

Paddehatter

Wenche Hovin
Lab- og vegteknologiseksjonen
Region midt

01-1

EV6 HP8 622



Paddehatter

- Teorier/forklaringsmodeller
- Gjennomførte undersøkelser
- Noen slutninger



Paddehatter

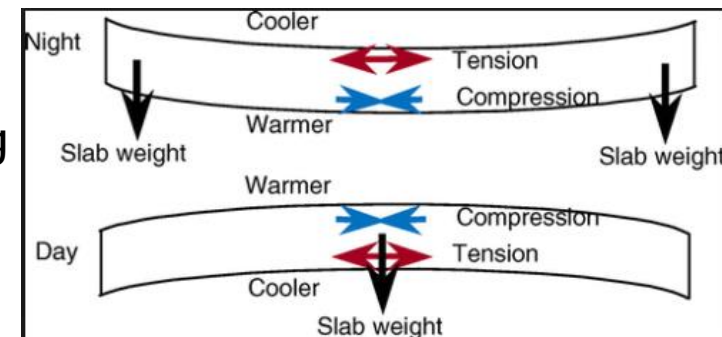
- Et fenomen som er kjent fra bruer, i forbindelse med fuktisolering av type A3-4 med Topeka 4s og C60BP3.
- 2014: Paddehatter i stort omfang på flere veger i Nord-Trøndelag. Og i Hedmark. Senere også i Nordland og Troms.
- Det dukker opp en blemme som stikker opp av asfaltdekket.
- Som oftest, men ikke utelukkende, mellom hjulspor. Gjerne mange på rad.
- Kan komme og gå mellom årstidene. Mest framtrедende på varme sommerdager. Kan være helt borte om vinteren, men komme tilbake igjen på sommeren.
- Når det stikkes hull i dem, frigjøres det trykksatt gass
- Fare for trafiksikkerheten, spesielt for tohjulinger.
- Redusert levetid på dekket, spesielt dersom snøpløgen kutter toppen av dem.



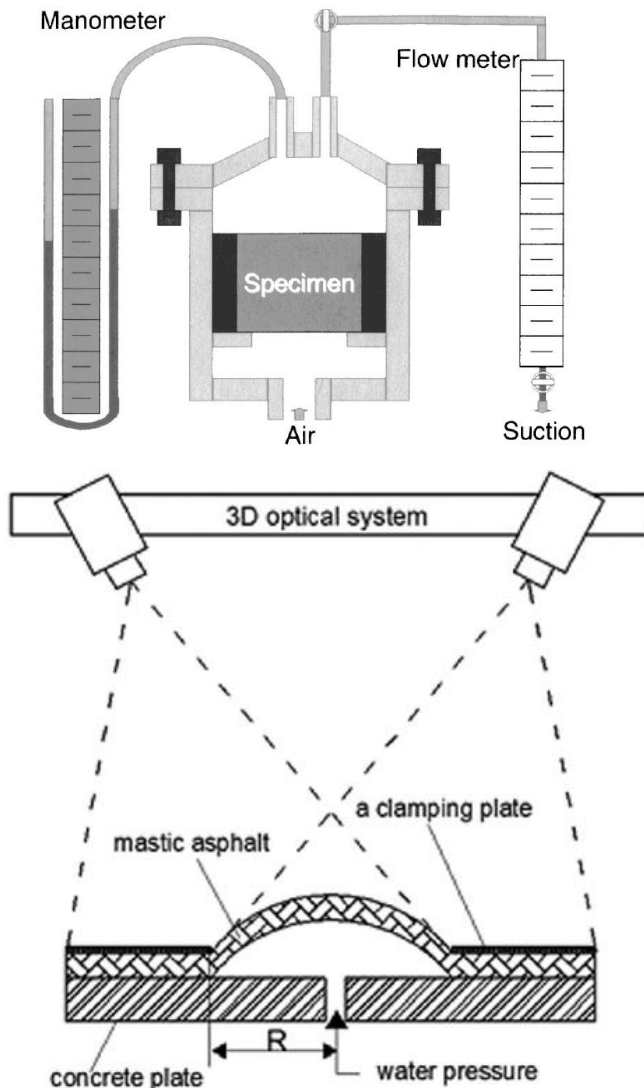
Mange teorier og forklaringsmodeller

Det foreligger mange teorier/forklaringsmodeller, både i litteraturen og blant fagfolk i Norge.

- Innestengt fuktighet
- Gasser fra flyktige hydrokarboner (fra emulsjonen?)
- Dårlig binding mellom asfaltlagene
- Vannoppsug fra dårlig drenerte masser i vegoverbygningen
- Løselige salter (saltvann ved valsing eller vintersaltet veg?)
- Uncured steel slags (kan svelle)
- Mikrobiell vekst
- Polymermodifisert klebeemulsjon
- Syklisk utvidelse og sammentrekning på grunn av gjentatt oppvarming og nedkjøling. (Croll, 2008)



mange teorier/forklaringsmodeller fortsetter...



- Sasaki et.al. (2006) Forsøksresultater som kan underbygge hypotese på at fuktig luft kan trenger inn på dagen, kondenserer når temperaturen synker på natta og blir dermed fanget i lagskille.
- (Hailesilassie & Partl (2012) Konkluderte med at sykliske temperaturendringer har større innflytelse på veksten av paddehatten enn trykkendringer.
- Baijer (1976) viste at det er mulig å få dannet en voksende paddehatt på en betongkloss med støpeasfalt ved å utsette den for syklisk oppvarming og nedkjøling.

Leung, Li and Pickles (2007)

- Store paddehatter på Hong Kong internasjonale flyplass etter langvarig regnevær og heving av grunnvannstanden
- Problem løst av store brønner for lufting

