Uddannelses- og Forskningsministeriet

Prækvalifikation af videregående uddannelser - Datalogi

Udskrevet 12. november 2026

Kandidat - Datalogi - IT Universitetet i København

Institutionsnavn: IT Universitetet i København
Indsendt: 02/10-2017 07:49
Ansøgningsrunde: 2017-2
Status på ansøgning: Godkendt
Afgørelsesbilag
Samlet godkendelsesbrev
Download den samlede ansøgning
Læs hele ansøgningen

Ansøgningstype
Ny uddannelse

Udbudssted
København

Kontaktperson for ansøgningen på uddannelsesinstitutionen
Mette Holm Smith meho@itu.dk 72185087

Er institutionen institutionsakkrediteret?
Ja

Er der tidligere søgt om godkendelse af uddannelsen eller udbuddet?
Nej

Uddannelsestype
Kandidat

Uddannelsens fagbetegnelse på dansk fx. kemi
Datalogi

Uddannelsens fagbetegnelse på engelsk fx. chemistry
Computer Science

Den uddannedes titel på dansk
Cand.scient. i datalogi

Den uddannedes titel på engelsk
Master of Science (MSc) in Computer Science

Hvilket hovedområde hører uddannelsen under?

Naturvidenskab

Hvilke adgangskrav gælder til uddannelsen?

Generelle krav for optagelse på IT-Universitetets kandidatuddannelser:

For at søge om optagelse på IT-Universitetets kandidatuddannelser skal du have en universitetsbacheloruddannelse eller en professionsbacheloruddannelse. Har du en anden uddannelse (f.eks. en international uddannelse), der kan sidestilles med en universitetsbacheloruddannelse eller en professionsbacheloruddannelse, vil IT-Universitetet foretage en individuel vurdering af den pågældende uddannelse.

Fælles forudsætning for optagelse på alle kandidatuddannelserne er et sprogkrav om engelsk på B-niveau.

Specifikke adgangskrav for optagelse på kandidatuddannelse i datalogi:

For at opfylde de faglige forudsætninger på uddannelsens obligatoriske kurser inden for datalogi på første semester, skal ansøgere have en bacheloruddannelse eller tilsvarende, i datalogi eller tilsvarende, der har dækket følgende emner: Objektorienteret og funktionel programmering (klassebaseret arv, indre klasser, generiske typer og metoder, algebraiske datatyper, polymorfe typer, immuterbare data). Diskret matematik (udsagnslogik, prædikatlogik, induktionsprincipper, tælleteknikker, diskrete sandsynligheder, mængder, funktioner, grafer, træer). Algoritmer og kompleksitetsteori (store-O notation, grundlæggende analyse af algoritmers korrekthed og kompleksitet, hashing, grundlæggende datastrukturer). Databaser (relationelle databaser, grundlæggende dataanalyse). Software engineering (kravspecifikation, test, versionsstyring, udviklingsværktøjer og -processer, softwarearkitektur). Grundlæggende parallelprogrammering (tråde og låse). Grundbegreber i programmeringssprog og maskinarkitektur (automater, grammatikker, regulære udtryk, parsere, maskinnær programmering, oversættere).

Mindst 80 % af emnerne må have været dækket i løbet af bacheloruddannelsen.

Retskrav:

Følgende bacheloruddannelser har retskrav til kandidatuddannelsen:

- Bachelor i softwareudvikling (IT-Universitetet)
- Bachelor (BSc) in Data Science - Technology track (IT-Universitetet)

Er det et internationalt uddannelsessamarbejde, herunder Erasmus, fællesuddannelse og lign.?

Nej

Hvis ja, hvilket samarbejde?

Hvilket sprog udbydes uddannelsen på?

Engelsk

Er uddannelsen primært baseret på e-læring?

Nej

ECTS-omfang

120

Beskrivelse af uddannelsens formål og erhvervssigte

IT-Universitetet i København ansøger om at oprette en kandidatuddannelse (cand.scient.) i Computer Science (datalogi). Den nye uddannelse er en videreudvikling af sporet Advanced Computing Track på vores eksisterende kandidatuddannelse (cand.it.) i Software Development (Softwareudvikling) og afløser dette spor.

Med denne videreudvikling ønsker vi at give kandidatuddannelsen en skarpere profil og gøre den mere sammenlignelig med Danmarks øvrige kandidatuddannelser i datalogi, der alle er cand.scient. uddannelser. Dette følger en stærk anbefaling fra aftagerside, som udtrykt i dette citat af Kristine Stenhuus, Vice President, Microsoft Applications & Technology, NNIT: *“For at sikre en tydelig kommunikation af kandidaternes kompetencer til aftagerne anbefalede Aftagerpanelet for kandidatuddannelsen i Software Development i 2015 IT-Universitetet at splitte uddannelsens to spor op i to selvstændige uddannelser. Panelet anerkender at IT-Universitetet har fulgt panelets anbefaling og støtter IT-Universitetets beslutning, om at ansøge om at oprette en kandidatuddannelse i Computer Science.”* og yderligere dokumenteret i punkterne nedenfor *"Hvilke aftagere har været inddraget i behovsundersøgelsen"* og *"Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?"*

Formålet med den nye uddannelse er at uddanne kandidater i datalogi (Computer Science), som kan varetage højt specialiserede jobfunktioner, hvor der pt. er mangel på arbejdskraft. Uddannelsen optager studerende, der har en bachelorgrad i datalogi, softwareudvikling, datavidenskab (Data Science) eller lignende, enten fra IT-Universitetet, fra andre danske universiteter og professionshøjskoler eller fra udenlandske universiteter.

Kandidater i datalogi er de højest uddannede og mest efterspurgte it-medarbejdere og bidrager afgørende til konkurrencedygtighed og vækst, ikke bare i softwareindustrien men i næsten alle erhverv (finans, kommunikation, transport, detailhandel, robotindustrien, automatisering, produktion, landbrug, turisme, medier og mange andre brancher) samt i digitaliseringen af den offentlige sektor.

Der er klart plads til og behov for yderligere en kandidatuddannelse i datalogi i Danmark, dels fordi den erstatter et spor på den eksisterende softwarekandidatuddannelse på IT-Universitetet, og dels fordi der er et stort umættet behov på arbejdsmarkedet for kandidater i datalogi. Der findes allerede kandidatuddannelser i datalogi på Københavns Universitet, Roskilde Universitet, Syddansk Universitet, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet, og beslægtede uddannelser i softwareudvikling og software engineering på Danmarks Tekniske Universitet, IT-Universitetet i København, Syddansk Universitet og Aalborg Universitet. For en beskrivelse af relationen til de eksisterende kandidatuddannelser, se punktet *"Beskriv ligheder og forskelle til beslægtede uddannelser, herunder beskæftigelse og eventuel dimensionering"*.

Der har lige siden oprettelsen af de første danske datalogiuddannelser i 1970’erne været en kronisk mangel på kandidater i forhold til erhvervslivets og det offentliges behov; jf. fx rapporten *"Styrkelse af IT-forskning og IT-uddannelse"* fra Forskningsministeriet, 28. oktober 1998, der førte til IT-Universitetets oprettelse i 1999. (Forskningsministeriet 1998). Se bilaget "Referencer" i *“Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil”*. Der er i 2017 fortsat en stor mangel på kandidater, og denne mangel forudses at vare ved, da efterspørgslen ventes at stige hurtigere end kandidatproduktionen, jf rapporterne fra DI Digital (2015), Højbjerre Brauer Schulz (2016), IT-Branchen (2017) og Digitalt Vækstpanel (2017), alle citeret i punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"*.

Informationsteknologi gennemsyrer samfundet og forvandler hele industrier såsom banker, telekommunikation, produktion, logistik og medier, så disse virksomheder i højere og højere grad er helt afhængige af it-systemer og reelt ligner softwarevirksomheder. Punkterne *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"* og *"Underbygget skøn over det*

nationale og regionale behov for dimittender" dokumenterer, at der er efterspørgsel efter kandidaterne, baseret blandt andet på aftagerudsagn, brancheudsagn, ledighedsstatistik og nationale og internationale fremskrivninger. Punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"* dokumenterer, at vi kan rekruttere studerende til uddannelsen. Fra 2016 til 2017 voksede antallet af ansøgere til IT-Universitetets BSc Softwareudvikling således med 36% fra 431 til 587, dette på trods af at vi samtidig oprettede en helt ny uddannelse BSc in Data Science, der tiltrak 391 ansøgere. Vi venter, at en betydelig andel af de 210 optagne på disse to uddannelser efter deres bachelorstudier vil søge ind på den foreslåede kandidatuddannelse.

Uddannelsens erhvervssigte er, at kandidaterne først og fremmest vil finde beskæftigelse i det private erhvervsliv, begrundet i citater fra Højbjerre-rapporten (2016) s.10-11 såsom *"Virksomhederne har væsentlige udfordringer med at rekruttere IKT- specialister"* og *"Der er især rekrutteringsudfordringer i forhold til tekniske programmeringskompetencer"*. Se punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"*.

Det er netop den type kompetencer, som vores datalogikandidater vil besidde. Erhvervssigtet gælder naturligvis de egentlige softwarefirmaer (Microsoft, Netcompany, KMD, CSC, IBM, Simcorp, ...), herunder den offentlige sektors it-leverandører, men også alle de virksomheder for hvilke selve kerneforretningen i dag drives af software (Danske Bank, Nordea, ATP, pensionsselskaber, NETS, teleselskaber, nyhedsmedier, ...), samt dem, hvis industrielle produkter i afgørende grad indeholder software (Vestas, Danfoss, Grundfos, …), i opstartsvirksomheder skabt af kandidaterne selv, og endelig i nogen grad i den offentlige sektor (Skat, Danmarks Meteorologiske Institut, Danmark Statistik, efterretningstjenesterne, sundhedssektoren, ...). Et mindre antal kandidater vil finde beskæftigelse i forskning på universiteterne (ph.d.-stillinger og andet videnskabeligt personale) eller i industrien (fx som erhvervsforskere, i samarbejde med universiteter mv).

Dybe datalogiske kompetencer er i dag helt afgørende for at håndtere samfundsmæssige udfordringer såsom miljøovervågning, klimasikring, effektiv transport, sikkerhed og robusthed af national infrastruktur såsom energi-, jernbane- og vejnet, og mere generelt effektiv forvaltning af velfærdssamfundet gennem digitalisering af den offentlige sektor. Danske virksomheder i så godt som alle brancher er under pres fra disruption, der ofte truer med at undergrave forretningsmodellen for eksempelvis teleselskaber (Microsoft Skype, Facebook Messenger), hoteller (Airbnb), detailhandel (Amazon, Ebay, Alibaba og andre kinesiske e-handelsselskaber), betalingsformidling (Google Wallet, Apple Pay, Paypal, Facebook Messenger Payments), transport (Uber), apparater (Google Nest), musikformidling (Apple iTunes, Spotify), nyhedsformidling (Facebook, talrige udenlandske medier). Det er naturligvis ønskeligt, at der findes danske kompetencer og modsvar inden for mange af disse brancher, og det kræver, at der findes højtuddannet it-arbejdskraft i Danmark. Også i maskin- og apparatindustrien er det i dag ofte software, der skaber konkurrencefordelen; det drejer sig eksempelvis ikke længere blot om at lave den mest effektive og robuste vindmølle, men om at kunne levere software, der kan forudsige elproduktionen baseret på vejrudsigter og kan forudsige vedligeholdsbehov baseret på løbende softwarestyret fjernovervågning af tusinder af parametre i vindmøllen. Vestas har således en af Danmarks største supercomputere og tilhørende sofistikeret software.

Ved at oprette den nye uddannelse ønsker vi at uddanne flere datalogiske kandidater, der kan konstruere tekniske løsninger på de ovennævnte udfordringer og derigennem skabe betydelig samfundsmæssig værdi. Se uddannelsens samlede mål for læringsudbytte i bilag *"The Academic Profile and Objectives for the Programme"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

Uddannelsens struktur og konstituerende faglige elementer

Den foreslåede kandidatuddannelse i datalogi omfatter 30 ECTS obligatoriske kurser, 22,5 ECTS valgfrie studieaktiviteter (kurser eller projekter), 22,5 ECTS faglig specialisering, 7,5 ECTS tværfagligt projekt, og afsluttes med 7,5 ECTS specialeforberedende projekt samt 30 ECTS kandidatspeciale, i alt 120 ECTS konstituerende elementer.

Uddannelsen bygger videre på den studerendes bacheloruddannelse i datalogi, softwareudvikling, data science eller tilsvarende.

Kandidatuddannelsen er organiseret i **fire semestre** med følgende indhold:
- Første semester: Fire obligatoriske kurser à 7,5 ECTS.
- Andet semester: Fire valgfrie studieaktiviteter à 7,5 ECTS, hvoraf én udgør første del af en faglig specialisering.
- Tredje semester: Et 15 ECTS kursus, der udgør anden del af en faglig specialisering, et 7,5 ECTS tværfagligt projekt, og et 7,5 ECTS specialeforberedende projekt.
- Fjerde semester: 30 ECTS kandidatspeciale.

De fire **obligatoriske kurser** på første semester er:
- Algoritmedesign (Algorithm Design) hvor den studerende lærer at designe algoritmer til effektivt at løse givne it-problemer.
- Praktisk parallelprogrammering (Practical Concurrent and Parallel Programming) hvor den studerende lærer at konstruere software til moderne multikerneprocessorer (gængs computer hardware), der er både korrekt og udnytter processorerne effektivt.
- Videregående programmering (Advanced Programming) hvor den studerende lærer at benytte funktionsprogrammering og avancerede typesystemer til at strukturere software.
- It-sikkerhed (Security) hvor den studerende lærer grundlæggende principper for it-sikkerhed og sikker software.

De fire obligatoriske kurser omfatter uomgængelig teknisk kerneviden inden for datalogi og er af afgørende praktisk værdi i fremtidens softwareudvikling. For det første skal software være korrekt og effektivt og ikke bruge unødige ressourcer (kurset Algoritmedesign); for det andet skal software kunne fungere korrekt og effektivt på moderne multikerneprocessorer (kurset Praktisk parallelprogrammering); for det tredje kan softwarekvalitet og softwaremodularitet styrkes gennem brugen af flere programmeringsparadigmer, fx funktionsprogrammering og stærke typesystemer (kurset Videregående programmering); og for det fjerde skal al moderne software være sikkert og robust overfor målrettede angreb (kurset It-sikkerhed).
Strukturen er vist grafisk i bilag *"Programme Design Computer Science"* s.1 i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*. Alle undervisningsmaterialer er på engelsk; der findes ikke tilstrækkelig avancerede materialer på dansk. Der benyttes flere forskellige programmeringssprog, dog fortrinsvis Java og Scala.

Hver studerende skal vælge en **faglig specialisering**, bestående af et forudsætningskursus på 7,5 ECTS på andet semester og et videregående kursus på 15 ECTS på tredje semester.

Den studerende kan vælge **valgfri kurser** på andet semester fra en vifte af sådanne kurser, herunder forudsætningskurserne fra de faglige specialiseringer. Nogle eksempler på sådanne kurser er Lineær algebra, matematisk analyse og sandsynlighedsregning; Evaluering og Optimering af datasystemer; Fysisk konstruktion af computerstyrede systemer (“How to Make Almost Anything”); Anvendt informationssikkerhed; Domænespecifikke programmeringssprog; Forretningsprocesmodellering; Billedanalyse og maskinlæring.

Der vil være et variabelt antal faglige specialiseringer. Indledningsvis kan den studerende vælge mellem i hvert fald otte **faglige specialiseringer** hver på 22,5 ECTS, herunder:
- Specialiseringen Algoritmer (Algorithms) sætter den studerende i stand til at formulere praktiske problemer i algoritmiske termer, at finde effektive og skalerbare computerløsninger hvor sådanne findes, identificere tilfælde hvor effektive løsninger ikke findes, kende til heuristikker for alligevel at håndtere sådanne problemer, udvikle nye algoritmer og datastrukturer på basis af allerede kendte, og foreslå beregningsarkitekturer til håndtering af store datamængder og beregninger.
- Specialiseringen Dataanalyse (Business Analytics) sætter den studerende i stand til at designe databasesystemer til håndtering af store datamængder, anvende klassifikations- og prædiktionsalgoritmer (data mining) såvel som grupperingsmetoder (clustering) og regelbaseret klassifikation og modeller samt optimere forretningsbeslutninger med teknikker fra kunstig intelligens, matematisk programmering, constraintprogrammering og metaheuristikker.
- Specialiseringen Datahåndtering (Data Systems) sætter den studerende i stand til at designe, analysere, implementere og evaluere computersystemer inklusive softwareinfrastruktur til at lagre og behandle data, herunder at optimere databaser, webservere, webtjenester, cloudtjenester osv, optimere cost-benefit-forhold, minimere ventetid og energiforbrug, og endelig tilpasse og udbygge open source-systemer til lagring og behandling af store datamængder.
- Specialiseringen It-sikkerhed (Information Security) sætter den studerende i stand til at analysere sikkerheden af et it-system og at konstruere sikre it-systemer, der er robuste over for forskellige typer angreb. Dette baseres på viden om og teknikker fra sikkerhedspolitikker, symmetrisk og asymmetrisk kryptering, nøgledistribution, sikkerhedsprotokoller, verifikation, peer-to-peer systemer, blockchain-baserede systemer, socio-tekniske aspekter, kvantekryptering, zero-knowledge beviser, formelle metoder, digitale afstemninger mv., idet der lægges vægt på både praktiske anvendelser og fundamental teori.
- Specialiseringen Maskinlæring (Machine Learning) vil sætte den studerende i stand til at benytte metoder fra kunstig intelligens og maskinlæring på store datamængder, med både et praktisk og teoretisk perspektiv. Den studerende vil kunne analysere, sammenligne og udlede de meste centrale maskinlæringsalgoritmer og lære at benytte dem korrekt til at analysere datasæt fra forskellige praktiske anvendelsesområder. Metoderne omfatter blandt andet supervised learning (lineære modeller, deep learning), unsupervised learning og reinforcement learning. Mulige anvendelser inkluderer robotter, billedanalyse, finans, naturlige sprog (fx oversættelse), bioinformatik samt forretningsmæssige anvendelser.
- Specialiseringen Programmeringssprog (Programming Languages) sætter den studerende i stand til at anvende funktionsprogrammeringsteknikker, arbejde med halvautomatisk maskinel bearbejdning af softwareartefakter, udvikle software til at bearbejde softwareartefakter, benytte formelle notationer og teknikker til at beskrive it-problemstillinger, sammenligne og evaluere programmeringssprog og programmeringsredskaber, og ræsonnere formelt om software.
- Specialiseringen Robotteknologi (Robotics) sætter den studerende i stand til at konstruere software til styring af robotter, at konstruere mindre fysiske og mekaniske artefakter, sensorer og aktuatorer (ofte nødvendigt for den praktiske anvendelse af robotter), forstå og anvende avancerede teknikker i robotstyring og robotsoftware såsom evolutionære algoritmer, robotsværme, indbyrdes koordinering, modulære robotter, samtidig stedbestemmelse og kortlægning osv.
- Specialiseringen Software engineering (Software Engineering) sætter den studerende i stand til at konstruere software og integrere udvikling og drift (meget benyttet i cloudløsninger og webservices) under anvendelse af en række forskellige industrielt relevante metoder, arbejdsprocesser og værktøjer, såsom continuous software engineering, devops, open source, mv., og reflektere over disse under brug af relevante teorier og begreber.

I det **tværfaglige projekt** på tredje semester skal den studerende samarbejde med studerende fra andre kandidatuddannelser om løsning af en it-problemstilling og bidrage med de særlige forkundskaber og kompetencer, som en kandidatstuderende i datalogi kan tilføre projektet, for eksempel konstruktion af en softwareprototype eller udkast til et

systemdesign.
Det specialeforberedende **forskningsprojekt** på tredje semester skal sikre, at den studerende får det bedst mulige udbytte af det efterfølgende kandidatspeciale. I projektet skal den studerende derfor definere og afgrænse emnet for kandidatspecialet, finde en specialevejleder og en eventuel virksomhedspartner. Den studerende vil typisk udforske problemstillingen gennem et litteraturstudium, konstruktion af en softwareprototype, indsamling af data, afholdelse af interviews eller lignende. Der tilstræbes en synergi med den faglige specialisering, hvis anden del den studerende følger sideløbende. Det specialeforberedende projekt dokumenteres med en skriftlig rapport og en mundtlig eksamen.

Kandidatspecialet på fjerde semester skal sikre væsentlig progression i forhold til de forudgående faglige elementer og skal dokumentere, at den studerende selvstændigt, men under forskningsbaseret vejledning, kan beskrive og analysere en kompleks faglig problemstilling og foreslå, implementere og vurdere datalogiske løsninger til denne under anvendelse af videnskabelige teorier og metoder.

Begrundet forslag til taxameterindplacering

Da uddannelsen kernefaglighed hører under det naturvidenskabelige område, foreslår IT-Universitetet, at uddannelsen indplaceres på takst 3 i lighed med øvrige datalogiske uddannelser.

Forslag til censorkorps

Censorkorps for datalogi

Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil - Upload PDF-fil på max 30 sider. Der kan kun uploades én fil.

Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil.pdf

Kort redegørelse for det nationale og regionale behov for den nye uddannelse

Der er stor uopfyldt efterspørgsel efter højt kvalificerede it-medarbejdere såvel nationalt som regionalt. Se punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"* for citater fra analyser af disse forhold. Der er et åbenlyst behov for uddannelsen på det danske arbejdsmarked, idet den på mange måder ligner eksisterende datalogi- og softwareuddannelser. Se punktet *"Beskriv ligheder og forskelle til beslægtede uddannelser, herunder beskæftigelse og eventuel dimensionering"*, som ikke kan opfylde efterspørgslen efter datalogiske kandidater. Bachelor- og kandidatuddannelserne i datalogi og software engineering er således undtaget fra dobbeltuddannelsesbegrænsningen, jf. Uddannelses og Forskningsministeriets liste over bachelor og kandidatuddannelser der er undtaget dobbeltuddannelsesbegrænsningen i 2017 og 2018. *(Faktaark - Positivliste 2017/18)*.

Kort fortalt har rapporter fra brancheorganisationer kortlagt den aktuelle og fremtidige efterspørgsel fra erhvervslivet, sammenlignet den med det forventede udbud af kandidater fra universiteterne og fundet, at der aktuelt og i fremtiden er et stort underskud af kandidater. Dette er særlig udpræget hvad angår hovedstadsregionen. Meget lave arbejdsløshedstal for kandidater i datalogi støtter disse observationer. Punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"* nedenfor angiver konkrete tal, citater fra de omtalte rapporter, og detaljerede referencer.

Der er en række grunde til at den nye uddannelse er engelsksproget.
- For det første afløser den et spor på en allerede eksisterende engelsksproget kandidatuddannelse på IT-Universitetet.
- For det andet er arbejdssproget i it-virksomheder meget ofte engelsk, for eksempel for at lette samarbejdet med outsourcede teams i Indien, Polen, Ukraine og andre lande. Den offentlige sektor udgør en undtagelse, men dens behov for dansksproget arbejdskraft imødekommes af studerende fra vores dansksprogede bacheloruddannelse i softwareudvikling, som vil udgøre mindst halvdelen af kandidaterne fra den foreslåede uddannelse. Denne gruppe kandidater forbliver dansktalende, selv om de tager en engelsksproget kandidatuddannelse. Anvendeligheden af engelsksprogede medarbejdere understreges af følgende citat fra uddannelseslederens rapport over aftagerinterviews: *“The language of the programme has been thoroughly discussed in all interviews. Apart from DI Digital and Københavns Kommune Koncern IT, all employers have emphasised the fact that their working environment is in English and therefore they can hire anyone who can work in English. As a consequence, given that Denmark does not produce enough computer science graduates, it is extremely important that the programme is offered in English so that we can increase their number and, therefore, meet the industry demand.”* (Citatet er oversat til dansk i punktet *"Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?"*)
- For det tredje vil studerende fra den engelsksprogede bacheloruddannelse i Data Science på IT-Universitetet have retskrav på den foreslåede uddannelse, og det vil være juridisk uholdbart at bede ikke-dansksprogede studerende læse videre på en dansksproget uddannelse.
- For det fjerde har IT-Universitetets eksisterende engelsksprogede kandidatuddannelse i Software Development tiltrukket et betydeligt antal internationale (europæiske) studerende, som efter endt uddannelse arbejder i danske softwarevirksomheder, se [*] nedenfor.
- For det femte er der mangel på danske forskere i datalogi. De videnskabelige medarbejdere på IT-Universitetets institut for datalogi kommer pt. fra godt 15 forskellige lande, og vi vil fortsat være nødt til at rekruttere forskere og undervisere fra udlandet for at kunne levere forskningsbaseret uddannelse af høj kvalitet.
- For det sjette kan man henvise til IT-Branchens IT-Barometer 2017, der indeholder citater såsom *"3 ud af 4 [virksomheder] mener at udenlandsk arbejdskraft er vigtig"*, *"33% har allerede udenlandsk arbejdskraft og 20% forventer at få det"*. *(IT Branchen 2017)*.

