



Ettertrykk forbudt

			VARMETRANSPORT GJENNOM VINDUER	NBI Aa.201

Oktober 1976

UDK 697.133
UDK 69.028.2:691.6

0 GENERELT

- 01 Bladet inneholder tabeller over solinnstråling på klare dager gjennom forskjellig orienterte vinduer med ett-lag glass. Tabellene er satt opp for 60°, 64° og 68° nordlig bredde.

Bladet inneholder også diagrammer for transportert varme pr. måned og for perioden september–april gjennom forskjellig orienterte vinduer med to- og tre-lag glass med beliggenhet Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø.

- 02 Bladet er beregnet for arkitekter og rådgivende ingeniører som må foreta varmeteknisk vurdering av vinduer.

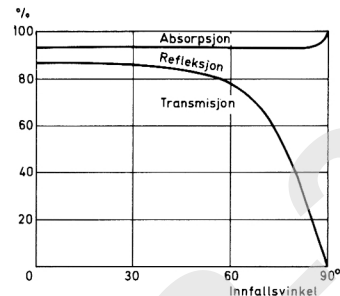


Fig. 11 a
Absorpsjons-, transmisjons- og refleksjonsfaktor m.h.t. solstråling som funksjon av innfallsvinkelen (ett-lag glass)

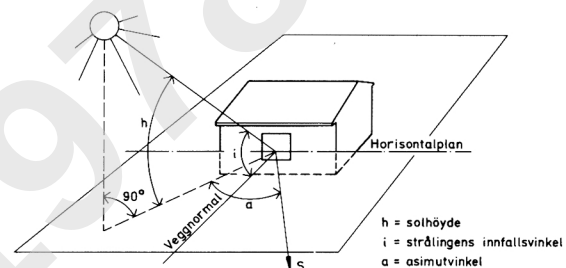


Fig. 11 b
Definisjon av solhøyde, asimutvinkel og solstrålingens innfallsvinkel til en flate

Tabell 12
Avskjermingsfaktorer for solinnstråling gjennom vinduer

Type solbeskyttelse	Vanlig glass		
	Ett-glass	To-glass	Tre-glass
Ingen beskyttelse	1,00	0,90	0,82
Gardiner, innvendige,			
beige bomull	0,49	0,43	0,47
hvit syntetfiber	0,73	0,67	0,63
mørk bomull	0,79	0,74	0,68
Markiser, utvendige, lyse	0,20	0,18	0,16
— — — — — mørke	0,25	0,22	0,20
Persienner, innvendige,			
lyse	0,55	0,53	0,48
middels	0,64	0,60	0,55
mørke	0,74	0,67	0,63
Persienner, mellom ytre glass,			
lyse		0,31	0,26
middels		0,33	0,29
mørke		0,37	0,35
Persienner, utvendige, lyse	0,16	0,15	0,13

Tabell 13
Solinnstråling ved skydekke i forhold til solinnstråling ved klar himmel

Skyhøyde		Lave skyer		Høye skyer	
Skydekkefaktor	Solhøyde	≤45°	>45°	≤45°	>45°
1/8		0,60	0,88	0,84	1,00
2/8		0,59	0,88	0,83	1,00
3/8		0,58	0,87	0,82	1,00
4/8		0,57	0,85	0,80	0,99
5/8		0,52	0,82	0,76	0,97
6/8		0,46	0,76	0,71	0,93
7/8		0,32	0,64	0,62	0,86
8/8		0,27	0,46	0,49	0,74

1 SOLSTRÅLING

- 11 Solstråling mot en flate består av direkte stråling fra sola og såkalt diffus stråling. Den diffuse stråling består delvis av stråling fra himmelhvelvingen (mest fra solas umiddelbare nærhet) og delvis av stråling reflektert fra omgivelsene (markrefleksjon).

All stråling mot et vindu slipper ikke igjennom. Noe vil reflekteres og noe vil absorberes i glasset. Fig. 11 a viser forholdene mellom transmittert, reflektert og absorbert stråling som funksjon av innfallsvinkel, se fig. 11 b, for ett-lag glass. Foruten den transmitterte strålingen vil også en del av den absorberte tilføres rommet.

Tabellene 11 a–c viser solinnstråling på klare dager gjennom forskjellig orienterte vertikale og horisontale vinduer med ett-lag glass. Vinduene har fri horisont. Tabellene angir også solhøyde og asimutvinkel, se fig. 11 b. De er satt opp for den 15. i hver måned, men kan brukes som gjennomsnittsverdier for månedene.

Tabellene 11 a–c, se side 2, 3 og 4.

- 12 Skal tabellene brukes for andre typer vinduer eller kombinasjoner av vindu og solavskjerming, må man multiplisere verdiene med såkalte avskjermingsfaktorer. Tabell 12 angir avskjermingsfaktorer for noen vanlige kombinasjoner.

- 13 Tabellene 11 a–c gjelder for klare dager. For dager med skyer må man multiplisere strålingsverdiene med korreksjonsfaktorer som angitt i tabell 13. Denne viser korreksjonsfaktorer som funksjon av skydekkefaktoren i 1/8 intervaller (8/8 er helt overskyet). Tabellen skiller dessuten mellom høye og lave skyer og solhøyde større eller mindre enn 45°.

14 Tabellene 11 a–c kan også med tilstrekkelig nøyaktighet brukes til å bestemme solstråling mot utvendige tak og vegger. Strålingsverdiene multipliseres da med 1,15.

15 Eksempel:

Solinstråling gjennom et vestvendt vindu med tre-lag glass:

Breddegrad: 60°N

Tid: 15. mars kl. 0900 og kl. 1400

Skydekke: 3/8, lave skyer

Tabell 11 a gir 53 W/m² (solhøyde 18°) for klar himmel kl. 0900 og 416 W/m² (solhøyde 22,8°) for kl. 1400. For tidspunkter etter kl. 1200 benyttes kolonnen merket EM helt til høyre i tabellen og himmelretningene nederst på siden. Disse verdiene må korrigeres for skydekke og for vindustype. Tabell 13 gir en faktor på 0,58 for 3/8 lavt skydekke og solhøyde mindre enn 45°.

Tabell 12 gir en avskjermingsfaktor på 0,82 for tre-lag glass uten solavskjerming.

Solinstrålingen kl. 0900 blir da $0,58 \cdot 0,82 \cdot 53 = 25 \text{ W/m}^2$ og kl. 1400 $0,58 \cdot 0,82 \cdot 416 = 198 \text{ W/m}^2$.