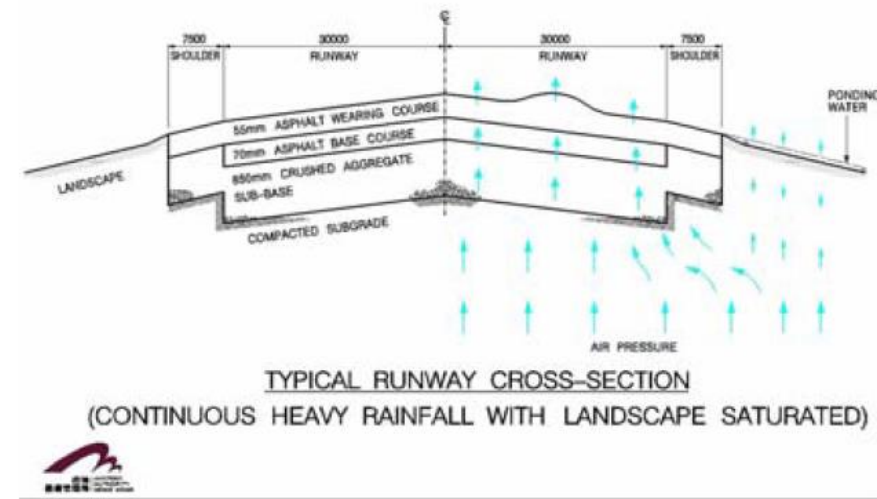
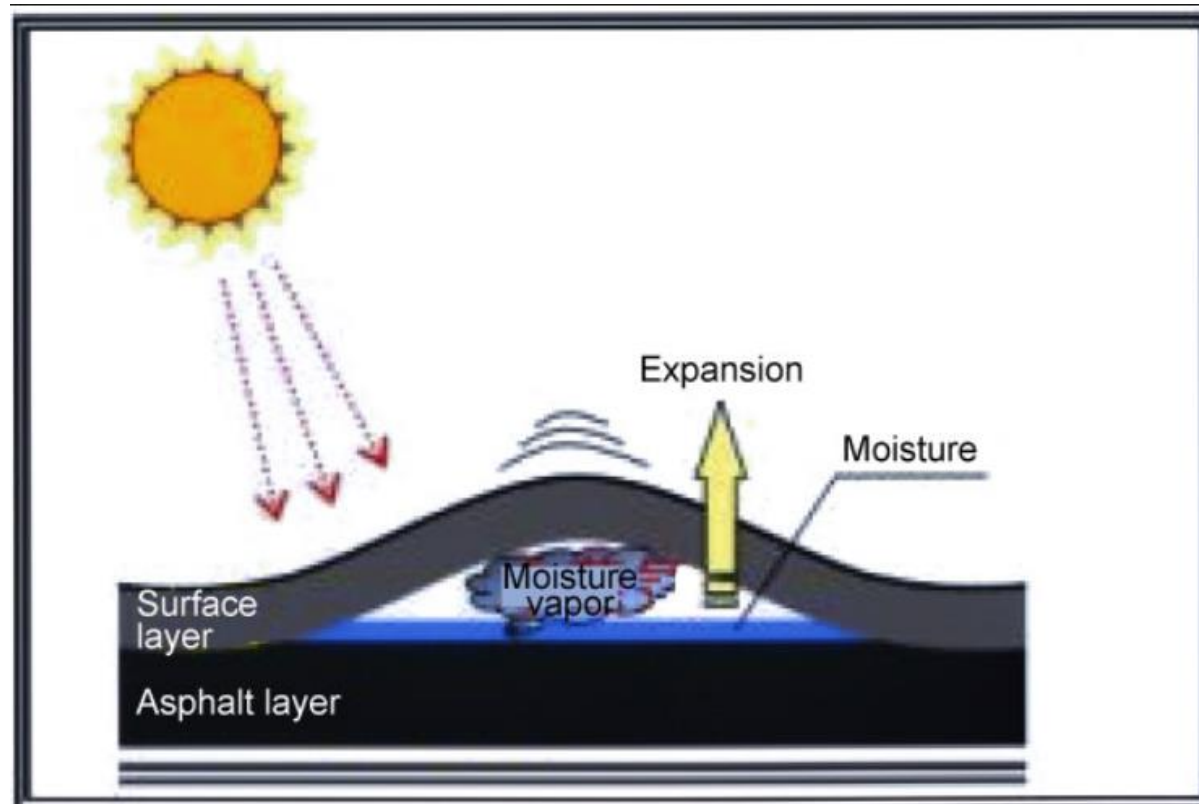


Figure 11 - Construction of vertical vent shaft

Konklusjon etter et dypdykk i litteraturen

Den mest utbredte oppfatning av årsak er innestengt fuktighet!



Cause of the blistering phenomenon



Statens vegvesen

Våre undersøkelser



Innhenting av informasjon

4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Omfattende forekomst av paddehatter.
- Fortrinnsvis mellom hjulspor.
- 2 ulike entreprenører, 2013 og 2014.
- 2 ulike emulsjoner, uten polymer.
- For alle strekninger er følgende utført
 - Oppretting av spor med Ab11
 - Slitelag Ska 16 m/ PMB
- For alle strekningene var det dype og kanaliserte hjulspor.
- Opprettingen var lagt tidlig på våren, med kjølig og fuktig vær i forkant.

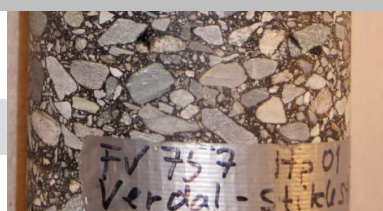
Undersøkelser

4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Utboring av borkjerner viste at
 - Paddehattene var lokalisert enten i lagskillet mellom ny oppretting og nytt slitelag, eller delvis i selve opprettingslaget.



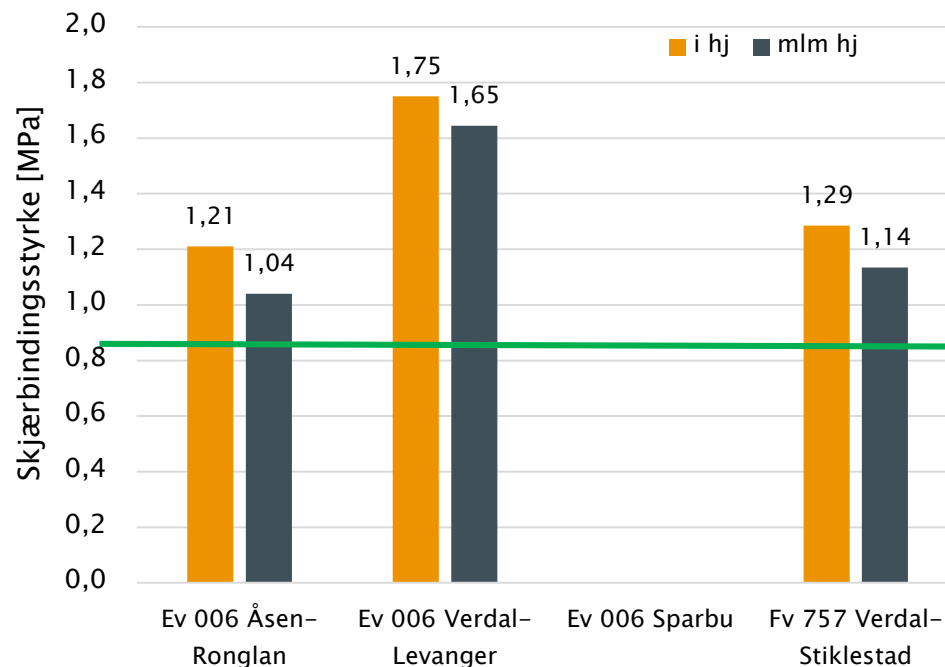
I paddehatt på
Fv 757 ved Stiklestad



Undersøkelser

4 strekninger i Nord-Trøndelag

- 3 av de 4 strekningene ble undersøkt for bindingsstyrke i lagskillet mellom ny oppretting og nytt slitelag (der paddehatten befant seg). Viste god bindingsstyrke.

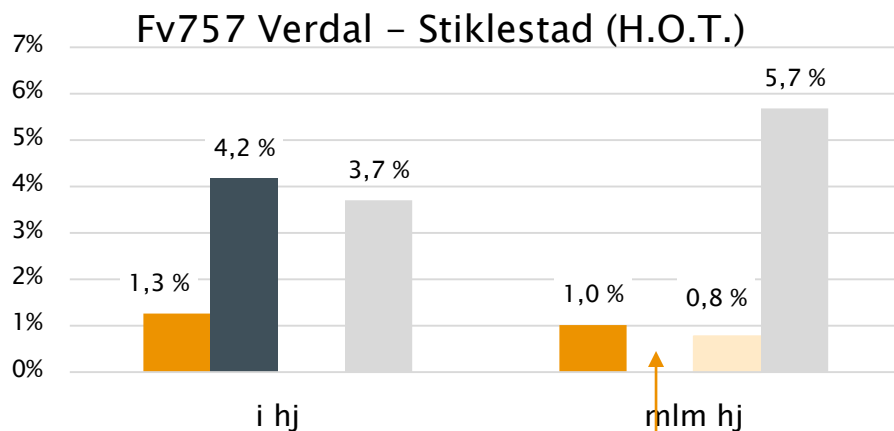




Undersøkelser

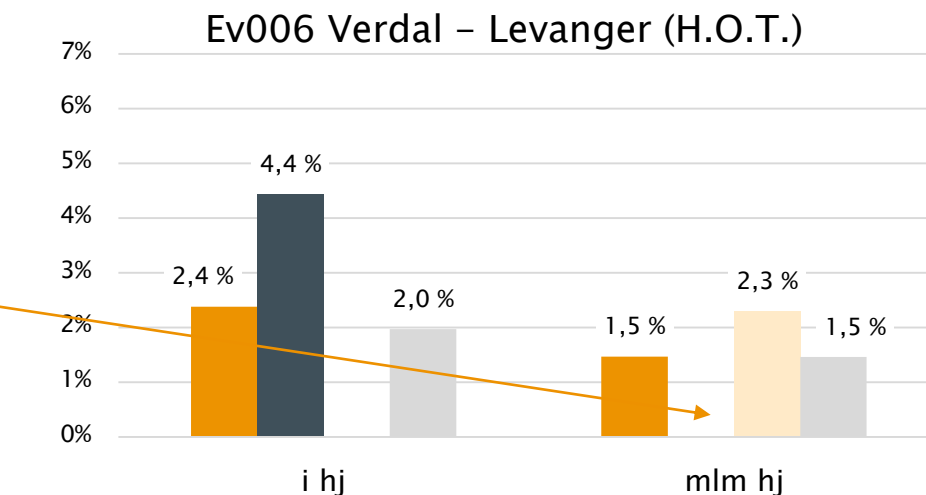
4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Undersøkte hulrom i 4 lag nedover i kjernen for 2 av strekningene.



