ZEB Project report 23 – 2015

Silje Kathrin Asphaug og Steinar Grynning

Nordan skyvedør med VIP i Living Lab – Beregning av U-verdi

The Research Centre on Zero Emission Buildings

SINTEF Academic Press

Silje Kathrin Asphaug og Steinar Grynning

Nordan skyvedør med VIP i Living Lab – Beregning av U-verdi

ZEB Project report 23 – 2015

ZEB Project report no 23
Silje Kathrin Asphaug[2)] og Steinar Grynning [2)]
Nordan skyvedør med VIP i Living Lab
– Beregning av U-verdi

Keywords:
Skyvedør, vakuumisolasjonspaneler, U-verdi

ISSN 1893-157X (online)
ISSN 1893-1561
ISBN 978-82-536-1452-6 (pdf)

Illustration on front page:
SINTEF Byggforsk/SINTEF Building and Infrastructure

© Copyright SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology 2015
The material in this publication is covered by the provisions of the Norwegian Copyright Act. Without any special agreement with SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology, any copying and making available of the material is only allowed to the extent that this is permitted by law or allowed through an agreement with Kopinor, the Reproduction Rights Organisation for Norway. Any use contrary to legislation or an agreement may lead to a liability for damages and confiscation, and may be punished by fines or imprisonment.

Norwegian University of Science and Technology [1)]
N-7491 Trondheim
Tel: +47 22 73 59 50 00
www.ntnu.no
www.zeb.no

SINTEF Building and Infrastructure Trondheim [2)]
Høgskoleringen 7 b, POBox 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim
Tel: +47 22 73 59 30 00
www.sintef.no/byggforsk
www.zeb.no

SINTEF Academic Press
c/o SINTEF Building and Infrastructure Oslo
Forskningsveien 3 B, POBox 124 Blindern, N-0314 Oslo
Tel: +47 22 96 55 55, Fax: +47 22 69 94 38 and 22 96 55 08
www.sintef.no/byggforsk
www.sintefbok.no

Kreditering

Denne rapporten har blitt skrevet *i Research Centre on Zero Emission Buildings* (ZEB). Forfatterne takker for støtten fra Norges forskningsråd, BNL (Byggenæringens landsforening), Brødrene Dahl, ByBo, Caverion Norge, DiBK (Direktoratet for byggkvalitet), DuPont, Enova SF, Entra, Forsvarsbygg, Glava, Husbanken, Isola, Multiconsult, NorDan, Norsk Teknologi, Protan, SAPA, Skanska, Snøhetta, Statsbygg, Sør-Trøndelag Fylkeskommune og Weber.

Sammendrag

SINTEF Byggforsk har beregnet varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) til en trefelts skyvedøren brukt i Living Lab. Skyvedør er produsert av Nordan og har Vakuumisolasjonspaneler (VIP) i ett felt. Fordelen med å benytte VIP i vindus- og dørkonstruksjoner er blant annet å gi arkitekten større fleksibilitet i forhold til oppbrytning av fasaden. VIP i vindusfelt vil gi bedre U-verdi men er i utgangspunktet både fordyrende og mer tidkrevende å produsere med dagens produksjonsmetoder. Mulige framtidige anvendelsesområder kan være å bruke VIP i dørblad for å forbedre U-verdien.

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING 7

2. BEREGNINGSMETODE 8

3. PRODUKTBESKRIVELSE 9

1.1 GENERELT 9
1.2 KARM/RAMME 9
1.3 RUTE 9
1.4 FASTFELT MED VIP 9
1.5 INPUTVERDIER 10

4. RESULTATER 12

5. DISKUSJON OG KONKLUSJON 13

6. REFERANSER 14

VEDLEGG

1. Innledning

SINTEF Byggforsk har beregnet varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) til en trefelts skyvedør fra Nordan med Vakuumisolasjonspaneler (VIP) i ett felt. Skyvedøren er brukt i Living Lab som er et testanlegg bygget av ZEB (The Research Centre on Zero Emission Buildings). Denne rapporten gir en beskrivelse av skyvedørens oppbygning og egenskaper.

2. Beregningsmetode

Beregning av total U-verdi for skyvedøren, senter U-verdi for ruten, karm/ramme og lineært varmetap er gjennomført i samsvar med ISO 15099: 2003 [1]. Der annet ikke er oppgitt er resultatet i henhold til denne standarden. Dette er den vanligste beregningsmetoden i forskingsprosjekter fordi beregning av senter U verdi (Ug) etter ISO 15099 viser god overensstemmelse med laboratoriemålinger utført etter NS-EN ISO 12567-1 [2] (som angis som referansemetode ved dokumentasjon av U-verdi i henhold til NS-EN 14351-1: 2006 [3]).

I rapporten er det også oppgitt en U-verdi for hele skyvedøren som er beregnet i samsvar med NS EN ISO 10077-1: 2007 og -2: 2003 [4, 5] og med senter U-verdi i henhold til NS EN ISO 673:2011 [6]. Beregning av senter U verdi (Ug) etter NS-EN 673 gir ca. 0,1 W/(m²K) lavere verdi for ei typisk tolags rute sammenlignet med U verdier fra laboratoriemålinger. Erfaringsmessig, er dette avviket mindre for trelags ruter. Beregningsresultater i henhold til disse standardene er merket med ”EN 673”.

Beregningene er gjort ved hjelp av dataprogrammene THERM 7.3 [7] og WINDOW 7.3 [8].

I beregningene som er utført i henhold til ISO 15099 er det benyttet en varmekonduktivitet på 0,12 W/(mK) for trematerialer. (Dersom en produsenten har dokumentert sine produkter i henhold til ISO 15099, åpnes det for bruk av en varmekonduktivitet, λ = 0,12 W/(mK) for trematerialer i karm-/rammeprofiler, under den forutsetning av at midlere tørrdensitet for trevirket som benyttes er lavere enn 530 kg/m³. Dersom lavere konduktivitet enn dette er benyttet, må tilstrekkelig dokumentasjon for dette valget fremlegges.)

