

UBetonEI

Vejledning

Version 2.1

Magne L. S. Hansen

***Teknologisk Institut
Byggeri – Beton***

August 2008

Forord

Programmet **UBetonEI** er i sin tid blevet til for at lette overgangen til reglerne for beregning af U-værdier af betonsandwich-elementer. Reglerne som blev udgivet som **Tillæg 3 til DS 418, Beregning af bygningers varmetab** og trådte i kraft 24. september 1998 med en overgangsperiode på 1 år.

Ved et elements U-værdi forstås varmetabet pr. m² gennem elementet ved 1 grads temperaturforskel mellem ude- og indeluften.

Programmet er udviklet af Teknologisk Institut. Programudviklingen har været en naturlig opgave at påtage sig for Teknologisk Institut - Byggeri, som dels gennem mange år har arbejdet med måling og beregning af U-værdier, dels har været stærkt involveret i udarbejdelsen af **Tillæg 3 til DS 418**, der handler om beregning af U-værdien af betonsandwich-elementer. Siden hen har 6. udgave af **DS 418** fra 2002 og 1. udgave af **tillæg 1 til DS 418** fra 2005 krævet ændringer i programmet, så som ved beregning af korrektion for bindere, samt korrigeret beregning af linjetab ved ribbeisolering. Senest har de skærpede krav til bygningers energimæssige ydeevne i BR07 krævet ændringer programmet i forhold til beregninger på elementer med isoleringstykkelser op til 500 mm.

Vi takker de elementfabrikker og enkeltpersoner, der har hjulpet os med kommentarer til programmet under udviklingen og ser frem til at samarbejde med betonbranchen om dette program.

Teknologisk Institut
Byggeri - Beton
August 2008

Indhold

Indledning.....	3
Rettigheder	4
Installation	4
Skærbilleder.....	4
Menuen <i>Filer</i>	8
Menuen <i>Kombination af elementer</i>	9
Menuen <i>Om programmet</i>	9
Menuen <i>Hjælp</i>	9
Farver på tekster og tal	9
Indtastning af data	10
Standardelementer	11
U-værdiberegning.....	11
Tyngdepunktsberegning m.m.	12
Opdeling og kombination af elementer	12
Beregningsrapport	14
Litteratur	14
Bilag 1: Beregningsrapport.....	16

Indledning

Denne **Vejledning version 2.1** hører til programmet **UBetonEI, version 2.1 (aug. 2008)**.

Med programmet **UBetonEI** kan man beregne U-værdien af et firkantet betonsandwich-element efter **DS 418**, samt elementets areal, vægt og tyngdepunkt.

Beregningerne udføres ud fra nogle få hoveddata for elementet. Samtidig med, at disse data indtastes, vises der en opstalt af elementet på skærmen, så man løbende kan kontrollere visuelt, om indtastningerne er korrekte.

Programmet forudsætter i lighed med den bagved liggende standard, at elementet er afgrænset af adiabaiske flader (flader hvor der ikke sker varmetransport igennem), både mod omgivende bygningsdele og mod indsatte døre og vinduer, dvs. at elementet ikke udveksler varme med omgivende eller indbyggede bygningsdele.

Af hensyn til beregning af vægt og tyngdepunkt kan et eventuelt skørt (opragende forstøbning) medtages uden at det påvirker U-værdien.

Der er i programmet kun mulighed for at angive et enkelt hul (vindues- eller dørhul) pr element, men elementer med to eller flere huller kan beregnes ved at opdele det i flere del-elementer, hver med højst 1 hul. Delelementerne kan derefter igen sammenlægges og deres samlede U-værdi, areal, højde, bredde, vægt og tyngdepunkt beregnes af programmet.

Vi håber med dette program at dække branchens behov for U-værdi- og tyngdepunktsberegninger. Enhver form for kommentarer og ændringsforslag til programmet er velkomne.

Kontakt venligst:

Teknologisk Institut	Magne L. S. Hansen
Byggeri - Beton	Tlf. direkte: 72 20 24 86
Gregersensvej	Fax. direkte: 72 20 20 19
2630 Taastrup	E-mail: Magne.Hansen@teknologisk.dk

Rettigheder

Programmet må distribueres af Betonelement-Foreningen via deres hjemmeside.

