



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Vejsektoren 4.0**

Kjems, Erik

*Published in:*  
Trafik & Veje

*Publication date:*  
2019

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Kjems, E. (2019). Vejsektoren 4.0. *Trafik & Veje*, 96(12), 39-41. <http://asp.vejt看id.dk/Artikler/2019/12/9434.pdf>

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



# Vejsektoren 4.0



AF ERIK KJEMS  
ph.d., lektor

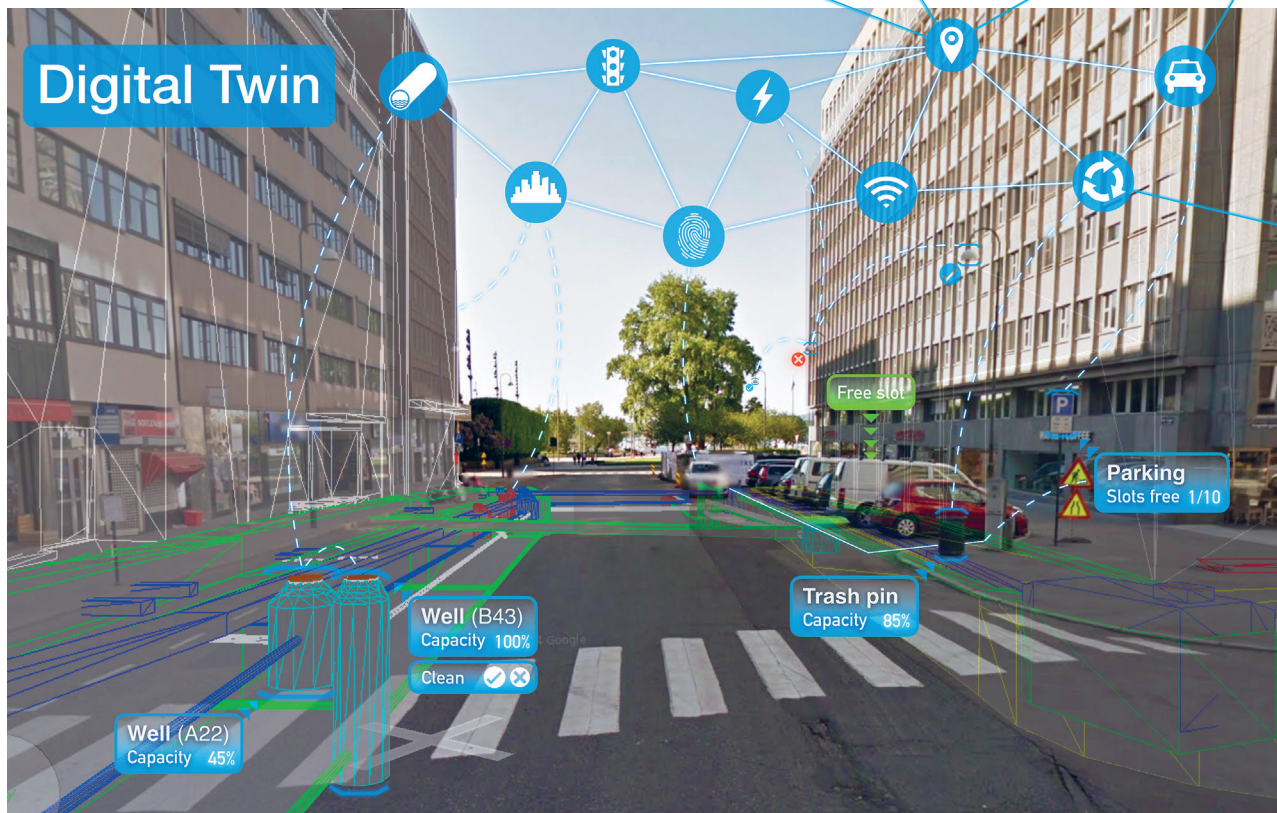
**V**i ser en jævn strøm af artikler, opslag, videoklip og foredrag, der alle i en eller anden form omhandler den voksende digitalisering. Mange af os er på en eller anden måde involveret i Smart City projekter eller sensorbaserede IT-systemer, benytter Machine Learning eller er overbeviste om, at man da er i fuld gang med en Digital Twin. Artiklen vil forsøge at give et overblik over udviklingen, og ikke mindst hvor den peger hen, og hvilken betydning den vil få for vores arbejde med vejene.