I beregninger basert på NS-EN 14351-1, samt gjeldende beregningsstandarder for vinduer NS-EN ISO 10077-1, og -2, skal det benyttes en varmekonduktivitet λ = 0,13 W/(mK) for trematerialer av furu som benyttes i karm-/rammeprofiler i trevinduer og dører. I denne rapporten er det, etter ønske fra produsenten utført en tilleggsberegning i henhold til NS-EN ISO 10077-1: 2007 og -2, men hvor 0,12 W/(mK) er benyttet som varmekonduktivitet.

3. Produktbeskrivelse

1.1 Generelt

Skyvedøren består av tre hovedfelt. To felt har trelags glassrute med argongass og et felt har VIP. Det er også utført beregninger av skyvedøren med to hovedfelt hvor et felt har trelags glassrute og et felt har VIP, samt en beregning med glassrute i begge felt. Figur 1 viser bilde av døren i Living Lab.

Figur 1 Skyvedør med VIP i Living Lab

1.2 Karm/Ramme

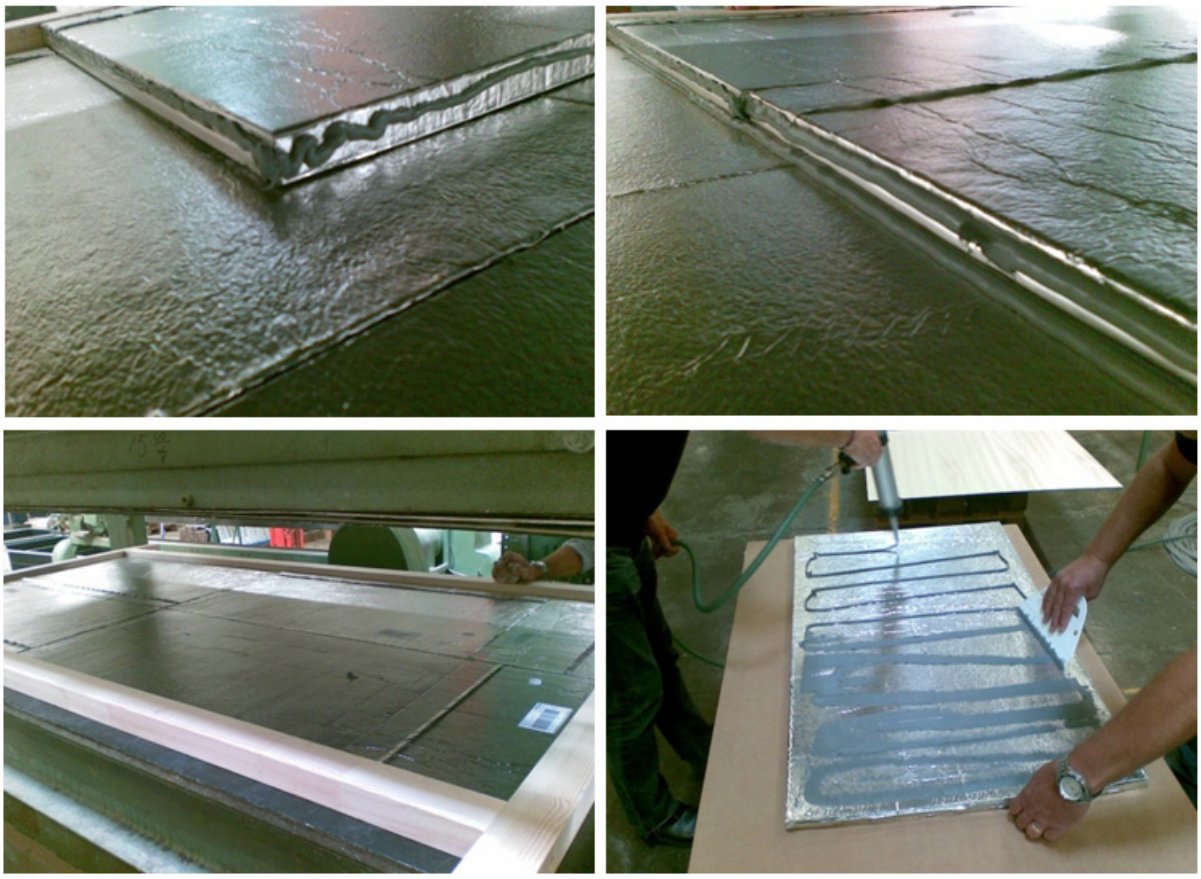
Skyvedøren har karm/ramme av tre.

1.3 Rute

Skyvedøren har trelags glassrute med argongass i hulrommene. De innerste og ytterste glassene er 6,38 mm tykke og har LE belegg med ε = 0,001 på flaten som vender mot hulrommet. Det midterste glasset er 4 mm tykt og begge hulrommene er 16 mm tykke. Beregnet U-verdi (senterverdi) for ruten er 0,548 W/(m^{2}K).

1.4 Fastfelt med VIP

Feltet består av 12 stk. 20 mm tykke VIP som er limt sammen i to lag og kled med 4 mm finerplater og dekt med kompaktlaminat på innsiden og utsiden. VIPene er limt sammen med adhesive av typen Soudal Fix All High Tack. VIPene er av typen Va-Q-Tac Panel F [9]. Kjernen i panelene er ikke-brennbar (klasse A1) og har en ekvivalent varmekonduktivitet på 0,007 W/(mK) [9]. Denne verdien tar hensyn til tilleggsvarmetapet langs panelets kanter og aldring av panelet. Samlet U-verdi for fastfeltet med VIP er 0,169 W/(m^{2}K). Figur 3 viser bilder fra montering av fastfelt med VIP.