Tabell 11 a SOLINNSTRÅLING PÅ KLARE DAGER GJENNOM ETT-LAG GLASS

Breddegrad: 60° N				Solens stilling		Solvarme (W/m²) gjennom ett-lag glass orientert mot:										KL EM							
Måned	KL FM	høyde	asimut	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	HOR.	KI										
Jan.	15	9	1,2	41,4	1	1	7	11	8	1	1	1	1	15									
		10	5,5	28,0	20	20	173	367	339	98	20	20	40	14									
		11	8,2	14,1	30	30	112	461	521	268	30	30	71	13									
		12	9,1	0	33	33	38	404	573	404	38	33	83	12									
Halvdags sum					67	67	308	1037	1151	569	69	67	154										
Feb.	15	8	2,6	57,5	6	21	99	114	61	6	6	6	10	16									
		9	8,4	44,1	31	35	375	540	387	36	31	31	73	15									
		10	12,9	29,9	43	43	332	659	591	156	43	43	136	14									
		11	15,8	15,2	50	50	170	636	708	356	50	50	182	13									
Halvdags sum					52	52	58	525	745	525	58	52	198	12									
Mars	15	7	4,9	75,5	153	167	975	2177	2101	814	156	153	497										
		8	11,8	62,1	16	149	293	260	64	16	16	16	30	17									
		9	18,0	47,9	39	166	559	605	287	39	39	39	115	16									
		10	22,8	32,8	53	65	548	738	494	58	53	53	214	15									
Apr.	15	11	15,8	15,2	62	64	416	759	651	149	62	62	298	14									
		12	27,0	0	67	67	209	690	752	364	67	67	352	13									
					69	69	76	555	786	555	76	69	371	12									
		Halvdags sum					268	519	2013	3286	2629	901	271	268	1190								
May	15	5	2	107,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19									
		6	7,6	94,4	35	322	423	274	26	24	24	24	54	18									
		7	15,1	81,4	46	388	654	532	89	44	44	44	156	17									
		8	22,3	67,7	59	273	688	696	259	59	59	59	278	16									
Jun.	15	9	28,8	52,9	70	70	111	607	754	459	73	70	388	15									
		10	34,1	36,6	78	81	448	743	604	121	78	78	471	14									
		11	37,6	18,8	82	82	229	661	696	318	82	82	522	13									
		12	38,8	0	84	84	91	518	728	518	91	84	540	12									
Halvdags sum					411	1300	3094	3909	2507	897	401	398	2138										
Jul.	15	4	1,2	124,3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	20									
		5	7,8	111,5	135	366	371	149	22	22	22	22	51	19									
		6	15,0	98,9	87	508	621	367	44	42	42	42	148	18									
		7	22,5	86,0	61	471	718	542	73	57	57	57	272	17									
Aug.	15	8	29,9	72,3	69	333	706	658	212	69	69	69	395	16									
		9	36,7	57,2	80	154	610	708	390	82	80	80	498	15									
		10	42,3	40,1	87	92	447	689	532	105	87	87	576	14									
		11	46,1	20,9	92	92	232	605	619	266	92	92	625	13									
Halvdags sum					658	2063	3757	3948	2217	874	499	495	2887										
Sept.	15	4	5,0	126,1	121	206	169	26	11	11	11	11	21	20									
		5	11,5	113,6	198	487	479	177	32	32	32	32	93	19									
		6	18,6	101,2	116	555	656	368	50	48	48	48	202	18									
		7	25,1	88,5	68	498	724	525	70	62	62	62	327	17									
Oct.	15	8	33,5	74,8	74	357	700	630	181	74	74	74	446	16									
		9	40,4	59,7	84	175	602	673	348	85	84	84	545	15									
		10	46,2	42,2	91	97	440	652	487	102	91	91	620	14									
		11	50,2	22,1	95	95	230	569	573	238	95	95	667	13									
Halvdags sum					97	97	104	426	602	426	104	97	684	12									
Nov.	15	4	3,7	125,5	888	2508	4044	3832	2052	864	548	545	3260										
		5	10,3	112,9	65	112	93	15	6	6	6	6	11	20									
		6	17,4	100,4	173	439	437	166	28	28	28	28	75	19									
		7	24,9	87,6	104	532	636	363	47	45	45	45	180	18									
Dec.	15	8	32,3	74,0	65	484	715	526	70	60	60	60	305	17									
		9	39,1	58,8	72	346	697	634	190	72	72	72	425	16									
		10	44,9	41,5	82	166	601	680	360	84	82	82	525	15									
		11	48,8	21,6	89	95	440	660	499	102	89	89	601	14									
Halvdags sum					93	93	229	578	585	245	93	93	649	13									
Jan.	15	12	50,2	0	95	95	102	435	614	435	102	95	665	12									
					778	2294	3881	3837	2090	858	524	521	3101										
					44	134	140	60	7	7	7	7	14	19									
					56	408	518	321	34	32	32	32	92	18									
Feb.	15	5	11,4	96,7	52	419	670	525	77	49	49	49	206	17									
		6	18,9	83,7	63	297	683	659	235	63	63	63	329	16									
		7	26,1	69,9	73	129	598	718	418	76	73	73	436	15									
		8	32,8	55,0	81	85	441	705	559	110	81	81	516	14									
Mar.	15	9	39,1	58,8	86	86	227	624	648	287	86	86	586	13									
		10	44,9	41,5	87	87	94	483	679	483	94	87	582	12									
		11	48,8	21,6																			
		12	50,2	0																			
Halvdags sum					489	1574	3295	3841	2317	864	436	432	2447										
Apr.	15	6	1,9	91,1	1	15	21	15	1	1	1	1	2	18									
		7	9,3	78,0	28	260	475	407	85	28	28	28	71	17									
		8	16,4	64,4	46	206	604	632	278	46	46	46	174	16									
		9	22,7	50,0	58	80	561	731	470	63	58	58	280	15									
May	15	10	27,7	34,4	67	69	422	738	620	133	67	67	366	14									
		11	31,0	17,6	72	72	214	666	715	339	72	72	419	13									
		12	32,2	0	74	74	81	530	748	530	81	74	437	12									
		Halvdags sum					309	734	2330	3449	2543	874	313	309	1530								
Jun.	15	8	6,3	59,3	20	80	327	368	188	20	20	20	43	16									
		9	12,2	45,6	39	44	443	622	434	44	39	39	117	15									
		10	16,9	31,1	49	49	360	691	609	152	49	49	191	14									
		11	19,8	15,8	55	55	183	649	716	356	55	55	241	13									
Halvdags sum					57	57	64	530	751	530	64	57	259	12									
Jul.	15	9	3,7	42,3	191	254	1332	2580	2316	835	195	191	720										
		10	8,0	28,6	10	12	139	207	153	14	10	10	19	15									
		11	10,8	14,5	28	28	235	487	445	125	28	28	86	14									
		12	11,7	0	37	37	132	527	592	303	37	37	102	13									
Aug.	15	9	3,7	42,3	39	39	44	449	636	449	44	39	115	12									
					93	94	505	1411	1483	663	96	93	241										
					12	12	108	233	216	64	12	12	23	14									
					24	24	90	380	430	223	24	24	51	13									
Sept.	15	10	3,9	27,6	27	27	31	346	491	346	31	27	61	12									
		11	6,6	13,9																			
		12	7,5	0																			
		Halvdags sum					49	49	210	778	885	458	51	49	104								
														N	NV	V	SV	S	SO	Ø	NØ	HOR.	EM

2 VARMETAP

- 21 Når utetemperatur og innetemperatur er forskjellige, vil det skje en varmetransport (Q_t) gjennom vinduet som er proporsjonal med temperaturforskjellen ($t_i - t_u$), vindusflaten (A) og vinduets k -verdi (k = varme-gjennomgangskoeffisient)

$$Q_t = k \cdot A \cdot (t_i - t_u)$$

Tabell 21 angir k -verdier for vinduer med ett-, to- og tre-lag glass med forskjellige glassavstander. k -verdiene gjelder for selve glassarealet. Ramme og karm er ikke medregnet.

