordi omgivelserne med glas og beton svarer til Intelligent Systems kunders industrielle anlæg. En sådan afprøvning ville have været umulig i egne faciliteter.

Intelligent Systems betragter deltagelsen i projektet som første del af et mere langsigtet samarbejde om i fællesskab at udvikle nye løsninger til Industri-4.0.

Danmark er allerede langt fremme med at prøve løsninger af – og projektet har været med til at positionere Intelligent Systems som en virksomhed, der er på forkant med udnyttelsen af 5G.



Kilde: Intelligent Systems.

Fremtidsperspektiver

Intelligent Systems ser frem til et fortsat tæt samarbejde med AAU om udvikling af plug-and-play løsninger til Industri-4.0. De store kunder ønsker fleksible optimale løsninger, hvor alt kan styres fra cloud eller edge cloud. Med et fortsat samarbejde, hvor virksomhedernes kompetencer blandes med AAU's ekspertise inden for kommunikation og automation, er der gode chancer for, at også Danmark kan være på forkant med nye mobile automationsløsninger.

TV2

Virksomhedspræsentation:

TV2 er en moderne medievirksomhed, der producerer og distribuerer såvel regionale som landsdækkende TV-programmer til danskerne. TV2 er en såkaldt public service virksomhed med særlige forpligtelser til at bringe danske nyheds- og aktualitets-programmer samt kultur og underholdning med en dansk "flavour". TV2 er samtidig en kommerciel virksomhed, der finansieres af reklamer samt abonnementer for sine programmer. Hertil kommer en public service finansiering af dele af den regionale virksomhed.

IIoT med 5G projektet har samarbejdet med produktionschef Morten Brandstrup, der har ansvaret for såvel produktion af programmer samt kontribution (hvordan optagelser sendes "hjem" til moderstationen) og distribution af TV2's indhold.

TV2's vision er at være blandt de fremmeste mediehuse i Nordeuropa. Det betyder på nyhedsfronten at være "først med det sidste" og i det hele taget have et fleksibelt og omkostningseffektivt produktionsapparat, gerne baseret på gængs forbrugerelektronik. F.eks. optages rigtigt mange nyhedsudsendelser via 4G fra en i-phone. Tilsvarende tilstræbes en automatisering af den øvrige produktionsvirksomhed, der muliggør flere og bedre programmer, afholdelse af events etc.

5G potentialer for TV2

TV2 har altid været fremme i skoene mht. at udnytte ny teknologi, jfr. eksemplerne ovenfor. Også i international sammenhæng gennem EBU er TV2 med til at drive brugen af ny teknologi, herunder 5G, frem. TV 2 er også med i konsortiet 5G-RECORDS.EU, et Horizon 2020 EU research projekt.

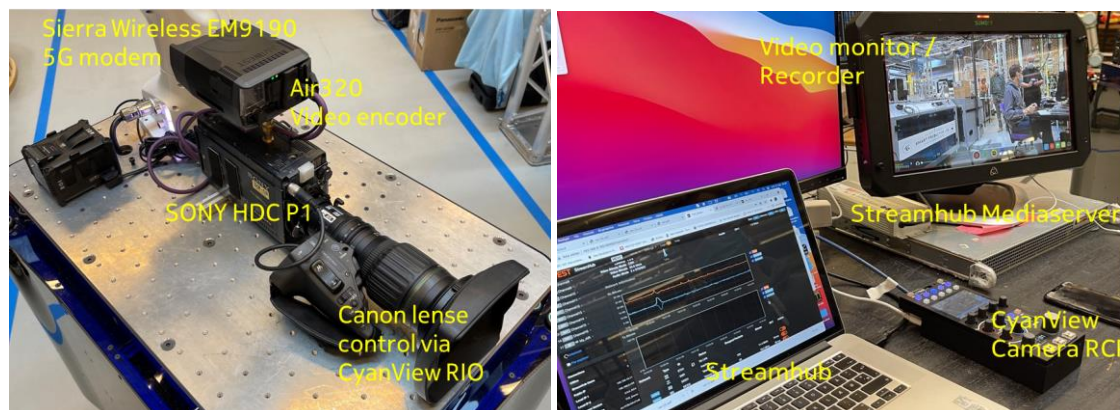
Kontribution: TV2 oplever, at 4G nettet ved større begivenheder overbelastes. F.eks. i forbindelse med reportager fra events, sportskampe og valgaftener, hvor mange andre tele-brugere er til stede, "vælter" billedet pga. kapacitetsmangel. TV2 ønsker derfor sin egen slice, så den fornødne båndbredde reserveres til TV2. Dette er muligt i 5G, som netop er designet til at kunne prioritere mellem forskellige datastrømme i netværket.

