

LUNDS UNIVERSITETS NATURGEOGRAFISKA  
INSTITUTION

SEMINARIEUPPSATSER

NR 9

BENGT MATTHIESEN

MIKAEL SNÄLL

**TEMPERATUR OCH  
HIMMELSEXPONERING I GATOR**

**Resultat av mätningar i Malmö**

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET  
UTLÄNAS EJ



LUND 1988

LUNDS UNIVERSITET  
GEOBIBLIOTEKET



BENGT MATTHIESEN

MIKAEL SNÄLL

TEMPERATUR OCH HIMMELSEXPONERING I  
GATOR

Resultat av mätningar i Malmö

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRACT	2
INTRODUKTION.	3
TIDIGARE ARBETEN.	4
METODER & MATERIEL.	4
Temperaturprofiler.	4
Reduktionstal.	6
Himmelsexponeringsfaktor.	6
Korrelation mellan HEF-värden och temperaturprofiler, respektive mellan HEF-värden och reduktionsfaktorer.	9
Felkällor.	9
RESULTAT.	10
DISKUSSION.	20
SLUTSATSER OCH SAMMANFATTNING.	21
REFERENSER.	23
BILAGA A	
BILAGA B	

## ABSTRACT

The paper deals with the influence of the exposition of the sky (expressed by means of a so called sky view factor) on the air temperature in different levels above streets in the city of Malmö, Sweden. It also describes a method of calculating the sky view factor.

## INTRODUKTION

Denna uppsats är gjord inom ramen för kursen NG 207, bestående av 10 poäng praktik och 10 poäng uppsats. Som handledare har fungerat docent Jan O Mattsson, Naturgeografiska institutionen Lunds universitet. Undersökningen har företagits i anslutning till en större undersökning av Malmös klimat (Mattsson et al, 1986). I den undersökningen jämförs bland annat himmelsexponeringsfaktorns inverkan på gatans ytemperatur.

Himmelsexponeringsfaktorn (i fortsättningen förkortad HEF) är ett mått på hur stor del av himlen som är synlig och hur stor del som skymms av byggnader etc om man står i gatuplanet och tittar rakt upp. Det vill säga HEF är 1.0 om himlen är helt exponerad horisonten runt. Detta innebär i teorin att vid utstrålningsförhållanden så bör punkter med låg HEF ha högre temperatur (på grund av motstrålning från omgivande byggnader) än punkter med hög HEF.

Den ovan nämnda undersökningen påvisar ett starkt sådant samband mellan HEF och ytemperaturen. Vår målsättning var att ta reda på om det förhåller sig så att ytemperaturen är starkt relaterad till HEF medan sambandet blir svagare om man mäter lufttemperaturen högre upp ovanför ytan.

För att ta reda på detta valde vi en profil i Malmö (fig 1). Till denna fanns redan för ett antal punkter (Mattsson et al 1986) HEF-värden uträknade som vi kunde använda. Längs profilen mätte vi sedan temperaturen dels nära ytan och, dels på två högre höjder.

I en annan undersökning (Göransson & Persson, 1983) har temperaturen för vissa punkter längs slingor i Malmö mätts. Detta har gjorts vid ett flertal tillfällen och Mattsson et al (1986) har sedan beräknat reduktionstal för varje punkt ur detta material. Reduktionstalet visar hur mycket temperaturen i en punkt ska korrigeras för att kunna jämföras med en referenspunkt.

Vi använde dessa punkter för att ta reda på om man kan finna något samband mellan punkternas reduktionstal och HEF-värden. För att kunna beräkna HEF fotograferades punkterna och bilderna behandlades på det sätt som beskrivs i kapitlet "Metoder och materiel".

Först följer ett mindre avsnitt om tidigare arbeten och källor till de uppgifter vi använt. Därefter beskrivs de metoder och den materiel vi använt samt felkällor i anslutning till detta. Sedan presenteras och diskuteras mätresultaten och till sist kommer en sammanfattning.

## TIDIGARE ARBETEN

De flesta stadsklimatologiska arbeten behandlar framför allt den urbana värmeön (tex Lindqvist,1970). Några nyare arbeten tar upp himmelsexponeringsfaktorns betydelse för stadens klimat. Av dessa kan nämnas Oke (1981). Boken The Urban Climate Landsberg (1981) ger en god uppfattning om många stadsklimatologiska företeelser.

## METODER OCH MATERIEL

### Temperaturprofiler

En mätprofil togs ut längs gator i staden. Mätningar av denna företogs vid två tillfällen. Temperaturen mättes i punkter dels i varje korsning, dels i varje gatusektion mitt mellan två korsningar. I varje punkt mättes temperaturen på tre olika höjder 1.75 m, 1.0 m och 0.25 m vid första profilmätningen. Efter att ha analyserat resultaten från denna mätning beslöt vi att ändra den lägsta mät höjden till 0,05m. Alla mätningar gjordes mitt i gatan eller korsningen. Mätningarna utfördes vid klart väder och svag vind (mindre än 2 m/s) mellan kl 21.00 och 01.00, svensk normaltid.

Temperaturen mättes med hjälp av en digital termometer (Tastoterm D700, Gulston). Sensorn ventilerades genom att man skakade sonden horisontellt tills den hade stabiliserat sig på en temperatur (ca 20 till 30 sekunder).

Mätfärderna började med en mätning av referenspunkten vid rådhuset (fig 1). Därefter mättes punkterna i själva profilen, alla tre höjderna i respektive punkt vid samma tillfälle. Till sist mättes temperaturen ånyo vid rådhuset.

För att kompensera för temperaturförändringar under mätfärden antog vi att förändringen är linjär med tiden. Härfter upprättades ett korrektionsdiagram (se fig 2), där alla temperaturer korrigerades till starttiden enligt nedanstående formel:

$$t_{\text{korr}} = t_p + p * t_r * n^{-1}$$

Där  $t_{\text{korr}}$  = den korrigerade temperaturen,  $t_p$  = temperaturen vid mätpunkten,  $p$  = punktens nummer,  $n$  = antalet punkter i mätningen och  $t_r$  = temperaturdifferensen vid rådhuset.

Ur detta samband togs sedan korrigerade mätvärden fram. Temperaturprofilerna ritades därefter upp med hjälp av ett datorprogram som vi designade för ändamålet.

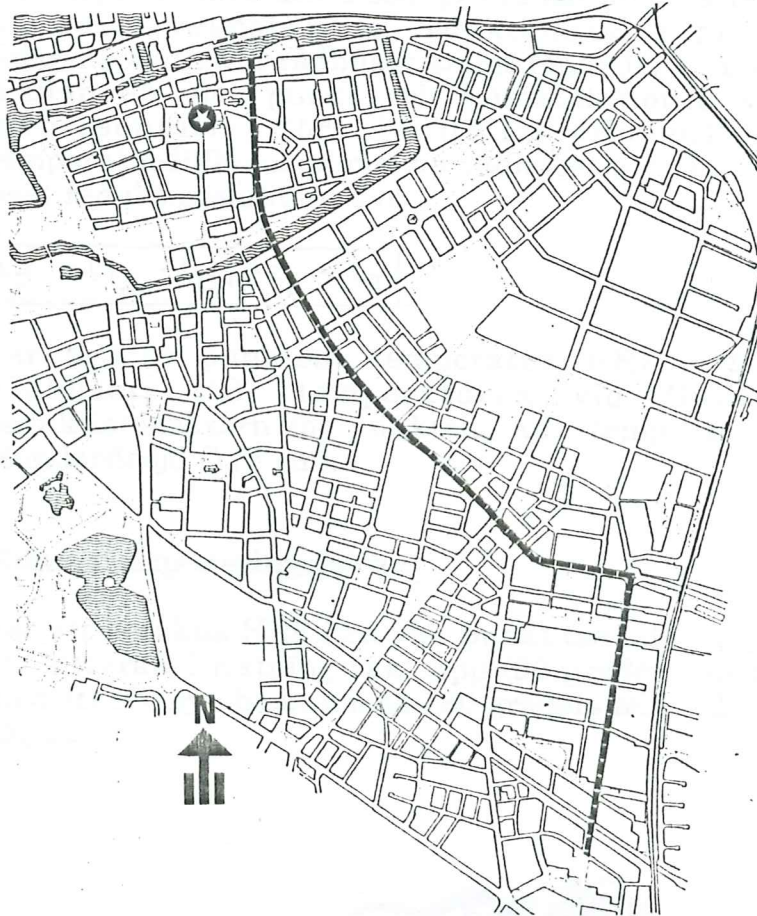


Fig.1. Mätprofilen och referenspunkten vid Rådhuset (⊕).

