

Genbrug af ethanol i vævspræparering: Effektiv reduktion af CO₂-udledninger

Remarh Bsoul & Stinus Hartman Hansen



Forbrug af sprit og CO₂ udledninger

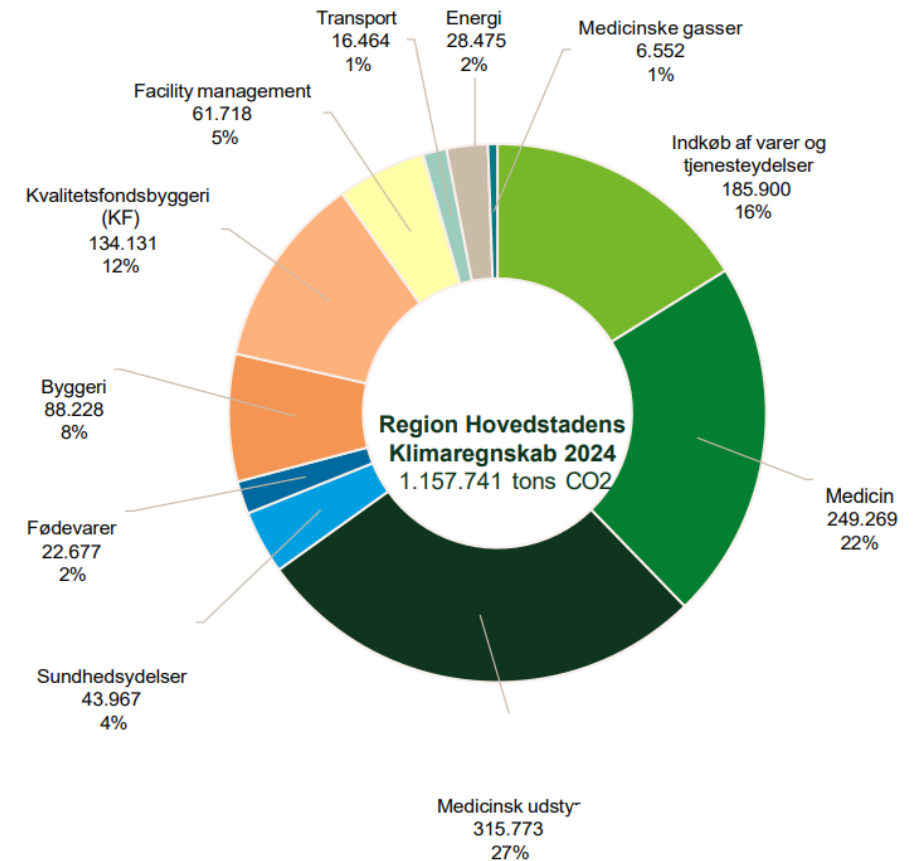
- Årligt forbrug af ethanol (70, 96, 99 %): **15.000-20.000 L**
- Sprit bortskaffes som brandfarligt affald (C-affald)
- Forbrænding af 1 kg ethanol giver 1.9 kg CO₂
- Årligt CO₂ udledning fra ethanolaffald: **23-30 tons**

$$\text{CO}_2 \text{ (tons per year)} = \text{Ethanol used (liters per year)} \times 0.0015$$

Hvem betaler for affaldet i Region H?

- Center for Ejendomme har omk.
- ~ 1 mio tons CO₂ årligt (83 % fra indkøb)
- Ambition: 50 % reduktion af CO₂ i 2030:
 - Forbrug mindre
 - **Bruge længere**
 - Bruge miljøvenligt

Den Grønne Håndbog



Projektidé

Formål

Destillering af ethanol tillader genbrug, og derved reduktion i forbrug

Metode

Kommercielt og kompakt destilleringsystem med lidt hands-on

Succeskriterier

- Kvaliteten af destilleret sprit skal være acceptabel
- Arbejdsgange skal være sundheds- og sikkerhedsmæssigt forsvarlige
- Princippet skal være LEAN og skalerbart

Distrilab

- 20 L kapacitet per kørsel
- Slutprodukt: ≥ 95 % ethanol
- 2-3 L per time

H=159 cm



D=49 cm



B = 75 cm



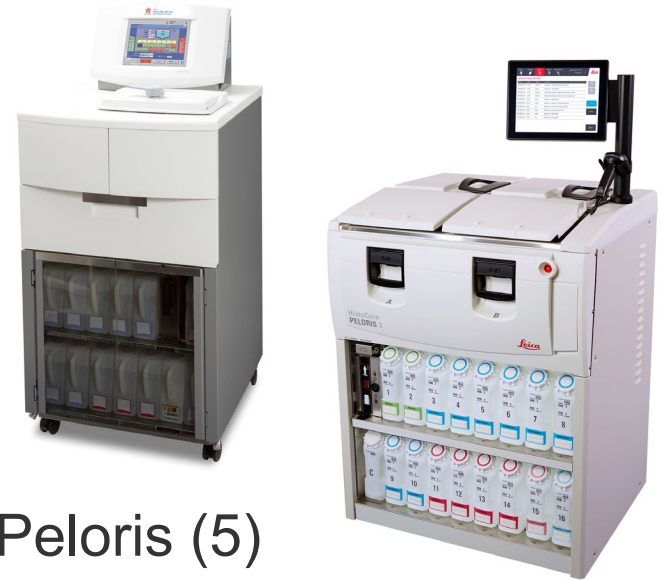
Midler og finansiering

- Grøn2030 pulje 2025: 70.000 dkk
- Pris for dest. udstyr: 216.000 dkk (146.000 efter midler)
- Gevinst ved daglig destillering på 20 L: 112.000 dkk årligt.
- Udstyr "tilbagebetalt" efter 1½ år.



Hvor bruger vi vores ethanol?