Der vil nok være en del, der spørger sig selv, om betegnelse 4.0 om vejsektoren ikke er lidt populæriske og tættere på click-bait end hørende hjemme i et fagblad. Men dette er ikke tilfældet. Industri 4.0, hvor udtrykket er hentet fra, handler om automatisering, anvendelse af robotter styret med kunstig intelligens, og i det hele taget en gennemgribende automatisering eller rettere digitalisering i hele produktionens værdikæde. Færre hænder og mere effektiv produktion med højere kvalitet. Boston Consulting Group udpegede i 2015 9 byggesten til den digitale transformation (DX). Heraf fremgår det, at Internet of Things (IoT), Big Data, Machine Learning (ML), Cloud Computing, Simulering, IT-sikkerhed og Augmented Reality hører til disse. Allesammen størrelser, som vi kommer til at benytte i vejsektoren i et accelererende tempo. Herudover udpeges horisontal og vertikal systemintegration. Dvs. at systemer ikke blot skal spille effektivt sammen i de enkelte afdelinger (vertikalt), men at der skal etableres et glidende og åbent dataflow på tværs af organisationen og imellem systemerne (horisontalt).

Udtrykket 4.0 vinder frem mange steder. Således

tales om byggeri 4.0, hospital 4.0, fabrik 4.0 osv. Selve betegnelsen 4.0 henfører til det 4. industrielle paradigmeskifte, som startede med dampen i det 18 og 19 århundrede (1.0 – periode: ca. 200 år), sidenhen overgangen til elektricitet og samlebånd (2.0 – periode: ca. 100 år). Indførelse af computer ikke mindst ved brug af kontorarbejde og maskinstyring (3.0 – periode: ca. 50 år) og altså nu integrationen af systemerne, der med "intelligent" styring erstatter personafhængige beslutninger ved brug af avancerede sensorer og algoritmer (4.0 – periode ca. 25 år?).

Digitaliseringen, der her er tale om, må ikke forveksles med IT-begrebet (altså industri 3.0), som primært handlede om at indføre CPU-baserede enheder på arbejdspladsen (f.eks. PC) til at hjælpe med de daglige rutiner og senere med kommunikationen, hvorfor nogle kalder det IKT i dag. Mange beskriver digitaliseringen som vin på nye flasker og mener, at de for længst har taget skridtet med en PC eller laptop på skrivebordet, hvor CAD-modeller og mødeindkaldelsen med Outlook er en væsentlig faktor af det digitale fremskridt. Digitaliseringen i 4.0 handler ikke om dig, men om det du arbejder med. Den digitale transformation i vejsektoren 4.0 handler således primært om indholdet i vores arbejde. Vejen, trafikken, udstyret i og omkring vejen og meget andet. Mennesket er i stor udstrækning taget ud af ligningen, idet vejsektoren 4.0 primært handler om kommunikation mellem enhederne og ikke mellem menneske og enheder. Forskellige analyser peger således på, at der over de kommende 10-20 år vil være en flytning af de mere traditionelle skrivebordsjobs, som lettest kan erstattes af algoritmer, til IT relaterede udviklingsjobs. Tænk blot over >>



de opgaver sekretærer og tekniske assistenter havde for 25 år siden og til i dag. Beslutningsprocesser skal fremover foretages ud fra rene kvantitative mål og erstattes af avancerede algoritmer. Ved samme øvelse vil der kunne inddrages ikke bare flere beslutningsgivende parametre, men også et langt større datagrundlag. Det hele kan udføres på en brøkdel af den tid en person ville skulle bruge til at tage en beslutning. Dette gælder indenfor mange andre områder. Aktiehandler bliver foretaget af maskiner indenfor splitsekunder i dag, og advokater benytter ML til at gennemse tusindvis af sider fra tidligere retsdokumenter. Indenfor produktions-systemer er incitamentstrukturen direkte forbundet med overlevelse, hvorfor man her ustandseligt fornyer og effektiviserer, når muligheden byder sig, hvorfor også udtrykket 4.0 kommer fra denne sektor.