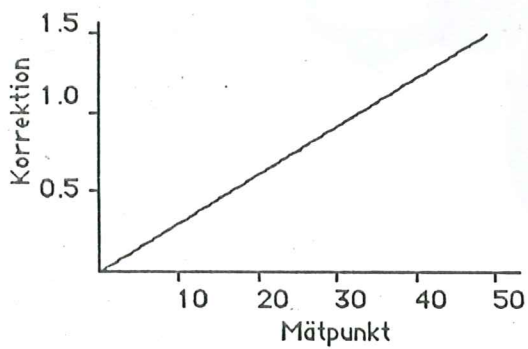


Fig.2. Exempel på korrektionsdiagram.

### Reduktionstal

I en seminarieuppsats av Göransson och Persson (1983) har författarna gjort ett antal mätfärder längs vissa slingor i Malmö (se bilaga A). Med dessa som grund har J O Mattsson (Mattsson et al, 1986) räknat fram reduktionstal i förhållande till en referenspunkt vid rådhuset enligt följande: temperaturdifferensen mellan en viss punkt och klimatstationen vid Valdemarsro (representativ för Bulltoftastationen) är lika med temperaturdifferensen mellan rådhuset och Bulltofta multiplicerat med reduktionsfaktorn dvs

$$t_p = (t_R - t_B) * r_p + t_B$$

där  $t(p)$  är punktens temperatur,  $t(R)$  är temperaturen vid rådhuset,  $t(B)$  temperaturen vid Bulltofta och  $r(p)$  reduktionsfaktorn för punkten. Alla temperaturer är mätta på standardhöjd (175 cm).

### Himmelsexponeringsfaktor

För att beräkna HEF i en viss punkt tas i denna på ca 1.75 m höjd ett fotografi i riktning rakt upp (90 grader mot horisontalplanet) med ett fisheyeobjektiv med 180 graders bildvinkel, 8 mm brännvidd (fig 3).

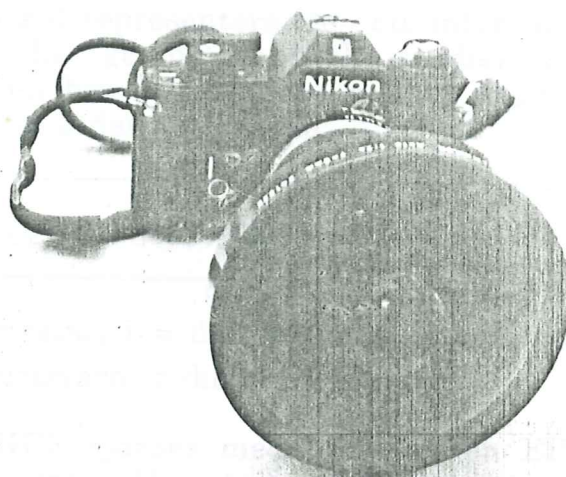


Fig.3. Nikon FE med Nikkor 8 mm/f 2.8



HEF-värden längs temperaturprofilen fanns redan beräknade av Mattsson et al (1986).

För att beräkna HEF för punkterna med reduktionstal togs bilder från samma punkter som reduktionstalen beräknats i. Bilderna kopierades sedan på svart/vitt fotopapper (exempel i fig 4).

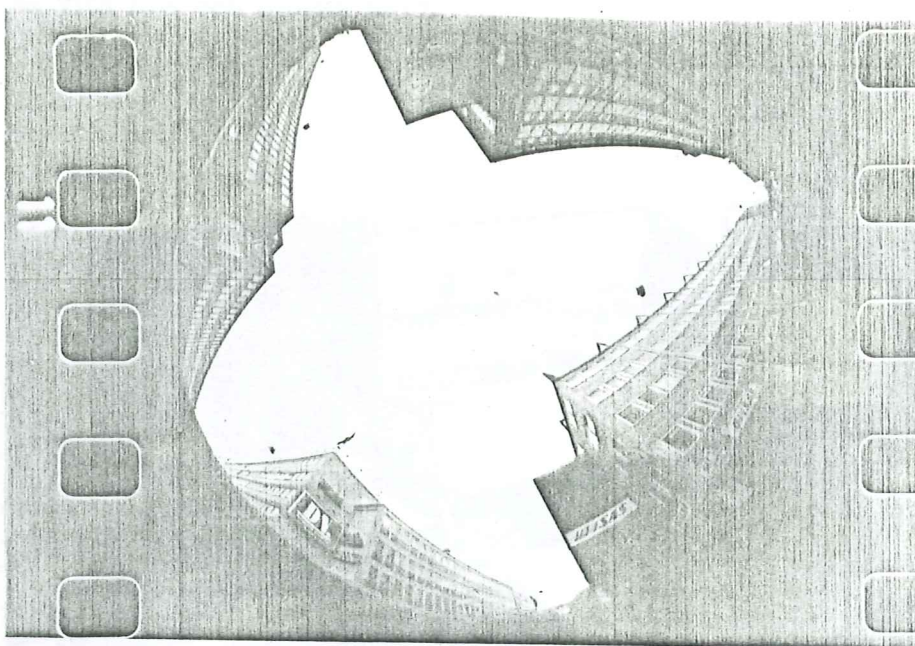


Fig.4. Exempel på bild tagen med fisheyeobjektivet

HEF enligt Steyn (1980) beräknas genom att bilden indelas i ett antal koncentriska cirklar med samma avstånd mellan alla cirklarna, varje cirkel representerande ett intervall av vinklar från zenith. Steyn har genom empiriska studier funnit att 39 cirklar kan vara en bra kompromiss mellan noggrannhet och arbetsinsats. HEF fås sedan ur formeln

$$HEF = 1/2 n \sum_{i=1}^n \sin((\pi(i-1/2))/2n) \cos((\pi(i-1/2))/2n) a_i$$

Där  $n$  = antalet cirklar,  $i$  = den aktuella cirkeln och  $a_i$  = den zenithvinkel som motsvarar cirkeln  $i$ .

Beräkningen av HEF gjordes med hjälp av en EBBA (Enkel BildBehandlingsApparat). Utrustningen består av en mikrodator med bildminne och färgmonitor samt en videokamera, (fig 5) (Olsson, 1982). Fisheye bilden överfördes till bildminnet med hjälp av videokameran, varefter viss behandling utfördes med en speciell programvara till EBBA (Mattsson et al, 1986). Detta program räknar hur många pixlar av bilden som utgörs av fri himmel. Det

beräknar också hur långt från centrum pixlarna ligger, dvs till vilken av de koncentriska cirklarna (i vårt fall 128 st) pixeln ska räknas. Resultatet av denna behandling blir en datafil innehållande data om hur många pixlar som utgörs av fri himmel i respektive cirkel. För att möjliggöra automatisk analys krävdes ibland retuschering av bilderna för att till exempel ta bort inverkan av vita hus och mörka moln.