Endelig udtaler brancheorganisationen DI direkte: *“Virksomhedernes efterspørgsel efter it-specialister kan langt fra*

dækkes af det antal studerende, der pt. uddannes fra IT-Universitetet. Hvis behovet skal dækkes, er det nødvendigt at tiltrække og fastholde flere talentfulde internationale studerende. DI bakker derfor op om IT-Universitetets ønske om at oprette og udbyde en engelsksproget kandidatuddannelse inden for datalogi med henblik på at øge rekrutteringen af studerende fra udlandet" (mail fra Underdirektør Charlotte Rønhof, DI, 17. august 2017).

[*] Statistisk evidens for at udenlandske kandidater bliver og arbejder i Danmark: IT-Universitetet har ved særkørsler i Danmarks Statistik fundet, at 2 år efter afsluttet kandidatuddannelse er 70-83% (afhængig af årgang) af udenlandske kandidater fortsat i Danmark. Se *"MSc in Software Development - dimittenders nationalitet og vandring"* i *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*. Sammenholdt med de seneste ledighedstal fra 2014, der for kandidater fra IT-Universitetets kandidatuddannelse i Software Development - Advanced Computing-sporet er under to procentpoint, viser det, at uddannelse af udenlandske studerende i meget høj grad kommer danske virksomheder til gode. For yderligere beskrivelse og dokumentation af ledighedstal se punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"*. Eftersom udlandet har båret udgifterne til de pågældendes opvækst, folkeskole, gymnasium og i de fleste tilfælde også bacheloruddannelse, udgør dette en betragtelig gevinst for den danske samfundsøkonomi og for statens finanser, jf. beregninger baseret på den samfundsøkonomiske model DREAM (2012).

Vi er opmærksomme på, at der i Danmark findes videregående uddannelser, der uddanner relativt mange udenlandske studerende, der efterfølgende ikke finder beskæftigelse i Danmark og ønsker at understrege, at det modsatte gælder for IT-Universitetets uddannelser i softwareudvikling.

Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender

Vi forventer, at der fra den nye datalogiuddannelse vil dimittere ca. 80 kandidater i 2020, stigende til ca. 140 kandidater i 2025. Sporet Advanced Computing på den eksisterende Software Development uddannelse, som afløses af den nye uddannelse, har dimitteret godt 60 kandidater hvert år i 2015, 2016 og 2017 og et lignende antal forventes også i 2018. Oprettelsen af den nye datalogiuddannelse i stedet for Advanced Computing-sporet forventes at lede til øget søgning og dermed flere kandidater, som forklaret i punktet *"Rekrutteringsgrundlag og videreuddannelsesmuligheder"* senere i denne ansøgning.

Som dokumenteret nedenfor er der betydelig efterspørgsel efter højtuddannede it-medarbejdere, dvs. dataloger, softwareingeniører og universitetsuddannede softwareudviklere på landsplan. De lave ledighedstal (se nedenfor) indikerer at denne efterspørgsel er særlig stor i hovedstadsområdet, som er IT-Universitetets naturlige opland. Hovedstadsområdet er hjemsted for de fleste af landets banker, forsikringsselskaber, teleselskaber, det offentliges it-leverandører (CSC, KMD, Netcompany, NNIT, IBM m.fl.), medicinalvirksomheder, mange deciderede it-eksportvirksomheder (fx Simcorp og Microsoft Development Center Copenhagen), et meget stort antal opstartsvirksomheder samt det meste af centraladministrationen. I resten af landet findes der naturligvis mange virksomheder med betydelige softwareaktiviteter (Danfoss, Grundfos, Vestas, Lego, Universal Robots i Odense m.fl.), der ansætter kandidater fra AAU, AU og SDU. Der er dog særligt i hovedstadsområdet en meget stor udækket efterspørgsel efter højtuddannede it-medarbejdere. De aftagervirksomheder, vi har talt med i forbindelse med udformning af uddannelsen er fra hovedstadsområdet, hvor IT-Universitetet og flertallet af landets større softwarevirksomheder er placeret. Se *"Hvilke aftagere har været inddraget i behovsundersøgelsen?"*

Brancheorganisationen DI ITEK (i dag kaldet DI Digital) udgav i 2015 rapporten *"ITEK-branchens behov for it- og elektronikkandidater i 2020"*, som analyserer tre scenarier for it-branchens efterspørgsel af it-uddannede. I det mest sandsynlige scenarie vil der være et udækket behov på 3000 it- og elektronikkandidater i år 2020 alene i denne branche, hvortil kommer efterspørgsel fra andre virksomheder og det offentlige, der er afhængig af software. Selv i et lavvækstscenarie vil der være væsentlig mangel på kandidater i 2020. Rapporten skriver blandt andet *"Trods det stigende antal kandidater fra universiteterne, som udklækkes de kommende år, vil det ikke kunne imødegå den hurtigere stigende efterspørgsel på it- og elektronikkandidater."* og *"Når virksomheder ikke kan rekruttere de it- og elektronikeksperter, de efterspørger, begrænser det deres muligheder for at konkurrere, skabe produktivitet og udvikle nye produkter og services. For samfundet betyder det tab af vækst og arbejdspladser"*. *(DI TEK 2015, s.5 og s.2)*.

En nyere rapport *"Virksomheders behov for digitale uddannelser"* udarbejdet af Højbjerre Brauer Schultz, Kubix og Alexandra Instituttet fra maj 2016 konkluderer: *"På trods af et stigende udbud af IKT-arbejdskraft viser grundscenariet, at der vil være et udækket efterspørgselspotentiale på 19.000 IKT-specialister i 2030"*. Og videre: *"Fremskrivningen viser et underudbud af IKT-arbejdskraft med lange videregående uddannelser på ca. 13.000. Dette på trods af, at der ventes en markant stigning i antallet af personer med lange videregående uddannelser frem mod 2030."* Det er først og fremmest konstruktionskompetencer, der efterspørges, dvs. netop den type kompetencer som kandidater i datalogi besidder. Se *(Højbjerre Brauer Schulz 2016, s.13)*.

IT-branchens IT-barometer 2017 konstaterer blandt andet, at *"2/3 [af de adspurgte virksomheder] ser mangel på kompetencer som største vækstbarriere"* og *"3 ud af 5 virksomheder måtte udskyde videreudvikling og innovation pga. manglen på kompetencer"*. Dermed menes mangel på kvalificerede folk at ansætte, idet IT-barometeret angiver, at *"Hver 3. virksomhed måtte helt opgive at besætte ledige it-stillinger"*, og at det er lange videregående uddannelser, der efterspørges: *"63% efterspørger folk med en lang videregående it-uddannelse, 56% en mellemlang og 25% en kort*

videregående it-uddannelse".

Rambøll Management har for IT-Universitetet udarbejdet en markedsundersøgelse om behovet for kandidater i datalogi. Baseret på en gennemgang af et antal eksisterende behovsanalyser konkluderer Rambøll-rapport blandt andet, at *"behovet for højtuddannede kandidater med Computer Science-kompetencer er større end det aktuelle uddannelsesomfang"*, og at *"Danmarks globale konkurrencedygtighed inden for en række brancher er [...] afhængig af, at der skabes højtuddannede it-kompetencer til virksomhederne"*. Se bilag *"Markedsundersøgelse for MSc i Computer Science"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

Digitalt Vækstpanel anbefaler i rapporten *"Danmark som digital frontløber"* fra maj 2017 den danske regering at sikre *"Øget optag på digitale og tekniske uddannelser (STEM-uddannelser)"* og skriver videre *"Der er stor efterspørgsel efter IT-specialister og personer med såkaldt STEM-kompetencer (Beskæftigelsesministeriets arbejdsmarkedsbalance (januar 2017)), og denne efterspørgsel forventes at stige frem mod 2025 i takt med den digitale omstilling. (Cedefop (Europæisk Center for udvikling af Erhvervsfaglig træning) (Skills forecast, 2015)"*. Om behovet skriver Digitalt Vækstpanel: *"Frem mod 2030 vil behovet vokse yderligere, og i 2030 estimeres det, at der vil mangle 19.000 IT-specialister"*. *(Digitalt Vækstpanel 2017, s.26 + 22)*.

Yderligere dokumenterer de nyeste meget lave ledighedstal for beslægtede eksisterende uddannelser på IT-Universitetet og øvrige danske universiteter, at der er et udækket behov for kandidater i datalogi.
På IT-Universitetet er den samlede ledighed for de to spor på Software Development kandidatuddannelsen i følge UFM's tal faldet med 2,0% fra 2013 til 2014. Da ledigheden for Advanced Computing sporet, der skal blive til den kommende datalogiuddannelse, i 2013 kun var på kun 2,8%, forventer vi en meget lav ledighed for den kommende datalogiuddannelse. (UFM's opgørelse af ledighed dækker gennemsnittet af 4.-7. kvartal efter uddannelsens fuldførelse. Dette tal, kaldet Kv4-7, dækker populært sagt årsledighedsgraden i år 2 efter at uddannelsen er afsluttet. IT-Universitetet beregner selv tallet for de to spor på den eksisterende kandidatuddannelse i Software Development efter samme metode som UFM, men har endnu ikke specifikke tal tilgængelig for Advanced Computing sporet for 2014).

For alle kandidater i datalogi fra de øvrige danske universiteter viser de nyeste tilgængelige UFM ledighedstal fra 2014 en ledighed i 4-7 kvartal på 3,2% nationalt. De to beslægtede kandidatuddannelser på Danmarks Tekniske Universitet i hhv. Elektronik og IT og IT-informatik har tilsvarende en lav ledighed på 2,7% og 2,5%.

Hvis man kigger på regionale tal fra beslægtede uddannelser på Danmarks Tekniske Universitet, Københavns Universitet og IT-Universitetet er der tale om et markant fald i ledighed fra 2013-2014 på mellem to og fire procentpoint.
Danmarks Tekniske Universitets uddannelser i Elektronik og IT og IT-informatik har i 2014 en ledighed på hhv. 2,7% og 2,5% og Datalogi på Københavns Universitet har en ledighed på 1,2% (på Københavns Universitet har kun lægeuddannelsen lavere ledighed). Sammenholdt med den lave ledighed for IT-Universitetets egen uddannelse i Software Development - Advanced Computing-sporet fremgår det klart, at der i hovedstadsregionen er mangel på kandidater, da ledighedstal på 1-2% er at opfatte som fuld beskæftigelse. Se i øvrigt flere ledighedstal i bilag *"Ledighedstal for beslægtede uddannelser"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

IT-Universitetet er opmærksom på, at den vækst i antal dimittender, der ligger i planerne for den foreslåede kandidatuddannelse, kun er et skridt i retningen af at løse det samlede nationale behov.

Hvilke aftagere har været inddraget i behovsundersøgelsen?

Aftagersynspunkter har været afgørende både for beslutningen om i det hele taget at foreslå den nye uddannelse og efterfølgende i at tilpasse og forbedre den foreslåede uddannelses opbygning. Punktet *"Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?"* nedenfor redegør i detaljer for, hvordan dette er foregået, og hvilke ændringer aftagernes kommentarer har affødt.
Nærværende punkt beskriver blot, hvilke aftagere der har været inddraget. Se i øvrigt bilag *"Aftagerinvolvering i forbindelse med oprettelsen af kandidatuddannelsen i Computer Science"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

I efteråret 2015 evaluerede et eksternt ekspertpanel den eksisterende kandidatuddannelse Software Development og foreslog en opsplitning af kandidatuddannelsen i to selvstændige kandidatuddannelser. Ekspertpanelet havde fem medlemmer, heraf to fra virksomheder, der beskæftiger softwarekandidater, nemlig Lars Langer, Manager, fra Netcompany A/S, og Karsten Stanek, Director, Head of Post-Trade systems, fra Saxo Bank.

I løbet af 2016 har IT-Universitetets aftagerpanel for softwareuddannelserne ligeledes anbefalet en opsplitning af den eksisterende kandidatuddannelse. Aftagerpanelet har 14 medlemmer fra førende softwarevirksomheder, konsulenthuse, finansvirksomheder, mv:
- Kristine Stenhuus (formand), Vice President, Microsoft Applications & Technology, NNIT
- Casper Hovard, Senior Engagement Manager, Saphira Consulting A/S
- Lars Nørgaard, Director, Head of Microsoft Solutions at NNIT, NNIT
- Michael Nielsen, selvstændig
- Jesper Hollisch Poulsen, Development Manager, Danske Bank
- Niels Hallenberg, Vice President, Technical Foundation, Simcorp
- Jacob Strange, Partner, Nine A/S
- Morten Zohnesen, Managing Architect, Netcompany
- Karsten Stanek Pedersen, Director, Saxo Bank
- Anders Hal Werner, CTO, Partner, Peytz & Co.
- Christian Bjerre Nielsen, Head of Development, Schilling A/S
- Thomas Hartmann, Leder af IT udvikling, ATP
- Christian Østergaard, Afdelingsleder, Formpipe Software A/S
- Henrik Hasselbalch, Country Manager, Global Business Services, IBM

På mødet den 9. maj 2017 har IT-Universitetets aftagerpanel for softwareuddannelserne (se medlemsliste ovenfor) kommenteret forslag til den nye kandidatuddannelse i datalogi. For konklusionerne fra mødet, se punktet *"Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?"*

I en række samtaler afholdt i perioden 27. april til 11. maj 2017 har en række relevante erhvervspersoner, der ikke er medlemmer af ovennævnte aftagerpanel, kommenteret forslaget til kandidatuddannelsen i datalogi:

- 27. april: Netcompany: Rasmus Hagemann, Manager
- 1. maj: IBM: Anders Larsen, Managing Consultant – Talent & Change, Business Analytics & Strategy; Kasper Bach, Head of Recruitment, IBM CIC Denmark; Jakob Schuldt-Jensen, Nordic IT-Architect; Gert H.N. Lauersen, Senior Management Consultant: Project & Change Management; Urs Schnuppi, Business Development Executive; Søren Bøhne, Advanced Analytics and Optimization Senior Consultant; Natascha Wang Hansen, University Relations, Ambassador IT

University
- 1. maj: Microsoft: Peter Christensen, Development Manager
- 5. maj: Danske Bank: Niels-Kristian Gleerup, Project Manager in Danske Bank IT, Head of Graduate Programme, including University collaborations; Søren Rode Andreasen Development Director / First Vice President Core Bank.
- 5. maj: Københavns Kommune Koncern IT: Morten Winther, IT Arkitektur
- 9. maj: DI Digital: Henrik Valentin Jensen, Senior Adviser
- 11. maj: NNIT: Thomas Saks, Manager of the Software team of developers and architects in team; Camilla Agerschou: Junior Program Recruitment partner.

Nogle af de ovenstående kommer fra virksomheder, der også er repræsenteret i aftagerpanelet, men de pågældende er specifikt valgt, fordi de beskæftiger sig med rekruttering, graduate programmer mv. og dermed har konkret og ajourført viden om virksomhedens behov for højt kvalificerede medarbejdere.
Disse samtaler resulterede i væsentlige tilpasninger i uddannelsens opbygning, især for så vidt angår specialiseringer, som beskrevet i punktet *"Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?"* nedenfor.

Den 17. august 2017 er det endelige reviderede Programme Design udkast for kandidatuddannelsen blevet sendt til den samme kreds af erhvervspersoner, der blev interviewet i april-maj. Se bilag *"Programme Design, august 2017"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

Hvordan er det konkret sikret, at den nye uddannelse matcher det påviste behov?

Tilskyndelsen til at oprette en kandidatuddannelse i datalogi (Computer Science) til afløsning for Advanced Computing Track på den eksisterende kandidatuddannelse Software Development kommer i høj grad fra aftagere og aftagerorganisationer.

For det første gennemførte IT-Universitetet i 2015 en evaluering af den eksisterende kandidatuddannelse Software Development. I evalueringspanelet sad fem medlemmer, hvoraf to var fra virksomheder, der beskæftiger softwarekandidater. En af anbefalingerne fra evalueringen var en opsplitning af kandidatuddannelsen i to selvstændige kandidatuddannelser, således at Advanced Computing Track ville blive til en kandidatuddannelse i Computer Science (datalogi). Evalueringspanelet fandt, at opsplitningen ville gøre det lettere at målrette markedsføringen af datalogiuddannelsen og kandidaternes kompetencer til det specifikke arbejdsmarked. Panelmedlemmerne fra aftagervirksomheder var Lars Langer, Manager, fra Netcompany A/S, og Karsten Stanek, Director, Head of Post-Trade systems, fra Saxo Bank. Se bilag *"Uddrag af referater"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

For det andet har IT-Universitetets aftagerpanel for softwareuddannelserne gennem de sidste par år ligeledes anbefalet en opsplitning af uddannelsen, så dens to spor kan få hver sin klare profil af hensyn til såvel arbejdsgivere som de studerende. Det pågældende panel har 14 medlemmer fra førende softwarevirksomheder, konsulenthuse, finansvirksomheder osv., herunder KMD, NNIT, Danske Bank, Simcorp, Netcompany, Saxobank, ATP og IBM. Formand for aftagerpanelet 2015-2017 Kristine Stenhuus, Vice President, Microsoft Applications & Technology, NNIT udtaler: *"For at sikre en tydelig kommunikation af kandidaternes kompetencer til aftagerne anbefalede Aftagerpanelet for kandidatuddannelsen i Software Development i 2015 IT-Universitetet at splitte uddannelsens to spor op i to selvstændige uddannelser. Panelet anerkender at IT-Universitetet har fulgt panelets anbefaling og støtter IT-Universitetets beslutning, om at ansøge om at oprette en kandidatuddannelse i Computer Science."* En liste over aftagerpanelets medlemmer findes også i bilag *"Aftagerinvolvering i forbindelse med oprettelse af kandidatuddannelse i Computer Science"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

IT-Universitetet er enig med anbefalingerne fra evalueringspanelet og aftagerpanelet og har derfor iværksat udviklingen af en ny kandidatuddannelse i datalogi. Efterfølgende har vi præsenteret planerne for den nye uddannelse såvel for ovennævnte aftagerpanel som for en række erhvervspersoner, der ikke er medlem af vores aftagerpaneler, og som først og fremmest har ansvar inden for rekruttering af softwarespecialister.

På møde den 9. maj 2017 i aftagerpanelet for softwareuddannelsernes gennemførtes en høring vedrørende uddannelsens design. Høringen omfattede planer og struktur for kandidatuddannelsen i datalogi og Design-sporet af kandidatuddannelsen i Software Development. De to uddannelser bliver resultatet af opsplitningen af kandidatuddannelsen i softwareudvikling, og det var derfor væsentligt, at høringen omfattede begge. Høringen havde følgende fokuspunkter:
- Uddannelsens overordnede struktur
- De obligatoriske kursers omfang og overordnede indhold
- Strukturen for specialiseringer- Uddannelsens ansøgermålgruppe
- Jobprofil og employment ticket

For materiale til panelet og andre aftagere se bilag *"Programme Design, august 2017"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*. Programme Design-dokumentet er blevet brugt i hele udviklingsprocessen af uddannelsen og findes derfor i flere versioner. Den uploadede version er fra august 2017 og er derfor en version, der netop afspejler input fra aftagerside i udviklingen af uddannelsen. Se “Konklusion af samtalerne” nedenfor under

nærværende punkt.

Aftagerpanelet var positive over for strukturen og indholdet på den nye uddannelse og mener, den understøtter arbejdsmarkedets behov for højtuddannede kandidater med stærke tekniske kompetencer inden for konstruktion af it-systemer. Aftagerpanelets kommentarer ledte ikke til væsentlige ændringer i forslagene.

Desuden er planerne for kandidatuddannelsen i datalogi (Computer Science) blevet præsenteret for udvalgte virksomheder og organisationer, som ikke er medlem af aftagerpanelerne, men som er repræsentative for primære aftagere af kandidater fra en MSc in Computer Science.

Efterfølgende gennemførtes i perioden 27. april til 11. maj 2017 samtaler med disse. Fra IT-Universitetet deltog lektor Marco Carbone og uddannelseskoordinatorerne Allette Bjørn Bundgaard og Mette Holm Smith.
Aftagerne udvalgtes med henblik på at dække markedet for de kommende kandidater så bredt som muligt. Således deltog både offentlige og private virksomheder. Dansk Industri (DI) repræsenterede de mindre danske virksomheder. Nogle af virksomhederne har meget systemudvikling in-house og andre indkøber og indarbejder systemer til brug i virksomheden. En del af de involverede aftagere driver konsulentvirksomhed og andre har anden form for kundekontakt. For den offentlige virksomheds vedkommende er brugerne koncernens ansatte i både front- og backend og borgere, der benytter de kommunale websites og digitale løsninger.
IT-Universitetet bad eksplicit om at møde repræsentanter, der er involveret i de pågældende virksomheders graduate programs og rekruttering, og derfor kan give værdifulde input til, hvad de efterspørger, når de ansætter nyuddannede kandidater. Møderne med disse yderligere aftagerrepræsentanter blev holdt efter denne plan:

- 27. april: Netcompany: Rasmus Hagemann, Manager
- 1. maj: IBM: Anders Larsen, Managing Consultant – Talent & Change, Business Analytics & Strategy; Kasper Bach, Head of Recruitment, IBM CIC Denmark; Jakob Schuldt-Jensen, Nordic IT-Architect; Gert H.N. Lauersen, Senior Management Consultant: Project & Change Management; Urs Schnuppi, Business Development Executive; Søren Bøhne, Advanced Analytics and Optimization Senior Consultant; Natascha Wang Hansen, University Relations, Ambassador IT University
- 1. maj: Microsoft: Peter Christensen, Development Manager
- 5. maj: Danske Bank: Niels-Kristian Gleerup, Project Manager in Danske Bank IT, Head of Graduate Programme, including University collaborations; Søren Rode Andreasen Development Director / First Vice President Core Bank.
- 5. maj: Københavns Kommune Koncern IT: Morten Winther, IT Arkitektur
- 9. maj: DI Digital: Henrik Valentin Jensen, Senior Adviser
- 11. maj: NNIT: Thomas Saks, Manager of the Software team of developers and architects in team; Camilla Agerschou: Junior Program Recruitment partner.

Inden møderne fik deltagerne tilsendt en beskrivelse af uddannelsens overordnede struktur (Se beskrivelse og henvisning til Programme Design ovenfor) samt en række spørgsmål (gengivet nedenfor). Møderne blev indledt med at linjeleder Marco Carbone gennemgik planerne med vægt på de samme fem punkter som forelagt det permanente aftagerpanel (se ovenfor).Efterfølgende blev forslaget drøftet med udgangspunkt i de tilsendte spørgsmål. Der blev taget referat af møderne. Herunder følger linjeleder Marco Carbones opsummering af disse samtaler med de ovennævnte virksomhedsrepræsentanter, inklusive en beskrivelse af hvordan aftagerkommentarer har påvirket designet af uddannelsen. Se også bilag *"Beskrivelse samt analyse af aftagerinterviews"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"*.

Samtalerne tog udgangspunkt i første udkast til uddannelsen, som afveg fra det nuværende udkast på følgende måder: (i) de fire obligatoriske kurser lå på første og andet semester, hvor de nu alle ligger på første semester; (ii) der var kun tre, ret brede, specialiseringsområder, hvor der nu er otte mere fokuserede specialiseringer; (iii) specialiseringskurserne havde ikke definerede forudsætningskurser, hvad de har nu. Samlet set mener vi, det nuværende forslag er klarere struktureret og har bedre progression end det, der blev præsenteret for aftagerne.