Tabell 21

Varmegjennomgangskoeffisient (k) for forskjellige vindustyper

Vindustype	k -verdi for vinduets glassareal $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
Enkelt glass	5,80
To glass, glassavstand 4 mm	3,60
To glass, glassavstand 12 mm	2,90
To glass, glassavstand 20 mm og mer	2,80
Tre glass, glassavstand 4 mm	2,55
Tre glass, glassavstand 12 mm	2,00
Tre glass, glassavstand 20 mm og mer	1,80

Tabell 11 b SOLINNSTRÅLING PÅ KLARE DAGER GJENNOM ETT-LAG GLASS

Breddegrad: 64°N		Solens stilling		Solvarme (W/m^2) gjennom ett-lag glass orientert mot:										KI EM
Måned	KI FM	høyde	asimut	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	HOR.		
Jan.	15	10	2,0	27,9	3	3	27	58	54	15	3	3	5	14
		11	4,3	14,0	15	15	59	248	281	145	15	15	29	13
		12	5,1	0	18	18	21	249	354	249	21	18	36	12
Halvdags sum				26	26	90	418	499	281	27	26	50		
Feb.	15	8	4	57,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
		9	5,5	43,7	20	23	261	379	273	24	20	20	40	15
		10	9,4	29,6	34	34	280	563	508	135	34	34	86	14
		11	11,9	14,9	41	41	148	571	637	322	41	41	121	13
		12	12,8	0	43	43	48	478	677	478	48	43	134	12
Halvdags sum				116	118	713	1751	1757	720	118	116	314		
Mars	15	7	3,8	75,2	11	105	209	187	47	11	11	20		17
		8	9,9	61,4	34	143	505	552	267	34	34	89		16
		9	15,3	47,1	47	56	513	702	477	52	47	168		15
		10	19,4	32,0	56	56	394	735	639	152	56	239		14
		11	22,1	16,2	61	61	197	677	742	364	61	286		13
		12	23,0	0	62	62	69	548	777	548	69	62	302	12
Halvdags sum				237	430	1811	3089	2551	885	240	237	949		
Apr.	15	5	1,4	107,3	2	7	8	4	0	0	0	0	1	19
		6	7,9	93,9	34	330	438	287	27	24	24	57		18
		7	14,4	80,3	45	371	640	529	96	43	43	146		17
		8	20,7	66,2	56	250	670	683	283	56	56	251		16
		9	26,3	51,2	66	96	591	755	474	70	66	347		15
		10	30,8	35,1	73	76	748	748	621	131	73	421		14
		11	33,8	17,9	77	77	220	670	716	336	77	466		13
		12	34,8	0	79	79	86	531	748	531	86	79	482	12
Halvdags sum				391	1243	3043	3940	2591	925	381	378	1929		
Mai	15	4	3,5	124,1	63	112	94	17	6	6	6	10		20
		5	9,3	111,0	153	424	434	178	27	27	27	68		19
		6	15,6	97,8	81	509	634	383	46	43	43	157		18
		7	22,2	84,4	60	454	714	554	81	56	56	267		17
		8	28,6	70,2	67	306	697	670	238	67	67	374		16
		9	34,4	54,9	76	131	601	722	421	79	76	466		15
		10	39,2	38,0	83	439	706	563	114	83	83	534		14
		11	42,3	19,5	87	87	225	625	652	292	87	577		13
		12	43,4	0	88	88	96	486	682	486	96	88	591	12
Halvdags sum				704	2136	3870	4096	2374	926	492	489	2747		
Juni	15	3	2,5	138,9	30	40	26	2	2	2	3	3		21
		4	7,4	125,7	203	347	286	47	19	19	20	43		20
		5	13,1	112,8	207	525	523	200	36	36	36	115		19
		6	19,4	99,9	106	553	667	386	52	50	50	214		18
		7	25,9	85,5	67	479	722	541	76	62	62	324		17
		8	32,4	72,4	72	328	694	647	209	72	72	428		16
		9	38,3	56,9	81	149	594	692	385	83	81	516		15
		10	43,2	39,6	87	92	433	674	525	107	87	582		14
		11	46,5	20,4	91	91	224	594	611	266	91	623		13
		12	47,7	0	92	92	100	455	640	455	100	92	637	12
Halvdags sum				984	2644	4214	4011	2235	925	550	548	3166		
Juli	15	3	1,1	138,4	1	1	0	0	0	0	0	0		21
		4	6,0	125,2	153	265	220	37	14	14	15	30		20
		5	11,8	112,2	185	484	486	191	32	32	32	95		19
		6	18,1	99,2	95	531	648	381	49	47	47	191		18
		7	24,7	85,8	64	466	540	76	59	59	59	301		17
		8	31,1	71,6	70	318	689	649	217	70	70	406		16
		9	37,0	56,2	79	141	592	697	395	81	79	495		15
		10	41,8	39,0	85	90	432	680	534	108	85	562		14
		11	45,1	20,1	89	89	223	601	621	273	89	603		13
		12	46,2	0	90	90	98	463	651	463	98	90	618	12
Halvdags sum				865	2430	4051	4008	2264	916	524	521	2992		
Aug.	15	5	5,4	109,1	70	216	227	99	12	12	12	25		19
		6	11,8	95,8	53	414	532	335	35	33	33	98		18
		7	18,4	82,3	51	403	662	530	85	48	48	198		17
		8	24,7	68,2	60	272	670	663	255	60	60	305		16
		9	30,4	53,0	69	110	585	440	73	69	69	399		15
		10	35,1	36,5	76	80	430	715	583	119	76	470		14
		11	38,1	18,7	81	81	220	638	673	309	81	514		13
		12	39,2	0	82	82	89	501	704	501	89	82	529	12
Halvdags sum				499	1607	3360	3952	2437	904	424	421	2272		
Sept.	15	6	2,0	90,9	1	18	25	17	1	1	1	2		18
		7	8,5	77,4	25	236	438	379	82	25	25	61		17
		8	14,7	63,4	42	184	571	606	275	42	42	146		16
		9	20,1	48,8	53	69	536	713	469	58	53	236		15
		10	24,4	34,3	61	404	631	727	620	139	61	310		14
		11	27,2	16,9	66	66	203	662	718	346	66	357		13
		12	28,2	0	68	68	74	532	752	532	74	68	373	12
Halvdags sum				283	663	2206	3364	2541	878	286	283	1297		
Okt.	15	8	4,2	59,0	12	46	197	223	115	12	12	22		16
		9	9,4	45,0	31	35	376	533	375	35	31	79		15
		10	13,4	30,5	42	42	324	631	562	143	42	136		14
		11	16,0	15,4	47	166	47	608	674	337	47	176		13
		12	16,9	0	49	49	55	501	710	501	55	49	191	12
Halvdags sum				155	189	1062	2213	2065	776	158	155	505		
Nov.	15	9	7	42,2	0	0	0	0	0	0	0	0		15
		10	4,5	28,4	14	14	129	271	249	70	14	27		14
		11	6,9	14,3	24	24	94	386	435	223	24	53		13
		12	7,7	0	27	27	31	346	490	346	31	27	63	12
Halvdags sum				52	52	240	830	929	466	54	52	112		
Des.	15	10	4	27,5	0	0	0	0	0	0	0	0		14
		11	2,7	13,8	6	6	24	106	120	62	6	11		13
		12	3,5	0	10	10	12	142	201	142	10	18		12
Halvdags sum				11	11	30	176	220	133	12	11	20		
				N	NV	V	SV	S	SØ	Ø	NØ	HOR.	EM	