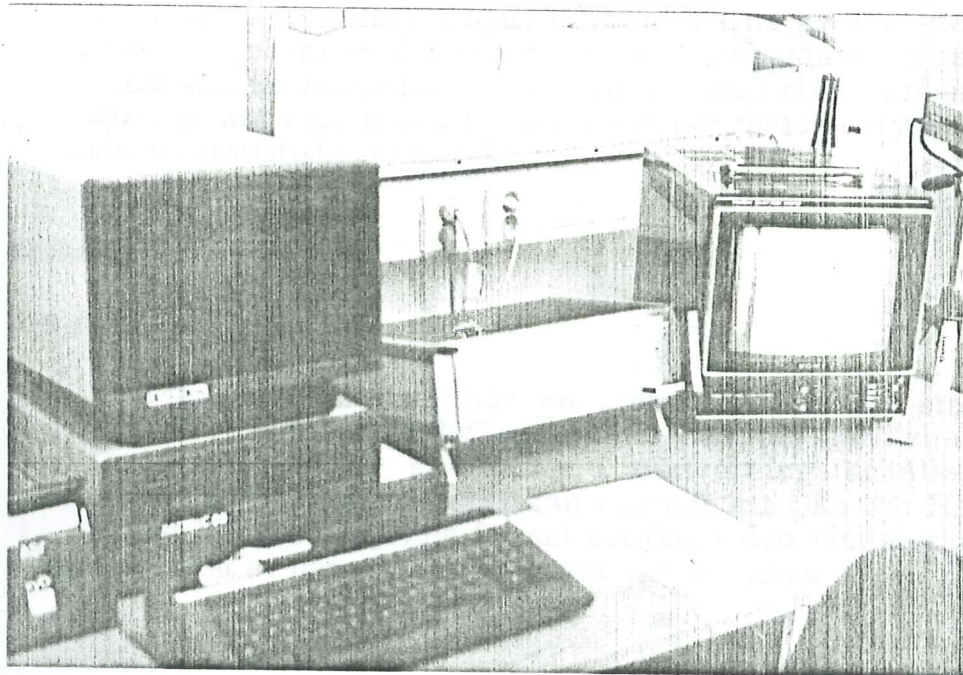


Fig.5. EBBA EnkelBildBehandlingsApparat.

Filerna med pixelfrekvenser överfördes först till en mikro-Vax och därefter till en Vax 11-780. På denna dator implementerade vi sedan ett program som applicerar den tidigare redovisade beräkningsformeln på mätdata. Programmet bifogas som bilaga B.

Ett annat sätt att beräkna himmelsexponeringsfaktorn beskrivs av Watson och Johnson (1986). Den metod de beskriver går ut på att man beräknar "väggexponeringsfaktorn" för var och en av de omgivande byggnaderna och sedan drar denna faktor från 1.0, vilket ger himmelsexponeringsfaktorn.

Beräkningen av väggexponeringsfaktorn görs genom att man med hjälp av en teodolit eller en kompass och en klinometer mäter upp byggnadernas vertikala och horisontala utsträckning, i grader och sedan går in i ett diagram och läser av ett värde för väggexponeringsfaktorn.

Detta möjliggör ju beräkning av himmelsexponeringsfaktor även

om man inte har tillgång till den relativt dyra utrustning som bildbehandlingssystem och fisheyeoptik utgör.

### **Korrelation mellan HEF-värden och temperatur i profiler, respektive mellan HEF-värden och reduktionsfaktorer.**

För att försöka påvisa ett statistiskt samband mellan temperaturen i varje profil och höjd med HEF-värdena för punkterna i profilen utfördes korrelationsberäkningar. Beräkningarna av korrelationskoefficienter gjordes med hjälp av statistikprogrammet Minitab. På samma sätt korrelerades reduktionstalen med HEF-värdena för respektive punkt i slingorna för att också här försöka styrka eller förkasta ett statistiskt samband.

### **Felkällor**

#### *Vind*

Trots att en klar himmel har en stor betydelse för stadens temperaturförhållanden, så har erfarenhet visat att stark vind helt kan förta effekten av skillnader i utstrålningsförhållanden (Landsberg, 1981). Som exempel kan nämnas att Oke och Hannel (1970) med hjälp av följande formel beräknar den vindstyrka vid vilken effekten av den urbana värmeön kan utplånas:

$$U(\text{lim}) = 3.4 \log P - 11.6$$

där  $P$  = stadens befolkningensmängd och  $U(\text{lim})$  = vindgränsen i m/s. Detta skulle för Malmö ( $P = 232\ 000$ ) ge en gräns på 6.6 m/s. Våra mätningar har samtliga utförts i betydligt lägre vindstyrkor. Även låga vindstyrkor kan ha dock en viss betydelse, speciellt i öppnare partier.

#### *Temperaturförändring ej linjär med tiden*

Vi har ju antagit att temperaturfallet under de ca två timmar som förflutit mellan de två mätningarna av referenspunkten vid rådhuset har varit linjär med tiden. Detta är troligen inte helt sant men kan vara en rimlig approximation, som avsevärt underlättar beräkningsförfarandet.

#### *Olika tid mellan mätning av punkterna*

När vi beräknade de korrigerade temperaturerna för profilerna så antog vi att lika lång tid förflöt mellan alla punktmätningar i profilen. Detta för att slippa ta tiden mellan varje punkt. Rimliga skillnader i tidsåtgång ger emellertid upphov till mycket små fel i resultatet.

### Kameralutning

För att kunna utvärdera noggrannheten av HEF-värdena gjordes tester på hur stor inverkan det har på HEF-värdet om kameran lutar ett antal grader från lodlinjen. Resultatet av dessa tester framgår av tabell 1.

Tabell 1. Fel i HEF pga kameralutning. Vinklarna är angivna i förhållande till markplanet

Kameravinkel	HEF
90°	0.61
64°	0.54
64°	0.54
45°	0.44
45°	0.39

Man får alltså ett felaktigt HEF-värde om kameran lutar. Hur stort detta fel blir kan man inte dra några slutsatser om med hjälp av denna mycket lilla undersökning. Man kan emellertid säga att avvikelserna på grund av kameralutning till stor del beror på vilken typ av bebyggelse som omger fotograferingspunkten.

### RESULTAT

De olika mätningarna av profilen benäms i detta kapitel enligt:

Mätningen utförd	Höjd (m)	Benämning
3/3 1986	0.25	A 0.25
	1.0	A 1.0
	1.75	A 1.75
22/5 1986	0.05	B 0.05
	1.0	B 1.0
	1.75	B 1.75

\* = Data saknas

Tabell 2 med mätvärden, ej korr.

Nr	A0.25	A1.0	A1.75	B 0.05	B1.0	B1.75	HEF
Råd			-4.4			12.9	
1	-8.8	-8.1	-8.1	13.1	13.0	13.6	0.88
2	-8.6	-8.5	-8.3	13.2	12.7	12.6	0.82
3	-8.4	-8.7	-8.9	13.4	12.6	12.6	0.92
4	-7.9	-7.8	-8.5	13.1	12.5	12.4	0.75
5	-8.3	-8.4	-8.4	13.6	12.5	12.5	0.93
6	-8.6	-8.4	-8.5	13.0	12.4	12.2	0.94
7	-8.4	-8.6	-8.8	13.6	12.7	12.4	0.93
8	-8.2	-8.6	-8.6	13.2	12.5	12.5	0.92
9	-8.4	-8.5	-8.5	13.3	12.7	12.5	0.91
10	-8.4	-8.6	-8.8	13.1	12.4	13.3	0.88
11	-8.7	-9.2	-9.2	14.3	12.7	12.6	0.95
12	-9.0	-9.0	-9.0	13.2	11.6	12.1	*
13	-8.7	-8.7	-8.8	13.3	12.4	12.4	0.89
14	-8.3	-8.4	-8.5	13.3	12.4	12.3	0.79
15	-8.0	-8.3	-8.4	14.0	12.9	12.7	0.96
16	-7.7	-7.8	-8.0	13.8	12.6	12.7	0.84
17	-7.8	-7.9	-8.1	13.0	12.6	12.6	*
18	-7.3	-7.4	-7.6	13.6	12.6	12.7	0.87
19	-6.8	-6.6	-6.9	13.9	13.2	12.9	0.91
20	-6.5	-6.6	-6.6	13.5	12.7	12.5	0.87
21	-6.2	-6.4	-6.5	12.9	12.6	12.7	0.89
22	-5.9	-6.2	-6.5	12.9	12.7	12.6	0.69
23	-6.2	-5.9	-5.9	13.2	12.4	12.4	0.91
24	-6.0	-6.3	-6.3	12.7	12.4	12.3	0.78
25	-6.4	-6.5	-6.6	13.2	12.3	12.1	*
26	-6.3	-6.5	-6.6	12.6	12.4	12.2	0.90
27	-6.8	-6.9	-6.9	12.7	12.0	12.0	0.89
28	-6.4	-6.5	-6.5	12.2	12.2	12.2	0.79
29	-6.5	-6.7	-6.7	*	*	*	0.76
30	-6.2	-6.4	-6.3	12.5	12.0	11.7	0.84
31	-6.4	-6.3	-6.3	12.0	11.6	11.4	0.90
32	-6.0	-6.0	-6.2	12.0	11.6	11.6	0.88
33	-6.3	-6.5	-6.5	12.1	11.6	11.4	0.93
34	-6.2	-6.3	-6.4	12.4	12.0	11.8	0.85
35	-6.1	-6.2	-6.3	12.8	11.9	11.8	0.95
36	-6.5	-6.4	-6.4	12.3	11.9	11.8	0.97
37	-6.2	-6.3	-6.4	12.5	11.7	11.5	0.83
38	-6.1	-6.4	-6.4	12.1	11.9	11.7	0.54
39	-6.1	-6.2	-6.2	12.2	11.6	11.5	0.74
40	-5.5	-5.5	-5.5	12.2	11.7	11.7	0.51
41	-5.1	-5.4	-5.7	12.4	12.0	12.8	0.75
42	-5.6	-5.7	-5.7	12.0	11.6	11.6	0.52
43	-5.7	-5.7	-5.8	12.1	11.7	11.6	0.70
44	-5.7	-5.7	-5.8	12.2	11.7	11.6	0.68
45	-5.7	-5.8	-5.8	12.3	11.8	11.8	0.76
46	-5.8	-5.9	-6.0	11.9	11.7	11.6	0.68
47	-5.7	-5.8	-5.7	12.7	12.3	12.0	0.74
48	-5.7	-5.6	-5.9	12.1	11.8	11.8	0.60
49	-6.0	-6.0	-6.0	12.1	11.6	11.5	0.84

