



***”De gamle er eldst”***

---



# Innledning

- Ø I den prehospital akuttmedisinen har det vært en voldsom utvikling de siste 20 årene.
- Ø Vi som driver med denne delen av medisinen har blitt utrolig ”gode”.
- Ø Vi driver med trombolytisk behandling av hjerteinfarkt utenfor sykehus.
- Ø Vi har ”protokoller” for avansert hjerte lungeredning (AHLR).
- Ø Vi har videreutdanning av ambulanspersonell i avanserte akuttmedisinske prosedyrer.
- Ø Vi har internkontroller, kvalitetssikring, revisjoner.....
- Ø Vi tar 12 kanalers diagnostisk EKG ute i vinterfjellet.
- Ø Vi har elektronikk og monitoreringsutstyr som på en middels romferge.
- Ø Vi har ambulanspersonell over det ganske land som intuberer og setter medikamenter.
- Ø Vi har helikoptere til 25 millioner kroner utstyrt som en middels intensivavdeling.
- Ø Vi legger inn thoraxdren i -25 grader i ei vegrøft på Haradangervidda
- Ø Vi er i ferd med å innføre ATLS ( advanced trauma life support ) i traumebehandlingen.
- Ø Vi registrerer, evaluerer, lager databaser, statistikker, og forsker på alt.....

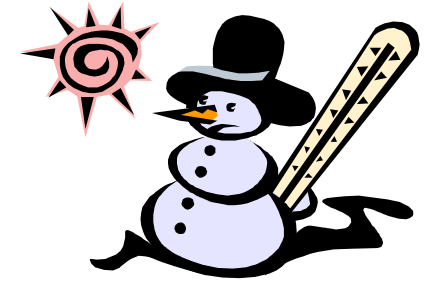


- n Vi har all grunn til å være stolte av alt dette, men.....Noe skjedde på veien. Vi har regelrett glemt grunnleggende viten - som en del avdøde store personligheter har gitt oss.
- n I rusen over Propac og actilyse har karer som Joule, Newton, Boyle, Mariotte, Planck , La Place og Einstein blitt stuet bort som akterutseilte og ikke meningsberettigede i vår superavanserte akuttmedisinske stratosfære.
- n Jeg vil i denne oppgaven blåse støvet av en av disse våre gamle ærværdigede fysikere. Jeg skal med noen enkle eksempler vise hvilken ressursperson han til tider kan være i vår turboladede akuttmedisinske hverdag.

# Varmekonservering av pasient og utstyr.



- n Dette er etter min mening det området i akuttmedisin hvor det syndes mest. .Jeg vil her med god hjelp av gamle velfunderte Joule prøve å sette en del ting i perspektiv. Denne mannen fortjener å bli husket for mer enn at navnet hans står på all verdens defibrilatorer, og at han vanligvis leveres i porsjoner på 200 eller 360!
- n Han var grunnleggeren av termodynamikken, fant sammenhengen mellom energi og varme, konstruerte det første kalorimeterert, lanserte begrepet varmekapasitet og mye mye mer. Kort sagt en allsidig kar.



# Pasienten.

- n Jeg vil starte med noen betraktninger rundt varmekonservering av pasient. mer eller mindre uvitende bagatelliserer og slurver vi med dette. Her følger noen fakta rundt varmetapet på en lett traumatisert pasient. I ro produsere en 75 kg tung person ca 150 watt kontinuerlig. (2) Han/ hun har en temperatur på ca 37,0 grader Celsius. Ved et temperatur fall på 1 – 2 grader celsius vil pasienten komme over i en fase hvor han/ hun reflekterisk vil sette i gang et voldsomt muskelarbeid i form av skjelving ( shivering themogenese ). Dette fro å kompensere for varmetapet. Dette øker oksygenforbruket med 400 – 600 %.(3) Forestill dere en allerede marginal pasient respiratorisk / sirkulatorisk som får denne belastningen på toppen.
- n Koagulasjonen er en enzymatisk prosess, og dermed tett koblet opp mot temperatur. For å gjøre en lang historie kort., Allerede ved 33 grader celsius er den redusert med 25 %. Ved en kroppstemperatur på 30 grader celsius er den redusert til det halve – 50 %. Hva skjer nå med lungekontusjonene, femurfrakturen, miltskaden o.s.v.(8)