Hvad betyder så alt dette for vejsektoren 4.0? Ved overgangen til industri 4.0, og som en væsentlig del af den øgede digitalisering, peger de store konsulenthusse herunder Forbes, på behovet for virtu-

aliseringen af den fysiske verden. Dette kaldes oftes konceptet om den digitale tvilling (DT). Således repræsenteres en hel fabrik af en virtuel model til bedre at kunne monitorere produktionen og hurtigere håndtere en omlægning. Singapore er ved at udvikle en komplet digital repræsentation af hele byen for at kunne monitorere byens mange aktiviteter i et fælles system og agere i tilfælde af uforudsete hændelser f.eks. i trafikken, ved naturkatastrofer eller events for at nævne nogle få eksempler.

Det vil sige, at den fysiske verden af transportkorridorer skal repræsenteres som digitale modeller. Man kan så diskutere, hvordan dette gøres, og om hvorvidt Vejman vil kunne være en sådan model. Efter min bedste overbevisning må svaret være nej. Hvis det reelt skal kunne lade sig gøre at holde styr på de mange data og få dem udnyttet på den rigtige måde, så kræver det en datamodel og en datahåndtering, der går ud over tabeller og registre. En virtuel repræsentation må indeholde bl.a. en vejmodel og dets omgi-

velser i sin fulde udstrækning og indeholde alle elementer som dem, de er.

Og hvorfor så det? Fordi datamodellen skal repræsentere de forekomster og situationer, som forefindes i den virkelige verden i en tværfaglig og umiddelbart intuitiv tilgængelig form, hvis vi som mennesker bare skal have en lille chance for at kunne forstå, hvad der foregår. Og ved at opbygge en datamodel på et unødigt højt abstraktionsniveau, kompliceres interaktionen med og præsentationen af data unødigt. Det bliver også vigtigt at se vejen som en del af den samlede infrastruktur, som igen samlet set er en bærende del af en komplet by- og landskabsmodel, hvor alle arealer kommer i spil.

Antallet af sensorer vil eksplodere i art og antal. Det vil på sigt ikke være muligt at monitorere specifikke dele af infrastrukturen med manuelt betjente kontrolrum fyldt med skærme og små advarende dioder. Vi har i mange år haft sensorer til at overvåge kritiske bygningsdele som broer og tunneller, monitoreret trafikken og styret signal-systemerne. Men kravene til en mere effek-

tiv afvikling af trafikstrømmene og bedre udnyttelse af offentligt investerede kroner i infrastruktur vokser løbende, og det gælder også for den, vi finder under jorden.

I dag registrerer vi, når en hændelse er sket og reagerer på den. Enten ved en spole i vejen, et uheld der bliver indrapporteret, eller en kø, der blot bliver observeret og indberettet. Udviklingen går ikke alene på at kunne automatisere reaktionen på en hændelse, og derved reagere langt hurtigere for at minimere generne og kødannelse, men ligefrem på at forudsige, at den vil ske. Ligesom Amazon har et mål om at kunne fylde varer i din indkøbskurv, inden du selv gør det.

Der er forskellige bud på udviklingen af denne type automatisering. Intel, IDC og FN er enige om at vi i 2020 vil have ca. 200 milliarder enheder på nettet med en stadig stigende tendens, hvilket ikke kan overraske, når et gennemsnitligt hjem allerede i dag har mere end 10 enheder på nettet. Når først sensorerne bliver tilstrækkelig billige og gode nok, så de giver en reel fordel ikke alene til trafikstyring, men også indenfor vedligehold og drift, og der samtidig er en infrastruktur og systemer til at håndtere den store datastrøm, så vil antallet eksplodere med håb om bedre og billigere udnyttelse af vore samfundsressourcer.



Den digitale udvikling accelererer og kan ikke stoppes.

FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories) beskriver den kommende udvikling som vejens 5. generation, der går fra jordvejen (1. gen.) til motorvejen (4. gen.). FEHRL beskriver den kommende 5. gen. indenfor tre områder. 1. "Adaptable Road", 2. "Automated Road" og 3. "Resilient Road". Tre områder, der vil kræve en enorm sensoraktivitet i og på vejen og vil betyde en øget grad af tværgående aktiviteter om-

kring vejen, idet vejen ikke alene interagerer med trafikken men også med omgivelserne.