Råd	-5.8	11.8
Starttid råd.	A 20:45	B 22:32
Starttid p 1	A 21:27	B 22:47
Sluttid p 1	A 23:58	B 01:47
Sluttid råd.	A 00:04	B 01:54

Figurerna sju till nio visar temperaturen i förhållande till himmelsexponeringsfaktorn vid det första mättillfället. Förhållandena vid det tillfället var klar himmel och mycket svag vind. Det hade varit klart och kallt hela dagen. Mätningarna på alla tre höjderna visar ett negativt samband mellan HEF och lufttemperaturen, dvs ju öppnare plats desto kallare. Resultat av korrelations- och regressionsanalys redovisas i tabell 3. Av denna framgår att korrelationen är obetydligt starkare ju längre ner man mäter.

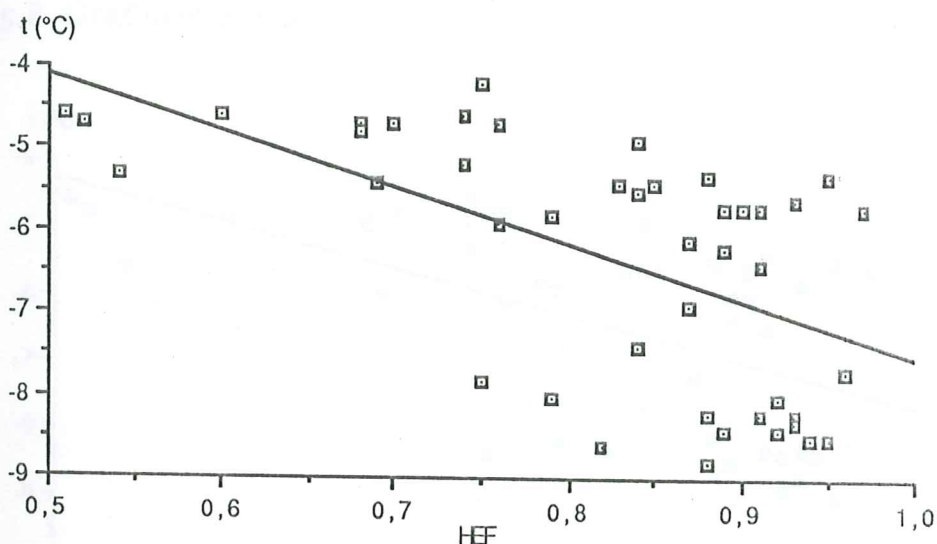


Fig.7. Graf över A 0.25.

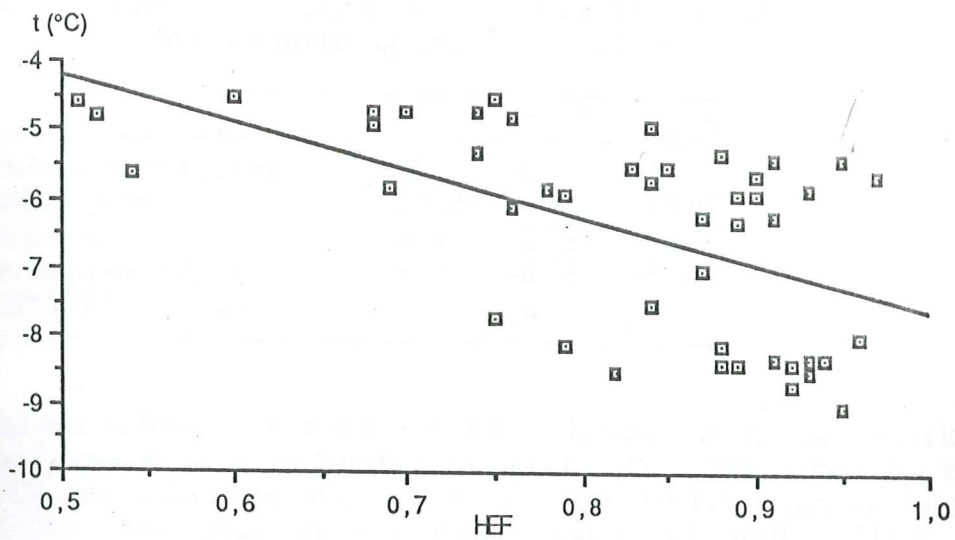


Fig.8. Graf över A 1.0.

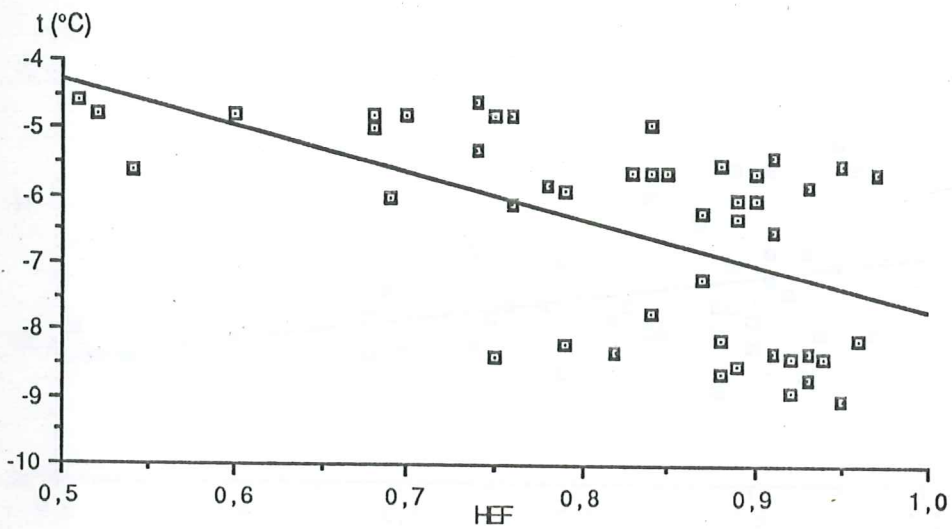


Fig.9. Graf över A1.75.

Tab 3 Sammanställning av statistiska beräkningar för de olika mätningarna vid tillfälle A

	A 0.25	A 1.0	A 1.75
Antal observationer	46	46	46
Korrelation	-0.561	-0.556	-0.545
Intercept	-0.66	-0.79	-0.92
Lutningskoefficient	-6.86	-6.79	-6.74
Signifikans (5%)	ja	ja	ja

Vid mättillfälle B var det också klar himmel men något starkare vind, vilken dock understeg vår gräns på 2 m/s. Graferna med HEF och lufttemperatur redovisas i fig. 10-12. I fig. 10 (lägsta höjden) kan man se ett visst samband mellan HEF och temperatur. Detta samband är dock positivt i motsats till vid tillfälle A då sambandet var negativt. I fig. 11-12 (de båda högre höjderna) föreligger i stort sett inget samband alls mellan de båda variablerna. I tabell 4 redovisas resultaten av statistisk analys.