Figur 2 Flere VIP settes sammen til et felt. Panelene legges i to lag og kles med en 4 mm tykk treplate på hver side.

1.5 Inputverdier

Tabell 1 viser varmekonduktivitetsverdier for ulike materialer benyttet i beregningene. Tabell 2 viser hvordan hulrommene i karm-/rammeprofilene er modellert. Hulrom i karm-/rammeprofilene for beregninger etter NS-EN ISO 10077-1 og -2 er, også modellert etter beskrivelse i tabell 2.

Tabell 1 Varmekonduktivitet for ulike materialer

Materiale	**Varmekonduktivitet W/(mK)**	
Isolasjonspanel	0,035	NS-EN ISO 10077-2
Pakninger (EPDM)	0,25	NS-EN ISO 10077-2
Tre (Furu)	0,12	Målinger [10]
	0,13	NS-EN ISO 10077-2
Tre (Eik)	0,16	THERM database
Aluminium	160	NS-EN ISO 10077-2
VIP	0,007	Va-q-tec
Finerplate (Medium densitet)	0,17	NS-EN ISO 10456 [11]
Swiss Spacer	0,16	Antatt ut i fra beregninger av Rosenheim – tilsvarende spacer

Tabell 2 Modellering av hulrom

Hulrom uten åpning	Frame Cavity NFRC 100	ISO 15099
d ≤ 2 mm	Frame Cavity NFRC 100	
2 mm < d ≤ 10 mm	Frame Cavity Slightly Ventilated NFRC	
d > 10 mm	Modelleres ikke som hulrom	

4. Resultater

Resultatene fra U-verdiberegningene er gitt i tabell 3 og 4.

Tabell 3 U-verdier for skyvedør i henhold til ISO 15099

U-verdi (W/(m²K))			
	Kun glass i alle felt	Et av feltene er med VIP	Differanse
To hovedfelt	0,803	0,609	0,19
Tre hovedfelt	0,846	0,658	0,19

Tabell 4 U-verdier for skyvedør beregnet i henhold til NS-EN ISO 10077-1 og -2 og med senter U-verdi beregnet i henhold til NS EN ISO 673:2011

U-verdi (W/(m²K))			
	Kun glass i alle felt	Et av feltene er med VIP	Differanse
To hovedfelt	0,804	0,617	0,19
Tre hovedfelt	0,855	0,666	0,19

Resultater fra tilleggsberegning av U-verdi beregnet i henhold til NS-EN ISO 10077-1 og -2, men med varmekonduktivitet λ = 0,12 W/(mK) for trematerialer i karm-/rammeprofiler er gitt i tabell 5.

Tabell 5 Tilleggsberegning. U-verdier for skyvedør beregnet i henhold til NS-EN ISO 10077-1 og -2, men med varmekonduktivitet λ = 0,12 W/(mK) for trematerialer i karm-/rammeprofiler

U-verdi (W/(m²K))			
	Kun glass i alle felt	Et av feltene er med VIP	Differanse
To hovedfelt	0,789	0,602	0,19
Tre hovedfelt	0,838	0,650	0,19

5. Diskusjon og konklusjon

Ved beregning av konstruksjoner med VIP kan det benyttes en dimensjonerende ekvivalent varmekonduktivitet for hele panelet som omfatter varmetap gjennom panelets kjerne og den omsluttende folien. Den dimensjonerende verdien tar i tillegg hensyn til aldring av panelet over tid. Med aldring av panelet menes diffusjon av luft og vanndamp inn i panelets kjerne som over tid fører til at vakuumet reduseres og varmekonduktiviteten øker. Den virkelige U-verdien for døren når VIP delen er ny vil derfor være en del bedre enn den dimensjonerende U-verdien der aldringseffekter er tatt hensyn til.

Det er utført beregninger av U-verdier for en skyvedør med beregningsprogrammene THERM og WINDOW. U-verdier er beregnet både i henhold til ISO 15099 og i henhold til NS-EN ISO 10077-1 og 2. Forskjell i U-verdi for senterdelen av ruta (Ug) ved beregning etter ISO 15099 og NS EN ISO 673, ble funnet til å være 0,02 W/(m²K).

Resultater fra U-verdiberegningene er listet i tabell 3 og 4. En tilleggsberegning er listet i tabell 5. Inndata for de ulike beregningene er gitt i vedlegg 3, 4 og 5.

Fordelen med å benytte VIP i vindus- og dørkonstruksjoner er blant annet å gi arkitekten større fleksibilitet i forhold til oppbrytning av fasaden. VIP i vindusfelt vil gi bedre U-verdi men er i utgangspunktet både fordyrende og mer tidkrevende å produsere med dagens produksjonsmetoder.

Mulige framtidige anvendelsesområder kan være å bruke VIP i dørblad for å forbedre U-verdien.

6. Referanser

1. ISO 15099: 2003. Termiske egenskaper til vinduer, dører og skjerming – Detaljerte beregninger.

2. NS-EN ISO 12567-1: 2010. Dørers og vinduers termiske egenskaper - Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient ved varmekammermetoden - Del 1: Komplette dører og vinduer

3. NS-EN 14351-1: 2006. Vinduer og dører - Produktstandard, egenskaper - Del 1: Vinduer og ytterdører uten krav til motstand mot røyklekkasje ved brann, men med krav for takvinduer til utvendige brannegenskaper.

4. NS-EN ISO 10077-1: 2007. Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder - Beregning av varmegjennomgangskoeffisient – Del 1: Generelt.

5. NS-EN ISO 10077-2: 2003. Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder - Beregning av varmegjennomgangskoeffisient - Del 2: Numerisk metode for karm og ramme.