- Vævspræpareringsmaskiner - Sakura VIP6 (3) og Leica Peloris (5)
- Histokemi – Farvemaskiner DAKO Coverstainer (2), Sakura Prisma (1) samt manuel farvning
- Immunohistokemi – Sakura Prisma (1)
- Øvrig brug – rengøring ved udskæring og mikrotomi m.v.



Mulighed for opsamling af ethanol til destillering

- Vævspræpareringsmaskiner (96, 99 %) ca. 50 liter ugentligt
- HE-farvning på DAKO Coverstainer (96, 99 %) ca. 15 liter ugentligt
- Specialfarvninger på Sakura Prisma (96, 99 %) ca. 22 liter ugentligt
- I alt 87 liter ugentligt

Overvejelser ift. hvad vi kan opsamle og rense?

- 70%: for lavt netudbytte + fra vævspræp. kontamineret m. formalin
- 85%: kontamineret m formalin (egen fortynding i vævspræp.)
- 96%: evt. restfarve - farve burde ikke overføres til rense-produkt
- 99%: rester af histolabclear (afparafinering + renseprogram) - burde ikke overføres
- Andre urenheder - overføres ikke ved destillering til produkt

Mulighed for implementering af rensed ethanol

- Vævspræpareringsmaskiner (70, 85, 96 %) ca. 40 liter ugentligt
- HE-farvning på DAKO Coverstainer (70, 96 %) ca. 14 liter ugentligt
- Specialfarvninger på Sakura Prisma (70, 96 %) ca. 4,5 liter ugentligt
- I alt 49,5 liter ugentligt
- Antal mulige destillationscyklusser?

Forsøg vævspræparering

Sakura VIP6

- Minus-fedt program (14,5 time)

Step	Original Reagenser	Test Reagenser
1	Formalin	Formalin
2	70%	70% (fortyndet fra 95%renset)
3	96%	95% (renset)
4	96%	95% (renset)
5-7	99%	99%
8-10	Histolabclear	Histolabclear
11-14	Paraffin	Paraffin

- 24 autotec-kapsler m. væv (uterus, placenta, rectum, colon, tonsil)
12 m. originale reagenser vs. 12 m. test-reagenser
- Vurderes ved skæring (2 snit pr. Kapsel), farvning og mikroskopi (blændet)

Observationer og resultater

Sakura VIP6

- Histolabclear kom med i destillat – blev opdaget fremstilling af 70% (tilsat dest.vand)
Ethanol uklar og histolabclear udskiller og flyder ovenpå (opløst i 95% rensed ethanol)
- Optimering af destilleringsprogram (langsommere opvarmning) reducerede kraftigt overførsel.
Ethanol klar ved fortynding + kun lidt histoclear udskiller
- Vævkvalitet, delprocesser og snitkvalitet uændret



Forsøg farvning

DAKO Coverstainer – HE protokol

- Reagenser 70% (fortyndet)
95% (erstatte 96%)
Både i afparaffinering og dehydrering
- 48 Glas farvet - vurderes ved mikroskopi
24 m. originale reagenser vs. 24 m. test-
reagenser (blændet)

Sakura Prisma - specialfarvning

- 0,3 liter 70% + 0,6 liter 96% + 4,3 liter 99%
- Testet med 12 kontrolglas x 3 dage
6 m. originale reagenser vs. 6 m. test-
reagenser

Ste p	Reagens (Dunk navn)	Kar
1:	Histolab Clear (A)	1
2:	Histolab Clear (B)	2
3:	99% Ethanol (C)	3
4:	96% Ethanol (D)	4
5:	70% Ethanol (E)	5
6:	Poste vand	17-18
7:	Dako Hematoxylin (H)	8
8:	I.B. Vand (G)	7
9:	Dako Bluing Buffer (J)	9
10:	Poste vand	17-18
11:	70% Ethanol (F)	6
12:	Dako Eosin (L)	10
13:	96% Ethanol (N)	11
14:	99% Ethanol (O)	11
15:	99% Ethanol (P)	12
16:	99% Ethanol (Q)	13
17:	Histolab Clear (R,S,T)	14-16

Observationer og resultater

DAKO Coverstainer

- Ingen kvalitetsforskel i farvning original vs rensset ethanol
- Samme resultat både for snit fra væv præpareret mhv. original og rensset ethanol

Sakura Prisma

- Ingen kvalitetsforskel i farvning original vs rensset ethanol

Foreløbigt resultat og konklusion

- Overførsel af histolabclear minimeres ved langsom opvarmning ved destillering
- Overført histolabclear kan muligvis give udfordring ift farvning af snit (ved 70%)
- Overført histolabclear uproblematisk ift. vævspræparering
- Muligt at opnå rensset ethanol på 99% når ethanol til destillering $\geq 99\%$
- Rensset ethanol på 99% giver øgede anvendelsesmuligheder (ex. renseprogram)
- Uændret kvalitet af vævspræparering ved rensset ethanol (70, 95%)
- Uændret farvekvalitet både ved HE og udvalgte specialfarvninger (70, 95%)

Øvrige solventer til genbrug med samme udstyr

- Tissue-Clear/Histolab-Clear (2.27 kg CO₂ per liter) (3.300 L)
- Isopropanol (1.73 kg CO₂ per liter) (1.200 L)
- (Formalin - kræftfremkaldende kemikalieaffald) (~11.200 L)

Projektgruppen

- Majbritt Wagner-Eckert: Chefbioanalytiker
- Remarh Bsoul: Kemiker (projektansvarlig)
- Stinus Hartman Hansen: Superbruger i vævspræparering
- Hanna Bugge Ferløv Stage: ØHN afdelingslæge
- Camilla Borring Lentz: Grøn ambassadør og arbejdsmiljørepræsentant