- Veldig tett** dekke over og under der paddehattene oppstår.

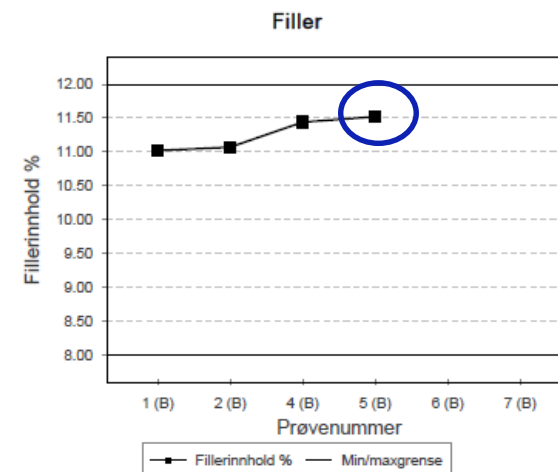
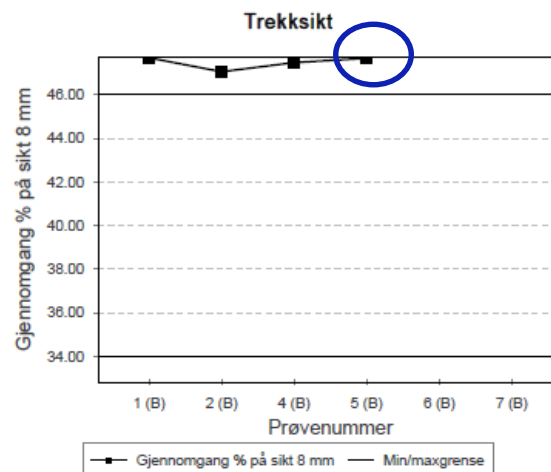
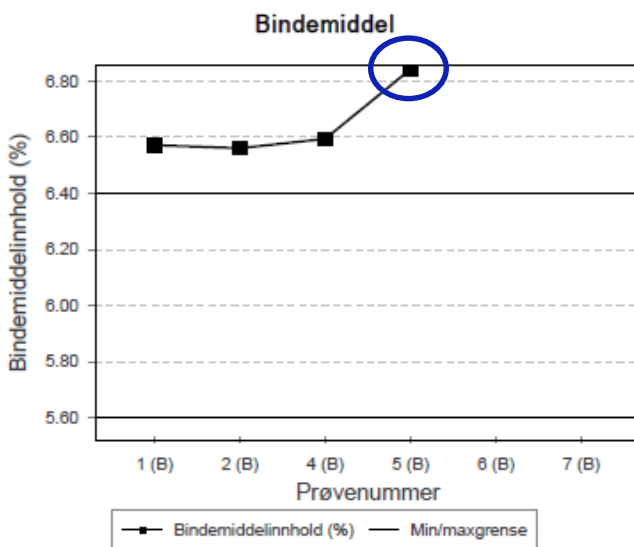
- Opprettingslaget er for tynt til å kunne testes på bk tatt mellom hjulspor.
- Det gamle slitelaget mangler eller er for tynt til å kunne testes på bk tatt i hjulsporet.



Undersøkelser

4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Ekstraksjonsanalyse på prøver fra Fv 757 Verdal-Stiklestad



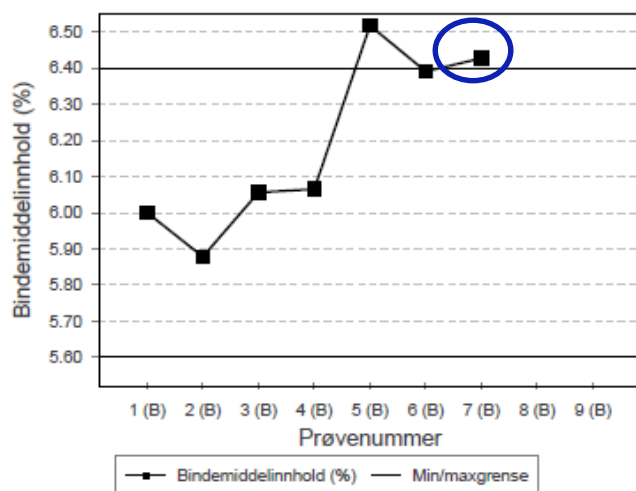
Prøve 1 og 2 er 100 mm borkjerner tatt ut i ytre hjulspor.
 Prøve 4 er 100 mm borkjerner tatt ut mellom hjulspor.
 Prøve 5 er 100 mm borkjerne tatt ut i en paddehatt.

Undersøkelser

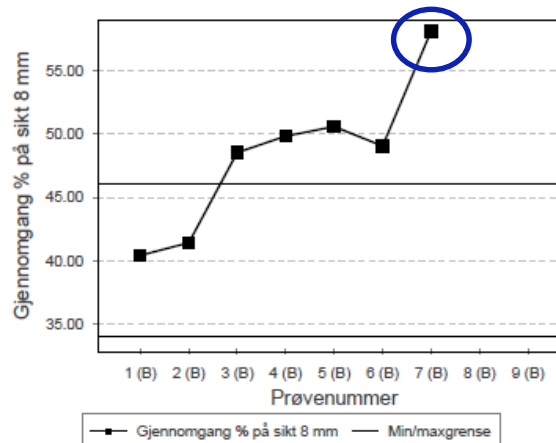
4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Ekstraksjonsanalyse på prøver fra Ev 6 Verdal – Levanger

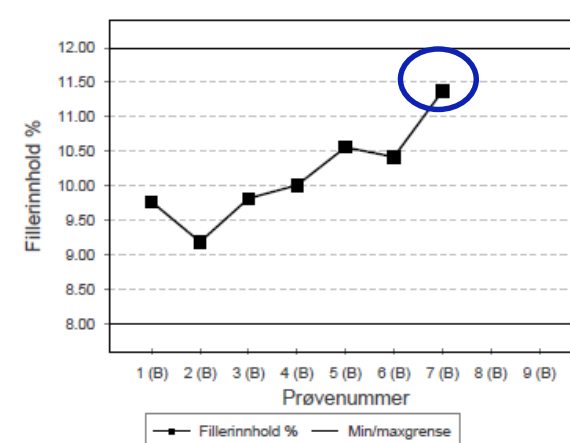
Bindemiddel



Trekksikt



Filler



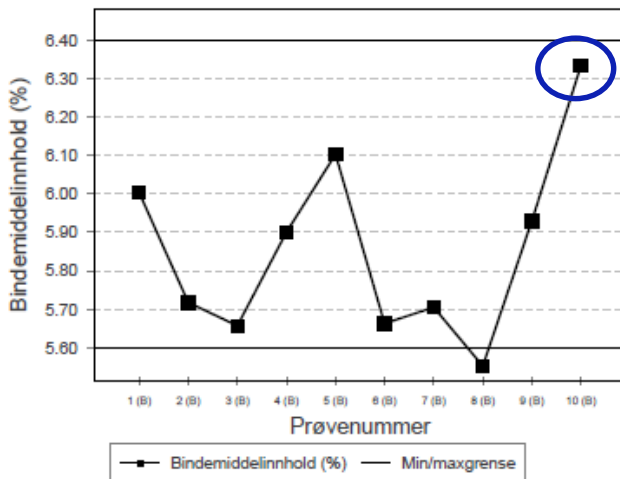
Prøve nr 1 og 2 er masseprøver tatt fra veg.
 Prøve nr 3 og 4 er 100 mm borkjerner tatt ut i ytre hjulspor.
 Prøve nr. 5 og 6 er 100 mm borkjerner tatt ut mellom hjulspor. Prøve 7 er 100 mm borkjerne tatt ut i en paddehatt.

