

Vejledning til programmet LKdaekW.exe

Kristian Hertz

| LKDaekW | | | |
|---|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| BIH | Sagsnavn | Sagsnavn | |
| | Sagsnr. | Sagsnummer | Element nr. Element nr |
| Beregner bæreevnen af et dæk af | | Versionsdato: 2006-07-12 | |
| letklinkerbeton påvirket af | | Udløbsdato: 2007-12-31 | |
| standardbrand. www.bih.kubus.dk | | Dato i dag: 2006-09-13 | |
| Der skal regnes: <input checked="" type="radio"/> Karakteristisk <input type="radio"/> Middel | | | |
| Element ID | Letklinkerdæk | Dæklag til stangcentrum | 0.020 m |
| Spændvidde | 5.63 m | Vederlagsdybde | 0.070 m |
| Dækbredde | 1.200 m | Beton trykstyrke | 15.00 MPa |
| Dækykkelse | 0.200 m | Beton trækstyrke | 2.70 MPa |
| Ydre last | 2.400 kN /m ² | Stålflydespænd. | 550.00 MPa |
| Standardbratid | 60 min | Arm diameter | 0.010 m |
| Armeringstype | Bratkølet | Antal armeringsstænger | 8 |
| Dæktype | Massivt | | |
| Resultater | | | |
| For lasten 2.400 kN/m ² er momentet 28.3 kNm | | | |
| og forskydningskraften V = 20.1 kN | | | |
| Til tiden 60 er max M = 38.9 kNm, og max V = 83.7 kN | | | |
| Brandmodstandstiden er 79.9 min, hvor: | | | |
| max M = 28.3 kNm, og max V = 72.5 kN | | | |
| Resultater findes i filerne | | | |
| LKDAEKW.RES Resultater | | | |
| LKDAMULT Momentbæreevneforløb | | | |
| LKDAVULT.RES Forskydningsbæreevneforløb | | | |
| Beregningen anvendes på eget ansvar | | Udarbejdet af Kristian Hertz | |
| | | Afslut Program | |

Ansvar

Programmet anvendes helt på eget ansvar, og hverken programmør eller distributør kan drages til ansvar i forbindelse med brug eller installation deraf.

Hvad beregner programmet?

Programmet beregner bæreevnen af et dæk af beton med tilslag af letklinker påvirket af en standardbrand efter ISO 834.

Dækkets spændvidde og bredde kan varieres, og man kan vælge mellem to almindelige typer dæk: et massivt dæk med rumvægt 1775 kg/m^2 og et sandwich dæk. Når man vælger en dæk type omstilles en række variable til værdier, som er sædvanlige for denne type, og visse af dem, kan man derefter ændre. Det gælder eksempelvis dækkets tykkelse, der sættes til 200 mm for massivt og 240 mm for sandwich, men som man efterfølgende kan ændre. Hvis man ændrer sandwichdækkets tykkelse, får det kun betydning for tykkelsen af det bløde mellemste lag, idet de to yderste lag bibeholder deres tykkelser på hhv. 35 mm med rumvægt 1500 kg/m^3 i bunden og 23 mm med rumvægt 1560 kg/m^3 i toppen. Mellemlaget består af rumvægt 625 kg/m^3 med en initial tykkelse på 182 mm. Endvidere kan man variere antal armeringsstænger, deres diameter og flydespænding, vederlagsdybden og dæklaget. Beregningen kan udføres for varmtvalsede kamstål såvel som for bratkølede og selvanløbne stål.

Man kan vælge mellem beregning med karakteristiske værdier til design eller med middelværdier til brug for forudsigelser af forsøg eller eftervisninger af programmets beregningsmetoder ved sammenholdelse med forsøgsdata.

Man kan inddatere andre værdier for tryk- og trækstyrke, men disse overskrives hvis man på ny vælger dæktype eller parameteren for beregning med karakteristiske eller middelværdier.

Man kan påføre en fladelast i kN/m^2 , hvorpå programmet beregner maksimal moment og forskydningskraft, og sammenholder disse med brudbæreevnerne til en fast tid af en standardbrandpåvirkning, så man kan afgøre, hvor tæt man er på brud.

Beregningen giver endvidere brandmodstandstiden for den påførte fladelast og samtidigt oplyses brudmoment og maksimal forskydningskraft til dette tidspunkt. Forskydningsbæreevnen beregnes dels som ren forskydning, hvor brudkriteriet på den sikre side sættes til lasten, hvor der forekommer skrå trækrevner i det bløde mellemlag, og dels som en forankringsstyrke. Denne findes som minimum af en vedhæftningsstyrke for armeringsstangen i det nederste lag beton og en flækningsstyrke, der afhænger af dæklagstykkelsen. Begge disse styrker regnes på den sikre side ud fra forudsætningen om, at isotermerne er parallelle med dækkets underside helt ud i vederlaget. Dvs. at vederlaget ikke isolerer dækket. I de fleste tilfælde, vil en nøjagtigere beregning af de todimensionale varmestrømme ved vederlaget kunne føre til eftervisning af højere forankringsstyrker.