Produktion: TV2 ønsker at automatisere fremtidens tv-produktion, således at lamper og kameraer styres fra computere, der fjernbetjener de pågældende enheder i realtid under optagelserne. TV2 har i samarbejde med mindre danske underleverandører, herunder Brother, Brother & Son udviklet fjernstyrede lamper, således at fremtidens produktion kan styres fra én computerdesk. Samme koncept kan overføres til andre dele af underholdningsindustrien, herunder afholdelse af større events.

Gennemførte projekter

TV2 har sammen med forskere fra AAU afprøvet fjernstyring af Low latency mobilt studie-kamera, placeret på industrirobot fra MIR, med kommunikation til TV2's server via AAU's selvudviklede 5G modem.

Ligesom hos Siemens Gamesa har kommunikationen fungeret fint den ene vej (downlink), medens uplink-forbindelsen har været hæmmet af den lavere uplink kapacitet.



Kilde: Aalborg Universitet.

Virksomhedens udbytte af projektet

TV2 har haft stor glæde af samarbejdet med forskerne på AAU og vil fortsat afprøve løsninger til fremtidens tv-produktion i Lab'et.

Fremtidsperspektiver

TV2 har store forventninger til, hvordan 5G kan bidrage til at løse aktuelle udfordringer, både mht. kontribution og produktion af tv. Udfordringerne bliver, om der kan indgås aftaler med en teleoperatør om netværkslicensing, ligesom TV2 overvejer etablering af et privat 5G net til sine produktioner. Det kan også være relevant for nogle af TV2's producenter at etablere sådanne privatnet-løsninger.



Kilde: "Private 5G-net dårligt fra start", Ingeniøren, 11/06/2021 (Laurids Hovgaard)

Sammenfatning

De gennemførte use-cases har bekræftet et stort behov for trådløse kommunikationsløsninger, der kan fungere sikkert, i realtid og med en høj båndbredde.

Mange udfordringer har hidtil kunnet håndteres med wi-fi-løsninger; men med mange samtidige og mobile brugere falder nettet ofte ud og bliver dermed upålideligt.

Netop i forhold til mobile og håndholdte løsninger kan 5G derfor være svaret på mange virksomheders udfordring.

Desværre er 5G fortsat på et stadium, hvor ikke alt er plug-and-play:

- Protokollerne på ethernet kan ikke umiddelbart overføres til 5G, ligesom der mangler integration med andre it-applikationer. AAU har udviklet konverteringsmoduler; men der savnes kommercielle middleware produkter.
- På hardware siden savnes fortsat sensorer, routere og andet automationsudstyr, der har indbygget 5G.

Der er derfor behov for fortsatte forsøg, hvor disse mangler i den samlede løsning udbedres.

Samtidig har det vist sig, at mange løsninger kan afvikles i 4G – ganske vist ikke med 5G performance, men med resultater, der kan skabe større kundetilfredshed her og nu, hvorefter løsningen senere kan migrere til 5G.

Det kan være fristende som virksomhed at indtage en afventende holdning og udskyde overvejelserne om 5G til senere. Men selv om det store gennembrud først måtte komme om 1-2 år, bør virksomhederne starte forberedelser til, hvad 5G kan muliggøre netop for deres produkter og processer. Der er meget, der skal forberedes, og det er naivt at tro, at det alt sammen bliver hyldevarer. Det er derfor vigtigt at gå i gang, inden man bliver overhalet af konkurrenterne.

Så hvis du vil have mobilitet og fleksibilitet og i øvrigt vil fremtidssikre din virksomhed, bør du allerede nu gå i gang med at blive 5G ready.