
Ideer til mulige ph.d.-emner

1 Indhold

1 INDHOLD	1
2 PH.D.-STUDIET	1
3 MULIGE PH.D.-EMNER	1
3.1 DEN ROBUSTE JERNBANE(DRIFT)	1
3.2 ERTMS	2
3.3 OVERGANG TIL AUTOMATISERET DRIFT	2
3.4 "OPTIMERING" AF SPORSPÆRRINGER	3
3.5 DEN GODE KØREPLAN	3
3.6 BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER FOR FJERNSTYRINGSCENTRALER OG/ELLER KOMMANDOPOSTER	3
3.7 NEDBRYDNINGSMODELLER FOR INFRASTRUKTUR OG RULLENDE MATERIEL	4
3.8 LIFE CYCLE COST	4
3.9 BEDRE VEDLIGEHOJDELSE	4

2 Ph.d.-studiet

Ph.d.-studiet er en 3-årig specialisering af kandidater. Målet med ph.d.-studiet er at den bevilligende virksomhed får uddannet en medarbejder på højt niveau der samtidig bidrager med et projekt der kan bidrage til virksomhedens udvikling. Gennem ph.d.-uddannelsen medvirker den ph.d.-studerende til det faglige (jernbane)miljø på DTU, der er nødvendigt for uddannelse af kommende kandidater indenfor jernbaneområdet. Derudover har den ph.d.-studerende en formidlingsforpligtigelse, som bruges til at uddanne kommende kandidater indenfor jernbaneområdet på DTU.

For at ph.d.-studiet skal være en succes for både virksomheden og DTU er det vigtigt at ph.d.-studiet er godt forankret i den bevilligende virksomhed. Denne forankring kan være ved at den ph.d.-studerende er koblet til et eventuelt udviklingsprojekt i virksomheden og/eller at den ph.d.-studerende arbejder med et for virksomheden interessant emne. Ph.d.-studiet kan ses som en mulighed for den bevilligende virksomhed til at få lavet noget af det udviklingsarbejde og/eller kompetenceudvikling der ellers ikke ville have været tid til i virksomheden.

3 Mulige ph.d.-emner

De emner der nedenfor er nævnt er forslag til mulige ph.d.-studier. Forslagene er ikke en komplet liste over mulige emner til ph.d.-studier, men mere en inspirationsliste. Den bevilligende virksomhed kan derfor sammen med den ph.d.-studerende og DTU Transport definere andre emner for et ph.d.-studie. Har en virksomhed eller en mulig ph.d.-studerende andre ideer end de nedenstående indgår DTU Transport gerne i en diskussion af emnet.

Det er valgt at gøre hovedparten af de nedenstående forslag meget brede for at vise mulighederne for de enkelte emner. Inden ph.d.-studiet påbegyndes er det derfor nødvendigt at bevillingsgiver sammen med den ph.d.-studerende og DTU Transport udvælger og præciserer de emner der er mest interessante for ph.d.-studiet.

3.1 Den robuste jernbane(drift)

Robust jernbanedrift er et mål i mange lande, men for at kunne have en robust jernbanedrift kræves det at både køreplanerne, materiellet og infrastrukturen er robust. Der er imidlertid ingen metoder til at måle robustheden, hvorved det er svært at vurdere om jernbanedriften er robust i tilfælde af fx sporarbejder eller høj temperatur, eller om næste års drift vil være robust.

For at kunne få en robust jernbanedrift er det nødvendigt at kende det enkelte materiel og infrastrukturelementers risici for fejl og udvikling over tid samt fejlenes betydning. Dette kan kobles sammen med mandskabs- og materielplaner for kunne vurdere de resulterende forsinkelser for tog og passagerer.

Et ph.d.-studie indenfor den robuste jernbanedrift kan identificere risici for fejl og deres udvikling over tid i form af fx nedbrydningsmodeller for rullende materiel og infrastrukturelementer. Disse fejls konsekvenser kan analyseres separat for hvert enkelt element eller sammen i form af fejl- og konsekvensmodeller. På denne måde vil det på kunne blive lettere at prioritere vedligehold af hhv. rullende materiel og infrastruktur.

