

DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT
TEKNISK RAPPORT

03-29

Analyse af isbilkørsler i vinteren 2002

September 2003

N. K. Petersen & N. W. Nielsen

ISSN 1399-1388 (online)



Copenhagen 2003

Indholdsfortegnelse

1.	Introduktion	3
2.	Isbilkørsler februar-april 2002	5
3.	Vejrsituationer	8
4.	Datamateriale	9
4.1	Isbilmålinger	9
4.2	Informationer om vejbane, omgivelser m.v.	9
5.	Glatførestationer	11
5.1	Glatførestationer på strækningen Ringsted – Erritsø	11
5.2	Vejbanetemperaturens temporale variation ved en glatførestation	12
5.3	Sammenligning af isbilmålinger med glatføremålinger på Fyn	12
5.4	Sammenligning af isbilmålinger med glatføremålinger på Sjælland	16
5.5	Termisk ”fingeraftryk” for Halsskov - Knudshoved	17
6.	Flere isbilkørsler på samme strækning på samme dag	19
7.	Isbildata	20
7.1	Strækningen Ringsted – Halsskov	20
7.2	Halsskov - Ringsted	21
7.3	Strækningen Halsskov – Knudshoved - Halsskov	21
7.4	Strækningen Knudshoved-Erritsø-Knudshoved	21
8.	Konklusion	23
9.	Referenceliste	25
A.	Vejrklassifikation	
B.	Vejbanebelægning	
C.	Isbilmålinger	

1. Introduktion

Vejdirektoratet foretager en termisk kortlægning af danske vejstrækninger ved hjælp af såkaldte "isbiler": Biler påmonteret udstyr til måling af bl.a. vejbanens overfladetemperatur. Kortlægningen består af en række måleserier, der viser variationen af parameteren, mens isbilen kører langs en strækning.

I [1] analyserede vi data fra en række isbilkørsler i januar - marts 1999 langs motorvejsstrækningen fra Ringsted over Storebælt og Lillebælt til Erritsø. Formålet med analysen var at undersøge, om vi kunne finde karakteristiske mønstre i vejbanetemperaturens variation langs strækningen som funktion af vejrforholdene, og i givet fald at vurdere, om disse mønstre kunne benyttes til at lave en praktisk anvendelig strategi for glatførevarsling og saltning.

Datamaterialet var for sparsomt til, at vi kunne komme med en endelig konklusion, men vi fandt visse mønstre, især for strækningen over Storebælt, hvorfor vi mente, at det vil være muligt at finde visse korrelationer mellem vejrforhold og variationen i vejbanetemperaturen. Om disse korrelationer kan bruges som beslutningsværktøj til glatførevarsling og saltning, kunne vi ikke vurdere.

Vi opstillede en række ønsker til en opfølgende analyse:

- Et stort datamateriale for et begrænset sæt af vejr-situationer
- Nøjere kendskab til topografiske forhold langs ruten
- Nøjere kendskab til beliggenheden af stationerne langs strækningen
- Nøjere kendskab til vejbanebelægningen og dens emissivitet langs strækningen
- Gennemkørsel af samme strækning mere end en gang på samme aften for at kunne vurdere stabiliteten af mønstrene langs strækningen.

Vi foreslog, at en opfølgende undersøgelse skulle omfatte:

- Nøje sammenligning af glatførestationers data med isbilmålinger
- Studium af vejbanebelægningens indflydelse på isbilmålingerne
- Sammenhæng mellem data og topografi
- Sammenhæng mellem data og vejrforhold

Vejdirektoratet har i månederne februar - april 2002 gennemført en serie ny isbilkørsler under de vejrforhold, vi anbefalede (se [1], s. 11), og hvor man også gennemkørte den samme delstrækning to gange samme aften/nat. Til analysen af data fra disse kørsler har det været muligt at fremskaffe en del af de informationer, vi efterlyste i den første rapport, nemlig oplysninger om vejbanebelægningen (men ikke dens emissivitet) langs strækningen (se appendiks B), samt adgang til en serie fotos af strækningen [2]. En grundig kortlægning af ruten, dens topografi m.v. har det desværre ikke været muligt at fremskaffe.

Et tilbagevendende problem med de data, vi har, er, at der benyttes forskellige lokaliseringer. Vejmyndighederne bruger en generel kilometrering, som ikke svarer fuldstændig til den fysiske afstand, mens det er mest praktisk for en analyse at benytte en fortløbende

distance, hvorfor de isbildata, vi har, er baseret på en sådan. Det har derfor givet os nogle basale problemer med helt eksakt at matche data og de forskellige informationer, vi har.

I denne rapport gennemføres den analyse, der blev skitseret i [1], med de nævnte begrænsninger.

2. Isbilkørsler februar-april 2002

Der foreligger data fra 6 separate termiske målinger langs strækningen Ringsted-Erritsø fra februar til april 2002. Strækningen er opdelt i delstrækningerne:

- Ringsted til Halsskov (vej nr. 20, længde: 47,2 km)
- Halsskov til Knudshoved (Storebæltforbindelsen, vej nr. 25, længde: 21,7 km)
- Knudshoved til Erritsø (vej nr. 40, længde 77,7 km).

Alle isbilkørsler er foretaget om aftenen på hverdage (mandag, onsdag, torsdag og fredag), mens vejbanen er under afkøling. Tabel 1-6 indeholder en oversigt for alle kørsler og delstrækninger. Tidsangivelserne er i dansk lokaltid.

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
19.02.02	17:54	18:21	20	Ringsted – Halsskov
19.02.02	18:21	18:37	25	Halsskov – Knudshoved
19.02.02	18:37	19:29	40	Knudshoved – Erritsø

Tabel 1: Isbilkørsel 19.02.2002

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
01.03.02	18:09	18:36	20	Ringsted – Halsskov
01.03.02	18:36	18:50	25	Halsskov – Knudshoved
01.03.02	18:50	19:34	40	Knudshoved – Erritsø
01.03.02	19:56	20:40	40	Erritsø – Knudshoved
01.03.02	20:40	20:52	25	Knudshoved – Halsskov
01.03.02	20:52	21:18	20	Halsskov – Ringsted
01.03.02	21:35	22:11	20	Ringsted – Halsskov
01.03.02	22:11	22:37	20	Halsskov – Ringsted

Tabel 2: Isbilkørsel 01.03.2002

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
14.03.02	18:25	18:51	20	Ringsted – Halsskov
14.03.02	18:51	19:04	25	Halsskov – Knudshoved
14.03.02	19:04	19:49	40	Knudshoved – Erritsø
14.03.02	20:16	20:58	40	Erritsø – Knudshoved
14.03.02	20:58	21:13	25	Knudshoved – Halsskov
14.03.02	21:13	21:41	20	Halsskov – Ringsted
14.03.02	21:54	22:21	20	Ringsted – Halsskov
14.03.02	22:59	23:26	20	Halsskov – Ringsted

Tabel 3: Isbilkørsel 14.03.2002

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
20.03.02	18:39	19:05	20	Ringsted – Halsskov
20.03.02	19:05	19:19	25	Halsskov – Knudshoved
20.03.02	19:19	20:00	40	Knudshoved – Erritsø
20.03.02	21:52	22:18	20	Ringsted – Halsskov
20.03.02	22:27	22:53	20	Halsskov – Ringsted

Tabel 4: Isbilkørsel 20.03.2002

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
05.04.02	20:01	20:28	20	Ringsted – Halsskov
05.04.02	20:28	20:41	25	Halsskov – Knudshoved
05.04.02	20:41	21:24	40	Knudshoved – Erritsø
05.04.02	21:45	22:28	40	Erritsø – Knudshoved
05.04.02	22:28	22:40	25	Knudshoved – Halsskov
05.04.02	22:40	23:06	20	Halsskov – Ringsted
06.04.02	00:24	00:50	20	Ringsted – Halsskov
06.04.02	00:58	01:24	20	Halsskov – Ringsted

Tabel 5: Isbilkørsel 05.-06.04.2002

Dato	Start	Slut	Vejnr.	Rute
08.04.02	20:01	20:27	20	Ringsted – Halskov
08.04.02	20:27	20:40	25	Halskov – Knudshoved
08.04.02	20:40	21:24	40	Knudshoved – Erritsø
08.04.02	21:45	22:27	40	Erritsø – Knudshoved
08.04.02	22:27	23:26	25	Knudshoved – Halskov
08.04.02	23:26	23:52	20	Halskov – Ringsted
08.04.02	23:59	00:24	20	Ringsted – Halskov
09.04.02	01:42	02:09	20	Halskov – Ringsted

Tabel 6: Isbilkørsel 08.-09.04.2002

3. Vejr situationer

Isbilkørslerne blev foretaget på aftener, hvor DMIs meteorologer havde forudsagt vejrforhold på strækningen Ringsted-Erritsø svarende til de forhold, der blev foreslået i [1]. Kravene var, at vejrforholdene i mindst de 4 timer, en isbilkørsel varer efter solnedgang, på strækningen Ringsted-Erritsø skulle leve op til disse kriterier:

- Klart vejr
- Ringe skydække
- Ingen nedbør
- Lufttemperatur omkring frysepunktet
- Vindstyrke på højst 10 m/s
- Tør vejbane
- Vejrforholdene skal gælde en periode på over 4 timers varighed

For at få et simpelt overblik over de vejrforhold, der var under isbilkørslerne, benyttes en vejrklassifikation eller indeks foreslået af H. Voldborg, som også blev benyttet i [1]. Dette indeks består af tre cifre, der sammenfatter skydække, vindretning og vindstyrke, og er nærmere beskrevet i appendiks A.

Indeks og vejrforholdene under de 6 isbilkørsler er skematisk anført i tabel 7. Som det ses, har ingen af vejr situationerne identiske indeks.

Dato	Temperatur °C	Vind m/s	Vindretning	Skydække	Indeks
19.02.2002	0 – 2	6 – 7	V	Skyfrit	123
01.03.2002	0 – 3	2 – 3	N/NV/VNV	Skyfrit	113/114
14.03.2002	0 – 3	3 – 6	Ø/NØ	Skyfrit	121
20.03.2002	3 – 7	5 – 10	V/VNV	Skyfrit	133
05.-06.04.2002	0 – 6	0 – 4	Skiftende	Skyfrit	110
08.-09.04.2002	0 – 5	0 - 3	Ø/ØSØ	Skyfrit	111

Tabel 7: Vejret under isbilkørslerne

4. Datamateriale

4.1 Isbilmålinger

Det datamateriale, vi har til rådighed fra isbilkørslerne, består af:

- En fortløbende placering i meter langs vejstrækningen
- Vejbanetemperaturen målt i venstre og højre vejbane
- Lufttemperaturen målt i flere højder
- Relativ fugtighed

I [1] konkluderede vi, at vi ikke havde meget gavn af målingerne af relativ fugtighed og lufttemperatur. Vi har derfor valgt alene at koncentrere os om vejbanetemperaturene i denne analyse.

Isbilen måler vejbanetemperaturen indirekte, idet isbilen måler varmestrålingen fra vejbanen ved hjælp af et infrarødt termometer. Vejbanetemperaturen beregnes derefter under antagelse af, at vejbanen langs hele strækningen udsender stråling som et gråt legeme med konstant emissivitet.

De rå data fra vejbanetemperaturmålingen udviser megen lokal variation, og der forekommer karakteristiske spring i temperaturmålingen, når f.eks. isbilen kører under en bro. Da vi her udelukkende er interesseret i at studere mønstre på en relativt stor rumlig skala, har vi søgt at eliminere de omtalte spring, turbulens og lokal variation ved hjælp af en kombination af filtrering og midling.

