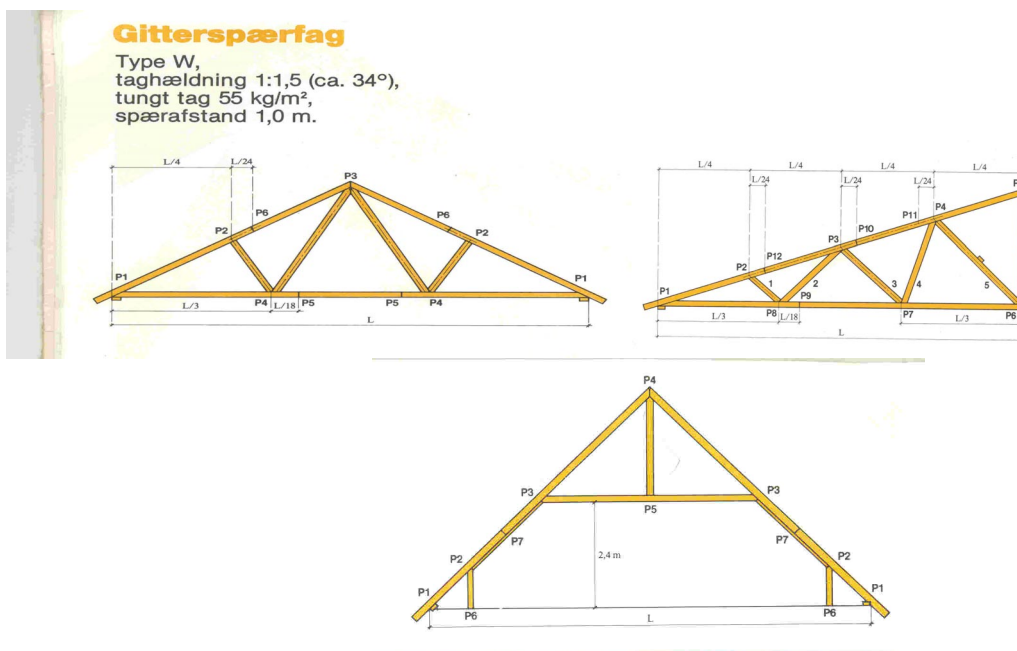


### 4.1.1 B/A Projekt niveau D

Opgaveeksempel udarbejdet på EUC Syd, Haderslev. Se lærerens kommentar efter opgaven.

Type:	Niveau:	Indhold:	Indgang:	Kernekompetence:
Opgave		Tværgående	Alment	Tankegangskompetence
Temaopgave	F	Tal- og symbolbehandling	BA	Problemløsningskompetence
Projektplanlægning	X	Geometri	HT	Modelleringskompetence
Skr. eksamenssæt	D	X	TK	Ræsonneringskompetence
Mdtl. eksamensspørgsmål	C	Statistik	Merkantil	Repræsentationskompetence
				Symbol- og formaliseringskompetence
				Kommunikationskompetence
				Hjælpekompetence



### Læreroplæg til SPÆRPROJEKT i matematik niveau D

I skal i 2-mandsgrupper udvikle nogle regnearksmodeller for beregning af de længder træ, der indgår i forskellige typer spær. (Se træbranchens publikation nr. 35 SPÆR)

Regnearksmodellerne skal kunne beregne de ønskede længder alene ud fra følgende 3 inddata:

- L (spærets spændvidde)
- $V^0$  (taghældningen)
- Udhængen

Regnearksmodellerne skal være ledsaget af skitser, så brugeren af regnearket dels kan se, hvilke stykker træ spæret består af, dels se navngivning af elementerne.

Regnearksmodellen må meget gerne udvides til også at omfatte prisberegning af de materialer, der indgår i spæret.

Der stilles følgende krav til rapporten:

Indholdsmæssige krav:

- Forside.
- Indholdsfortegnelse.
- Problemformulering.
- Hovedafsnit med regnearksmodeller og skitser af de forskellige spærtyper.
  - Skal være opdelt i underafsnit for hver spærtype.
- Konklusion.

Tidsplan: 18 timer i alt

I ovenstående spærprojekt vil eleverne i meget høj udstrækning bringe alle kompetencer i spil.

Udgangspunktet er træbranchens spærpublikation, som dels rummer de konstruktionsmæssige betingelser for de forskellige spærtyper, dels angiver de dimensioner, der skal vælges som følge af spærtype, spændvidde og tagbelægningens tyngde.

Der er altså mange parametre, der indgår.

I SPÆR-TEMA-OPGAVEN (se denne) handlede det om én spærtype, her i projektet bredes det ud til alle de typer, der fremgår af spærpublikationen.

Nedenstående link er til et eksempel på en elevbesvarelse, der absolut må siges at ligge i den øverste ende af karakterskalaen. Dels er der opstillet modeller for 4 spærtyper, og dels er der foretaget kalkulation af materialepriser på så avanceret måde, at der er taget højde for, at forskellig spændvidde til et givet spær kræver forskellig trædimension og dermed en anden priskalkulation.

Det har eleven løst ved at indbygge HVIS-sætninger i dimensions- og prisberegningssætningerne.