**Et temperaturltap på 2 – 3 grader celsius på en skadd/syk pasient er ikke bare et tap av komfort og velvære, men en reell reduksjon av overlevelsessjansene.**



- n Hvordan mister så pasientene våre varme? En normalt kledd person uten lue, liggende på bakken ved en utetemperatur på 5 – 10 grader celsius vil falle ca 1 - 2 grader i kroppstemperatur i løpet av en halv til en time(4). Uansett hvor sentralisert sirkulasjonen er vil til enhver tid 20 % av den totale sirkulasjonen befinne seg i hjerneregionen(3). Hals og hode er ofte utildekket.
- n Hals og hode står for 30 – 50 % av pasientens totale varmetap i denne "settingen".(5)



**Tildekking av hode og hals  
på et tidlig stadium vil  
redusere pasientens totale  
varmetap i størrelsesorden  
30 – 50 %.**



- n Tenk dere den marginale anginapasienten som begynner å skjelve ukontrollert fordi han hun har sittet med utildekket hals og hode i en kald avgangshall, mens vi har brukt 15 – 20 minutter på å ta EKG, gi morfin, veneflon, nitrospray, ASA, oksygen o.s.v. Var det temperaturtapet og med det den formidable økningen i oksygenkravet som utløste infarkt, eller.....?



**Det er god akuttmedisin å gi alle og enhver oksygen. Det bør være like selvfølgelig å hindre økt oksygenforbruk.**

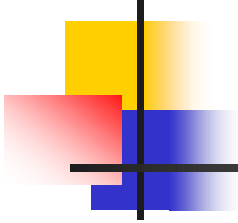


- n Nå har vi belyst problemstillingene og konsekvensene for pasientene våre. Hvordan konservere vi så pasientens varme på en praktisk og effektiv måte i vår arbeidssituasjon.
- n Først må vi tilnærme oss varmetapet teoretisk . Vi deler dette inn i 4 faktorer.



# Fordampning.

- n Våte klær, våt hud som stille og rolig tørker opp ved hjelp av kroppsvarme kaller vi fordampningstapet. Den energien som kreves for å omdanne en bestemt mengde væske av en bestemt temperatur til damp/gass ved samme temperatur kaller vi fordampningsvarme. (6) Den spesifikke fordampningsenergien for vann er:  **$Q = 2260 \text{ kJ/kg}$** .
- n Dette sier de færreste noe som helst, men den energien som går med for å varme opp 1 kg vann fra 0 til 100 grader celsius er:  **$Q = 420 \text{ kJ/kg}$** . I klartekst blir dette følgende:



**Å tørke opp 2 dl vann/  
svette på hudoverflaten  
krever like mye energi som  
å varme opp 1 liter vann fra  
0 grader celsius til  
kokepunktet.**



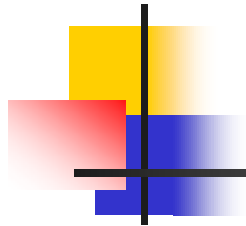
# Strålingstapet.

- n Så lenge vi er varmere enn omgivelsene vil utstrålt effekt være større enn innstrålt effekt i det infrarøde området. Dette gir et netto tap av energi/varme(7). Av det totale varmetapet til en pasient utgjør strålingstapet en nesten ubetydelig andel. Vi snakker om 2 – 4 %. av det totale tapet (4).
- n Hva forteller så reklamen for alle disse sølv og gullbelagte foliene som er tilgjengelig på markedet. ”Utviklet ved et av NASA’s mest prestisjetunge romfartsprogram”,
- n REFLECTS ALMOST 95 % OF TOTAL BODY HEAT RADIATION, og er nå tilgjengelig for nettopp deg til DEN UTROLIGE PRIS AV.....”.
- n Enkel hoderegning forteller oss at 95 % av 2 – 4 % ikke er noen kjempegevinst – uansett hvor utrolig prisen er. Derimot som dampspærre og vindspærre fungerer den utmerket., men det gjør også et hvilket som helst annet plastprodukt.