Med udgangspunkt i nedbrydningsmodeller og/eller fejl- og konsekvensmodeller kan der opstilles mål for robustheden af forskellige infrastrukturelementer og komponenter i det rullende materiel, og der kan opstilles acceptable "fejlmarginer".

En anden drejning af den robuste jernbanedrift kunne være at undersøge genopretningsstrategier for når det først er gået galt – fx materielnedbrud eller fejl på infrastrukturen. Dette kan dække over såvel køreplanlægning, materiel- og mandskabsplanlægning samt metoder til at lokalisere fejl i fx kørestrøms- og/eller sikringsanlæg så fejlene hurtigst muligt kan afhjælpes.

3.2 ERTMS

ERTMS er fremtidens signalsystem i Europa, og selvom ERTMS stadig er under udvikling er flere lande er i gang med at indføre ERTMS på deres jernbaner mens andre lande "kun" overvejer at indføre ERTMS. Eftersom ERTMS endnu ikke er færdigudviklet kan et ph.d.-projekt koble sig på den generelle udvikling af ERTMS ved at undersøge og udvikle metoder til forbedring af specifikke områder af ERTMS. Et eksempel på et sådant projekt kunne være at forbedre kapaciteten i Radio Block Centres (RBC) så det er muligt at afvikle mere trafik omkring store knudepunkter med færre RBC.

Det er også muligt at et ph.d.-projekt fokuserer mere på ERTMS' indførelse i Danmark ved fx at undersøge/løse danske problemstillinger såsom samspillet med den eksisterende fjernstyring og infrastruktur eller TUS-togveje. Derudover kunne et ph.d.-projekt også udvikle metoder til at bestemme det bedste ERTMS-niveau for forskellige strækninger og/eller den bedste konfiguration af infrastrukturen – fx den bedste placering af baliser.

3.3 Overgang til automatiseret drift

Mange nye baneanlæg etableres i dag med automatisk drift, men også eksisterende baner med manuel drift overgår til automatisk drift. Endnu er det hovedsageligt mindre metrosystemer der automatiseres, men tendensen går mod at større og større systemer automatiseres. Eksempelvis har der i forbindelse med indsættelsen af nye S-tog i København været tanker om at overgå til automatisk drift.

I forbindelse med automatiseret drift er der flere udfordringer med hensyn til at opnå en stabil drift og tilstrækkelig sikkerhed da der ikke længere er en lokofører, der kan gribe ind. Disse udfordringer bliver ikke mindre i de situationer hvor et baneanlæg overgår fra manuel til automatisk drift mens linien/systemet stadig er i drift hvorved der i en periode vil være en blanding af de to driftsformer.

Et ph.d.-projekt kan afklare fordele og ulemper ved at overgå til automatisk drift samt de udfordringer der vil være – både i overgangsperioden og på sigt. Denne undersøgelse af fordele og ulemper kan identificeres ved at undersøge eksisterende systemer og evt. sammenligne disse med en konkret case som fx den københavnske S-bane.

Eftersom overgangen fra manuel til automatisk drift vil tage en del år fra idéfase over beslutning til implementering vil det være muligt løbende at forberede infrastrukturen og togene til overgangen til automatisk drift således at overgangen kan foregå så billigt og smertefrit som muligt. Ph.d.-projektet kan udvikle generelle metoder til at undersøge mulighederne for at forberede infrastruktur og tog til automatisk drift og evt. afprøve metoderne i praksis på en konkret case.

3.4 “Optimering” af sporspærringer

Alle jernbanesystemer oplever sporspærringer – planlagte såvel som uplanlagte. De planlagte sporspærringer er typisk i forbindelse med anlægs- og vedligeholdelsesarbejder, og her er det vigtigt at sikre så lange arbejdsperioder som muligt uden at genere trafikken/passagererne for meget. Derved opstår der ofte en diskussion af hvor lange sporspærringer man kan tillade sig – eller om banen helt kan lukkes, men også en diskussion af hvor megen trafik man kan lede uden om sporspærringen uden at der opstår for store forsinkelser.

