

Figur: www.pixabay.com

# Intelligente algoritmer på søvnklinikken

Nyudviklede algoritmer kan assistere sundhedsfagligt personale på søvnklinikker. Gevinsten er hurtigere og mere konsistente diagnoser - og dermed bedre behandling af søvnsygdomme og andre lidelser med udtalt søvnbesvær.



Af Alexander  
Neergaard Olesen.  
Ph.d.-studerende  
– Institut for  
Sundhedsteknologi, DTU

Selv om vi i snit bruger en tredjedel af vores liv på at sove, er forskning i søvn og søvnmedicinske sygdomme stadig et relativt nyt felt. Først i slutningen af 60'erne blev de første komplette ret-

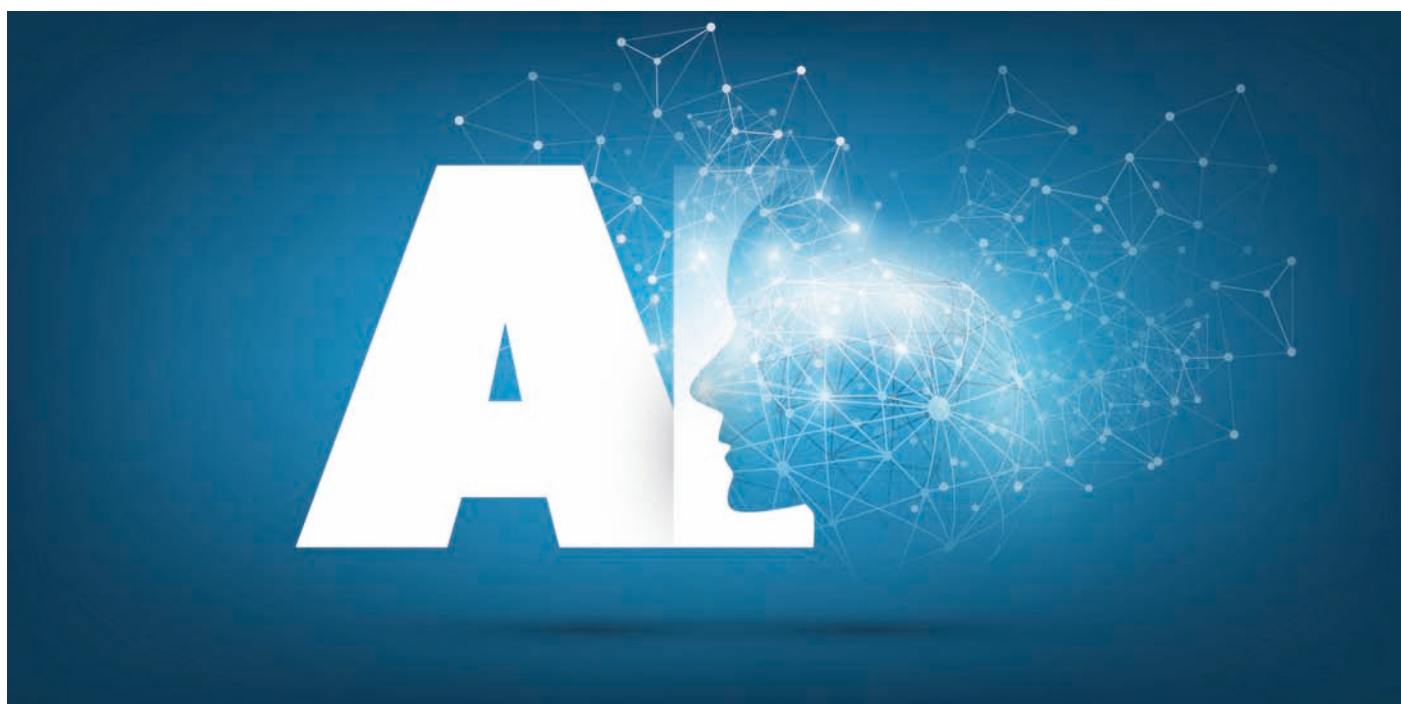
ningslinjer for klinisk analyse af søvn-mønstre etableret.