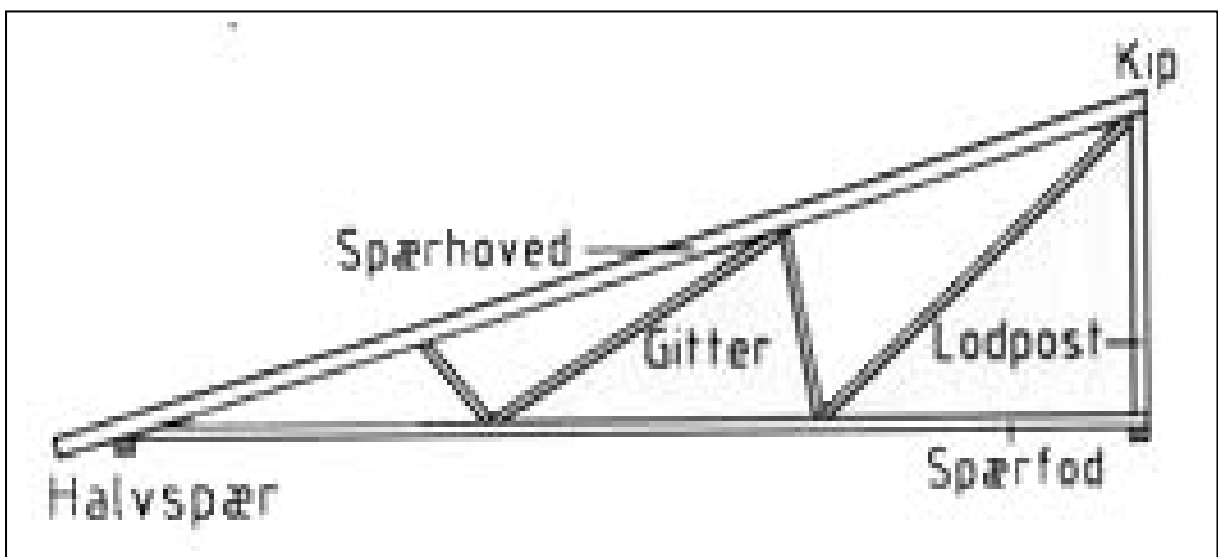
Vi er her udover, hvad der matematisk kan forlanges, men projektet kan samtidig være et projekt i informationsteknologi på niveau E.

Se elevbesvarelse af projekt om spær nedenfor.

Elevbesvarelse:

# Matematik D

## Projekt

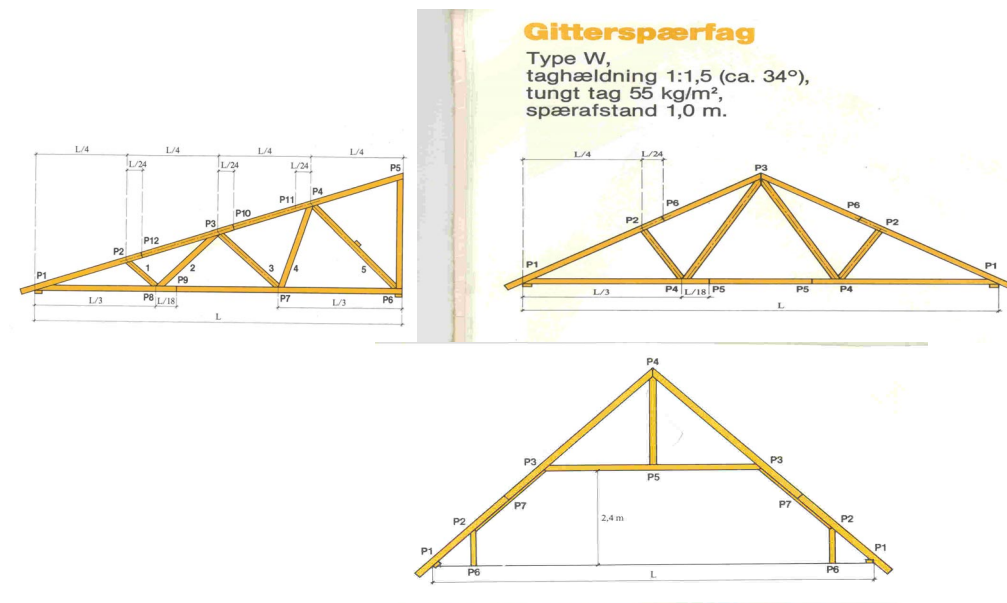


# Spærberegning

## Indholdsfortegnelse

PROJEKTOPLÆG TIL SPÆRBEREGNINGSMODELLER .....	5
<b>UDREGNING AF PULT SPÆR MED GIVNE MÅL</b> .....	6
<b>BEREGNING AF TREKANT 2</b> .....	8
<b>BEREGNING AF TREKANT 3 OG 4</b> .....	9
<b>PRISBEREGNING</b> .....	10
<b>REGNEARKSMODEL TIL PULT SPÆR</b> .....	11
<b>REGNEARKSMODEL TIL GITTERSPÆR</b> .....	13
<b>REGNEARKSMODEL TIL HANEBÅNDSSPÆR</b> .....	15
<b>REGNEARKSMODEL TIL GITTERSPÆR</b> .....	17
<b>KONKLUSION</b> .....	18

## Projektoplæg til SPÆRBEREGNINGSMODELLER



I skal i 2-mandsgrupper udvikle nogle regnearksmodeller for beregning af de længder træ, der indgår i forskellige typer spær. (Se træbranchens publikation nr. 35 SPÆR)

Regnearksmodellerne skal kunne beregne de ønskede længder alene ud fra følgende 3 inddata:

- L (spærets spændvidde)
- $V^0$  (taghældningen)
- Udhænget

Regnearksmodellerne skal være ledsaget af skitser, så brugeren af regnearket dels kan se, hvilke stykker træ spæret består af, dels se navngivning af elementerne.