Samlet set er der mange udfordringer omkring sporspærringer som et ph.d.-projekt kan forsøge at afklare og forbedre – fx:

- Antallet af sporspærringer og deres længde under hensyntagen til at opnå mest mulig arbejdstid i sporet samtidig med at togene/passagererne generes mindst muligt
- Planlægning af trafikomlægninger i forbindelse med sporspærringer så der køres så meget trafik som muligt med så høj regularitet som muligt
- Mulighed for at forlænge arbejdsperioden ved fx at etablere og ophæve sporspærringen hurtigere
- Procedurer i tilfælde af at sporspærringer ikke kan ophæves til tiden
- Hurtigere overgang til principplaner/nødplaner i tilfælde af uplanlagte sporspærringer (materielnedbrud, køreledningsnedfald m.v.) – og hvordan man lettest muligt kommer tilbage til planlagt drift
- Risikostyring i forbindelse med planlægning af sporspærringer
- Mere effektive procedurer i forbindelse med sporarbejder

3.5 Den gode køreplan

Jernbanedrift i Europa er køreplanslagt for at give passagerer og godskunder en mulighed for at vurdere rejsetiden og planlægge deres rejse. Den køreplanlagte drift giver imidlertid også mulighed for at operatørerne planlægge deres materiel- og mandskabsforbrug så ressourcerne udnyttes bedst muligt. For infrastrukturforvalterne betyder den køreplanlagte drift en mulighed for at planlægge anlægs- og vedligeholdelsesarbejder så driften forstyrres mindst muligt, men samtidig er det også en udfordring da operatører, passagerer og godskunder forventer at driften følger den annoncerede køreplan.

De forskellige aktører har både sammenfaldende og forskellige meninger om hvad der er en god køreplan, og udarbejdelsen af en køreplan der anses for god for alle aktører er derfor en udfordring der er baseret på kompromiser og det muliges kunst. I dag er det kun muligt at vurdere hvor god den samlede køreplan er ud fra fornemmelser, og da køreplanlægning er en tidskrævende proces er der sjældent tid til at lave forskellige køreplansalternativer – derimod forsøges sidste års køreplan som regel at blive forbedret med udgangspunkt i erfaringer og kundeklager/-ønsker.

Et ph.d.-projekt kunne undersøge forskellige aktørers interesser og ønsker til en god køreplan. Med udgangspunkt i disse interesser og ønsker kunne der så udarbejdes målekriterier for hvor god en køreplan er for de forskellige aktører – fx målekriterier for kapacitetsudnyttelse, robusthed og omkostninger. Disse målekriterier kan efterfølgende blive benyttet i køreplanlægningen til vurdering af køreplanen, men også til at automatisere (dele af) køreplansprocessen og/eller ændre køreplanerne i forbindelse med sporspærringer.

3.6 Beslutningsstøttesystemer for fjernstyringscentraler og/eller kommandoposter

Jernbanedriften i dag er væsentlig mere kompleks end tidligere da der kører flere tog end tidligere. De mange tog med forskelligt standsningsmønster er under normale omstændigheder ikke det store

problem at styre. I tilfælde af uordenssituationer bliver det imidlertid svært for disponenterne på fjernstyringscentralerne og kommandoposterne at afvikle en så god togdrift som muligt, da der skal træffes mange beslutninger på kort tid og det kan være svært at overskue alle konsekvenserne.

Hvis disponenterne advares mod kommende konflikter har disponenterne bedre mulighed for at sikre en god disponering af driften. Et sådant system kan udvikles som led i en ph.d.-projekt og kan i ph.d.-projektet videreudvikles hen mod et egentligt beslutningsstøttesystem til brug for større hændelser. Her kan beslutningsstøttesystemet gennemregne en række alternative disponeringer og præsentere disponenterne for de bedste løsninger som disponenterne så kan vælge mellem. På denne måde sikres det at disponenterne træffer de bedste løsninger – ikke bare isoleret set for et knudepunkt eller en strækning, men for en større del af netværket.

Beslutningsstøttesystemet kan dels anvendes i daglig drift for at regenerere hurtigst muligt efter større forsinkelser, men kan også bruges i tilfælde af nedbrud hvor et spor bliver blokeret eller i tilfælde af at en sporspærring ikke har kunnet hæves til planlagt tid. Som alternativ til at udvikle et beslutningsstøttesystem til daglig operationel drift kan systemet udvikles til planlægningsbrug hvor det kan udnyttes i forbindelse med planlægning af alternative køreplaner i forbindelse med fx sporspærringer.