3 RESULTERENDE VARMETRANSPORT

31 Resulterende varmetransport (Q_n) gjennom en vindusflate vil være differansen mellom solinnstrålingen (Q_s) og varmetapet (Q_t):

$$Q_n = Q_s - Q_t$$

Positive verdier for Q_n vil angi varmetilskudd, negative vil angi varmetap.

32 For å kunne beregne resulterende varmetransport gjennom en vindusflate i en gitt periode, må man vite hvordan utetemperatur og skydekke har variert i perioden. Hvis man f.eks. for det aktuelle stedet har tilgjengelige verdier på timebasis for utetemperatur

og skydekke, kan Q_n beregnes for hver time i perioden og deretter summeres:

1 Q_s beregnes som følger:

Solstråling for klar himmel finnes i tabellene 11 a–c. Hvis sola skygges av horisonten eller omkringliggende bygninger, brukes tabellverdi for en himmelretning som ligger 90° dreid fra den aktuelle retning (dette for å få med bare diffusstråling). Eventuelle korreksjoner for skydekke og vindustype foretas som vist i pkt. 15. Q_s er nå funnet.

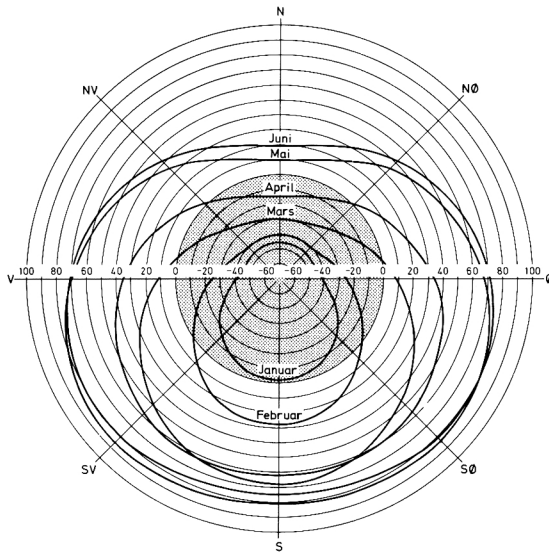
2 Q_t beregnes som vist i pkt. 21.

3 Q_n beregnes som vist i pkt. 31.

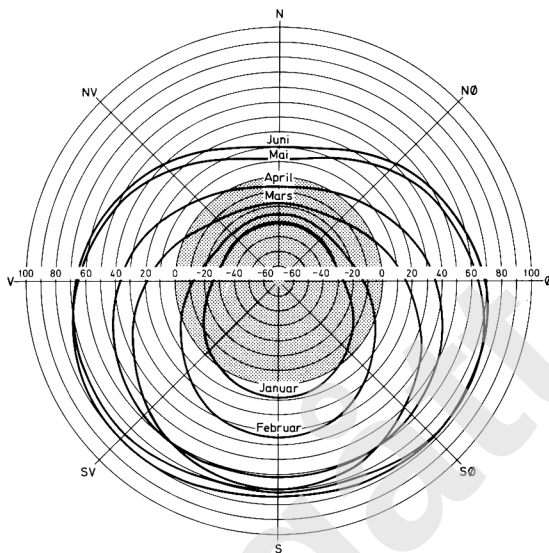
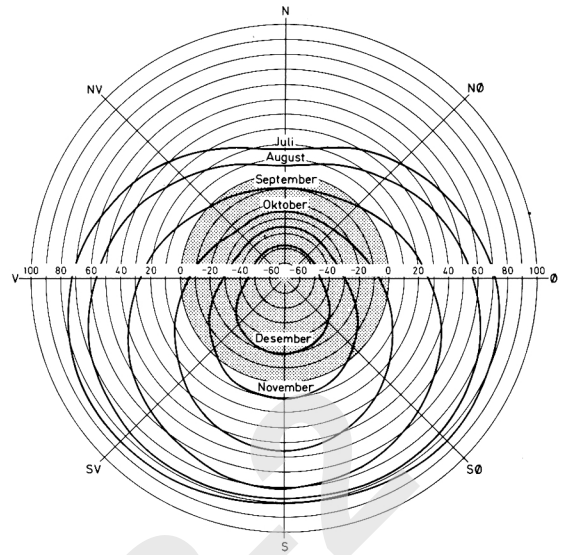
4 Q_n adderes til summen av de tidligere beregnede verdier.