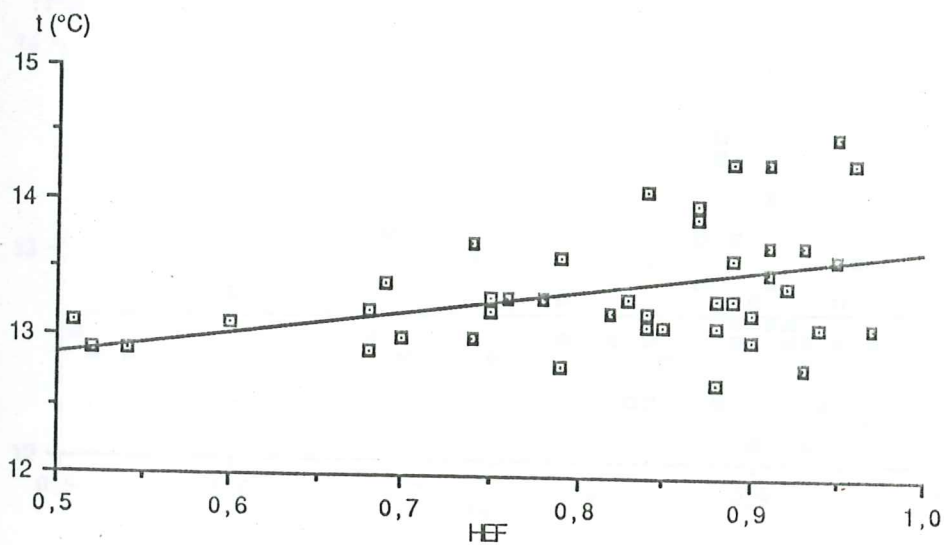


Fig.10. Graf över B 0.05.



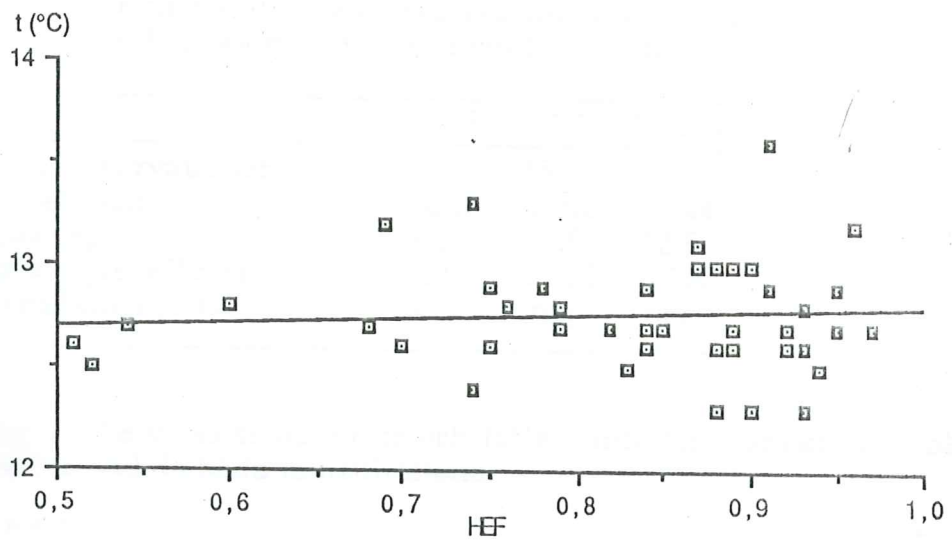


Fig.11. Graf över B 1.0.

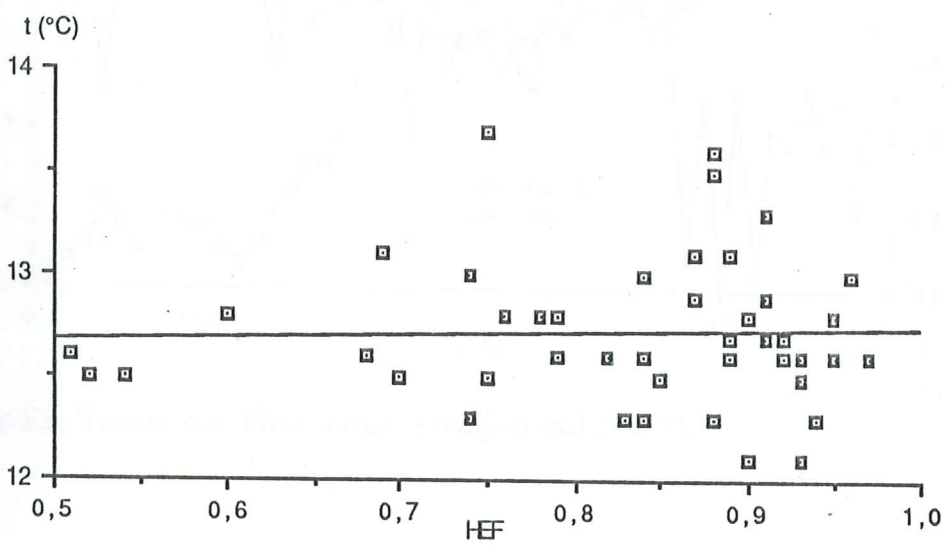


Fig.12. Graf över B 1.75.

Tab 4 Sammanställning av statistiska beräkningar för de olika mätningarna vid tillfälle B

	B 0.05	B 1.0	B 1.75
Antal observationer	45	45	45
Korrelation	0.426	0.090	0.044
Intercept	12.1	12.6	12.6
Lutningskoefficient	1.57	0.198	0.130
Signifikans ( 5% )	ja	nej	nej

I fig. 13-18 visas temperatur och HEF-värde för respektive punkt i profilen vid de båda mättillfällena.

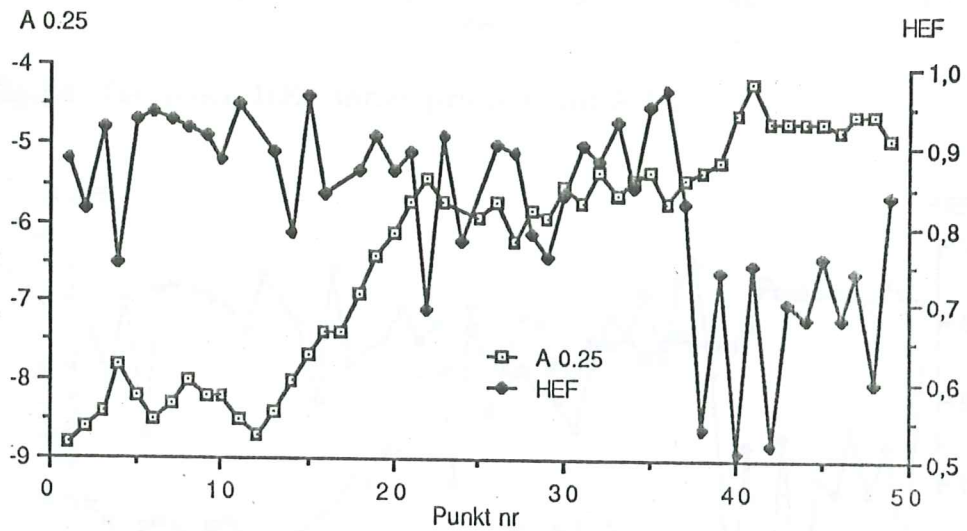


Fig.13, Temp och HEF längs profilen vid A 0.25.

