



Bliver kunstig intelligens mon løsningen på en udfordret virkelighed i sundhedssektoren?

Desert - Diagnostic Expert Systems Enter RealTime

Claus Lohman Brasen CLB@RSYD.DK

Overlæge, ph.d.

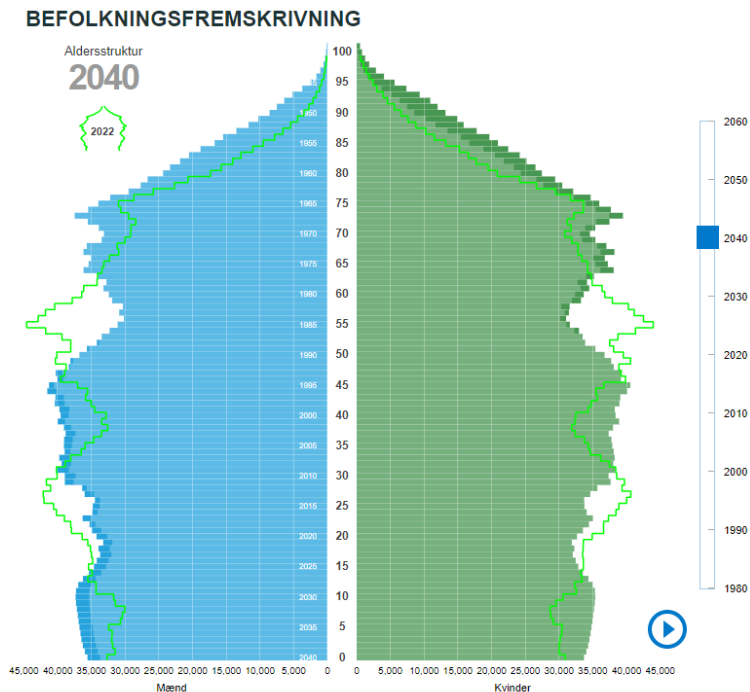
Biokemi og Immunologi

Sygehus Lillebælt – Syddansk Universitetshospital



Grå fremtid?

- Flere ældre
↑ 25% >66år
- Færre voksne ≤66 år
↓ 9,4%



Ref: Danmarks Statistik.



Læring fra udlandet

Learning From Every Death: Moving From Courting To Improvement

Jeanne M Huddleston, MD
Associate Professor of Medicine
Chair, Morbidity & Mortality Council
Mayo Clinic, MN, USA

Problemer:

Forkert diagnose: 35 %

Årsager:

Problemer ved diagnostiske
undersøgelser 57 %

HEALTH CARE
A REPORT WITH ADDITIONAL READINGS

THE BIGGEST

What They Miss
In a 2013 study of 190 primary-care cases, physicians missed 68 diagnoses, with these representing the biggest share of errors

Pneumonia	6.7%
Congestive heart failure	5.7%
Acute kidney failure	5.3%
Cancer	5.3%
Urinary tract infection	4.8%

The Fallout
Potential severity of injury from delayed or missed diagnosis

Immediate or inevitable death	14%
Serious permanent damage	19%
Very serious harm, danger or permanent damage	16%
Considerable harm or remediation or treatment	58%
Minor harm or remediation or treatment	10%
Very minor harm or little or no remediation	2%
Inconvenience	1%
No harm	2%

Why They Miss
Nearly four in five errors in the study were related to breakdowns in the patient-practitioner encounter. The leading causes were problems in:

Ordering diagnostic tests	57%
History-taking	56%
Examination	47%
Referrals	20%

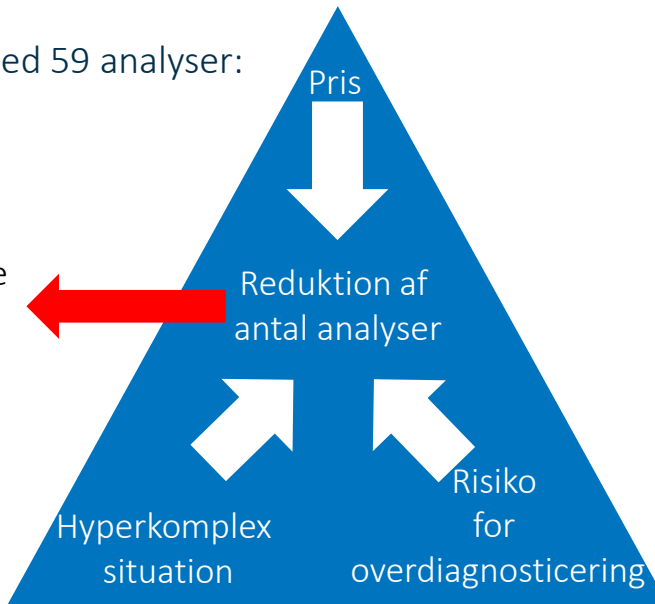
Source: JAMA Internal Medicine
The Wall Street Journal

3



Den akut indlagte medicinske patient

- Hvad skal lægen forholde sig til i den akutte situation?
- Et minimum af ca. 23-25 blodprøveanalyser
- Eksempel med 59 analyser:



Analyse	Enhed	02.09.20 12:05	02.09.20 12:01
HÆMATOLOGI			
Erytrocytter, vol.fr.,B			0,30*
Erytrocytter, vol.fr.,B(a8)		0,29*	
Erytrocytter:B	10E12/L		2,9*
Erytrocytvolumen (middel) [MCV],B	L		103*
Hæmoglobin (MCHC),Erc(e)	mmol/L		29,3
Hæmoglobin:B	mmol/L		6,1*
Hæmoglobin:B(a8)	mmol/L	5,8*	
Leukocytter:B	10E9/L		3,83
Reticulocytter:B	10E9/L		63
Trombocytter:B	10E9/L		46*
Neutrofilocyter:B	10E9/L		3,12
Lymfocyter:B	10E9/L		0,49*
Monocyter:B	10E9/L		0,2
Basofilytter:B	10E9/L		0
Eosnofilytter:B	10E9/L		<0,10
VÆSKE- OG ELEKTROLYTBALANCE			
Albumin:P	g/L		27*
Calcium:P	mmol/L		1,99*
Calcium-ion frit (pH=7,4),P(a8)	mmol/L	1,2	
Calcium-ion frit,P(a8)	mmol/L	1,16*	
Kalium:P	mmol/L		4,1
Kalium,P(a8)	mmol/L	3,8	
Kreatinin,P	µmol/L		96*
Karbamid:P	mmol/L		4,4
Klorid,P(a8)	mmol/L	114*	
eGFR / 1,73m2(CKD-EPI)	ml/min		51*
Natrium:P	mmol/L		142
Natrium,P(a8)	mmol/L	140	
SYRE-/BASE- OG OXYGENSTATUS			
O2-Flow,Pt	l/min	2	
pO2,P(a8)	kPa	14,8*	
O2 sat.,Hb(a8)		0,99	
pO2 (halvmætn.),Hb(a8)	kPa	3,3	
pH,P(a8)		7,46*	
pCO2,P(a8)	kPa	3,8*	
Hydrogencarbonat (standard),P(a8)	mmol/L	22,4	
Base excess (aktuel),P(a8)	mmol/L	+2,4	
Laktat,P(a8)	mmol/L	0,9	
Oxyhæmoglobin:Hb(tot.,a8)		0,97	
Carbomonoxidhæmoglobin:Hb(a8)		0,01	
Methæmoglobin:Hb(a8)		0	
Laktat,P(v8)	mmol/L		1,1
HÆMOSTASE			
Antitrombin (enz.),P	10E11U/L		0,78*
Fibrin D-Dimer,P	mg/L FEU		9,63*
Koag_overflade-induceret [APTT],P	s		32*
Koagulationsfaktor II-VIIIx [INR],P			1,4*
ORGANMARKERERE			
Alanintransaminase [ALAT],P	U/L		16
Amylase, pancreatype,P	U/L		8*
Basisk fosfatase:P	U/L		107*
Billrubiner:P	µmol/L		8
Kreatinkinase:P	U/L		15*
Laktatdehydrogenase [LDH],P	U/L		262*
Troponin T,P	ng/L		124*
METABOLISME			
Glukose:P	mmol/L	4,9	
Glukose,P(a8)	mmol/L	4,5	
Hæmoglobin A1c (IFCC),Hb(B)	mmol/mol		36
Glukose, middel [fra HbA1c],P	mmol/L		6,1
IMMUNOLOGI OG INFLAMMATION			
C-reaktivt protein [CRP],P	mg/L		65*
Immunglobulin A (g/L),P	g/L		<0,05*
Immunglobulin G,P	g/L		10,4
Immunglobulin M,P	g/L		<0,05*