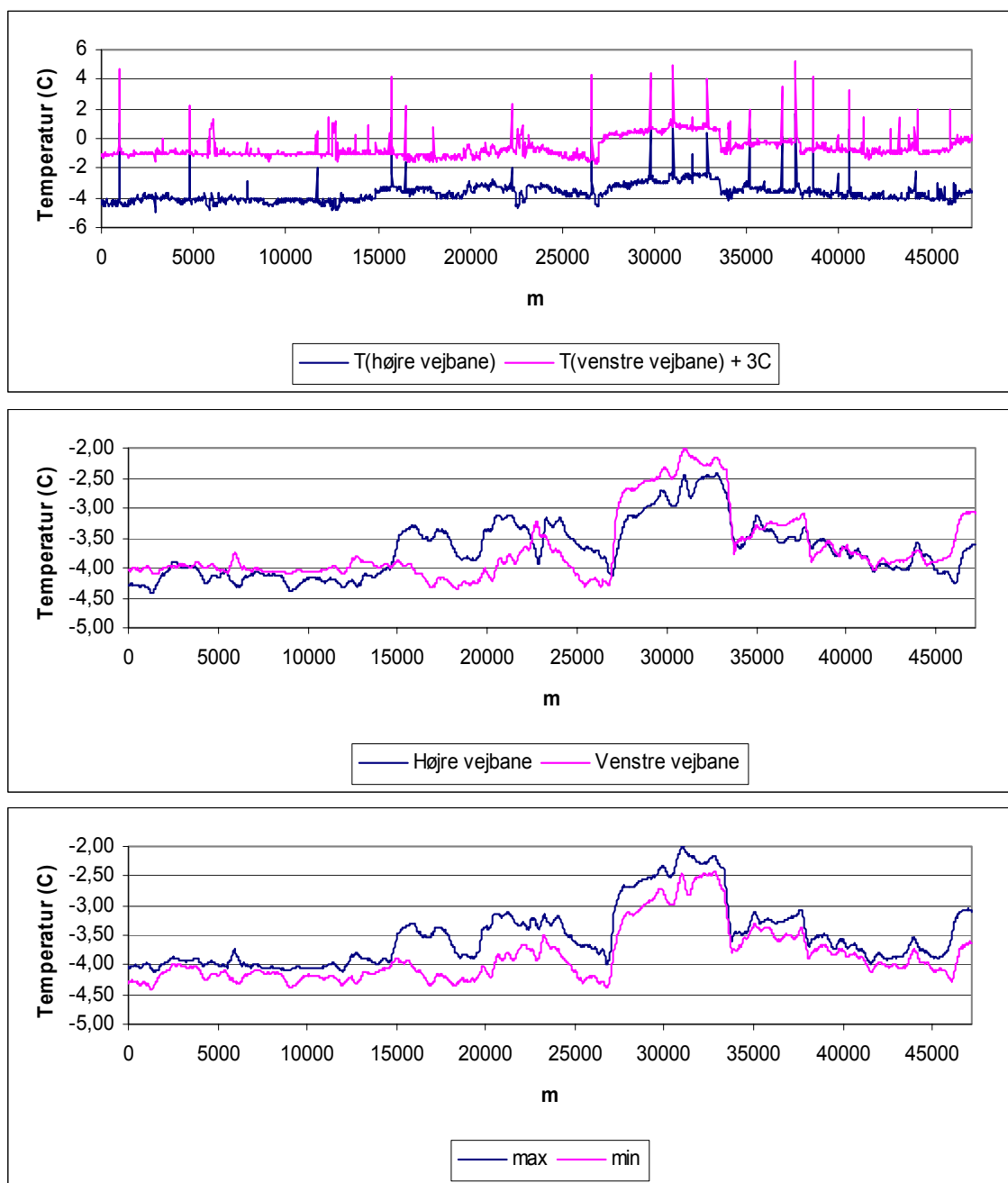
Den benyttede filtreringsmetode består i at sammenligne den målte temperatur for en position langs strækningen med en løbende middelværdi over strækningen 800 m før og 800 m efter positionen. Er afvigelsen mellem den målte værdi og den løbende middelværdi større end 3 gange spredningen over de 2 gange 800 m, benyttes middelværdien i stedet for den målte værdi.

For yderligere at udglatte kurven benyttes en midling, hvor vejbanetemperaturen i et punkt tages som et løbende middel over vejbanetemperaturen i de forudgående 200 m og de kommende 200 m. Fordelen ved udglatningen er, at den giver et godt indtryk af den generelle variation af vejbanetemperaturen langs en strækning, mens ulempen er, at den også udglatter meget lokale spring i temperaturen, der typisk skyldes ændringer i vejbanens emissivitet eller ændringer i de fri udstrålingsforhold.

Figur 1 viser et eksempel på de rå data og de filtrerede og midlede data.

4.2 Informationer om vejbane, omgivelser m.v.

Informationer om vejbanebelægningen findes i appendiks B. Disse informationer har vi kunnet supplere med fotos fra strækningen, der er tilgængelige fra VIS via Vejdirektoratets server [2]. Disse data er baseret på Vejdirektoratets kilometrering, mens vi i den øvrige dataanalyse har benyttet en fortløbende angivelse af positionen langs strækningen.



Figur 1. Isbilda fra strækningen Halsskov – Ringsted 14.3.2002 21:13-21:41. Ringsted befinder sig til venstre og Halsskov til højre. **Øverst:** Rå isbilda for højre og venstre vejbane. Data for den venstre vejbane er forskudt med 3 °C for synlighedens skyld. **Midten:** Filtrede og løbende midlede data baseret på rådata øverst. **Nederst:** Filtrede og løbende midlede data baseret på rådata øverst. Her er data opdelt efter maksimum- og minimumværdien på en given position langs strækningen.

5. Glatførestationer

5.1 Glatførestationer på strækningen Ringsted – Erritsø

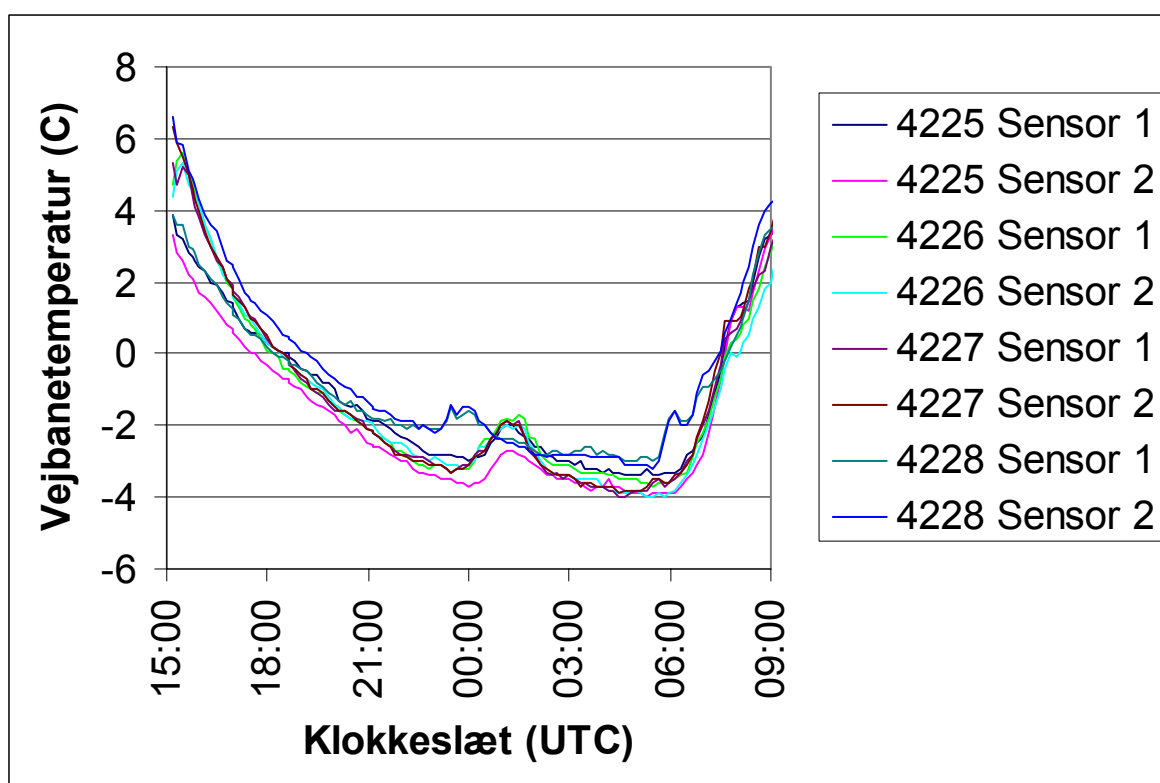
På udvalgte positioner langs det danske vejnet er der placeret glatførestationer, der året rundt måler glatføre relevante parametre som f.eks. vejbanetemperatur og lufttemperatur med 10 minutters intervaller. Langs trækningen fra Ringsted til Erritsø er der 18 glatførestationer, der er angivet i tabel 8. Flere af glatførestationerne har mere end en sensor til måling af vejbanetemperaturen. På de glatførestationer langs strækningen Ringsted – Lillebælt, der har mere end en sensor til måling af vejbanetemperaturen, er sensorerne placeret i den østgående side af vejen i hver sin bane (henholdsvis den ”langsomme” og den ”hurtige” bane) og altid i højre hjulspor (svarende til der, hvor bilens hjul i højre side kører på vejbanen). På Lillebæltsbroen er sensorerne placeret i den vestgående side af vejen, og på Storebælt er der kun en sensor for hver glatførestation. På østbroen er glatførestationerne placeret i henholdsvis den nordlige (med vestgående trafik) og den sydlige (med østgående trafik) side af broen.

Vejnr.	Stationsnr.	Navn	Kilometrering
20	3023	Ringsted Å	62,85
20	3022	Kindertofte	84,2
20	3021	Vemmelev	99,98
25	9901	Østbro 1 Nord	
25	9902	Østbro 1 Syd	
25	9903	Østbro 2 Nord	
25	9904	Østbro 2 Syd	
25	9905	Østbro 3 Nord	
25	9906	Østbro 3 Syd	
25	9907	Sprogø	
25	9908	Vestbroen Øst	
25	9909	Vestbroen Vest	
25	9910	Knudshoved	
40	4225	Hjulby	137,0685
40	4226	Over Holluf	156,033
40	4227	Odense S	161,054
40	4228	Kauslunde	201,015
40	4229	Lillebæltsbroen	206,166

Tabel 8: Glatførestationer på strækningen Ringsted – Erritsø. Hvor placeringen er kendt i forhold til Vejdirektoratets kilometrering, er den angivet.

5.2 Vejbanetemperaturens temporale variation ved en glatførestation

Figur 2 viser den temporale udvikling af vejbanetemperaturen d. 1. marts 2002 fra 15:00-09:00 UTC for de 4 glatførestationer på Fyn, 4225 Hjulby, 4226 Over Holluf, 4227 Odense S og 4228 Kauslunde. Vejbanetemperaturen er vist for begge sensorer. Det ses, at temperaturen falder nogenlunde uniformt for alle sensorer bortset fra en lille stigning i temperaturen, der forekommer lidt tidligere ved den vestlige 4228 Kauslunde end ved de øvrige stationer.