6. NS-EN 673: 2011. Bygningsglass - Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) – Beregningsmetode.

7. WINDOW. Lawrence Berkeley National Laboratory, Windows and Daylighting Group, USA [http://WINDOWs.lbl.gov/software/] lastet ned 17.04.2015.

8. THERM. Lawrence Berkeley National Laboratory, Windows and Daylighting Group, USA [https://windows.lbl.gov/software/therm/7/index_7_3_2.html)] lastet ned 12.08.2015.

9. Va-q-tec, 2015, Product Data Sheet for va-Q-vip F [http://www.va-q-tec.com/en/va-Q-vip-F-1032,,53302.html] lastet ned 17.04.2015.

10. "Varmekonduktivitet og typiske tørrdensiteter for norsk bartre", Prosjektrapport fra MOT-prosjektet, 18.11.2008.

11. NS-EN ISO 10456 2007 Byggematerialer og -produkter. Hygrotermiske egenskaper. Tabulerte dimensjonerende verdier og prosedyrer for bestemmelse av deklarerte og praktiske termiske verdier.

VEDLEGG

Vedlegg 1 Inndata for beregninger etter ISO 15099.
Vedlegg 2 Inndata for beregninger etter NS EN ISO 10077-1 og -2.
Vedlegg 3 Inndata for tilleggsberegning.
Vedlegg 4 Kontrollordre Nordan.
Vedlegg 5 Målsatte tegninger.
Vedlegg 6 Snitt av karm/ramme og sprosse.

Vedlegg 1 Inndata for beregninger etter ISO 15099

1: Tre hovedfelt, et av feltene er med VIP

	b	h	A
Areal skyvedør	2,988	2,488	7,434
	A	Uf	A*Uf
Glass Venstre	2,963	0,548	1,624
Glass Høyre	0,388	0,548	0,213
VIP	2,436	0,1685	0,410
Venstre Uf	0,291	1,109	0,323
Høyre Uf	0,291	1,067	0,311
Topp Indre Uf	0,156	1,181	0,184
Topp Ytre Uf	0,156	2,119	0,331
Midt Uf	0,232	1,761	0,409
Bunn Indre Uf	0,191	1,415	0,270
Bunn Ytre Uf	0,191	2,283	0,436
Sprosse Uf	0,139	1,100	0,153
SUM:	7,434		4,663
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2,241	0,019	0,043
Høyre Y	2,241	0,020	0,045
Topp Indre Y	1,322	0,019	0,026
Topp Ytre Y	0,173	0,022	0,004
Topp Ytre VIP Y	1,087	0,000	0,000
Midt Y	2,241	0,019	0,042
Bunn Indre Y	1,322	0,022	0,029
Bunn Ytre Y	0,173	0,021	0,004
Bunn Ytre VIP Y	1,087	0,000	0,000
Sprosse Y	2,241	0,015	0,034
			0,226
Uw =		0,658	W/(m2K)

2: Tre hovedfelt, kun glass

	b	h	A
Areal skyvedør	2,988	2,488	7,434
	A	Uf	A*Uf
Glass Venstre	2,963	0,548	1,624
Glass Høyre	0,388	0,548	0,213
Glass midt	2,436	0,548	1,335
Venstre Uf	0,291	1,109	0,323
Høyre Uf	0,291	1,067	0,311
Topp Indre Uf	0,156	1,181	0,184
Topp Ytre Uf	0,156	2,119	0,331
Midt Uf	0,232	1,761	0,409
Bunn Indre Uf	0,191	1,415	0,270
Bunn Ytre Uf	0,191	2,283	0,436
Sprosse Uf	0,139	1,100	0,153
SUM:	7,434		5,587
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2,241	0,019	0,043
Høyre Y	2,241	0,020	0,045
Topp Indre Y	1,322	0,019	0,026
Topp Ytre Y	0,173	0,022	0,004
Topp Ytre Y	1,087	0,022	0,024
Midt Y	2,241	0,117	0,262
Bunn Indre Y	1,322	0,022	0,029
Bunn Ytre Y	0,173	0,021	0,004
Bunn Ytre Y	1,087	0,021	0,023
Sprosse Y	2,241	0,110	0,247
			0,705
Uw =		0,846	W/(m2K)

Vedlegg 1 fortsetter

3: To hovedfelt, et av feltene er med VIP

	b	h	A
Areal skyvedør	2,988	2,488	7,434
	A	Uf	A*Uf
Glass Venstre	2,963	0,548	1,624
VIP	2,963	0,1685	0,499
Venstre Uf	0,291	1,109	0,323
Høyre Uf	0,291	1,067	0,311
Topp Indre Uf	0,156	1,181	0,184
Topp Ytre Uf	0,156	2,119	0,331
Midt Uf	0,232	1,761	0,409
Bunn Indre Uf	0,191	1,415	0,270
Bunn Ytre Uf	0,191	2,283	0,436
SUM:	7,434		4,386
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2,241	0,019	0,043
Høyre Y	2,241	0,000	0,000
Topp Indre Y	1,322	0,019	0,026
Topp Ytre VIP Y	1,322	0,000	0,000
Midt Y	2,241	0,019	0,042
Bunn Indre Y	1,322	0,022	0,029
Bunn Ytre VIP Y	1,322	0,000	0,000
SUM:	12,011		0,140
Uw =		0,609	W/(m2K)

4: To hovedfelt, kun glass

	b	h	A
Areal skyvedør	2,988	2,488	7,434
	A	Uf	A*Uf
Glass Venstre	2,963	0,548	1,624
Glass Høyre	2,963	0,548	1,624
Venstre Uf	0,291	1,109	0,323
Høyre Uf	0,291	1,067	0,311
Topp Indre Uf	0,156	1,181	0,184
Topp Ytre Uf	0,156	2,119	0,331
Midt Uf	0,232	1,761	0,409
Bunn Indre Uf	0,191	1,415	0,270
Bunn Ytre Uf	0,191	2,283	0,436
SUM:	7,434		5,510
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2,241	0,019	0,043
Høyre Y	2,241	0,020	0,045
Topp Indre Y	1,322	0,019	0,026
Topp Ytre Y	1,322	0,022	0,029
Midt Y	2,241	0,117	0,262
Bunn Indre Y	1,322	0,022	0,029
Bunn Ytre Y	1,322	0,021	0,028
SUM:	12,011		
			0,460
Uw =		0,803	W/(m2K)