Løsning

- Svartid = fra prøvetagning til afsendt resultat.
- "Klinisk svartid" = fra tanke om blodprøve til lægen kender resultatet

- Udføre analyser før de er bestilt
- Stort antal resultater
= stor kompleksitet



Løsning:
Kunstig intelligens / maskinlæring



Project DESERT – et signaturprojekt

Sygehus
Lillebælt

Region Syddanmark
Dokumentation og led.info

SAS
Institute



Digitaliseringsstyrelsen finansierer en række AI-signaturprojekter, heriblandt DESERT i 2020:

Finansiering: 8,7 mio DKK

Yderligere ca. 7,5 mio DKK

Projekt DESERT udvikler kunstig intelligens-algoritmer til support-støtte af akutmedicinske læger for at bedre tidlig diagnose og behandling af kritiske sygdomme.

6



Desert-setup

Alle akutte medicinske patienter

Alle patienter får lavet den samme blodprøvepakke.

235 kliniske analyser

- Heraf frigives 25 til lægen.
- De øvrige frigives ved alarmniveauer eller hvis lægen bestiller dem.

På sigt:

Indenfor max 60 min:

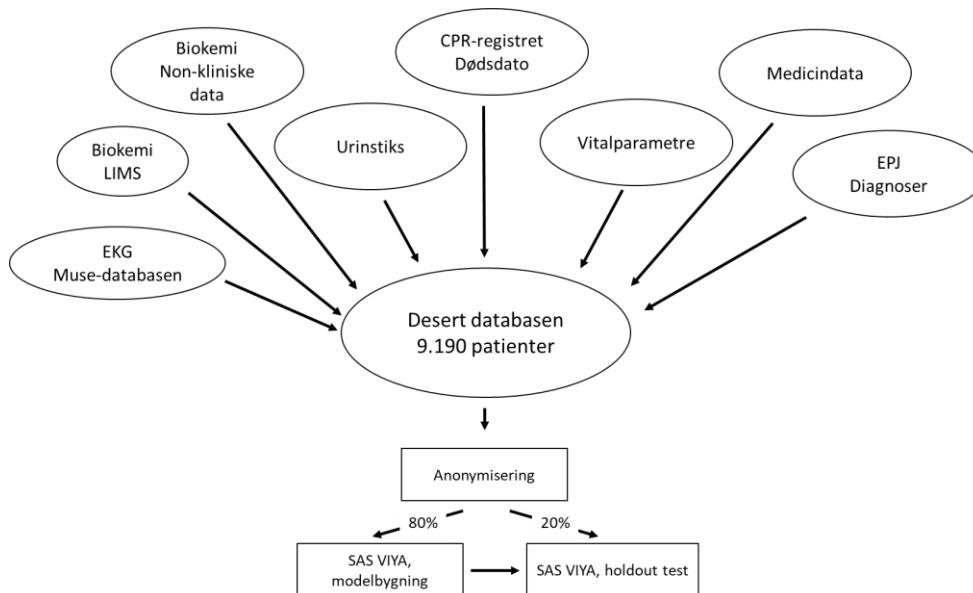
En kort liste af blodprøveanalyser til lægen