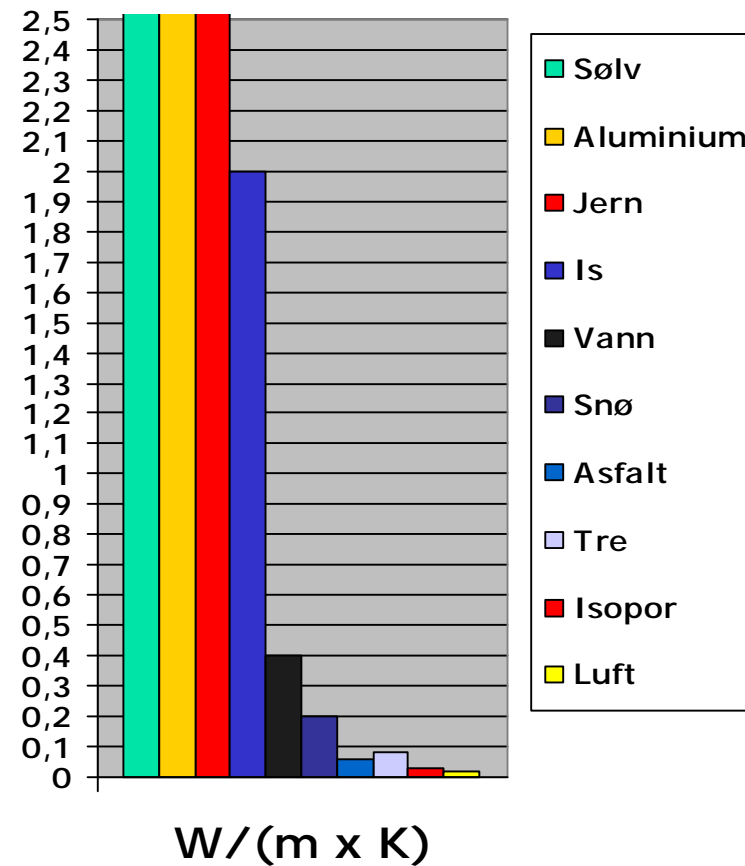


# Konduksjonstapet.

- n Denne delen av varmetapet skjer ved direkte kontakt med noe som er kaldere enn huden, da avgis det varme fra huden til det kalde legemet. Konduksjonstapet er avhengig av to ting. Temperaturdifferansen og den spesifikke varmeledningsevnen. Det siste er viktigst. Varmeledningsevne kan best beskrives hvor fort et materiale greier å tappe varme fra kroppen. Jo mindre varmeledningsevnen er - jo bedre er isolasjonsevnen.
- n Ta en titt på tabellen nedenfor (6)

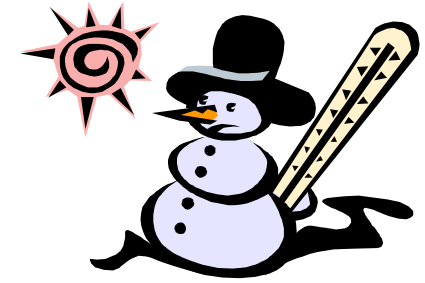


n	Sølv	400	W/(m x K)
n	Aluminium	200	" "
n	Jern	60	" "
n	Is	2	" "
n	Vann	0,4	" "
n	Snø	0,2	" "
n	Asfalt/betong	0,6	" "
n	Tre	0,08	" "
n	Isopor	0,03	" "
n	Luft	0,02	" "