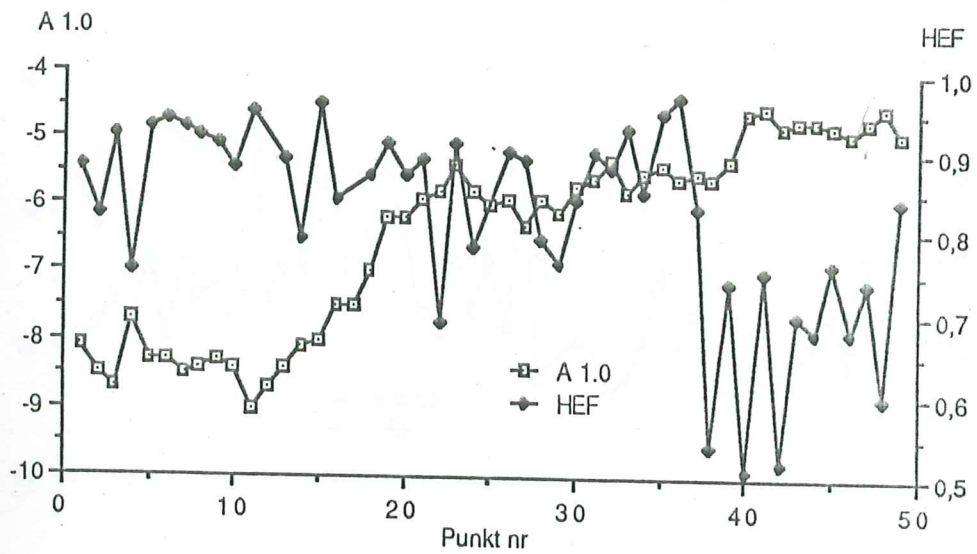


Fig.14. Temp och HEF längs profilen vid A 1.0.

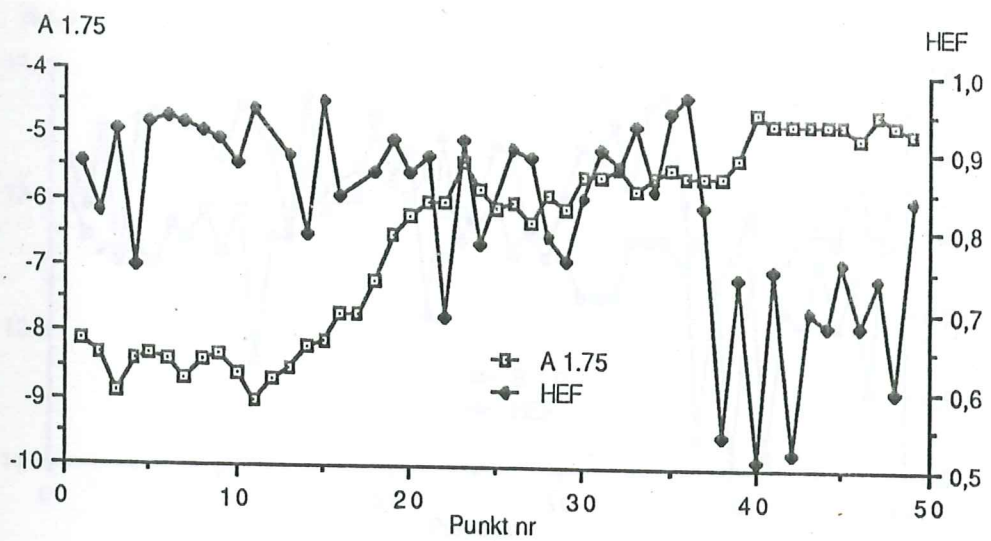


Fig.15. Temp och HEF längs profilen vid A 1.75.

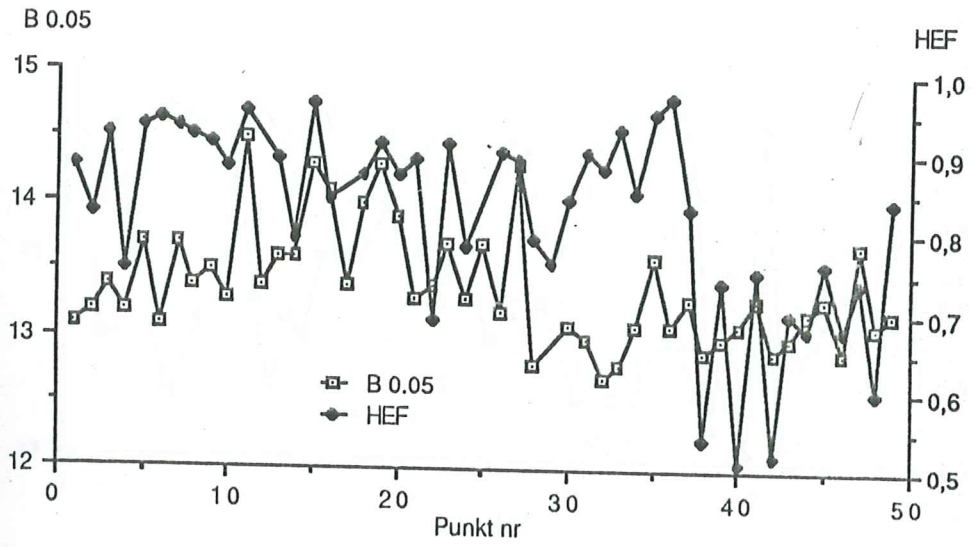


Fig.16. Temp och HEF längs profilen vid B 0.05.

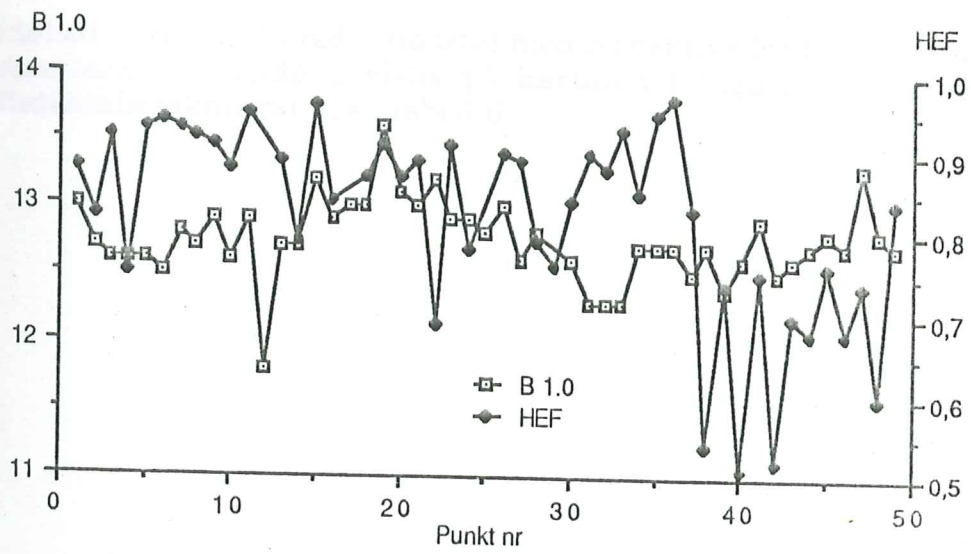


Fig.17. Temp och HEF längs profilen vid B 1.0.

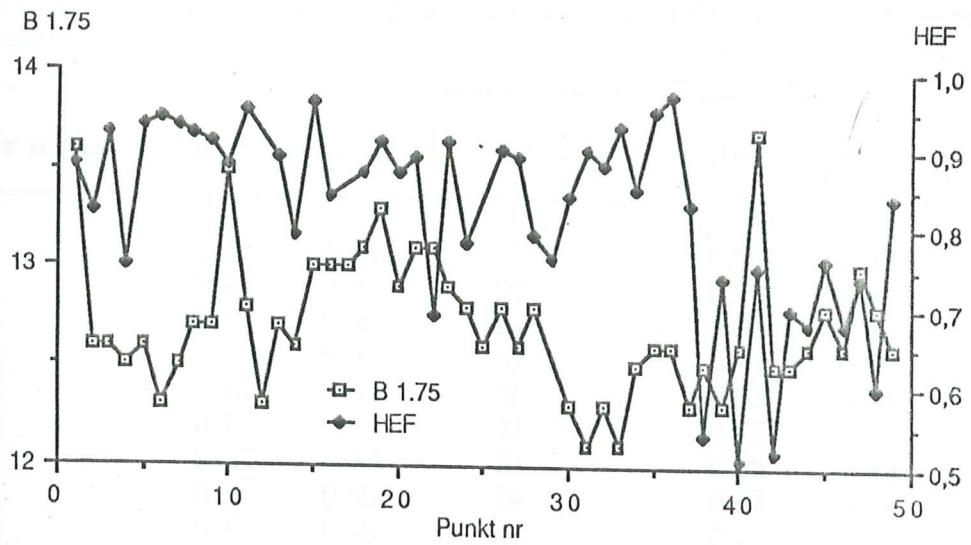


Fig.18. Temp och HEF längs profilen vid B 1.75.