Diagnostiske support modeller

7



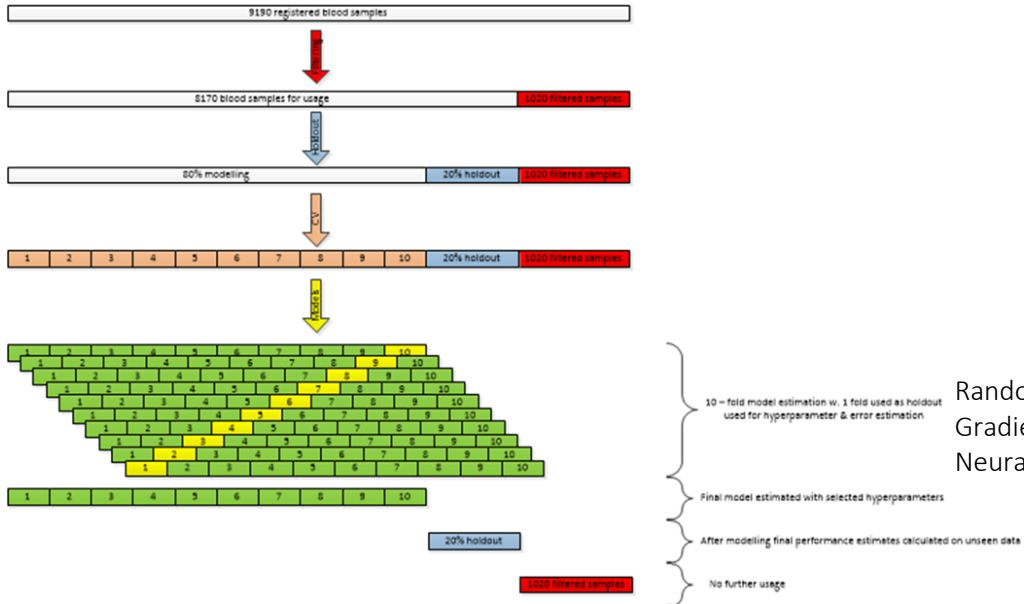
Dataflow i projekt Desert





Modelbygning

(note: drawing not to scale)



Random Forest
Gradient boosting
Neural netværk

10 = fold model estimation w. 1 fold used as holdout used for hyperparameter & error estimation

Final model estimated with selected hyperparameters

After modelling final performance estimates calculated on unseen data

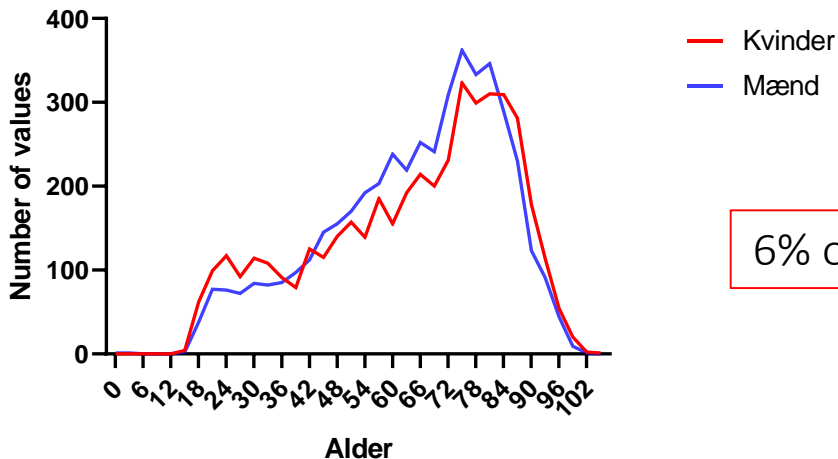
No further usage



Status - Inkluderede patienter

- d.31/8-20 – 5/4-21 = 218 dage
- Antal patienter: 9.190
(7.446 unikke)

