

1999:22

# Mastarbete i kyla

*Désirée Gavhed*

*Kalev Kuklane*

*Ingvar Holmér*

---

ARBETSLIVSRAPPORT

ISSN 1401-2928      <http://www.niwl.se/arb/>

LUNG- OCH KLIMATPROGRAMMET  
PROGRAMCHEF: KJELL LARSSON



*Arbetslivsinstitutet*

# Förord

Fältstudier är viktiga för att validera de resultat som erhållits vid laboratorieundersökningar. De ger också värdefull information om vilka problem som uppstår vid yrkesarbete i kyla och i vilka situationer de förekommer. Denna studie ingår i arbetet med att utveckla bedömningsmetoder för arbete i kyla och resultaten kan användas vid utveckling av en riskbedömningsstrategi för arbete i kyla.

Tack till personalen på Teracom som medverkade i studien och till Eva Karlsson för bearbetning av data.

Ingvar Holmér

# Innehåll

Bakgrund	1
Metoder	2
Studiepersoner	2
Arbetskläder	2
Mätningar	2
Beskrivning av arbetet	4
Klimat	4
Resultat och diskussion	6
Frågeundersökning efter arbetsdagen	6
Fysiologiska mätresultat	7
Arbetstyngd och hjärtfrekvens	9
Kroppstemperatur och hudtemperatur, isolationsbehov och komfort	9
Fuktabsorption i kläderna och skorna	18
Slutsatser	19
Rekommendationer	20
Sammanfattning	21
Summary	22
Referenser	23

# Bakgrund

Teracom AB, som förser hela Sverige med radio och TV via sina master, hade år 1999 735 anställda varav 20 masttekniker i Sverige. Utöver dessa arbetar ca 200 tekniker/projektörer med mindre underhåll och installation för bild- och ljuddistribution. Inom telekommunikationsbranschen finns dessutom ett stort antal (mer än 500) anställda som arbetar i mast. Arbetet innefattar underhåll och montering av master och antenner. Radio- och TV-masterna är av varierande höjd, från 10 m till 330 m och är spridda över hela landet. Masterna står oftast i utsatta lägen, på höjder för att möjliggöra störningsfria leveranser och telekommunikation. Arbetet styrs i hög grad av när utrustningen ska vara färdig monterat, vilket innebar att både arbetsuppgifter och arbetsdagarnas längd kan variera. Arbetet kan flyttas till annan ort än planerad med relativt kort varsel.

Vi studerade arbete i tre högmast och i en lägre mast. Mastarbete innebär exponering för extrema förhållanden. Vintertid utsätts mastarbetarna för låga temperaturer och vind. Kyleffekten förstärks av de höga lufthastigheterna som ofta förekommer på hög höjd. På grund av att skyddade och uppvärmda utrymmen vanligtvis ligger långt från arbetstillfället, utsätts mastarbetarna ofta för kyla timvis. Nedkylning av kroppen kan leda till problem av olika svårighetsgrader, från obehag till kylskada.

I förhållande till rapporter om temperaturreaktioner i kyla vid kontrollerade och simulerade betingelser, har relativt få studier av arbete i kyla på verkliga arbetsplatser där arbetet och klimatet varierar publicerats. Det behövs information om hur förhållandena på arbetsplatsen påverkar arbetarna, hur de upplever klimatförhållandena och i vilka situationer problem med kyla uppstår för att utarbeta riskbedömningsstrategier för arbete i kallt klimat.

Studien hade som syfte att studera fysisk aktivitetsnivå, kropps- och hudtemperaturer och värmebalans under verkliga arbetsförhållanden för att sammanlänka laboratorieresultat med resultat under verkliga förhållanden. Resultaten var också tänkta att användas för att validera och utveckla prediktionsmodeller och för utveckling av en riskbedömningsstrategi för arbete i kyla.

# Metoder

Studien genomfördes i februari 1999.

## Studiepersoner

Åtta mastarbetare mellan 22 och 50 år (medelålder: 40 år, medellängd: 177 cm, variationsvidd: 173-184 cm; medelkroppsvikt: 87 kg, variationsvidd: 72-105 kg) följdes under en av sina arbetsdagar. Under mät dagen studerades två personer som arbetade tillsammans parallellt. Fyra olika mastarbeten studerades under fyra dagar.

## Arbetskläder

Försökspersonerna hade sina ordinarie arbetskläder under arbetet. Isolationen hos arbetskläderna skattades med hjälp av ISO-9920 (ISO-9920, 1993). De enskilda plaggens isolation summerades till ett värde för den sammanlagda isolationen (basal isolation). Den basala isolationen innefattar bara isolationen hos kläderna, men inte hos luftlagret runt kroppen på klädernas utsida. Den skattade basala isolationen hos de olika försökspersonernas arbetskläder, som redovisas i tabell 1, varierade mellan 2,7 och 4,0 clo. I flera fall bars två trikåplagg på varandra, t ex. två långkalsonger och två tröjor. Isolationen hos två trikåplagg, som bärs tillsammans under ett ytterplagg blir sannolikt över-skattad med summationsmetoden, som är en av de två metoder som beskrivs i ovan-nämnda standard. Den skattade basala isolationen för hela klädsystemet gav stora över-skattningar i jämförelse med den uppmätta isolationen (tabell 1). Klädernas isolation mättes på en termisk docka enligt den metod som beskrivs i ENV-342 (ENV-342, 1997). Den rekommenderade isolationen beräknades enligt IREQ (ISO/TR-11079, 1993). IREQ (Insulation Required) är en metod för att bedöma den termiska belastningen vid arbete i kyla.

**Tabell 1.** Skattad och uppmätt basal isolation hos de åtta försökspersonernas arbetskläder samt beräknad rekommenderad isolation enl. IREQ (ISO/TR-11079, 1993) för rådande betingelser.

Fp	1	2	3	4	5	6	7	8
Skattad isolation (clo)	4,0	3,4	3,5	3,7	3,2	2,7	2,9	3,7
Uppmätt isolation (clo)	2,4	2,3	2,4	2,4	1,9	1,7	1,7	2,4
Rekommenderad isolation (clo)	2,2	2,4	2,6	2,4	2,3	2,5	1,9	1,8

## Mätningar

Förberedelserna för mätningar började ca en timme före mätningarna, vilkas starttid varierade mellan kl. 8.30 och 11.00. Kläder och stövlar vägdes separat före och efter ar-

betsdagen för att undersöka fuktabsorption i kläderna (avdunstning från huden resp. ev. upptag från omgivningsluften).

Efter information om försöket satte försökspersonen in en temperaturgivare (YSI 401, Yellow Springs, USA) i ändtarmen 10 cm djupt för att mäta den inre kroppstemperaturen. Åtta temperaturgivare (StowAway XTI, Onset Computer Corp., USA) tejpades på tå (andra tån), fotens översida, underbenets framsida, lårets framsida, bröst, handryggen, underarm och kind för att mäta hudtemperaturen. Temperaturvärden insamlades på individuella dataloggrar, som tejpades på huden 20-30 cm från mätgivaren. Hjärtfrekvensen (HF) mättes telemetriskt. En transmitter sittande på ett bröstbälte (Sporttester, Polar Electro Oy, Finland) registrerade HF och värdena samlades i en mottagande enhet i en klocka runt armen. Alla värden registrerades varje minut.



**Bild 1.** Utrustning för mätning av syreupptagningen sätts på försökspersonen.

Mastarbetarna följdes och observerades under hela arbetsdagen. Under arbetsdagen mättes syreupptagningen under 10-15 minuter vid ett tillfälle under klättring med en telemetrisk gasanalysator (Metamax, Cortex GmbH, Tyskland, Bild 1). På grund av de komplicerade förhållandena vid mastarbete var det inte möjligt att föra med sig mätutrustningen under flera perioder av arbetsdagen. Det var bl.a. ont om utrymme runt kroppen i maststegen. Skattningar av ansträngning enligt Borg (Borg et al., 1987) och temperaturupplevelse i hela kroppen, fötterna, händerna och ansiktet (Figur 1) gjordes av studiepersonerna med ca 30 minuters mellanrum. Efter arbetsdagen ifylldes ett formulär med frågor om hur man uppfattat arbetet under dagen och om problem i kyla och med skyddskläder den arbetsdagen.

**Figur 1.** Skattningsskalor för a) temperaturupplevelse (Belding et al., 1955; ISO/DIS-10551, 1993) och b) upplevd ansträngning (Borg et al., 1987).

a) TEMPERATURUPPLEVELSE i kropp, händer, fötter, ansikte	b) UPPLEVD ANSTRÄNGNING	
		6
- 4 Mycket, mycket kallt	Mycket, mycket lätt	7
- 3 Mycket kallt		8
- 2 Kallt	Mycket lätt	9
- 1 Något kallt		10
0 Neutralt	Ganska lätt	11
+1 Något varmt		12
+2 Varmt	Något ansträngande	13
+3 Mycket varmt		14
+4 Mycket, mycket varmt	Ansträngande	15
		16
	Mycket ansträngande	17
		18
	Mycket, mycket ansträngande	19
		20

## Beskrivning av arbetet

Arbetsuppgifterna under mät dagen var:

- A. Borttagning och fastsättning av buntband. Arbetsdagen började ca kl. 8.45 och slutade ca kl. 14.00.
- B. Fastsättning av kabelklämmor. Arbetsdagen började ca kl. 9.30 och slutade ca kl. 14.00.
- C. Byte av trasig fyr. Arbetsdagen började ca kl. 11.00 och slutade ca kl. 14.00.
- D. Montering av parabol och länkenheter. Arbetsdagen började ca kl. 8.45 och slutade ca kl. 16.15 (Bild 2).