- n Hva forteller dette oss i praksis. Jeg skal etter fattig evne prøve å illustrere dette med noen praktiske eksempler.
- n En pasient som ligger på fortauet en kald høstdag taper varme tre ganger så raskt som en som ligger på snø!
- n Varmetapet i 20 grader vann er 20 ganger så høyt som i 20 grader luft!
- n Ved å flytte en som ligger skadet på skøytebanen over på snøen ved siden av reduserer du varmetapet til underlaget med opptil 90%!
- n En infarktpasient som blir liggende på aluminiumsdekket på ei bilferje taper varmen 100 ganger raskere til underlaget enn en som ligger på is!
- n Dette er bare noen av konsekvensene Joules forskning synligjør for oss i vårt daglige virke her på den nordlige halvkule. Som tidligere nevnt mannen fortjener en bedre skjebne enn å bli husket som en eller annen enhet man gir 200 eller 360 av med en defibrillator.



# Konveksjonstapet.

- n Dett er i prinsipp det samme som konduksjonstap, men med en vesensforskjell. Vannet eller luften pasienten taper varme til strømmer kontinuerlig forbi. Dette medfører at det til enhver tid er en høy temperaturgradient og dermed et stort varmetap.
- n Det å hindre denne gjennomstrømningen blir derfor et godt ENØK tiltak.
- n I vann er rendyrkingen av dette ENØK tiltaket våtdrakten. Her er huden i direkte kontakt med vannet, men våtdrakten fanger det og forhindrer det i å strømme forbi, og dermed stjele varme.
- n **I vår mer landbaserte tilværelse blir det å sperre luften inne og i ro problemstillingen. En ullgenser i – 5 grader celsius og stiv kuling på toppen av Galdhøpiggen er null verdt uten en tynn vindspærre av en anorakk utenpå.....Husk det samme gjelder ullteppet rundt pasienten. Hvor mange av oss tenker på det**

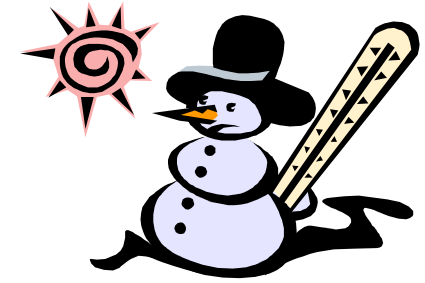


## Tiltak – Utstyr

- n Hvordan ivaretar vi så disse selvfølgelige tingene i en vase av kabler, infusjonsslanger, monitorer, tuber, sprøyter og medikamenter.
- n Først og fremst må vi erkjenne viktigheten.
- n **Varmekonservering må opp i bevisstheten som et fullverdig akuttmedisinsk tiltak. Ikke noe vi gjør hvis vi har tid, eller gidder.....!**



- n Tiltakene må være ukompliserte. De må kreve lite utstyr. Utstyret må fungere uavhengig av vær og sted.
- n Varmekonservering av pasient må alltid følge disse tre prinsippene – i kronologisk rekkefølge fra innerst til ytterst.
- n Dampsperre
- n Isolasjon
- n Vindsperre



- n **Dampsperre** Denne vil hindre fordampning fra våte klær og hud. denne skal legges så tett inn til det våte som mulig. Da vil lufta under dampsperren fort nå metning av vanndamp og fordampningen er stoppet.
- n **Isolasjon.** Dette laget må ha en så lav spesifikk varmeledningsevne som mulig,. Dette lagets funksjon er nemlig å redusere konduksjon og konveksjonstapet.
- n **Vindsperre.** Vindsperras funksjon er å fange luftlaget i isolasjonen, og hindre utskifting av dette.
- n For dere som har bygd hus er dette kjente prinsipper Plast innerst som **dampsperre**, steinull i veggene som **isolasjon**, og til slutt papp eller asfalt vindtett som **vindsperre** ytterst. Dette prinsippet er kjent som den mest effektive varmekonserverende konstruksjon i norske hus og hytter i årtier. Bygningsbransjen har vel sett mer nytte i Joule enn medisinen har.