3.7 Nedbrydningsmodeller for infrastruktur og rullende materiel

Togdrift resulterer i slid på både tog og infrastruktur med vedligeholdelsesomkostninger til følge. En forbedret vedligeholdelsesstrategi hvor (del)komponenter på tog og infrastruktur udskiftes lige før de fejler, vil kunne reducere omkostningerne til vedligehold samtidig med at generne/omkostningerne ved nedbrud undgås. For bedst muligt at kunne forudsige hvornår (del)komponenter på tog infrastruktur bør/skal udskiftes er det nødvendigt med nedbrydningsmodeller i stil med Banedanmarks spornedbrydningsmodel.

Et ph.d.-studium vil kunne udvikle/forbedre nedbrydningsmodeller for slid tog og infrastrukturens delelementer – fx spor, kørestrøm, bogier og sikringsanlæg. Med sådanne nedbrydningsmodeller vil der kunne udarbejdes mere optimale vedligeholdelsesstrategier med mulighed for bedre prioritering af ressourcer til vedligehold. Modellerne vil kunne bruges enkeltvis eller kobles sammen således at så mange arbejder som muligt udføres mens der er en sporspærring eller toget er på værksted.

For at udvikle så præcise nedbrydningsmodeller som muligt kan eksisterende studier af fx kontaktforhold mellem pantograf/strømaftager og køreledning samt hjul-skinneforhold benyttes ligesom det også vil være muligt at arbejde videre på disse eksisterende studier.

3.8 Life cycle cost

Life cycle cost eller livscyklusomkostninger bruges til at vurdere omkostningerne ved "produkter" fra vugge til grav. Da livscyklusomkostningerne omfatter hele "produktets" levetid indgår både omkostninger til planlægning, forskning & udvikling, produktion, drift, vedligehold (herunder reservedele), udskiftning og afskaffelse. Livscyklusomkostninger kan derved bruges til vurdering og valg af hvilken ny infrastruktur og rullende materiel der skal indkøbes.

Et ph.d.-projekt i livscyklusomkostningsanalyser kan opbygges omkring anskaffelsen og/eller udviklingen af nye systemer for infrastrukturen (fx signalssystemer) eller det rullende materiel. Et sådant ph.d.-projekt kan kobles med en virksomheds udvikling af nye systemer for infrastrukturen eller en virksomheds større indkøb af nye systemer eller rullende materiel.

Ph.d.-projektet kan også tage en anden tilgangsvinkel hvor der i stedet for at undersøge nyudvikling/nyindkøb arbejdes med at optimere driften og vedligeholdelsen af de eksisterende systemer eller rullende materiel.

3.9 Bedre vedligeholdelse

Vedligeholdelsesomkostningerne afhænger af hvordan og hvornår infrastrukturen (og det rullende materiel) vedligeholdes. Eksempelvis har udenlandske erfaringer vist, at der er penge at spare på en systematisk vedligeholdelse, hvor sporet vedligeholdes mere intensivt de første år. Dette skyldes at

sporets standard på den måde holder sig bedre hvorved der går længere tid inden sporet skal udskiftes.

Et ph.d.-projekt i vedligeholdelse kan opbygges omkring metoder og/eller normer til at sikre bedre vedligeholdelse af infrastruktur (og rullende materiel) for de samme midler. Et sådant ph.d.-projekt vil kunne være med til at sikre en bedre kvalitet af den danske jernbane, og vil på sigt kunne resultere i en billigere vedligeholdelse.

Ph.d.-projektet kan også tage en anden tilgangsvinkel hvor der i stedet for metoder og/eller normer arbejdes med at optimere processerne omkring vedligeholdelsen (fx mere effektivt sporarbejde og hurtigere etablering af sporspærring), således at infrastrukturen er lukket i kortere tid eller der nås mere arbejde pr. sporspærring (eller det rullende materiel er kortere tid ude af drift). Dette kan være med til at sikre en billigere vedligeholdelse, da der kan nås mere arbejde i den enkelte sporspærring.