Vedlegg 2 Inndata for beregninger etter NS EN ISO 10077-1 og -2

1: Tre hovedfelt, et av feltene er med VIP

Skyvedør med trekonduktivitet 0,13 og rute beregnet etter ISO 673

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstr	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	0.388	0.530	0.206
VIP	2.436	0.169	0.410
Venstre Uf	0.291	1.174	0.342
Høyre Uf	0.291	1.130	0.329
Topp Indre Uf	0.156	1.252	0.195
Topp Ytre Uf	0.156	2.219	0.346
Midt Uf	0.232	1.851	0.429
Bunn Indre Uf	0.191	1.497	0.286
Bunn Ytre Uf	0.191	2.342	0.447
Sprosse Uf	0.139	1.152	0.160
SUM:	7.434		4.721
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0193	0.043
Høyre Y	2.241	0.0200	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0196	0.026
Topp Ytre Y	0.173	0.0224	0.004
Topp Ytre VIF	1.087	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.0192	0.043
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	0.173	0.0208	0.004
Bunn Ytre VIF	1.087	0.0000	0.000
Sprosse Y	2.241	0.0156	0.035
			0.228
Uw =		0.666	W/(m2K)

2: Tre hovedfelt, kun glass

Skyvedør med trekonduktivitet 0,13 og rute beregnet etter ISO 673

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstr	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	0.388	0.530	0.206
VIP	2.436	0.548	1.335
Venstre Uf	0.291	1.174	0.342
Høyre Uf	0.291	1.130	0.329
Topp Indre Uf	0.156	1.252	0.195
Topp Ytre Uf	0.156	2.219	0.346
Midt Uf	0.232	1.851	0.429
Bunn Indre Uf	0.191	1.497	0.286
Bunn Ytre Uf	0.191	2.342	0.447
Sprosse Uf	0.139	1.152	0.160
SUM:	7.434		5.646
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0193	0.043
Høyre Y	2.241	0.0200	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0196	0.026
Topp Ytre Y	0.173	0.0224	0.004
Topp Ytre VIF	1.087	0.0224	0.024
Midt Y	2.241	0.1173	0.263
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	0.173	0.0208	0.004
Bunn Ytre VIF	1.087	0.0208	0.023
Sprosse Y	2.241	0.1105	0.248
			0.708
Uw =		0.855	W/(m2K)

Vedlegg 2 Fortsetter

3: To hovedfelt, et av feltene er med VIP

Skyvedør med trekonduktivitet 0,13 og rute beregnet etter ISO 673

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstr	2.963	0.530	1.570
VIP	2.963	0.169	0.499
Venstre Uf	0.291	1.174	0.342
Høyre Uf	0.291	1.130	0.329
Topp Indre Uf	0.156	1.252	0.195
Topp Ytre Uf	0.156	2.219	0.346
Midt Uf	0.232	1.851	0.429
Bunn Indre Uf	0.191	1.497	0.286
Bunn Ytre Uf	0.191	2.342	0.447
Sprosse Uf	0	0.000	0.000
SUM:	7.434		4.444
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0193	0.043
Høyre Y	2.241	0.0000	0.000
Topp Indre Y	1.322	0.0196	0.026
Topp Ytre VIP	1.322	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.0192	0.043
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre VIP	1.322	0.0000	0.000
			0.141
Uw =		0.617	W/(m2K)

4: To hovedfelt, kun glass

Skyvedør med trekonduktivitet 0,13 og rute beregnet etter ISO 673

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstr	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	2.963	0.530	1.570
Venstre Uf	0.291	1.174	0.342
Høyre Uf	0.291	1.130	0.329
Topp Indre Uf	0.156	1.252	0.195
Topp Ytre Uf	0.156	2.219	0.346
Midt Uf	0.232	1.851	0.429
Bunn Indre Uf	0.191	1.497	0.286
Bunn Ytre Uf	0.191	2.342	0.447
Sprosse Uf	0	0.000	0.000
SUM:	7.434		5.515
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0193	0.043
Høyre Y	2.241	0.0200	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0196	0.026
Topp Ytre Y	1.322	0.0224	0.030
Topp Ytre VIP	0	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.1173	0.263
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	1.322	0.0208	0.028
Bunn Ytre VIP	0	0.0000	0.000
Sprosse Y	12.011	0.0000	0.000
			0.463
Uw =		0.804	W/(m2K)

Vedlegg 3 Inndata for tilleggsberegning

1: Tre hovedfelt, et av feltene er med VIP

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstre	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	0.388	0.530	0.206
VIP	2.436	0.169	0.410
Venstre Uf	0.291	1.109	0.323
Høyre Uf	0.291	1.067	0.311
Topp Indre Uf	0.156	1.181	0.184
Topp Ytre Uf	0.156	2.119	0.331
Midt Uf	0.232	1.761	0.409
Bunn Indre Uf	0.191	1.415	0.270
Bunn Ytre Uf	0.191	2.283	0.436
Sprosse Uf	0.139	1.100	0.153
SUM:	7.434		4.602
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0192	0.043
Høyre Y	2.241	0.0199	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0194	0.026
Topp Ytre Y	0.173	0.0221	0.004
Topp Ytre VIF	1.087	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.0190	0.042
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	0.173	0.0208	0.004
Bunn Ytre VIF	1.087	0.0000	0.000
Sprosse Y	2.241	0.0154	0.034
			0.226
Uw =		0.650	W/(m2K)