# Utprøving av forskjellige isolasjonsmaterialer.



- n Jeg har gjennomført en del kalorimetriske forsøk med de materialene vi har tilgjengelig – og bruker. Det første jeg var interessert i å finne ut var spesifikk varmeledningsevne., dette er jo som tidligere beskrevet et direkte mål for isolasjonsevnen Det skulle vise seg å gi oppsiktsvekkende resultater.
- n Følgende materialer ble testet ut:



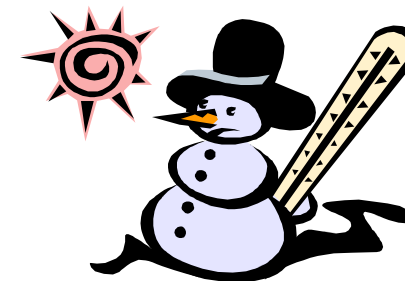
- n **Redningsfolie.** Her ble det brukt en av de standard foliene som er på markedet. 0,01 mm tykk og sølvfarget
- n **Søppelsekkplast** Her tok jeg en av de vanlige kommunal sekkene. 0,05 mm tykk og sort
- n **Emballasje ” kneppeplast” 4 mm.** Her brukte jeg den mest vanlige emballasje bobleplasten . Den er transparant , består av en tynn folie med bobler av 3 – 4 mm tykkelse på innsiden.
- n **Folielaminert ”kneppeplast” 4 mm.** Samme som over, men foliert med en noe kraftigere sølvfarvet folie på hver side.
- n **Ullteppe** Her brukte vi et av forswarets standard 3mm tykt og forholdsvis bra kvalitet
- n **Ullteppe med plast.** Det samme ullteppet, men med en tynn plastfolie utenpå