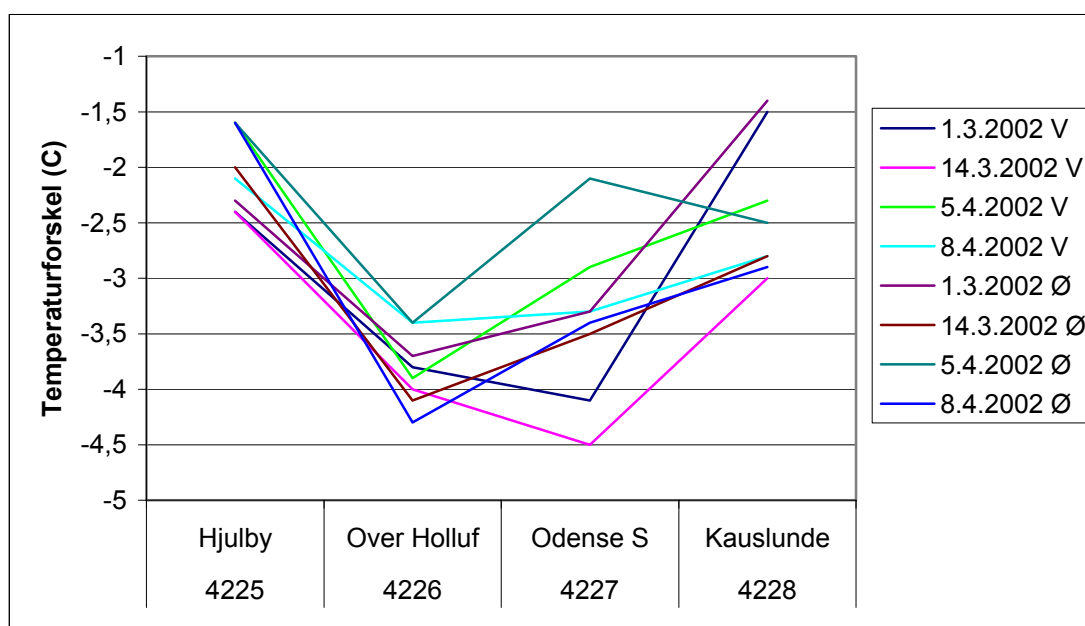
Figur 2. Vejbanetemperaturen målt ved glatførestationerne 4225 Hjulby, 4226 Over Holluf, 4227 Odense S og 4228 Kauslunde mellem 1. marts 2002 kl. 15 UTC og 2. marts 2002 kl. 9 UTC. Alle stationer har 2 sensorer placeret i hver sin vejbane.

5.3 Sammenligning af isbilmålinger med glatføremålinger på Fyn

For strækningen over Fyn har vi sammenlignet isbilens målinger af vejbanetemperaturen med glatførestationernes. Figur 3 viser minimumvejbanetemperaturen målt af isbilen minus minimumvejbanetemperaturen målt ved glatførestationerne i Hjulby, Over Holluf, Odense S og Kauslunde for fire isbilkørsler (1.3., 14.3., 5.-6.4. og 8.-9.4.). Isbilens målinger er blevet relateret til glatførestationernes, så godt det har været muligt i forhold til tid og sted, dels i forhold til de intervaller, glatførestationerne måler med, dels i forhold til, at vi ikke kender

den direkte relation mellem vore data og Vejdirektoratets kilometrerings. Vi kender nemlig kun glatførestationernes placering i forhold til denne kilometrerings.

Af figuren fremgår det klart, at der ikke er nogen konstant bias mellem den vejbanetemperatur, der indirekte er målt af isbilen, og den vejbanetemperatur, der direkte er målt ved glatførestationen. Der er ret stor spredning i differensen for 4227 Odense S og 4228 Kauslunde, nemlig en spredning op til omkring 2°C, mens det er klarere, at for 4225 Hjulby måler isbilen ca. 2°C køligere end glatførestationen, og for 4226 Over Holluf ca. 3.5-4°C køligere.



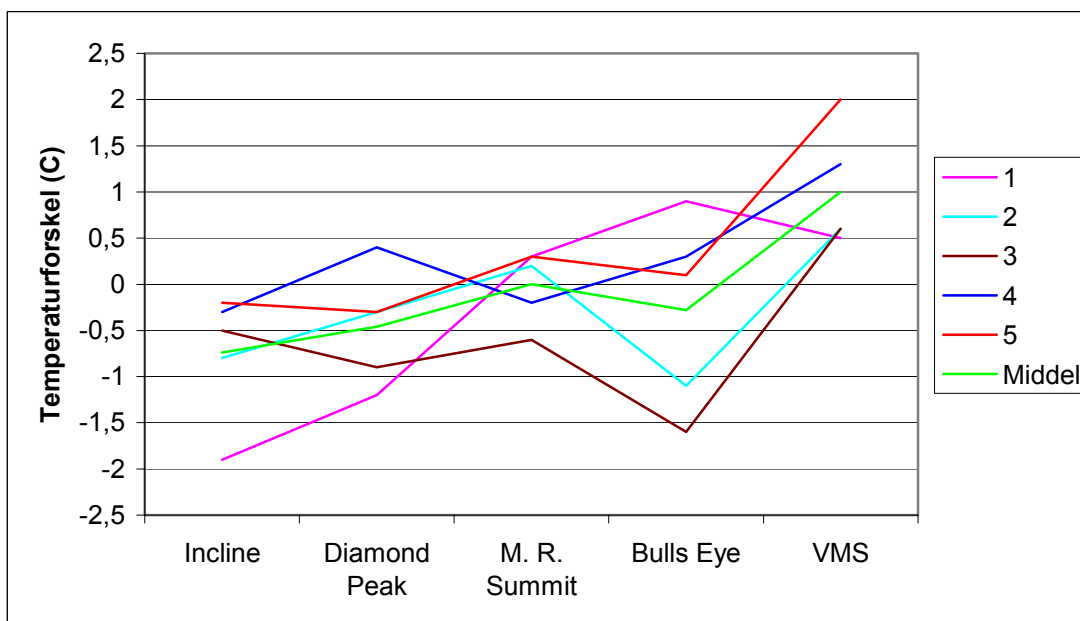
Figur 3. Forskellen mellem minimumsværdien af isbilens vejbanetemperatur og glatførestationernes minimumsværdi for vejbanetemperaturen på omtrent det tidspunkt, hvor isbilen passerede glatførestationerne 1.3., 14.3., 5.-6.4. og 8.-9.4. 2002. "V" angiver, at isbilen kører mod vest, mens "Ø" angiver, at den kører mod øst.

Hvis vi forudsætter, at glatførestationernes målinger af vejbanetemperaturen er pålidelige, må vi konkludere, at isbilens målinger ikke er kalibreret, så de svarer til glatførestationernes målinger på Fyn. Endvidere er der helt klart en variation i forskellen mellem de to målinger, som formodentlig især afspejler ændringer i vejbanens emissivitet, selvom også andre faktorer kan spille ind.

For denne strækning kan vi derfor ikke med sikkerhed sige, hvad det egentlig er, vi ser i de termiske målinger, vi har fra isbilen. Vi må kalkulere med, at isbilens målinger afviger med 2-4°C fra de minimumvejbanetemperaturer, der måles af glatførestationerne. Hertil kommer en spredning på i hvert fald ca. 1°C for hver station.

Til sammenligning med dette resultat har vi i litteraturen fundet samhørende data fra målinger med en amerikansk isbil og glatførestationer i [3]. De amerikanske isbilmålinger stammer fra termisk kortlægning under 5 kørsler på en strækning i Nevada i 1994. Disse sammenlignes i [3] med målinger fra 5 glatførestationer langs ruten. Analogt til figur 3 har vi i figur 4 plottet den amerikanske isbils måling af vejbanetemperaturen minus glatførestatio-

nens måling for de 5 kørsler (1-5) og deres middelværdi for de 5 stationer (Incline, Diamond Peak, M. R. Summit, Bulls Eye og VMS).



Figur 4. Forskellen mellem en amerikansk isbils målinger af vejbanetemperaturen og glatførestationernes målinger i Nevada i 1994 for fem kørsler, 1 – 5, samt deres middelværdi. Kilde til data: Shao et. al (1997) [3].

Idet vi igen tager forbehold for, hvad det er muligt at konkludere ud fra så begrænset et datasæt, så viser figuren, at der er en spredning i temperaturforskellen for den enkelte station på mellem 1 og 2°C, og at der ikke er en konstant bias mellem den amerikanske isbils og glatførestationernes målinger. Der er dermed klare lighedspunkter mellem figur 3 og 4, hvilket indikerer, at de data, vi har fra isbilen og glatførestationerne for strækningen Ringsted – Erritsø i vinteren 2002, ikke er atypiske for målinger af vejbanetemperaturen. Figur 3 må derfor forklares ud fra konkrete forhold langs strækningen, eksempelvis forskelle i vejbanebelægningen.

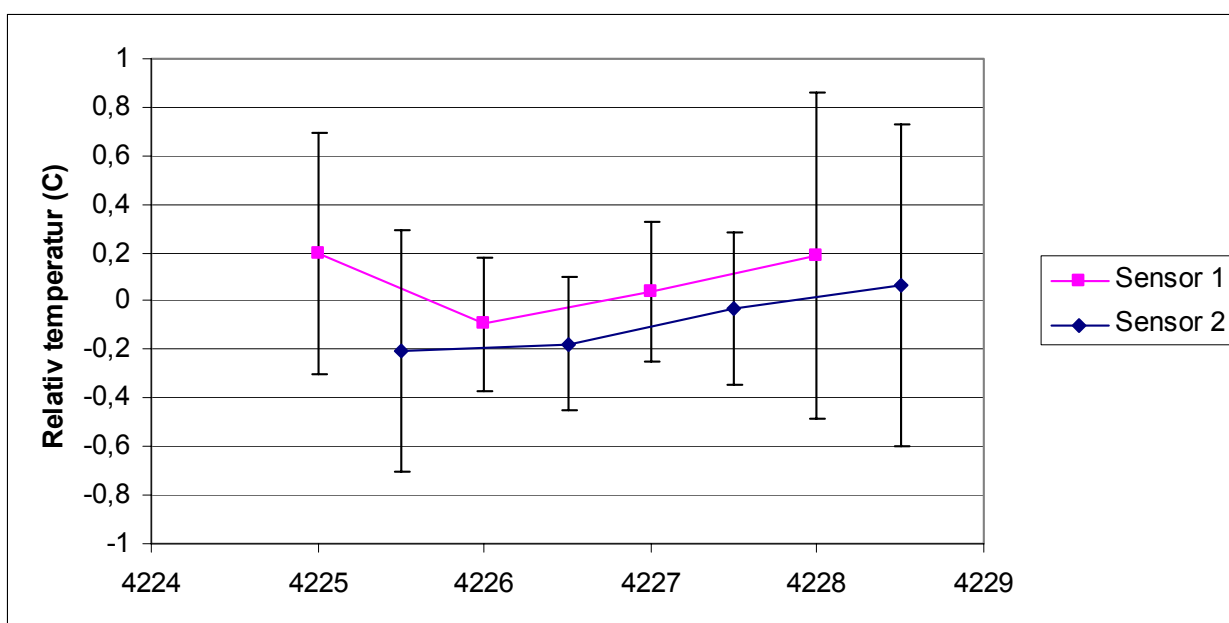
Vi ved, at der er benyttet forskellige typer vejbelægning langs strækningen, og man kan ved at studere fotografier i VIS af strækningen [2] også tydeligt se ændringer i vejbanebelægningens farve langs strækningen. Farven skifter således omkring afkørslen til Langeskov og ved afkørslen til Aarup. Ved det sidste sted er der ifølge appendiks B en overgang fra asfalt beton med skærver til asfalt beton med stål.