Arbetet utfördes nästan uteslutande utomhus. En lunchrast i värme var vanligtvis inlagd under arbetsdagen. Under en av mät dagarna ändrades arbetsort och mastarbetarna måste åka bil några timmar, vilket innebar att arbetet startade sent på förmiddagen. Arbetet som utfördes (C) tog bara tre timmar, varför ingen rast togs under arbetet den dagen.

## Klimat

Lufttemperatur och vindhastighet under mät dagarna redovisas i tabell 3. Lufttemperaturen varierade mellan -13 och 3 °C och vindhastigheten mellan 1 och 13 m/s. Lufttemperaturen var oftast som lägst i början av mät dagen och ökade mot eftermiddagen (figur 4).

Den "effektiva" temperaturen, beräknad enligt Wind Chill Index (Siple et al., 1945) var i medeltal för mättdag A: -11 °C, B: -19 °C, C: -17 °C och D: -2 °C. På grund av att vindhastigheten var högre, var kyleffekten i C alltså större än i A, trots att lufttemperaturen var högre. Väderförhållandena var tämligen goda under mättdagarna med mestadels klart väder och bara något snöfall.



**Bild 2.** Mast i Ågesta.



# Resultat och diskussion

## Frågeundersökning efter arbetsdagen

Två uppgav att de exponerats för kyla under dagen mellan 0,5 och 2 timmar och en person 2-4 timmar. Fem personer av de åtta uppgav att de exponerats för kyla mellan 4 och 6 timmar. Ingen uppgav att de arbetade mer än 6 timmar i kyla. Hälften underskattade exponeringen om man jämför med de faktiska tiderna, som anges i tabell 2, och hälften överskattade den. Skattningarna var alltså ganska dåliga, trots att de gjordes direkt efter exponeringen. Detta faktum innebär att man vid förfrågning om tidigare exponering i, t ex frågeundersökningar per brev, lätt kan få ett otillförlitligt resultat. Vid en frågeundersökning som utfördes tidigare (Gavhed et al., 1999) med bland annat 16 masttekniker från Teracom angavs att de arbetade i kyla i medeltal knappt 4 timmar av arbetsdagen.

Arbetsstyngden varierade under dagen och för de olika arbetena. Skattning av ansträngningen vid arbete för de olika försökspersonerna anges i tabell 3. Under dagen skattade studiepersonerna ansträngningen från "mycket, mycket lätt" till "mycket ansträngande" på den s.k. Borgskalan (figur 1). De angav sedan i frågeformuläret att de hade arbetat "extremt lätt" i medeltal 31 % av arbetstiden under mät dagen, 37 % "lätt", 20 % "medeltungt", 8 % "tungt" och 4 % "mycket tungt". En ansåg att allt arbete var medeltungt. Bara hälften av de svarande ansåg att "mycket tungt" hade utförts. Skattningarna som gjordes i frågeformuläret efter arbetet överensstämde ganska väl med skattningarna som gjordes under arbetet.

**Tabell 2.** Arbetstid i kyla (under +2 °C) skattad av studiepersonerna och observerad arbetstid under mät dagarna. (raster och arbete i värme undantaget).

Person	Skattad tid i kyla, min	Observerad tid i kyla, min
1	240-360	180
2	240-360	190
3	240-360	235
4	240-360	235
5	30-120	160
6	30-120	160
7	120-240	450
8	240-360	450

Skattningarna av temperaturupplevelsen anges i samband med de fysiologiska mätresultaten i tabell 3. Sex av åtta uppgav i frågeformuläret att de känt sig besvärade av kyla några gånger under dagen. Fem kände sig besvärade av vind. Kylan i hela kroppen ansågs främst ha samband med vind (5 personer), sen ändring av aktivitet (4 personer),

svettning och omväxlande tungt/lätt arbete (3 personer). Hos tre personer kändes ansiktet kallast av alla kroppsdelar. Händerna kändes kallast för två personer. Fötterna kändes kallast för en person. Sex personer av sju som svarade var svettiga någon del av dagen, sannolikt i samband med klättring. Två tyckte att kläderna kändes fuktiga eller våta under arbetet. Vid den tidigare frågeundersökningen på Teracom (Gavhed et al., 1999) uppgav tolv av sexton personer besvär med kyla från någon gång per månad till alltid, och vind besvärades man även mer av. Fyra hade dessutom råkat ut för kylskador i arbetet, vilket visar att exponeringen för kyla och vind vid mastarbete ibland är extremt stor och att skyddet mot kyla inte var tillräckligt vid detta tillfälle.

Fem arbetade med händerna mer än hälften av arbetsdagen. Övriga arbetade manuellt mindre än en fjärdedel av arbetsdagen. Fyra personer angav att mer än hälften av det manuella arbetet bestod av finmotoriskt arbete. De verktyg som användes var skiftnyckel (5 personer), skruvmejsel (5 personer), tång (4 personer), lednyckel, blocknyckel, PU-nyckel, polygrip, sidavbitare och bågfil. Ingen upplevde att de blev så kalla om fingrarna så att de fick problem att hantera verktygen. Alla använde läderhandskar vid mastarbete, men vissa problem med handskena angavs. En person frös om händerna i handskena. En tyckte att handskenas fingrar var för stora. En ansåg att handskena skyddade för dåligt mot skador. Ytterligare en blev besvärad av vind på handlederna. Sju av åtta personer arbetade bara sällan barhänt under mät dagen. Orsaken till att de arbetade barhänt var bland annat att man tyckte sig ha svårt att hantera (greppa och få tag i) små saker och detaljer och att man kom åt saker bättre och att man blev klumpig med handskar på. En person arbetade inte barhänt alls. Kylan i händerna ansågs främst ha samband med vind och kontakt med kalla ytor (5 personer), ändring av aktivitet (3 personer) och handskenas material (2 personer). Alla i den tidigare frågeundersökningen av masttekniker på Teracom (Gavhed et al., 1999) svarade att de ibland, oftast eller alltid blev så kalla om händerna att de fick problem att hålla i verktyg. Detta observerades inte under de dagar som fältstudien varade, troligen på grund av relativt mildt väder.

De flesta tycktes vara nöjda med sina skor, men två svettades om fötterna, en blev blöt om fötterna och en frös om fötterna. Kylan i fötterna ansågs främst ha samband med vind och kontakt med kalla ytor. Vidare tyckte en att skorna blev stela och styva i kyla. En person halkade en gång under dagen, dock utan att ramla. Slutligen ansåg en att skorna var obekväma.

Två personer gav särskilda kommentarer om kläderna och skyddet mot kyla. Arbetskläderna ansågs tillräckliga. En av personerna hade dock provat många sorters handskar utan att finna några som var bra i väta. De tålde inte fukt eller regn efter en tvätt. Den andra kommenterade att sömmarna i overallen lätt gick sönder och att blixtlåsen var av dålig kvalitet.

## Fysiologiska mätresultat

Blodtrycket hos studiepersonerna mättes sittande före arbetsdagens början. I medeltal var det systoliska blodtrycket 148,5 mmHg (129-180). Sex av de åtta individerna hade systoliskt blodtryck över 140. Det diastoliska blodtrycket var i medeltal 94,5 mmHg (77-117) och översteg 90 mmHg hos fyra personer. Det uppmätta blodtrycket var

**Tabell 3.** Klimatbetingelser och individuella fysiologiska variabler och subjektiva skattningar under arbete i kyla. Arbetsuppgift: se metod. Temperatur anges i °C. Medelvärde under arbete och variationsvidd inom parentes.