Sammen med udkast til uddannelsen sendte vi følgende spørgsmål:
- Uddannelsens opbygning: Hvad mener De om uddannelsens opbygning; hvad er særlig godt; hvad mangler?
- Specialiseringer: Hvad mener De om specialiseringerne; hvilke specialiseringer er relevante for beskæftigelse i Deres virksomhed; har De forslag til andre specialiseringer?
- Jobprofiler: Hvilke jobprofiler i Deres virksomhed vil kunne drage nytte af sådan en kandidat; ville De ansætte en kandidat med denne uddannelse; hvorfor?
- Uddannelsens sprog: Hvor relevant er det for Dem at uddannelsen er på engelsk; hvorfor?

Konklusionen af samtalerne er som følger:

Angående uddannelsens opbygning:
Alle aftagere reagerede positivt på uddannelsens overordnede opbygning. Denne involverer fire obligatoriske studieaktiviteter på første semester kaldet Algorithm Design (algoritmedesign), Practical Concurrent and Parallel Programming (parallelprogrammering), Advanced Programming (funktionsprogrammering) og Security (it-sikkerhed), og to obligatoriske studieaktiviteter på tredje semester kaldet Interdisciplinary Project (tværfagligt projekt) og Research Project (specialeforberedende projekt). Især var alle begejstrede for Interdisciplinary Project, hvor studerende lærer at samarbejde i et heterogent miljø, med studerende fra andre uddannelsesbaggrunde. *"Interdisciplinary courses are good. Most new graduates lack the understanding and ability to work in an interdisciplinary setup."* (NetCompany). *"The interdisciplinary course is a very good idea."* (Danske Bank). Det eneste obligatoriske kursus der ikke var enstemmig opbakning til var Security. *"Why is Security taking up 25% of the space for mandatory courses? Other areas are also important to cover."* (Microsoft). Arbejdsgruppen bag forslaget til den nye uddannelse er dog helt overbevist om, at it-sikkerhed er et vigtigt aspekt af it-systemer, og at enhver kandidat skal have en vis basisviden inden for dette område, så vi fastholder et obligatorisk kursus i it-sikkerhed. Uddannelsen omfatter desuden en hel specialisering i it-sikkerhed (se nedenfor). Hvad angår områder af datalogi, som ikke er dækket af den foreslåede uddannelses kerneelementer, pegede mange aftagere på fraværet af et kursus i Machine Learning (maskinlæring, kunstig intelligens). Arbejdsgruppen bag forslaget til uddannelsen har overvejet dette og vurderet, at emnet ikke er centralt nok til et obligatorisk kursus, fordi det kræver en stærk matematisk baggrund (lineær algebra, matematisk analyse, sandsynlighedsteori mv), som ikke nødvendigvis er indeholdt i de studerendes bachelorgrad. I stedet foreslår vi en fuld specialisering i Machine Learning, hvor de nødvendige matematiske forudsætningskurser kan indbygges. Et andet emne, der ifølge nogle aftagere, mangler i forslaget, er et kursus i softwareudviklingsfærdigheder, såsom softwareintegration og software engineering (agile, scrum, devops). Vi forudsætter imidlertid, at de studerende besidder grundlæggende kundskaber og færdigheder inden for disse områder fra deres bacheloruddannelse; det er en forudsætning for optag på kandidatuddannelsen. De studerende vil videreudvikle disse færdigheder i det interdisciplinære projekt og, for dem der vælger den, i specialiseringen i Software Engineering.

Angående specialiseringer:
Som beskrevet ovenfor blev aftagerne forelagt et første udkast, i hvilket hver studerende skulle vælge tre kurser fra en liste af specialiseringskurser, og der var kun tre (brede) specialiseringer. Mange aftagere påpegede, at denne struktur ikke ville

sikre tilstrækkelig dybde i en specialisering, selv om formålet var fordybelse i et datalogisk fagområde. I tilgift var der mange introducerende kurser i en række forskellige emner. *"Structurewise 15 ECTS courses allow the students to go deeper. Many of the 7,5 ECTS courses might be too introductory and not be able to go deep. You have to ensure that they can go into the depth and still be able to choose different courses."* (Netcompany). Arbejdsgruppen har som konsekvens af denne feedback og andre overvejelser i det endelige uddannelsesforslag (se punktet *Uddannelsens struktur og konstituerende faglige elementer*) fundamentalt ændret specialiseringsstrukturen. En specialisering består nu af to kurser: et 7,5 ects grundlæggende kursus eller forudsætningskursus på andet semester samt et 15 ects videregående kursus på tredje semester. Vi har desuden besluttet indledningsvis at tilbyde otte specialiseringer: Algoritmer, Dataanalyse, Datahåndtering, It-sikkerhed, Maskinlæring, Programmeringssprog, Robotteknologi og Software engineering.

Angående jobprofiler:
Alle aftagere understregede, at der er en enorm efterspørgsel efter datalogikandidater i Danmark, og at der desværre fortsat ikke er nok kandidater til at imødekomme behovet.

Angående uddannelsens sprog:
Uddannelsens sprog (engelsk) blev diskuteret indgående i alle samtalerne. Bortset fra DI Digital og Københavns Kommune Koncern IT understregede alle aftagere, at deres arbejdssprog er engelsk, og at de derfor kan ansætte enhver, der kan arbejde på engelsk. Eftersom Danmark ikke uddanner tilstrækkelig mange datalogikandidater, er det afgørende, at uddannelsen udbydes på engelsk, så virksomhederne kan rekruttere studerende fra udlandet og dermed øge antallet af kandidater og bedre imødekomme industriens behov. Se i øvrigt punktet Kort redegørelse for behovet for den nye uddannelse.

Konklusion:
Samlet set har aftagerhøringerne været særdeles værdifulde og ført til en række væsentlige justeringer i uddannelsesforslaget, og overbevist os om, at der er overensstemmelse mellem uddannelsens indhold og aftagernes behov. Dette bekræftes af responsen på en supplerende høring over det endelige uddannelsesdesign. For eksempel svarer softwarevirksomheden NNIT *"Vi har læst det opdaterede materiale og vurderer, at det styrker [...] uddannelsen i Computer Science, bl.a. ved ændrede specialiseringskurser med væsentlig fokus på områder, som vi finder yderst relevante."*(Mail 25. august 2017.)

Beskriv ligheder og forskelle til beslægtede uddannelser, herunder beskæftigelse og eventual dimensionering.

Den nye uddannelse afløser Advanced Computing Track på IT-Universitetets eksisterende kandidatuddannelse i Software Development og er en videreudvikling af denne. Den nye uddannelse ligner kandidatuddannelserne i datalogi på Københavns Universitet, Roskilde Universitet, Syddansk Universitet, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet, uddannelser i computer science på amerikanske universiteter, og beslægtede uddannelser i software engineering på Danmarks Tekniske Universitet, Syddansk Universitet og Aalborg Universitet.

Alle kandidatuddannelserne i datalogi, inklusive den her ansøgte, bygger på kernekompetencer erhvervet i en forudgående bacheloruddannelse: diskret matematik, logik, programmering, softwaretest, klassiske algoritmer og datastrukturer, brugergrænseflader, grundlæggende software engineering, konstruktion af oversættere for programmeringssprog, maskinnær programmering mv, beskrevet i punktet *"Hvilke adgangskrav gælder til uddannelsen?"* Oven på bacheloruddannelsernes kernekompetencer bygger kandidatuddannelserne så en række centrale datalogiske fag (fx algoritmedesign, it-sikkerhed, parallelprogrammering, avancerede programmeringsteknikker som i den ansøgte uddannelse). Endvidere tilbyder uddannelserne specialiserede fag og forskningsemner såsom billedanalyse, machine learning, programanalyse, videregående software engineering osv. Udvalget af specialiserede fag og forskningsemner samt vægtningen af de centrale fag afspejler de enkelte datalogiinstitutters forskningsmæssige fokus og historiske forhold.

Den ansøgte nye uddannelse falder således inden for spektret af eksisterende danske og udenlandske datalogiske uddannelser. Dels har vi gennemgået de øvrige danske kandidatuddannelser i datalogi, og dels kender mange af vores videnskabelige medarbejdere dem indgående, fordi de selv har studeret på dem, fungerer som censorer på dem eller samarbejder om forskning og uddannelse med de relevante undervisere og institutter. Andre af vores videnskabelige medarbejdere er uddannet på førende universiteter i udlandet og har derfor et indgående kendskab til disses datalogiske uddannelser.

En rapport udarbejdet af Rambøll Management sammenligner den foreslåede nye uddannelse med eksisterende kandidatuddannelser i datalogi og konkluderer blandt andet *"Uddannelserne adskiller sig således betydeligt i deres overordnede sammensætning samt i de kandidater, de uddanner. Det vil således kun være delelementer i de uddannedes profiler, der overlapper med ITU's nye uddannelse i Computer Science. Videre vil ITU's MSc i Computer Science uddanne kandidater med meget specifikke kompetencer på et højt fagligt niveau."* Se bilag *"Markedsundersøgelse for MSc i Computer Science"* i upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"* for flere oplysninger og uddybning.

Den foreslåede nye uddannelse på IT-Universitetet vil være strammere struktureret end de fleste andre, idet første semester består af obligatoriske kurser inden for datalogiske kerneområder, andet semester består af en række valgfag inden for hvilke den enkelte studerende finder sin datalogiske specialisering, og tredje semester består af et stort specialiseringskursus, et tværfagligt projekt på tværs af kandidatuddannelse og et specialeforberedende forskningsprojekt. Fjerde semester bruges til specialeprojektet. Denne struktur giver uddannelsen en klar profil, og rummer samtidig en række specialiseringer der svarer til forskellige behov hos forskellige aftagere.

Den nye uddannelse vil have en række specialiseringer, der alle sigter både på erhvervsmæssig anvendelse og forskningsmæssige aspekter. Formålet med specialiseringerne er at sikre, at den studerende udover at erhverve datalogisk bredde også tidligt nok fordyber sig inden for et fagligt emne, som kan danne grundlag for specialeprojektet. Der oprettes nye specialiseringer inden for områder såsom datavidenskab (data science, big data), og it-sikkerhed (information security), der efterspørges af aftagerne.

Beskæftigelsesudsigterne for kandidater i datalogi fra såvel den foreslåede nye uddannelse som de eksisterende datalogiuddannelser er fremragende. Der er betydelig mangel på højtuddannede specialister inden for it-området, hvilket udgør et samfundsmæssigt problem (dårlig udnyttelse af it i det offentlige, virksomheder kan ikke vokse pga. vanskeligheder med rekruttering), og denne mangel ser blot ud til at blive værre med tiden. Den nye uddannelse bidrager til at løse dette samfundsmæssige problem. Se også ansøgningens upload *"Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil"* og punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"*.

Ledighedstallene for kandidater i datalogi er ekstremt lave som beskrevet i punktet *"Underbygget skøn over det nationale og regionale behov for dimittender"*. Fx. havde kandidater i datalogi fra Københavns Universitet i 2014 en ledighed på 1,2% og på landsplan var ledigheden for datalogikandidater samlet 3,2%.
Endvidere fremgår det af UFM's liste, at både bachelor- og kandidatuddannelser i datalogi er undtaget dobbeltuddannelsesbegrænsningen, hvilket kun gælder uddannelser, hvor manglen på kandidater er stor. Se *(Faktaark – Positivliste 2017/18)*.

Kandidater i datalogi, der er interesserede i forskning, kan fortsætte i phd-studier (ligesom nogle kandidater fra den eksisterende cand. it. i Software Development gør). Langt de fleste tager dog arbejde i it-industrien eller i virksomheder, der i væsentlig grad anvender it.

Rekrutteringsgrundlag og videreuddannelsesmuligheder

Den nye uddannelse afløser sporet Advanced Computing Track på IT-Universitetets eksisterende kandidatuddannelse i Software Development. Den eksisterende uddannelses rekrutteringsgrundlag har historisk bestået af (a) bachelorer fra IT-Universitetets BSc Softwareudvikling (dansksproget uddannelse), (b) internationale studerende, (c) et mindre antal datalogibachelorer fra andre universiteter og fra professionshøjskoler.

I de tre år 2014-2016 har rekrutteringsgrundlaget for sporet Advanced Computing på kandidatuddannelsen i Software Development bestået af 180, 224 og 233 ansøgere. Af disse blev 61, 72 og 71 optaget, regnet pr 1/10 efter tidligt frafald. Over de samme tre år kom 14 % af ansøgerne og 34 % af de optagne fra IT-Universitetets egne bacheloruddannelser, dvs gruppe (a), mens 86 % af ansøgerne og 66 % af de optagne kom fra gruppe (b) og (c).

Vi forventer, at den nye uddannelse vil rekruttere fra de samme grupper studerende som det eksisterende Advanced Computing-spor på kandidatuddannelsen Software Development, idet dette spor lukkes. Gruppe (a) fra IT-Universitetet selv vil dog vokse på grund af det allerede igangsatte øgede optag (fra 90 til 140) på IT-Universitetets bacheloruddannelse i Softwareudvikling, hvis studerende har retskrav til den nuværende og kommende kandidatuddannelse. Der vil endvidere komme en ny gruppe (d) fra IT-Universitetets nyoprettede bacheloruddannelse i Data Science, der starter i 2017 med optag på 50 studerende, voksende til 100 i 2020. Vi forventer desuden en beskeden vækst i gruppen (b) fra udlandet og gruppen (c) fra andre danske institutioner, men ikke i et omfang der påvirker rekrutteringsgrundlaget for andre kandidatuddannelser i datalogi og lignende fag, da den primære vækst vil komme fra IT-Universitetets egne bacheloruddannelser, gruppe (a) og (d), der samlet set vil vokse fra 90 til 240 over de næste tre år.

Forventet optag på de første 3 år af uddannelsen

For årene 2018, 2019 og 2020 forventes et optag på 98, 126 og 150 studerende på den nye uddannelse (efter tidligt frafald).

Allerede 2018-optaget repræsenterer en vækst i forhold til det eksisterende Advanced Computing Track på MSc Software Development, som i årene 2015, 2016, 2017 har optaget 72, 71, 79 studerende. Tallet for 2017 er et budgettal, der ser ud til at holde, ikke mindst pga. vækst i optaget på BSc Softwareudvikling fra 2013 til 2014. Fra 2018 venter vi en gradvis øget overgangsfrekvens fra BSc Softwareudvikling til den nye, skarpere profilerede uddannelse.

Den forventede vækst fra 2018 til 2019 skyldes helt overvejende væksten i antallet af færdige bachelorer i Softwareudvikling (hvor optaget blev øget fra 90 til 140 fra 2015 til 2016).

Væksten fra 2019 til 2020 skyldes helt overvejende fremkomsten af den første årgang bachelorer i Data Science (oprettet 2017 med et optag på 50, med 391 ansøgere, heraf havde 138 angivet uddannelsen som førsteprioritet). Desuden forventes en mindre vækst i eksterne ansøgere.

Som vist ovenfor afspejler optaget på den eksisterende MSc Software Development - Advanced Computing Track i 2015-2017 allerede en vis vækst. Vi mener, at dette, sammen med den beskrevne igangsatte vækst i antallet af bachelorstuderende med retskrav, gør det realistisk at nå de forventede fremtidige optagelsestal.

Hvis relevant: forventede praktikaftaler

Øvrige bemærkninger til ansøgningen

Som tidligere anført er den nye cand.scient. uddannelse i Computer Science (Datalogi) en videreudvikling af sporet Advanced Computing Track på IT-Universitetets eksisterende kandidatuddannelse cand.it. i Software Development. Med denne videreudvikling ønsker vi, at give kandidatuddannelsen en skarpere profil og gøre den mere sammenlignelig med Danmarks øvrige kandidatuddannelser i datalogi, der alle er cand.scient. uddannelser.

Denne skarpere profilering er anbefalet af IT-Universitetets aftagerpanel, og vi mener, at den sammen med indholdet af den nyudviklede uddannelse vil gøre det nemmere at tiltrække flere studerende og dermed opfylde en væsentlig samfundsmæssig opgave: at levere højtuddannet teknisk specialiseret it-arbejdskraft til danske virksomheder og den offentlige sektor.

IT-Universitetets Institut for Datalogi vil have ansvaret for at levere undervisere til den foreslåede nye uddannelse. Instituttet har 31 professorer, lektorer og adjunkter, 11 postdocs og 21 ph.d.-studerende, repræsenterende ca. 15 forskellige nationaliteter og datalogiske ph.d.-grader fra en række forskellige danske og udenlandske universiteter. Instituttet forventer at øge antallet af medarbejdere væsentligt de kommende år. Instituttet har forskningssamarbejde med mange universiteter og virksomheder i Danmark og udlandet. Instituttet er p.t. ansvarlig for bacheloruddannelsen i Softwareudvikling (dansksproget), bacheloruddannelsen i Data Science (engelsksproget), kandidatuddannelsen i Software Development (engelsksproget) og masteruddannelsen i Software Engineering (dansksproget), og bidrager desuden til IT-Universitetets øvrige uddannelser. Se *(Computer Science Department)*.

IT-Universitets rektor har den 14. juli 2017 skriftligt orienteret de øvrige universiteter med datalogiuddannelser (AAU, AU, KU, RUC, SDU) om den planlagte nye uddannelse. Af disse har p.t. kun rektorerne for AAU og RUC svaret. De byder planerne om den nye uddannelse velkommen.

Hermed erklæres, at ansøgning om prækvalifikation er godkendt af institutionens rektor

Ja

Status på ansøgningen

Godkendt

Ansøgningsrunde

2017-2

Afgørelsesbilag - Upload PDF-fil

A7 - Godkendelse af ny uddannelse - KA i datalogi - ITU.pdf

Samlet godkendelsesbrev - Upload PDF-fil

Orientering til ITU - Godkendelse af ny uddannelse - KA i datalogi.pdf

IT-UNIVERSITETET I KØBENHAVN



KANDIDATUDDANNELSE I DATALOGI
PRÆKVALIFIKATIONSANSØGNING

2. oktober 2017

Indhold

Indledning 3

The academic profile and objectives for the programme 4

Programme Design, august 2017 5

Aftagerinvolvering samt beskrivelse og analyse af aftagerinterviews 14

Uddrag af referater 19

Ledighedstal for beslægtede uddannelser 23

MSc in Software Development - dimittenders nationalitet og vandring 24

Markedsundersøgelse for Computer Science 27

Relevante sider: side 18-41 (1-13 i selve rapporten uden bilag) 29

Referencer 56

Ansøgning om prækvalifikation af ny uddannelse

IT-Universitetet i København fremsender hermed ansøgning om oprettelse af ny kandidatuddannelse i datalogi.

Dette dokument indeholder:

1. Yderligere dokumentation for behov og relevans for kandidatuddannelsen
2. Andre bilag, der ikke kunne uploades i den digitale ansøgning.

1. Yderligere dokumentation for behov og relevans for kandidatuddannelsen

IT-Universitetet har gennem en række forskellige undersøgelser afdækket behovet for og relevansen af uddannelsen samt i udviklingen af uddannelsen inddraget en række relevante aftagere og organisationer – offentlige såvel som private. Se også yderligere beskrivelse i den digitale ansøgning under *Kort redegørelse for behovet for den nye uddannelse.*

- **Markedsundersøgelse for MSc i Computer Science**
  I foråret 2017 gennemførte Rambøll Management for IT-Universitetet en markedsundersøgelse, der i to dele kortlagde 1. Eksisterende kandidatuddannelser inden for Computer Science i Danmark. 2. Afdækkede behovet gennem relevante danske og internationale eksisterende rapporter om behov for Computer Science. (Relevante sider 1-13)
- **Ledighedstal for beslægtede uddannelser**
- **MSc in Software Development - dimittenders nationalitet og vandring**
  Analyse af internationale dimittender fra den nuværende MSc in Software Development - Advanced Computing track
- **Aftagerinvolvering samt beskrivelse og analyse af aftagerinterviews**
- **Uddrag af referater**
  Referater fra aftagerpanel-møder og -årsrapporter samt Programme Review der understøtter ansøgning om ny uddannelse

2. Andre bilag, der ikke kunne uploades i den digitale ansøgning.

- **Programme Design, august 2017**
  Brugt i høring af aftagere og intern udvikling på IT-Universitetet
- **Course Plan**
  Grafisk oversigt over kandidatuddannelsen se **Programme Design, august 2017** s.1
- **The Academic Profile and Objectives for the Programme**
  Udarbejdet i overensstemmelse med Uddannelsesbekendtgørelsen og Den Danske Kvalifikationsramme
- **Referencer**
  Henvisninger med links til de rapporter m.m., der er citeret fra i ansøgningen.

Programme Objectives

The purpose of this programme is to provide students with the scientific qualifications to identify, formulate, solve and reflect on complex problems relating to computer science.

The programme prioritises the student's ability to assess, apply and develop the underlying technology and the scientific theories, methods and tools upon which it is based.

The student must have the ability to independently initiate and carry out collaborative work in professional and multidisciplinary settings. Furthermore, the student must have the ability to engage in global and distributed interaction, drawing on research-based perspectives.

On the background of the student's preceding bachelor's programme, the programme provides the student with the qualifications to define his or her own academic profile within the field of computer science and to take independent responsibility for his or her own professional development and specialisation.

Within the framework of the programme, the student can acquire the requisite individual qualifications for specialised posts in business, industry, the public sector, and for research training programmes (PhD programme) in computer science.

Objectives for Learning Output

The graduate will develop research based *knowledge and understanding of, and will be able to reflect on*:

- concepts of programming languages
- analysis of software performance and correctness in theory and practice
- principles of software design and modelling and its applications to real-world scenarios
- principles of software security

Each graduate obtains specialised knowledge and understanding at highest international research level in the selected specialisation area.

The graduate will develop the following *skills*:

- The graduate can master a modern programming platform to implement software.
- The graduate can use, assess and develop fundamental processes and practices of software development, such as requirements analysis, architecting, implementing, tuning, validating and documenting software.
- The graduate is able to communicate and discuss the acquired knowledge with both academic peers and non-specialists.

Each graduate obtains specialised skills at highest international research level in the selected specialisation area.

The graduate will develop the following *competences*:

- The graduate can evaluate and customise software tools and technologies that are complex and unpredictable, and design and develop new solutions.
- The graduate can independently initiate and implement collaboration with others in complex, inter-disciplinary and changing contexts, for example, in international and industrial projects.
- The graduate can independently take responsibility for own professional development and specialisation.

Each graduate obtains specialised competences at highest international research level in the selected specialisation area.

MSc. in Computer Science (Cand.scient. i datalogi)

M. Carbone, S. Debois, Y. Dittrich, P. Sestoft, A. Wasowski

August 16, 2017 - Draft.

Overview

This document describes design and implementation of the new MSc programme in Computer Science (two-year education), created for students holding a bachelor degree in Computing or similar.

The new programme is strongly inspired by the Advanced Computing track of our current MSc in Software Development (SDT), a track designed for students holding a BSc in Software Development from ITU. It has been decided that the Advanced Computing track of SDT will be terminated once the new MSc in Computer Science becomes active. The decision to create a new programme is based on several recommendations from the 2015 external review of SDT, and the continuous feedback from our employers' panel.

The remainder of this document is structured as follows. In the next section, we discuss the structure of the new programme. This will be followed by descriptions of the offered specialisations and the target group of students this programme is designed for. The last section describes possible job profiles for graduates holding this degree.

Programme Structure

The programme structure mostly inherits the structure of the Advanced Computing track of our current SDT programme and is depicted by the following table:

1st Semester	**Algorithm Design** (7.5 ECTS)	**Practical Concurrent and Parallel Programming** (7.5 ECTS)	**Advanced Programming** (7.5 ECTS)	**Security** (7.5 ECTS)
2nd Semester	**Specialisation Course 1** (7.5 ECTS)	**Elective Course, or Project** (7.5 ECTS)	**Elective Course, or Project** (7.5 ECTS)	**Elective Course, or Project** (7.5 ECTS)
3rd Semester	**Specialisation Course 2** (15 ECTS)		**Research Project** (7.5 ECTS)	**Interdisciplinary Project** (7.5 ECTS)
4th Semester	**Master Thesis** (30 ECTS)			

In the table above, each box represents a study activity. Apart from the MSc thesis (30 ECTS) and a specialisation course in the third semester (15 ECTS), all study activities have a size of 7.5 ECTS (roughly equivalent to 140 hours workload, excluding exams). We classify study activities into four different groups, each denoted by a different colour:

- Mandatory study activities (RED);
- Specialisation study activities (YELLOW);
- Electives or projects, study activities the student can choose (GREEN);
- The interdisciplinary project across ITU MSc programmes (ORANGE);
- The research project activity, a prerequisite for the Thesis (PURPLE);
- The MSc thesis (BLUE).