Glatførestationerne 4226 Over Holluf og 4227 Odense S ligger mellem disse to positioner, mens 4228 Kauslunde ligger vest for Aarup. Derfor er det nærliggende at se variationen som en følge af forskelle i vejbanebelægningen og dermed vejbanens emissivitet.

Eftersom figur 3 kun er baseret på 4 kørsler, har vi også studeret, hvilke af de 4 glatførestationer, der er relativt varme og kolde. Vi har derfor taget alle vejbanetemperaturmålinger fra de 4 glatførestationer i perioden december 2001 til og med marts 2002 mellem kl. 18 og 6 UTC. For hvert observationstidspunkt har vi fundet differensen mellem den enkelte stations måling og middelværdien for alle de stationer, der målte på det tidspunkt, og til sidst har vi

over hele perioden og alle observationstidspunkter fundet middelværdien og spredningen for hver station og sensor.

Resultatet er vist i figur 5. Da sensorerne er placeret ens for alle stationer, er resultatet for hver sensor (hhv. sensor 1 og sensor 2) vist lidt forskudt i forhold til hinanden. Det ses, at middelværdier for hver sensor har en variation inden for ca. $0,3^{\circ}\text{C}$, og at der trods en vis spredning kan ses en systematik. Nøjes vi med at betragte den køligste sensor (sensor 2 i den venstre/hurtige vejbane), er 4225 Hjulby og 4226 Over Holluf køligst, mens 4228 Kauslunde er den relativt varmeste. Systematikken minder om den i figur 3, men variationen er af en helt anden størrelsesorden, og det samme gælder spredningen. Dette støtter formodningen om, at figur 3 indikerer, at isbilens målinger ved de fire lokaliteter primært afspejler forskelle i vejbanens emissivitet.



Figur 5. Den gennemsnitlige relative temperatur mellem 18 UTC og 6 UTC i perioden december 2001 til marts 2002 for glatførestationer 4225 Hjulby, 4226 Over Holluf, 4227 Odense S og 4228 Kauslunde på Fyn.

Antages det, at vejbanetemperaturen, der er målt ved 4225 Hjulby, 4226 Over Holluf, 4227 Odense S og 4228 Kauslunde, er identisk med den, som isbilen samtidig måler, når der korrigeres for vejbanens emissivitet, fås ved de nævnte glatførestationer disse vejbane-emissiviteter ϵ :

- $\epsilon(4225) = 0.972$
- $\epsilon(4226) = 0.946$
- $\epsilon(4227) = 0.949$
- $\epsilon(4228) = 0.964$

Emissiviteterne er beregnet som et gennemsnit for frem- og tilbagekørslerne 1.3., 14.3., 5.-6.4. og 8.-9.4. under antagelse af en konstant kalibreringsemisivitet på 1. Ved beregningen er benyttet:

$$R = \sigma T_i^4 \quad (1)$$

hvor T_i i Kelvin er den vejbaneoverfladetemperatur, som isbilen måler, hvis det antages, at vejbanens emissivitet $\varepsilon = 1$. I (1) er $\sigma = 5.67051 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ Stefan-Boltzmanns konstant. Hvis vejbanen har $\varepsilon < 1$, er vejbaneoverfladetemperaturen derimod T , hvor

$$R = \varepsilon \sigma T^4 \quad (2)$$

Fra (1) og (2) fås

$$T_i = \varepsilon^{1/4} \cdot T \quad (3)$$

Ved beregningen af ovenstående emissiviteter antages som nævnt, at $T = T_g$, hvor T_g er den vejbanetemperatur, som glatførestationerne måler.

Ved en vejbanetemperatur målt af en glatførestation til $273.16 \text{ K} = 0.0^\circ\text{C}$ giver de beregnede emissiviteter følgende isbiltemperaturer, T_i , når der ikke er korrigeret for emissiviteten:

- $T_i(4225) = 271.22 \text{ K} = -1.9^\circ\text{C}$
- $T_i(4226) = 269.40 \text{ K} = -3.8^\circ\text{C}$
- $T_i(4227) = 269.61 \text{ K} = -3.6^\circ\text{C}$
- $T_i(4228) = 270.67 \text{ K} = -2.5^\circ\text{C}$

Denne overslagsberegning antyder, at variationer i vejbane-emissiviteten kan give et betydeligt bidrag, her op til knap 2°C , til variationen i isbilens målinger af vejbanetemperaturen.

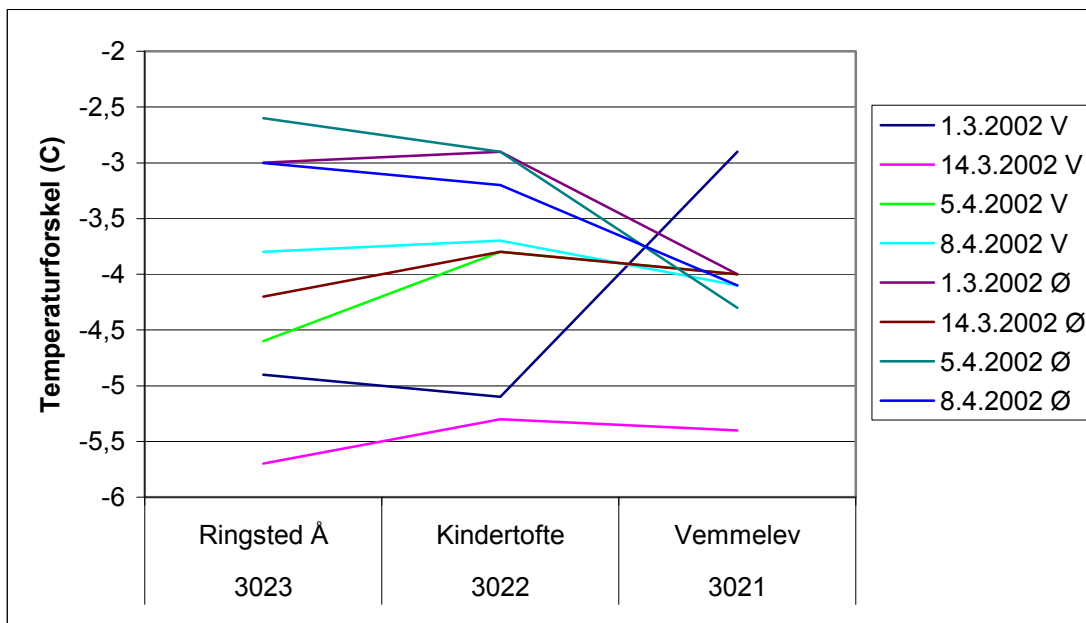
Det er derfor vigtigt at kende variationerne i vejbane-emissiviteten langs strækningen for at kunne fortolke isbilens temperaturmålinger. Uden dette kendskab bliver tolkningen forbundet med en stor usikkerhed.

5.4 Sammenligning af isbilmålinger med glatføremålinger på Sjælland

En sammenligning af glatførestationernes målinger af vejbanetemperaturen og isbilens indirekte målinger analog til den i figur 3 er vist i figur 6 for de tre glatførestationer på Sjælland. Her er ikke lige så stor variation i temperaturforskellen for den enkelte kørsel, bortset fra en enkelt kørsel (1.3.2002 mod vest), som giver anledning til at understrege, at der er en betydelig usikkerhed forbundet med så lille et materiale.

Selvom der ikke er så meget variation i den enkelte kørsel mod vest eller øst, er der en betydelig forskel fra kørsel til kørsel. Det ses også, at isbilens målinger fra isbilens start ved Ringsted ikke har været kalibreret, så de passer med nogen af de tre glatførestationernes målinger (og af figur 3 ses det, at de heller ikke er kalibreret til at passe med målingerne fra de fire stationer på Fyn). Isbilens målinger er $2.5\text{-}5.5^\circ\text{C}$ køligere end glatførestationernes.

Hvad angår ændringer i vejbane-emissiviteten på denne strækning, fremgår det af de rådata for en isbilkørsel 14.3., der er gengivet i figur 1 øverst, at der såvel omkring 27 km som omkring 34 km inde på strækningen forekommer abrupte spring i størrelsesordenen 1°C i målingerne. Den slags spring vil typisk forekomme, hvor der er en overgang fra en vejbelægningstype til en anden.



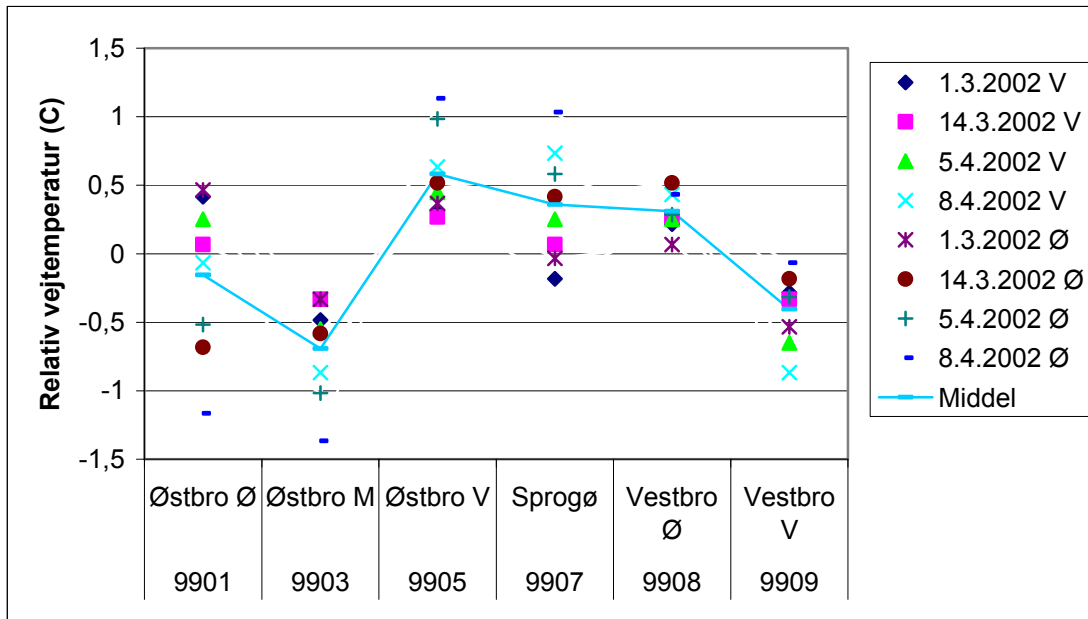
Figur 6. Forskellen mellem minimumsværdien af isbilens vejbanetemperatur og glatførestationernes minimumsværdi for vejbanetemperaturen på omtrent det tidspunkt, hvor isbilen passerede glatførestationerne 1.3., 14.3, 5.-6.4. og 8.-9.4. 2002. "V" angiver, at isbilen kører mod vest, mens "Ø" angiver, at den kører mod øst.