Tabell 11 c SOLINNSTRÅLING PÅ KLARE DAGER GJENNOM ETT-LAG GLASS

Breddegrad: 68° N		Solens stilling			Solvarme (W/m²) gjennom ett-lag glass orientert mot:										Kl EM
Måned	Kl FM	høyde	asimut		N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	HOR.		
Jan.	15	11	4	14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
		12	1.1	0	0	0	0	5	0	7	5	0	0	1	12
Halvdags sum					0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	
Feb.	15	9	2.6	43.5	6	7	82	119	86	7	6	6	10	15	
		10	5.9	29.3	22	22	194	395	358	96	22	22	45	14	
		11	8.0	14.7	49	29	115	455	510	258	29	29	89	13	
		12	8.8	0	32	32	36	392	556	392	36	32	78	12	
Halvdags sum					72	72	394	1143	1216	556	74	72	161		
Mars	15	7	2.8	75.0	6	58	116	104	26	6	6	6	11	17	
		8	8.0	60.9	28	118	434	478	234	28	28	28	65	16	
		9	12.5	46.3	41	47	468	648	446	45	41	41	126	15	
		10	16.0	31.3	49	49	365	696	611	149	49	49	181	14	
		11	18.3	15.8	53	53	182	649	716	355	53	53	219	13	
		12	19.0	0	55	55	61	529	750	529	61	55	232	12	
Halvdags sum					202	339	1568	2814	2402	846	205	202	714		
April	15	5	2.6	107.1	19	66	71	33	4	4	4	4	6	19	
		6	8.1	93.3	34	336	450	298	28	25	25	25	60	18	
		7	13.7	79.3	43	353	624	524	102	41	41	41	135	17	
		8	19.1	64.9	43	227	650	675	293	52	52	52	222	16	
		9	23.8	49.8	61	82	573	749	484	66	61	61	303	15	
		10	27.5	33.9	68	70	421	747	631	140	68	68	367	14	
		11	29.9	17.2	71	71	211	672	727	348	71	71	406	13	
		12	30.8	0	73	73	80	538	760	538	80	73	420	12	
Halvdags sum					379	1226	3022	3958	2647	944	361	358	1709		
Mai	15	3	1.4	137.6	4	5	3	0	0	0	0	0	0	21	
		4	5.7	123.9	150	270	228	43	14	14	14	15	29	20	
		5	10.7	110.3	165	470	485	205	31	31	31	31	85	19	
		6	16.1	96.7	74	508	644	399	47	44	44	44	165	18	
		7	21.7	82.8	59	436	709	564	91	56	56	56	259	17	
		8	27.2	68.2	65	280	686	679	262	65	65	65	351	16	
		9	32.1	52.7	73	111	589	732	447	76	73	73	429	15	
		10	36.0	36.1	79	82	719	718	589	124	79	79	489	14	
		11	38.5	18.4	82	82	218	640	679	314	82	82	525	13	
		12	39.4	0	83	83	90	505	710	505	90	83	538	12	
Halvdags sum					791	2284	4036	4234	2515	977	489	486	2603		
Juni	15	1	3	166.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
		2	2.3	152.3	28	30	14	2	2	2	2	8	3	22	
		3	5.5	138.7	181	241	159	14	13	13	13	18	26	21	
		4	9.7	125.3	261	451	374	65	27	27	27	28	69	20	
		5	14.6	111.9	211	554	559	223	40	40	40	40	137	19	
		6	20.0	98.5	95	549	677	405	54	51	51	51	224	18	
		7	25.6	84.6	65	460	719	556	85	61	61	61	319	17	
		8	31.1	70.0	70	300	686	661	237	70	70	70	408	16	
		9	36.0	54.4	78	126	585	708	418	81	78	78	483	15	
		10	40.1	37.4	83	87	424	692	557	117	83	83	540	14	
		11	42.7	19.1	87	87	218	614	644	292	87	87	575	13	
		12	43.7	0	88	88	95	479	673	479	95	88	588	12	
Halvdags sum					1203	2929	4462	4179	2412	992	558	568	3079		
Juli	15	2	9	152.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
		3	4.1	138.3	106	142	94	8	7	7	7	10	14	21	
		4	8.3	124.8	221	387	323	58	22	22	22	23	53	20	
		5	13.3	111.4	192	518	527	215	36	36	36	36	116	19	
		6	18.7	97.9	86	528	658	398	51	48	48	48	201	18	
		7	24.3	84.0	62	447	708	553	86	59	59	59	295	17	
		8	29.8	69.4	68	290	680	661	243	68	68	68	385	16	
		9	34.7	53.8	75	120	582	711	425	79	75	75	461	15	
		10	38.7	36.9	81	85	423	696	584	118	81	81	519	14	
		11	41.3	18.9	84	84	217	619	651	297	84	84	555	13	
		12	42.2	0	86	86	93	485	681	485	93	86	567	12	
Halvdags sum					1019	2644	4257	4160	2426	976	527	527	2882		
Aug.	15	4	1.6	122.5	4	8	7	1	0	0	0	0	1	20	
		5	6.7	108.7	92	288	304	135	17	17	17	17	37	19	
		6	12.2	95.0	51	417	543	349	37	34	34	34	103	18	
		7	17.8	81.0	49	385	652	533	94	47	47	47	189	17	
		8	23.2	66.5	57	248	654	664	272	57	57	57	279	16	
		9	28.0	51.2	66	94	570	727	457	69	66	66	359	15	
		10	31.8	34.9	72	74	418	720	600	129	72	72	421	14	
		11	34.3	17.8	75	75	211	646	691	326	75	75	459	13	
		12	35.2	0	77	77	83	513	723	513	83	77	472	12	
Halvdags sum					503	1626	3399	4031	2530	936	410	406	2083		
Sept.	15	6	2.0	90.8	2	20	28	19	2	1	1	1	2	18	
		7	7.6	76.8	22	209	395	345	78	22	22	22	51	17	
		8	12.8	62.6	38	162	531	571	266	38	38	38	119	16	
		9	17.4	47.8	48	59	505	683	458	53	48	48	191	15	
		10	21.1	32.4	55	55	382	706	610	142	55	55	252	14	
		11	23.4	16.4	60	60	191	647	708	346	60	60	292	13	
		12	24.2	0	61	61	67	524	742	524	67	61	305	12	
Halvdags sum					255	589	2057	3226	2492	864	258	254	1059		
Okt.	15	8	2.2	58.8	3	10	45	51	26	3	3	3	4	16	
		9	6.6	44.6	21	24	277	396	281	25	21	21	46	15	
		10	10.0	30.1	33	33	271	537	481	124	33	33	86	14	
		11	12.1	15.1	38	38	142	539	600	302	38	38	116	13	
		12	12.9	0	40	40	46	450	638	450	46	40	127	12	
Halvdags sum					114	123	746	1733	1699	677	117	114	315		
Nov.	15	10	1.0	28.3	0	0	1	2	2	1	0	0	0	14	
		11	3.0	14.2	7	7	30	126	142	72	7	7	13	13	
		12	3.7	0	11	11	12	149	212	149	12	11	20	12	
Halvdags sum					12	12	37	202	249	147	13	12	23		
					N	NV	V	SV	S	SØ	Ø	NØ	HOR.	EM	