Frequency distribution

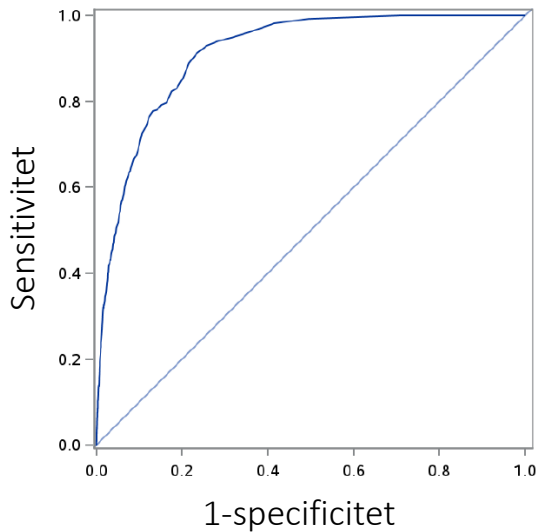


6% overlever ikke 30 dage



Model for død indenfor 30 dage

ROC-kurve

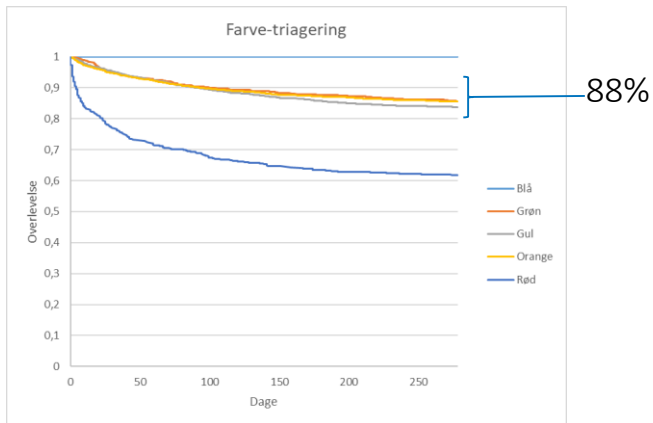


Areal under kurven (AUROC):
91,3 %

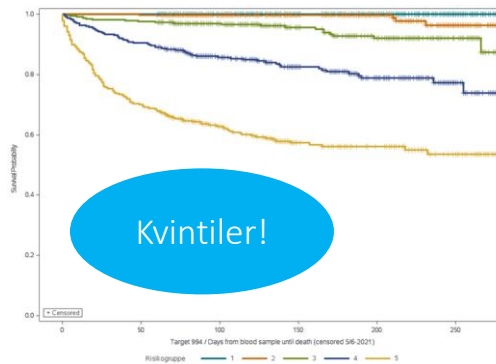


Model-død30dage som triagering?

Anvendt triage-model



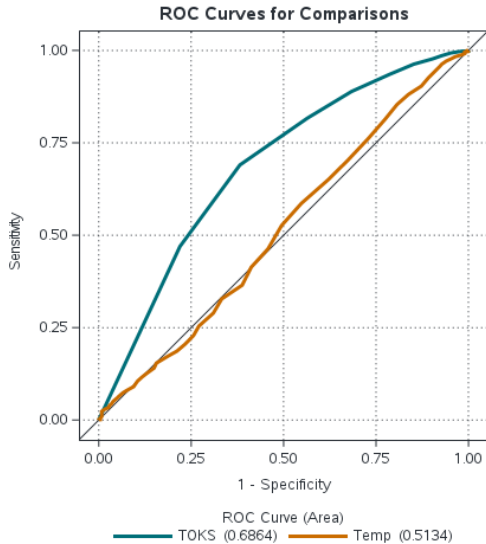
Nyudviklet triage-model



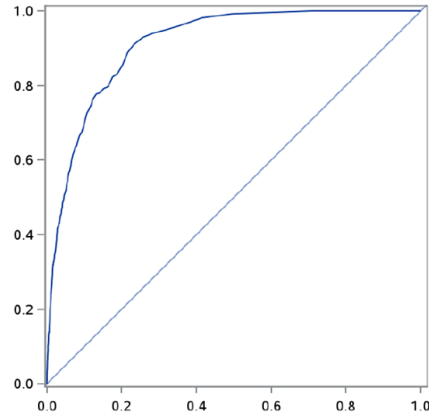


Model-død30dage som monitorering?