Mandatory study activities. There are four main courses that every student must take, and they must be taken during the first semester. *Algorithm Design* is a course where students learn techniques for designing algorithms that efficiently solve certain problems. *Practical Concurrent and Parallel Programming* is a course that focuses on programming systems that make use of concurrency and parallel computer architectures. *Advanced Programming* is a course about advanced techniques for functional programming. Finally, *Security* is a course that teaches the principles of security for computer systems.
We identify these courses to be core knowledge for any graduate with an MSc in Computer Science. All of them focus on advancing technical aspects of programming that we envision industry needs for.

Specialisation study activities. Each student must choose a specialisation, which must be planned before the second semester starts. Specialisations consist of two courses: a prerequisite course (7.5 ECTS, second semester) and an advanced course (15 ECTS, third semester). The goal of the prerequisite course is to introduce the students to a specialisation. The advanced course will go more deeply in the specialisation area. On the other hand, advanced courses aim at giving a deep knowledge in one particular relevant area of computer science. Examples of specialisations and their structure are discussed in the next section.

Interdisciplinary Project. This is a project that is intended to be done by groups made of students from different ITU MSc programmes. It is still not clear how this will be implemented, but it is suggested that the project must apply some knowledge acquired in a course that runs in the previous semesters. Depending on the project, students can apply techniques learned in one of the four mandatory courses (all relevant). Computer Science students should definitely contribute with their technical skills.

Research Project. This project is a precursor activity for getting students ready for their MSc thesis. Examples of the work carried out during the Research Project are a literature review or a preliminary implementation of what is planned for the thesis. This requires students to find a thesis topic and a supervisor in the beginning of their second year. It is strongly recommended that the project is connected to the specialisation taken by the student. It is crucial that passing this course is a prerequisite for starting an MSc thesis. Examination consists of a project report to be handed in and an oral exam based on the

report. It is strongly recommended that the topic of the Research Project and Thesis coincide with that of the Advanced Course. The Research Project replaces the current Thesis Preparation.

Specialisation Examples

The programme will start with the specialisations described in the following table:

Specialisation	**Prerequisite Course** 2nd Semester (Spring)	**Advanced Course** 3rd Semester (Autumn)
Algorithms	Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability	Adv. Algorithms
Business Analytics	Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability	Adv. Business Analytics
Data Systems	Data System Evaluation and Tuning	Adv. Data System Design
Information Security	Applied Information Security	Adv. Information Security
Machine Learning	Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability	Adv. Machines Learning
Programming Languages	Domain Specific Lang.	Adv. Programming Lang.
Robotics	How to Make Almost Anything	Adv. Robotics
Software Engineering	Domain Specific Lang.	Adv. Software Engineering

As mentioned above, specialisations consist of two courses, for a total of 22.5 ECTS. The prerequisite course (7.5 ECTS) aims at laying the bases of the specialisation area. Attendance to such course is mandatory for being allowed to take the corresponding advanced course during the second semester. For example, it is not possible to take Advanced Programming Languages in the third semester without attending Domain Specific Languages during the second semester. Note that the programme structure allows students to pick four 7.5 ECTS courses (out of five) during their second semester. Advanced courses go deeply in the specialisation area.

Below, we give a description of the suggested specialisations. However, we observe that the exact number of specialisations and their detailed descriptions are still open for revision.

Algorithms Specialisation. The Algorithms specialisation enables students to:

- Deal with computational problems where efficiency and scalability is crucial, for example optimization problems and big data analysis
- Formulate real-world problems as algorithmic ones, analyze the time complexity of algorithms, and predict their performance in a large scale setting
- Recognize computationally hard problems and apply techniques for dealing with them in practice
- Devise and implement new, efficient data structures and algorithms for problems based on known algorithms for related problems and on general techniques for designing algorithms
- Suggest suitable computing architectures for large-scale computations

Algorithmic skills are typically desired by large multinational IT brands, and by small innovative start-ups developing new technologies.

Courses:

1. *Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability (7.5 ECTS)*. This course is a natural follow up to a Discrete Mathematics for Computer Science course. The course will focus on linear algebra, calculus and probability/statistics.
2. *Advanced Algorithms (15 ECTS).* The course teaches advanced algorithm design methods, with special emphasis on randomized and algebraic approaches, and parallel algorithms. These approaches are used, for example, in many state-of-the-art algorithms and data structures for handling large data sets (possibly streaming data, possibly parallel or distributed computation), in machine learning, in addressing communication bottlenecks, and in algorithms for computationally hard problems (exact or approximate). In particular, the course enables students to implement algorithms from recent research literature (that may make use of randomized and algebraic methods) on modern hardware.

Business Analytics Specialisation. The specialisation in Business Analytics enables you to:

- design database systems for analysis of big data
- perform data mining using classification and prediction algorithms as well as clustering and rule association approaches
- model and optimise business decisions using AI techniques, mathematical programming, constraint programming and meta heuristics

Courses:

1. *Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability (7.5 ECTS)*. See Algorithms specialisation.
2. *Advanced Business Analytics (15 ECTS).* This course will cover three main areas: modern AI, operational research, linear programming and data mining. It will probably retain the content of the existing courses Intelligent System Programming and Data Mining.

Data Systems Specialisation. This specialisation gives students a thorough understanding of system design, implementation and evaluation.

Courses:

1. *Data System Evaluation and Tuning (7,5 ECTS).* Systems performance analysis is an important skill for any advanced user or administrator of data systems, ranging from database-backed web servers to warehouse-scale cloud services. The goal is to improve price/performance, eliminate latency outliers or improve energy efficiency. This course covers advanced topics in modern hardware and operating systems to give students a thorough understanding of the potential root causes of performance problems, as well as instrumentation techniques and benchmarking to give students the tools to evaluate system performance in practice.
2. *Advanced Data System Design (15 ECTS).* Today, the most advanced data systems are open-source. This course gives student a thorough understanding of the principles, techniques and algorithms involved in building, maintaining and improving a data system. The course covers in depth issues related to storage management, query processing, and transaction management. Students build an open-source data system in the context of this course.

Information Security Specialisation. This specialisation gives the student a thorough understanding of the construction of "secure" software, through the applications of techniques and principles of prerequisite courses.

Courses.

1. *Applied Information Security (7.5 ECTS).* Building on the specialisation prerequisites, in particular the mandatory Introduction to Information Security, this course brings the student up to the cutting edge in *applied* information security, i.e., the technologies currently defining information security in industry. Topics include: Privacy; policies & models; foundations of cryptography, key distribution, symmetric cryptography, asymmetric cryptography; protocols, system verification; p2p systems, blockchain, bitcoin, etherium; binary exploitation & malware; socio-technical aspects; case study. The course comprises both hands-on and foundational learning activities.
2. *Advanced Information Security (15 ECTS).* This course studies advanced topics in computer security, principally methods for construction of secure software and systems, generally in the intersection between research topics and applications. Topics include: Advanced cryptography, quantum cryptography; functional encryption; Zero-knowledge proofs; Formal methods; Advanced cryptographic protocols; E-voting; BPM Securtiy. The course comprises both practical and foundational work.

Machine Learning Specialisation. The machine learning specialisation gives the student both a practical and theoretical understanding of the current field of machines learning as well as a survey of some main areas of application.

Courses:

1. *Linear Algebra, Mathematical Analysis and Probability (7.5 ECTS)*. See Algorithms specialisation.
2. *Advanced Machine Learning (15 ECTS).* In this course, students wil llearn to derive, analyse and compare the most central machine learning algorithms and, in doing so, their appropriate application to real datasets; this includes supervised learning (linear

models, deep learning), unsupervised learning, reinforcement learning. Students will both carry out the implementation of algorithms and integrate standard packages into their model development. Student will apply the learned techniques across an array of applications; possible applications include robotics, image analysis, finance, natural language processing, bioinformations, and business.

Programming Languages Specialisation. The programming languages specialisation enables the student to:

- Effectively use functional programming constructs also in object-oriented programming languages such as Scala, C# and Java
- Use at least one declarative programming notation besides SQL
- Work with software in a high-level and semi-automated fashion, when the program code itself is subject to manipulation by development tools
- Understand the concepts of byte-code, abstract machines, interpretation, compilation, and simple static checking of programs, in order to design domain specific interpreters, develop software productivity tools or debug problems in projects using these technologies
- Use formal and semi-formal modelling notations such as automata, abstract syntax and grammars, and tools for automatic processing such as lexing and parsing tools, simple code generators and verification
- Discuss and evaluate new technologies and tools in programming languages
- Compare and discuss programming languages, and efficiently learn new languages
- Reason formally (mathematically) about programs.

Courses.

1. *Domain Specific Languages* (7.5 ECTS). This course introduces modeling languages and models as first class artifacts that are designed, manipulated, transformed and translated to code in an automatic fashion.This is an existing course.
2. *Advanced Programming Languages (15 ECTS).* The content of this course is an upgrade of the content of the course Automated Software Analysis with more advanced software verification techniques found in the course Programming Language Seminar.

Robotics Specialisation. The goal of this specialisation is to give the student an understanding of the construction of software for robots.

Courses:

1. *How to make almost anything (7.5 ECTS).* The course is a hands-on introduction to the tools that are necessary to design and develop physical artefacts. The course will give an overview of the most important manufacturing methods like 3D printing, NC milling, laser cutting or moulding. In addition, we will explain how to design simple electric circuits to handle sensors and actuators and how to design printed circuit boards. These techniques will allow students to design physical prototypes on their own at the end of the course.
2. *Advanced Robotics (15 ECTS).* This course teaches the predominant paradigms in artificial intelligence in the context of robotics: deliberative, behaviour-based, and

embodied. The course will then introduce a number of advanced topics, for instance, robot learning, evolutionary robotics, swarm robotics, multi-robot coordination, modular robots, simultaneous localisation and mapping. These topics are useful in the context of service robotics, self-driving cars, drones, and other developing robot technologies. The course will also introduce recent research conducted at ITU typically in the areas of liquid handling robots, evolutionary robotics, and bio-hybrid systems.

Software Engineering Specialisation. Software engineering today is more and more diverse: contract development and in-house development have long been complemented by in-house development and the development of generic software products. The provisioning of software as a service via cloud infrastructures again changes the game. Agile development is complemented by continuous software engineering and the DevOps model. Development, technical design and use as well as business models are tightly interlinked. The specialisation will not only introduce the candidates to current software engineering methods and practices but enable them to relate to future technical as well as to methodological developments.

Courses.

1. *Software Architecture (7.5 ECTS).* The design, development, and implementation of software system requires the evaluation of several, often conflicting aspects of the system. The aim of this course is to provide the participants with knowledge on how to develop software systems in a structured and systematic way that addresses the required functionality and supports the necessary system qualities. This requires a technical toolbox with concepts, methods, and principles to support the software design, implementation, and evaluation as much as a wider understanding of the context and domain of the system.
2. *Advanced Software Engineering (15 ECTS).* The purpose of this course is to give students, on the one hand, a thorough understanding of innovative processes, methods, and tools for software engineering. On the other hand, the students are introduced to a number of theoretical concepts that allow them to reflect on how methods, processes, and tools support software engineering as a cooperative activity and that way enable them to competently and flexibly embrace future methodological developments. Software engineering is conceptualised as 'designing design' (Floyd), that means structuring, organizing, and supporting the design and development of software. The course combines theoretical reflection of software engineering as (massive) cooperative work (e.g., in (distributed) industrial development or Open Source Development) and hands on development of tooling and development infrastructures as they e.g are necessary for continuous software engineering and DevOps.

Target Group

Here we address what set of students we wish to admit. In particular, we will analyse in detail what are the admission requirements and how applications are to be structured.

Admission Requirements.

The requirements for being admitted to this programme are listed below:

- The applicant must hold a bachelor (or equivalent) in Computer Science or the like.
- The successful applicant is expected to have covered most of the following topics during his/her bachelor studies:
    - Propositional and predicate logic
    - Basic counting and probability theory
    - Sets and functions
    - Automata, grammars, and regular expressions
    - Algorithmic problem solving techniques
    - Sorting and shortest path algorithms
    - Trees and graphs
    - Hashing
    - Big-O notation and complexity analysis
    - Programming language parsing techniques
    - Types
    - Object-oriented programming (including inner classes and generics)
    - A first exposure to threads and locks
    - Basic functional programming
    - Introductory Principles of Software Engineering

At least 80% of the topics must have been covered during the applicant's bachelor studies.

Application Structure.

Besides the formal requirements from the IT University, the applicant must submit a cover letter (at most 2 pages) containing information describing how the list of requirements is met by the applicant (list of courses where they learned about the topics above).

Job Profiles and Employment Tickets

We expect that graduates from the Computer Science programme will have a job profile standard to all computer science graduates from most top universities, in Denmark and abroad. ITU is outsourcing a market research task and we will analyse the data when available.

The programme has the following employment tickets:

- All Computer Science graduates
    - have the basic skills from a BSc in Computer Science;
    - know most programming paradigms;are able to quickly learn new programming languages;
    - know advanced aspects of programming;
    - know advanced techniques for designing algorithms;
    - know advanced aspects of concurrent and parallel programming;
    - know the basic principles of software security.

- All Computer Science graduates are specialised in a particular area and each specialisation area has relevant employment tickets for some areas.

August 2017
Allette Bjørn Bundgaard
Marco Carbone

Aftagerinvolvering i forbindelse med oprettelsen af kandidatuddannelsen i Computer Science

Aftagernes involvering i overvejelserne, der førte frem til beslutningen om at skabe en ny uddannelse:
For konkret ordlyd henvises til bilag *Uddrag af referater* i upload *Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil.*

Uddannelsesevaluering:
IT-Universitetet gennemførte i 2015 en uddannelsesevaluering af den nuværende kandidatuddannelse i softwareudvikling med ekstern deltagelse. I evalueringspanelet sad fem medlemmer hvoraf to var fra virksomheder, der beskæftiger softwarekandidater. Én af anbefalingerne fra evalueringen er en opsplitning af den eksisterende kandidatuddannelse i to selvstændige kandidatuddannelser.

Panelmedlemmer fra aftagervirksomheder:

- Lars Langer: Manager, Netcompany A/S
- Karsten Stanek: Director, Head of Post-Trade systems, Saxo Bank

Aftagerpanelet:
Derudover har ITUs aftagerpanel for softwareuddannelserne gennem de sidste par år anbefalet en opsplitning af uddannelsen.

En liste over panelets medlemmer findes også på ITUs hjemmeside og er gengivet nedenfor:
https://www.itu.dk/om-itu/organisation-tal-og-fakta/aftagerpaneler/employers-panel-for-bswu-and-sdt

Virksomhed/organisation	Medlemmer
NNIT	Kristine Stenhuus (Chairman)
Saphira Consulting A/S	Casper Hovard, Senior Engagement Manager,
NNIT	Lars Nørgaard, Director, Head of Microsoft Solutions at NNIT,
Selvstændig, tidligere Microsoft	Michael Nielsen
Danske Bank	Jesper Hollisch Poulsen, Development Manager, Rational Tools & Engineering Processes
Simcorp	Niels Hallenberg, Vice President, Technical Foundation,
Nine A/S	Jacob Strange, Partner,
Netcompany	Morten Zohnesen, Managing Architect,
Peytz & Co.	Anders Hal Werner, CTO, Partner
Schilling A/S	Christian Bjerre Nielsen, Head of Development,
Saxobank	Karsten Stanek Pedersen, Director,
ATP	Thomas Hartmann, Leder af IT udvikling
Formpipe Software A/S	Christian Østergaard, Afdelingsleder,
IBM	Henrik Hasselbalch, Country Manager, Global Business Services,

Efter at beslutningen om at skabe en ny uddannelse er truffet, har aftagerne være inddraget i flere sammenhænge:

Høring af aftagerpanelet vedr. uddannelsens design:
På aftagerpanelet for softwareuddannelsernes møde den 9. maj 2017 gennemførtes en høring vedr. uddannelsens design. Høringen omfattede Programme design for uddannelsen i Computer Science (se bilag *Programme Design* - i upload *Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil*) og uddannelsen i Software Development - Design. De to uddannelser er resultatet af opsplitningen af kandidatuddannelsen i softwareudvikling og det var derfor væsentligt at høringen omfattede begge. Høringen havde følgende fokuspunkter:

- Uddannelsens overordnede struktur
- De obligatoriske kursers omfang og overordnede indhold
- Strukturen for specialiseringer
- Uddannelsens ansøgermålgruppe
- Jobprofil og employment ticket

Aftagerpanelet var positive over for strukturen og indholdet på begge uddannelser, og mener de understøtter arbejdsmarkedets behov. (Se bilag *Uddrag af referater* - i upload *Dokumentation af efterspørgsel på uddannelsesprofil*).

Interviews med udvalgte aftagere.
For at få tilbagemeldinger fra så bred en aftagerskare som muligt, ønskede ITU også at inddrage andre aftagere end dem, som er repræsenteret i aftagerpanelet. Derudover var der også behov for at drøfte forslaget med medarbejdere, der er tættere på virksomhedernes ansættelse af nye kandidater.
Derfor gennemførtes i perioden 27. april til 11. maj 2017 samtaler med udvalgte virksomheder og organisationer, som er repræsentative for primære aftagere af kandidater fra MSc in Computer Science.

Aftagerne udvalgtes med henblik på at dække aftagermarkedet for de kommende kandidater så bredt som muligt. Således deltog både offentlige og private virksomheder. Dansk Industri udvalgtes som repræsentant for de mindre danske virksomheder. Nogle af virksomhederne har meget systemudvikling in-house og andre indkøber og indarbejder systemer til brug i virksomheden. En del af dem driver konsulentvirksomhed og andre har anden form for kundekontakt. For den offentlige virksomheds vedkommende er brugerne koncernens ansatte i både front- og backend og borgere, der benytter de kommunale websites og digitale løsninger.

ITU bad eksplicit om at møde repræsentanter, der er involveret i de pågældende virksomheders graduate programs og derfor kan give værdifulde input til, hvad de efterspørger, når de ansætter nyuddannede kandidater.

Inden møderne fik deltagerne tilsendt forslag til programme design for uddannelsen samt en række spørgsmål Møderne blev indledt med at linjelederen gennemgik programme design med vægt på:

- Overordnet struktur af uddannelsen
- Omfang og overordnet indhold af obligatoriske kurser
- Struktur af specialiseringer
- Målgruppe af ansøgere
- Jobprofil

Efterfølgende blev forslaget drøftet med udgangspunkt i de tilsendte spørgsmål.

Der blev taget referat af møderne.

Linjeleder har udfærdiget en rapport, med analyse af tilbagemeldingerne fra interview runden. Rapporten findes herunder.

Deltagere fra ITU:
Linjeleder for nuværende MSc in Software Development og kommende linjeleder for MSc in Computer Science Lektor Marco Carbone og uddannelseskoordinatorer Allette Bjørn Bundgaard og Mette Holm Smith.

Deltagere fra virksomhederne:

Dato	Virksomhed/organisation	Deltagere
27. april	Netcompany	Rasmus Hagemann, Manager
1. maj	IBM	Anders Larsen, Managing Consultant – Talent & Change, Business Analytics & Strategy Kasper Bach, Head of Recruitment, IBM CIC Denmark Jakob Schuldt-Jensen, Nordic IT-Architect Gert H.N. Lauersen, Sen. Mng. Consultant: Project & Change Management Urs Schnuppi, Business Development Executive Søren Bøhne, Advanced Analytics and Optimization Senior Consultant Natascha Wang Hansen, University relations, Ambassador IT University
1. maj	Microsoft	Peter Christensen, Development Manager
5. maj	Danske Bank	Niels-Kristian Gleerup, Project Manager in Danske Bank IT, Head of Graduate Programme, including University collaborations. Søren Rode Andreasen Development Director / First Vice President Core Bank.
5. maj	Københavns Kommune – Koncern IT	Morten Winther, IT Arkitektur i Koncern IT
9. maj	DI Digital	Henrik Valentin Jensen, Senior Advicer
11. maj	NNIT	Thomas Saks, Manager of the Software team of developers and architechts in team. Camilla Agerschou: Junior Program Recruitment partner.

Supplerende skriftlig høring:
På baggrund af blandt andet tilbagemeldingerne fra interviewene med aftagerne er uddannelsens programme design blevet revideret. Der er gennemført en supplerende skriftlig høring af aftagerne fra interviewene, hvor de har haft mulighed for at indsende kommentarer. (Se afsnittet *Beskrivelse og analyse af aftagerinterviews* nedenfor).

Beskrivelse og analyse af aftagerinterviews

Tilrettelæggelse af interview:
We have chosen the company to interview (Danske Bank, Københavns Kommune, DI Digital, IBM, Microsoft, Netcompany, and NNIT) with the objective of making sure that both the private and the public sector were represented. Moreover, DI Digital was chosen to represent small Danish companies. Big software houses have been involved as well as finance and healthcare.

Interviewees were provided with the first version of the programme design, which differed from the current one in the following points: i) the four mandatory courses were distributed over the first year; (ii) only three specialisations with a very wide spectrum were offered; (iii) each specialisation course had no prerequisites. Together with the programme design, we attached the following list of questions:

Program Design:

- What do you think of the program design?
- What is especially good?
- Is anything missing?

Specializations:

- What do you think of the specializations?
- Which of the specializations are relevant for the job market related to your company?
- Do you have suggestions for other specializations?

Job profiles:

- What job profiles in you company could benefit from such a graduate?
- Would you hire a graduate with this degree?
- Why?

Language:

- How relevant is it for you that the program is in English?
- Why?

Analysis

Hereby, we analyse the feedback provided by the employers from first meetings with employers in April/May 2017

Programme Design.

All employers reacted positively with the general programme design which builds on top of the mandatory study activities: Algorithm Design, Practical Concurrent and Parallel Programming, Advanced Programming, Security, and, during the third semester, Interdisciplinary Project and Research Project. In particular, all of them seem to be impressed by the Interdisciplinary Project which is supposed to help students learn how to work and collaborate in a more heterogeneous environment:

> *Interdisciplinary courses are good. Most new graduates lack the understanding and ability to work in an interdisciplinary setup. (NetCompany).*
>
> *The interdisciplinary course is a very good idea. (Danske Bank)*

The only course that was not unanimously approved was the security course (*Why is Security taking up 25% of the space for mandatory courses? Other areas are also important to cover – Microsoft).* The working group strongly believes that information security is an important aspect of computing systems and every graduate should have, at least, a minimum knowledge in the area. In that respect, a specialisation in security is going to be offered as part of this education (see specialisations below).

Concerning areas of Computer Science that are not covered by the core structure of the programme, many employers have pointed out the lack of a mandatory course on machine learning. The working group has evaluated such a comment, and has decided that it is not worth adding it as a mandatory activity. The main reason is because the topic requires a very strong mathematical background, which is not guaranteed by several bachelor educations in computer science (and alike). Instead, we propose a full specialisation in machine learning.

Another topic that, according to some employers, was missing is a course that focuses on software development skills, such as software integration and engineering (agility/scrum/DevOps). We do assume that basic knowledge on such topics is acquired during the bachelor and it is, therefore, a prerequisite for being admitted to the programme. However, students will further develop such skills in the interdisciplinary project and, for those ones who choose it, in a specialisation in software engineering.

Specialisations.
Employers were presented a specialisation structure where students need to pick three courses out of a list of specialisation courses. Three specialisations were available. Many employers noted that such a format does not ensure depth in a specialisation, whose objective is to progressively go in depth in a particular area of computer science. Additionally, courses were mostly introductory.

> *Structure wise 15 ECTS courses allow the students to go deeper. Many of the 7.5 ECTS courses might be to introductory and not be able to go deep. You have to ensure that they can go into the depth and still be able to choose different courses. (NetCompany).*

We fully agree with the employers and, in response to that, we have changed the structure of specialisations. Now, a specialisation consists of two courses: a 7.5 ECTS introductory/preparatory course that students must take during the second semester and a 15 ECTS advanced course given in the third semester. As a consequence we offer eight different specialisations: Algorithms, Business Analytics, Data Systems, Information Security, Machine Learning, Programming Languages, Robotics, and Software Engineering.