To glass

Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

Tre glass

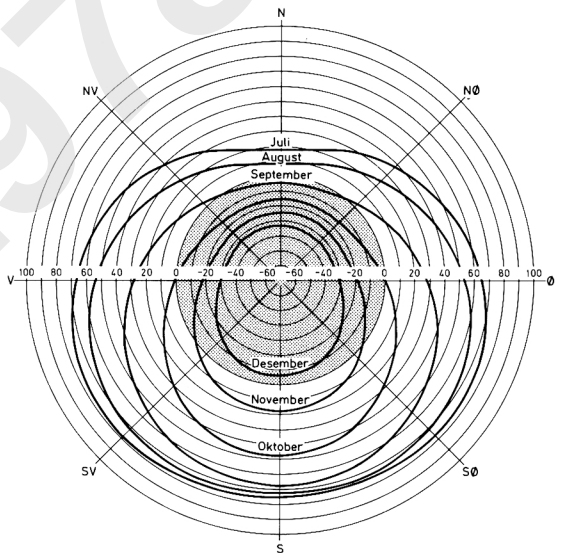
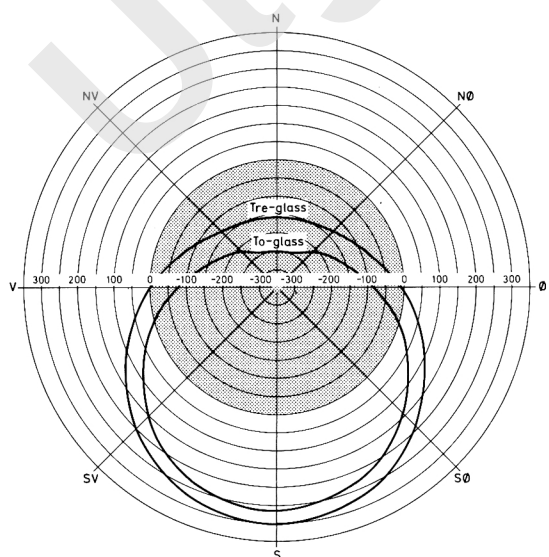
Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

Fig. 321

Oslo. Transportert varme pr. måned og for perioden september – april for vinduer med to- og tre-lag glass

Transportert varme for perioden september – april (kWh/m² periode)

Figurene 321–324 viser resulterende varmetransport pr. måned, og for perioden f.o.m. september t.o.m. april for forskjellig orienterte vinduer med to- og tre-lag glass. Figurene viser verdier for utetemperatur og skydekke er fra 1964 for Oslo og Trondheim, fra 1957 for Bergen og fra 1974 for Tromsø. Årene er valgt slik at de temperaturmessig er typiske for stedene. Horisontavskjermingen tilsvarer naturlig horisont for stedenes meteorologiske stasjoner. Det er ikke tatt hensyn til skygge fra nærliggende bygninger.

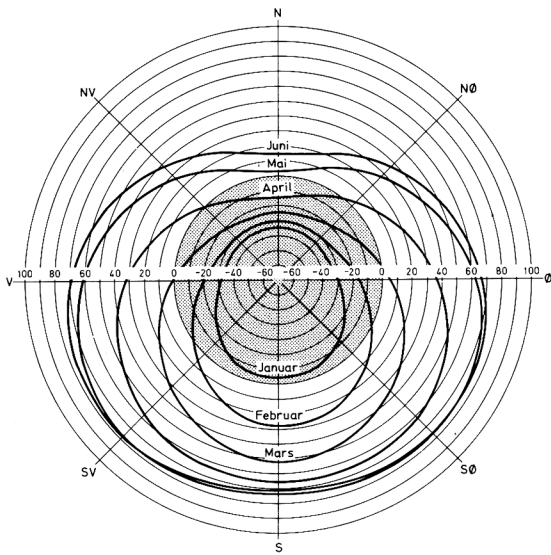
33 Eksempler

331 Hvordan virker forskjellig orientering av vinduet inn på månedlig varmetransport gjennom vindusflaten?

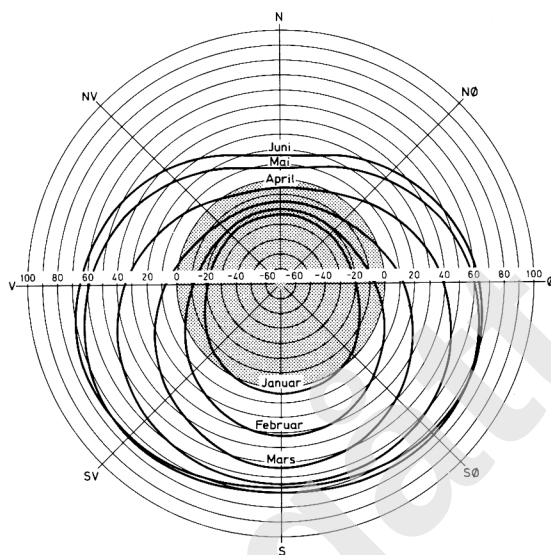
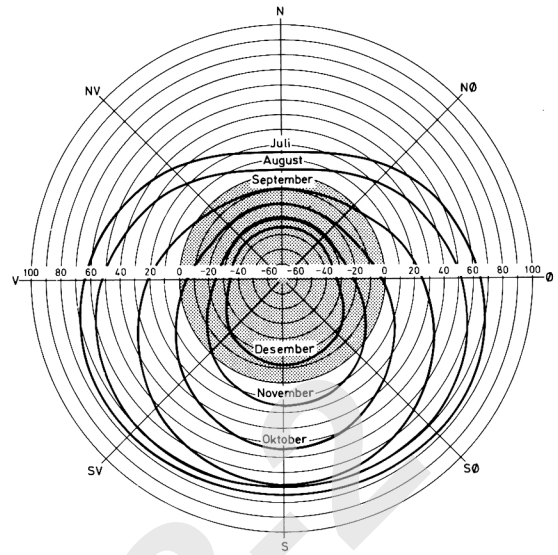
Beliggenhet: Tromsø

Vindustype: To-lag glass

Måned: Mars



To glass
Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)



Tre glass
Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

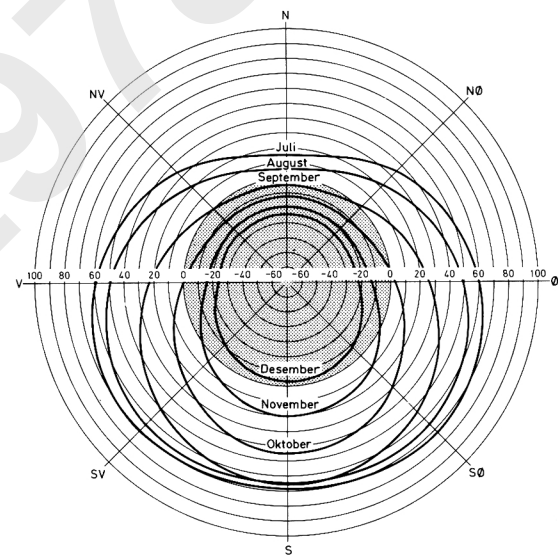
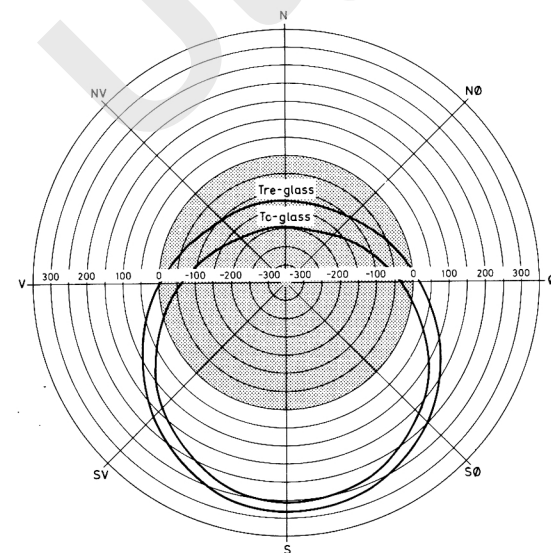