Installation

Programmet kører under Windows XP og nyere versioner. Det er udviklet ved brug af Visual Basic 6.

Installationsprocedure (det anbefales før installationen at lukke andre programmer, man har kørende under Windows):

- Download filen **UBetonEI 2.1 setup.exe** og gem den i en mappe efter eget valg.
- Kør den downloadede fil og følg anvisningerne på skærmen (alle de viste skærbilleder kan blot accepteres, som de er).
- Start programmet ved at dobbeltklikke på ikonen **UBetonEI 2.1** på skrivebordet eller i start menuen.

NB: Programmet fungerer kun, hvis talformatet i Windows er sat til at bruge komma som decimal-skilletegn, dvs. at et tal eksempelvis skrives 1234,22 (kontrollér det fx under Windows XP: Start - Indstillinger- Kontrolpanel - International - Tal).

Skærbilleder

Programmet indeholder følgende skærbilleder:

Om programmet (Startbillede):

Bibliografiske oplysninger om brugeren og programmet. Dette billede kan under kørslen kaldes frem med menupunktet **Om programmet** i skærbilledet **UBetonEI**.



UBetonEI

Hovedprogram til beregning af U-værdien af et betonsandwich-element.

UBetonEI - U-værdi af betonsandwich-elementer

Filer Kombination af elementer Om programmet Hjælp

Lodrette mål (mm)

Skørt 300

400 Topribbe

100 Hulribbe

2000 Hul 2800

100 Dørtrin

200 Bundribbe

Hulplacering

Hultype

Intet hul

Vindue

Dørhul

200 Side-ribbe

100 Hul-ribbe

900 Hul

100 Hul-ribbe

200 Side-ribbe

2400

800 Hulplacering Vandrette mål (mm) Print skærm

Delarealer (med ændret isoleringstykkelse)

Sym-bol	Areal (m ²)	Omk. (mm)	Isol. tyk. (mm)	Tyngdepunkt X (mm)	Tyngdepunkt Y (mm)
+R:	0,480	2400	30	1200	2700
(Forstærkninger i kant-ribben)					
+H:	0,040	800	20	400	1200
(Udsparinger i hoved-isoleringen)					

Stritter, stropper, m.m.

Antal	d (mm)	l (mm)	Vælg type
10	3	200	Rustfast stål
2	5	300	Tinbronze
8	7	200	Galv./sort stål

Varmeledningsevne (W/mK)

Beton: 1,600 Hoved-isol.: 0,039 Ribbe-isol.: 0,039

Tykkelser (mm)

Forstøbning:	Ribbeisolering:
60	- i kantribber 50
Hoved-isol.: 200	- i hulribber 50
Bagstøbning: 80	- i dørtrin: 50

Elementnavn: \data\ds418std.bel

Elementet ialt Tykkelse = 340 (mm) Arealer: Element = 4,920 (m²) Hul = 1,800 (m²) U = 0,682 (W/m²K)