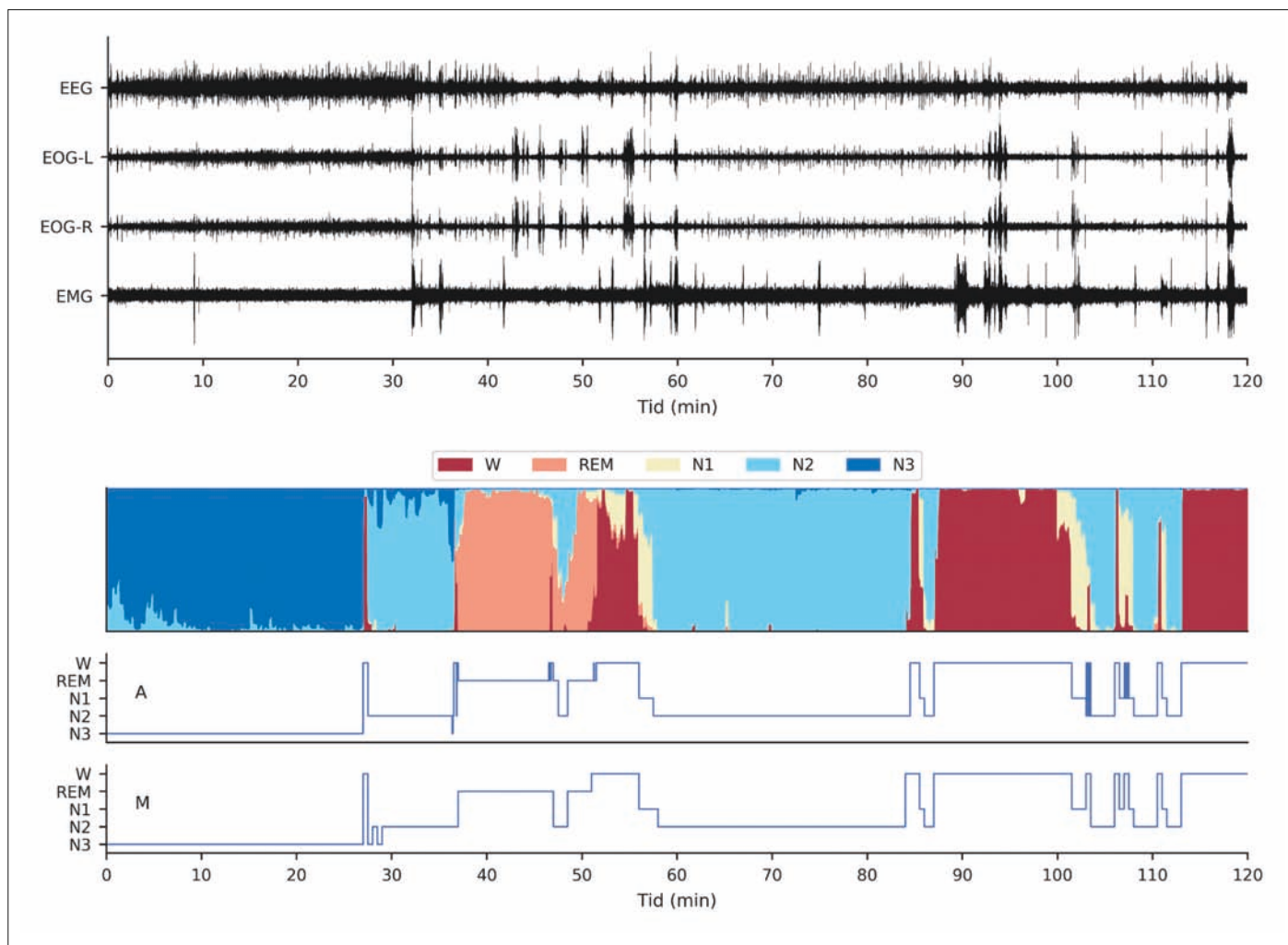
Og trods stigende interesse i søvn fra et samfunds- og sundhedsvidenskabeligt synspunkt er der stadig mange ubesvarede spørgsmål om de underliggende mekanismer i hjernen: Hvordan vi opnår gode søvnvaner, og hvordan vi skal forholde os til og behandle søvnlidelser. I min forskning har jeg fokuseret på at udvikle intelligente supportsystemer,

som kan bruges af teknikere og søvnlæger i en klinisk sammenhæng.

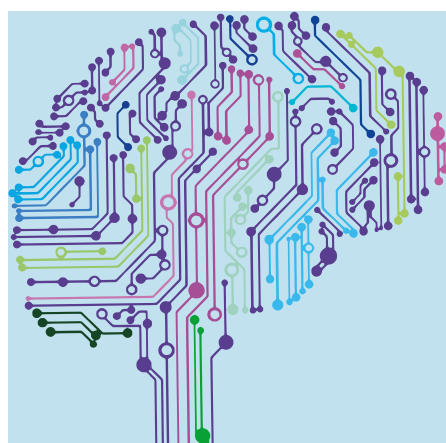
## Maskinerne træder ind i klinikken

Når patienter henvises til en søvnklinik, vil de typisk blive undersøgt med en såkaldt polysomnografi (PSG). Det er en samlet betegnelse for optagelse af hjerne-, hjerte-, øjen-, respirations- og muskelfunktion under søvn. Disse opta-





Figur 1. Her ses et eksempel på 120 minutters polysomnografi-data (elektro-encefalografi, EEG, venstre/højre elektro-okulografi, EOG, elektromyografi, EMG), der gennem vores søvnscoring algoritme omdannes til dels en hypnodensitet (farvet) og et automatisk (A) og manuelt (M) registreret hypnogram.