Job Profiles.
All employers have emphasised the fact that there is a huge demand for computer science graduates in Denmark and, unfortunately, there is still not enough of them to meet such demand.

Language.
The language of the programme has been thoroughly discussed in all interviews. Apart from DI Digital and Københavns Kommune – Koncern IT, all employers have emphasised the fact that their working environment is in English and therefore they can hire anyone who can work in English. As a consequence, given that Denmark does not produce enough computer science graduates, it is extremely important that the programme is offered in English so that we can increase their number and, therefore, meet the industry demand.

Feedback to our response.

In early August 2017, this document was sent to the employers we have interviewed in order to acknowledge their feedback they gave us on the design of the new programme and show its impact. We have received positive approval from them. E.g.,

> *Tak for fremsendte materiale og tak for et godt møde. Vi værdsætter meget, at vi har været med i denne proces. I er velkomne til at række ud til os igen, hvis vi kan bidrage yderligere i dannelsen af jeres uddannelsesprogrammer.*
> *Vi har læst det opdaterede materiale og vurderer, at det styrker Master uddannelsen i Computer Science, bl.a. ved ændrede specialiseringskurser med væsentlig fokus på områder, som vi finder yderst relevante.*
> *Vi ønsker jer videre god planlægning og ser frem til et kommende samarbejde. (NNIT).*

Uddrag af referater m.v.

Dette dokument indeholder relevante uddrag fra evalueringsrapporten og referater fra aftagerpanelmøder med anbefalinger om at splitte kandidatuddannelsen i Softwareudvikling (SDT) op i to separate kandidatuddannelser.

Dokumenter:

- Evalueringsrapport: External Review of MSC programme in Software Development (December 2015)
- Referater fra aftagerpanelmøder afholdt:
  - 25. juni 2015
  - 14. januar 2016
  - 8. februar 2017
  - 9. maj 2017

Uddrag af Evalueringsrapport: External Review of MSC programme in Software Development (December 2015):

Side 15: The two tracks of the SDT (red. Software Development) education do not have sufficiently clear, independent and unique profiles. This is a problem for potential employers who have a tendency to just see the Design Track as an "SDT light" version, without appreciation the interdisciplinarity og the Design graduates. This, in turn, is a problem for the design students and graduates.

Side 16: **Strategic recommendations**

…

Split the AC (red. Advanced Computing) and Design tracks into two separate programs

As discussed above, the profiles of the two tracks are not clear enough. This can be remedied by splitting the two tracks into separate programs. The AC program can then be branded as unique CS-like (red. Computer Science) program. The Design program is unique internationally and can be branded on its interdisciplinary aspects. Specific recommendations for AC and Design are given below.

The roles of "IT constructon" (core technology orientation) and "IT customization" (application orientation) should be distinguished as goals for the AC and SD tracks, respectively. ITU should discuss with companies the allocation of these roles in mixed teams, define these teaching goals explicitly for the respective tracks, and underpin them with module or courses.

Uddrag af referater fra Aftagerpanelmøder:

Aftagerpanelmøde 25. juni 2015:

<u>Uddrag af dagsordenens punkt 6. Q&A About Software Development and Technology. Discussion of "Employment Tickets":</u>

…

Panelets reflektioner og anbefalinger:

- De to spor på samme uddannelse gør det vanskeligere for aftagerne at vide, hvad man får. En opdeling i to uddannelser i stedet for to spor vil formentlig afhjælpe dette og gøre brandingen af uddannelserne bedre.

Aftagerpanelmøde 14. januar 2016:

Dagsordenens punkt 5. More clear competence profiles on SDT tracks - especially the Design track:
Marco, linjeleder for SDT spurgte panelet hvordan SDT bedre kommunikerer kompetencerne for de to tracks Advanced Computing og Design. Kan især Design tracket brandes bedre og til hvilke jobprofiler? Hvad kigger aftagerne efter når de ansætter?

Aftagerpanelet nævnte først og fremmest at det er problematisk at de to tracks har samme titel på eksamensbeviset: Software Development. Det må også være et problem at kommunikere til potentielle ansøgere til de to tracks.

Panelet opfattede at kandidater fra andre universiteter er mere fast brandede, mens en kandidat fra ITU er mere et ikke-standard produkt hvilket faktisk kan være en fordel men kræver mere af virksomhederne i ansættelsesprocessen, samtidig med at det er ITUs ansvar at kommunikere sine kandidater rigtigt.

Aftagerpanelmøde 8. februar 2017:

Dagsordenens punkt 5. Splitting of SDT in two programmes - Status and input from panel:
Marco præsenterede tidslinje og foreløbige ideer for opsplitning af SDT – en opsplitning som panelet har anbefalet.

Tidslinje

2017

- Februar: Designe
- Marts-Juli: Udvikle og finpudse (med inddragelse af aftagerpanelet i udviklingsprocessen)
- August- December: Ansøge ministeriet om ny uddannelse i prækvalifikationsproces

2018

- August: Første optag til nye uddannelser

Foreløbige ideer:

- Beholde strukturen fra de to tracks i de nye uddannelser, men med bedre mulighed for at adressere diversitet og de studerendes forskellige niveau.
- Åbne Computer Science for særlig dygtige professionsbachelor og tilbyde dem et særligt tilrettelagt studieforløb på kandidaten eller tilbyde dem at tage forudsætningskurser på som valgfag på ITU på deres bachelor.
- Specielt for Design track uddannelsen: Job profiler: Bruge panelet til at give forslag til profiler, der kunne ansættes i deres virksomheder.

Panelet anerkendte, at ITU går i gang med opsplitningen i to selvstændige uddannelser, som panelet tidligere har anbefalet ITU at gøre.

Aftagerpanelmøde 9. maj 2017:

Uddrag af dagsordenens punkt 3. Hearing on revision of BSWU and the splitting of SDT in two programmes:

...

Opsplitning af SDT i to uddannelser

Marco Carbone, linjeleder for SDT, orienterer kort om det generelle ved opsplitningen:
SDT opsplittes til to MSc-programmer, der afspejler de to nuværende spor på uddannelsen. I samme ombæring som opsplitningen skal uddannelserne revideres og forbedres, blandt andet på baggrund af aftagerpanelets anbefalinger. Tidsperspektivet for det nye program er, at der er deadline 1. oktober 2017, med optag efterår 2018.

…

MSc in Computer Science

Marco Carbone, ansvarlig for MSc i Computer Science (CS), præsenterer den nye kandidatuddannelse.

Marco fortæller, at i sammenligning med SD er udfordringerne ift. progression og diversitetshåndtering lettere på CS, da det er en mere homogen gruppe af studerende, da det er en forudsætning for at blive optaget, at de studerende har en BSc indenfor Computer Science. Der kan derfor laves en liste over, hvilke bacheloruddannelser de studerende skal have for at kunne søge om optag. Med de skærpede adgangskrav er ambitionen, at studerende med en SWU-baggrund ikke oplever gentagelser, da alle har baggrund indenfor programmering. Navnet på uddannelsen er derudover vedtaget.

Specialiseringer

Marco orienterer om, at der i det nuværende uddannelsesprogram er for mange og for snævre specialisering, hvilket medfører, at de studerende søger om individuelle specialiseringer. I det nye program er tanken, at kurserne opdeles i tre blokke, der alle indeholder de for blokken relevante kurser. Alle blokke har så ét obligatoriske fag, for at sikre, at der er den nødvendige sammenhæng, så ønsket om dybde og progression imødekommes.

Marco ønsker panelets kommentarer til de tre specialiseringsblokke. Er det de rette specialiseringer og kurser, der er valg?

Til specialiseringsblokken *Algorithms and Data* kommenteres der på brugen af *Data* i titlen. Der foreslås i stedet analytics, intelligence eller at titlen ændres til Applied Algorithms and Data.
Til specialiseringsblokken *Systems* foreslås der *Technology*.

Marco ønsker panelets kommentarer på, hvordan panelet vil sammenligne en kandidat med denne baggrund med andre uddannelser indenfor området? Og spørger til, om panelet vil ansætte kandidater med denne baggrund?

Panelet kommenterer, at de vil ansætte kandidater fra uddannelsen, og at jobbene kandidaterne vil søge, nok er de samme som studerende fra datalogi vil søge, men det anses ikke som et problem. Derudover ses ændringerne i uddannelsen ikke fra et aftagerperspektiv, kun fra den studerendes perspektiv. Aftageren vil kun sjældent se på specialiseringerne i en ansættelsesproces.

En fra panelet understreger vigtigheden af studerendes motivation for at lære, og peger på en mulig risiko for, at motivationen for at lære ødelægges ved, at de studerende placeres i kasser. Marcos svarer på kommentaren, at det er for at imødekomme den manglende progression og sikre, at de ikke bliver på et grundniveau, men kommer op på et kandidatniveau i deres uddannelse.

Uddrag af Employer´s Panel Report for Software Development

Rapport Januar 2016:

Side 4, Approval of Employment Ticket:

It could potentially be difficult for employers to understand the differences between the two study lines because one is ”classic” IT with a 5 year science study program, the other is more focused on combining other skills with IT and hence providing different student profiles with the same degree.

Rapport Februar 2017:

Side 9, Does the panel have concerns relating to the depth of the study programmes?

...

Also the panel appreciated the decision to split the SDT Master to a separate master to further shapen the profile for both candidates and future employers.

Oversigt over ledighed for udvalgte beslægtede uddannelser 4-7 kvartal 2012-2014

	2012		2013		2014		Ændring 2013-2014	
	K4-7	N	K4-7	N	K4-7	N	K4-7	N
***Softwareudvikling, kand.2år**								
IT-Universitetet i København								
Advanced Computing spor	2,3%	11	2,8%	31	**			
hele uddannelsen	**3,2%**	**59**	**6,7%**	**64**	**4,7%**	**86**	**-2,0%**	**64**
Datalogi, kand.2år i alt	**2,9%**	**101**	**5,0%**	**120**	**3,2%**	**126**	**-1,8%**	**120**
Københavns Universitet	1,0%	38	5,2%	54	1,2%	55	-4,0%	54
Roskilde Universitet	*	*	*	*	*	*	*	*
Syddansk Universitet	*	*	0,8%	11	*	10	-0,4%	10
Aarhus Universitet	1,7%	33	5,4%	36	5,3%	42	0,0%	36
Aalborg Universitet	3,5%	16	*	13	5,9%	18	5,5%	13
Elektronik og IT, civilingeniør 2år								
Danmarks Tekniske Universitet	3,7%	196	5,5%	181	2,7%	143	-2,8%	143
IT-informatik, civilingeniør 2år								
Danmarks Tekniske Universitet	3,1%	94	6,2%	124	2,5%	104	-3,8%	104

* Softwareudvikling, kand. 2år - IT-Universitetet i København er den eksisterende uddannelse der søges om at splitte op i to uddannelser og gøre Advanced Computing sporet til en selvstændig cand.scient i datalogi
**Tal for Advanced Computing sporet beregnes af ITU efter samme kriterier som UFM ledighedstal. De er endnu ikke tilgængelige for 4-7 K 2014, men iflg. UFM er der for alle dimittender på begge spor af uddannelsen en nedgang på 2,0% fra 2013 til 2014

Øvrige data er fra ledighed-uddannelsesvinkel 2016 - fra UFM
http://ufm.dk/uddannelse-og-institutioner/videregaende-uddannelse/universiteter/styring-og-ansvar/tilsyn/systematisk-tilsyn/tilsyn-med-de-videregaende-uddannelsesinstitutioner

UFM: Dokumentation for nøgletallet "ledighed"
Der tages udgangspunkt i fuldførte i perioden 1. oktober året før til 30. september i året .
For hver enkelt fuldført måles ledigheden i 2. år efter fuldførelse (4.-7. kvartal).

4. kvartal defineres som det kvartal, der indeholder datoen 1 år efter fuldførelse (dvs. 4.-7. kvartal måles fra og med det kvartal, der indeholder et-årsdagen for fuldførelsen til og med kvartalet, der ligger umiddelbart før to-årsdagen for fuldførelsen).

Ledigheden er en ledighedsgrad. Hvis en person fx er ledig halvdelen af det målte kvartal, indgår denne person med en ledighedsgrad på 0,5 (svarende til 50 procent).

Der tages udgangspunkt i bruttoledigheden. For at blive defineret som bruttoledig skal den fuldførte være uden arbejde og stå til rådighed for arbejdsmarkedet og modtage dagpenge, kontanthjælp eller starthjælp. Fuldførte, der er i gang med en ny uddannelse eller udvandret, regnes som ikke-ledige.
Uddannelsesvinklen omfatter erhvervsfaglige uddannelser, erhvervsakademiuddannelser, øvrige korte videregående uddannelser, professionsbacheloruddannelser, øvrige mellemlange uddannelser og delte som udelte kandidatuddannelser på uddannelser under Uddannelses- og Forskningsministeriets ressort. Indeholder således også uddannelser, som sker på institutioner, som ikke hører under Uddannelses- og Forskningsministeriets ressort (primært erhvervsskoler). Indeholder ikke akademiske bachelorer . Udelte kandidatuddannelser er ikke medtaget i beregningerne. Disse forhold skal der tages højde for i en sammenligning op mod ministeriets datavarehus.

Sammenligninger på enkeltuddannelsesniveau mellem 2015 og tidligere år skal foretages under iagttagelse af ophøret med den tidligere praksis med samadministration af særligt små uddannelser på universitetsområdet. Oprydning i uddannelseskoderne er beskrevet på Danmarks Statistiks hjemmeside: http://dst.dk/da/Statistik/emner/befolkningens-uddannelsesstatus?tab=dok
Hvis antallet af fuldførte i en celle er 4 individer eller derunder, vises antallet ikke. Dette gælder også for beregninger pba. heraf. Desuden vises ledighedsgraden ikke, hvis andelen er mindre end 0,5% eller større end 99,5%.
Kilde: Uddannelses- og Forskningsministeriets beregninger baseret på Danmarks Statistiks elevregister.
Nøgletal:
- Antal (N) fuldførte per år de seneste fem år (dimittender).
- Ledighedsgrad (%) per år de seneste fem år – ud af fuldførte, 4.-7. kvartal (K4-7) efter fuldførelse.
- Forskel i procentpoint (%) i ledighedsgrad fra det næstsidste år i visningen til det seneste år.

SDT-dimittenders nationalitet og vandring

Michael Simonsen, ITU Analyseenheden

15-sep 2017

Indledning

I dette notat analyseres SDT-kandidaternes nationalitet og udvandring efter endt uddannelse. Formålet er at få belyst i hvilken grad dimittender med dansk eller udenlandsk nationalitet rejser ud af landet efter endt uddannelse.

Datagrundlag

Analysen er gennemført på baggrund af data fra Danmarks Statistik fra følgende registre:

Eleveregistret (KOTRE): Herfra afgrænses populationen af alle ITU dimittender. Dimittendår er det akademiske studieå,r som løber fra 1. oktober året før til 30. september.

Befolkning (BEF): Oplysninger om hvorvidt en person er i befolkningen pr. 1. januar.

Vandringer (VNDS): Oplysninger om personer som er ind- eller udvandret til Danmark.

SDT-dimittender og statsborgerskab

Tabellerne herunder viser det samlede antal og procent SDT kandidater fordelt på statsborgerskab og dimittendår 2008-2016.

Det fremår fx, at der i 2015 var 55 dimittender (svarende til 59 pct.) med dansk statsborgerskab og 38 med udenlandsk nationalitet, hvilket udgør 41 pct. Andelen af dimittender med udenlandsk nationalitet ligger nogenlunde stabilt på ca. 40 pct.

Tabel 1.1: Antal SDT-dimittender fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	17	20	32	30	37	30	53	55	66
K-SDT	Udenlandsk	19	24	22	23	22	34	33	38	41
K-SDT	Total	36	44	54	53	59	64	86	93	107

Tabel 1.2: Procent SDT-dimittender fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	47 %	45 %	59 %	57 %	63 %	47 %	62 %	59 %	62 %
K-SDT	Udenlandsk	53 %	55 %	41 %	43 %	37 %	53 %	38 %	41 %	38 %

Ophold i Danmark eller udland 1-6 år efter dimission

De følgende tabeller viser, om dimittender opholder sig i Danmark eller er udvandret til udlandet 1-6 år efter endt uddannelse. Tabellerne viser ophold fordelt på statsborgerskab og dimittendår.

Fx fremgår det af tabel 2.1, at det for dimittendåret 2014 er 98 pct. af dimittenderne med dansk statsborgerskab, som 1 år efter dimission, fortsat er bosat i Danmark. Blandt dimittender med udenlandsk nationalitet er 70 pct. fortsat i landet 1 år efter de har afsluttet deres uddannelse.

For dimitterede i 2016 findes der ikke data om ophold 1 år efter dimission, da denne periode for de flestes vedkommende ligger efter 1. januar 2017, som er datoen for senest tilgængelige oplysninger i registrene. Tilsvarende er der to år efter endt uddannelse ikke data for dimittendårgangene 2015 og 2016. Og så fremdeles for de øvrige år efter endt uddannelse.

Tabel 2.1: SDT-dimittenders ophold 1 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	94 %	100 %	94 %	97 %	92 %	97 %	98 %	98 %	na
K-SDT	Dansk	Udland	6 %	0 %	6 %	3 %	8 %	3 %	2 %	2 %	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	79 %	86 %	83 %	82 %	85 %	70 %	76 %	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	21 %	14 %	17 %	18 %	15 %	30 %	24 %	na

Tabel 2.2: SDT-dimittenders ophold 2 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	94 %	100 %	97 %	97 %	92 %	100 %	98 %	na	na
K-SDT	Dansk	Udland	6 %	0 %	3 %	3 %	8 %	0 %	2 %	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	75 %	82 %	83 %	82 %	76 %	70 %	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	25 %	18 %	17 %	18 %	24 %	30 %	na	na

Tabel 2.3: SDT-dimittenders ophold 3 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	88 %	100 %	97 %	97 %	92 %	97 %	na	na	na
K-SDT	Dansk	Udland	12 %	0 %	3 %	3 %	8 %	3 %	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	75 %	82 %	74 %	82 %	65 %	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	25 %	18 %	26 %	18 %	35 %	na	na	na

Tabel 2.4: SDT-dimittenders ophold 4 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	94 %	100 %	94 %	97 %	95 %	na	na	na	na
K-SDT	Dansk	Udland	6 %	0 %	6 %	3 %	5 %	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	71 %	73 %	65 %	73 %	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	29 %	27 %	35 %	27 %	na	na	na	na

Tabel 2.5: SDT-dimittenders ophold 5 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	94 %	100 %	97 %	97 %	na	na	na	na	na
K-SDT	Dansk	Udland	6 %	0 %	3 %	3 %	na	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	67 %	68 %	65 %	na	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	33 %	32 %	35 %	na	na	na	na	na

Tabel 2.6: SDT-dimittenders ophold 6 år efter dimission, fordelt på statsborgerskab og dimittendår

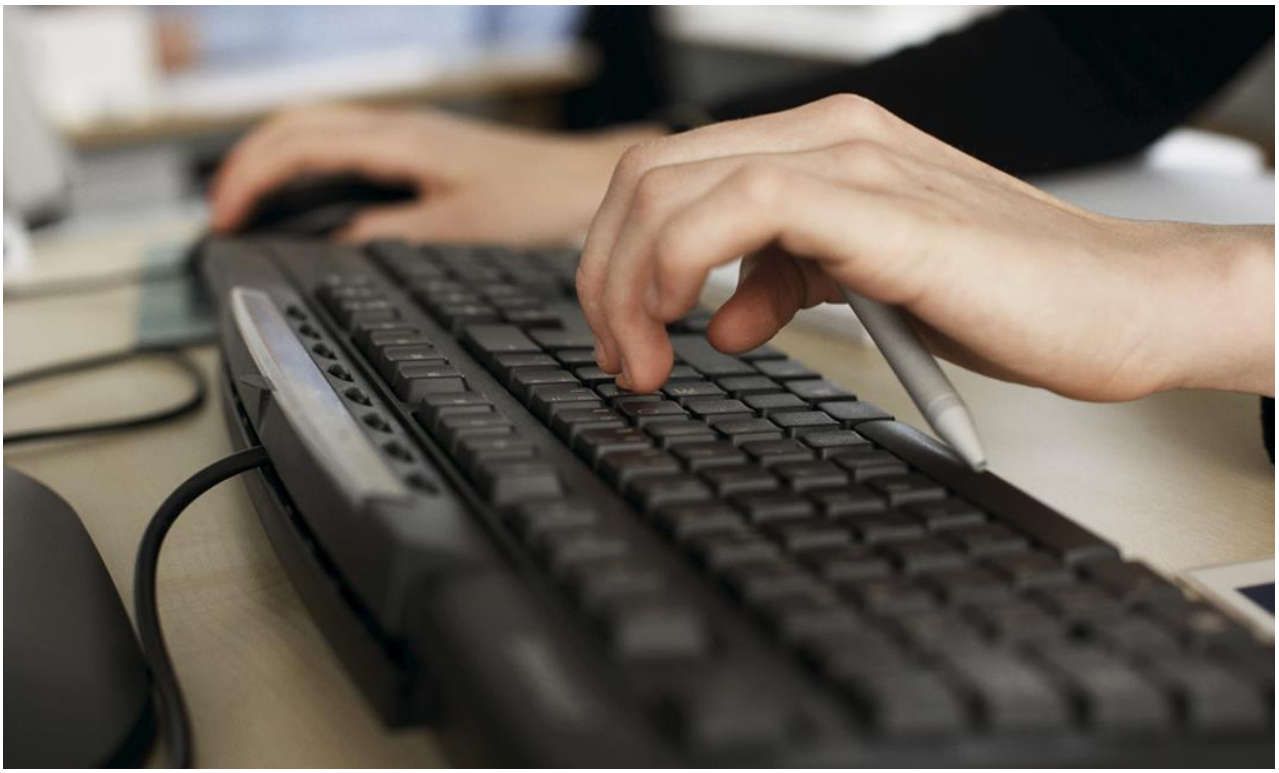
Uddannelse	Statsborger	Ophold	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
K-SDT	Dansk	Danmark	94 %	100 %	91 %	na	na	na	na	na	na
K-SDT	Dansk	Udland	6 %	0 %	9 %	na	na	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Danmark	53 %	67 %	73 %	na	na	na	na	na	na
K-SDT	Udenlandsk	Udland	47 %	33 %	27 %	na	na	na	na	na	na

Til
IT-Universitetet

Dokumenttype
Afrapportering

Dato
Maj 2017

MARKEDSUNDERSØGELSE
MSC I COMPUTER SCI-ENCE



INDHOLD

1.	**INDLEDNING**	**1**
1.1	Baggrund for undersøgelsen	1
1.2	Undersøgelsens tilrettelæggelse	1
1.3	Læsevejledning	2
2.	**HOVEDKONKLUSIONER**	**3**
3.	**DELOPGAVE I: KORTLÆGNING AF LIGNENDE UDDANNELSER**	**5**
3.1	Eksisterende uddannelser inden for datalogi	6
3.2	Kombinationsuddannelser	6
3.3	Andre it-uddannelser	7
3.4	Andre uddannelser med enkeltelementer vedr. datalogi, programmering eller it	8
3.5	Dimittender med IKT uddannelse og optag på datalogi	8
3.6	Konklusion for delopgave 1 – der er plads til ITU's MSc i Computer Science	9
4.	**DELOPGAVE II: AFDÆKNING AF ARBEJDSMARKEDETS BEHOV**	**10**
4.1	Der efterspørges højtuddannede it-kandidater	10
4.2	Der er udækket behov på højtuddannede it-kandidater i Danmark	12
4.3	Danmarks konkurrencedygtighed er afhængig af højtuddannede it-kandidater	13
4.4	Konklusion for fokusområde 2 – der er stabilt aftagermarked for Computer Science-kandidater	13

BILAG

Bilag 1: De inkluderede kandidatuddannelser

Bilag 2: Aftagerundersøgelser

Bilag 3: Metodisk fremgangsmåde

1. INDLEDNING

I denne rapport præsenteres resultaterne af en markedsundersøgelse om uddannelser, der ligner Msc i Computer Science og arbejdsmarkedets efterspørgsel efter Computer Science-kandidater. Undersøgelsen er gennemført af Rambøll Management Consulting (herefter Rambøll) på opdrag af IT-Universitetet (ITU) i perioden april-maj 2017.