Anvendt TOKS-model



Nyudviklet model



AUC 0.913



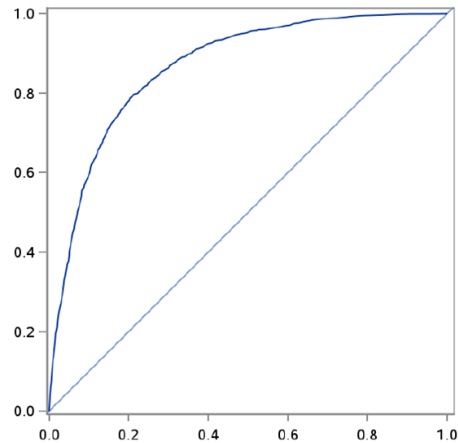
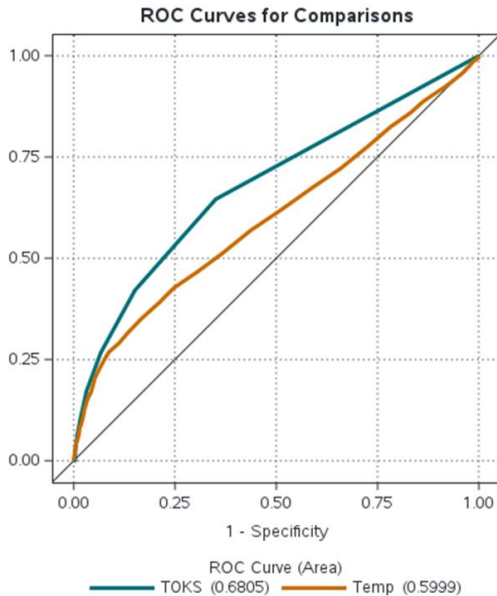
Model-død30dage – kan patienten sendes hjem?

Ukompliceret forløb

- Max 24 timers indlæggelse
- Ingen genindlæggelse indenfor 30 dage
- Ikke død indenfor 30 dage

Anvendt TOKS-model

Nyudviklet model



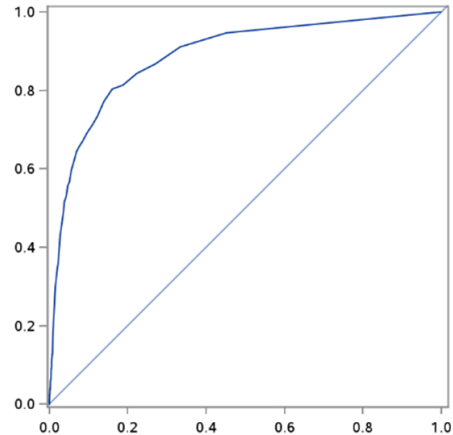
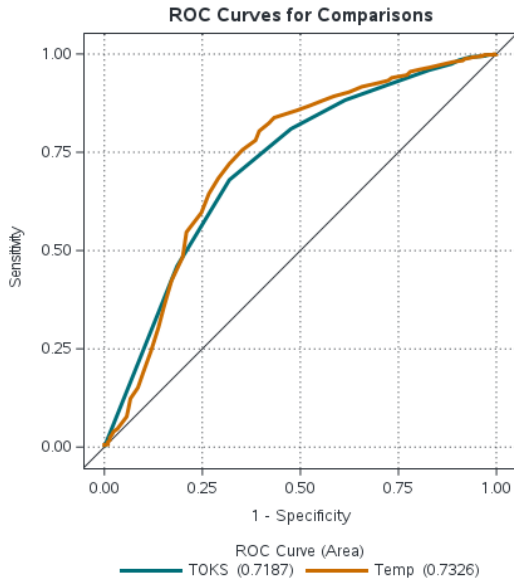
AUC 0,867



Model-død30dage identificere sepsis(blodforgiftning)