## Om projektet

Forskningsprojektet er en del af et større nordatlantisk samarbejde mellem DTU Sundhedsteknologi, Rigshospitalet og Stanford University. Kontaktpersoner: lektor Helge B. D. Sørensen, DTU Sundhedsteknologi; professor Poul Jørgen Jennum, Rigshospitalet; professor Emmanuel Mignot, Stanford University.

geler bliver derefter manuelt undersøgt og analyseret af specialister i søvnanalyse ud fra specifikke retningslinjer, som er udarbejdet af American Academy of Sleep Medicine.

Afhængigt af situationen skal der registreres søvnstadier, og der skal muligvis også annoteres områder med korte opvågninger, benspjæt, apnø-anfald og desaturationer (korte perioder med for lav iltmætning i blodet). Dette kan tage flere timer for en specialist at udføre. Derudover har flere studier vist, at specialisterne ikke altid er enige i analyserne. Selv den samme specialist vil ikke registrere den samme PSG på præcis samme måde hver gang.

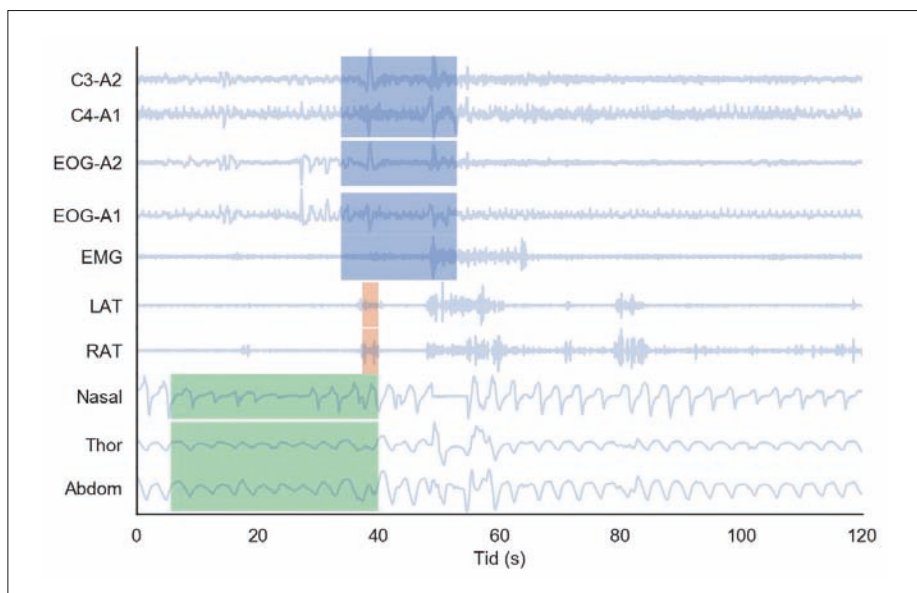
Derfor er der et stort behov for robuste metoder til at assistere dette arbejde for at sikre en præcis og konsekvent analyse af søvnen hver gang.

## Rå signaler

Et gennemgående element i min forskning har været at modellere og analysere

de rå PSG-signaler i stedet for andre repræsentationer af data som frekvensspektra og spektrogrammer, som hidtil ofte er blevet anvendt. Hypotesen er, at denne form for behandling kan introducere et uønsket menneskeligt bias i repræsentationen af data, som kan skjule vigtige underliggende mønstre. Eksempelvis har jeg i samarbejde med mine vejledere udviklet en model til at klassificere søvnstadier baseret på de rå PSG-signaler fra hjernen, øjne og muskler under natten. Progressionen af søvnstadiene sammenfattes i et hypnogram, der blandt andet illustrerer, hvordan søvnstadiene gentages i cyklusser over natten. Vi har i vores gruppe også forsket i at beskrive hypnogrammet ved hjælp af sandsynlighedsfunktioner (hypnodensitet), som kan give et mere detaljeret indblik i dynamikken i hjernen. Dette har vi brugt til at udvikle et fuldautomatisk diagnostisk værktøj, som ud fra blot en enkelt nats optagelser kan hjælpe med at bestemme, om patienten

Figur 2. Et eksempel på, hvad mikro-event-modellen kan detektere. Her ses en periode på ca. 35 sekunder med vejtrækningsbesvær (grønt markeret) i de kanaler, der måler tryk i næsen (Nasal), brystekspansion (Thor) og maveekspansion (Abdo). Herefter ses en »arousal« i hjerne- (EEG-A1/A2), øjen- (EOG-A1/A2) og muskelsignalerne (EMG) fra omkring 35 s (blåt markeret) samt et kort benspjæt (orange markeret) lige inden 40 s markøren på venstre og højre ben (LAT/RAT). Denne sekvens med vejtrækningsbesvær samt arousal og/eller benspjæt ses ofte sammen.



lider af narkolepsi. Typisk vil denne gruppe af patienter skulle undergå Ære PSG-optagelser samt en opfølgende multipel søvnlatenstest (MSLT) og/eller lumbalpunktur mm., før en endelig diagnose kan stilles.