5.5 Termisk "fingeraftryk" for Halsskov - Knudshoved

Da vi ikke kender den eksakte position (kilometrering) af glatførestationerne på strækningen over Storebælt, Halsskov – Knudshoved, kan vi ikke foretage en sammenligning mellem glatførestationernes målinger af vejbanetemperaturen og isbilens målinger. Derimod kan glatførestationernes målinger benyttes til at lave en slags termisk "fingeraftryk" for strækningen. Til det formål har vi fundet vejbanetemperaturen for glatførestationerne omkring det tidspunkt, hvor isbilen passerede Storebælt 1.3., 14.3, 5.-6.4. og 8.-9.4. 2002. På Østbroen måles vejbanetemperaturen på begge sider af broen, og her har vi benyttet den koldeste af de to målte temperaturer. Fra de observerede temperaturer er derefter trukket middelværdien af minimumvejbanetemperaturene målt ved alle glatførestationerne på strækningen Halsskov - Knudshoved på det pågældende tidspunkt, så vi alene betragter temperaturforskelle relativt til middelværdien. Disse temperaturforskelle er vist i figur 7, hvor der også er fundet en middelværdi for hver station over alle 4 gange 2 kørselstidspunkter. Dette "middel-fingeraftryk" er vist som en kurve for at fremhæve variationen fra station til station.

Det ses, at i middel er der relativt køligt på den østlige del af Østbroen med et minimum midt på Østbro (Østbro M), hvorefter temperaturen stiger til et maksimum på den vestlige del af Østbroen (Østbro V). Herefter falder temperaturen lidt på Sprogø og på den østlige del af vestbroen, mens disse tre lokaliteter stadig er på den relativt varme del af strækningen, for den vestlige del af vestbroen er relativt kølig. Dette mønster genkendes for næsten alle tidspunkter, skønt der er en vis variation i, hvor relativt kolde eller varme de enkelte stationer er.

I middel er forskellen mellem den varmeste og koldeste glatførestation på lidt over 1°C, mens forskellen på enkelte dage (5. og 8. april) kan være på mere end 2°C.



Figur 7. Den relative minimumvejbanetemperatur målt af glatførestationerne på omtrent de tidspunkter, hvor isbilen kørte over Storebælt 1.3., 14.3., 5.-6.4. og 8.-9.2002. "V" angiver, at isbilen kører mod vest, og "Ø" at den kører mod øst.

6. Flere isbilkørsler på samme strækning på samme dag

Bortset fra den første isbilkørsel d. 19.2.2002 blev strækningen Ringsted-Halsskov og retur gennemkørt to gange under hver kørsel, idet der efter tilbagelægningen af strækningen Ringsted-Erritsø-Ringsted blev kørt en ekstra tur til Halsskov og retur. Formålet med genkørslerne har været at opnå datamateriale målt under stort set identiske forhold til at vurdere, hvor robust den termiske kortlægning er over for afkølingen af vejbanen i løbet af aftenen, lokale forstyrrelser, ændringer i trafiktætheden og andre effekter.

Særligt interessant er det at sammenligne de to kørsler fra Halsskov til Ringsted, da de tidsmæssigt er foretaget tæt på hinanden, nemlig mellem 79 og 138 minutter. Minimumværdierne for disse kørsler er vist i appendiks C, side 29-31.

Vi har regnet på differensen mellem de to serier af filtrerede vejtemperaturer på strækningen Halsskov-Ringsted 1.3., 14.3., 5.-6.4. og 8.-9.4. Forskellen mellem de filtrerede vejbanetemperaturer i højre og venstre bane (altså mellem den ”hurtige” og den ”langsomme” vejbane) giver en middelværdi svingende fra 0.3°C til 1.6°C med en middel på 0.8°C. RMSE varierer fra 0.4°C til 1.7°C med en middel på 0.9°C. Den maksimale afvigelse er på mellem 1.3°C og 3.5°C med 2.6°C som middel. Højre og venstre vejbanetemperatur afviger altså i middel omkring 1°C med en RMSE på omkring 1°C.

Som forventet er der på strækningen en tendens til, at venstre vejbane er køligere end den højre, men det forholder sig ikke sådan langs hele strækningen (se f.eks. figur 1). Der er dog tegn på en systematik i, hvilke strækninger den ene bane er køligere end den anden, men det er formentlig først og fremmest trafiktætheden, der afgør forskellen mellem de to vejbaners temperatur. Om forskellene også kan forklares ud fra målemetoden er uklart, og der kan muligvis også være forskelle i vejbanebelægningen og dermed i emissiviteten mellem de to baner. Det ser i hvert fald sådan ud, bedømt ud fra fotos af strækningen i VIS [2].

Som det ses af ovennævnte tal, kan der være et betragteligt gab mellem isbilens målinger i de to vejbaner - op til 3.5°C med 2.6°C som middel som nævnt før – men for denne analyse er det især minimumvejbanetemperaturen på en position, der har interesse. Det er derfor denne, vi herefter vil koncentrere os om.

Forskellen mellem de filtrerede minimumtemperaturer fra den første til den anden kørsel på strækningen Halsskov-Ringsted ligger i middel mellem 0.8°C og 1.7°C, med en middel på 1.3°C. RMSE ligger mellem 0.9°C og 1.7°C med middel 1.4°C, mens den maksimale afvigelse ligger mellem 2.1°C og 3.8°C, med middel på 3.0°C. Vi må altså regne med, at der er 1-2°C differens mellem to sådanne målinger. En differens, der primært skyldes, at vejbanen har været under strålingsafkøling i tidsrummet mellem de to kørsler.

7. Isbildata

7.1 Strækningen Ringsted – Halsskov

Denne strækning blev i vinteren 2002 gennemført 11 gange, fordelt på 6 forskellige aften-nat perioder. Strækningen blev tilbagelagt to gange samme aften-nat med 2 til 3 timers mellemrum. Den 19. februar blev der dog kun foretaget en gennemkørsel.

Vejret under kørslerne var letskyet til skyfrit. Tabel 7 viser en vejrklassificering for de 6 aften-nat perioder anført i Tabel 1-6. Det fremgår af Tabel 7, at ingen af kørslerne blev foretaget under identiske vejrforhold, idet både vindhastighed og vindretning varierede. Vinden var svag (under 3 m/s) den 5.-6. og 8. april, men let til frisk i de øvrige perioder. Den 19. februar skiller sig ud, ved at der under passage af en bagudbøjet front mellem kl. 11 og 12 falder en del sne/slud (op til 11 mm på 12 timer). Det er derfor sandsynligt, at vejbanerne er fugtige under isbilkørslen sent på eftermiddagen. Dette er formentlig en væsentlig årsag til, at isbilens strålingsbaserede måling af vejbanetemperaturen for den pågældende kørsel har et atypisk forløb med relativt små udsving. Den 19. februar medtages derfor ikke i den videre analyse af isbilmålingerne.

Variationen langs vejstrækningen af den filtrerede og rumligt løbende midlede minimum-vejbanetemperatur T_i , er vist i appendiks C, side 29-31. Figurerne viser et mønster med relativt store variationer, først og fremmest fra kørselsperiode til kørselsperiode og i noget mindre grad mellem genkørsler inden for samme periode. Der kan være mange kilder til variationerne, herunder fluktuationer i trafiktheden. Periode til periode variationerne skyldes sandsynligvis primært ændringer i vejrforholdene, især i vindhastighed og vindretning. Dette gælder formodentlig også for genkørslerne, men her spiller fluktuationer i trafiktheden også ind. Desuden har isbilkørslerne overvejende fundet sted, mens vejbanen var under strålingsafkøling (se figur 2), hvilket betyder at variationer i afkølingshastigheden langs vejstrækningen kan have bidraget til variabiliteten mellem genkørslerne.

Det faste mønster, i den forstand at det er til stede under alle kørslerne, er: En positiv T_i -anomali omkring Slagelse (fra ca. 27 til 35 km) og en mere variabel negativ anomali vest for Ringsted (fra ca. 1 til 15 km). På strækningen fra Slagelse til Storebæltsbroen (ca. 35 til 47 km) og i et område øst for Slagelse (ca. 15 til 27 km) er der betydelig variabilitet i T_i både fra periode til periode og mellem genkørsler. Dette ses f.eks. ved at sammenligne kørslerne fra den 1. og 14. marts (se appendiks C, side 30).

Der er indikation af at vindretningen ved moderat til kraftig vind på strækningen fra Slagelse til Storebælt bestemmer fortegnet på anomalien. Ved et langt opstrøms fetch over Storebælt (dvs. vindretning næsten på langs af Bæltet) er anomalien positiv, mens den ved et langt opstrøms fetch over land er negativ. Datamaterialet er imidlertid for spinkelt til, at sammenhængen kan fastslås med sikkerhed. Datamaterialet indikerer også, at T_i -anomalien er størst ved svag vind (se appendiks C, side 31), hvilket også er plausibelt ud fra en fysisk betragtning, idet turbulent opblanding i luften og turbulente transporter mellem luft og overflade er minimale under disse forhold.

7.2 Halsskov - Ringsted

Denne strækning blev gennemkørt 9 gange, heraf var 4 genkørsler, hhv. den 1. og 14. marts og den 5.-6. og 8.-9. april. Der var lidt kortere tid (79-138 minutter) mellem genkørslerne end på strækningen Ringsted-Halsskov. Mønsteret i temperaturmålingen T_i af venstre vejbane (relativt til retningen fra øst mod vest) ligner mønsteret i den tilsvarende måling i højre vejbane (strækningen Ringsted-Halsskov), selv om der er betydelige forskelle, som dels skyldes tidsforskellen mellem målingerne, forskelle i trafiktæthed og fysiske forskelle mellem højre og venstre vejbane.

7.3 Strækningen Halsskov – Knudshoved - Halsskov

På strækningen blev der foretaget 6 kørsler, hvoraf 4 af kørslerne bestod af frem- (Halsskov-Knudshoved) og tilbagekørsler (Knudshoved-Halsskov) (se tabel 1-6). På storebæltstrækningen er der et klart mønster i T_i -anomalien. Anomalien har et minimum (negativt) på Østbroen (fra ca. 4 til ca. 9 km), et maksimum (positivt) på Sprogø (fra ca. 9 til ca. 12 km) og et sekundært minimum (for det meste negativt) på Vestbroen (fra ca. 12 til ca. 18 km). På til- og frakørselsstrækningen på sjællands- og fynssiden (hhv. fra ca. 0 til ca. 4 km og fra ca. 18 til ca. 22 km) er anomalien betydeligt mere variabel. På sjællandssiden er anomalien ved vind fra en vestlig retning (og i mindre grad ved svag vind) positiv og ved vind fra en østlig retning negativ (sidstnævnte observation bygger dog kun på et eksempel i datamaterialet). På fynssiden er anomalien overvejende positiv, uanset om vinden blæser fra en vestlig eller en østlig retning. Der er en undtagelse fra dette mønster, idet anomalien for kørslerne den 1. marts er negativ ved jævn vind fra nordvest. Dette giver anledning til at understrege, at datamaterialet er for spinkelt til, at de sidstnævnte sammenhænge kan anses for at være statistisk sikre.

I stille vejr (5. og 8. april) amplificeres anomalien ved fremadskridende afkøling af vejbanen. Bortset fra den nævnte amplificering af anomalien i stille (og klart) vejr er ændringer i anomalimønsteret for frem- og tilbagekørsler små sammenlignet med strækningen Ringsted-Halsskov.