Regnearksmodellen må meget gerne udvides til også at omfatte prisberegning af de materialer, der indgår i spæret.

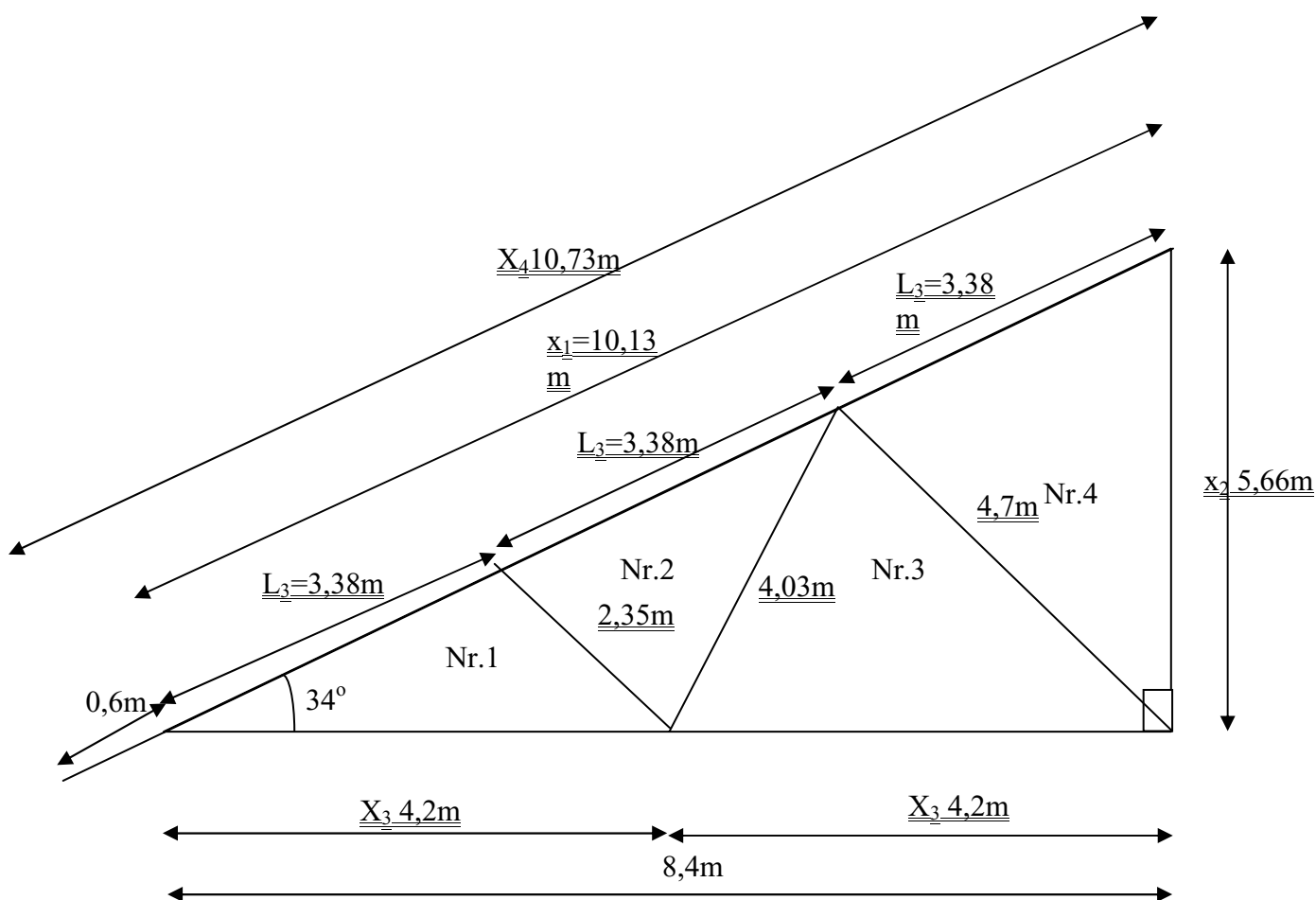
Der stilles følgende krav til rapporten:

Indholdsmæssige krav:

- Forside.
- Indholdsfortegnelse.
- Problemformulering (læreroplæg).
- Hovedafsnit med regnearksmodeller og skitser af de forskellige spærtyper:
  - Mindst én af spærtyperne skal være gennemregnet med angivelse af fremgangsmåde, formler og beregninger.
  - Skal være opdelt i underafsnit for hver spærtype.
- Konklusion.

Tidsplan: 18 timer i alt.

## Udregning af pultspær med givne mål



Følgende mål er givet:

længde: 8,4m  
udhæng: 0,6m  
vinkel: 34°

Resultaterne er påført tegningen.

Udregningerne fremgår af de følgende sider.

