

DOCTORAL CANDIDATE: Atle Riise
DEGREE: Philosophiae Doctor
FACULTY: The Faculty of Mathematics and Natural Sciences
DEPARTMENT: Informatics
AREA OF EXPERTISE: Discrete optimization
SUPERVISORS: Professor Edmund K. Burke
Professor Carlo Mannino
DATE OF DISPUTATION: 4th of December 2015
DISSERTATION TITLE: *Integrated planning and scheduling in operational patient management*

Denne doktoravhandlingen presenterer nye optimaliseringsmetoder for daglig planlegging i sykehus. Implementert i programvare vil disse metodene bidra til kortere ventetider, færre fristbrudd for alvorlig syke pasienter (f.eks. kreftpasienter) og en bedre utnyttelse av sykehusets ressurser.

Én av utfordringene et sykehus står ovenfor er å gi riktig behandling til hver pasient, tidsnok, og med sykehusets begrensede menneskelige og materielle ressurser. For å oppnå dette er det avgjørende at pasientbehandlingen planlegges så godt som mulig. En optimal plan er én som minimerer pasientenes ventetid, antall strykninger, fristbrudd, bruk av overtid, osv. I dag gjøres denne planleggingen basert på enkle regler, og med enkle verktøy. Selv om dette fungerer fra dag til dag, så er planene som lages sjelden optimale. Å finne den beste planen er svært vanskelig og tidkrevende, fordi det underliggende optimaliseringsproblemet er "beregningmessig komplekst" og fordi planleggingsproblemet har mange variable. Det er derfor viktig at pasientplanleggeren får tilgang til mer avanserte planleggingsverktøy som raskt kan beregne hva som er den beste planen.

Metodene som presenteres i denne avhandlingen danner grunnlag for en utvikling av slike verktøy. Fokuset har vært på modellering og løsning av komplekse, reelle, planleggingsproblemer. Det har blitt utviklet en matematisk modell som kan uttrykke de aller fleste daglige planleggingssituasjoner, som for eksempel planlegging av operasjon, diagnostiske undersøkelser, poliklinikk-besøk, kreftbehandling (stråle- og cellegift), eller rehabilitering. Basert på denne modellen er det utviklet både approksimative og eksakte optimaliseringsmetoder. Disse er testet basert på realistiske data fra planleggingssituasjoner i norske sykehus. Resultatene er publisert i anerkjente internasjonale fagtidsskrift.

English version:

This thesis presents new optimisation methods for daily planning in hospitals. Implemented in software, these methods can contribute to shorter waiting times for urgently ill patients, such as cancer patients, as well a better utilisation of expensive hospital resources.

One of the main challenges a hospital faces is to give proper treatment to each patient, at the right time, using the hospital's limited resources. To achieve this, it is critical that the treatment of all patients is planned as well as possible. The optimal plan is one that optimises the patients' waiting time, the number of cancellations, staff overtime, and so on. Today, this planning is done using simple rules for scheduling each patient, based on the planner's experience. While this works, from day to day, the resulting plans are often not optimal. Finding the optimal plan is very difficult, because of the inherent complexity of the underlying, mathematical, optimisation problem. Better planning therefore requires that the planner has access to powerful optimisation tools.

The optimisation methods that are presented in this thesis contribute towards the development of such tools. The focus of this work has been on modelling and solving complex, real life, planning problems, without introducing unnecessary simplifications. Also, a point has been made to develop a general mathematical model that can capture a wide range of planning situations, including for example the scheduling of patients for surgery, diagnostic services, therapeutic services, or cancer treatment. Based on this model, different exact and approximate optimisation methods have been developed. The methods have been validated based on realistic data from different planning situations in different Norwegian Hospitals.