Mønsteret fra isbilmålingerne minder i store træk om det termiske ”fingeraftryk” i figur 7. Selvom der benyttes forskellige vejbelægnings på strækningen over Storebælt, betyder disse ændringer i vejbane-emissiviteten altså ikke, at det overordnede mønster ser anderledes ud for isbilmålingerne end for det primitive ”fingeraftryk” i figur 7, der alene er baseret på glatførestationernes målinger. Dette skyldes vel, at ændringerne i vejbanebelægningen på denne strækning alene forekommer i forbindelse med overgangen fra land til bro og bro til land. Ændringerne i vejbanens emissivitet vil derfor formodentlig alene amplificere det mønster, der er i vejbanetemperaturens variation.

7.4 Strækningen Knudshoved-Erritsø-Knudshoved.

På strækningen blev der foretaget 6 kørsler, hvoraf 4 af kørslerne bestod af frem (Knudshoved-Erritsø) og tilbage (Erritsø-Knudshoved) kørsler. Ligesom for strækningen Ringsted-Halsskov er T_i -mønsteret for kørslen den 19. februar atypisk og medtages derfor ikke i diskussionen.

Kørslerne viser et klart mønster i T_i med maksimum-anomalier på strækningerne fra ca. 0 til ca. 16 km og fra ca. 51 til ca. 73 km og minimum-anomalier på strækningerne fra ca. 16 til ca. 51 km og fra ca. 73 til ca. 77 km. Førstnævnte minimum-anomali har en indre struktur med negative toppe til venstre og højre for et lokalt maksimum i anomalien omkring 30 km.

Som for de øvrige strækninger varierer T_i -mønsteret noget fra frem- til tilbagekørslerne. Såvel tidsforskel som måling på hhv. højre og venstre vejbane og variationer i vejrforhold og trafikthed bidrager til variabiliteten.

I modsætning til de øvrige strækninger ses der ingen amplificering af T_i -anomalien i stille vejr (5. og 8. april). Det kan muligvis skyldes, at vejbanetemperaturen har indstillet sig i en quasi-stationær tilstand, eller at der i perioden er en quasi-uniform afkøling af vejbanen langs hele strækningen.

8. Konklusion

Ved analysen af dataene fra isbilkørslerne i vinteren 2002 har vi haft flere informationer til rådighed end under analysen af isbildata fra 1999 i [1]. Det har muliggjort en nøjere analyse, men vi mangler stadig vigtige informationer for med sikkerhed at konkludere, om de termiske målinger kan benyttes som del af en strategi for selektiv saltning for den aktuelle strækning.

Positivt kan vi konkludere, at isbilmålingerne på strækningen Ringsted - Erritsø i vinteren 2002 viser, at under forhold, hvor vejbanen er tør, himlen letskyet til skyfri og vejbanen under strålingsafkøling, er der et relativt konstant mønster i den T_i -anomali, som isbilen måler. Især for strækningen over Storebælt kan vi – som i [1] – relatere mønsteret til delstrækninger over land og bro. Men materialet er for lille til, at vi kan sige noget sikkert om relationen mellem en vejsituation og mønsteret i T_i -anomalien langs strækningen Ringsted – Erritsø som helhed.

Det er vores vurdering, at den største usikkerhed forbundet med tolkningen af isbilmålingerne skyldes det manglende kendskab til variationen i vejbanens emissivitet langs strækningen. De sammenligninger vi har foretaget mellem glatførestationernes og isbilernes nogenlunde simultane målinger viser ikke blot, at isbilens målinger ikke er kalibreret til at passe med glatførestationernes, men at der er en variation i bias mellem de to målinger fra station til station. En sammenligning med data fra amerikanske isbilkørsler [3] understøtter, at dette resultat er reelt nok. Selvom vi må tage forbehold for den store usikkerhed, der er forbundet med sammenligninger baseret på så lille et materiale, indikerer vores undersøgelse, at det er nødvendigt at justere isbilens anomali i forhold til emissiviteten langs strækningen for overhovedet at vide, om og hvordan mønsteret i isbilens målinger er relateret til variationen i den reelle vejbanetemperatur langs strækningen.

Samtidig skal det understreges, at anomaliens variation typisk ligger mellem plus og minus 2°C og i reglen er af en størrelsesorden, der er sammenlignelig med den variation i vejbanetemperaturen såvel som i T_i -anomalien, der kan være mellem vejbanetemperaturer målt i hver sin bane på samme tid og sted. Hvis denne størrelsesorden af variationen i mønsteret langs en strækning skulle vise sig at være reel nok, er det ikke sikkert, at mønsteret i anomalien i praksis kan benyttes til at gennemføre en selektiv saltning af de pågældende strækninger.

Den væsentligste forudsætning for et videre studium er derfor, at emissiviteten langs strækningen under tørre forhold bliver kortlagt. Uden et mere kvantitativt kendskab til vejbanens emissivitet på et givet sted langs strækningen er det ikke muligt at sige noget kvantitativt om, hvilken vejbanetemperatur isbilen måler på det pågældende sted.

Med en kortlægning af emissiviteten som funktion af afstanden i km fra udgangspunktet vil det være muligt at lave en nøje sammenligning mellem glatførestationernes og isbilens målinger. Hertil kræves dog også en positionsangivelse for isbilen langs strækningen, der nøjagtigt kan stadfæste, hvor isbilen befinder. Det kan f.eks. gøres ved hjælp af GPS.

Det vil også være ønskeligt at have en nøjere kortlægning af vejens højdeforskelle, sving m.v., samt topografiske informationer. Det vil i særdeleshed være vigtigt at relatere anoma-

lier i isbilmålingerne til højdeforskelle langs vejstrækningen. En yderligere parameter, der kan være af interesse, er et indeks for, hvor stor en del af himlen er synlig fra vejen. Et sådant indeks angiver altså i hvilken udstrækning, der er fri udstråling fra vejbanen, eller om der er træer, bebyggelse eller andet, der blokerer for udstråling.

For glatførestationernes vedkommende har vi under analysen savnet en, evt. flere ”varme” glatførestationer på f.eks. Fyn. Glatførestationerne placeres almindeligvis på ”kolde” steder, hvorfor det er svært ud fra glatførestationerne at vurdere variabiliteten mellem varme og kolde lokaliteter på en strækning. Figur 5 viser, at der er forholdsvis små forskelle i middelvejbanetemperaturen for en hel vinter for de fire stationer på Fyn, vi har undersøgt. Det ville være interessant at se, hvor stor forskellen ville være, hvis der var en femte station placeret på et sted, der forventes at være relativt varmt.

Endelig ønsker vi en nøjere beskrivelse af de kriterier, der er nødvendige for at gennemføre en selektiv saltning, dvs. hvor stor en temperaturforskel skal der til, før det er relevant at gennemføre en selektiv saltning, og hvor korte eller lange skal delstrækninger være, for at det bliver relevant at begrænse saltningen til disse delstrækninger?

En videre analyse vil med fordel kunne inddrage et samarbejde med udenlandske grupper, f.eks. i Sverige, der har stor erfaring med termisk kortlægning og derfor kan bidrage med indsigt og idéer.

Sammenholdes resultaterne af denne analyse med vor tidligere undersøgelse [1], genkendes dele af mønstrene i T_i -anomalien, i særdeleshed for strækningen over Storebælt, Halskov – Knudshoved. Variabiliteten i vejsituationerne var dog større under de isbilkørsler, der blev foretaget i vinteren 1999, og isbilmålingerne bestod kun af en temperaturmåling for vejbanetemperaturen, og altså ikke som i isbilmålingerne fra 2002 af en måling for begge vejbaner. Trods disse forskelle kan en eventuel videre analyse inddrage data fra disse kørsler for at udvide det spinkle datamateriale, der er til rådighed.

9. Referenceliste

[1] N. K. Petersen og N. W. Nielsen: *Isbilmålinger i perioden januar – marts 1999*. Teknisk rapport 00-06. Danmarks Meteorologiske Institut, juli 2000.

[2] <http://dev2000.vd.dk/vis/vejbildsm.htm>

[3] J. Shao, J. C. Swanson, R. Patterson, P. J. Lister & A. N. McDonald: Variation of winter road surface temperature due to topography and application of Thermal Mapping. *Meteorological Applications* 4, 131-137, 1997.

Appendiks A. Vejrklassifikation

H. Voldborgs vejrklassifikation indeholder information om vejr, vindhastighed og vindretning for vejr-situationer, hvor der ikke falder nedbør, og hvor der ikke sker hurtige ændringer i vejrforholdene.

Klassifikationen består af et trecifret indeks, hvor det første ciffer indeholder information om vejr og skydække, det andet om vindhastigheden og det tredje om vindretningen. Skydækket refererer her til lave og mellemhøje skyer. De tre cifre kan antage værdier som specificeret i tabellerne 1-3.

For eksempel betyder vejrklassifikationen 322 "kortvarigt overskyet med lave eller mellemhøje skyer, 4-7 m/s fra retninger mellem nordøst og sydøst".

Tabel 12: Vejr

Klasse	Beskrivelse
1	Klart eller næsten klart i mindst 6 timer
2	Variabelt skydække
3	Kortvarigt overskyet (højest 12 timer efter klart vejr)
4	Langvarigt overskyet (mere end 12 timer efter klart vejr)

Tabel 13: Vindhastighed

Klasse	Vindhastighed i m/s
1	0 – 3
2	4 – 7
3	8 -

Tabel 14: Vindretning

Klasse	Vindretning i grader
0	"Vindstille" (< 3 m/s)
1	45 - 135 (nordøst til sydøst)
2	136 - 225 (sydøst til sydvest)
3	226 - 315 (sydvest til nordvest)
4	316 – 345 (nordvest til nordøst)

Appendiks B. Vejbanebelægning

Nr-D-S	Fra kmt	Til kmt	NuSlid	Vægt	Betegnelse
20-0-H	51-0250	60-0639	80AB	80 kg/m ²	Asfalt beton
20-0-H	60-0639	61-0100	90ABS	90 kg/m ²	Asfalt beton med skærver
20-0-H	61-0100	87-0010	90ABS	90 kg/m ²	Asfalt beton med skærver
20-0-H	87-0010	87-0700	80AB	80 kg/m ²	Asfalt beton
20-0-H	87-0700	93-0600	40TB	40 kg/m ²	Tyndlags bæægning
20-0-H	93-0600	97-0900	60AB	*	Asfalt beton
20-0-H	97-0900	100-0400	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-H	100-0400	103-0900	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-H	103-0900	107-0248	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-V	51-0250	60-0639	80AB	*	Asfalt beton
20-0-V	60-0639	74-0600	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-V	74-0600	87-0010	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-V	87-0010	93-0550	45PAS T	*	Pulver asfalt med stål
20-0-V	93-0550	97-0900	60AB	*	Asfalt beton
20-0-V	97-0900	100-0400	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-V	100-0400	103-0900	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
20-0-V	103-0900	107-0248	90ABS	*	Asfalt beton med skærver

Tabel B1. Belægningstyper for M20. Kilde: Vejdirektoratet.