2: Tre hovedfelt, kun glass

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstre	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	0.388	0.530	0.206
VIP	2.436	0.548	1.335
Venstre Uf	0.291	1.109	0.323
Høyre Uf	0.291	1.067	0.311
Topp Indre Uf	0.156	1.181	0.184
Topp Ytre Uf	0.156	2.119	0.331
Midt Uf	0.232	1.761	0.409
Bunn Indre Uf	0.191	1.415	0.270
Bunn Ytre Uf	0.191	2.283	0.436
Sprosse Uf	0.139	1.100	0.153
SUM:	7.434		5.527
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0192	0.043
Høyre Y	2.241	0.0199	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0194	0.026
Topp Ytre Y	0.173	0.0221	0.004
Topp Ytre VIF	1.087	0.0221	0.024
Midt Y	2.241	0.1168	0.262
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	0.173	0.0208	0.004
Bunn Ytre VIF	1.087	0.0208	0.023
Sprosse Y	2.241	0.1104	0.247
			0.705
Uw =		0.838	W/(m2K)

Vedlegg 3 Fortsetter

3: To hovedfelt, et av feltene er med VIP

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstre	2.963	0.530	1.570
VIP	2.963	0.169	0.499
Venstre Uf	0.291	1.109	0.323
Høyre Uf	0.291	1.067	0.311
Topp Indre Uf	0.156	1.181	0.184
Topp Ytre Uf	0.156	2.119	0.331
Midt Uf	0.232	1.761	0.409
Bunn Indre Uf	0.191	1.415	0.270
Bunn Ytre Uf	0.191	2.283	0.436
Sprosse Uf	0	0.000	0.000
SUM:	7.434		4.332
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0192	0.043
Høyre Y	2.241	0.0000	0.000
Topp Indre Y	1.322	0.0194	0.026
Topp Ytre Y	0	0.0000	0.000
Topp Ytre VIF	1.322	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.0190	0.042
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	0	0.0000	0.000
Bunn Ytre VIF	1.322	0.0000	0.000
Sprosse Y	0	0.0000	0.000
			0.140
Uw =		0.602	W/(m2K)

4: To hovedfelt, kun glass

	b	h	A*Uf
Areal skyved	2.988	2.488	7.434
	A	Uf	
Glass Venstre	2.963	0.530	1.570
Glass Høyre	2.963	0.530	1.570
Venstre Uf	0.291	1.109	0.323
Høyre Uf	0.291	1.067	0.311
Topp Indre Uf	0.156	1.181	0.184
Topp Ytre Uf	0.156	2.119	0.331
Midt Uf	0.232	1.761	0.409
Bunn Indre Uf	0.191	1.415	0.270
Bunn Ytre Uf	0.191	2.283	0.436
Sprosse Uf	0	0.000	0.000
SUM:	7.434		5.404
	l	ψ	l*ψ
Venstre Y	2.241	0.0192	0.043
Høyre Y	2.241	0.0199	0.045
Topp Indre Y	1.322	0.0194	0.026
Topp Ytre Y	1.322	0.0221	0.029
Topp Ytre VIF	0	0.0000	0.000
Midt Y	2.241	0.1168	0.262
Bunn Indre Y	1.322	0.0216	0.029
Bunn Ytre Y	1.322	0.0208	0.028
Bunn Ytre VIF	0	0.0000	0.000
Sprosse Y	12.011	0.0000	0.000
			0.460
Uw =		0.789	W/(m2K)

Vedlegg 4 Kontrollordre Nordan

NorDari

KONTROLLORDRE ▪ NO.0731628

Tegningene viser produktene sett utenfra

Lnr	Mrk	Ant	Beskrivelse	Bredde× Høyde	Brutto enh. pris	Rab.
020	V3	2	ND NTech Skyvedør	2988 ×2488mm	48 301	51%

Utførelse 138 mm karm 164
U-verdi produkt: Ikke beregnet
Vekt 189 kg

Venstre dørblad primær
Skyvbar dørblad

Glass
Energi 2s VKS/Ar
Oppbygning ~~4ES+12G+4+12G+ES4~~
Transmisjon ~~LT/TST 57/37~~
ba: Uten glass(~~For 36 mm glassoppb.~~)
~~Terskel 42 mm~~

Brystningshøyde 138 mm

Overflatebehandling
Utvendig
Karm NCS S5502Y Grå
Ramme NCS S8500N Svart
Innvendig AN Klar lakk
Glasslister RAL 7021 Grå, Pulver lakkert

Detaljer:
Festehull D-14/6
Uten foringsnot i bunn
Med foringsnot
Slett isolert felt

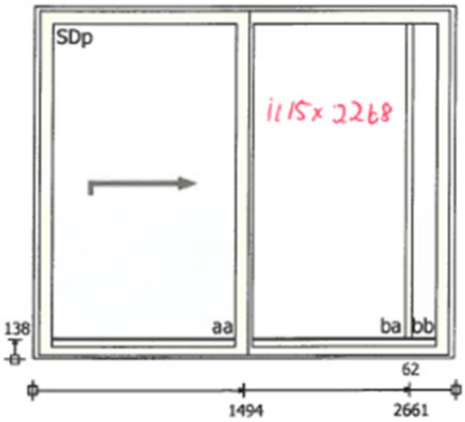
Detaljer (ramme):
a : Matt sølv yndere/luftebeslag
PASSIV SKYVEDØR MED GLASSKODE 31002 =6,38 ES-16g-4-16g-ES 6,38