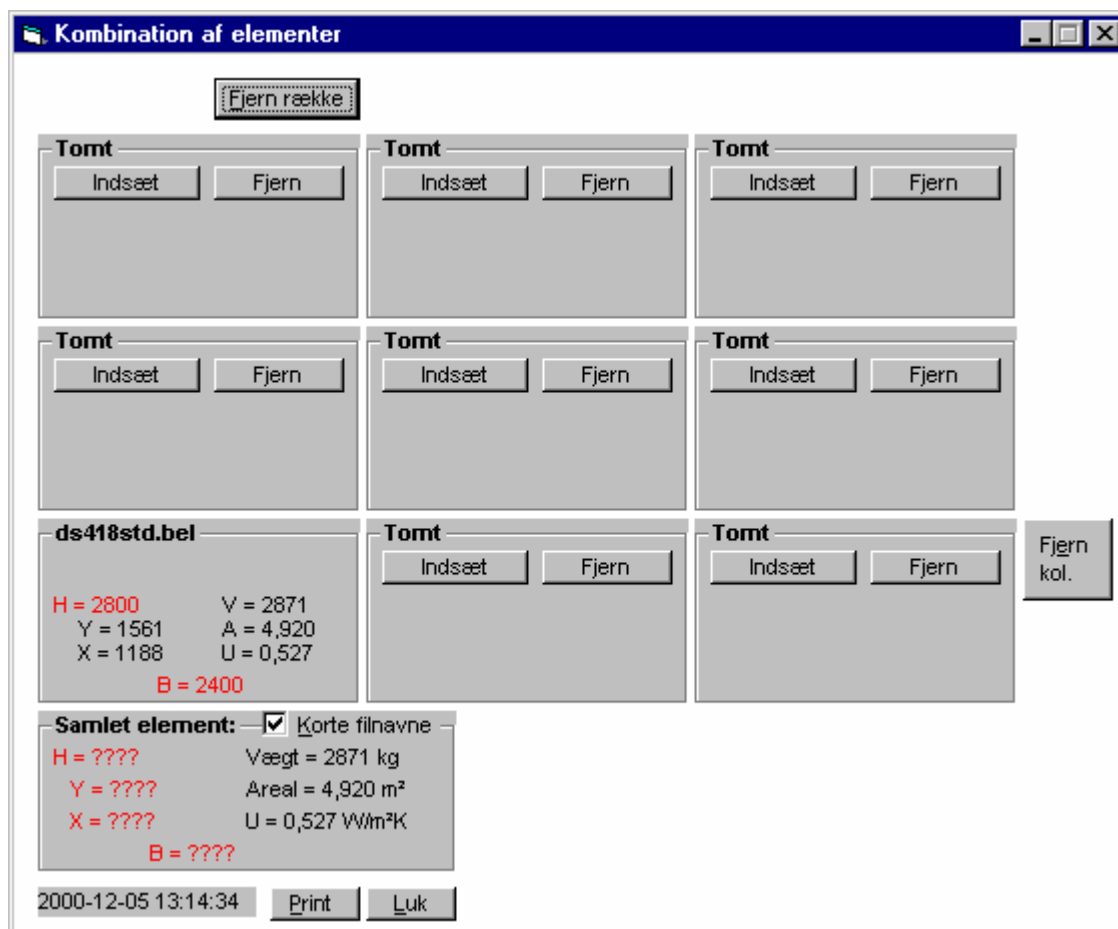
27-08-2008 09:10:20 Vægt = 2871 (kg) Tyngdepunkt: X = 1188 (mm) Y = 1561 (mm)

UBetonEI - U-værdi af betonsandwich-elementer, jvf. 6. udgave af DS 418:2002 og DS 418/Till. 1:2005

Kombination af elementer

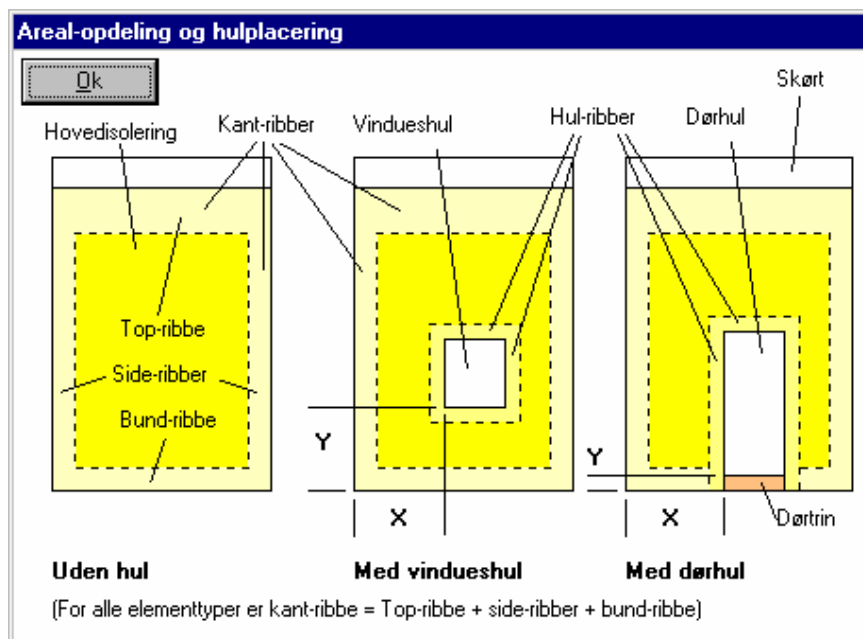
Allerede beregnede elementer kan tilføjes til højre for og ovenfor det aktuelle element og det

således samlede elements hoveddata beregnes.