Arbetsuppgift	A		B		C		D	
Lufttemperatur, °C	- 4,8 (min -10,9)		- 10,2 (min -13,0)		- 2,1 (min -2,4)		-0,8 (min -5,6)	
Lufthastighet (m/s)	3,4 (max 9,1)		3,6 (max 6,1)		9,7 (max 13,5)		1,7 (max 4,6)	
Studieperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Syreförbrukning <sup>1</sup>								
l/min resp. ml/kg-min	1,18 15,1	3,0 32,8	3,0 28,3	2,7 26,2	2,2 27,2	1,5 19,0	2,7 37,5	3,3 38,3
Hjärtfrekvens, slag/min	108 (70-170)	107 (84-174)	108 (78-173)	106 (77-149)	109 (75-177)	98 (64-168)	103 (73-158)	116 (86-177)
Skattning ansträngning	11,0 (max 15)	10,8 (max 16)	8,3 (max 19)	11,1 (max 18)	8,9 (max 13)	9,0 (max 11)	12,4 (max 17)	12,1 (max 17)
Rektaltemperatur	37,8 (37,4-38,1)	37,7 (37,2-38,0)	37,8 (37,4-38,3)	37,7 (37,4-38,1)	saknas	saknas	37,6 (36,9-38,0)	37,6 (37,1-38,0)
Skattning temperatur hela kroppen	0,8 (-1 - 3)	0,6 (-1 - 3)	1,0 (0 - 4)	0,6 (-1 - 2)	-0,1 (-1 - 0)	0,1 (0 - 1)	0,9 (0- 3)	0,5 (0 - 3)
Brösttemperatur	31,5 (29,7-34,2)	30,3 (25,1-35,3)	29,5 (25,7-35,0)	31,8 (30,1-35,3)	32,7 (31,6-34,2)	saknas	33,5 (30,4-35,4)	33,9 (31,9-35,8)
Lårtemperatur	26,6 (22,5-32,3)	29,1 (24,3-33,3)	24,7 (20,8-30,0)	28,9 (23,2-33,3)	30,2 (28,6-31,5)	30,6 (29,2-31,4)	29,8 (26,8-35,0)	31,1 (27,9-33,8)
Underbens-temperatur	28,9 (23,2-35,7)	28,1 (24,3-35,2)	29,6 (27,1-33,0)	32,4 (30,5-35,2)	32,7 (31,1-34,2)	33,8 (32,8-34,7)	34,6 (33,0-36,1)	33,7 (32,3-34,7)
Fottemperatur	31,4 (28,2-33,8)	30,8 (27,1-34,3)	27,7 (20,8-31,2)	30,4 (25,9-34,3)	29,3 (27,9-31,2)	26,7 (25,9-27,1)	32,0 (29,3-34,2)	31,8 (26,7-34,8)
Tåtemperatur	17,1 (13,9-20,9)	26,7 (12,7-34,7)	23,2 (11,0-30,5)	23,4 (9,8-33,7)	17,2 (14,9-19,5)	saknas	saknas	29,6 (18,0-35,2)
Skattning fottemperatur	0,7 (0 - 2)	0,1 (-2 -1)	0,8 (-2 - 4)	0,0 (-2- 1)	-0,1 (-1 - 0)	0,1 (0 - 1)	0,7 (-1 - 2)	0,8 (-1 - 2)
Underarms-temperatur	31,8 (22,8-34,6)	27,7 (22,4-34,7)	26,6 (23,2-33,4)	24,3 (18,9-32,8)	33,7 (32,3-35,3)	32,8 (31,5-34,0)	31,1 (25,3-35,7)	35,0 (33,2-36,1)
Handtemperatur	saknas	28,3 (20,7-32,3)	26,2 (16,6-30,4)	27,6 (17,0-31,9)	24,2 (14,5-29,3)	25,0 (22,5-27,9)	29,8 (23,2-34,2)	26,9 (20,3-35,3)
Fingertemperatur	18,6 (6,0-34,3)	24,6 (7,0-34,3)	21,8 (9,2-32,2)	29,3 (14,4-34,3)	19,6 (7,0-33,0)	14,8 (8,3-26,8)	24,2 (13,7-35,1)	24,1 (9,5-34,3)
Skattningar temperatur händerna	-0,1 (-2 - 2)	0,0 (-1 -1)	0,9 (0 - 4)	0,4 (0- 1)	-0,3 (-1 - 0)	0,1 (0 - 1)	0,4 (0- 2)	0,4 (-1 - 2)
Kindtemperatur	14,0 (4,6-33,0)	19,3 (6,6-33,8)	16,6 (6,5-35,3)	22,7 (15,1-35,3)	17,6 (9,1-29,2)	saknas	21,1 (11,9-32,2)	20,3 (12,8-31,9)
Skattning temperatur ansiktet	-1,0 (-2 - 2)	-0,8 (-4 -1)	-0,4 (-2 - 4)	0,0 (-1 - 1)	0,0 (0 - 0)	0,1 (0 - 1)	0,6 (-1 - 3)	saknas

<sup>1</sup> Mätningen skedde under ca 15 minuter under klättring uppför masten.

sannolikt förhöjt av den speciella situationen, men kan också indikera att hypertoni (förhöjt blodtryck) förelåg hos flera av de undersökta personerna.

Övriga mätresultat anges i samband med skattningarna av temperaturupplevelsen (enligt skala i figur 1a) i respektive kroppsdel i tabell 3. Kroppstemperatur, hudtemperatur och hjärtfrekvens över tid för alla studiepersoner visas i figur 2-8.

### **Arbetstyngd och hjärtfrekvens**

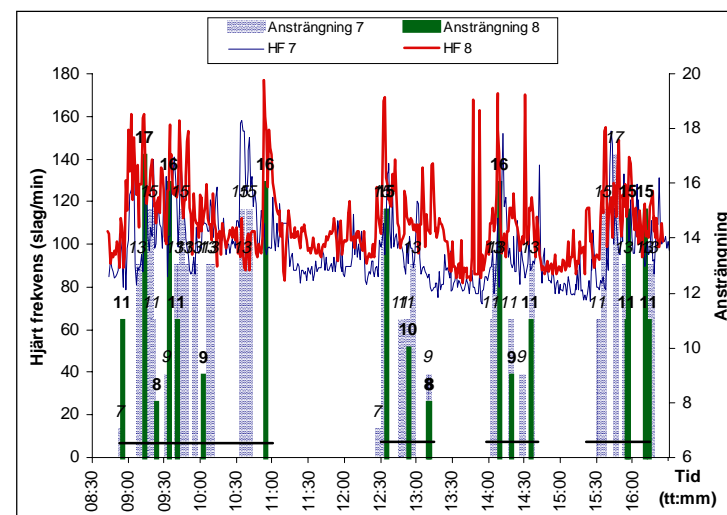
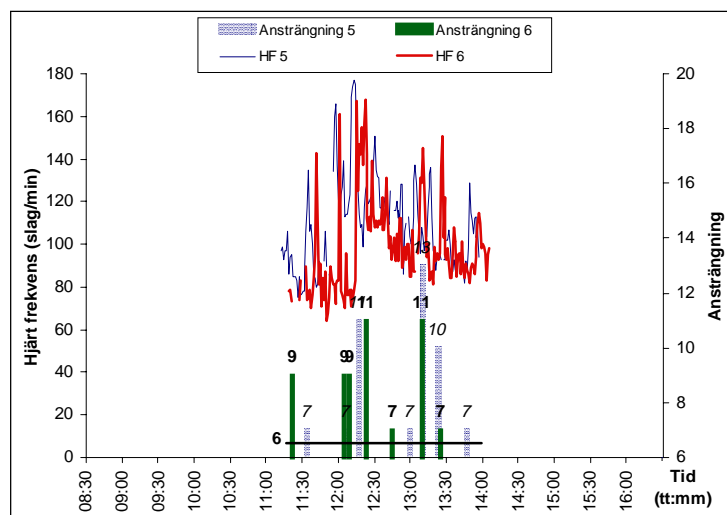
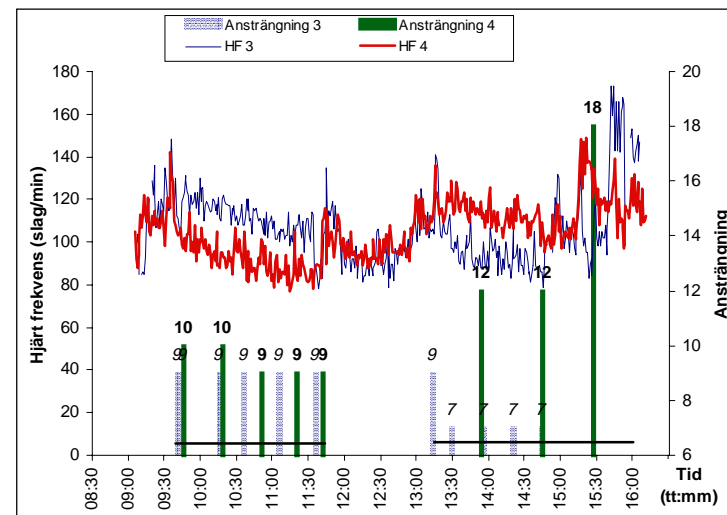
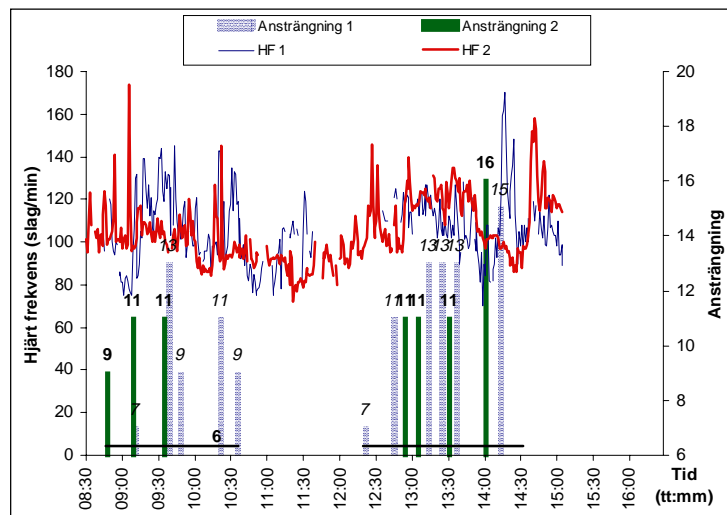
Syreförbrukningen under klättring på stege i mast visas i tabell 3. Variationsvidden för medelvärdet för alla personer (n=8) var 1,50-3,33 l/min eller 15-38 ml/kg·min vilket motsvarar "tungt" till "mycket tungt" arbete enligt ISO 7243 (ISO-7243, 1989). Skillnaden i syreförbrukning mellan personerna berodde bl a på skillnader i hastighet, stegkonstruktion och massa som skulle lyftas. Medelvärdet för hjärtfrekvensen över hela arbetspasset hos individerna var ganska lika, omkring 100 slag/min (tabell 3). Det innebär en acceptabel cirkulatorisk belastning vid arbete under en hel dag (Åstrand, 1990). Hjärtfrekvensen (figur 2) vid klättring var dock mycket hög och sannolikt maximal eller nära maximal hos flertalet av studiepersonerna. Upplevelsen av ansträngning enligt Borgskalan avspeglade hjärtfrekvensen (figur 2).