### Mod automatisk analyse

Udover at bestemme og beskrive søvnarkitekturen ved registrering af søvnstadier åndes der også andre aspekter af søvn, som har klinisk relevans. Jeg har i min forskning beskæftiget mig med detektion og annotation af »mikro-events«, såsom »arousals« (korte opvågninger under søvn), regelmæssige benspjæt og perioder med udtalt vejtrækningsbesvær. Sammen med et hold forskere fra Frankrig har jeg udviklet en model baseret på deep learning, der, ligesom søvnstadiemodellen, kan analysere et sæt rå data fra en PSG og automatisk ånde de områder, hvor disse events opstår. Det smarte ved denne model er, at den er meget Æksibel i forhold til, hvad man speciåkt er interesseret i. Modellen er da også blevet brugt i forbindelse med detektion af søvnspindler og K-komplekser, som er nogle meget speciåkke hjernebølger, der typisk ses i bestemte søvnstadier. Udviklingen af denne model er et skridt på vejen mod et automatisk, diagnostisk supportsystem til generel analyse af søvnstudier, som vi arbejder på i vores forskningsgruppe.

### Datamængden er afgørende

Disse speciåkke modeller baseret på deep learning stiller store krav til mængden og variabiliteten af tilgæn-

gelige data, da de som oftest består af mange millioner parametre. En enkelt af vores modeller består eksempelvis af ca. 30 millioner parametre, hvilket dog er relativt beskedent i forhold til, hvad de førende industrielle forskningsgrupper i Google og Facebook arbejder med. I vores forskningsgruppe har vi derfor gennem et frugtbart internationalt samarbejde med Stanford Center for Sleep Sciences and Medicine og Dansk Center for Søvnmedicin indsamlet Ære tusinde søvnstudier til vores forskning i intelligente medicinske support-systemer. Det har blandt andet ført til et studie, hvor vi har undersøgt, hvordan forskellige datasæt påvirker modellernes evne til at generalisere til nye data. Dette er vigtigt at undersøge, fordi en model trænet på ét datasæt med en speciåk patientgruppe højst sandsynligt ikke virker efter hensigten på et andet datasæt med helt andre patienter. Det kan skyldes, at en model bliver trænet på raske subjekter med normale søvn mønstre - og derefter benyttes på patienter med Parkinsons sygdom eller en anden neurodegenerativ sygdom, der påvirker kontrolcentrene i hjernestammen, som styrer søvnen. Hvis en algoritme eller model ikke bliver vist eksempler på disse søvn mønstre under træningen, kan den ikke genkende dem ordentligt.

### Kan vi stole på algoritmerne?

I vores forskningsgruppe har vi skarpt fokus på udvikling af robuste algoritmer, der kan benyttes i kliniske sammenhænge af lægefagligt personale. For eksempel har vi i Ære af vores studier testet vores algoritmer op mod en konsensus af adskillige søvn specialister for at sikre, at vores modeller virker og er konsistente. Systemer baseret på deep learning-algoritmer bliver ofte mødt med skepsis. Kritikere påpeger, at algoritmerne er såkaldte »black boxes«, hvor vi i virkeligheden ikke ved, hvad der ligger til grund for en speciåk beslutning. Flere forskningsgrupper har dog undersøgt metoder til at »åbne op for kassen« - et felt, der populært betegnes som »explainable AI«. Min - og mine vejleders - vision er, at søvnklinikker i fremtiden kan bruge vores systemer til dels at fremme ny forskning i søvn, men vigtigst af alt: At patienter med søvnlidelser kan få bedre, hurtigere og mere præcis afklaring af deres søvnproblemer, hvilket i sidste ende vil føre til en bedre behandling. Det er dog vigtigt at understrege, at vi på ingen måde forestiller os, at de intelligente systemer skal erstatte hverken lægefagligt eller teknisk personale. Tværtimod ser vi vores forskning som værktøjer, der kan assistere personalet og effektivisere deres arbejde og hverdag - til gavn for patienterne.



When performance matters



**IMED®** Medico Skilletransformator

NORATEL DENMARK A/S | +45 43 28 00 11 | sales.dk@noratel.com

www.noratel.com