Undersøkelser

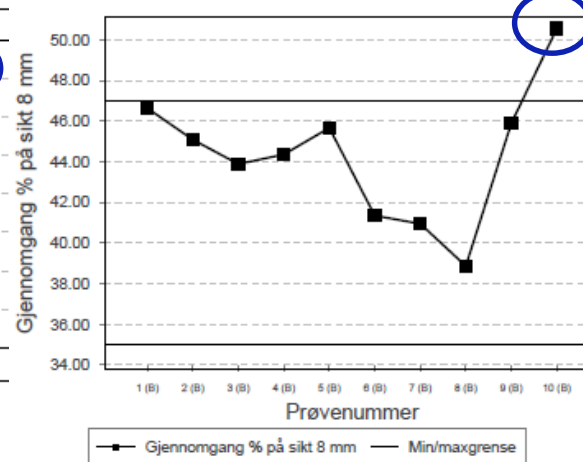
4 strekninger i Nord-Trøndelag

- Ekstraksjonsanalyse på prøver fra Ev 6 Åsen – Ronglan

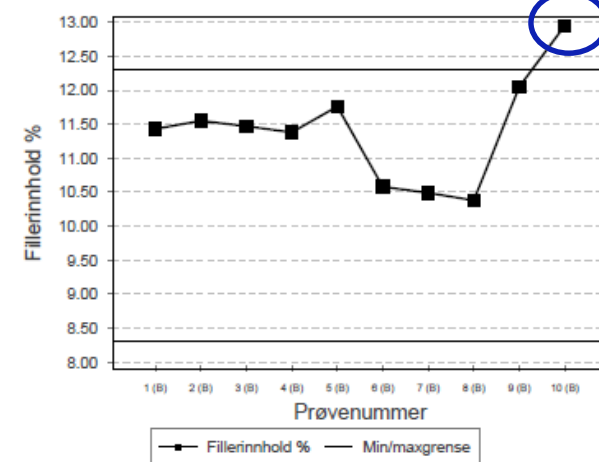
Bindemiddel



Treksikt



Filler



Prøve nr. 9 er 100 mm borkjerne tatt ut i hjulsporet
Prøve nr. 10 er 100 mm borkjerne tatt ut mellom hjulspor

Prøve nr 5 er masseprøve på omtrent samme metring som borkjernene

Undersøkelser



Statens vegvesen

E6 Åsen–Ronglan → Oppgraving av ett felt på en lengre strekning med mye paddehatter (pga breddeutvidelse på)



- Som nedre bærelag var det brukt penetrert pukke som har et åpent steinskjellet som er godt drenerende. Dette vil gjøre at vann som kan komme inn fra sideterreng lett dreneres bort.
- Visuell bedømming tilsier god og stabil oppbygging. Med konstruksjonstykkelser og de materialene som er benyttet, kan en ikke se at dette er materialer som er spesielt vannømfintlige. Derfor ansees vannoppsug fra undergrunnen lite



Undersøkelser

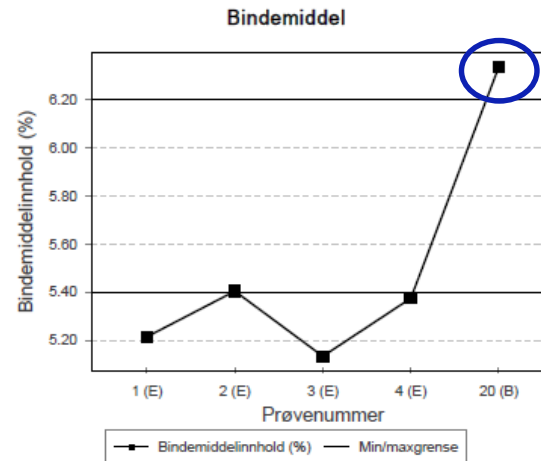
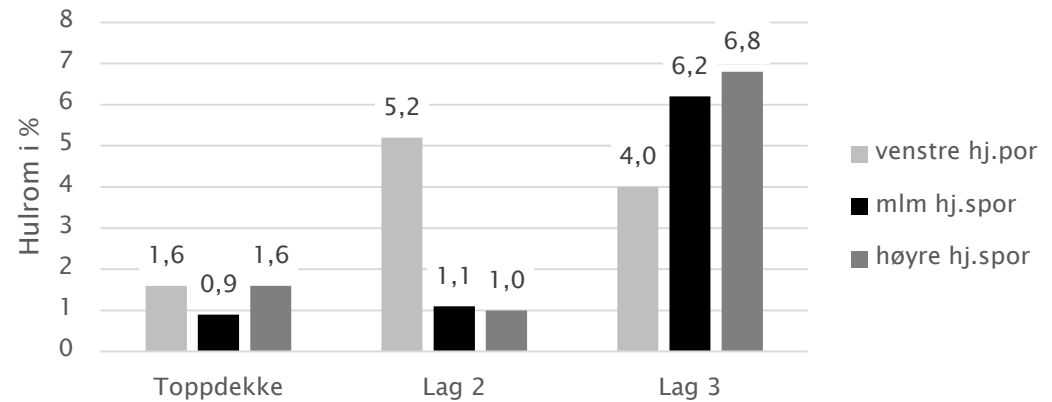


Prøver fra Tromsdalen



Statens vegvesen

Borkjerner Fy19-Ev8-Hp6-m21035



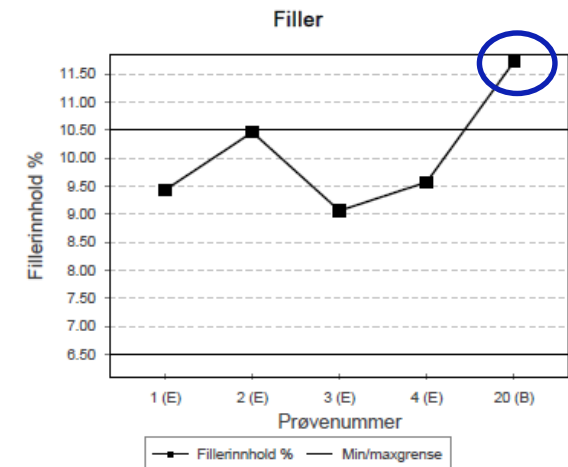
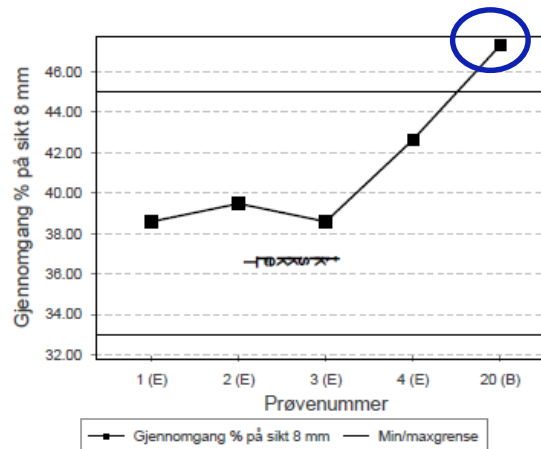
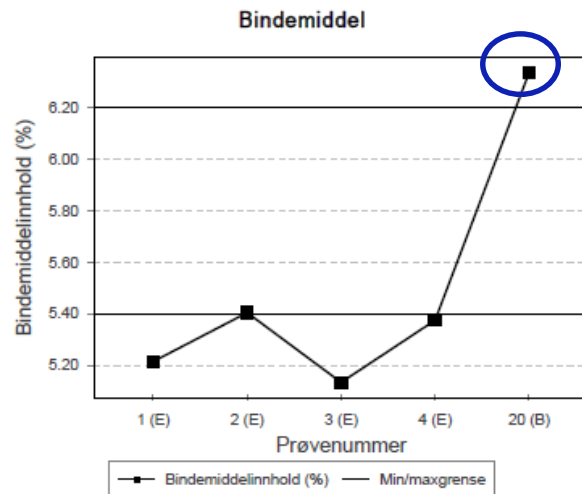
Prøver fra Tromsdalen



Statens vegvesen

Undersøkelser

Prøve 1-4 er masseprøver tatt under utlegging.
Prøve 20 er en asfaltplate skåret ut av dekket i en paddehatt.