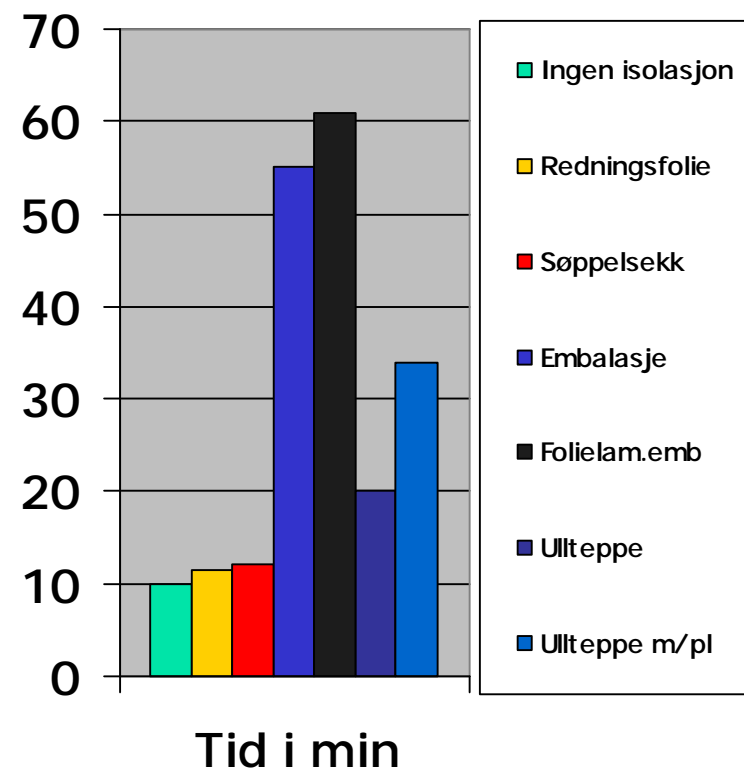
# Forsøksbetingelser 1

- n En sylindrisk plastflaske med 500 ml vann med en temperatur på 40 grader celsius ble isolert fra omgivelsene med et enkelt lag av de ovennevnte materialene. Cylinderen ble så senket ned i en isoporbeholder med 5 liter isblandet vann. Dette for å få et konstant miljø på 0 grader celsius med høy varmeledningsevne. Jeg tok så tiden det tok for cylinderen å nå en temperatur på 17 grader celsius. Temperaturtapet -  $\Delta T = 23$  grader K vil da være identisk for alle materialene. Den eneste variable er tiden det tar å kjøle ned cylinderen. Spesifikk varmeledningsevne – som er identisk med isolasjonsevnen vil da være proporsjonal med tiden. Dette vil være en lineær funksjon . Forholdet mellom tidene vil da være identisk med forholdet mellom isolasjonsevnen til de enkelte materialer

# Følgende resultater ble oppnådd:



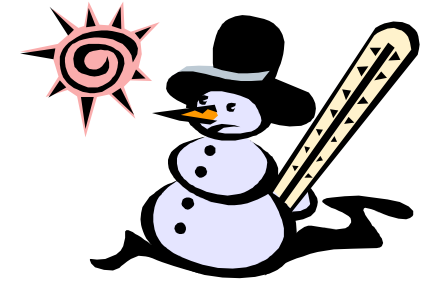
n	Materiale	Tid i min	Ca pris/ m2
n	1 Ingen isolasjon	10,0	0 kr
n	2 Redningsfolie 16 kr		11,5
n	3 Sjøppelsekkplast 1 kr		12,0
n	4 Emballasje "kneppelast" 4 mm	55,0	8 kr
n	5 Folielaminert "kneppeplast" 4 mm 50 kr		61,0
n	6 Ullteppe	20,0	150 kr
n	7 Ullteppe m/ plast (tynn) utenpå	34,0	151 kr





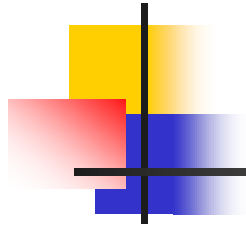
# Konklusjon 1

- n Dette forsøket skilte materialene klart fra hverandre når det gjelder isolasjonsevne. Redningsfolien har like dårlig isolasjonsevne som noe annet plastfoliemateriale. Sett i forhold til referansen som er ingen isolasjon er disse materialene null verdt i isolasjonssammenheng. Et klissvått ullteppe isolerer også dårlig, men dobbelt så bra som redningsfolien. En ikke uventet men svært klar vinner ble boblelastmaterialene. I disse materialene har man greid å sperre luft inne på en elegant vann og vindtett måte. Materialet isolere faktisk tilnærmet dobbelt så godt som et tørt ullteppe. Utrolig , eller hva?