I tabell 5 redovisas reduktionstal med respektive HEF. Var de olika punkterna är belägna visas på kartan i bilaga A. Resultat av statistikberäkningar ges i tabell 6.

Tabell 5 Sammanställning av beräknade HEF för punkter med reduktionstal.

Nr på karta	Red tal	HEF	Nr på karta	Red tal	HEF
1	0.22	0.96	27	0.77	0.95
2	0.25	0.98	28	0.70	0.95
3	0.31	0.96	29	0.63	0.96
4	0.35	0.93	30	0.57	0.96
5	0.45	0.88	31	0.63	0.94
6	0.43	0.98	32	0.77	0.88
7	0.63	0.98	33	0.98	0.89
8	0.53	0.86	34	0.87	0.91
9	0.77	0.95	35	0.77	0.77
10	0.73	0.95	36	0.77	0.91
11	0.73	0.94	37	0.70	0.94
12	0.60	0.97	38	0.83	0.95
13	0.53	0.96	40	0.93	0.58
14	0.50	0.95	41	0.87	0.90
15	0.50	0.99	42	0.87	0.87
16	0.47	0.99	43	0.63	0.85
17	0.43	1.0	44	0.77	0.53
18	0.47	0.97	45	0.87	0.75
19	0.33	0.97	46	0.90	0.65
20	0.27	0.96	47	1.0	0.65
21	0.27	0.98	48	0.83	0.86
22	0.37	0.99	49	0.76	0.91
23	0.30	0.96	50	0.72	0.47
24	0.47	0.96	51	0.76	0.91
25	0.83	0.89	52	0.66	0.92
26	0.63	0.87	53	0.70	0.90

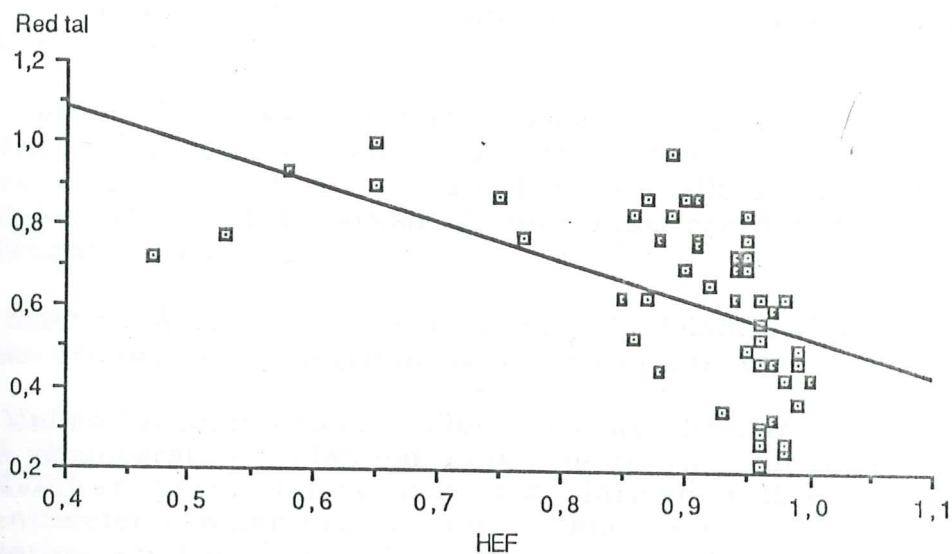


Fig.19. Graf över HEF och reduktionstal.

Tabell 6. Sammanställning av statistiska beräkningar för reduktionstal och HEF.

Antal observationer	52
Korrelation	-0.525
Intercept	1.06
Lutningskoefficient	-0.299
Signifikans (5%)	ja

## DISKUSSION

Den negativa korrelationen mellan HEF och temperaturen vintertid är vad man kan vänta sig eftersom ett högt HEF-värde ger hög utstrålning under natten, och följaktligen en låg temperatur.

Temperaturen blir högre vid lågt HEF-värde vilket förklaras av att utstrålningsförlusterna vid gatuytan kompenseras av motsrålningen från bebyggelsen.

Den positiva korrelationen mellan HEF och temperaturen sommertid, då ett högt HEF-värde ger en hög temperatur och ett lågt HEF värde ger en lägre temperatur, kan möjligen förklaras av att solen kan värma upp en punkts omgivning mer om den har ett högt HEF-värde än om den har ett lågt dito. Värmen lagras under dagen och detta påverkar sedan temperaturen en lugn klar natt.

Överhuvudtaget är korrelationen mellan HEF och temperaturen låg eller mycket låg.

I mätning B märks en korrelation på  $\sim 0.4$  vid fem centimeters höjd, medan korrelationen på de högre höjderna är 0.04 resp 0.09 dvs ca tio gånger lägre. Detta tyder eventuellt på att den lägre höjden är starkt påverkad av markytan också vid de något blåsigare förhållandena.

I mätning A är korrelationen jämnare fördelad mellan höjderna men den lägsta mätningen är utförd på 25 centimeters höjd.

I Malmö har Mattsson et al, (1986) visat att HEF har stor inverkan på yttemperaturen. Man kan tänka sig att HEF till största delen påverkar ytans temperatur och därmed luftlagret några centimeter ovanför denna men att man redan på fem till tio centimeters höjd har en kraftigt minskande korrelation. Denna planar sedan ut och är tämligen konstant upp till åtminstone två meter.

De båda mätresultaten förklaras då på följande sätt;

A: Korrelationen är hög vid ytan men minskar sedan till ett värde på  $\sim -0.5$ . Redan vid vår lägsta mät höjd (25 cm) har korrelationen antagit detta värde.

B: Korrelationen är även här hög vid ytan. Vid fem centimeters höjd har den börjat minska och är  $\sim 0.4$  för att i de båda följande ha planat ut kring  $\sim 0.04 - 0.09$ . Att korrelationen i de högre lagren är lägre i B än i A kan bland annat förklaras av att det, som vi tidigare nämnt, blåste mer vid mätning B.

Reduktionstalen som använts är som bekant beräknade från temperaturmätningar på skilda platser i Malmö. Dessa temperaturmätningar är gjorda på standardhöjd (1.75m).

Den ringa överensstämmelsen mellan HEF och reduktionstal beror sålunda på att HEF's inverkan på denna höjd gått förlorad.

## SLUTSATSER OCH SAMMANFATTNING

- HEF's inverkan på temperaturen i en punkt i gatan är redan på några centimeters höjd ringa särskilt då förhållanden icke är helt lugna.