Undersøkelser

Undersøkelser på 2 strekninger i Troms

Vegreferanse	ρ_{bit} [Mg/m ³] Anslått densitet på bitumenet	ρ_{max} [Mg/m ³] Målt maksdensitet	ρ_d [Mg/m ³] Målt (h.o.t.) romdensitet	V _o [%] Luftfylt hulrom	B [%] Bindemiddel- innhold	V bfh [%] Bitumenfylt hulrom (beregnet fra formel i R210)
Ev10-Hp1-m15747-F1- mlm hj.spor	1,01	2,777	2,716	2,2	5,1	86
Ev10-Hp1-m15747-F1- mlm hj.spor	1,01	2,766	2,727	1,4	7,5	94
Rv83-Hp1-m9938-F1- mlm hj.spor	1,01	2,497	2,489	0,3	6,0	98
Rv83-Hp1-m9938-F1- mlm hj.spor	1,01	2,501	2,497	0,2	5,6	99

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	ÅDT	
	≤ 5000	> 5000
Slitelag		
- minste hulrominnhold, %	2,0	2,5
- største hulrominnhold, %	5,5	5,5
- minste bitumenfylt hulrom, %	72	72
- største bitumenfylt hulrom, %	89	86
Bindlag		
- minste hulrominnhold, %	2,5	2,5
- største hulrominnhold, %	7,0	7,0
- minste bitumenfylt hulrom, %	65	65
- største bitumenfylt hulrom, %	86	86

1) Prøvens densitet skal bestemmes vha hydrostatisk overflatetørr metode.

$$VFB = \frac{100}{1 + \frac{\rho_B V_m}{\rho_b B}} \% (v/v)$$

hvor:

ρ_B = bindemidlets densitet i Mg/m³

ρ_b = prøvens densitet i Mg/m³

V_m = hulrominnholdet i prøven oppgitt i volumprosent (v/v) med en desimal

B = bindemiddelinnholdet i % av prøven (m/m) oppgitt med en desimal.