Den stundtals höga cirkulatoriska belastningen kräver att hjärt-kärlsystemet är i god kondition. Syreupptagningsförmågan behöver vara relativt hög eftersom den egna kroppsmassan ska förflyttas uppför maststegar och mastkonstruktioner, och ibland även tung utrustning. God muskelstyrka behövs dessutom, eftersom teknisk utrustning och verktyg måste lyftas upp i masten för montering eller firas ner efter nedmontering eller byte.

### **Kroppstemperatur och hudtemperatur, isolationsbehov och komfort**

Isolationsbehovet i de rådande betingelserna beräknades med metoden  $IREQ_{neutral}$  (ISO/TR-11079, 1993), tabell 1. Eftersom beräkningarna av  $IREQ_{neutral}$  baserades på medelvärden av klimatet som mättes vid några tillfällen under arbetsperioderna är noggrannheten i värdena inte så stor, vilket kan leda till en liten under- eller överskattning av isolationsbehovet. Skattningarna av isolationen bygger på summering av de enskilda plaggen. Som tidigare nämnts blir isolationen hos två trikåplagg, som bärs tillsammans under ett ytterplagg sannolikt överskattad med summationsmetoden. En del av den isolerande luften i och omkring fibrerna i plaggen pressas ut när plaggen sitter tätt ovanpå varandra och därmed reduceras isolationen. En mätning på dubbla sockor med en termisk fotmodell gav 20 % lägre isolation än om de enskilda sockornas basala isolation hade summerats (Elnäs et al., 1985). Vilket förhållande som råder mellan det verkliga isolationsvärdet och det skattade värdet hos dubbla plagg skulle behöva undersökas närmare.

De som arbetade i klädsystem med högre isolation än eller lika hög som rekommenderas enligt  $IREQ$  skattade något högre ansträngningsgrad än de med lägre isolation än rekommenderad. Kroppstemperaturen var lika i båda grupperna. Medelvärdet för temperaturen på fot, tå, och hand- och fingertemperatur var högre hos de med högre isolation än rekommenderat. Medeltemperaturen på underben och underarm var dock lägre för de



**Figur 2.** Hjärtfrekvens (linjer) och skattningar (staplar) av ansträngningen enl. Borg-skalan hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.

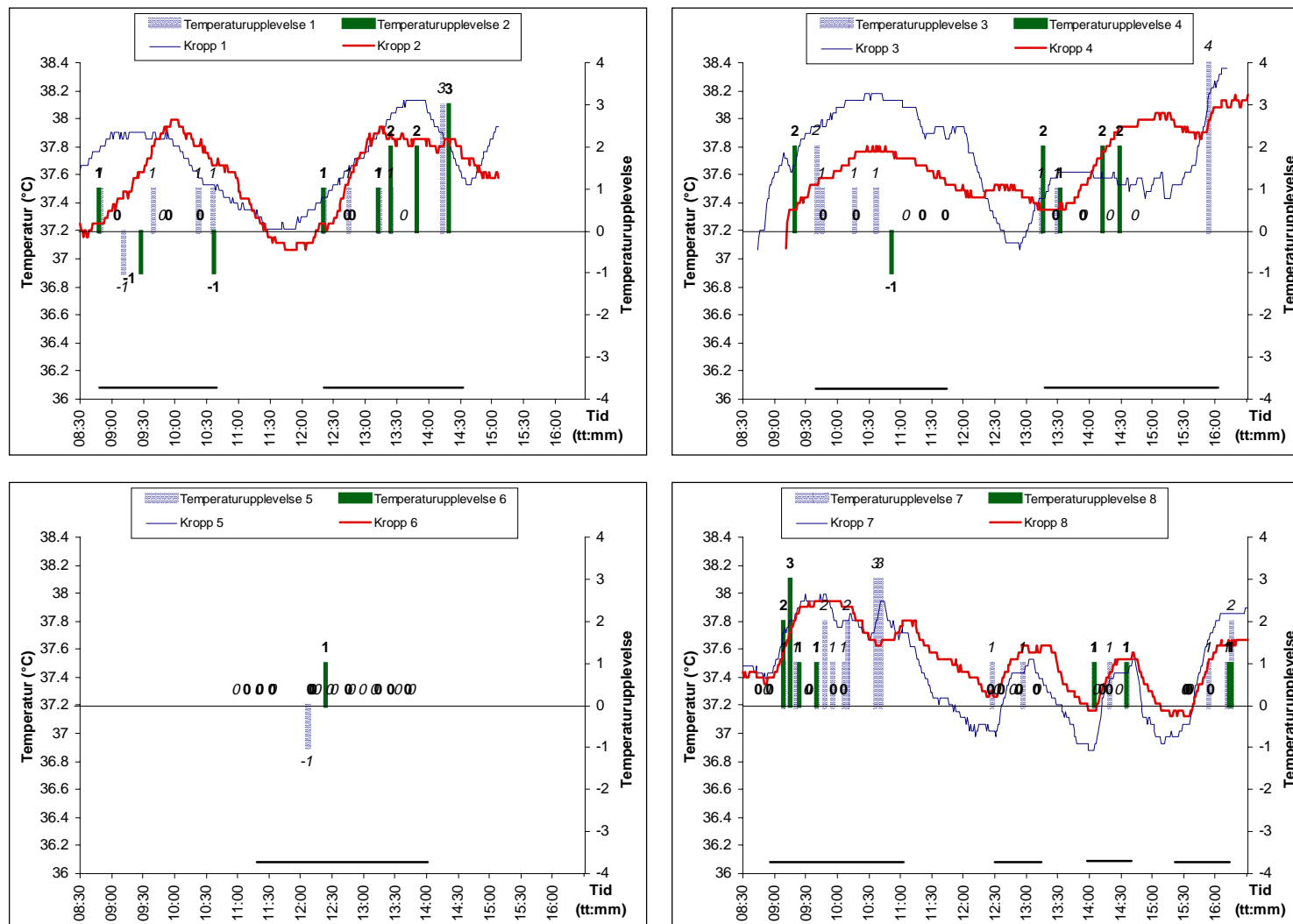
som hade högre isolation. Skillnaderna kunde inte säkerställas statistiskt eftersom det var så få personer i varje grupp.

Fem av studiepersonerna hade något lägre isolation på kroppen än rekommenderat för att förhindra att kroppen skulle bli nedkyld under en arbetsdag. Den uppmätta rektaltemperaturen,  $T_{re}$ , var dock relativt hög hos alla (tabell 3, figur 3), och den upplevda temperaturen i kroppen mestadels "något varm" till "mycket varm" (figur 3). En person hade lika mycket isolation som rekommenderat och de övriga två betydligt högre isolation än rekommenderat (se tabell 1).  $T_{re}$  var lika hög hos de fyra som hade lägst isolation relativt den rekommenderade än övriga fyra.  $T_{re}$  följde arbetstyngden (figur 3). Efter en höjning av  $T_{re}$  i början av arbetspasset, som ofta innebar förflyttning i masten, sjönk  $T_{re}$  tills någon fysisk aktivitet återupptogs (figur 3). Fyra personer skattade kroppen som "något kall" vid ett eller två tillfällen. Kroppstemperaturen var då relativt hög, men de perifera temperaturerna var låga, vilket påverkade skattningen. De moment som föregick upplevelsen av kyla var i tre fall att personerna stått stilla i eller på masthissen ca 10 minuter, att en omväxlande klättrade och utförde lätt arbete, samt efter snabb klättring upp och stillastående i mast ca 10 minuter. De flesta blev även svettiga under någon del av dagen. Vid arbetsuppgifter då arbetet innebär att mastarbetarna åker upp i masten i hiss, men inte klättrar mycket, och utför ett långvarigt arbete med låg fysisk aktivitet i kombination med hög lufthastighet och låg lufttemperatur, kan kroppstemperaturen förväntas minska betydligt mer under en arbetsdag än under mätdagarna.