Formålet med undersøgelsen har været at kortlægge den eksisterende viden om udbuddet af uddannelser inden for Computer Science samt skabe et overblik over arbejdsmarkedets forventede efterspørgsel efter Computer Science-kandidater. Markedsundersøgelsen skal samlet set bidrage til prækvalifikation af ITU's nye uddannelse MSc i Computer Science.

1.1 Baggrund for undersøgelsen

ITU ønsker at oprette en ny kandidatuddannelse med specialisering inden for Computer Science. Den nye uddannelse udspringer af den eksisterende uddannelse i softwareudvikling (MSc i Software Development), hvor den i dag udbydes som en specialiseringslinje, "Advanced Computing". Det eksisterende Advanced Computing-spor sigter mod at blive en selvstændig kandidatuddannelse, MSc i Computer Science.

Når uddannelsesinstitutioner ønsker at oprette en ny videregående uddannelse, skal de ansøge om prækvalifikation, jf. *"Lov om akkreditering af videregående uddannelsesinstitutioner"* og *"Bekendtgørelse om akkreditering af videregående uddannelsesinstitutioner og godkendelse af videregående uddannelser"* under Uddannelses- og Forskningsministeriet. Prækvalifikation er en vurdering af nye videregående uddannelsers relevans ud fra et samfundsøkonomisk og uddannelsespolitisk perspektiv, hvilket skal medvirke til at sikre en overordnet balance i udviklingen af videregående uddannelser.

Kortlægningen skal således give et billede af, om ITU's MSc i Computer Science skal leverer kandidater til et udækket behov på arbejdsmarkedet.

1.2 Undersøgelsens tilrettelæggelse

Markedsundersøgelsen har haft to overordnede fokusområder, der samlet set afdækker grundlaget og mulighederne for at oprette en ny kandidatuddannelse i Computer Science.

1. **Fokusområde 1**: En kortlægning af lignende uddannelser inden for Computer Science-feltet
2. **Fokusområde 2**: En afdækning af arbejdsmarkedets behov for højtuddannede kandidater inden for Computer Science-feltet

De to fokusområder afdækkes i henholdsvis delopgave I og delopgave II.

I *delopgave I* undersøges udbuddet af eksisterende uddannelser i Danmark, der har væsentlige elementer af Computer Science som del af deres curriculum. Til at gennemføre denne kortlægning er anvendt metoden *rapid evidence assessment,* hvilket har sikret en systematisk og effektiv kortlægning inden for en kort tidsramme (for en detaljeret metodebeskrivelse se bilag 3).

I *delopgave II* afdækkes arbejdsmarkedets efterspørgsel på kandidater i Computer Science. Til denne del af undersøgelsen er der også foretaget en håndsøgning, der har resulteret i en række inkluderede studier. Da Computer Science er et forholdsvis nyt felt, er mængden af relevante

studier tilsvarende få, og identificerede studier har primært karakter af politiske publikationer eller undersøgelser med underliggende interesser. Derfor er der foretaget en screeningsproces, så konklusioner tager afsæt i de mest valide studier og undersøgelser.

1.3 Læsevejledning

Resultaterne af markedsundersøgelsen præsenteres i rapportens tre kapitler:

Kapitel 2 – Hovedkonklusioner: Indeholder en opsamling på tværs af rapportens to delopgaver med særligt fokus på konklusioner i relation til markedsundersøgelsen.

Kapitel 3 – Delopgave I: Her præsenteres resultaterne af delopgave 1 vedrørende udbuddet af lignende uddannelser i Danmark. De lignende uddannelser opdeles i fire kategorier alt efter, hvor mange delelementer de har tilfælles med ITU's Computer Science-uddannelse.

Kapitel 4 – Delopgave II: Indeholder den samlede analyse af efterspørgslen på Computer Science-kandidater. I kapitlet præsenteres der tre overordnede konklusioner, der kan udledes på baggrund af den identificerede litteratur.

2. HOVEDKONKLUSIONER

På baggrund af de to delopgaver kan der udledes overordnede konklusioner om udbuddet af lignende uddannelser og efterspørgslen på Computer Science-kompetencer.

Analysen har identificeret uddannelser med beslægtet indhold, og det kan konstateres, at datalogiuddannelserne (MSc in Computer Science) på fem universiteter har grundfag eller tilvalgsfag, der i et vist omfang svarer til ITU's nye uddannelse i Computer Science. Andre uddannelser har kun i begrænset grad sammenfald på aktiviteter med Computer Science. De etablerede datalogiuddannelser har et betydeligt antal tilvalgsfag. Det betyder, at kandidaterne har forskellige profiler, hvilket sikrer spredning på domænet i forhold til den udvikling og anvendelse den teknologiske udvikling initierer. Der vil være overlap på fagområder til ITU's uddannelsestilbud, men ITU vil etablere sig egen profil på den samlede uddannelse. Det er derfor vurderingen, at ITU ikke vil uddanne kandidater med kompetencer, der er direkte dækket af eksisterende datalogiuddannelser.

I de undersøgte analyser er det et klart gennemgående træk, at behovet for højtuddannede kandidater med Computer Science-kompetencer er større end det aktuelle uddannelsesomfang. Denne efterspørgsel kan i et vist omfang imødekommes ved udenlandsk arbejdskraft, men såvel den danske it-branches konkurrenceevne som den nationale indkomst på teknologiske brancher, vil opnå bedre betingelser ved udvikling af forskningsmiljøer og uddannelse af flere højt kvalificerede it-kandidater i Danmark. Der eksisterer således et stabilt aftagermarked for kandidater i Computer Science fra ITU. Og dette aftagermarked vil kun stige fremadrettet i takt med udviklingen på datalogi-feltet.

Datalogiuddannelserne har faglig spredning, der giver plads til ITU
Datalogi er en relativt ung videnskabelig disciplin, og har de seneste år gennemgået en omfattende faglig udvikling. Den fremtidige udvikling af teknologier forventes at ske med øget forandringshastighed, hvorfor udbuddet af dansk arbejdskraft indenfor feltet skal kunne absorbere både større volumen- og specialiseringsmæssig efterspørgsel. Eksisterende kandidatuddannelser inden for datalogi udbyder således forskellige specialiseringslinjer, hvor der er delelementer, der også vil tilbydes på ITU's Computer Science-uddannelse. De studerendes endelige kompetencer afhænger af, hvilken specialiseringslinje de vælger, samt hvilke fag de vælger at fordybe sig i. I Danmark eksisterer der over 20 specialiseringslinjer inden for datalogi og yderligere specialiseringsmuligheder igennem valgfag på de enkelte universiteter og på tværs af universiteterne.

Selvom der eksisterer overlap i nogle delelementer, adskiller datalogiuddannelser sig fra MSc i Computer Science, idet de tillader forskellige fokusområder samt kombinationsmuligheder. Uddannelserne adskiller sig således betydeligt i deres overordnede sammensætning samt i de kandidater, de uddanner. Det vil således kun være delelementer i de uddannedes profiler, der overlapper med ITU's nye uddannelse i Computer Science. Videre vil ITU's MSc i Computer Science uddanne kandidater med meget specifikke kompetencer på et højt fagligt niveau. Derfor konkluderes det, at Computer Science kan leverer kandidater med kompetencer og specialiseringsniveau, der ikke er dækket af eksisterende datalogiuddannelser.

Øvrige it-uddannelser har kun enkeltelementer tilfælles med MSc i Computer Science
Udover de traditionelle uddannelser inden for datalogi udbydes der på Roskilde Universitet kombinationsuddannelser, der kombinerer datalogiuddannelsen med forskellige faglige elementer. For nogle af disse uddannelser vil der være elementer i form af enkelte grundfag og valgfag tilfælles med Computer Science. Men da det overordnede fokus og det faglige niveau for kompetencer varierer betydeligt fra, hvad der kan forventes af en Computer Science-uddannelse på ITU i kraft af, at faglige elementer såsom sandsynlighedsteori, statistik og brugerflade-teori udgør betydelige dele af pensum på kombinationsuddannelserne, vil der være væsentlige forskelle i uddannelserne.

Derudover er der enkelte uddannelser, der indeholder elementer af Computer Science såsom softwareteknologi, systemidentifikation og –udvikling samt databaseteknologi. For disse uddannelser gælder det, at det kun er enkelte elementer, der overlapper med Computer Science, ligesom det gælder, at niveauet for Computer Science-relaterede kompetencer må forventes at være bredere og dybere på ITU's uddannelse. Her vil det således være en grundlæggende forståelse for Computer Science-elementer, der opnås, men ikke samme højtkvalificerede og specialiserede viden.

Der vil være udækket efterspørgsel på Computer Science-kompetencer i fremtiden
Efterspørgslen blandt relevante arbejdsgivere vurderes til at være stigende i takt med, at arbejdsmarkedet udvikler sig og generelt efterspørger flere it-medarbejdere. Idet det i stigende grad ikke kun er ikt-branchen, der efterspørger medarbejdere med høje faglige kompetencer, men også virksomheder, der hidtil ikke har haft it-kompetencer internt i virksomheden, vil den generelle efterspørgsel stige. Samtidig vil efterspørgslen i stigende grad være efter højtuddannede medarbejder, der er i stand til at udvikle softwareløsninger og ikke alene vedligeholde dem. Flere undersøgelser viser således, at det fremtidige arbejdsmarked vil kræve en højere grad af specialisering, dyb viden og høj faglighed. Der stilles derfor højere krav til den enkelte medarbejder, hvilket betyder, at der er behov for højt kvalificerede og specialiserede it-kandidater.

På baggrund af de inkluderede datakilder, tegnes et billede af, at der vil blive efterspurgt de kompetencer, som Computer Science kan levere. Eksempelvis peges der på en stor efterspørgsel fra arbejdsmarkedet på kompetencer såsom program- og systemudvikling, analyse af data, systemer til ledelsesinformation og systemer til styring af ressourcer – som netop er i fokus på Computer Science-uddannelsen.

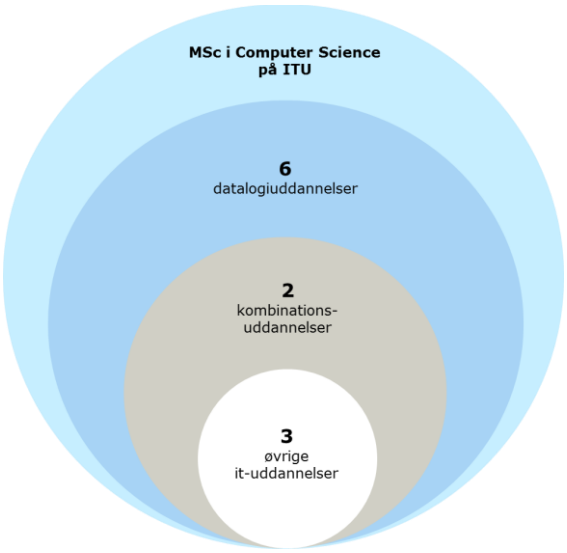
Danmarks konkurrencedygtighed er afhængig af højtkvalificerede it-kandidater
Grundet stor global konkurrence er det afgørende for it-branchen i Danmark, at der eksisterer rammebetingelser, der skaber kandidater med dyb viden om softwareudvikling, programmering mv. og det er som tidligere nævnt ikke kun it-branchen, der er afhængige af højtuddannede it-medarbejdere – efterspørgslen efter specialiserede og højtkvalificerede it-kompetencer gør sig i højere og højere grad gældende inden for en række brancher. Danmarks globale konkurrencedygtighed inden for en række brancher er derfor afhængig af, at der skabes højtuddannede it-kompetencer til virksomhederne. De store vækstmuligheder inden for it-området kan kun gribes af danske virksomheder, såfremt den nødvendige arbejdskraft eksisterer i Danmark.

3. DELOPGAVE I: KORTLÆGNING AF LIGNENDE UDDANNELSER

I delopgave 1 er der foretaget en kortlægning af eksisterende danske kandidatuddannelser, der har faglige elementer, der overlapper med Computer Science. Her er der taget udgangspunkt i de fag og specialiseringer, der vil udgøre den nye uddannelse på ITU, herunder Algorithms, Advanced Programming, Programming Languages, Business Analytics og Software Engineering. De inkluderede fagområder repræsenterer således beslægtede uddannelser, der findes på det danske uddannelsesmarked. Dette gøres for at give et bredt funderet indblik i, hvad der findes af beslægtede uddannelser, hvorfor der også er identificeret både dansk- og engelsksprogede uddannelser.

Der er fokuseret på identificering af uddannelser på kandidatniveau, da ITU's Computer Science-uddannelser vil uddanne kandidater på et højt fagligt og specialiseret niveau. Det vil således være kandidatuddannelser, hvor der er indholds- og niveaumæssige ligheder med ITU's MSc i Computer Science, der inkluderes (se bilag 3 for den præcise søgestrategi).

Figur 3-1: Omfang af identificerede uddannelsers ligheder med Computer Science på ITU



Ved kortlægningen er der identificeret enkelte uddannelser, der i større eller mindre grad har delelementer i form af fag eller specialiseringer tilfælles med indholdet på ITU's Computer Science-uddannelse. Overordnet fordeler lignende, eksisterende danske uddannelser sig i tre kategorier:

1. Datalogiuddannelser samt ITU's MSc i Software Development (det nuværende design track)
2. Kombinationsuddannelser, hvor datalogi kombineres med forskellige faglige elementer
3. Andre it-uddannelser, der har enkeltelementer tilfælles med Computer Science.

Overordnet har datalogiuddannelserne de største ligheder med Computer Science, hvor kombinationsuddannelserne har lidt mindre og andre uddannelser kun har enkelte delelementer tilfælles med ITU's Computer Science-uddannelse. Nedenfor præsenteres de konkrete uddannelser under de tre kategorier, ligesom overlap med Computer Science præciseres.

3.1 Eksisterende uddannelser inden for datalogi

Der er identificeret flere datalogiuddannelser, der i indhold og kompetenceprofiler har væsentlige delelementer i form af grundfag og tilvalgsfag tilfælles med Computer Science.

Der eksisterer fem datalogiuddannelser på kandidatniveau i Danmark. Uddannelserne udbydes på Københavns Universitet, Syddansk Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet. Inden for kandidatuddannelserne udbydes der specialiseringslinjer eller tilvalgsfag, der yderligere specificerer uddannelserne og tillader en højere grad af specialisering for den enkelte studerende. Således er der i alt tale om over 20 forskellige linjer, som yderligere kan tilrettelægges med valgfag, så de studerende kan opnå unikke og meget specialiserede profiler. Derfor er det kun delelementer såsom algoritmeelementer og softwareudvikling, der går igen på tværs af de forskellige universiteter, ligesom det kun vil være delelementer i de uddannedes profiler, der overlapper med ITU's nye uddannelse i Computer Science. Det er derfor i høj grad de specialiseringsmuligheder, der tilbydes på de enkelte universiteter, samt hvilke valgfag der er tilgængelige for de studerende, der definerer uddannelsernes indhold.

Derudover er medtaget ITU's MSc i Software Development (det nuværende design track), da denne uddannelse vil have grundfag og valgfag tilfælles med MSc i Computer Science på ITU.

De identificerede uddannelser er præsenteret i figuren nedenfor.

Figur 3-2: Oversigt over danske datalogiuddannelser

Uddannelse	**Softwareudvikling** MSc i Software Development	**Datalogi** MSc i Computer Science	**Datalogi** MSc i Computer Science	**Datalogi** MSc i Computer Science	**Datalogi** MSc i Computer Science	**Informations-teknologi** MSc i Computer Science and Engineering
Institution	IT-Universitetet	Københavns Universitet	Syddansk Universitet	Aarhus Universitet	Aalborg Universitet	Dansk Teknisk Universitet
Hoved-elementer/ linjer	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Pervasive Computing • Critical Systems	• Algoritmer og Datastrukturer • Programmeringssprog og Systemer • Billedanalyse og Datamatsyn (Computervision) • Data Science • Menneske- og Computer Interaktion • Softwareudvikling	• Mulighed for individualisering gennem valgfag	• Komplekse algoritmer • IT-sikkerhed • Pervasive computing	• Information Technology (IT) • Machine Intelligence (MI) • Data Engineering (DE) • Embedded Systems (ES)	• Computersikkerhed • Digitale systemer • Effektiv og intelligent software • Indlejrede og distribuerede systemer • Pålidelige softwaresystemer • Software Engineering

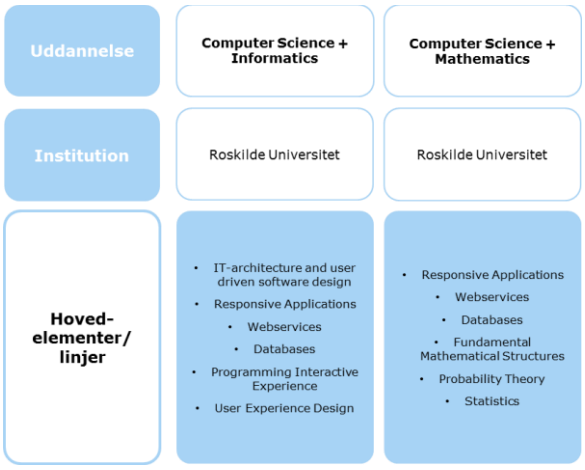
Konkluderende er der fem datalogiuddannelser, der har delelementer tilfælles med ITU's Computer Science-uddannelse. Specialiseringslinjer og tilvalgsfag gør dog, at uddannelserne adskiller sig fra hinanden, idet de tillader forskellige fokusområder samt kombinationsmuligheder. Og på samme vis sikrer specialiseringsretningerne på henholdsvis MSc i Software Development og MSc i Computer Science på ITU, at de to uddannelser ikke kannibaliserer på hinanden.

3.2 Kombinationsuddannelser

Roskilde Universitet udbyder er række kombinationsuddannelser, hvor en datalogiuddannelse kombineres med forskellige faglige elementer, bl.a. erhvervsøkonomi, produktudvikling, brugeranvendelse, kommunikation mm. Enkelte af disse uddannelser indeholder flere elemeter fra Computer Science, men har et andet overordnet fokus. Dette er Computer Science i kombination med Informatik og Computer Science i kombination med Matematik.

De to kombinationsuddannelser fra Roskilde Universitet er overordnet præsenteret i figuren nedenfor.

Figur 3-3: Oversigt over kombinationsuddannelser på RUC

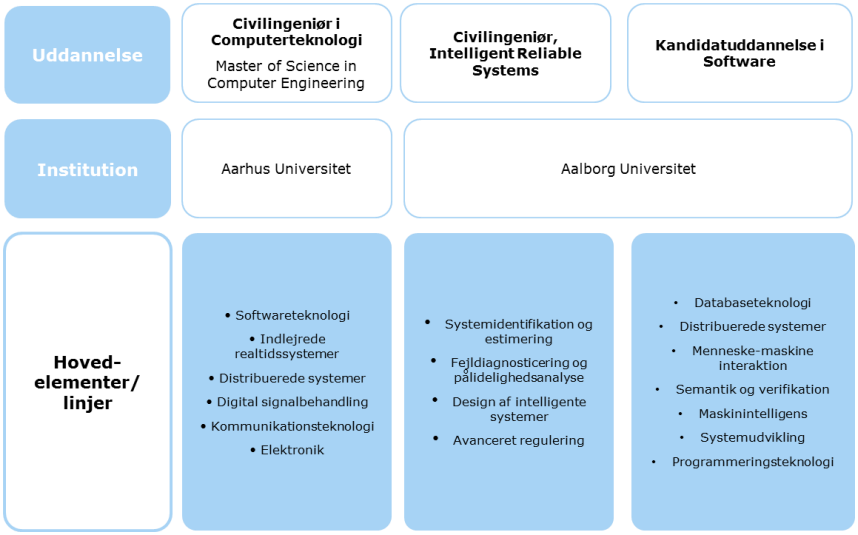


Kandidater med disse kombinationsuddannelser vil have en grundlæggende forståelse for, men ikke dybe kompetencer inden for kerneelementer i Computer Science-uddannelsen, såsom databaser og it-arkitektur. Kombinationsuddannelserne har således overlap med datalogi, men adskiller sig betydeligt i overordnet fokus og fagligt niveau for kompetencer.

3.3 Andre it-uddannelser

På Aarhus Universitet og Aalborg Universitet udbydes der enkelte uddannelser, der har indholdsmæssige delelementer tilfælles med MSc i Computer Science. På både Aarhus og Aalborg Universitet udbydes der civilingeniøruddannelser, der omhandler fagområder med tilknytning til system- og instrumentudvikling. Selvom uddannelserne har indholdsmæssige delelementer tilfælles med ITU's Computer Science-uddannelser, er hovedfokus i uddannelserne på ingeniørmæssige aspekter af arbejdet med it, såsom elektronik, kommunikationsteknologi og design af intelligente systemer. Derfor vurderes det, at det indholdsmæssige fokus er et andet, hvorfor kandidater fra disse uddannelser har profiler, der adskiller sig væsentligt fra kandidater på ITU's MSc i Computer Science.

Figur 3-4: Oversigt over andre it-uddannelser



Derudover udbyder Aalborg Universitet en kandidatuddannelse i Software, der som civilingeniøruddannelserne har et mere teknologisk fokus end Computer Science-uddannelsen. Derfor vurderes det også her kun at være enkeltelementer, der overlapper.

3.4 Andre uddannelser med enkeltelementer vedr. datalogi, programmering eller it

Udover de ovenfor beskrevne uddannelser eksisterer der på uddannelsesmarkedet en række uddannelser, der indeholder enkeltelementer vedrørende datalogi, programmering eller it. Dette være sig i matematiske modeller, der anvendes til programmering på matematikuddannelser, MSc i E-Business, der fokuserer på forretningsmæssige muligheder ved it, eller Informatik, der beskæftiger sig med digitale medier og hører under Institut for Datalogi på Aalborg Universitet. Fælles for alle disse uddannelser er dog, at de ikke udviser store paralleller med den nye uddannelse på ITU, idet de grundlæggende ikke henvender sig til studerende med en baggrund i it. Uddannelserne giver således ikke en dyb kvalifikation til selv at udvikle og designe software, men beskæftiger sig snarere med samspillet mellem forskellige elementer, fx. produktudvikling og it eller brugeranvendelse og it. Derfor vurderes de ikke relevante at fremhæve, når der identificeres uddannelser, der ligner ITU's MSc i Computer Science.

3.5 Dimittender med IKT uddannelse og optag på datalogi

Nedenstående er anført antallet af dimittender i perioden 2010-2013 med en IKT uddannelse. Fokuseres alene på IT-informatik og datalogi på kandidatniveau, var der i perioden årligt ca 230 dimittender, hvilket er en lille andel af det samlede antal dimittender på IKT-uddannelser.

TABEL 4.5
Dimittender efter IKT-uddannelse, antal

Afsluttende uddannelseskode	2010	2011	2012	2013
Alle	5.137	5.594	6.224	6.386
Multimediedesigner	598	727	840	981
Elektriker, installationsteknik	1.223	1.115	953	547
Datamatiker	100	321	296	438
Web-integrator	272	317	383	429
Kommunikation og digitale medier, bach.	239	248	296	284
E-konceptudvikling (overbygning), prof.bach.	.	51	160	252
IT-supporter	242	199	330	242
Elektronik og IT, civilingeniør	184	182	219	236
Datalogi, bach.	176	178	150	185
Digital design og kommunikation, cand.it.	101	143	152	184
Informatik, cand.mag.	106	135	167	184
Mediegrafiker	155	180	185	176
Webudvikling (overbygning), prof.bach.	3	111	156	169
IT, ingeniør prof.bach.	153	131	147	140
IT-informatik, civilingeniør	71	70	115	133
Informationsvidenskab og kulturformidling, bach.	146	85	96	112
Elektronik og IT, ingeniør prof.bach.	112	86	104	103
Datalogi, cand.scient.	165	119	104	96
IT-teknolog, netværksteknologi	.	34	87	93
Softwareudvikling (overbygning), prof.bach.	.	87	81	91

Kilde: Registerdata fra Danmarks Statistik
Note: Tabellen omfatter de 20 uddannelser, hvor der var flest dimittender i 2013

Kilde: "Virksomheders behov for digitale kompetencer", Højbjerre Brauer Schultz, Kubix, Alexandra Instituttet, 2016

Iifølge Forsknings- og Uddannelsesministeriet er der i perioden 2014-2016 årligt optaget 450-500 studerende på universiteternes Datalogistudier, heraf ca 100 på Københavns Universitet.