Nr-D-S	Fra km	Til km	NuSlid	Vægt	Betegnelse
40-0-H	130-0425	135-0710	30AB	*	Asfalt beton
40-0-H	135-0710	148-0252	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-H	148-0252	172-0950	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-H	172-0950	182-0240	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-H	182-0240	194-0936	70ABS T	*	Asfalt beton med stål
40-0-H	194-0936	205-0276	80ABS T	*	Asfalt beton med stål
40-0-H	206-0993	211-0648	80AB	*	Asfalt beton
40-0-V	130-0425	135-0709	80AB	*	Asfalt beton
40-0-V	135-0709	148-0219	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-V	148-0219	172-0680	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-V	172-0680	182-0214	90ABS	*	Asfalt beton med skærver
40-0-V	182-0214	191-0300	80ABS T	*	Asfalt beton med stål
40-0-V	191-0300	194-0940	80ABS T	*	Asfalt beton med stål
40-0-V	194-0940	205-0276	80ABS T	*	Asfalt beton med stål
40-0-V	206-0993	211-0648	35TB	*	Tyndlags belægning

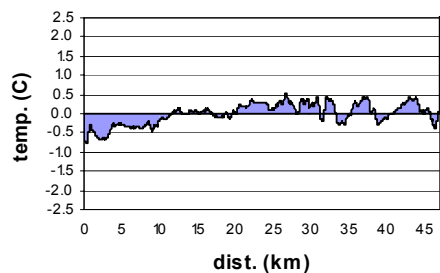
Tabel B2. Belægningstyper for M40. Kilde: Vejdirektoratet.

Appendiks C. Isbilmålinger

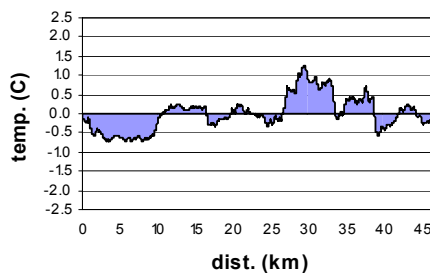
På de følgende sider vises plots af isbilens T_i -anomali for samtlige isbilkørsler i vinteren 2002. Data er filtreret og løbende midlet som beskrevet i afsnit 4.1, og det er kun den målte minimumtemperatur, der vises. Temperaturen er afbildet relativt til middeltemperaturen på den pågældende strækning for at synliggøre mønstre i anomaliens variation. Y-aksen er valgt, så målingerne er direkte sammenlignelige, og figurerne er arrangeret, så det er muligt at sammenligne forskellige kørsler for samme strækning på forskellige tidspunkter.

I alle figurer er øst i venstre side og vest i højre. Dvs. at uanset om en isbilkørsel er startet i Ringsted eller Halsskov, er Ringsted altid til venstre og Halsskov til højre. Tilsvarende for de andre to strækninger.

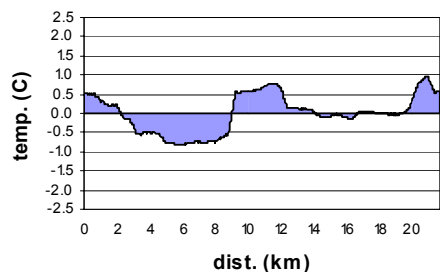
Ringsted-Halsskov.
19. februar 2002 kl. 17:54 til kl. 18:21.



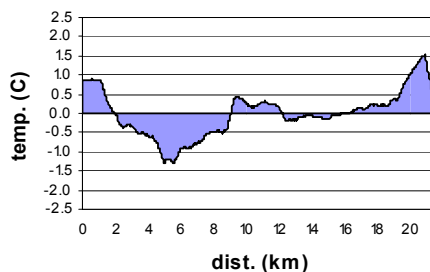
Ringsted-Halsskov.
20. marts 2002 kl. 18:38 til kl. 19:05.



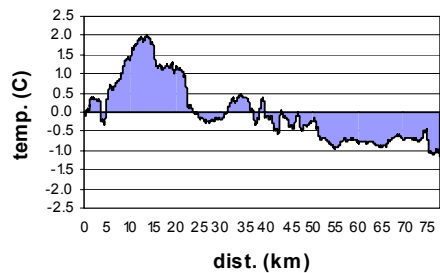
Halsskov-Knudshoved.
19. februar 2002 kl. 18:21 til kl. 18:37.



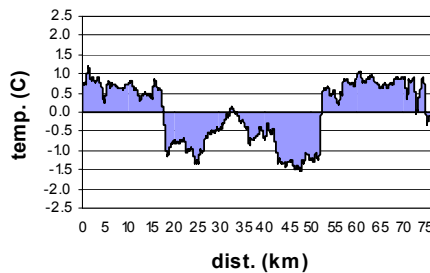
Halsskov-Knudshoved.
20. marts 2002 kl. 19:05 til kl. 19:19.



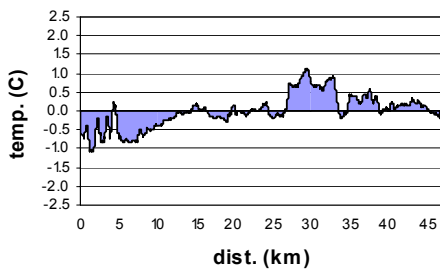
Knudshoved-Erritsø.
19. februar 2002 kl. 18:37 til kl. 19:29.



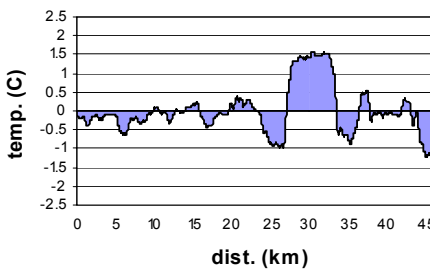
Knudshoved-Erritsø.
20. marts 2002 kl. 19:19 til kl. 20:00.



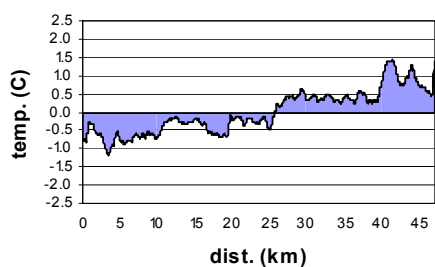
Ringsted-Halsskov.
20. marts 2002 kl. 21:52 til kl. 22:18.



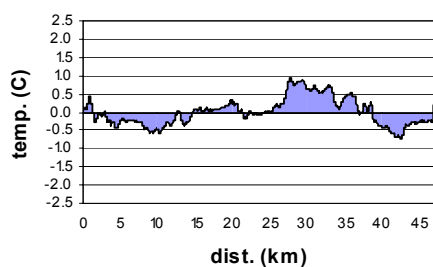
Halsskov-Ringsted.
20. marts 2002 kl. 22:27 til kl. 22:53.



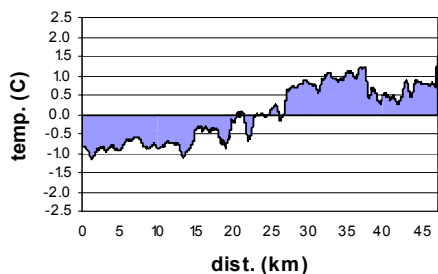
Ringsted-Halsskov.
1. marts 2002 kl.18:09 til kl. 18:36.



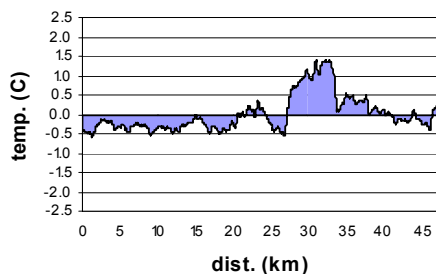
Ringsted-Halsskov.
14. marts 2002 kl.18:25 til kl. 18:51.



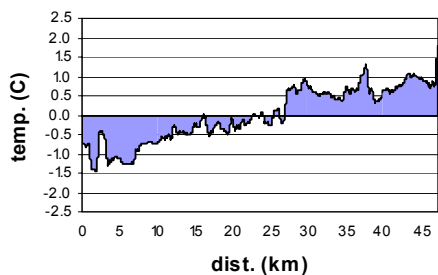
Halsskov-Ringsted.
1. marts 2002 kl. 20:52 til kl. 21:18.



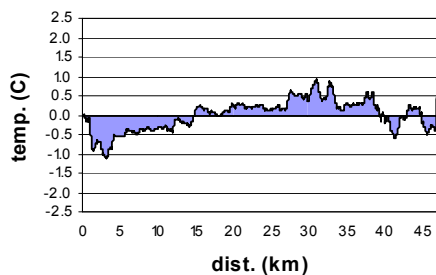
Halsskov-Ringsted.
14. marts 2002 kl. 21:13 til kl. 21:41.



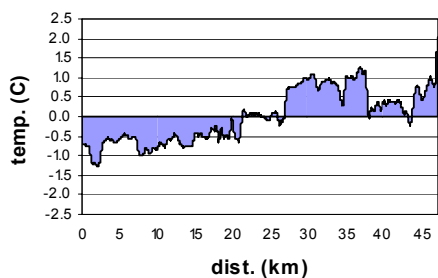
Ringsted-Halsskov.
1. marts 2002 kl. 21:35 til kl. 22:11.



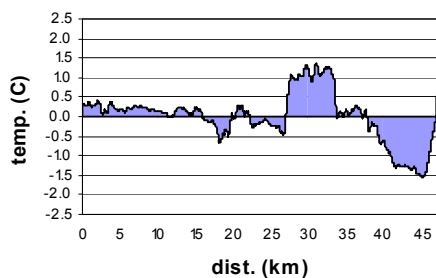
Ringsted-Halsskov.
14. marts 2002 kl. 21:54 til kl. 22:21.



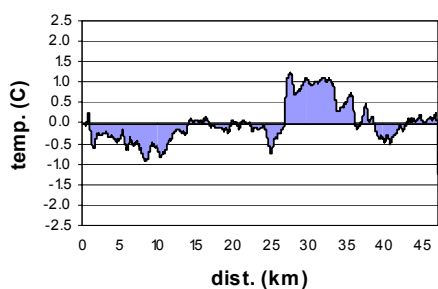
Halsskov-Ringsted.
1. marts 2002 kl. 22:11 til kl. 22:37.



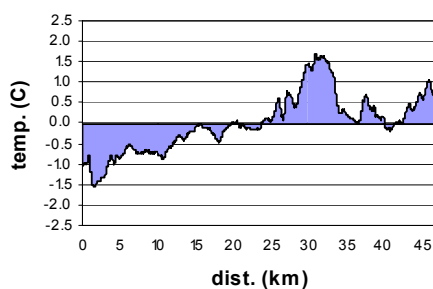
Halsskov-Ringsted.
14. marts 2002 kl. 22:59 til kl. 23:26.



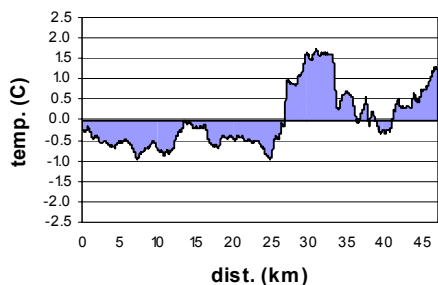
Ringsted-Halsskov.
5. april 2002 kl. 20:01 til kl. 20:28.



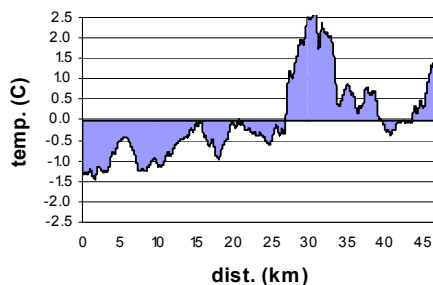
Ringsted-Halsskov.
8. april 2002 kl. 20:01 til kl. 20:27.