Paddehatter

- Mange av prøvene hadde også et brudd i et lag lengre ned



Ev8 Tromsdalen



Ev6 Ronglan

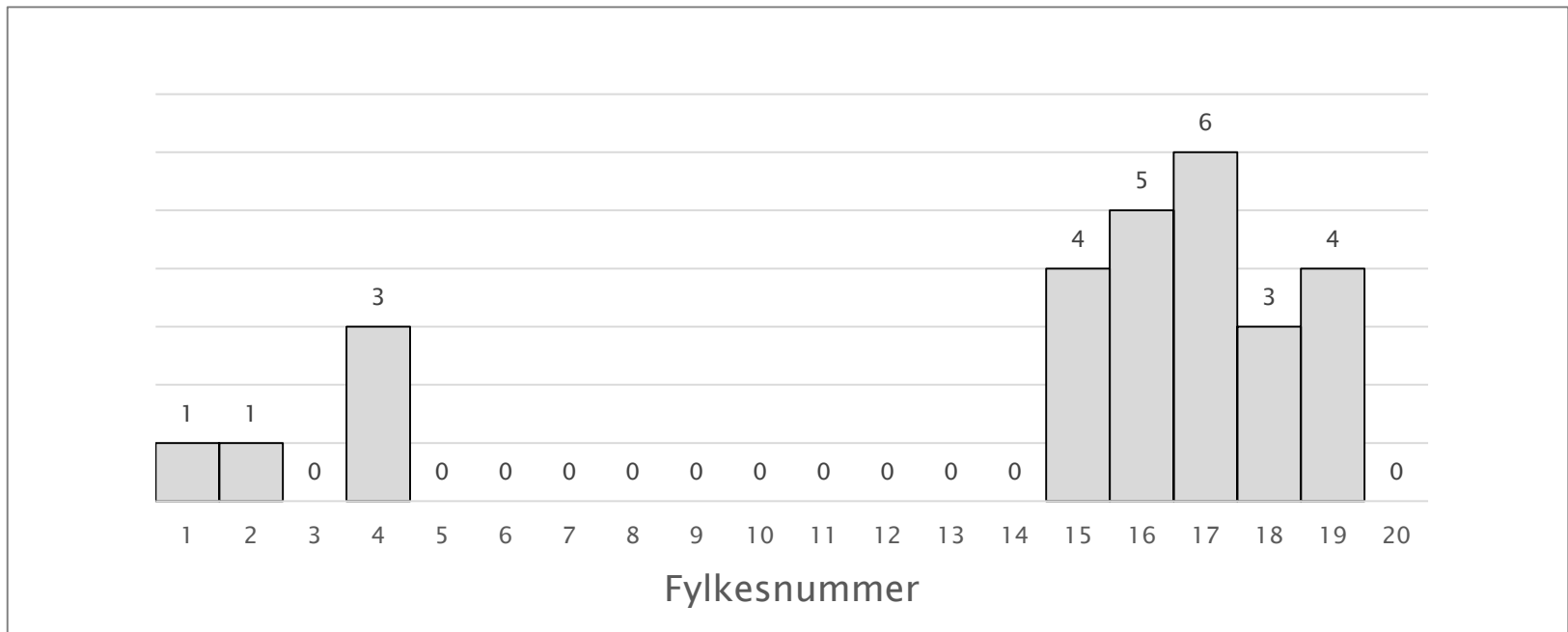


Ev6 Verdal-Levanger



Fy757 Stiklestad

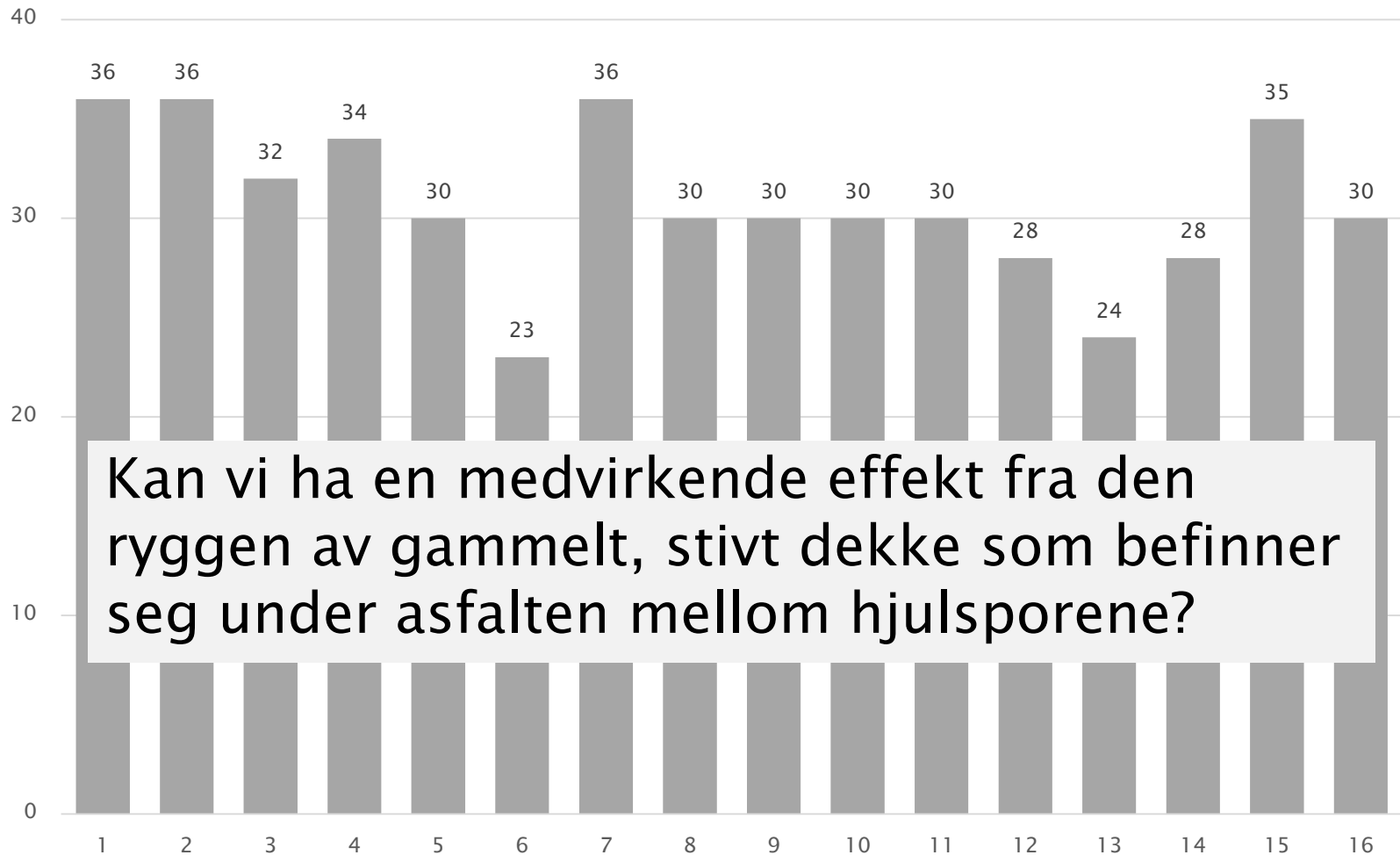
Antall strekninger med omfattende forekomst av paddehatter meldt inn og registrert hos oss.



- Er det ingen strekninger i fylke 5–14. Underrapportering eller reelle geografiske forskjeller?



Spordybde i mm



Kan vi ha en medvirkende effekt fra den ryggen av gammelt, stivt dekke som befinner seg under asfalten mellom hjulsporene?



Hva kan vi
konkludere med?



Noen slutninger

- Dårlig bindingsstyrke – ikke en forutsetning
- PMB i limet – ikke en forutsetning
- PMB i asfaltmassen – ikke en forutsetning
- Blæren ikke utelukkende plassert i ett lagskille.
- Ulike massetyper, fra Ska16-PMB til Ab11 – 70/100, repave
- Samtlige strekninger hadde ett **meget lavt hulrom** i toppdekket
- Samtidig lavt hulrom også i laget under
- **Høyt bindemiddelinnhold**
- Stor spordybde

A wide-angle photograph of a snowy landscape. The foreground is filled with dry, yellowish-brown grasses poking through a layer of white snow. The middle ground is a flat, snow-covered field. In the background, a dense forest of evergreen trees is visible under a clear sky. A small, brown wooden shed is partially visible on the right side of the background.

Takk for meg!



Statens vegvesen

Hva omtales i litteraturen?

Litteraturhenvisninger

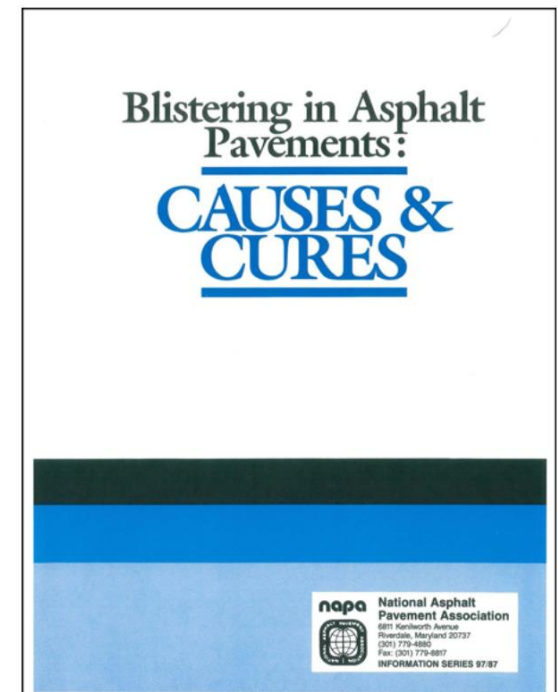
- Lai J.S.(1987) *Investigation og causes and development of solutions to blistering og asphalt layers*, GaDOT Research Project No. 8508
- Hailesilassie B. and Partl M. (2012) *Mechanisms of asphalt blistering on concrete bridges*, Journal of ASTM International 9 Vol. 9, No. 3.
- Croll J.G.A. (2008) *A new hypothesis for the development of blisters in asphalt pavements*, International Journal of Pavement Engineering 9(1):59–67
- Sasaki I., Moriyoshi A., Haciya Y. (2006) *Water/gas permeability of bituminous mixtures Involvement in Blistering Phenomenon*. J. Jpn. Petrol. Inst. Vol 49, No.2, s57–64.

Fra litteraturen

Rapport fra NAPA 1987 Beskriver mekanismer som kan gi paddehatter i asfaltdekker

Oftest oppgitte årsak er innestengt vandamptrykk, men nevner også

- Løselige salter (pga valsing med saltvann)
- Uncured steel slags (sveller)
- Mikrobiell vekst (produserer gass)
- Oppgir effekt av faktorer som
 - Asfaltmassens egenskaper
 - Tilslagets egenskaper
 - Drenering
 - Temperatur
 - Utførelse under dekkelegging
- Foreslår tiltak som kan redusere omfanget
- Foreslår hvordan man kan finne årsaken i ett gitt tilfelle





Fra litteraturen

GaDOT Research Project No. 8508 (1987) – inneholder en litteraturstudie

- Oftest omtalte årsak er innestengt fukt
- Dårlig binding mellom asfaltlagene (inkludert rester av vann i underlaget)
- Potts (1972) – Innestengt vanndamptrykk under ett toppdekke med lavt luftfylt hulrom og høyt bindemiddelfylt hulrom.
- Årsak på bruer: Innestengt fukt under membranen, eller flyktige hydrokarboner. Løsningen er å legge et porøst asfaltlag med høyt hulrom under fuktisoleringen.
- Baijer (1976) viste at det er mulig å få dannet en voksende paddehatt på en betongkloss med støpeasfalt ved å utsette den for syklisk oppvarming og nedkjøling.