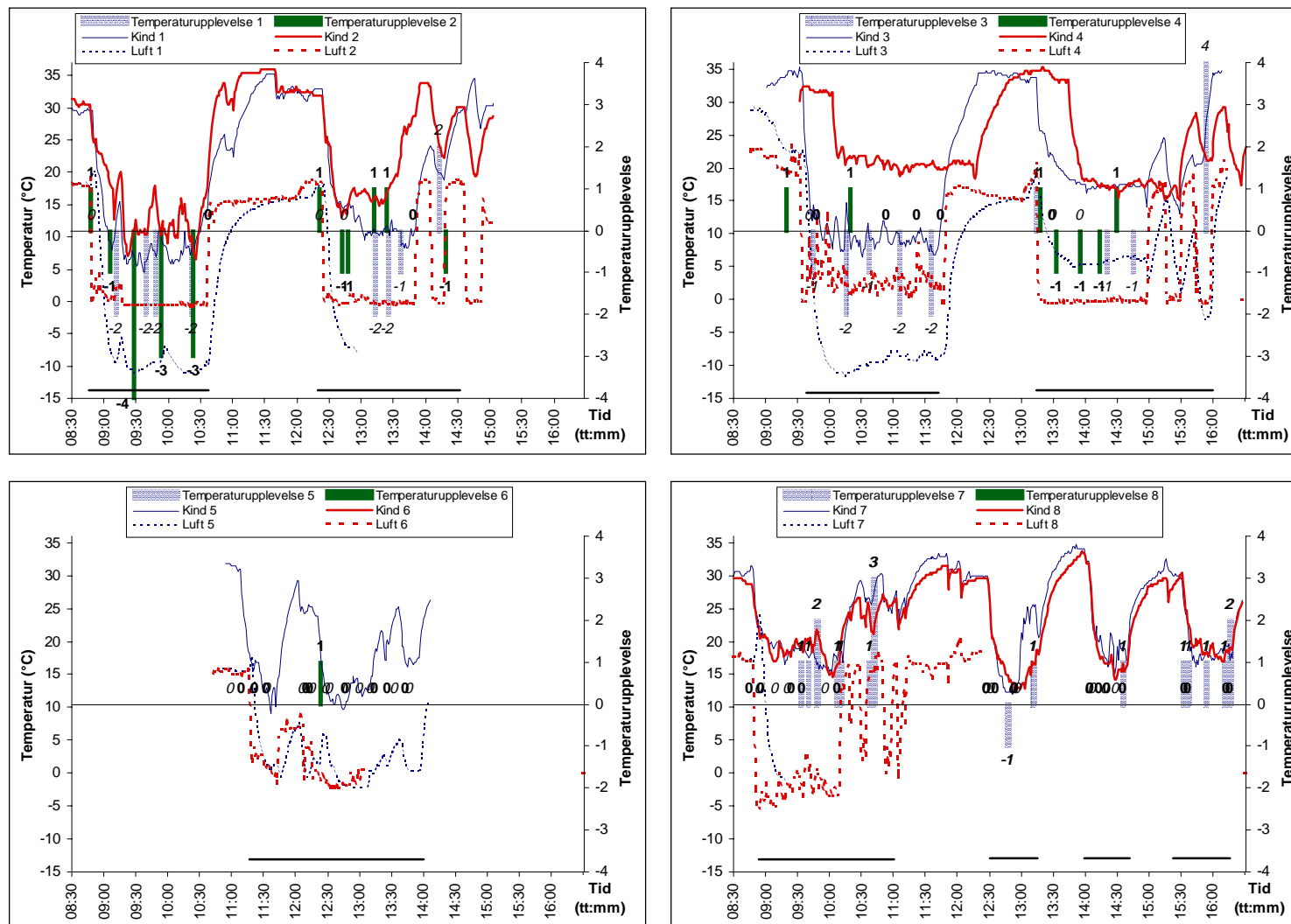
Trots att kroppen var varm under arbetet utomhus, blev vissa kroppsdelar kalla hos en del studiepersoner. Det gällde särskilt fingrar och tår (figur 6 och 8), men armarna blev också nedkylda hos flera personer och i något fall även övriga kroppsdelar (figur 5 och 7). Ansiktet, händerna och fötterna var de kroppsdelar som kändes kallast enligt frågeundersökningen efter mätdagen.

Lägsta uppmätta fottemperatur var 21 °C. Temperaturupplevelsen följde som väntat fottemperatur. Hos fem av studiepersonerna (resultat från två mätningar saknades) föll tåtemperaturen ner till 10-15 °C. Allas tåtemperatur gick under 18 °C någon gång under dagen. En av personerna bibehöll en hög fot- och tåtemperatur hela dagen efter en kortvarig nedgång i början av arbetsdagen (figur 8). Hos alla föll fingertemperaturen ända ner till ca 5-15 °C, i början av arbetsdagen. Hos studiepersonerna 7 och 8 ökade fingertemperaturen dock igen då arbetet hade fortgått ca 45 minuter. Man arbetade då med lyft av tung utrustning, vilket sannolikt bidrog till ökningen. I allmänhet var fingertemperaturen högre då arbetstyngden var högre. Händerna var under någon period (2-97 minuter) av arbetsdagen lägre än 24 °C, vilket är kriterium för minsta acceptabla handtemperatur i ISO/TR-11079 (ISO/TR-11079, 1993). Fingertemperaturen var under 15 °C upp till 103 minuter. De främsta orsakerna till att händerna blev så kalla var sannolikt dålig isolation hos handskar, kontakt med kalla ytor och stundtals arbete mer eller mindre stillastående. Arbete utan handskar bidrog också till kalla fingrar, de få tillfällen detta skedde (figur 6).

Studiepersonerna upplevde händerna som mindre kalla än förväntat från de uppmätta temperaturerna att döma (figur 6). De lägsta skattningarna, "kall" förekom bara en gång hos en person. Då var fingertemperaturen ca 8 °C (handtemperaturvärdena saknades). Handtemperaturen varierade mellan 12 och 27 °C då studiepersonerna skattade "något kalla" händer och fingrarna var mellan 7 och 17 °C. Det är således mycket individuellt,

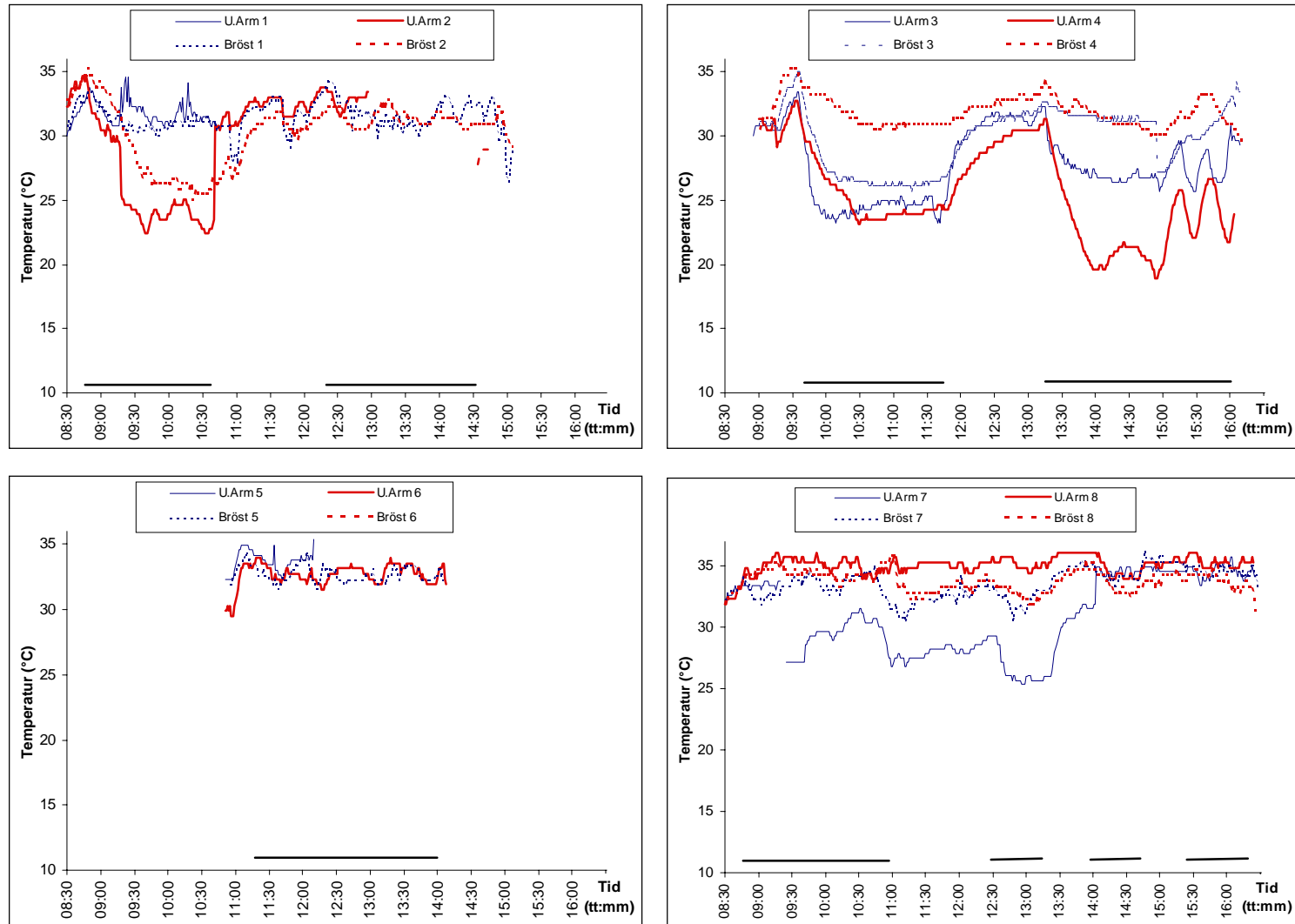


**Figur 3.** Kroppstemperatur (linjer, data gick förlorade för försökspersoner 5 och 6 på grund av elektromagnetiska störningar) och temperaturupplevelse (staplar) i hela kroppen hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.