Anvendt TOKS-model

Nyudviklet model

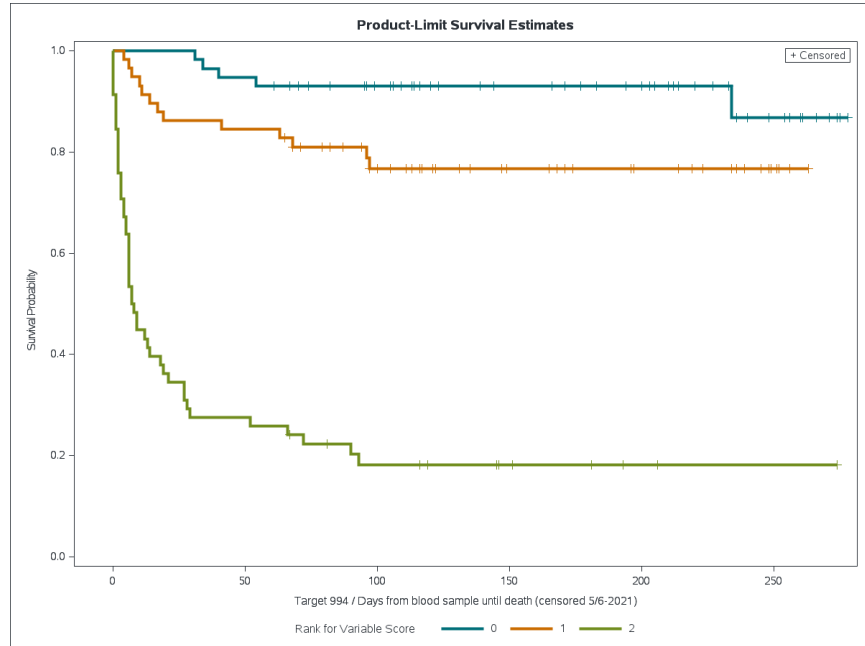


AUC 0.900



Risiko gruppering - Hvem går det rigtigt skidt for?

Blodforgiftning



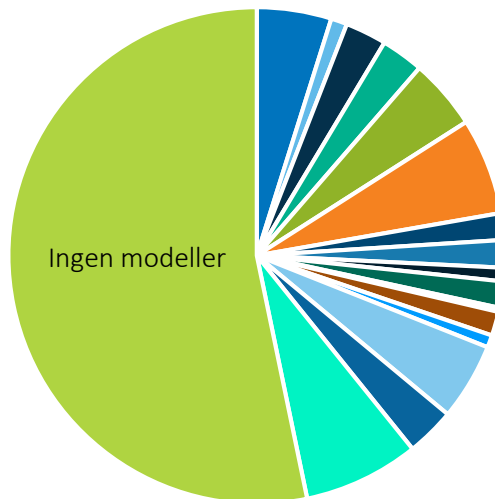


Resultater - Modeller

Model nr	Mål	AUC
1	Obstruktive lungesygdomme	92,3%
2	Alkohol A (akut)	98,3%
3	Alkohol B (kronisk)	97,2%
4	Urinvejsinfektioner	83,8%
5	Lungebetændelse	86,6%
6	Rosen	88,4%
7	Sepsis	90,0%
8	Forgiftning	84,1%
9	Akut gastroenterologi	69,0%
10	Brystsmerter	92,1%
11	Utilpashed og besvimelse	79,6%
12	COVID19	94,4%
13	Anden infektion	76,5%
14	Død, 7 dage	91,4%
15	Død, 30 dage	91,3%
16	Ukompliceret	87,3%
17	Intensiv	90,9%
18	Respirator	89,4%

død 7 dage	91,4%	213 patienter / 2,6%
død 30 dage	91,3%	488 patienter / 6,0%
død 60 dage	89,6%	693 patienter / 8,5%

Patienter - diagnoser



Vi kan udvikle flere modeller!