Fra litteraturen

GaDOT Research Project No. 8508 (1987) – inneholder en litteraturstudie

The Marine Corps Air Station South Carolina (1986)

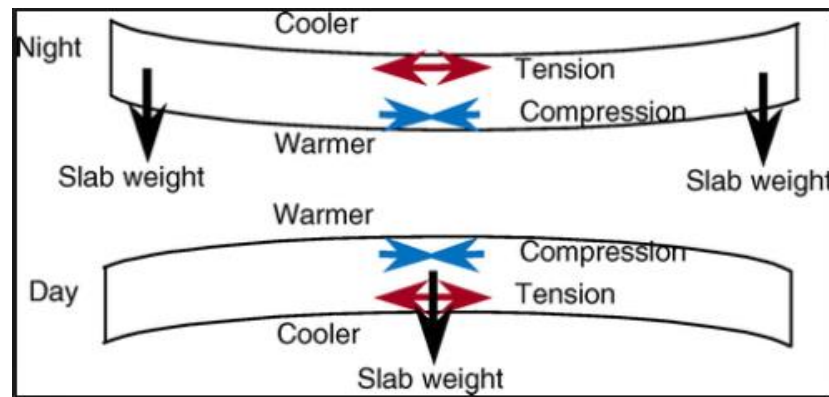
- Omfattende forekomst av paddehatter ble nøye undersøkt og funnene publisert i 2 rapporter
 - Ab-masse med lavt luftfylt hulrom (2 %) og høyt bitumenfylt hulrom (87,7%)
 - Registrerte tydelig døgnsyklisk volumendring
 - Analyserte innholdet i blemmene og fant kun luft og vann
 - Dårlig drening av vann fra overflaten pga stor asfaltflate uten fall.
 - Fukt i alle lag

Fra litteraturen

Flere teorier–

Croll (2008) A new hypothesis...

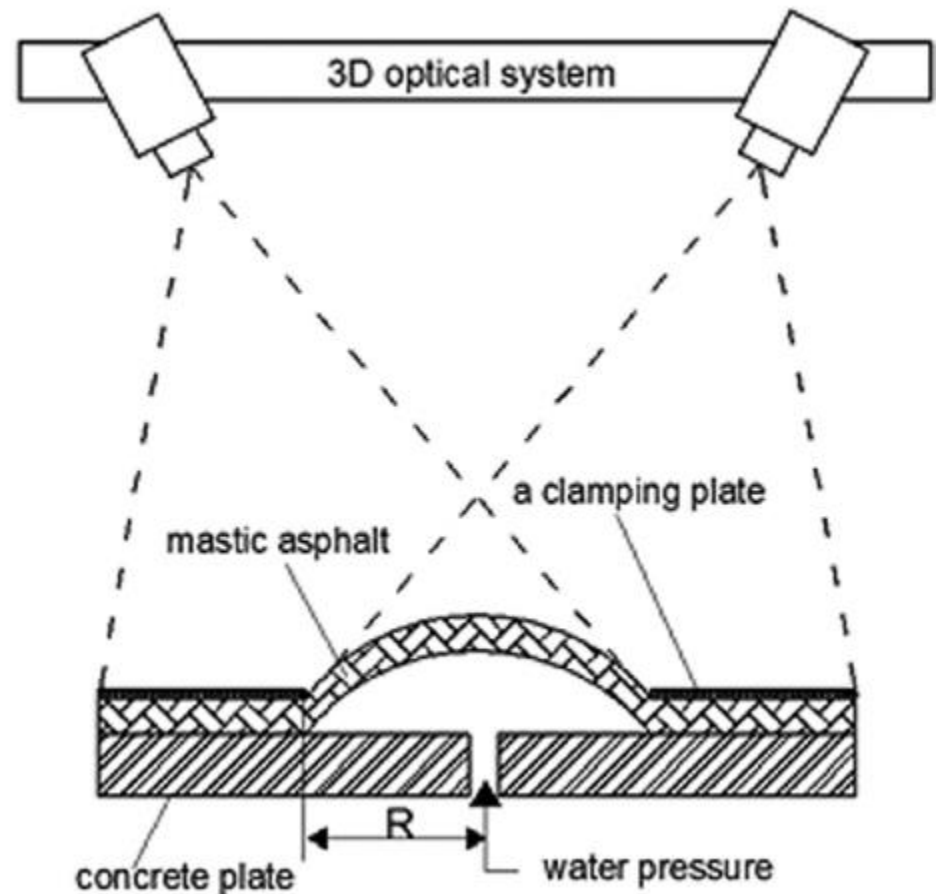
- Argumenterer for at det finnes tilfeller hvor den tradisjonelle oppfatningen (flyktige gasser eller fuktighet) ikke er sannsynlig årsak, og
- Presenterer en alternativ modell basert på gradvis vekst av paddehatter som følge av syklisk oppvarming og nedkjøling, med tilhørende utvidelse og sammentrekning.



Fra litteraturen

Hailesilassie & Partl (2012)

- Utførte kontrollerte laboratorieforsøk hvor de fikk en paddehatt til å vokse kontinuerlig over flere dager.
- Konkluderte med at sykliske temperaturendringer har større innflytelse på veksten av paddehatten enn trykkendringer.



Fra litteraturen

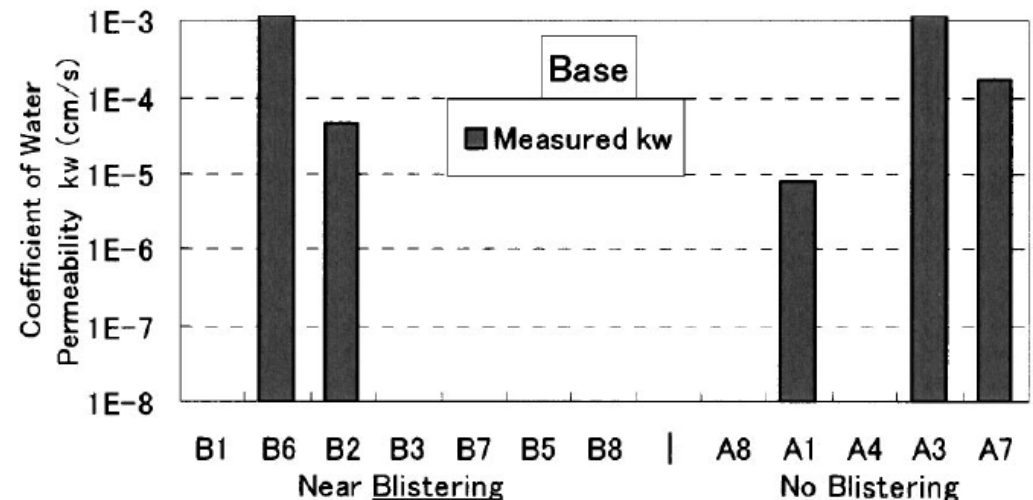
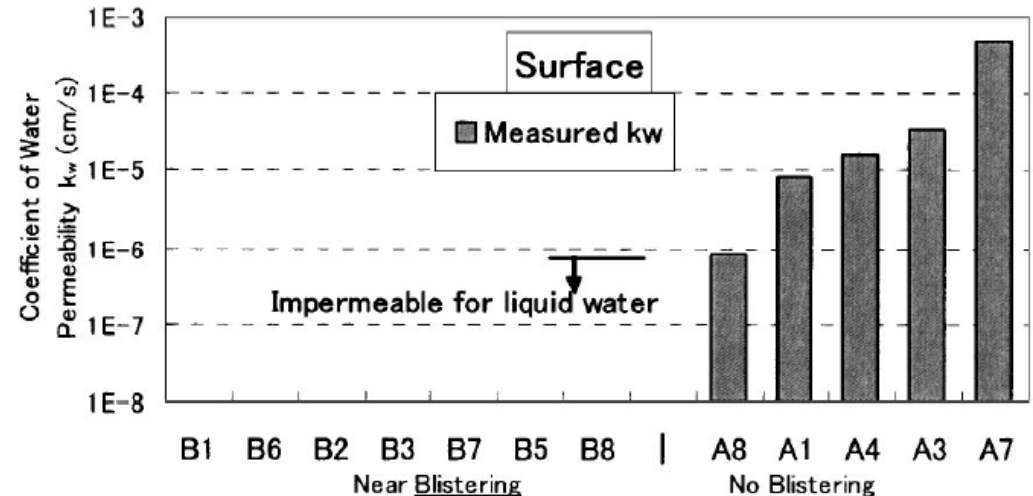
Sasaki et.al. (2006). Sammenheng mellom paddehatter og permeabilitet av vann og gass i asfaltlagene

- Prøver fra en flyplass med ett område med utbredt forekomst av paddehatter og ett uten.
- Målte permeabilitet for gass og vann gjennom prøvene.