3.6 Konklusion for delopgave 1 – der er plads til ITU's MSc i Computer Science

Overordnet kan det konkluderes, at ITU's Computer Science-uddannelse i grundfag, valgfag og specialiseringsniveau vil adskille sig fra det eksisterende uddannelsesudbud på it-området. Der er i perioden 2010-2013 årligt registreret ca 230 dimittender på kandidatniveau fra Informatik og Datalogi studierne. I det følgende år er optaget opgjort til ca 500 studerende på universiteternes datalogistudier.

Det er derfor vurderingen, at MSc i Computer Science på ITU kan etablere en specifik profil, og at uddannelsen ikke reducerer relevansen af de eksisterende it-uddannelser. Den teknologiske udvikling forventes at udvikle dette videnskabelige felt, og fordre såvel spredning på discipliner som videnskabeligt samarbejde om forskning og uddannelser. I den henseende vil MSc i Computer Science supplere de eksisterende uddannelser, da det giver yderligere specialiseringsmuligheder for dataloger.

4. DELOPGAVE II: AFDÆKNING AF ARBEJDSMARKEDETS BEHOV

I det følgende redegøres der for arbejdsmarkedets efterspørgsel på de kompetencer, som den nye kandidatuddannelse kan tilvejebringe.

Markedsundersøgelsen har taget udgangspunkt i eninternationale og nationale undersøgelser, der beskæftiger sig med udviklingen af arbejdsmarkedet og efterspørgslen blandt virksomheder. Udvælgelsen af de enkelte undersøgelser er foretaget ud fra relevans og aktualitet samt med fokus på såvel at afdække den internationale udvikling som det konkrete behov på det danske arbejdsmarked.

De internationale undersøgelser beskriver generelt udviklingen af arbejdsmarkedets efterspørgsel efter IT-kompetencer samt de forandringer der vil ske på international plan. Den globale udvikling i denne sektor har indflydelse på udviklingen i Danmark.

I analysen af den konkrete efterspørgsel fra danske virksomheder er der primært taget udgangspunkt i rapporter udarbejdet i Danmark. I denne del af undersøgelsen blev internationale rapporter alene inddraget som inspiration, idet prognoserne fra udlandet ikke vurderes direkte at kunne overføres til det danske arbejdsmarked. Beskrivelserne refererer således til undersøgelser fra brancheorganisationer, interesseorganisationer og andre undersøgelser der har beskæftiget sig med både arbejdsmarkedsudviklingen samt de kompetencer der er nødvendige for at afdække det fremtidige behov. Af aktualitetshensyn inddrages undersøgelser fra 2014 og nyere.

Det kan overordnet konkluderes, at:

1. Der er en stigende efterspørgsel på højtuddannede it-kandidater
2. Der er et udækket behov for højtuddannede it-kandidater i Danmark på op til 6.000 kandidater i 2020 og 19.000 kandidater i 2030 – herunder et behov for de specifikke kompetencer, som MSc i Computer Science kan tilbyde
3. Det er afgørende for det danske erhvervslivs konkurrencedygtighed at kunne rekruttere højtkvalificerede og specialiserede it-medarbejdere. Endvidere er det ikke kun it-branchen, der er afhængig af højtuddannede it-kandidater.

4.1 Der efterspørges højtuddannede it-kandidater

I litteraturen tegnes et klart billede af, at der er et markant behov for højtuddannede it-kandidater i Danmark. En rapport fra Erhvervsstyrelsens fra 2015 viser eksempelvis, at de digitale erhverv alene beskæftiger over 80.000 medarbejdere i Danmark[1].

World Economic Forum vurderer samtidig, at arbejdsmarkedsudviklingen mellem 2015 og 2020 vil skabe vækst inden for it-branchen[2]. Ifølge World Economic Forum er det fremtidige arbejdsmarked præget af en efterspørgsel efter arbejdskraft, der er kvalificeret til at varetage digitale funktioner, herunder Advanced Robotics, Artificial Intelligence, Big Data, mobilt internet og cloudteknologi mm.

I takt med, at arbejdsmarkedet udvikler sig, forandrer de enkelte virksomheders behov sig også mod flere højtkvalificerede medarbejdere. Virksomheder, der ikke tidligere har anvendt itredskaber eller kompliceret softwareteknologi i deres produktion eller drift, efterspørger i højere og højere grad højtkvalificeret arbejdskraft. I 2015 blev op til 28 pct. af amerikanske virksomhe-

[1] Erhvervsstyrelsen (2015), *Aftale om vækstplan for digitalisering i Danmark.*

[2] The World Economic Forum (2016), *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.*

ders it-medarbejder således rekrutteret direkte fra universiteter[3]. Derfor er det i fremtiden ikke blot it-branchen, der har brug for medarbejdere med avancerede kompetencer inden for datalogi og it. Men også virksomheder, der primært benytter it-redskaber for at understøtte deres hovedforretningsområde. Høj faglighed vil derfor blive endnu mere efterspurgt - også udenfor it-branchen.

Denne udvikling bekræftes af "European e-Competence Framework" (e-CF) fra 2014, som kategoriserer it-kompetencer og arbejdsmarkedets behov herfor[4]. E-CF opstiller en liste over de 40 mest relevante kompetencer, der er behov for inden for it-branchen. Mange af kompetencerne omfatter specialiserede kompetencer inden for systemudvikling og vedligeholdelse af it-systemer på et højt fagligt niveau – såkaldte level 4-5 (se forklaring af niveauerne i figuren nedenfor).

Figur 4-1: Forklaring af e-CFs levels

e-CF Levels	e-CF Levels descriptions	Typical Tasks	Complexity	Autonomy	Behaviour
e-5	**Principal** Overall accountability and responsibility; recognised inside and outside the organisation for innovative solutions and for shaping the future using outstanding leading edge thinking and knowledge.	IS strategy or programme management	Unpredictable – unstructured	Demonstrates substantial leadership and independence in contexts which are novel requiring the solving of issues that involve many interacting factors.	Conceiving, transforming, innovating, finding creative solutions by application of a wide range of technical and/or management principles.
e-4	**Lead Professional / Senior Manager** Extensive scope of responsibilities deploying specialised integration capability in complex environments; full responsibility for strategic development of staff working in unfamiliar and unpredictable situations.	IS strategy/ holistic solutions		Demonstrates leadership and innovation in unfamiliar, complex and unpredictable environments. Addresses issues involving many interacting factors.	
e-3	**Senior Professional / Manager** Respected for innovative methods and use of initiative in specific technical or business areas; providing leadership and taking responsibility for team performances and development in unpredictable environments.	Consulting	Structured – unpredictable	Works independently to resolve interactive problems and addresses complex issues. Has a positive effect on team performance.	Planning, making decisions, supervising, building teams, forming people, reviewing performances, finding creative solutions by application of specific technical or business knowledge/skills.
e-2	**Professional** Operates with capability and independence in specified boundaries and may supervise others in this environment; conceptual and abstract model building using creative thinking; uses theoretical knowledge and practical skills to solve complex problems within a predictable and sometimes unpredictable context.	Concepts/ Basic principles	Structured – predictable	Works under general guidance in an environment where unpredictable change occurs. Independently resolves interactive issues which arise from project activities.	Designing, managing, surveying, monitoring, evaluating, improving, finding non standard solutions. Scheduling, organising, integrating, finding standard solutions, interacting, communicating, working in team.
e-1	**Associate** Able to apply knowledge and skills to solve straight forward problems; responsible for own actions; operating in a stable environment.	Support/ Service		Demonstrates limited independence where contexts are generally stable with few variable factors.	Applying, adapting, developing, deploying, maintaining, repairing, finding basic-simple solutions.

Ansatte i disse kategorier arbejder med it på et avanceret og højt specialiseret niveau. Rapporten har i 2014 tilføjet fire nye kompetencer; bl.a. at kunne innovere (udvikle nye systemer og applikationer) og System Engineering. De tilføjede kompetencer giver også i kraft af fokus på udvik-

[3] AT Kearney (2015), *The 2015 Leadership Excellence in Analytic Practices (LEAP) Study.*
[4] European Committee for Standardization (2014), *European e-Competence Framework.*

lingskompetencer og ikke driftskompetencer et indtryk af, at det er højtuddannet arbejdskraft, der i fremtiden vil blive efterspurgt.

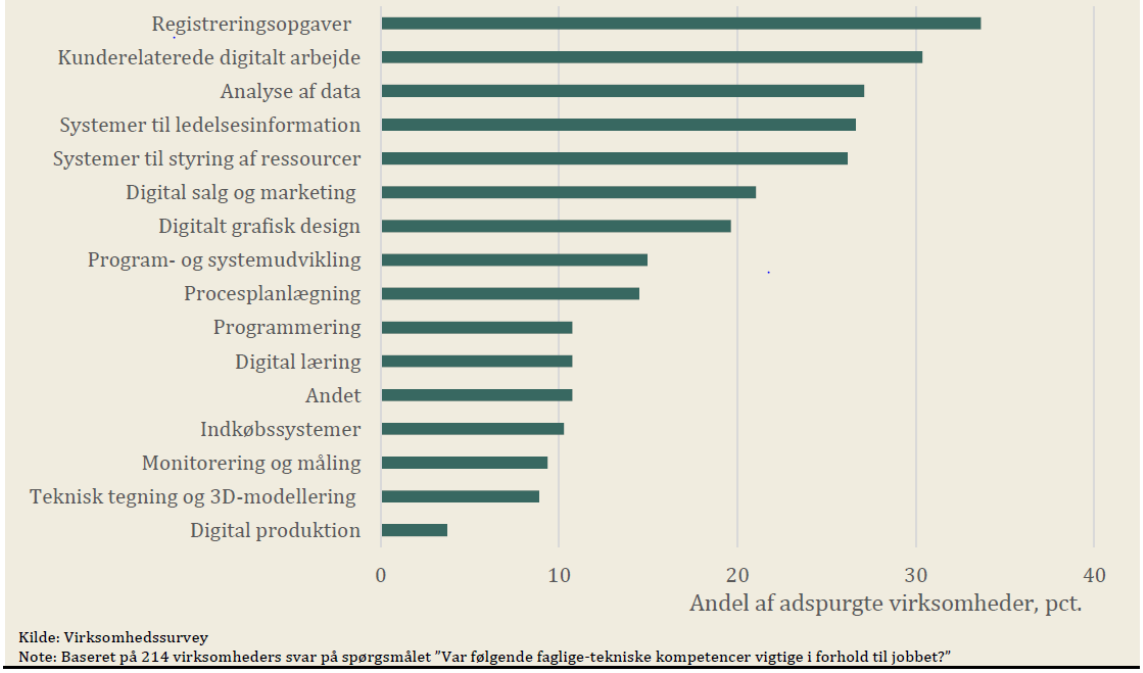
4.2 Der er udækket behov på højtuddannede it-kandidater i Danmark

Dansk Industri har udarbejdet en rapport, hvor arbejdsmarkedet og it-branchen undersøges[5]. Her opstilles en prognose, der vurderer, at der vil være et stigende behov i branchen, hvorfor der kan opstå et udækket behov for højtuddannede it-kandidater i Danmark. I alt vurderer rapporten, at der vil være et udækket behov på op til 6.000 medarbejde i 2020. Herudover vurderes det, at flere og flere brancheområder ændrer deres forretningsmodel og udbygger deres varer og services med avanceret elektronik og digitale tjenester, hvilket igen medfører øget efterspørgsel efter højtuddannede.

Det aktuelle og fremtidige behov for arbejdskraft med digitale kompetencer i Danmark er ligeledes blevet undersøgt[6]. Her kigges der særligt på specialiserede it-kompetencer og det konkluderes, at der til trods for et stigende udbud af it-arbejdskraft vil være et udækket efterspørgselspotentiale på 19.000 IKT-specialister i 2030. Dette primært it-specialister, der er i stand til at varetage specialiserede opgaver, herunder ledelse og produkt- og servicefrembringelse.

Videre viser undersøgelsen, at arbejdsgivere efterspørger de kompetencer, som Computer Science tilsigter at uddanne de studerende i. En væsentlig andel af virksomhederne efterspørger således dybe it-kompetencer såsom udvikling af systemer til ledelsesinformation, systemer til styring af ressourcer og program- og systemudvikling. Det forventes, at studerende gennem en kandidatuddannelse i Computer Science på ITU opnår disse kompetencer.

FIGUR 7.4
Mest efterspurgte faglige-tekniske kompetencer hos avancerede IKT-brugere



Kilde: Virksomhedssurvey
Note: Baseret på 214 virksomheders svar på spørgsmålet "Var følgende faglige-tekniske kompetencer vigtige i forhold til jobbet?"

Kilde: Højbjerre Brauer Schultz, Kubix, Alexandra Instituttet, 2016: Virksomheders behov for digitale kompetencer.

Overordnet viser undersøgelserne, at de kompetencer, der opnås gennem ITU's MSc i Computer Science, harmonerer med de behov og den efterspørgsel, der kan forventes på arbejdsmarkedet

[5] Dansk Industri (2015), *Prognose 2020: ITEK-branchens behov for it og elektronikkandidater i 2020*
[6] Højbjerre Brauer Schultz, Kubix, Alexandra Instituttet (2016), *Virksomheders behov for digitale kompetencer*

fremadrettet. Der tegner sig derfor et billede af, at der eksisterer et stabilt aftagermarked for nyuddannede i Computer Science.

4.3 Danmarks konkurrencedygtighed er afhængig af højtuddannede it-kandidater

It-branchen er generelt præget af at stå i global konkurrence grundet uafhængigheden fra geografiske restriktioner. Branchen og virksomhederne er således ikke bundet af at lokalisere et bestemt sted, men kan frit vælge ud fra lokaliteternes attraktivitet. Derfor er det afgørende for it-branchen i Danmark, at der eksisterer rammebetingelser, der muliggør opretholdelse af virksomhedernes konkurrencedygtighed[7]. It-branchen kan betegnes som meget videnintensiv og er derfor i høj grad afhængig af at kunne rekruttere kvalificerede medarbejdere. Dette omfatter kandidater med dyb viden om softwareudvikling og programmering og lignende kandidater med høj faglighed og stærke it-kompetencer. Danmarks globale konkurrencedygtighed inden for it-branchen er derfor afhængig af, at der kan leveres højtuddannede til virksomhederne. Hvis virksomhederne ikke er i stand til at rekruttere de rette medarbejdere, der besidder de efterspurgte kompetencer, kan det føre til, at de bliver tvunget til at placere deres it-afdeling udenfor deres interne værdikæde, udenfor Danmark.

De store vækstmuligheder inden for it-området, særligt digitalisering og Internet of Things (IoT), kan således kun gribes af danske virksomheder, såfremt den nødvendige arbejdskraft eksisterer i Danmark.

4.4 Konklusion for fokusområde 2 – der er stabilt aftagermarked for Computer Science-kandidater

Overordnet set tegner der sig et billede af, at der eksisterer et udækket behov for højtuddannede it-kandidater, der besidder de kompetencer, som uddannelsen i Computer Science ønsker at uddanne kandidater til. Og at det udækkede behov fremadrettet vil være stigende i kraft af den rivende udvikling på datalogi-feltet.

Derfor eksisterer der både aktuelt og fremadrettet et stabilt aftagermarked for datalogi-kandidater, hvor der efterspørges netop de kompetencer, som ITU's MSc i Computer Science kan levere.

[7] Danske Erhverv/IT-Branchen (2015), *Styrker og svagheder for IT-branchen i den internationale konkurrence*

BILAG 1: DE INKLUDEREDE KANDIDATUDDANNELSER

De identificerede uddannelser præsenteres nedenfor i tabelform. Uddannelserne er inddelte ift. de forskellige overordnede tematikker, søgningen blev gennemført indenfor og søgningen dækker over centrale begreber, der går på tværs af uddannelserne. De inkluderede uddannelser repræsenterer således beslægtede uddannelser, der findes på det danske uddannelsesmarked.

Datalogi/Computer Science

Uddannelsesinstitution	**IT -Universitetet**
Uddannelsens titel (engelsk/ dansk)	MSc I Softwareudvikling
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Kandidatuddannelsen Softwareudvikling har fokus på erhvervslivets efterspørgsel. De studerende vil arbejde projektorienteret med design, udvikling og vedligeholdelse af software. Uddannelsen henvender sig både til studerende med en it-relateret baggrund og studerende med en anden faglig uddannelsesbaggrund. De studerende skal således ved optag vælge hvilken af de to spor de ønsker at uddanne sig i. Kandidatuddannelsen i Softwareudvikling tilbyder forskellige specialiseringslinjer, der består af specifikke fagpakker. De studerende kan således specialisere sig indenfor bestemte områder, dog tilbydes nogle af specialiseringslinjerne kun indenfor de specifikke spor: • Business Analytics • Algorithms • Software Engineering • Pervasive Computing Design-spor: Design sporet som forbliver en selvstændig uddannelse afgrænser sig fra den nye uddannelse idet den henvender sig til studerende der ikke har en it-relateret uddannelse. Design sporet tillader yderligere specialiseringslinjer: • Programming Languages • Web Systems Advanced Computing-spor: Advanced Computing sporet udspringer af den eksisterende kandidatuddannelse og bliver oprettet som en selvstændig kandidatuddannelse (MSc i Computer Science)

Uddannelsesinstitution	Københavns Universitet
Uddannelsens titel (engelsk/ dansk)	MSc in Computer Science/ Datalogi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Datalogiuddannelsen på Københavns Universitet giver studerende et grundlæggende teoretisk og praktisk fundament inden for datalogiens discipliner. Der undervises i kernefag som algoritmik og datastrukturer, programmeringssprog, data science og maskinlæring, HCI (menneske-maskine interaktion), billedanalyse og datasyn (computer vision) samt softwareudvikling. Herudover har studerende mulighed for at specialisere sig indenfor følgende 6 fagområder: • Algoritmer og Datastrukturer • Programmeringssprog og Systemer • Billedanalyse og Datamatsyn (Computervision) • Data Science • Menneske- og Computer Interaktion • Softwareudvikling • Spiludvikling (DADIU)
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming Language • Pervasive Computing • Critical Systems

Uddannelsesinstitution	Syddansk Universitet
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc in Computer science/ Datalogi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Datalogi er grundlaget for udvikling af effektive og sikre moderne softwareløsninger. Og med betoning af principper, som også holder i næste årti.
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming Language • Pervasive Computing • Critical Systems

Uddannelsesinstitution	**Danmarks Tekniske Universitet**
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc in Computer Science and Engineering/Informationsteknologi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Uddannelsen i informationsteknologi på DTU omfatter design og brug af beregningskomponenter, såvel software som hardware. Kandidatuddannelsen i informationsteknologi tillader de studerende at specialisere sig i 1 ud af 6 studielinjer. Dette muliggøre det for den enkelte studerende at sætte sit eget præg på uddannelsen. Specialiseringslinjer omfatter følgende kerneområder: • Computersikkerhed • Digitale systemer • Effektiv og intelligent software • Indlejrede og distribuerede systemer • Pålidelige softwaresystemer • Software Engineering
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming Language • Pervasive Computing • Critical Systems

Uddannelsesinstitution	Aarhus Universitet
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc Computer Science/ Datalogi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Kandidatuddannelsen i Datalogi bygger videre på en grunduddannelse indenfor datalogi eller IT og udvikler de studerendes evner inden for datalogiske grunddiscipliner som eksempelvis programmeringssprog, algoritmik og kryptologi. Uddannelsen tillader forskellige kombinationer af specialisering, som de studerende kan kombinere igennem valgfag: • Komplekse algoritmer • IT-sikkerhed • Pervasive Computing • Mm.
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming Language • Pervasive Computing • Critical Systems

Uddannelsesinstitution	Aalborg Universitet
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc Computer Science/ Datalogi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	OBS - Ny uddannelse, oprettes fra september 2017, uddannelsen bliver sammenlagt af 4 eksisterende kandidatuddannelser. Uddannelsen tilbyder følgende specialiseringslinjer: • Information Technology (IT) • Machine Intelligence (MI) • Data Engineering (DE) • Embedded Systems (ES)
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming

Kombinationsuddannelser

Uddannelsesinstitution	Roskilde Universitet
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc Computer Science + (tilvalg)/ Datalogi + tilvalg
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	De enkelte linjer tillader forskellige specialiseringsretninger hvilket vil sætte præg på den enkelte studerendes faglige kompetencer. Ved færdiggørelse af én af de ovenstående uddannelser vil den studerende jf. studieordninger have følgende kompetencer: • Skal kritisk kunne forholde sig til, vælge og anvende metoder og teknikker til analyse, design og konstruktion af softwaresystemer • Skal kunne programmere avancerede softwareløsninger med brug af hensigtsmæssige, state-of-the-art programmeringssprog, biblioteker, udviklingsværktøj og udstyr • Skal kunne teste, validere og evaluere softwaresystemer • Skal kunne formidle forskningsbaseret viden om datalogi og diskutere professionelle datalogiske problemstillinger på et videnskabeligt grundlag med både fagfæller og ikke-specialister.
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	Uddannelsen kvalificerer til at arbejde med software- og systemudvikling. Derudover lærer studerende tekniker og metoder til at designe og bygge software systermer inkl. software engineering algoritmer og data fremvisning. Datalogistudiet på RUC tillader de studerende at vælge en af følgende studieretninger: • Computer Science + Informatics • Computer Science + Mathematics

Andre IT-uddannelser

Uddannelsesinstitution	**Aarhus Universitet**
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	MSc. in Computer Engineering (MSc in Engineering)/Civilingeniør i Computerteknologi
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	Kandidatuddannelsen i Computerteknologi fokuserer på, hvordan forskellige IT-systemer fungerer og taler sammen i et netværk. Uddannelsen tillader at specialisere sig indenfor et fagområde som gør de studerende til specialister indenfor det relevante fagområde med tilknytning til system. og instrumentudvikling der involverer software, hardware og kommunikationsteknologi. Uddannelsen giver mulighed for specialisering indenfor følgende områder: • Softwareteknologi • Indlejrede realtidssystemer • Distribuerede systemer • Digital signalbehandling • Kommunikationsteknologi • Elektronik
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	• Business Analytics • Databases • Algorithms • Software Engineering • Programming Language • Pervasive Computing • Critical Systems

Uddannelsesinstitution	**Aalborg Universitet**
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	Civilingeniør, Intelligent Reliable Systems
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	På uddannelsen beskæftiger man sig bl.a. med proceskontrol, pålidelighedskrav, fejldetektion og diagnose i dynamiske software- og hardwaresystemer. • Systemidentifikation og estimering • Fejldiagnosticering og pålidelighedsanalyse • Design af intelligente systemer • Avanceret regulering
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	Indholdsmæssige delelementer tilfælles med MSc. i Computer Science. Hovedfokus er dog på ingeniørmæssige aspekter af arbejdet med IT, såsom elektronik, kommunikationsteknologi og design af intelligente systemer.

Uddannelsesinstitution	**Aalborg Universitet**
Uddannelsens navn (engelsk/ dansk)	Kandidatuddannelse i Software
Link til uddannelsen	Link til uddannelsens præsentationsside
Beskrivelse af uddannelsen	På kandidatuddannelsen i Software på Aalborg Universitet arbejder man med internetudvikling og distribueret og mobilt netværk. • Databaseteknologi • Distribuerede systemer • Menneske-maskine interaktion • Semantik og verifikation • Maskinintelligens • Systemudvikling • Programmeringsteknologi
Elementer/fag, der er beslægtet med MSc i Computer Science på ITU	Indholdsmæssige delelementer tilfælles med MSc i Computer Science. Hovedfokus er dog på ingeniørmæssige aspekter af arbejdet med IT, såsom elektronik, kommunikationsteknologi og design af intelligente systemer.