Beregning til x1,x2,x3,x4 og trekant 1

$$\cos 34 = \frac{8,4}{X_1}$$

↕

$$X_1 = \frac{8,4}{\cos 34}$$

↕

$$\underline{X_1 = 10,13}$$

$$X_2 = \sqrt{10,13^2 - 8,4^2}$$

↕

$$\underline{X_2 = 5,66\text{m}}$$

$$X_3 = 8,4\text{m} : 2$$

↕

$$\underline{X_3 = 4,2\text{m}}$$

$$L_3 = 10,13 : 3$$

↕

$$\underline{L_3 = 3,38\text{m}}$$

$$X_4 = 10,73\text{m} + 0,6\text{m}$$

↕

$$\underline{X_4 = 10,73\text{m}}$$

---

$$a = \sqrt{4,2^2 + 3,38^2 - 2 \cdot 4,2 \cdot 3,38 \cdot \cos 34}$$

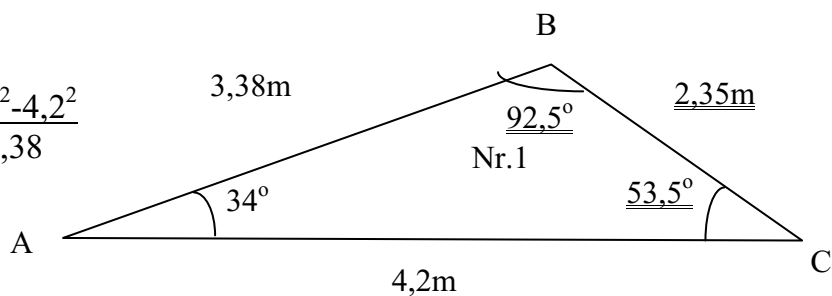
↕

$$\underline{a = 2,35\text{m}}$$

$$\cos B = \frac{2,35^2 + 3,38^2 - 4,2^2}{2 \cdot 2,35 \cdot 3,38}$$

↕

$$\underline{B = 92,5^\circ}$$



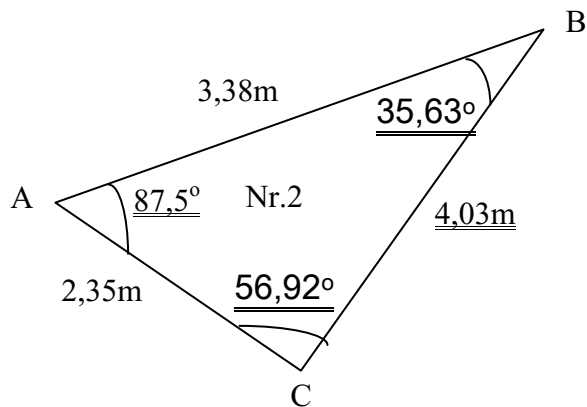
$$C = 180 - (34 + 92,5)$$

↕

$$\underline{C = 53,5^\circ}$$

---

## Beregning af trekant 2



$$\sphericalangle A = 180 - 92,5$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle A = 87,5^\circ}}$$

$$a = \sqrt{(2,35^2 + 3,38^2 - 2 \cdot 2,35 \cdot 3,38 \cdot \cos 87,5)}$$

↕

$$\underline{\underline{a = 4,03\text{m}}}$$

$$\cos B = \frac{4,03^2 + 3,38^2 - 2,35^2}{2 \cdot 4,03 \cdot 3,38}$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle B = 35,63^\circ}}$$

$$\cos C = \frac{4,03^2 + 2,35^2 - 3,38^2}{2 \cdot 4,03 \cdot 2,35}$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle C = 56,92^\circ}}$$



Beregning af trekant 3 og 4

$$\sphericalangle A = 180 - (56,92 + 53,5)$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle A = 69,58^\circ}}$$

$$a = \sqrt{(4,2^2 + 4,03^2 - 2 \cdot 4,2 \cdot 4,03 \cdot \cos 69,58)}$$

↕

$$\underline{\underline{a = 4,70\text{m}}}$$

$$\cos B = \frac{4,7^2 + 4,03^2 - 4,2^2}{2 \cdot 4,7 \cdot 4,03}$$

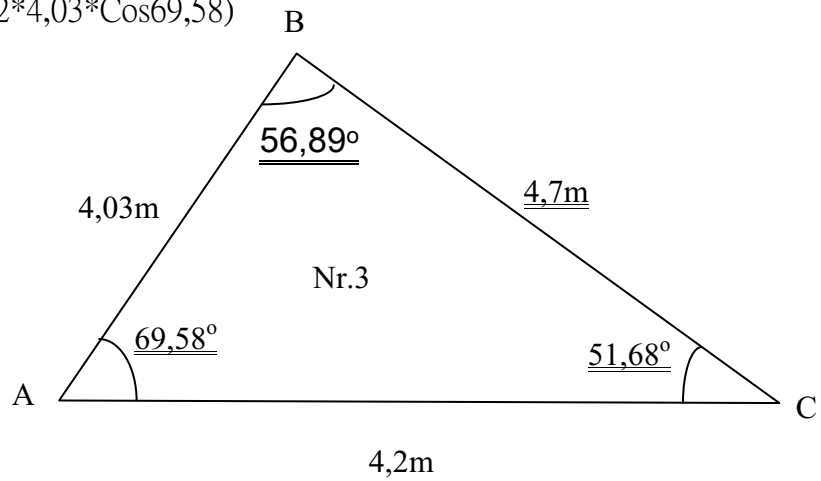
↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle B = 56,89^\circ}}$$