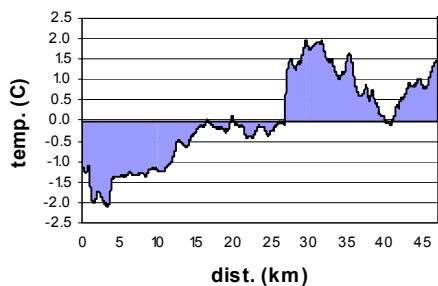
Halsskov-Ringsted.
5. april 2002 kl. 22:40 til kl. 23:06.



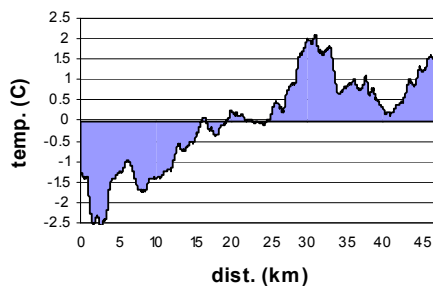
Halsskov-Ringsted.
8. april 2002 kl. 23:26 til kl. 23:52.



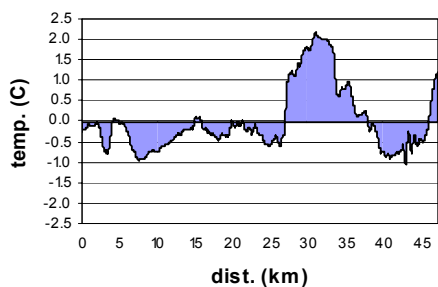
Ringsted-Halsskov.
6. april 2002 kl. 00:24 til kl. 00:50.



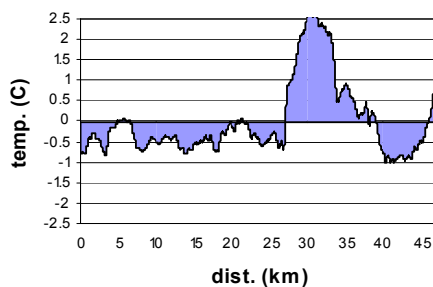
Ringsted-Halsskov.
8. april 2002 kl. 23:26 til kl. 23:52.



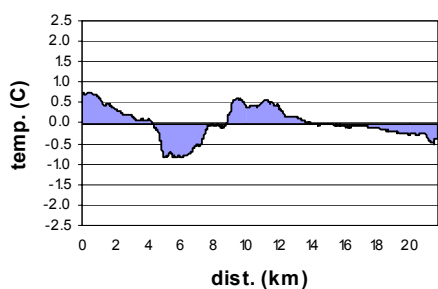
Halsskov-Ringsted.
6. april 2002 kl. 00:58 til kl. 01:24.



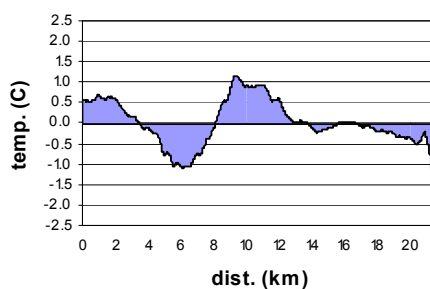
Halsskov-Ringsted.
9. april 2002 kl. 01:42 til kl. 02:09.



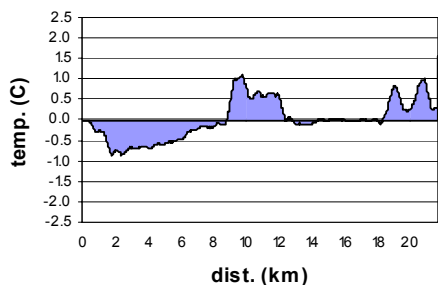
Halsskov-Knudshoved.
1. marts 2002 kl. 18:36 til kl. 18:50.



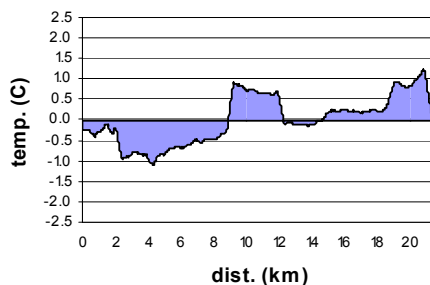
Knudshoved-Halsskov.
1. marts 2002 kl. 20:40 til kl. 20:52.



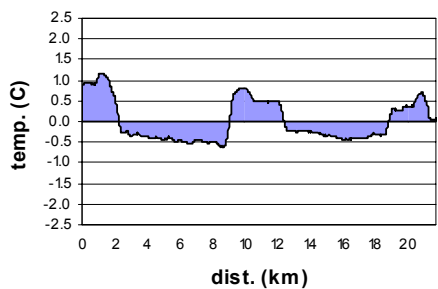
Halsskov-Knudshoved.
14. marts 2002 kl. 18:51 til kl. 19:04.



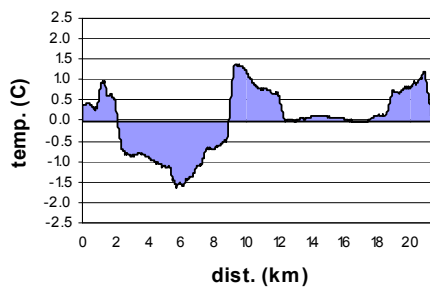
Knudshoved-Halsskov.
14. marts 2002 kl. 20:58 til kl. 21:13.



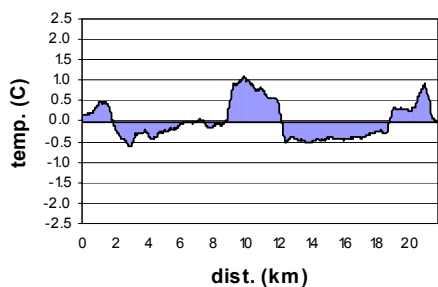
Halsskov-Knudshoved.
5. april 2002 kl. 20:28 til kl. 20:41.



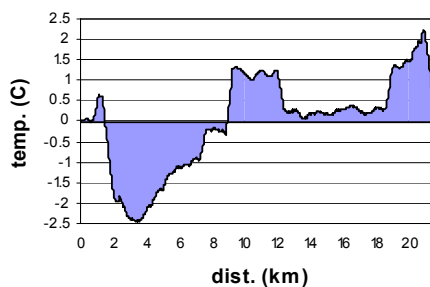
Knudshoved-Halsskov.
5. april 2002 kl. 22:28 til kl. 22:40.



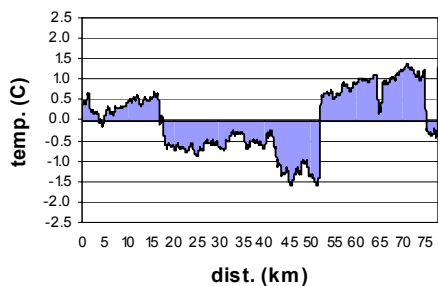
Halsskov-Knudshoved.
8. april 2002 kl. 20:27 til kl. 20:40.



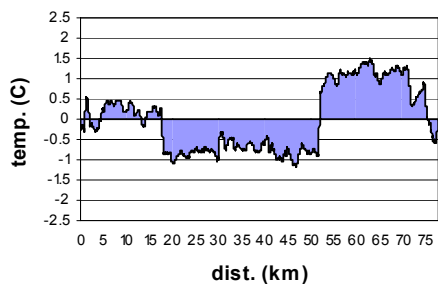
Knudshoved-Halsskov.
8. april 2002 kl. 22:27 til kl. 23:26.



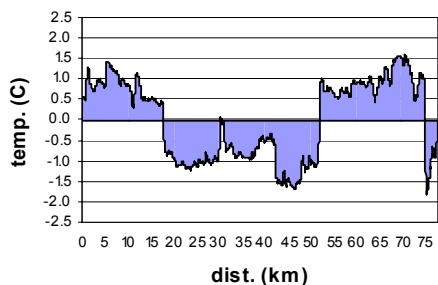
Knudshoved-Erritsø.
1. marts 2002 kl. 18:50 til kl. 19:34.



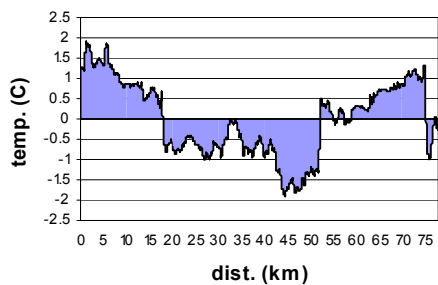
Erritsø-Knudshoved.
1. marts 2002 kl. 19:56 til kl. 20:40.



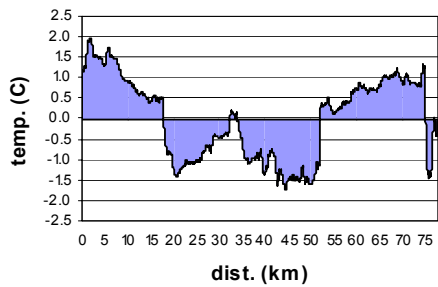
Knudshoved-Erritsø.
14. marts 2002 kl. 19:04 til kl. 19:49.



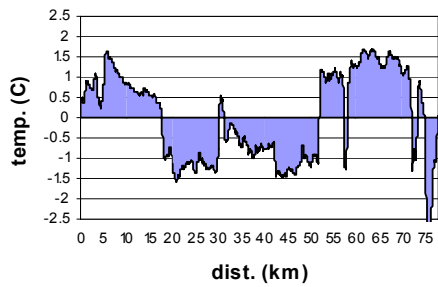
Erritsø-Knudshoved.
14. marts 2002 kl. 20:16 til kl. 20:58.



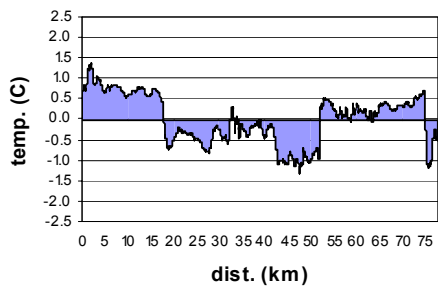
Knudshoved-Erritsø.
5. april 2002 kl. 20:41 til kl. 21:24.



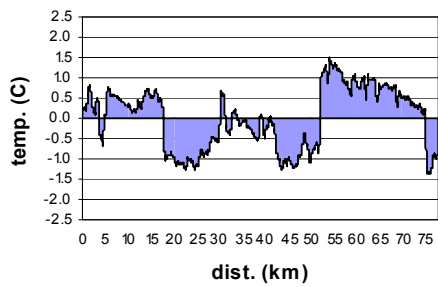
Erritsø-Knudshoved.
5. april 2002 kl. 21:45 til kl. 22:28.



Knudshoved-Erritsø.
8. april 2002 kl. 20:40 til kl. 21:24.



Erritsø-Knudshoved.
8. april 2002 kl. 21:45 til kl. 22:27.



Filnavn: strækningsvej2004.doc
Bibliotek: I:\Home\COMMON\NKP
Skabelon: C:\Programmer\Microsoft Office\dmiskabeloner\skabeloner\DMIRAPPORT.DOT
Titel: Rapport
Emne:
Forfatter: nkp
Nøgleord:
Kommentarer:
Oprettelsesdato: 25-02-2004 10:34
Versionsnummer: 2
Senest gemt: 25-02-2004 10:34
Senest gemt af: nkp
Redigeringstid: 6 minutter
Senest udskrevet: 25-02-2004 10:57
Ved seneste fulde udskrift
Sider: 35
Ord: 7.048 (ca.)
Tegn: 39.544 (ca.)