BILAG 2: AFTAGERUNDERSØGELSER

Referenceliste

Forfattere	**Højbjerre Brauer Schultz, Kubix, Alexandra Instituttet (styregruppe med repræsentanter fra Erhvervs- og Vækstministeriet, Uddannelses- og Forskningsministeriet og Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling**
Titel	Virksomheders behov for digitale kompetencer
Årstal	2016
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	På trods af et stigende udbud af IKT-arbejdskraft viser grundscenariet, at der vil være et udækket efterspørgselspotentiale på 19.000 IKT-specialister i 2030.
Rapportens relevans for Computer Science	Projektet kortlægger virksomhedernes behov for digitale kompetencer. Kortlægningen har to formål: 1. At skabe øget viden om dansk erhvervslivs nuværende og fremtidige behov for arbejdskraft med digitale kompetencer, herunder særligt specialiserede IT kompetencer 2. At vurdere matchet mellem udbud af digitale kompetencer på tværs af de forskellige IT-uddannelsesområder og erhvervslivets efterspørgsel efter disse.

Forfattere	**AT Kearney**
Titel	The 2015 Leadership Excellence in Analytic Practices (LEAP) Study
Årstal	2015
Land	USA
Hovedpointer i rapporten	Undersøgelsen viser, at de adspurgte virksomheder rekrutterer 28 % af deres medarbejdere med IT kompetencer direkte fra universiteterne.
Rapportens relevans for Computer Science	Rapporten kortlægger forskellige industrier og viser på baggrund af undersøgelsen, at der vil væren en stigning på 33% på efterspørgslen af IT uddannede indenfor de forskellige sektorer de næste 5 år.

Forfattere	**Erhvervsstyrelsen**
Titel	Aftale om vækstplan for digitalisering i Danmark
Årstal	2015
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	De digitale erhverv beskæftiger i dag mere end 80.000 ansatte og har en årlig omsætning på 173 mia. kr. Der er behov for at skabe et digitaliseringsløft i dansk erhvervsliv gennem initiativer, der understøtter, at endnu flere virksomheder udnytter deres digitale potentiale fx gennem øget e-handel og brug af Big Data.
Rapportens relevans for Computer Science	Aftaleparterne er enige om at igangsætte initiativer på følgende områder: (1-3 ikke relevant ift. MSc Computer Science) 4) Fremme af digitale kompetencer og læremidler Adgangen til kvalificerede og relevante digitale kompetencer er afgørende for vækstmulighederne i danske virksomhe-

	der. Det gælder både adgangen til specialiserede IT-kompetencer hos fx IT-udviklere og dataanalytikere og til medarbejdere, der besidder grundlæggende digitale kompetencer.

Forfattere	**Dansk Industri**
Titel	Prognose 2020 ITEK-branchens behov for it og elektronikkandidater i 2020
Årstal	2015
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	Udækket behov i 2020 på omkring 3.000 kandidater - alene i ITEK-branchen Derudover generel teknologisk udvikling i samfundet, bl.a. digitalisering, big data og Internet of Things. Denne gruppe skønnes at udgøre op til yderligere 3.000 kandidater.
Rapportens relevans for Computer Science	Prognosen vurderer, at der vil være et stigende behov i branchen og i forbindelse med antal uddannede opstå mangel på højtuddannede. Herudover vurderes det, at flere og flere brancheområder ændrer deres forretningsmodel og dermed udbygger deres varer og services med avanceret elektronik og digitale tjenester.

Forfattere	**Dansk Erhverv/ IT Branchen**
Titel	Styrker og svagheder for IT-branchen i den internationale konkurrence
Årstal	2015
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	62 % af adspurgte virksomheder efterlyser kompetencer indenfor Softwareudvikling.
Rapportens relevans for Computer Science	1. "it-sektoren en videnintensiv branche, der er meget afhængig af, at kunne rekruttere dygtige softwareudviklere, programmører og lignende med meget stærke it-kompetencer. Imidlertid oplever sektoren en væsentlig mangel på arbejdskraft med den rigtige kompetence – faktisk i en sådan grad, at næsten hver tredje virksomhed helt måtte opgive at besætte stillinger sidste år" 2. "Et afgørende konkurrenceparameter for it-branchen er adgangen til dygtig it-arbejdskraft. Både fordi virksomhedernes evner til at løse opgaver forudsætter, at man har dygtige it-uddannede ansatte. Men også fordi de store vækstmuligheder, som en fortsat digitalisering af samfundet vil give, kun kan gribes af danske it-virksomheder, såfremt den nødvendige arbejdskraft er til stede. "

Forfattere	**IT-Jobbank**
Titel	Programmører og systemudviklere sværest at rekruttere
Årstal	2014
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	Dårligt match mellem uddannelse og behov fra virksomhedernes side. Behov for højtuddannede og meget specialiserede IT-medarbejdere.

Rapportens relevans for Computer Science	Det er sværest at rekruttere programmører og systemudviklere. 26 % af virksomhederne i de digitale erhverv har problemer med at få besat én eller flere it-stillinger.

Forfattere	**Berlingske Business**
Titel	3.900 ledige IT-job mangler hjerner
Årstal	2014
Land	Danmark
Hovedpointer i rapporten	Der vil mangle op mod 4.000-5.000 kvalificerede IT-medarbejdere i 2020.
Rapportens relevans for Computer Science	"Der er størst efterspørgsel på de allerdygtigste, for eksempel dataloger med dyb forståelse for algoritmer, men også på ingeniører og naturvidenskabelige kandidater."

Forfattere	**CEN (European Committee for Standardization)**
Titel	European e-Competence Framework
Årstal	2014
Land	Bruxelles
Hovedpointer i rapporten	I den seneste rapport er der tilføjet 4 nye kompetencer: – A.9. Innovere (kunne udvikle nye systemer og applikationer) – B.6. System Engineering (systemkonstruktion) – D.11. Identificere behov – D.12. Digital Marketing
Rapportens relevans for Computer Science	The European e-Competence Framework (e-CF), opstiller en liste over de 40 mest relevante kompetencer der er behov for indenfor IKT branchen. Mange af kompetencerne omfatter specialiserede kompetencer indenfor systemudvikling og vedligeholdelse af IT-systemer. Ansatte i denne kategori arbejder med IT på et så specialiseret niveau at at det kræver en formel uddannelse for at varetage jobfunktionen.

Forfattere	**The World Economic Forum**
Titel	The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution
Årstal	2016
Land	Hele verden (Geneve, Schweiz)
Hovedpointer i rapporten	Arbejdsmarkedsudviklingen mellem 2015 og 2020 viser at der er en stigning indenfor IKT branchen, særligt indenfor Big data og mobilt internet og cloud teknologi. Disse områder kræver højt kvalificerede og specialiserede medarbejdere i IT branchen.
Rapportens relevans for Computer Science	Det fremtidige arbejdsmarked efterspørger arbejdskraft der er kvalificeret ift. de trends der præger arbejdsmarkedet herunder, advanced robotics, artificial intelligence mm.

Forfattere	**European Commission**

Titel	Horizon 2020 Work Programme 2016 - 2017
Årstal	2016
Land	EU, Bruxelles
Hovedpointer i rapporten	Rapporten ønsker at bidrage til europæiske virksomheders udvikling gennem kortlægning af aktuelle behov og muligheder inden for IKT-branchen.
Rapportens relevans for Computer Science	Rapporten nævner bl.a. området ” Smart Anything Everywhere Initiative”, som skal integrere digitale løsninger i forskellige produkter og brancher. Dette kræver nye software-systemer og elektronikdele.

BILAG 3: METODISK FREMGANGSMÅDE

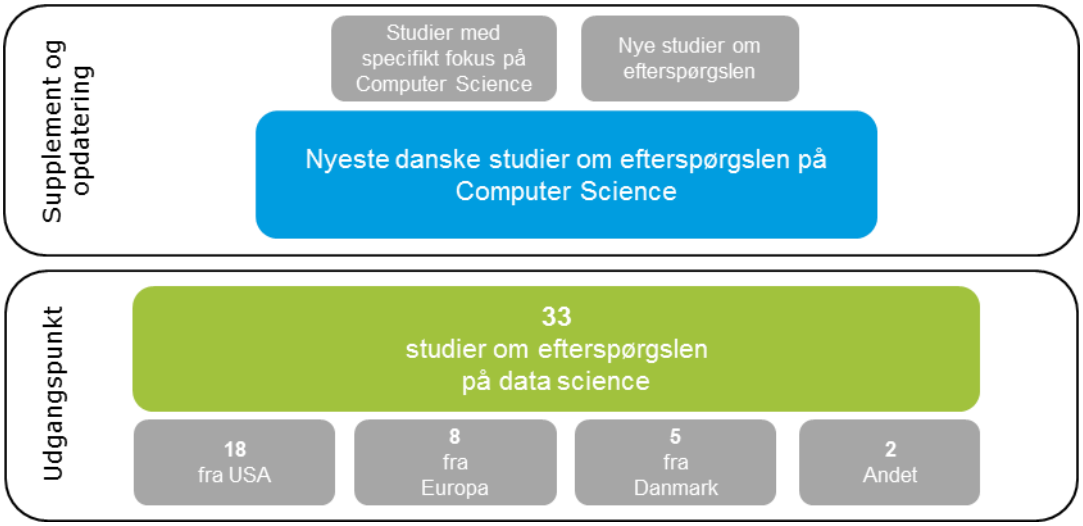
Arbejdsmarkedets behov

Inden for review- og kortlægningstraditionen findes der en række forskellige tilgange, der kan placeres på et kontinuum, der spænder fra *litteraturstudier* over *Rapid Evidence Assessments* til *systematiske forskningskortlægninger* og endelig til et fuldt *systematisk review*.

Overordnet er de væsentligste forskelle mellem de forskellige former for kortlægning, hvor detaljeret og systematisk der søges, og hvor detaljeret og udførlig afrapporteringen af den indsamlede viden er.[8] En yderligere dimension, som varierer mellem de forskellige former for kortlægning, er tilgangen til viden. Viden kan forstås i snæver forstand som publiceret forskning, og viden kan forstås bredere som både publiceret forskning og udviklingsarbejde, undersøgelser m.m., der ikke er publiceret.

Rapid Evidence Assessment-metoden er i dette tilfælde valgt, da den er udviklet til, inden for en relativt kort tidsperiode systematisk at kortlægge eksisterende forskning inden for et afgrænset område med henblik på at udlede central viden, som kan danne grundlag for synteser.

Der er i afdækningen af arbejdsmarkedets efterspørgsel på Computer Science ved Rapid Evidence Assessment taget udgangspunkt i desk researchen, der blev foretaget i forbindelse med en tidligere markedsundersøgelse Markedsundersøgelse for Data Science. Her blev der identificeret en række engelsksprogede og enkelte danske studier om efterspøgslen på Data Science. Dette er suppleret af desk research med specifikt fokus på nye, danske studier om efterspørgslen på Computer Science.



For at identificere nye danske studier om arbejdsmarkedets behov for it-relaterede uddannelser og kandidater er der opstillet en systematisk søgestrategi med fastlagte søgetermer og inklusionskriterier, der aktiveres ved en struktureret søgeproces. Søgestrategien er skitseret i boksen nedenfor.

[8] Jf. Gough et al.: *An introduction to systematic reviews*, London, Sage, 2012.

Eksisterende danske undersøgelser om behov for it-relaterede uddannelser

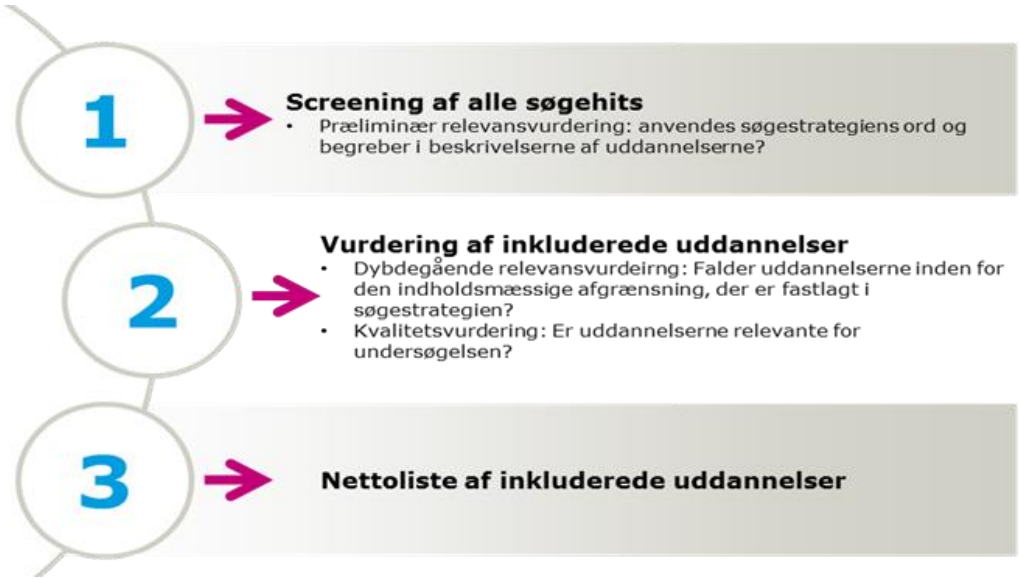
Søgetermer:
Computer science, datalogi, software testing, software verification, IoT, big data, data mining, data science, IT security, software ingeniør/engineering, softwareudvikling/development, systemudvikling, informatik, computing, IT, informationsteknologi/information technology, database, teknologi/technology, netværksteknologi/network technology, programmering/programming, algoritmer/algorithms

Søgeord suppleres af ord som: efterspørgsel, evaluering, analyse, opsamling, undersøgelse, strategi.

Inklusionskriterier:
Sprog: dansk
Geografi: kun Danmark
År: 2014-nu

Søgeproces:
1. Søgeord anvendes i forskellige kombinationer i en søgning på gængse databaser (fx Google)
2. Relevansvurdering af fremkomne studier (indenfor tema, årstal mv.)
3. Supplerende søgning pba. de inkluderede studiers referencelister
4. Etablering bruttoliste af studier til gennemlæsning
5. Gennemlæsning alle studier – frascreening af irrelevante
6. Syntese udarbejdes

Lignende uddannelser
Med udgangspunkt i Uddannelsesguiden på www.ug.dk er der foretaget en systematisk afdækning af lignende uddannelser. Den systematiske afdækning sker i tre trin:



Afdækningen at lignende uddannelser er foretaget med udgangspunkt i fastlagte søgetermer og inklusionskriterier. Den indledende udsøgning af uddannelser er foretaget ved de samme søgetermer som ved afdækningen af arbejdsmarkedets behov og udvælgelsen af inkluderede uddannelser er sket på baggrund af antallet af hits på søgetermerne og klare inklusionskriterier. Den samlede søgestrategi præsenteres nedenfor.

Lignende danske uddannelser

Overordnet undersøgelsesspørgsmål:
Hvilke danske uddannelser, der ligner Computer Science, findes der?

Søgetermer:
Computer science, datalogi, software testing, software verification, IoT, big data, data mining, data science, IT security, software ingeniør/engineering, softwareudvikling/development, systemudvikling, informatik, computing, IT, informationsteknologi/information technology, database, teknologi/technology, netværksteknologi/network technology, programmering/programming, algoritmer/algorithms

Inklusionskriterier:
Geografi: kun Danmark
Typer af uddannelser: fokus på uddannelser på kandidatniveau (MA)

Søgeproces:
1. Søgeord anvendes i forskellige kombinationer i en søgning på www.ug.dk
2. Relevansvurdering af fremkomne uddannelser
3. Etablering af liste med uddannelser

Referencer

Her er samlet henvisning til de rapporter m.m., der er citeret fra i ansøgningen.

(*Forskningsministeriet 1998*) *Styrkelse af IT-forskning og IT-uddannelse*. Rapport fra Forskningsministeriet, 28. oktober 1998.
http://www.statensnet.dk/pligtarkiv/fremvis.pl?vaerkid=882&reprid=0&iarkiv=1

(Højbjerre Brauer Schulz 2016) Virksomheders behov for digitale kompetencer. Højbjerre Brauer Schulz, Kubix og Alexandra Instituttet for Erhvervsstyrelsen maj 2016.
https://erhvervsstyrelsen.dk/kortlaegning-af-virksomhedernes-behov-digitale-kompetencer-0

(*Faktaark - Positivliste 2017/18) Faktaark – Positivliste: Uddannelser der er undtaget gældende for optaget i 2017 og 2018.* Uddannelses og Forskningsministeriet 14. december 2016.
http://ufm.dk/uddannelse-og-institutioner/indsatsomrader/begransning-af-dobbeltuddannelse/filer/faktaark-iii-uddannelser-der-er-undtaget-gaeldende-for-optaget-i-2017-og-2018.pdf

(IT-Branchen 2017) IT-Barometer 2017. IT-Branchen. 2017.
https://itb.dk/articles/m%C3%A6rkesager/it-barometer-2017

(DI TEK 2015) ITEK-branchens behov for it- og elektronikkandidater i 2020. DI TEK 2015.
https://digital.di.dk/SiteCollectionDocuments/ITOS/Publikationer/GC/Prognose2020-ITEK-branchensbehov_for_it_kandidater.pdf

(Digitalt Vækstpanel 2017) Danmark som digital frontløber. Digitalt Vækstpanel maj 2017.
http://em.dk/digipanel

(*Computer Science Department*) *Computer Science Department.* IT-Universitetet.
https://computerscience.wikit.itu.dk/

Uddannelses- og Forskningsministeriet

IT-Universitetet i København
itu@itu.dk

Godkendelse af ny uddannelse

11 december 2017

Styrelsen for Forskning og Uddannelse
Jura

Bredgade 40
1260 København K
Tel. 3544 6200
Fax 3544 6201
sfu@ufm.dk
www.ufm.dk

CVR-nr. 1991 8440

Sagsbehandler
Marie Helene Louw Carlsen
Tel. 72 31 86 24
mhc@ufm.dk

Ref.-nr.
Dokument nr. 17/055090-17

Uddannelses- og forskningsministeren har på baggrund af gennemført prækvalifikation af IT-Universitetets (ITU) ansøgning om godkendelse af kandidatuddannelsen i datalogi truffet følgende afgørelse:

Godkendelse af kandidatuddannelsen i datalogi

Afgørelsen er truffet i medfør af § 17 i bekendtgørelse nr. 852 af 3. juli 2015 om akkreditering af videregående uddannelsesinstitutioner og godkendelse af videregående uddannelser.

Det er en forudsætning for godkendelsen, at uddannelsen og dennes studieordning opfylder uddannelsesreglerne, herunder bekendtgørelse nr. 1328 af 15. november 2016 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (uddannelsesbekendtgørelsen).

Ministeriet har noteret sig, at kandidatuddannelsen i datalogi er en videreudvikling af linjen advanced computing track på den eksisterende kandidatuddannelse i softwareudvikling på ITU. Kandidatuddannelsen i datalogi erstatter denne linje.

Da ITU er positivt institutionsakkrediteret gives godkendelsen til umiddelbar oprettelse af kandidatuddannelsen.

Styrelsen for Forskning og Uddannelse kontakter snarest ITU med koder fra Danmarks Statistik.

Ansøgningen er blevet vurderet af Det rådgivende udvalg for vurdering af udbud af videregående uddannelser (RUVU). Vurderingen er vedlagt som bilag.

Uddannelsen er omfattet af reglerne i uddannelsesbekendtgørelsen.

Hovedområde:
Uddannelsen hører under det naturvidenskabelige hovedområde.

Titel:
Efter reglerne i uddannelsesbekendtgørelsens § 21, stk. 1 og bilag 1 pkt. 4.7., faslægges uddannelsens titel til:

Dansk: Cand.scient. i datalogi
Engelsk: Master of Science (MSc) in Computer Science

Udbudssted:
Uddannelsen udbydes i København.

Sprog:
Ministeriet har noteret sig, at uddannelsen udbydes på engelsk.

Vi bemærker hertil, at det fremgår af § 7, stk. 1, i bekendtgørelse nr. 111 af 30. januar 2017 om adgang til kandidatuddannelser ved universiteterne (kandidatadgangsbekendtgørelsen), at hvis en uddannelse eller væsentlige dele heraf udbydes på engelsk, skal ansøgeren senest inden det tidspunkt, der er fastsat for studiestarten, dokumentere kundskaber i engelsk svarende til mindst engelsk B-niveau.

Normeret studietid:
Ministeriet har noteret sig, at uddannelsen normeres til 120 ECTS-point.

Takstindplacering:
Uddannelsen indplaceres til heltidstakst 3.
Aktivitetsgruppekode: 8135.

Censorkorps:
Ministeriet har noteret sig, at uddannelsen tilknyttes censorkorpset for datalogi.

Adgangskrav:
Efter det oplyste er følgende uddannelser direkte adgangsgivende til kandidatuddannelsen, jf. § 11, stk. 2, i uddannelsesbekendtgørelsen:

- Bacheloruddannelsen i softwareudvikling fra IT-Universitetet
- Bacheloruddannelsen i data science – technology track fra IT-Universitetet
- Bacheloruddannelsen i datalogi fra Københavns Universitet
- Bacheloruddannelsen i datalogi fra Århus Universitet
- Bacheloruddannelsen i datalogi fra Aalborg Universitet
- Bacheloruddannelsen i datalogi fra Syddansk Universitet
- Bachelor i softwareteknologi fra Danmarks Tekniske Universitet

Ministeriet bemærker hertil, at det af hensyn til de studerendes retssikkerhed tydeligt skal fremgå af uddannelsens studieordning samt universitetets hjemmeside, såfremt der er andre uddannelser end de ovenfor nævnte, der anses som adgangsgivende til uddannelsen.

Herudover skal den studerende have sproglige færdigheder i engelsk svarende til gymnasialt B-niveau.

Med venlig hilsen

Jørgen Prosper Sørensen

Nr. A7 - Ny uddannelse – prækvalifikation (efterår 2017)			**Status på ansøgningen:** *Godkendelse*	
Ansøger og udbudssted:	IT -Universitetet, København			
Uddannelsestype:	Kandidatuddannelse			
Uddannelsens navn (fagbetegnelse):	Datalogi			
Den uddannedes titler på hhv. da/eng:	- Cand.scient. i datalogi - Master of Science (MSc) in Computer Science			
Hovedområde:	Naturvidenskab		**Genansøgning:** *(ja/nej)*	Nej
Sprog:	Engelsk	**Antal ECTS:**	120 ECTS	
Link til ansøgning på http://pkf.ufm.dk:	http://pkf.ufm.dk/flows/3704d145882a4305254cb3e2d12be97f			
Om uddannelsen: indhold og erhvervssigte	**Beskrivelse af den nye uddannelse, dens konstituerende elementer/struktur, erhvervssigte og adgangskrav**			
Beskrivelse af uddannelsen:	Informationsteknologi gennemsyrer ifølge ITU samfundet og forvandler hele industrier såsom banker, telekommunikation, produktion, logistik og medier, så disse virksomheder i højere og højere grad er afhængige af it-systemer og reelt ligner softwarevirksomheder. Formålet med den nye uddannelse er at uddanne kandidater i datalogi (Computer Science), som kan varetage højt specialiserede jobfunktioner inden for dette område. Den nye cand.scient. uddannelse i Computer Science (Datalogi) er en videreudvikling af sporet Advanced Computing Track på IT-Universitetets eksisterende kandidatuddannelse cand.it. i Software Development. Med denne videreudvikling ønsker ITU, at give kandidatuddannelsen en skarpere profil, og gøre den mere sammenlignelig med Danmarks øvrige kandidatuddannelser i datalogi, der alle er cand.scient. uddannelser.			
RUVU's vurdering på møde d. 15. november 2017:	RUVU vurderer, at ansøgningen opfylder kriterierne, som fastsat i bekendtgørelse nr. 852 af 3. juli 2015, bilag 4. RUVU anerkender, at der er et behov for flere højtkvalificerede dimittender med it-kompetencer indenfor det naturvidenskabelige område. Endvidere har RUVU i vurderingen lagt vægt på, at behovsafdækningen i tilfredsstillende grad dokumenterer en aktuel efterspørgsel efter uddannelsen. Det vurderes desuden, at et udbud af uddannelsen ikke i væsentlig grad vil forringe vilkårene for beslægtede uddannelser. Det noteres, at der er tale om en engelsksproget uddannelse, hvilket på det pågældende fagområde forekommer relevant i det konkrete tilfælde.			