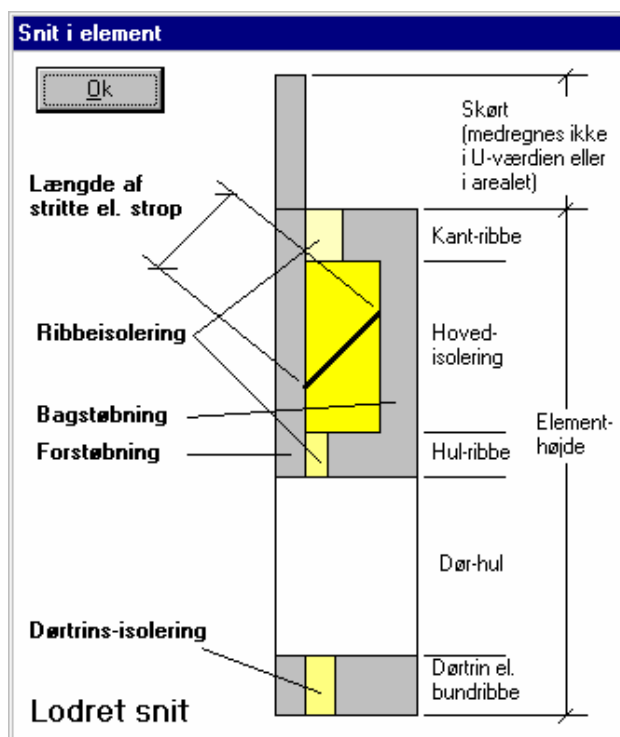
Arealopdeling og hulplacering

Hjælpbillede, som viser, hvorledes elementet forudsættes opdelt i isolerede arealer (hovedisolering, kantribbe, hulribbe), hulareal og skørt (som ikke medregnes i U-værdien), samt hvordan hullets placering angives.



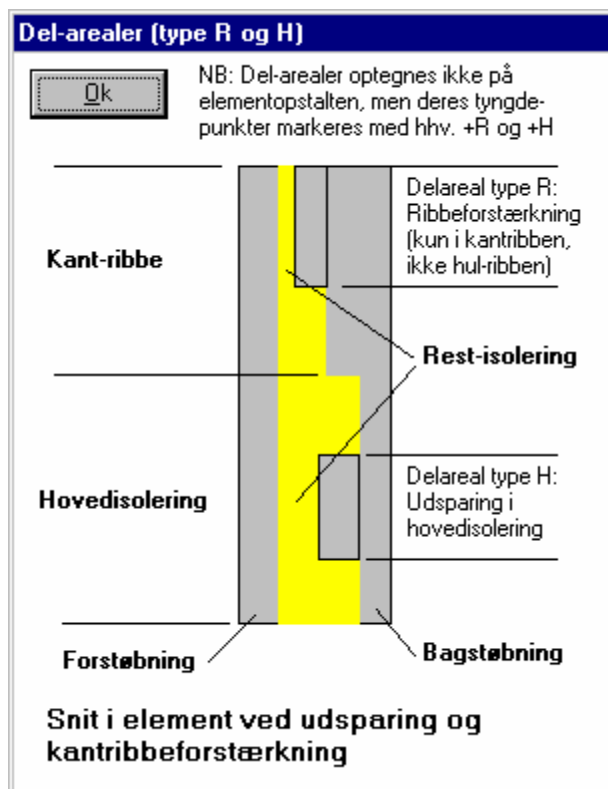
Snit i element

Hjælpébillede, som viser et lodret snit i et element med tilhørende betegnelser.