Fig. 322
Bergen. Transportert varme pr. måned og for perioden september – april for vinduer med to- og tre-lag glass



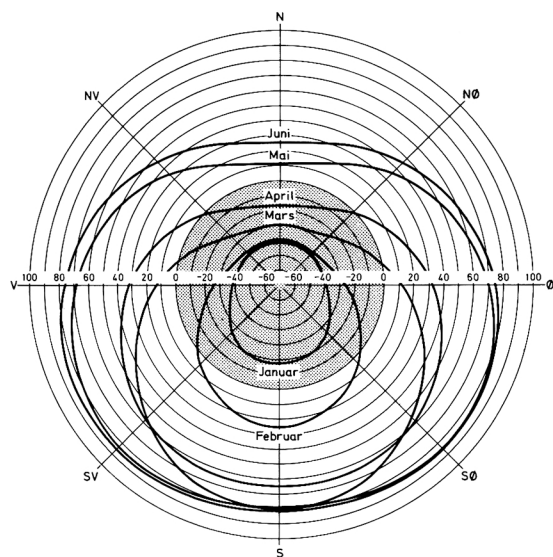
Transportert varme for perioden september – april (kWh/m² periode)

Kurven for mars måned i fig. 324 a viser at månedlig varmetransport for vinduer med to-lag glass er:

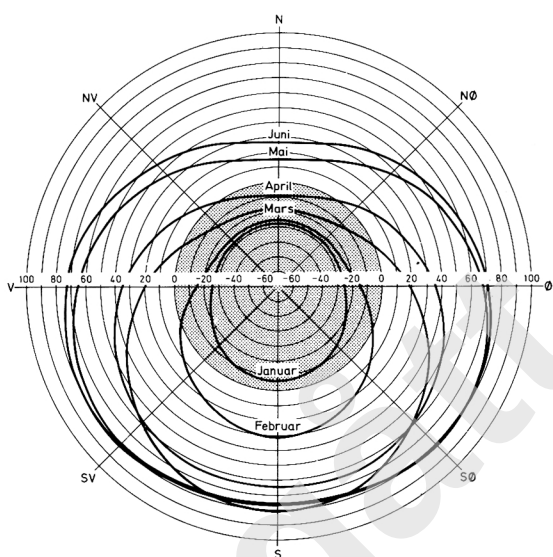
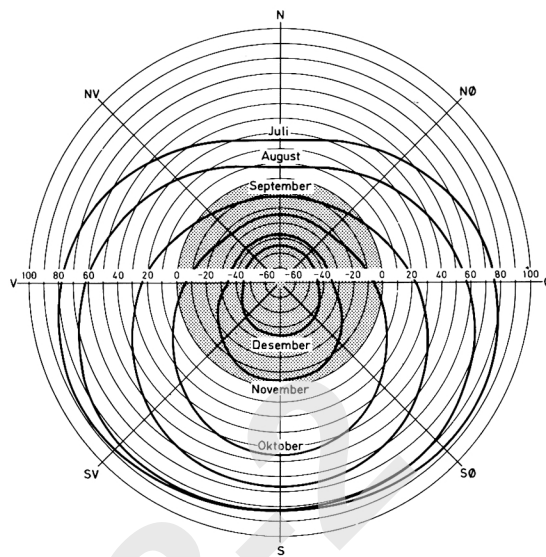
Mot nord: - 34 kWh/m² mnd. (kWh/m² pr. mnd.)
 » øst: - 12 » » » »
 » syd: + 41 » » » » »
 » vest: - 9 » » » » »

Et vindu med to-lag glass orientert mot syd vil i Tromsø i mars gi et varmetilskudd til rommet, mens vinduer mot nord, øst og vest vil gi varmetap.

332 Hvilke endringer i varmetransport for perioden september – april får man ved å gå over fra vinduer med to-lag til vinduer med tre-lag glass i en bygning i Bergen?: Bygningens fasader er orientert mot nord, øst,



To glass

Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

Tre glass

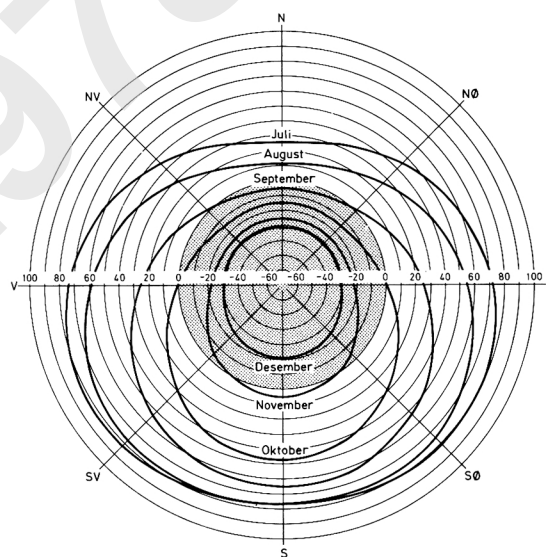
Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

Fig. 323

Trondheim. Transportert varme pr. måned og for perioden september – april for vinduer med to- og tre-lag glass

syd og vest. For perioden september–april gir fig. 322 e for vinduer med to-lag glass:

Mot nord:	– 195 kWh/m ² periode
» øst:	– 35 »
» syd:	255 »
» vest:	– 62 »

Samme figur gir for tre-lag glass:

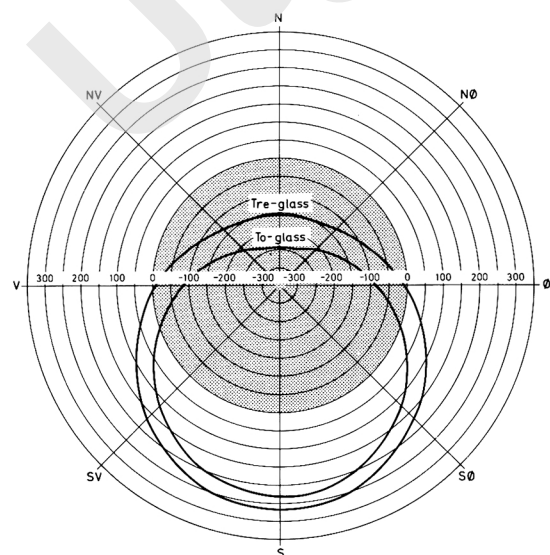
Mot nord:	– 125 kWh/m ² periode
» øst:	20 »
» syd:	280 »
» vest:	– 5 »