Succes kriterier og mål



Kortere
hospitalsophold
– 4 timer



Reduceret 7 dages
dødelighed – 10-20%



Reduceret 30 dages
dødelighed – 10-20%



Reduceret blodforgiftning



Reduceret brug af
intensivpladser

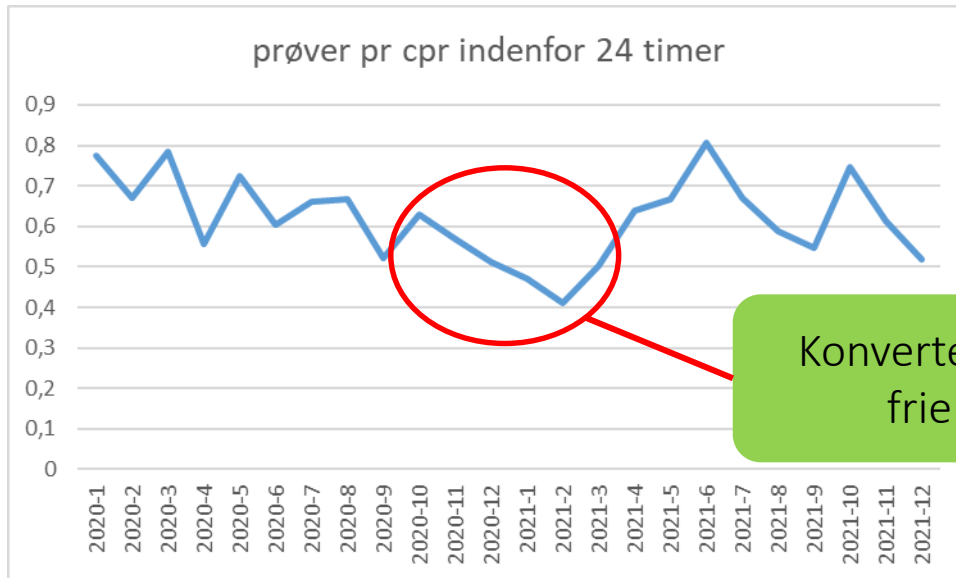


Reduceret
genindlæggelse – 10-20%

18



Reduktion i antal prøvetagninger mellem vejle og kolding

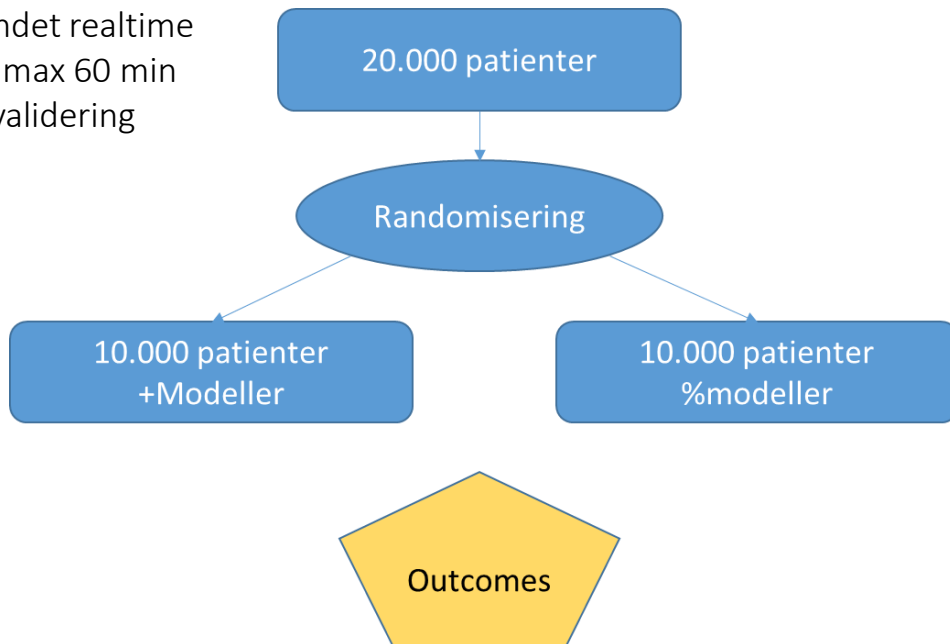


Konverterer penge til frie hænder



Next step?

- Alle datakilder forbundet realtime
- Svartid på datakilder max 60 min
- Penge til prospektiv validering





Tak

- Professor, Ivan Brandslund for idé
- De mange bioanalytikere, kemikere og læger på Sygehus Lillebælt, der har bidraget til at optimere og fuldføre projektet
- Dokumentation og Ledelsesinformation, Region Syddanmark
- SAS Institute