Del-arealer type R og H

Hjælpébillede, som viser et snit i et element med angivelse af to typer af del-arealer (lokale områder med ændret isoleringstykkelse), nemlig forstærkninger af elementkantribben (delareal type R) og udsparringer i hovedisoleringen (delareal type H)



Menuen *Filer*

Gem standardelement

Gemmer de data, der i øjeblikket ses på skærmen i en fil, der navngives af brugeren. Filtypenavnet **.BEL** skal anvendes.

Hent standardelement

Henter et sæt elementdata fra en fil. Listen viser kun filer med filtypenavnet **.BEL**.

Skriv rapport til fil

Udskriver en beregningsrapport svarende til de data, der findes på skærmen **UBetonEI**. Filtypenavnet **.TXT** kan anbefales, men er ikke et krav.

Se rapport

Viser beregningsrapporten ved hjælp af Windows Notesblok, hvorfra den kan udskrives, evt efter tilføjelse af en beskrivelse.

Afslut

Afslutter programmet.

Menuen *Kombination af elementer*

Fremkalder skærbilledet *Kombination af elementer* der indeholder en matrix med plads til 3 x 3 elementer. Det aktuelle elements hoveddata findes på pladsen nederst til venstre. På de andre pladser kan allerede beregnede elementer indlægges og det kombinerede elements data beregnes og vises i et særligt felt for neden.

Menuen *Om programmet*

Denne menu fremkalder skærbilledet **Om programmet**.

Menuen *Hjælp*

Vis hjælpetekster

Ingen hjælpetekster

Med disse to menupunkter kan man slå hjælpetekster til og fra. Hjælpeteksterne viser sig i en gul linie nederst på skærbilledet, når musen føres ind i et felt. En hjælpetekst giver oplysninger om det pågældende felt og dets brug.

Arealopdeling og hulplacering

Menupunktet viser opstalter af tre typer elementer (hhv. uden hul, med vindueshul og med dørhul).

Snit i element

Menupunktet viser et forenklet snit i et element, hvor begreberne hovedisolering, ribbeisolering, strittelængde m.m. er beskrevet.

Del-arealer type R og H

Menupunktet viser et snit i et element, hvor der er udsparet i isoleringen, dels i en kant-ribbe (type R), dels i hovedisoleringen (type H).

Farver på tekster og tal

For at lette brugen af skærbillederne er der i billedet **UBetonEI** anvendt forskellige farver svarende til forskellige funktioner.

Sorte tal og tekster i hvide felter

Indtastningsfelter, som kan ændres af brugeren og derigennem påvirke beregningsresultatet (U-værdien m.m.).

Hvide felter der skifter til gult

I visse indtastningsfelter med sorte tal på hvid baggrund ændrer baggrundsfarven sig til gul, når der indtastes *særlige værdier* såsom store elementmål. Se under **Indtastning af data**.

Røde tal i hvide felter

Resultater (arealer m.m.) som beregnes automatisk af programmet, og som ikke kan ændres af brugeren. Disse findes nederst i skærbilledet UBetonEI.

Blå tekst

Navnet på det standardelement, der senest er hentet frem eller gemt.

Fede gule typer på blå baggrund

Dette tal angiver den beregnede U-værdi.

Indtastning af data

Der skal indtastes følgende størrelser:

- Elementets *udvendige mål* (samt højden af et eventuelt skørt).
- *Tykkelse* af forstøbning, bagstøbning og hovedisolering
- *Varmeledningsevne* af beton og isolering
- Ribbernes *bredde og isoleringstykkelse*
- Eventuelt dør- eller vindueshuls *bredde, højde og placering (kun 1 hul muligt)*
- Oplysninger om stritter og stropper (antal, diameter, længde og materiale)
- Oplysninger om eventuelle udsparinger i hovedisoleringen (del-areal type H).
- Oplysninger om eventuelle forstærkninger i kantribben (del-areal type R).

Dimensioner angives i hele mm, arealer i m² (med 3 decimaler) og varmeledningsevner i W/mK (med 3 decimaler).

Et indtastningsfelt kan udpeges ved at *klikke på det med musen* eller ved at bruge *tabulatortasten* til at skifte fra felt til felt.