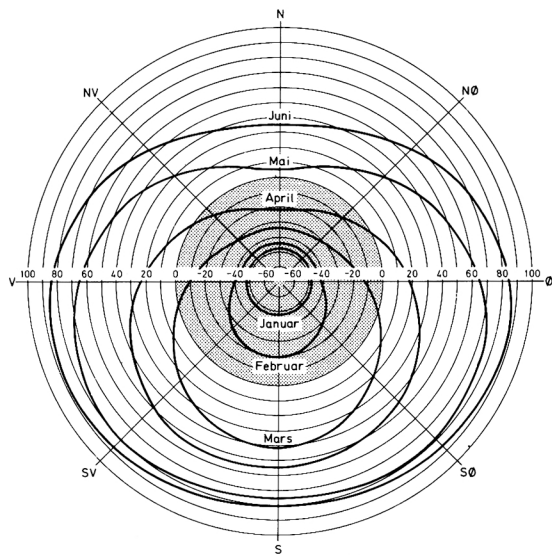
Vi ser at overgang fra to-lag til tre-lag glass blant annet gir:

Ca. 36% reduksjon i varmetapet for nordvendte vinduer

Ca. 9% økning i varmetilskuddet for sydvendte vinduer

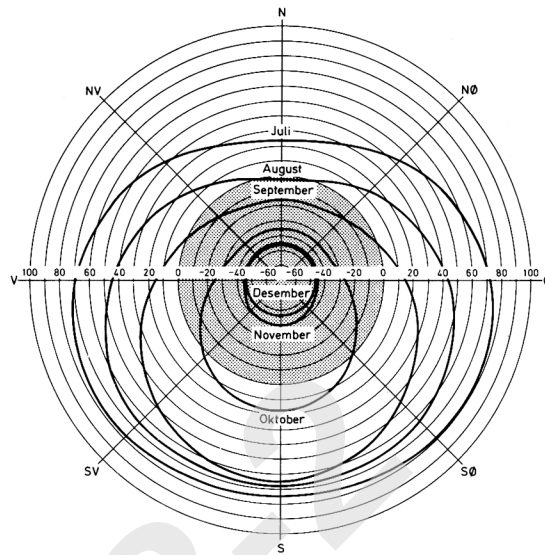
Fra å ha netto varmetap får vi netto varmetilskudd for østvendte vinduer.

Transportert varme for perioden september – april (kWh/m² periode)



To glass

Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)



Tre glass

Transportert varme pr. måned i kilowatt-timer pr. m² (kWh/m² mnd)

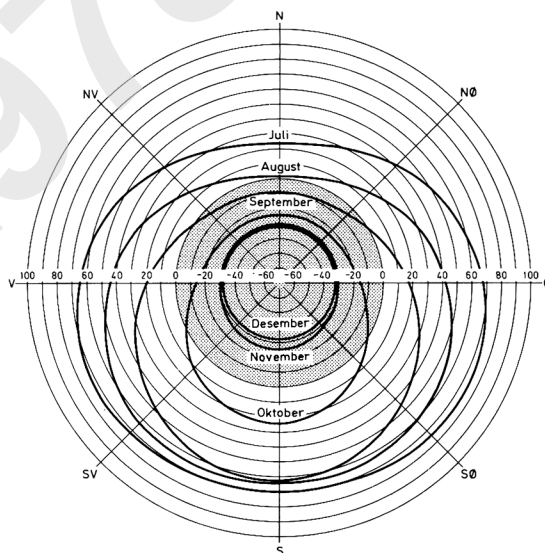
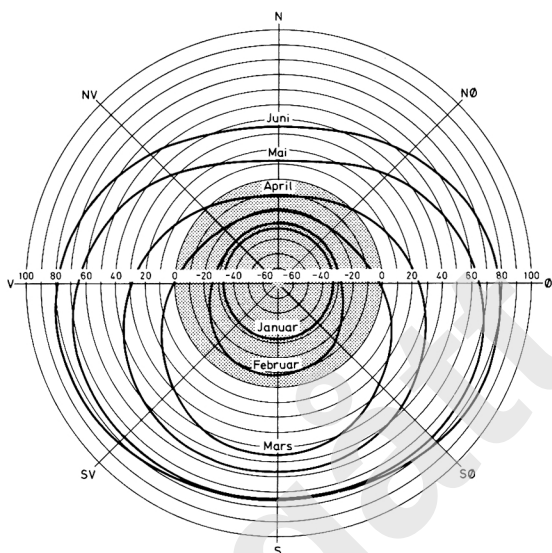
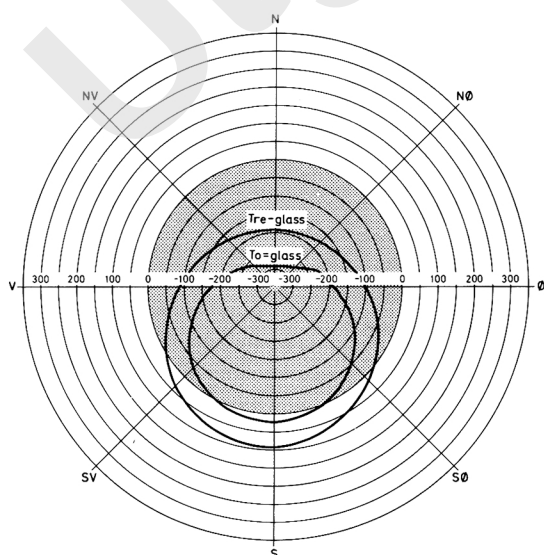


Fig. 324

Tromsø. Transportert varme pr. måned og for perioden september – april for vinduer med to- og tre-lag glass

4 LITTERATUR

- 41 Höglund, Ingemar og Stephenson, Don G. Tabeller för beräkning av solinstrålning mot byggnader. Stockholm 1968. (Byggeforskningen. Rapport 49, 1968.)
- 42 Isfält, Engelbrekt. Optiske och termiske egenskaper hos fönster och solskydd. Stockholm 1974. Doktoravhandling ved Kungl. Tekniska högskolan.
- 43 Den nye VVS-teknikk; håndbok i varme-, ventilasjon- og sanitærteknikk. Oslo, Teknologisk forlag, 1971.
- 44 Boeing company report D2-90577-1. Summary of solar radiation observations. December 1964.
- 45 Norsk Forening for Varme-, Ventilasjon- og Sanitærteknikk. Regler for beregning av bygningers varmebehov. Oslo 1969.



Transportert varme for perioden september – april (kWh/m² periode)