SKAL VÆRE MED VAKUUM PANEL I FASTFELT BA

BB SKAL VÆRE MED PASSIV GLASSKODE 31002 0,01

TA KONTAKT MED KJELL LIE FOR INFO FØR PRODUKSJON
PASSIV SKYVEDØR

Sprosse:
62 = Gjennomgående sprosse



2stk VIP
~~1350~~ mm x 2268 mm
1115 mm

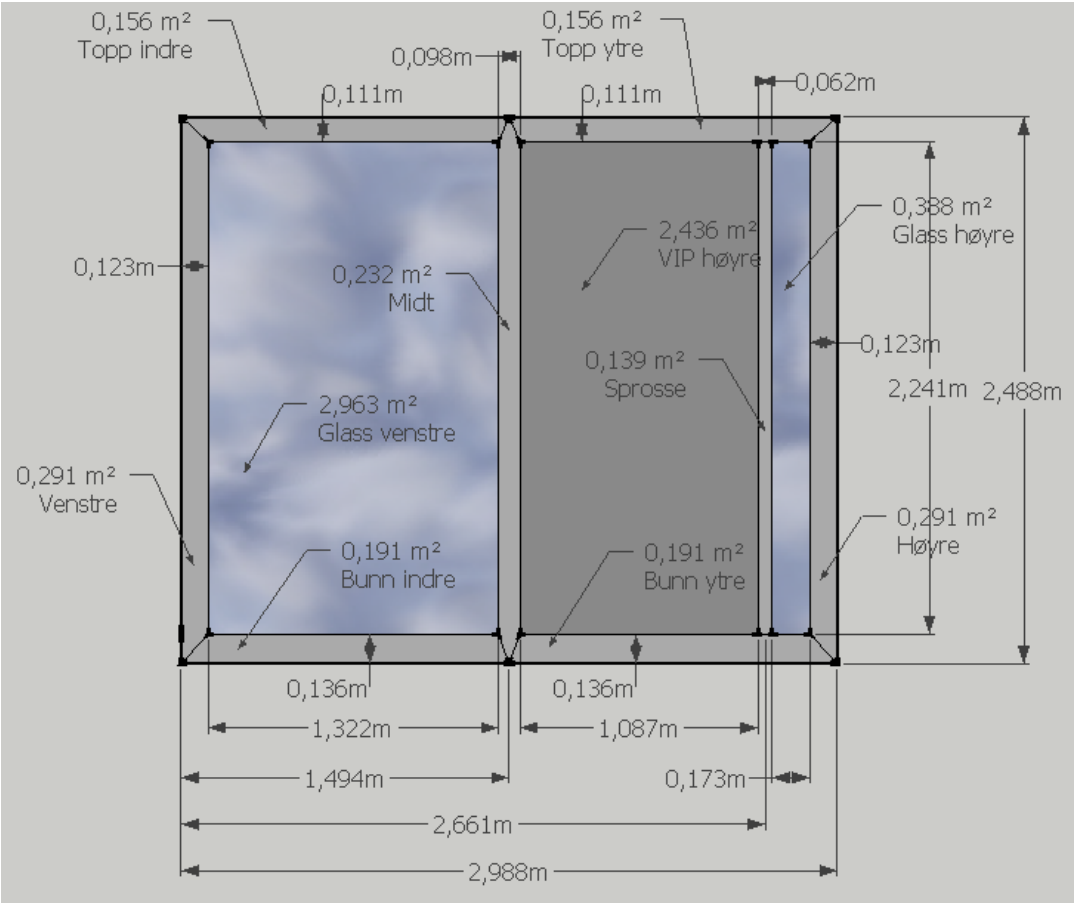
Versjon 0,07
Utskrift dato 24.06.2014 kl 14.30

Side 4 av 5

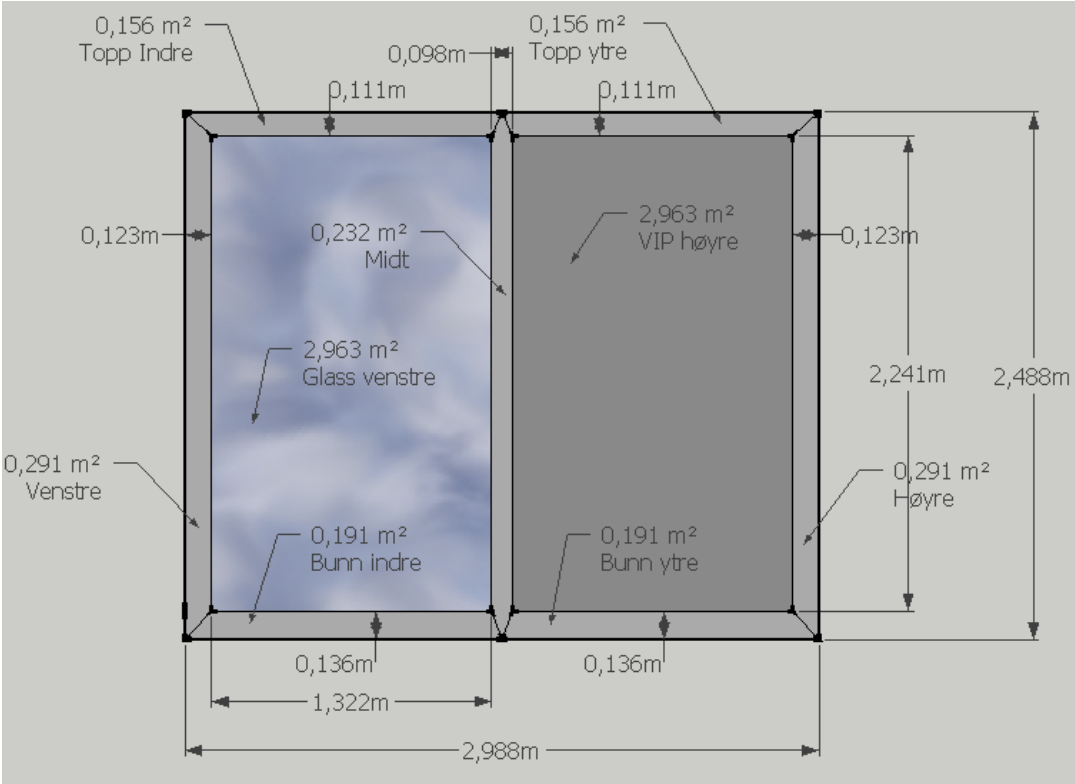
KONTROLL

Vedlegg 5 Målsatte tegninger.