U-værdien beregnes af programmet, hver gang der trykkes på Retur-tasten i et indtastningsfelt og når et indtastningsfelt forlades. *Hvis hulribben overlapper elementribben*, bliver U-værdien erstattet af teksten **FEJL**.

I alle indtastningsfelterne fremkommer der en advarselstekst, hvis der indtastes negative tal, bogstaver eller andre ikke-tal tegn i et talfelt.

I forbindelse med udviklingen af version 2.1 af UBetonEI er der gennemført HEAT2-beregninger til kortlægning af linjetab for at supplere figur 6.10 i 6. udgave af DS 418:2002. Beregningen gennemføres med linjetabstillæg, der er interpolerede ud fra de supplerende beregninger. Hvis der i felterne for tykkelser af hovedisolering og ribbeisoleringer (samt restisolering ved del-arealer) indsættes tal, der ikke er omfattet af de supplerende beregninger (dvs. $0 \text{ mm} < t_{\text{ribbeisol}} < 500 \text{ mm}$ og $100 \text{ mm} < t_{\text{hovedisol}} < 500 \text{ mm}$) bliver beregningen gennemført med den højst/mindst tilladelige værdi. Programmet kan ikke beregne U-værdien for elementet korrekt for ribbebredder mellem 1 og 14 mm.

Programmet forudsætter, at der *bruges komma (,) som decimalskilletegn i tal*. Hvis der indtastes et punktum i et tal, vil punktet blive negligeret, således at f.eks. 0.45 vil blive fortolket af programmet som tallet 45.

Programmet forudsætter ikke, at *stritter og stropper* går gennem hovedisoleringen, men feltet for strittelængde vises gult, hvis der indtastes længder, der er mindre end hovedisoleringens tykkelse. Beregningen udføres dog altid med de indtastede længder. Er det samlede bidrag fra punkttabet i forbindelse med stritter og stropper mindre end $0,005 \text{ W/m}^2\text{K}$ sættes punkttabet til $0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tips: Windows-funktionerne kopiér (Ctrl-C) og indsæt (Ctrl-V) kan bruges i indtastningsfelterne.

Standardelementer

Ved et standardelement forstås et element, hvis data er gemt i en fil.

Når programmet startes, vises det element, som ligger gemt i filen
C:\Programmer\TI\UBetonEI\ds418std.bel.

De aktuelle data på skærbilledet **UBetonEI** kan når som helst gemmes med menupunktet **Filer / Gem standardelement**. Der *skal* bruges filtypebetegnelsen **.BEL**. De således gemte elementer kan igen kaldes frem under menupunktet **Filer / Hent standardelement**.

Der kan gemmes et ubegrænset antal standardvinduer. Det anbefales at gemme dem i biblioteket C:\Programmer\TI\UBetonEI eller underbiblioteker til dette.

Et bibliotek skal være oprettet, før man kan gemme filer i det.

U-værdiberegning

U-værdien for et element beregnes i dette program ifølge reglerne i **DS 418** og sammensættes af følgende bidrag:

- *U-værdien af arealet med ensartet isoleringstykkelse*
- *Linjetabstillæg Ψ (udtales: psi-værdi) hvor isoleringstykkelsen springer*
- *Tillæg for stritter, stropper mm.*

U-værdien for arealer med ensartet isoleringstykkelse beregnes som 1-dimensionale U-værdier ifølge **DS 418**.

Linjetabstillæg ved spring i isoleringstykkelsen tillægges pr. løbende meter af springet. Værdien beregnes af programmet ud fra en matematisk tilnærmelse til kurverne i figur 6.10 i DS 418:2002.

Hvis en *ribbebredde er angivet til værdien 0*, regnes der ikke med linjetabstillæg. Hvis en kantribbe *støder sammen* med en hulribbe, regner programmet ikke linjetabstillæg på den strækning, hvor de støder sammen (NB: heller ikke hvis de to ribber har forskellige isoleringstykkelser).

Beregning af linjetabstillæg sker på grundlag af isoleringsmaterialets varmeledningsevne. Programmet beregner linjetabstillæggene proportionalt med varmeledningsevne.