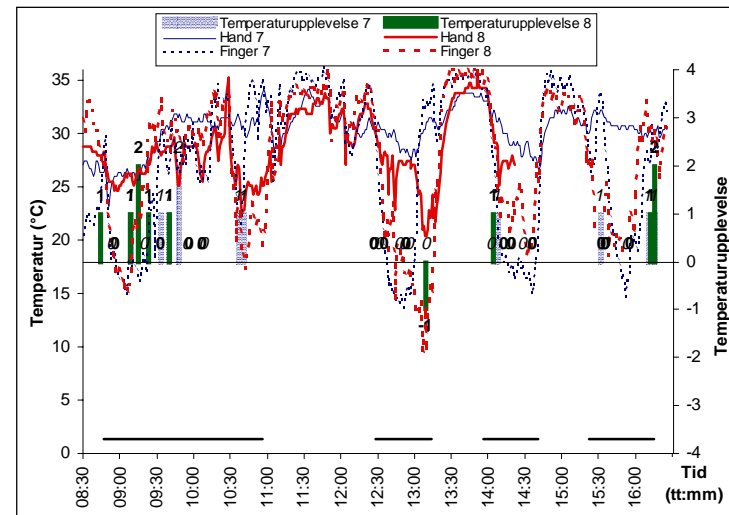
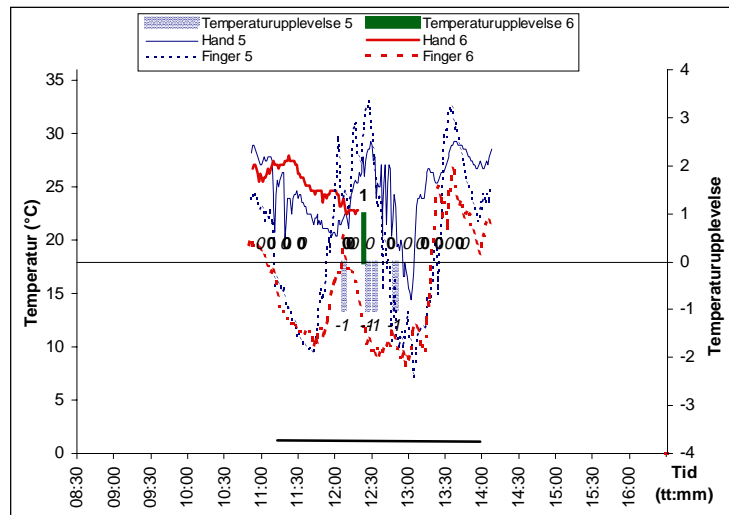
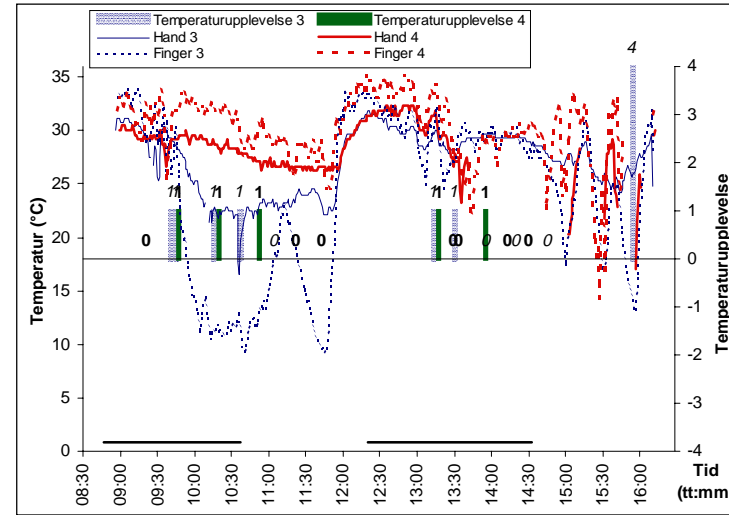
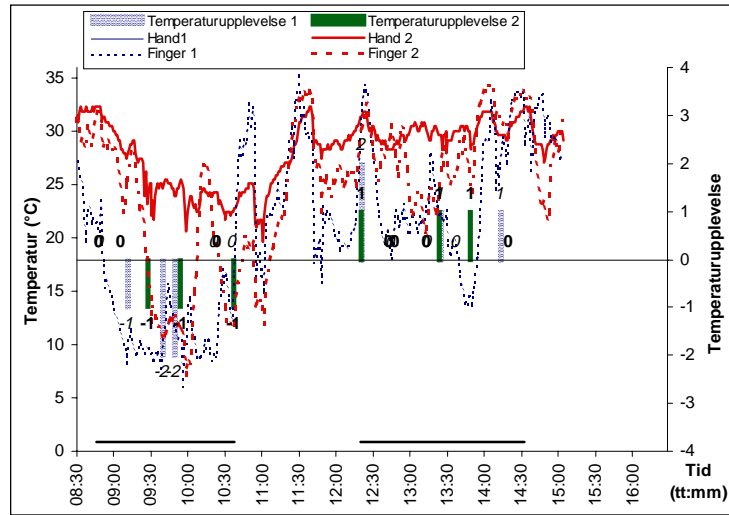


**Figur 4.** Kind- och lufttemperaturer (linjer) och temperaturupplevelse (staplar) i ansiktet hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.

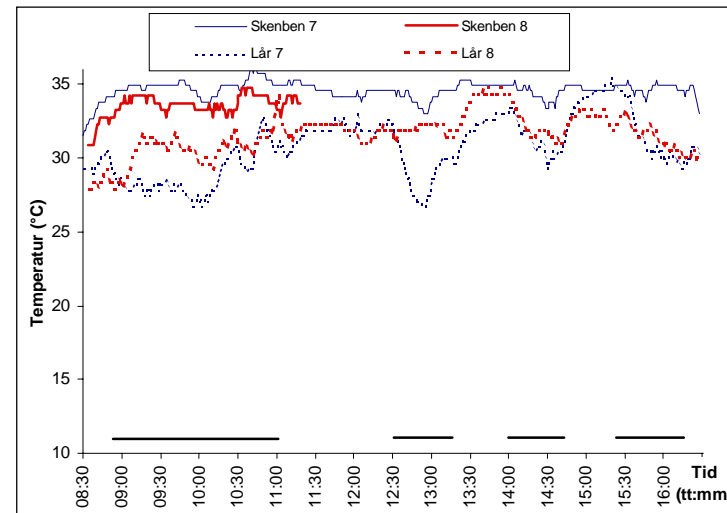
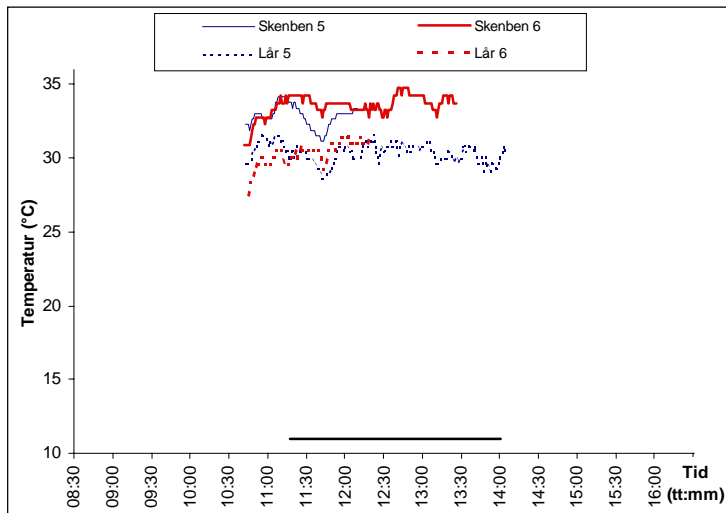
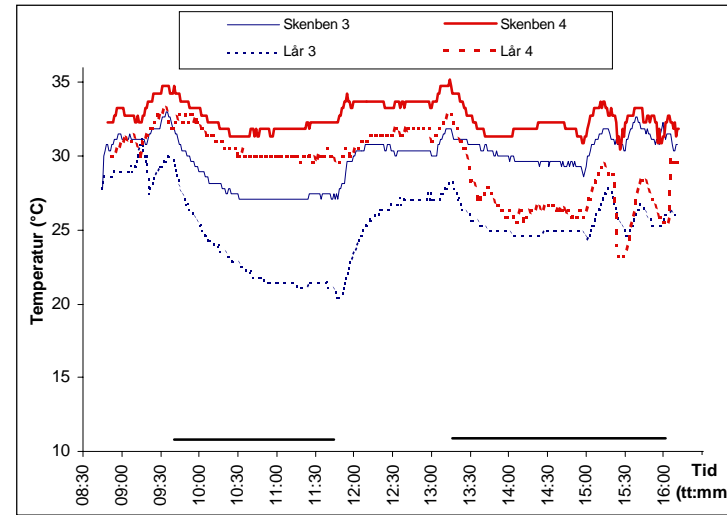
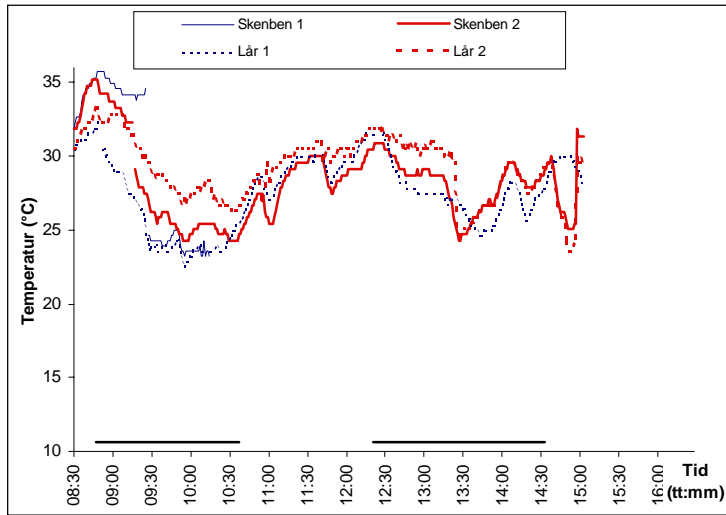