$$\cos C = \frac{4,7^2 + 4,2^2 - 4,03^2}{2 \cdot 4,7 \cdot 4,03}$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle C = 51,68^\circ}}$$



$$\sphericalangle A = 180 - (35,62 + 56,89)$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle A = 87,49^\circ}}$$

$$\sphericalangle B = 180 - (34 - 90)$$

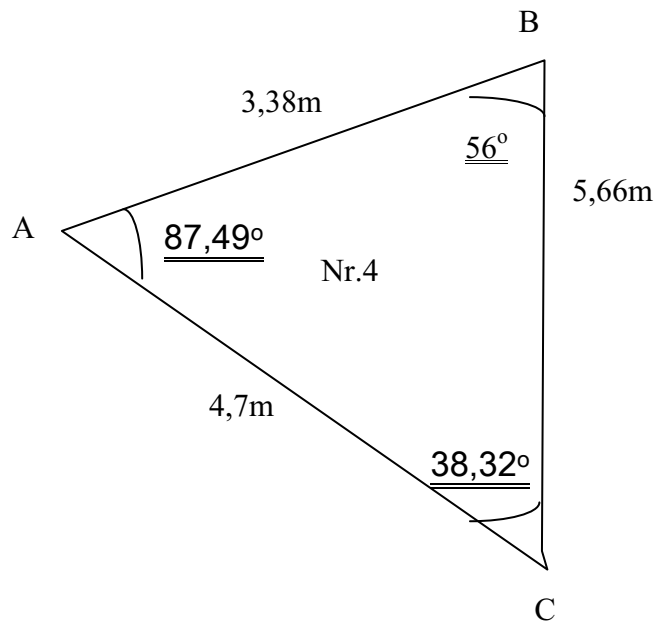
↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle B = 56^\circ}}$$

$$\sphericalangle C = 90 - 51,68$$

↕

$$\underline{\underline{\sphericalangle C = 38,32^\circ}}$$



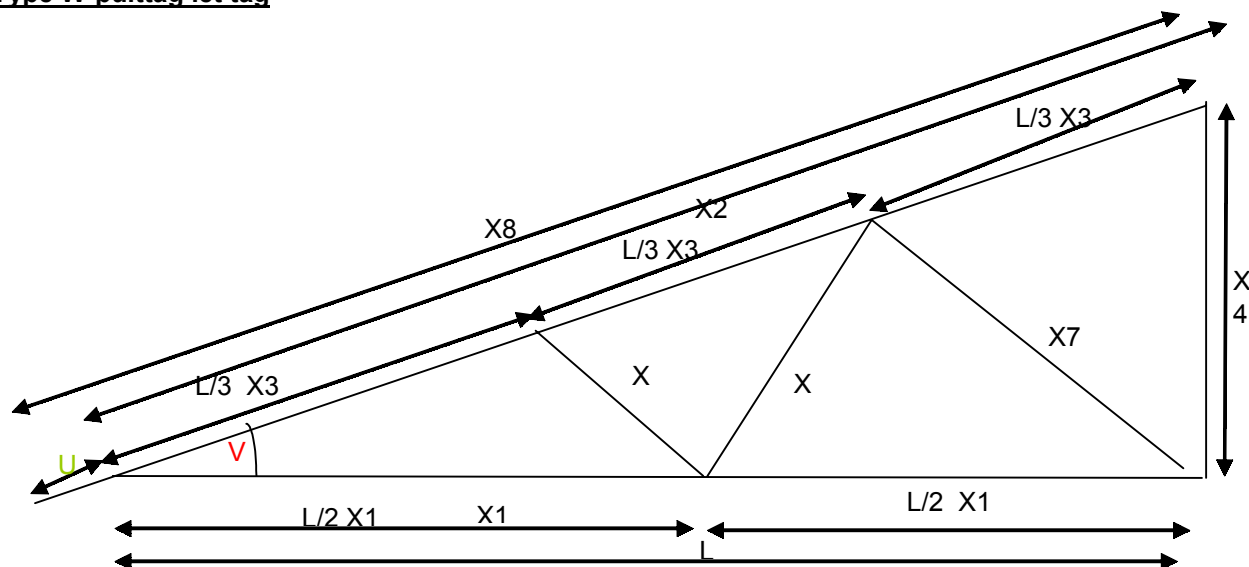
## Prisberegning

	Meter	Dimension	Pris for træ(Kr.)	Pris (Kr.)	Pris med moms(25%)	+10% spild
Spærfod	8,40	75*150	18	151,20	189,00	207,90
Spærhoved	10,73	75*150	18	193,14	241,43	265,57
Spærstolpe	5,66	75*150	9	50,94	63,68	70,04
Diagonal 1	2,35	50*100	9	21,15	26,44	29,08
Diagonal 2	4,03	50*100	9	36,27	45,34	49,87
Diagonal 3	4,70	50*100	9	42,30	52,88	58,16
I alt	35,87			495,00	618,75	680,63

Spærfod: 8,4m  
Spærhoved: 10,73m  
Spærstolpe: 5,66m  
Diagonal 1: 2,35m  
Diagonal 2: 4,03m  
Diagonal 3: 4,7m