Hvis *hulribberne overlapper kantribberne*, vises U-værdien ikke, men teksten **FEJL** og i beregningsrapporten gøres der et notat om årsagen til denne angivelse.

Del-arealer skal indføres med deres samlede areal. Som omkreds indsættes længden af den del af omkredsen, der støder op til anden isolering (til hovedisolering for delarealer type H og til kantribbeisolering for delarealer af type R). Sættes et delareal til nul bliver delarealets omkreds automatisk også sat til nul. Ændres omkredsen efterfølgende kan U-værdien ikke beregnes.

Tyngdepunktsberegning m.m.

Udover elementets U-værdi beregnes følgende data for elementet:

- Elementareal i m² (vindue, dørhul og skørt medregnes ikke i arealet)
- Tykkelse i mm
- Vægt i kg
- Tyngdepunktets placering, angivet som X- og Y-koordinater (mm) i forhold til nederste venstre hjørne.

Elementets vægt og tyngdepunkt beregnes med følgende densiteter: Beton 2400 kg/m³, isolering 30 kg/m³.

Opdeling og kombination af elementer

Elementer med flere huller må opdeles i delelementer, der hver indeholder højst ét hul (dør eller vindue).

Op til 9 elementer kan sammensættes ved at bruge menupunktet *Kombination af elementer*.

Menupunktet fremkalder en skærm med 3 x 3 felter, hver med plads til hoveddata for et element. Når skærbilledet hentes frem bliver det aktuelle elements data lagt ind i feltet nederst til venstre. Herefter kan de andre felter udfyldes med elementer, der allerede er beregnet og gemt som standardelementer i *.BEL-filer. Forneden vises data for det kombinerede element.

Hvis man blot ønsker at *beregne U-værdien og/eller vægten for et kombineret element*, kan del-elementerne placeres hvor som helst.

Hvis man også ønsker at beregne den samlede bredde, højde og tyngdepunkt af det kombinerede element, skal følgende overholdes:

- Elementer, der står ved siden af hinanden, skal have samme højde.
- Elementer, der står over hinanden, skal have samme bredde.
- Alle felter skal være udfyldt med elementer eller fjernet (brug tasterne "Fjern række" foroven og "Fjern kolonne" i højre side).

Hvis ikke disse krav er opfyldt, vises med røde tal, hvor der er uoverensstemmelse mellem højderne hhv. bredderne. NB: Tomme element-pladser opfattes af programmet, som om de har bredde og højde = 0.

U-værdi og areal af et kombineret element kan beregnes manuelt som vist i følgende eksempel:

Eks.

Et element opdeles i tre dele med følgende beregnede data:

areal	A1, A2, og A3
U-værdi	U1, U2 og U3

Arealet af hele elementet beregnes af formlen:

$$A = A1 + A2 + A3$$

U-værdien for hele elementet beregnes af formlen:

$$U = (A1 * U1 + A2 * U2 + A3 * U3) / A$$

Bredde, vægt og tyngdepunkt for et kombineret element kan beregnes manuelt som vist i følgende eksempel:

Eks.

Et element f.eks. opdeles i tre delelementer, der er placeret ved siden af hinanden og har følgende beregnede data:

bredde	B1, B2 og B3
vægt	V1, V2 og V3
tyngdepunkt	X1, X2, og X3

Bredden B for hele elementet beregnes af formlen

$$B = B1 + B2 + B3$$

Vægten V af hele elementet beregnes af formlen

$$V = V1 + V2 + V3$$

Tyngdepunktet X for hele elementet beregnes af formlen:

$$X = (X1 * V1 + (B1 + X2) * V2 + (B1 + B2 + X3) * V3) / V$$

Beregningsrapport

Programmet indeholder tre muligheder for at udskrive en beregningsrapport.

Med knappen "Print skærm" i skærbilledet **UBetonEI** udskrives skærbilledet med de indtastede data og resultater *for det aktuelle element* til printerens.

Med knappen "Print" i skærbilledet **Kombiner elementer** udskrives skærbilledet med de *kombinerede elementers hoveddata* til printerens.

Kvaliteten af disse direkte udskrevne skærbilleder afhænger af den anvendte printer og af de valgte printerindstillinger.