Specimen No.		
	Surface	Base
Type of mixture	Dense	Coarse
Max size of aggregate [mm]	13	20
Density [g/cm ³]	2.39	2.35
Air voids [%]	3	5.4
Asphalt content [%]	6.5	5.4
Asphalt binder	Modified	StAs80/100

- Klar sammenheng mellom forekomst av paddehatter og impermeabilitet for vann i det øverste asfaltlaget.
- Ikke sammenheng for bindlaget

Det ble i utgangspunktet brukt atmosfærisk trykk (101 kPa, men for de impermeable prøvene ble trykket økt til 294 kPa uten reaksjon. Ikke et ord om testtemperatur, antar 20° C (?)



- Det øverste asfaltlaget var impermeabelt for vann, men ikke for gass (fuktig luft)
- Sasaki et.al. fremmer hypotese om at fuktig luft trenger inn på dagen, kondenserer når temperaturen synker på natta og dermed blir fanget i lagskillet.

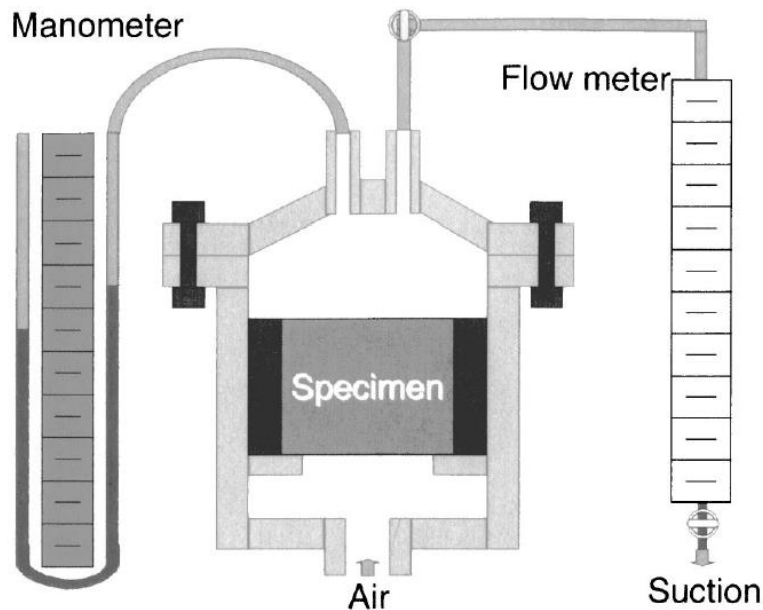
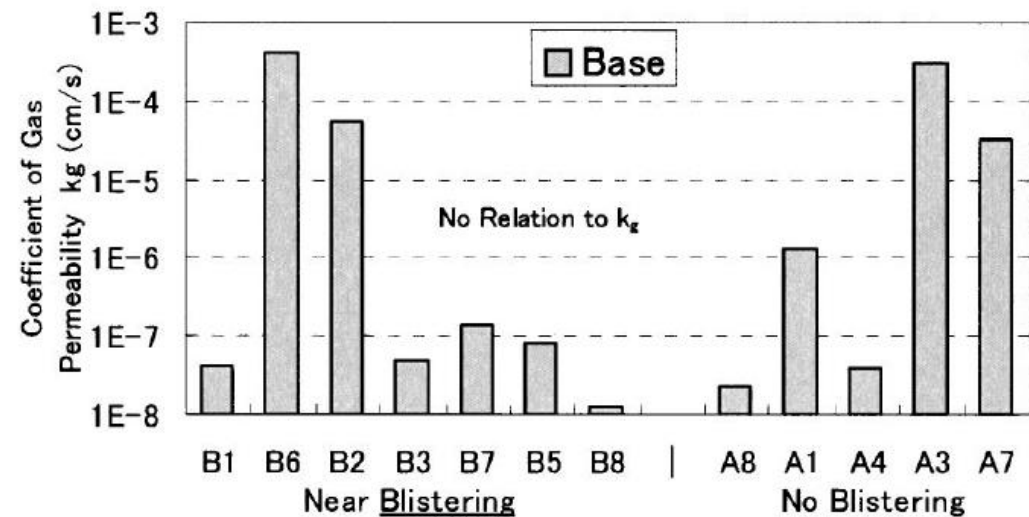
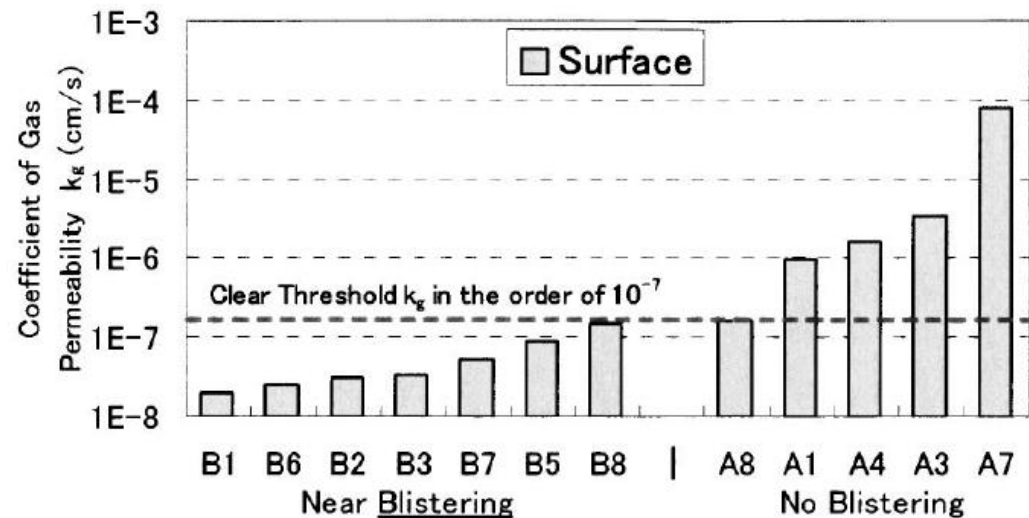


Fig. 2 Overview of Gas Permeability Tester



Leung, Li and Pickles (2007)

- Store paddehatter på Hong Kong internasjonale flyplass etter langvarig regnevær og heving av grunnvannstanden
- Problem løst av store brønner for lufting

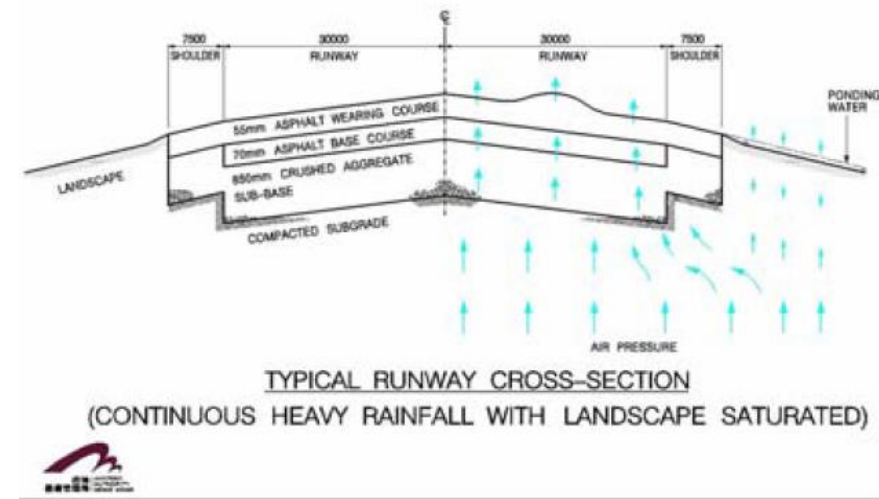


Figure 11 - Construction of vertical vent shaft