## Regnearksmodel til pult spær

### Type W-pulttag let tag



### Oplysninger:

L: Spændvidde:	8
V: Taghældning:	34 grader
U: Udhæng:	0,5 m

### Beregninger

X1	4,000	L/2
X2	9,650	L/COS(V)
X3	3,217	(L/COS(V))/3
X4	5,396	KVROD(B29^2-B22^2)
X5	2,239	KVROD(X1^2+X3^2-2*X1*X3*COS(V))
X6	3,837	KVROD((X3^2)^2+X1^2-2*(X3^2)*X1*COS(V))
X7	4,478	KVROD(L^2+(2*X3)^2-2*L*(2*X3)*COS(V))
X8	10,150	X2+U

### Prisberegning

	Længer	Antal	i alt	Dimension	pris pr. m	i alt
Spærfod	8,000	1	8,000	50*125	13,5	108,000
Spærhoved	10,150	1	10,150	50*150	15,5	157,321
Spærstolpe	5,396	1	5,396	50*100	9	48,565
Diagonal 1	2,239	1	2,239	50*100	9	20,151
Diagonal 2	3,837	1	3,837	50*100	9	34,529
Diagonal 3	4,478	1	4,478	50*100	9	40,302
Samlet pris						408,867

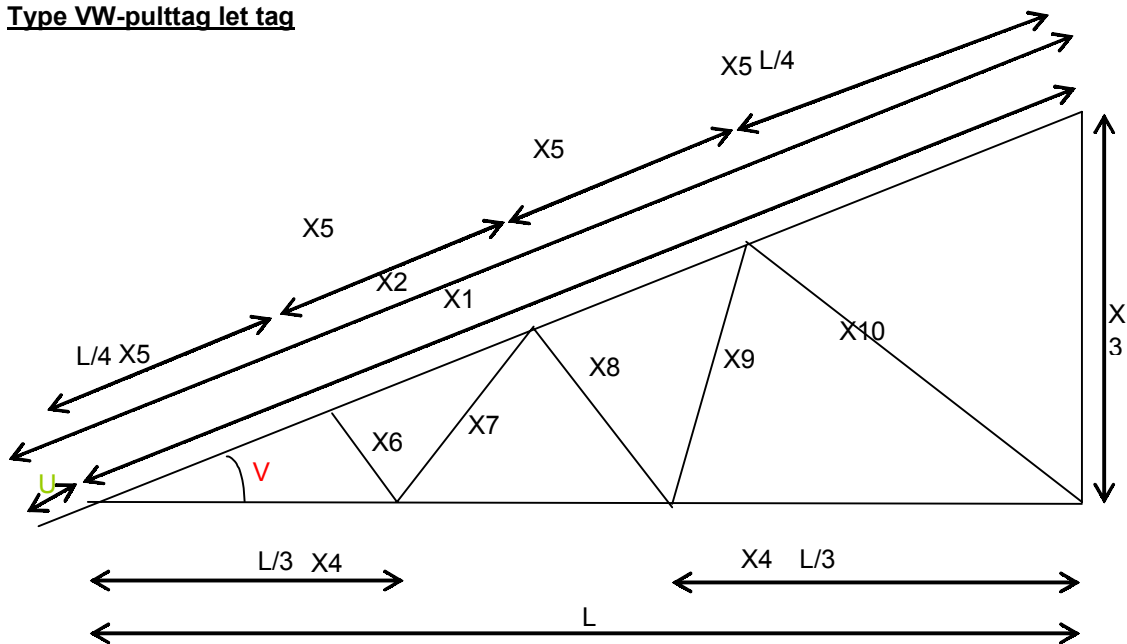
Krav til Trædimension (Fra spærbogen)				
Spændvide	Spærhoved	Spærfod	Stolpe	Diagonaler
5,5	50*125	50*125	50*100	50*100
6,9	50*125	50*125	50*100	50*100
8,3	50*150	50*125	50*100	50*100

Dimension mm	Ru/høvlet (færdig mål efter høvling mm)	Kr. pr.m.
50*100	Ru	9
50*125	Ru	13,5
50*150	Ru	15,5
50*200	Ru	30
63*125	Ru	16,5
75*75	Ru	14
75*150	Ru	23,5
100*100	Ru	24
100*200	Ru	48
100*250	Ru	60
125*125	Ru	41,5
150*150	Ru	54
175*175	Ru	63
200*200	Ru	84

Dimensioner uden for liste kr. 3000,00 pr.m

## Regnearksmodel til gitterspær

### Type VW-pulttag let tag



### Oplysninger:

L: Spændvidde:	5 m
V: Taghældning:	30 grader
U: Udhæng:	0,5 m

### Beregninger

X1	5,773502692 m	$L/\cos(V)$
X2	6,273502692 m	$X1+U$
X3	2,886751346 m	$X1 \cdot \cos((180-(90+30)))$
X4	1,666666667 m	$X1/3$
X5	1,443375673 m	$X1/4$
X6	0,833333333 m	$\text{KVROD}(X4^2 + X5^2 - 2 \cdot X4 \cdot X5 \cdot \cos(V))$
X7	1,666666667 m	$\text{KVROD}(X4^2 + (X5 \cdot 2)^2 - 2 \cdot X4 \cdot (X5 \cdot 2) \cdot \cos(V))$
X8	1,666666667 m	$\text{KVROD}((X4 \cdot 2)^2 + (X5 \cdot 2)^2 - 2 \cdot (X4 \cdot 2) \cdot (X5 \cdot 2) \cdot \cos(V))$
X9	2,204792759 m	$\text{KVROD}((X4 \cdot 2)^2 + (X5 \cdot 3)^2 - 2 \cdot (X4 \cdot 2) \cdot (X5 \cdot 3) \cdot \cos(V))$
X10	2,5 m	$\text{KVROD}(L^2 + (X5 \cdot 3)^2 - 2 \cdot L \cdot (X5 \cdot 3) \cdot \cos(V))$