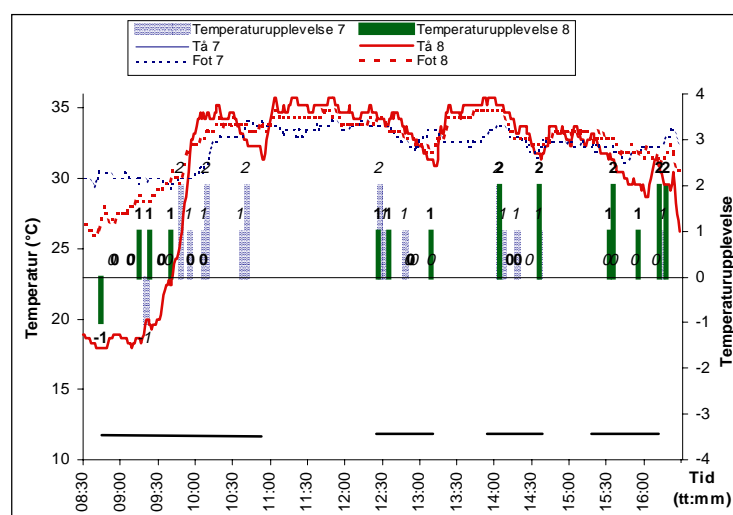
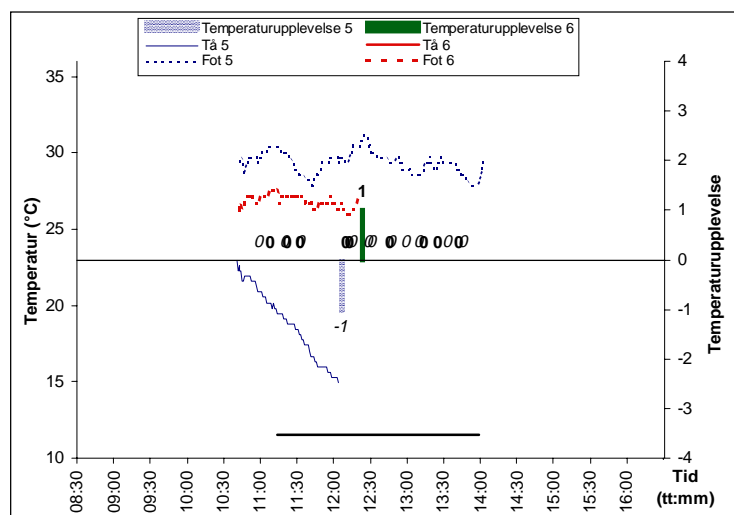
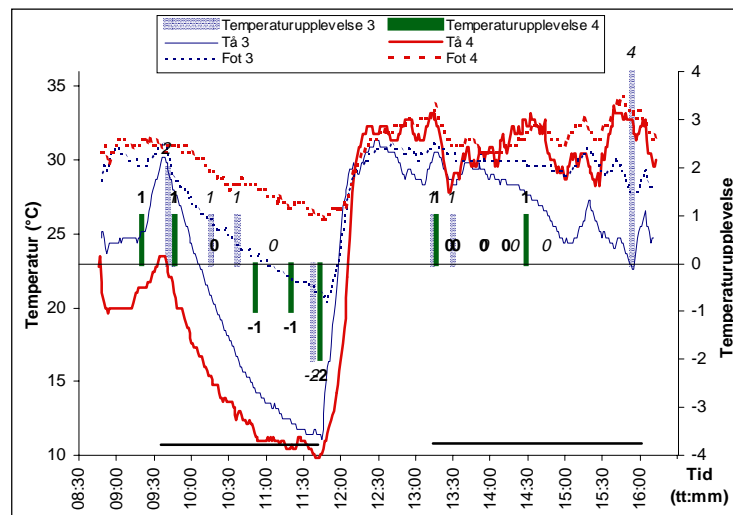
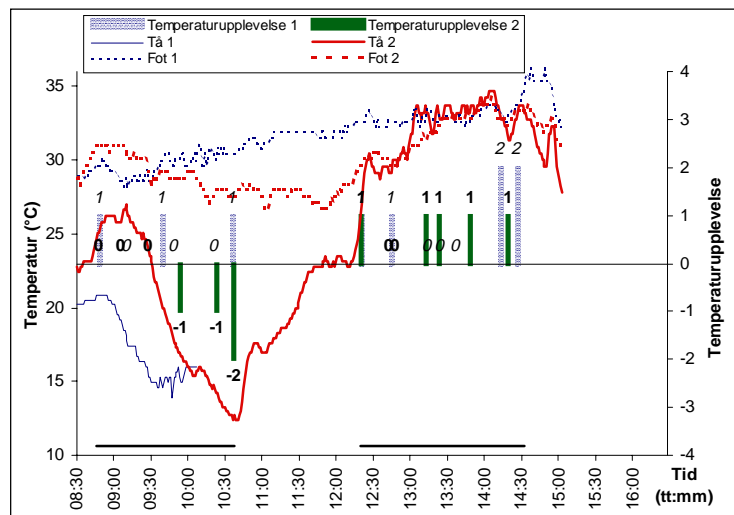
**Figur 5.** Underarm- och brösttemperaturer hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.



**Figur 6.** Hand- och fingertemperaturer (linjer) och temperaturupplevelse (staplar) i händer hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.



**Figur 7.** Skenben- och lärtemperaturer hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.



**Figur 8.** Tå- och fottemperaturer (linjer) och temperaturupplevelse (staplar) i fötter hos alla studiepersoner (1-8). Tjocka linjer vid tidsaxeln visar arbetsperioder i kyla.

vilken temperatur som upplevs som kall (Enander et al., 1979). Hur snabbt nedkylningen har gått påverkar också upplevelsen (Tanaka et al., 1985).

Hos de fyra som hade lägst isolation relativt den rekommenderade än övriga fyra var medelvärdena för hudtemperaturen och temperaturskattningarna lägre. Störst skillnad var det för fot- och fingertemperaturerna. Medel-hjärtfrekvensen och skattning av ansträngningen var samtidigt lägre för de som hade lägre isolation än rekommenderad (figur 2).

### **Fuktabsorption i kläderna och skorna**

Varierande mängder fukt, 7-156 g, undantaget overallen, absorberades i kläderna efter arbetsdagen. Overallen utsattes för snö, smuts och väta. Eftersom vi inte visste säkert varifrån viktökningen i overallen härrörde togs vikten inte med i beräkningen. En stor andel fukt av allt som absorberades, återfanns efter arbetsdagen i sockor och stövlar, totalt 6-94 g, vilket motsvarade att fukt och svett avdunstade från fötterna och ansamlades med en hastighet av 2-13 g/tim. Undertröjan, som oftast var av ullfrotté, absorberade också en ganska stor andel av fukten som stannat i skiktet, totalt 0-27 g. Svett som produceras i samband med tyngre moment vid mastarbete, framför allt klättring och lyft, ansamlas i kläderna och avdunstar. Då arbetsmoment med liten arbetstyngd tar vid, sker en snabb nedkylning på grund av svettavdunstning från kroppen, vilket upplevs som obehagligt. Eftersom säkerhetssele alltid krävs vid mastarbete, är möjligheterna inte så stora för att ändra i klädseln, t ex ta av eller öppna/stänga överdelen på overallen.

# Slutsatser

Kylan och vinden upplevdes som ett problem. Kyleffekten enligt WCI var under mät dagarna -2 - -19 °C. Vid kallare lufttemperaturer och högre vindhastigheter som ofta förekommer i norra Sverige vintertid är sannolikt problemen med nedkylning ändå större än under de aktuella mät dagarna.

Det största problemet med arbetskläderna i kylan var händerna och handskarna. Låga temperaturer uppmättes på fingrar, framför allt, men även på tår. Trots att man inte upplevde att problemen var så stora under själva mät dagen, kan låga temperaturer i ett längre perspektiv komma att innebära problem i händer och fingrar pga. ofta förekommande låg blodcirkulation. Ett sådant presumtivt samband mellan exponering och skada behöver studeras.

Arbetskläderna och skorna ansågs isolera tillräckligt, med ett undantag. Enligt IREQ var isolationen inte tillräcklig för att bibehålla termisk neutralitet hos fyra av mastarbetarna. Den inre kroppstemperaturen bibehölls på normala nivåer, men kroppen upplevdes ändå som något kall när temperaturen i perifera kroppsdelar minskade.

Den relativt höga arbetstyngden vid mastarbete kräver god hälsa, relativt hög syreupptagningsförmåga och muskelstyrka.

# Rekommendationer

I master där det finns s.k. masthus bör dessa vara uppvärmda. Uppvärmningsmöjligheter bör i andra fall finnas lätt tillgängliga. Varmluftsfäkt eller strålningselement kan användas för att uppvärmningen av kalla kroppsdelar ska bli effektiv. I master utan masthus kan förslagsvis värmepåsar användas lokalt, dels för förebyggande av nedkylning, dels för lokal uppvärmning.

Mer information bör ges till mastarbetarna om vilket isolationsbehov som föreligger under de rådande klimatbetingelserna och vilka kläder som uppfyller detta.

För att undvika stor fuktansamling i arbetsoverallen i samband med klättring och annan tung fysiska aktivitet skulle möjligheterna att ventilerat överdelen förbättras.

Handskarna behöver förbättras, både gällande passform, design, isolation, skydd mot skador och smidighet.