Den digitale udvikling accelererer og kan ikke stoppes. Den har været undervejs i mange årtier, og det har ikke været nogen lineær udvikling. Den har foregået eksponentiel. Ifølge Ray Kurzweil evner vi mennesker kun svært at begribe en eksponentiel udviklingen, fordi tiden vi lever i går lineært (tik tak) (Kurzweil, n.d.). Derfor har vi som udgangspunkt en naturlig fornægtelse af, at noget kan udvikle sig i et accelererende tempo, men 90% af de data, vi har i dag, er ifølge IBM produceret indenfor de seneste 2 år.

Man kan have det med denne type forudsigelser som med vejret. Det er ikke noget, vi kan ændre på, men vi tager det, som det kommer. Man kan også vælge at tage bestik af vejrudsigten og gå proaktiv ind i udviklingen og vælge at imødegå den, for et eller andet nyt kommer der med sikkerhed. Det gælder også for hele teknologiudviklingen indenfor vores branche generelt set, og de værktøjer vi bruger til daglig, som i stigende grad automatiserer arbejdsprocesser.

Desværre peger ledelsen ofte på øget digitalisering og anvendelse af IT, som vejen frem, uden at den helt ved, hvad det egentlig er, den efterspørger eller peger på konkret. Det er nærmest blevet til en kliché de seneste årtier, hvilket er lidt ærgerligt. "The iceberg of ignorance" blev præsenteret første gang for præcis 30 år siden, hvor den forsøgte at beskrive ledelsens manglende indblik i en produktionsvirksomheds reelle problemer. Det er helt tydeligt mange steder, at ledelsen om nogen i dag er udfordret, når snakken falder på at forstå de nødvendige IT-systemer i virksomheden. Når man så ser ind i glaskuglen, skal man ikke kigge ret længe for at forstå, at digitale ydelser i en eller anden form fremover også bliver en væsentlig del af den leverance, som rådgivere skal bidrage med. Dvs. software og hardware, der er udviklet som en del af anlæggets anvendelse på lige fod med tilbudsletter og BIM-modeller. Til dette formål vil det ikke være muligt blot

at købe en ny IT-pakke eller et plugin modul til de softwareinstallationer, man har i forvejen. En vej eller en by fyldt med sensorer skal kunne håndteres som tværgående dataleverandører. Det kræver individuelle tilpasninger med ML og andre teknologier, der kan uddrage en mening af den enorme datamængde. Alle større danske byer er i en eller form involveret i "Smart City" projekter, som i dag er fragmenteret, men på sigt vil give mening i et sammenkørt system. Når vi i dag projekterer f.eks. en ny vej, så er kun primært den fysiske vej i fokus, men vi bør projektere alle sensorer, deres anvendelse, drift og vedligehold m.m. ind i vejmodellen. Alle vejelementerne (objekterne) bør have de rette egenskabsdata tilknyttet i forbindelse med den digitale tvilling. Vi bør simulere data-flowet i sensorerne sammen med den forventede trafik, og i det hele taget se på den tværfaglige anvendelse af anlæg og data, inden vi sætter en spade i jorden. Når så anlægget er etableret er der styr på det meste af den IT, der skal benyttes til at optimere f.eks. trafikafviklingen i den daglige drift.

Nu har tendensen i mange år været at reducere IT-afdelingerne selv hos større rådgivere, men hvis jeg var rådgiver i dag, ville mit næste indkøb nok være en mindre IT-virksomhed, som benytter nyere værktøjer og har kendskab til indlejrede systemer. Når rådgiverne fremover skal projektere et større anlæg, så vil bygherren forvente at få en virtuel model (DT) med i købet, idet BIM-modellen følger anlægget fra vugge til grav. Denne model indeholder også en forbindelse til alle sensorerne i anlægget, som således kan overvåges og tilgås via den virtuelle model. Algoritmer bliver også en del af ydelsen, idet de sørger for den optimale drift af anlægget eller bygningen. Med fokus på åbne systemer bliver der også mulighed for samkøring af systemer, sammenkoblede data og automatiserede systemer. Nu siger rådgiverne, at det vil bygherren slet ikke have eller ikke betale for. Men som Henry Ford citeres for: "If I'd asked customers what they wanted, they would have told me, "A faster horse!" ●