### Prisberegning

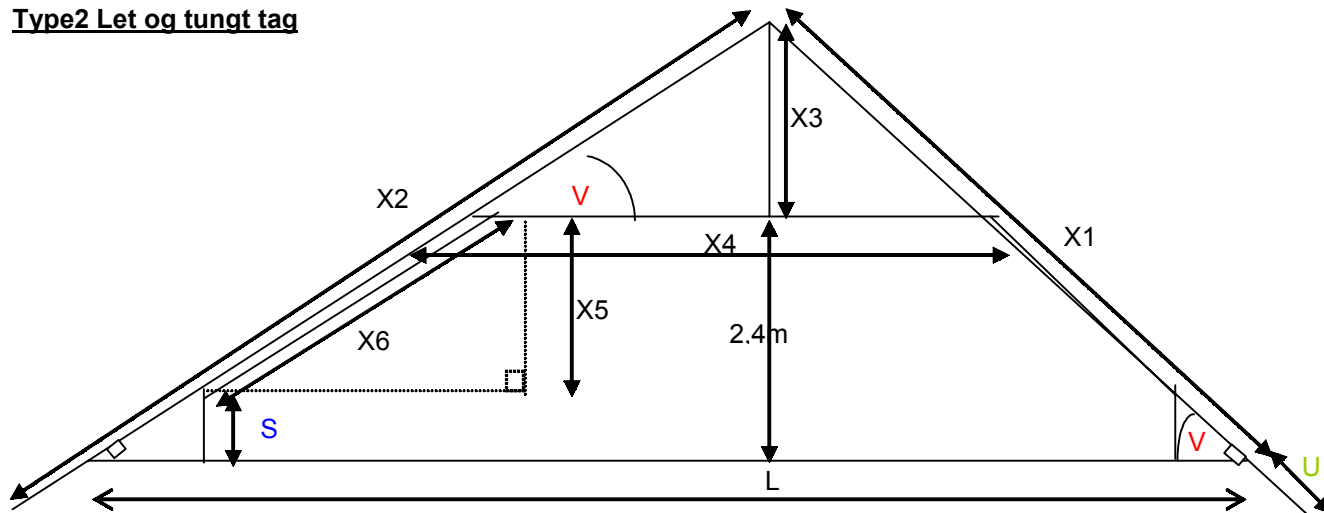
	Længder	Antal	i alt	Dimension	pris pr. m	i alt
Spærfod	5,000	1	5,000	50*100	kr 9,00	kr 45,00
Spærhoved	6,274	1	6,274	50*100	kr 9,00	kr 56,46
Spærstolpe	2,886751346	1	2,886751	50*100	kr 9,00	kr 25,98
Diagonal 1	0,833	1	0,833	50*100	kr 9,00	kr 7,50
Diagonal 2	1,667	1	1,667	50*100	kr 9,00	kr 15,00
Diagonal 3	1,667	1	1,667	50*100	kr 9,00	kr 15,00
Diagonal 4	2,205	1	2,205	50*100	kr 9,00	kr 19,84
Diagonal 5	2,5	1	2,500	50*100	kr 9,00	kr 22,50
Samlet pris						kr 207,29

Krav til Trædimension (Fra spærbogen)						
	Spærhoved	Spærfod	Stolpe	Diagonaler	3	5
6,75	50*100	50*100	50*100	50*100	50*100	50*100
7,85	50*125	50*100	50*100	50*100	50*100	50*100
8,4	50*125	50*125	50*100	50*100	50*100	50*100
10,1	50*150	50*125	50*100	50*100	50*100	50*125
12,3	63*175	63*125	63*125	63*100	63*150	63*125
13,2	63*175	63*150	63*125	63*100	63*175	63*150

	Ru/høvlet (færdig mål efter høvling mm)	Kr. pr.m.
50*100	Ru	9
50*125	Ru	13,5
50*150	Ru	15,5
50*200	Ru	30
63*125	Ru	16,5
75*75	Ru	14
75*150	Ru	23,5
63*175	Ru	20
63*150	Ru	18
100*100	Ru	24
100*200	Ru	48
100*250	Ru	60

## Regnearksmodel til Hanebåndsspær

### Type2 Let og tungt tag



### Oplysninger:

L: Spændvidde:	7 m
V: Taghældning:	45 grader
U: Udhæng:	0,5 m
S: Skunkvægshøjde	0,9 m

### Beregninger

X1	4,94974747 m	$(L/2)/\cos(V)$
X2	5,44974747 m	$X1+U$
X3	1,1 m	$(L/2*\tan(V))-2,4$
X4	2,2 m	$(X3*\tan(V))*2$
X5	1,5 m	$2,4-S$
X6	2,12132034 m	$X5/\sin(V)$