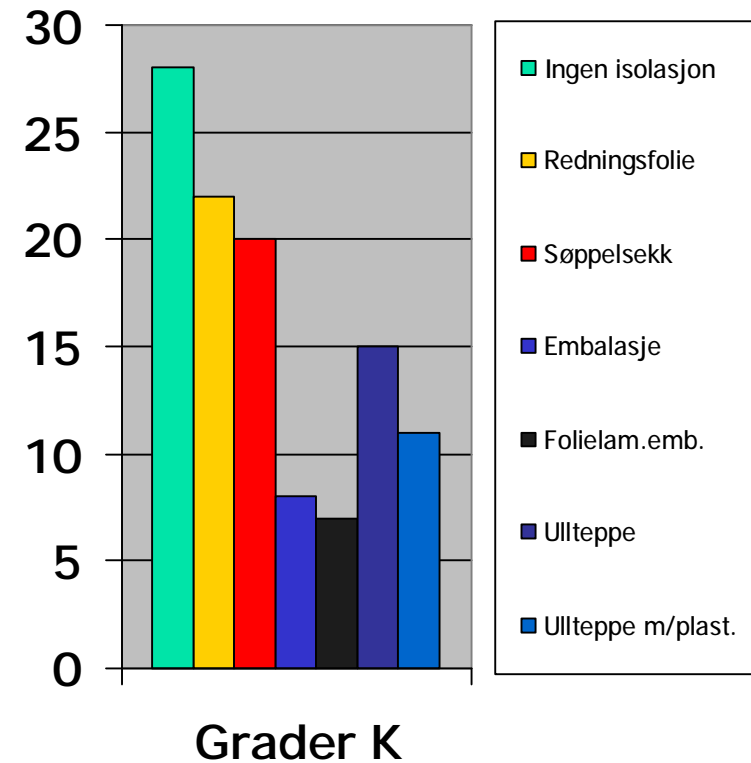


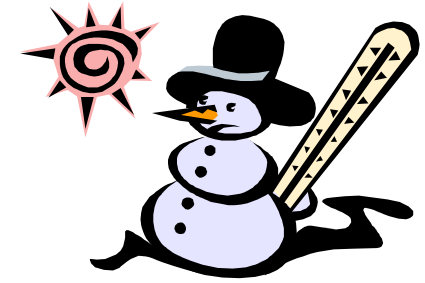
## Forsøksbetingelser 2

- n I denne forsøkssettingen var målet å se på isolasjonsevnen i tørre omgivelser med vind og kulde ( konveksjonstapet ). De samme isolasjonsmaterialene ble testet og den samme flasken ble brukt. Starttemperaturen var også nå 40 grader celsius. Lufttemperaturen – 3 grader celsius, vinden var 3 – 5 m/sek. Tiden var 30 minutter. Den eneste variable nå blir temperaturen som jo er en tilnærmet lineær funksjon av tiden når delta T er så stor som 43 grader K. i start punktet.



n	Materiale	Temperaturfall
n	1 ingen isolasjon	28 grader
n	2 Redningsfolie	22 grader
n	3 Sjøppelsekkplast	20
n	4 Emballasje kneppeplast	8
n	5 Folielaminert kneppeplast	7
n	6 Ullteppe	15 grader
n	7 Ullteppe m/ plastfolie	11 grader





## Konklusjon 2

- n Under disse forsøksbetingelsene skiller bobleplasten seg også her ut som en klar ener. Vi får også klart dokumentert betydningen av en vindsperre. Allerede ved 3 – 5 m/sek er varmetapet i ullteppet uten vindsperre tilnærmet 30 % større enn med vindsperre (plast).
- n Hvem hadde vel trodd at det var emballasjen til alt det utstyret som stjeler fokuset fra varmekonserveringen som skulle bli løsningen på problemet varmekonsrervering representerer.
- n Satt på spissen er det emballasjen til all hardware'n IT revolusjonen dynger oss ned med som gir helsegevinst – og ikke alt datautstyret i seg selv.
- n Rett skal være rett. det bør vel gå litt mer tid før vi sier ” kast datautstyret og bruk emballasjen”



# Praktisk anvendelse

- n Med et flak på 1,5 x 2,0 meter med billigste type bobleplast har du et utrolig praktisk redskap til hypotermibeskyttelse.
- n • Et flak på 1,5 x 2,0 meter veier 150 gr og tar sammenrullet ikke større plass enn et kneipbrød.
- n • Den fungerer utmerket som dampsperre
- n • Den har en utmerket isolasjonsevne
- n • Utenfor luftlaget har den en 100 % vindsperre
- n • Den er transparent , slik at monitoreringskabler, infusjonsslanger, blødninger m.m kan holdes under oppsikt.
- n • Den er meget enkel i bruk, krever ingen etterutdanning av personell
- n • 10 kroner er prisen, dette vil være overkommelig for de fleste stramme budsjetter.
- n • Kombinert med tape og saks er den mer fleksibel enn noe annet materiale.
- n Vi har her ved hjelp av den arven Joule etterlot seg satt søkelyset på og funnet frem til en løsning på et av de mest forsømte områdene i vår akuttmedisinske hverdag