



Ytenergi på ballastmaterial

Åsa Laurell Lyne, KTH



En fundamental modell för asfaltbelägningars vattenkänslighet

- Skador till följd av inträngande vatten och fukt i asfaltbeläggningar är ofta en orsak till för tidig nedbrytning.
- Med en asfaltsbeläggnings beständighet avses dess förmåga att motstå nedbrytning på grund av den yttre miljön.
- Bristande beständighet är en av faktorerna till att beläggningar går sönder.



En fundamental modell för asfaltbelägningars vattenkänslighet, fortsättning

- Resultat från projektet kommer att inkludera:
 - Riktninglinjer för utvärdering av asfaltsbelägningars vattenkänslighet med hjälp av ytenergimätningar, brytningsindexvärden, inklusive mätteknik och bedömningsmetoder
 - Databas med ytenergiresultat, brytningsindexvärden för stenmaterial och bitumenprodukter
 - Bättre förståelse för bindningsmekanismer



Exempel på beständighetsfaktorer:

- åldring – förvittring
- vatten/fukt – **låg vidhäftning**
- frys - töväxlingar – **låg vidhäftning**
- temperatur – temperatursprickor
- kemikalier (salter, oljeprodukter mm) – **låg vidhäftning**

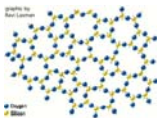


Vad menas med vidhäftning?

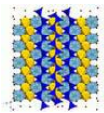
Vidhäftning är den **molekylära** adhesion som finns mellan **två kroppar** vid **nära kontakt**.

- Typiska stenmolekyler

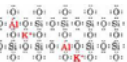
SiO₂



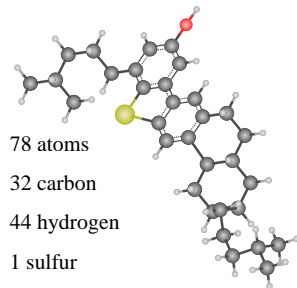
CaMgSi₂O₆



KAlSi₃O₈



- Typisk bitumenmolekyl (Redelius 2010)



78 atoms

32 carbon

44 hydrogen

1 sulfur

1 oxygen



Hur mäts vidhäftning?

- Mätning av ingående komponenters ytenergi
- Mätning av ingående komponenters dielektriska egenskaper / brytningsindexvärden

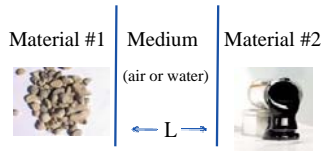


- Vi har visat att det finns ett matematiskt samband mellan yt-energi och brytningsindex
- Resultat vid framtida presentation



Hamakers teori

- van der Waalskrafterna kan uppskattas för två växelverkande ämnen/material och ett mellanliggande medium generella slutsatser kan dras utifrån materialegenskaper som dielektrisk konstant och brytningsindex



Hamakers teori

Energien mellan två plana ytor:

$$W = -\frac{A}{12\pi D^2}$$

$$A = A_1 + A_2 = \frac{3kT}{4} \cdot \left(\frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right) \left(\frac{\epsilon_3 - \epsilon_2}{\epsilon_3 + \epsilon_2} \right) + \frac{3h\nu}{8\sqrt{2}} \frac{(n_1^2 - n_2^2)(n_3^2 - n_2^2)}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2} \sqrt{n_3^2 + n_2^2} (\sqrt{n_1^2 + n_2^2} + \sqrt{n_3^2 + n_2^2})}$$

A1: Permanenta polära molekyler
Keesom (dipol-dipol), Debye (dipol- inducerad-dipol).

A2: Fluktuerande icke-polära molekyler
London (två icke-polära molekyler).



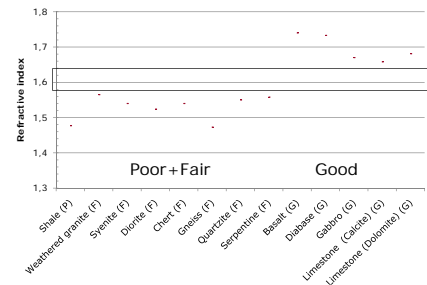
Hamaker's theory

Material 1	Medium 3	Material 2	A ₁ (·10 ⁻²⁰ J)	A ₂ (·10 ⁻²⁰ J)	A (·10 ⁻²⁰ J)
Basalt	Luft	Bitumen	0.11 1%	11.06 99%	11.17
Granite	Luft	Bitumen	0.09 1%	7.33 99%	7.42
Basalt	Vatten	Bitumen	0.24 9%	2.50 91%	2.73
Granite	Vatten	Bitumen	0.26 34%	0.77 66%	1.03

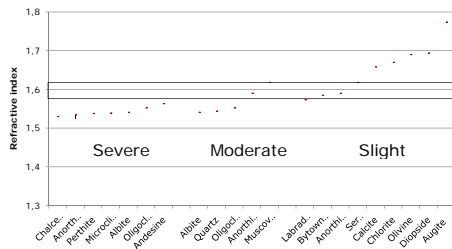
Det dominerande bidraget kommer från brytningsindexkomponenten!



Brytningsindex hos ett antal stenmaterial
Motståndskraftighet mot stripping enligt Cordon (1979)
P=poor (svag), F=fair (ganska bra), G=good (bra)

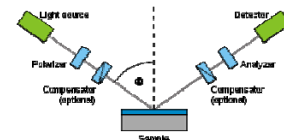


Brytningsindex hos ett antal mineraler
Strippingbenägenhet enligt Stuart (1989)
Severe (svår), Moderate (måttlig), Slight (lindrig)



Brytningsindex

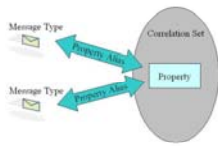
Mått på en ljusstråles riktningsändring då den går genom gränssytan mellan vakuum och ett medium eller, approximativt, mellan luft och ett annat medium.





Brytningsindex och mineraler

- Alla mineraler som bildas får konstanta kemikaliska och fysikaliska egenskaper.
- Därför kan man genom att undersöka och mäta deras egenskaper skilja olika mineraler från varandra.
- Varje mineral har ett karakteristiskt brytningsindex vilket är av betydelse i olika tillämpningar.



Brytningsindex och mineraler, fortsättning

- Mineralen kan ha ett, två eller tre brytningsindexvärden, dvs brytningsindex kan vara olika i olika riktningar.
- Här studeras mineralens maximala brytningsindexvärde.
- En bergart kan dock bestå av flera mineraler.
- Emellertid, den genomsnittliga koncentrationen av olika element som ingår i mineralsammansättningen hos en bergart är avgörande för den totala vidhäftningen och motstånd till stripping.