### Prisberegning

	Længer	Antal	i alt	Dimension	pris pr. m	i alt
Spærhovede	5,450	2	10,899	50*100	9	98,095
Hanebånd	2,2	1	2,200	50*100	9	19,800
Lodpost	1,100	1	1,100	50*100	9	9,900
Skunkstolpe	0,900	2	1,800	50*100	9	16,200
Samlet pris						143,995

Krav til Trædimension (Fra spærbogen)				
Spændvidde	Spærhoved	Hanebånd	Lodpost	Skunkstolpe
7,5	50*100	50*100	50*100	50*100
9,15	50*125	50*125	50*100	50*100
10,6	50*150	50*175	50*100	50*100

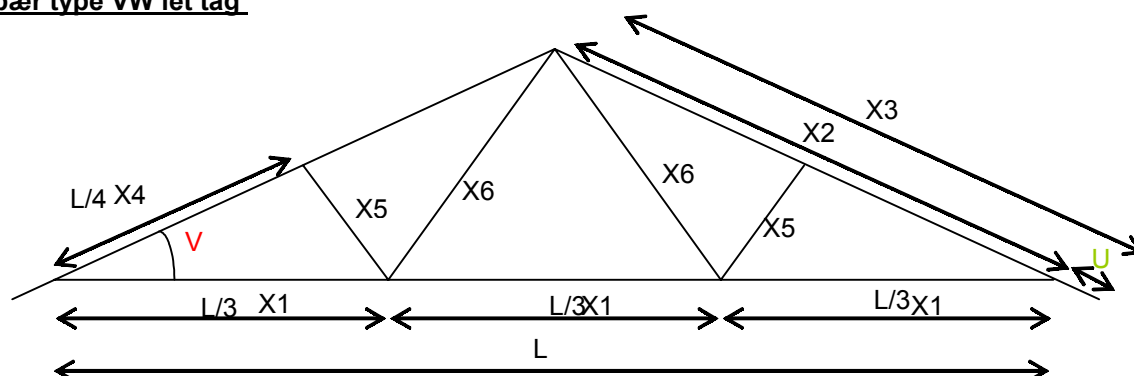
Dimension	Ru/høvlet (færdig mål efter høvling mm)	Kr. pr.m.
50*100	Ru	9
50*175	Ru	17
63*150	Ru	18
63*175	Ru	20
50*125	Ru	13,5
50*150	Ru	15,5
50*200	Ru	30
63*125	Ru	16,5
75*75	Ru	14
63*100	Ru	15
75*150	Ru	23,5
100*100	Ru	24
100*200	Ru	48
100*250	Ru	60
125*125	Ru	41,5
150*150	Ru	54
175*175	Ru	63
200*200	Ru	84

Dimensioner uden for liste kr. 3000,00 pr.m



## Regnearksmodel til Gitterspær

### Spær type VW let tag



### Oplysninger:

L: Spændvidde:	7	m
V: Taghældning:	30	grader
U: Udhæng:	0,5	m

### Beregninger

X1	2,33333333 m	$L/3$
X2	4,04145188 m	$(L/2)/\cos(V)$
X3	4,54145188 m	$X2+U$
X4	2,02072594 m	$X2/2$
X5	1,36111111 m	$X1^2 + X4^2 - 2 * X1 * X4 * \cos(V)$
X6	2,33333333 m	$\text{KVROD}(X1^2 + X2^2 - 2 * X1 * X2 * \cos(V))$

### Prisberegning

	Længder	Antal	i alt	Dimension	pris pr. m	i alt
Spærfod	7,000	1	7,000	50*125	13,5	94,500
Spærhoved	4,541	2	9,083	50*125	13,5	122,619
Diagonal 1	1,361	2	2,722	50*100	9	24,500
Diagonal 2	2,333	2	4,667	50*100	9	42,000
Samlet pris						283,619

Krav til Trædimension (Fra spærbogen)			
Spændvidde	Spærhoved	Spærfod	Diagonaler
6,35	50*100	50*100	50*100
6,9	50*125	50*100	50*100
7,95	50*125	50*125	50*100
8,7	50*150	50*125	50*100
9,3	50*150	50*150	50*100
10,95	50*175	50*175	50*100

Dimension mm	Ru/høvlet (færdig mål efter høvling mm)	Kr. pr.m.
50*100	Ru	9
50*175	Ru	17
63*150	Ru	18
63*175	Ru	20
50*125	Ru	13,5
50*150	Ru	15,5
50*200	Ru	30
63*125	Ru	16,5
75*75	Ru	14
63*100	Ru	15
75*150	Ru	23,5
100*100	Ru	24
100*200	Ru	48
100*250	Ru	60
125*125	Ru	41,5
150*150	Ru	54
175*175	Ru	63
200*200	Ru	84

Dimensioner uden for liste kr. 3000,00 pr.m

## Konklusion

Vi har udviklet et regneark, som kan bruges af almindelige virksomheder, fordi det kan regne længderne ud på spærfod, spærhoved, diagonaler osv. ved kun at taste spændvidde, taghældning og udhæng ind i regnearket. Dvs. hvis man ændrer målene på spændvidde, taghældning eller udhæng, så vil regnearket automatisk rette i længderne, fordi vi har lavet nogle formler, der hedder HVIS-formler. Det vil sige, at når man retter på spændvidde, taghældning og udhæng, vil prisen, længder og dimensioner automatisk ændre sig.