För att minska risken att fötterna kyls ner genom avdunstning av svett från fötterna, rekommenderas att skor och stövlar tas av vid varje rast inomhus. Elektriska skotorkar kan användas för att snabbare få bort fukten ur skorna. Materialet i skorna bör väljas med omsorg för att vara smidigt även i kyla. Sulmaterialet får inte heller bli stelt i kyla utan måste ge god friktion mot mastkonstruktionen, snö och is.

För att förebygga riskerna för överbelastning av hjärtat, är det viktigt att den fysiska kapaciteten hos de anställda kontrolleras och följs upp regelbundet. En lägsta syreupptagningsförmåga på ca 35 ml/min·kg kroppsvikt är att rekommendera. Detta är genomsnittlig syreupptagningsförmåga för män 40-49 år och för kvinnor 20-29 år (Åstrand et al., 1973). Eftersom syreupptagningsförmågan normalt sjunker med åldern, bör den vara över genomsnittet vid rekrytering av unga mastarbetare.

Det kan vara lämpligt att upprätta hälsoprogram inom företaget med syfte att se till att personalens kondition och styrka upprätthålls och/eller förbättras i de fall behov finns. Vissa kroniska sjukdomar, särskilt sådana som förekommer i ökande frekvens i högre ålder, såsom diabetes och hjärt-kärlsjukdomar, kan innebära större risker för mastarbetare än för yrkesgrupper med lägre fysisk aktivitet i arbetet. Vid diabetes uppstår ofta cirkulationsstörningar i perifera kroppsdelar, vilket är olämpligt i samband med mastarbete i kyla. Personer med hjärt-kärlsjukdomar, såsom högt blodtryck och kärlkramp bör inte heller arbeta i så krävande miljöer som mastarbetet innebär.

# Sammanfattning

Désirée Gavhed, Kalev Kuklane, Ingvar Holmér. *Mastarbete i kyla*. Arbetslivsrapport 1999:22.

En fältstudie på åtta mastarbetare utfördes under februari i Svealand och Norrland. Mastarbetarnas aktiviteter observerades under en vanlig arbetsdag i masten och hudtemperaturen på sju ställen på kroppen, kroppstemperatur och hjärtfrekvens registrerades kontinuerligt. De fick också skatta sin temperaturupplevelse och ansträngningsgrad flera gånger under dagen. Lufttemperaturen varierade mellan -13 och 3 °C och vindhastigheten mellan 1 och 13 m/s. Arbetsuppgifterna bestod av underhåll, montering och byte av utrustning på masterna. Arbetstyngden varierade mycket under dagen från mycket lätt (stillastående) till mycket tungt (klättring med börda). Syreförbrukningen uppmättes under klättring till 15 - 38 ml/kg-min.

De flesta (sex av åtta) kände sig besvärade av kyla under dagen, fem även av vind. Fyra hade lägre isolation än rekommenderat enligt kylindexet IREQ. Sex angav att de var svettiga under någon del av dagen. Ansiktet, händerna och fötterna var de kroppsdelar som kändes kallast. Det berodde sannolikt främst på dålig isolation hos handskar och skor, kontakt med kalla ytor, vind och stundtals arbete mer eller mindre stillastående. Fingertemperaturen sjönk ner till 6-14 °C.

Lägsta uppmätta fottemperatur och tåtemperatur var 21 °C resp. 10 °C. Alla hade tåtemperaturer under 18 °C någon gång under dagen. Två av de åtta var inte nöjda med skyddsskorna. De ansågs stela i kyla respektive vara obekväma. Viktökningen i sockor och skor var 6-94 g, vilket motsvarade en avdunstningshastighet från fötterna på minst 2-13 g/tim. De övriga arbetskläderna som användes ansågs skydda tillräckligt mot kyla. En ökad flexibilitet hos overallen vore önskvärd för att släppa överskottsvärme.

För att minska risken att fötterna kyls ner genom avdunstning av svett från fötterna, rekommenderas att skor och stövlar tas av vid varje rast inomhus. Elektriska skotorkar kan användas för att snabbt få bort fukten ur skorna. Materialet i skorna bör vara smidigt även i kyla. Sulmaterialet får inte bli stelt i kyla utan måste ge god friktion mot mastkonstruktionen, snö och is.

Handskarna behöver förbättras, gällande passform, design, isolation, skydd mot skador och smidighet.

Uppvärmningsmöjligheter ska beredas. Masthus bör vara uppvärmda. Varmluftsflykt eller strålningselement kan användas för att effektivisera uppvärmning av kalla kroppsdelar. I master som saknar dessa möjligheter kan värmepåsar användas för att förebygga nedkylning eller för uppvärmning.

Slutligen visade studien att god syreupptagningsförmåga och god hälsa behövs vid mastarbete med hänsyn till att arbetet innebär klättring, då både kroppsmassan och tunga bördor ska förflyttas uppför maststegar och mastkonstruktioner. Även god muskelstyrka behövs vid lyft och firning av teknisk utrustning och verktyg.

*Nyckelord:* kyla, temperatur, hjärtfrekvens, syreupptagningsförmåga, vind, temperaturupplevelse, arbetstyngd, arbetskläder, handskar, skor



# Summary

Désirée Gavhed, Kalev Kuklane, Ingvar Holmér. *Work on masts in cold conditions*. Arbetslivsrapport 1999:22.

Eight tower operators were studied in February during their ordinary duties in masts in four regions of Sweden. The activities of the workers were observed during a full working day and the skin temperature at seven spots, body temperature and heart rate were measured continuously. They also rated their thermal sensation and perceived exertion at several occasions. The air temperature varied between -13 and 3 °C and the wind speed between 1 and 13 m/s. The tasks were maintenance, mounting and exchange of equipment on the masts. The workload varied much during the day from very light (standing) to very heavy (climbing with loads). The oxygen consumption, measured during climbing, was 15 - 38 ml/kg·min.

The majority (six out of eight) of mast workers were bothered by cold, five also by wind. Four had lower insulation than recommended according to the cold stress index IREQ. Six workers reported that they sweated during some part of the day. The face, the hands and the feet were reported as being the coldest body parts. This was probably mainly due to bad insulation in gloves and shoes, contact with cold surfaces, wind and periodically low physical activity. The finger temperature decreased to 6-14 °C.

The lowest foot and toe temperature measured was 21 °C and 10 °C, respectively. All workers had lower toe temperatures than 18 °C at some occasion. Two workers were unsatisfied with the safety shoes. They were considered cold and uncomfortable. The weight gain in the socks and shoes was 6-94 g, which corresponded to an evaporation rate of above 2-13 g/h. The other work clothes used were considered to protect enough from cold. An improved flexibility of the coverall is recommended to let out excess heat.

To reduce the risk of evaporative cooling of the feet, it is recommended that the footwear are detached at each break indoors. Electrical shoe heaters may be of good value to get rid of the accumulated moisture in the footwear. The shoe material should be flexible also in the cold. The sole material should not be stiff in the cold and give good friction against the mast construction snow and ice.

There is a need for ergonomic improvement of the work gloves, concerning fit, design, insulation, protection against injuries and flexibility.

Facilities for heating should be arranged. All mast huts should be heated. Hot air fans or radiators may be used for effective heating of cold body parts. In other conditions, heat bags can be used for cold prevention or heating.

Finally, the study showed a need for good oxygen uptake capacity and good health at mast work. Moreover, good muscle power is required at lifting and lowering of equipment and tools.

*Key words:* cold, temperature, heart rate, oxygen consumption, wind, thermal sensation, workload, clothing, gloves, shoes

# Referenser

- Belding HS & Hatch TF (1955) Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. *ASHRAE Journal Section, Heating, Piping & Air Conditioning*(8), 129-136.
- Borg G, Hassmén P & Lagerström M (1987) Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol*, 65, 679-685.
- Elnäs S, Hagberg D & Holmér I (1985) *Elektriskt uppvärmd modell för simulering av fotens värmebalans*. Arbete och Hälsa 1985:17: Arbetskyddsstyrelsen, 171-84 Solna.
- Enander A, Ljungberg A-S & Holmér I (1979) Effects of work in cold stores on man. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health.*, 5, 195-204.
- ENV-342. (1997). *Protective clothing against cold*. Brussels: Comité Européen de Normalisation.
- Gavhed D, Kuklane K, Karlsson E & Holmér I (1999) *A pilot study on work in the cold - questionnaire survey and field study (En pilotstudie om arbete i kyla - frågeundersökning och fältstudie)*. Arbetslivsrapport 1999:4, Solna: National Institute for Working Life.
- ISO-7243. (1989). *Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index*. Geneva: International Standards Organisation.
- ISO-9920. (1993). *Ergonomics - Estimation of the thermal characteristics of a clothing ensemble*. Geneva: International Standards Organisation.
- ISO/DIS-10551. (1993). *Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgements scales*. Geneva: International Standards Organisation.
- ISO/TR-11079. (1993). *Evaluation of cold environments - Determination of required clothing insulation (IREQ)* [Technical Report]. Geneva: International Standards Organisation.
- Siple PA & Passel CF (1945) Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proc American Philosophical Society*, 89(1), 177-199.
- Tanaka K, Yamazaki S, Ohnaka T, Harimura Y, Tochihara Y, Matsui J & Yoshida K (1985) Effects of feet cooling on pain, thermal sensation and cardiovascular responses. *J Sports Med*, 25, 32-39.
- Åstrand I (1990) *Arbetsfysiologi*. (4 ed.) . Stockholm: Norstedts Förlag.
- Åstrand I, Åstrand P-O, Hallböök I & Kilbom Å (1973) Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J. Appl. Physiol.*, 35, 646-654.