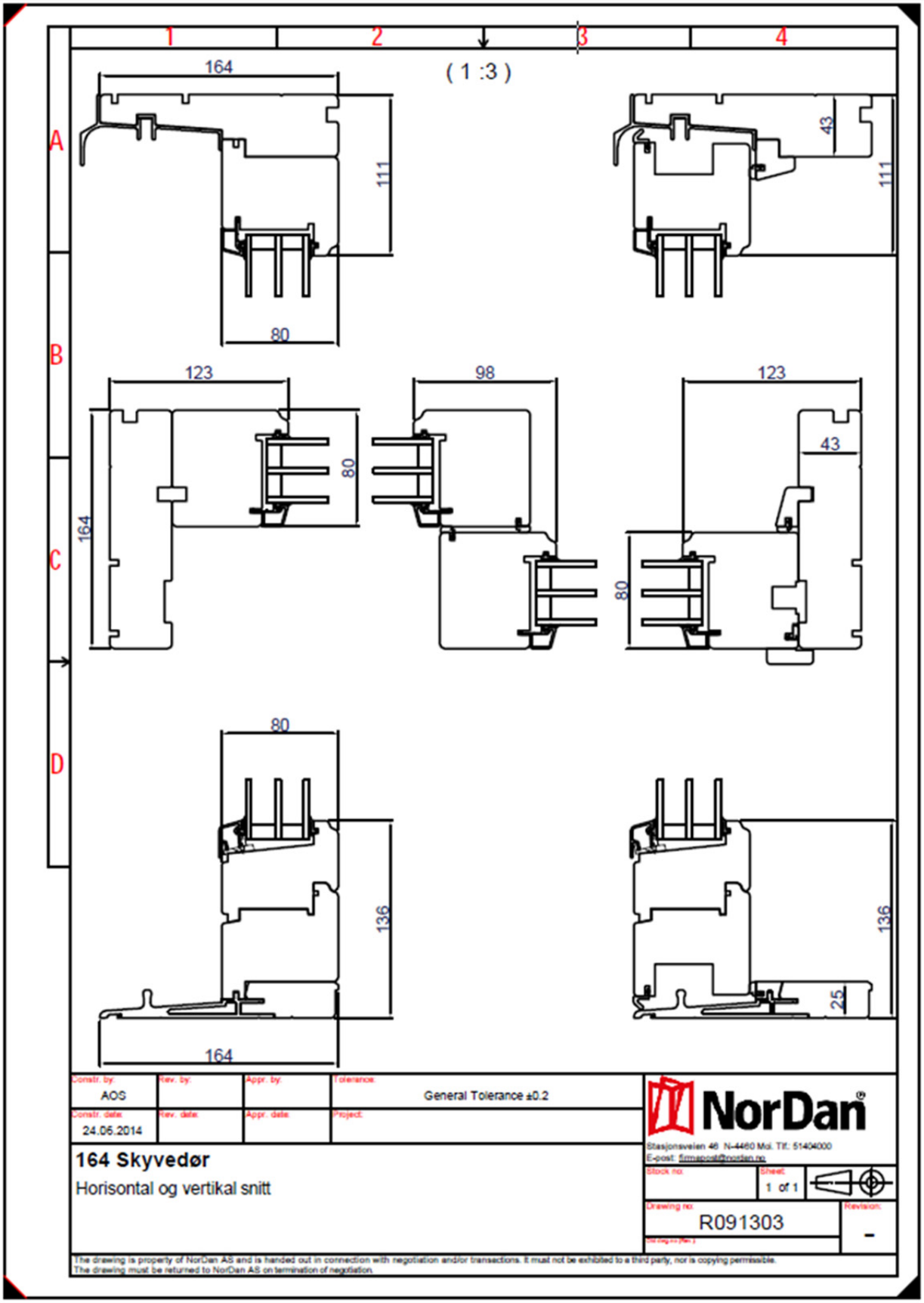
Tre hovedfelt:



To hovedfelt:



Vedlegg 6 Snitt av karm, ramme og sprosse



The Research Centre on Zero emission Buildings (ZEB)

The main objective of ZEB is to develop competitive products and solutions for existing and new buildings that will lead to market penetration of buildings that have zero emissions of greenhouse gases related to their production, operation and demolition. The Centre will encompass both residential and commercial buildings, as well as public buildings.

NTNU – Trondheim
Norwegian University of Science and Technology

SINTEF

ZEB The Research Centre on Zero Emission Buildings

Partners

NTNU
www.ntnu.no

SINTEF
www.sintef.no

Skanska
www.skanska.no

Weber
www.weber-norge.no

Isola
www.isola.no

Glava
www.glava.no

Protan
www.protan.no

Hydro Aluminium
www.hydro.com

Caverion Norge
www.caverion.no

ByBo
www.bybo.no

Multiconsult
www.multiconsult.no

Brødrene Dahl
www.dahl.no

Snøhetta
www.snoarc.no

Forsvarsbygg
www.forsvarsbygg.no

Statsbygg
www.statsbygg.no

Husbanken
www.husbanken.no

Byggenæringens Landsforening
www.bnl.no

Norsk Teknologi
www.norskteknologi.no

Direktoratet for byggkvalitet
www.dibk.no

DuPont
www.dupont.com

NorDan AS
www.nordan.no

Enova
www.enova.no

VELUX
www.velux.com

Entra
www.entra.no