Med menupunktet **Filer/Skriv rapport til fil** udskrives der et resumé af de indtastede data og den beregnede U-værdi (men ikke vægt og tyngdepunkt). Udskriften sker til den fil, der er angivet i feltet umiddelbart under **Ok-knappen**. Med menupunktet **Filer/Se rapportfil** vises rapporten på skærmen ved hjælp af den i Windows indbyggede tekstbehandler (eng.: *Notepad*, dansk: *Notesblok*). Her kan man tilføje kommentarer m.m. og *skrive rapporten ud til en printer*. Hvis rapporten skal viderebehandles i et andet tekstbehandlingssystem, kan den hentes ind i dette som ANSI (Windows)-tekst

Hvis filnavnet henviser til et bibliotek, der ikke findes, fremkommer der en fejlmeddelelse, hvorefter programmet stopper.

Beregninger gennemføres med uafrundede værdier, og afrunding sker først ved udskrivning af det enkelte tal. Afrunding sker som op- og nedrundning efter sædvanlige regler.

Tips: Endvidere kan et skærbillede overføres til klippebordet i Windows med tastekombinationen **Alt-PrntSc**. Herfra kan det hentes ind i en dokumentfil (f.eks. Word) med tastekombinationen **Ctrl-V**.

Litteratur

DS 418, 6. udgave 2002

Tillæg 1 til DS 418, 1. udgave 2005

Produktoversigt

VarmeisoleringsForeningen

Produktoversigt:

http://vif-isolering.dk/fileadmin/filer/Produktoversigt/Produktoversigten_2008-4.pdf

Bilag 1: Beregningsrapport

U-værdi af betonelement, beregning jvf. 6. udgave af DS 418:2002 og DS 418/Till. 1:2005

Datafil: c:\ubetonel\ds418std.txt

Beregning udført: 26-08-2008 kl. 14:58:01

Hoveddata for betonelement med dørhul:

Elementydermål B x H = 2400 x 2800 mm	Udv. areal = 6,720 m ²
Hulmål B x H = 900 x 2000 mm	Hulareal = 1,800 m ²
	Elementareal = 4,920 m ²

Tykkelser:

Forstøbning	60 mm
Hovedisolering	200 mm
Bagstøbning	80 mm
Ribbeisolering ved elementkant	50 mm
Ribbeisolering ved hul	50 mm
Isolering i dørtrin	50 mm

Bredde af ribber	ved elementkant	ved hul
Overside	400 mm	100 mm
Venstre side	200 mm	100 mm
Højre side	200 mm	100 mm
Underside	200 mm	100 mm

Stritter, stropper, m.m.:

10 stk Ø 3 mm, l = 200 mm, Rustfast stål
 2 stk Ø 5 mm, l = 300 mm, Tinbronze
 8 stk Ø 7 mm, l = 200 mm, Galv./sort stål

Delarealer i hovedisolering (f.eks. udsparinger):

Ialt areal = 0,040 m², omkreds = 800 mm, restisolering = 20 mm (Note)

Delarealer i elementribben (f.eks. forstærkninger):

Ialt areal = 0,480 m², omkreds = 2400 mm, restisolering = 30 mm

Varmeisoleringsevne:

Hovedisolering	0,039 W/mK
Ribbeisolering	0,039 W/mK
Beton	1,600 W/mK
Rustfast stål	17 W/mK
Galv./sort stål	55 W/mK
Tinbronze	65 W/mK

U-værdi-beregning:

	A (m ²)	L (m)	U (W/m ² K)	psi (W/mK)	Produkt (W/K)
Hovedisolering	2,160		0,186		0,401
Delareal i hovedisol.	0,040		1,133		0,045
- - -		0,800		0,028	0,022
Elementribber	1,620		0,612		0,992
- - -		7,300		0,018	0,129
Delareal i elem.ribber	0,480		0,883		0,424
- - -		2,400		0,004	0,010
Hulribber	0,530		0,612		0,324
- - -		5,100		0,018	0,090
Dørtrin	0,090		0,612		0,055
Tillæg for stritter, stropper m.m.					0,099

 Produktsum = 2,593

U = 0,527 W/m²K