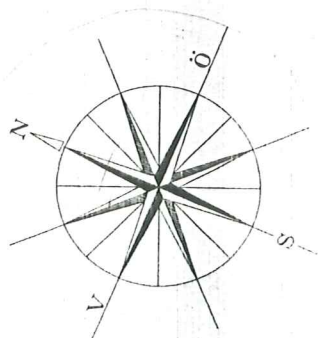
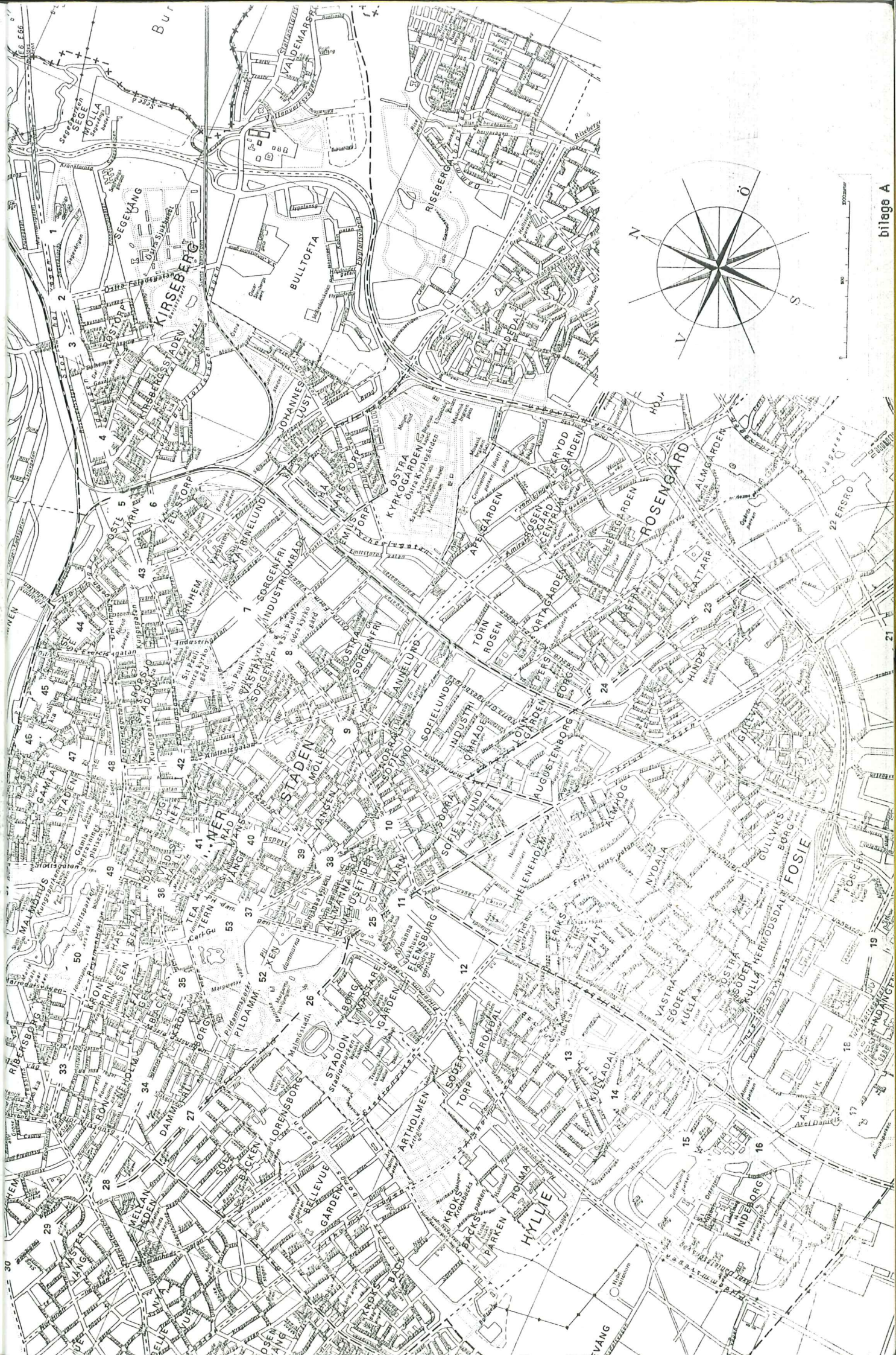
- Användningen av HEF-data bör begränsas till att enbart gälla inverkan på ytans temperatur.
- Under förutsättning att man har tillgång till rätt/utrustning är det relativt lätt att ta fram egna HEF-data (för utvärderingen behövs datorprogram. Ett sådant bifogas här som bilaga B.

Förslag till vidare arbeten kan tex vara att utvärdera HEF's inverkan på temperaturen i de första tio centimetrarna, dvs göra en förtätad vertikal profil i ett fåtal punkter.

Man kan också tänka sig att jämföra HEF-värden med resultat erhållna ur termiska flyg- eller satellitbilder.

## REFERENSER

- Göransson, M. och Persson, P.**, 1983: Studier av den urbana värmeön i Malmö, 10 p seminarieuppsats. Naturgeografiska institutionen, Lund.
- Landsberg, H.E.**, 1981: The urban climate. Academic Press, London.
- Lindqvist, S.**, 1970: Bebyggelseklimatologiska studier. Meddelande från Lunds universitets geografiska institution, avhandling 41.
- Mattsson, J.O., Barring, L. och Lindqvist, S.**, 1986: Stadsstruktur, bebyggelseförtätning, klimat. Resultat av studier i Malmö särskilt inriktade på temperaturförhållanden. Rapport från Byggeforskningsrådet R 78 : 1986.
- Oke, T.R.**, 1981: Canyon geometry and nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. Journal of climatology 1: 237.
- Oke, T.R. och Hannel, F.G.**, 1970: Urban climates. WMO Tech. Note, nr 108, s 113-126.
- Olsson, L.**, 1982: EBBA användningsbeskrivning. Rymdbolaget, dokument FM 13-10.
- Steyn, D.G.**, 1980: The calculation of view factors from fisheye-lens photographs. Atmosphere-Ocean 18(3): 254.
- Watson, I.D. och Johnson, G.T.**, 1986: Graphical estimation of sky view factors in urban environments. Manuskript, Macquire university, Australia.



```

program himmelsexponeringsfaktor(input,output);

type   realvect=array [0..127] of real;
       intvect=array [0..127] of integer;

var    k,i,skypc:integer;
       svar,ch:char;
       forts:boolean;
       pi,skyvw,v:real;
       namn,filnamn:packed array[1..8] of char;
       ref,act:intvect;
       alfa,fialfa,fii:realvect;
       infil,utfil,reffil:text; (* firhoppningsvis *)

BEGIN
  pi:=3.1415926536;

  (* inläsning av referensbilden *)

  open(reffil,'ref.dat',history:=readonly);
  reset(reffil);
  for k:=0 to 127 do begin
    readln(reffil,ref[k]);
  end;
  for k:=0 to 127 do begin
    v:=pi*(k-0.5)/256;
    fialfa[k]:=1/256*sin(v)*cos(v);
  end;

  (* utfilen öppnas *)

  open(utfil,'ut.dat',history:=new);
  rewrite(utfil);
  writeln(utfil,'bald                      HEF                      ');
  writeln(utfil,'=====');

  (* behandling av bildfilerna *)

  repeat
    write('Vad heter infilen ? : ');
    read(filnamn);
    readln;
    writeln;
    open(infil,filnamn,history:=readonly);
    reset(infil);
    while not eof(infil) do begin
      read(infil,ch);
      while not (ch='#') do
        begin readln(infil);read(infil,ch);end;
      read(infil,ch);
      readln(infil,namn);
      for k:=0 to 127 do begin
        read(infil,i);
        read(infil,act[k]);
        readln(infil);
      end;
      readln(infil);
      skyvw:=0;
      for k:=0 to 127 do begin
        alfa[k]:=2.0*pi*act[k]/ref[k];
        fii[k]:=fialfa[k]*alfa[k];
        skyvw:=skyvw+fii[k];
      end;
      skypc:=round(skyvw*100);
      write(utfil,namn,' ');
      write(utfil,skyvw,' ',skypc);
      writeln(utfil);
    end;
    forts:=true;
    write('Klart. Skall vi kika en fil till ? [JJ]: ');
    read(svar);
    if (svar='n') or (svar='N') then forts:=false;
    readln;writeln;
    close(infil);
  until not forts;
  close(utfil);
end.

```

bilaga B.

Lunds universitets Naturgeografiska institution  
Seminarieuppsatser

Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens  
bibliotek, Sölvegatan 13, 223 62 LUND

1. Petter Pilesjö: Metoder för morfometrisk analys av kustområden. 1985.
2. Kerstin Alström & Ann Bergman: Kartering av erosionskänsliga områden i Ringsjöbygden. 1986.
3. Arild Huseid: Stormfällning och dess orsakssamband. Söderåsen, Skåne. 1986.
4. Peter Sandstedt & Bengt Wällstedt: Krankesjön under ytan - en naturgeografisk beskrivning. 1986.
5. Katarina Johnsson: En lokalklimatisk temperaturstudie på Kungsmarken, öster om Lund. 1987.
6. Carina Estgren: Isälvsstråket Djurkälla - Flädermo, norr om Motala. 1987.
7. Erik Lindgren & Micael Runnström: En objektiv metod att bestämma läplanterings läverkan. Lund 1987.
8. Roland Hansson: Studie av en frekvensstyrd filtreringsmetod för att segmentera satellitbilder, med försök på landsat TM-data över ett skogsområde i S. Norrland. 1987.
9. Bengt Matthiesen & Mikael Snäll: Temperatur och himmelsexponering i gator. Resultat av mätningar i Malmö. Lund 1988.