Programmet skriver endvidere filer med det primære resultat og filer med tabeller over udviklingen i den beregnede bæreevne for moment og forskydningskraft som funktion af tiden.

Beregningen udføres i tidsstep á 10 minutter, og brandmodstandstiden findes ved interpolation mellem sådanne to tidspunkter.

I resultatfilen skrives til orientering de enkelte forskydnings- og forankringsbæreevner ud for det valgte tidspunkt. Af hensyn til overskueligheden er dette ikke medtaget i skærmbilledet.

Hvordan installeres programmet?

Filen LKdaekW.exe på kun ca. 700 kB udgør alt, hvad man skal bruge, og denne fil lægges i en mappe på en Windows baseret computer, hvor man ønsker beregningen udført. Programmet kan uden videre indlægges i flere mapper og køres samtidigt fra disse. Når programmet køres, vil der blive skrevet nogle ASCII filer med endelsen .RES i samme mappe med resultater til orientering og dokumentation for brugeren. Disse filer overskrives ved næste kørsel med nye, så hvis de skal gemmes bør man omdøbe dem (Højreklik på filen og omdøb). Man kan åbne filerne eksempelvis med Notepad. Højreklik på en fil. Klik på Åben med og derpå Vælg program på en liste og tryk OK. Vælg Notepad og marker Vælg altid det valgte program til at åbne denne type fil.

Nogle sikkerhedssystemer vanskeliggør, at man uden videre kan downloade .exe-filer. Dette problem er på BIH's hjemmeside løst ved at "Zippe" filerne. For at åbne den "Zippede" fil, skal du have programmet WinZip installeret på din computer. Det har du muligvis allerede. Hvis ikke, kan programmet downloades på BIH's hjemmeside – følg stien: Teknik – Brand – Beregningsprogram – Beregning af dæk - Installation.

Programmet LKdaekW.exe er forsynet med en udløbsdato, der vises i vinduet. Når udløbsdatoen er overskredet vil programmet ikke fungere længere, og en ny version skal rekvireres. Denne foranstaltning sikrer først og fremmest, at der sker en udskiftning til evt. nyere versioner, således at uheldige tilfælde, som måtte blive opdaget kan rettes, og gamle versioner ikke skader programmets troværdighed og derigennem belaster den fortsatte anvendelse af programmet.

Hvordan anvendes programmet?

Programmet findes i filen LKdaekW.exe.

Når man dobbeltklikker på denne fil i Windows, åbnes et vindue med et Windows abseret brugerinterface, og der gennemføres en beregning med forud valgte parametre.

Øverst er der 3 felter, hvor man kan skrive sagsnavn, sagsnummer og vægnummer.

Man kan ændre parametrene en ad gangen ved at indtaste parameterens værdi, og programmet regner igen. Der skal ikke trykkes på ENTER ved indtastning! Programmet er kun i begrænset omfang sikret mod uhensigtsmæssig brug, og man må være forberedt på, at det går ned, hvis der indtastes noget umuligt. Specielt anvendes punktum . foran decimaler og ikke komma , . Altså skriver man: 7.34 og ikke: 7,34! Resultater præsenteres på samme måde (engelsk notation).

Hvad bruges resultatfilerne -.RES til?

Resultatet vises direkte i vinduet, og der gives endvidere henvisninger til simple ASCII-filer med yderligere resultater:

| | |
|--------------|---|
| LKDAEK.RES | Der gemmer resultatet, som også står på skærmen. |
| LKDAMULT.RES | Med en tabel over momentbæreevnen fra 0 til 240 min. |
| LKDAVULT.RES | Med en tabel over forskydningsbæreevne fra 0 til 240 min. |

Resultatfilerne -.RES, der nævnes ovenfor kan åbnes eksempelvis med en ASCII editor som for eksempel Notepad (Notesblokken) i Windows, og resultaterne kan maskes ind og kopieres over i andre dokumenter og regneark efter behov, ligesom tabelfilerne kan anvendes direkte som input i regneark og programmer, hvor man eksempelvis kan fremstille kurver over dem eller anvende dem i videre beregninger. Resultatfilerne overskrives næste gang, programmet kører og hver gang der vælges en ny parameter. Når programmet afsluttes efterlades resultatfiler svarende til det sidst behandlede sæt parametre.

Hvis man ønsker at køre programmet flere gange samtidigt f.eks. for at sammenholde alternative designmuligheder, anbefales det at bruge kopier af programmet i hver sin mappe, så man får gemt et sæt resultatfiler af det ønskede design.

Hvad er forskellen på middelværdier og karakteristiske værdier?

Middelværdier skal anvendes, hvis man vil forsøge at forudsige resultatet af en fuldskalatest eller væggenes reaktion på en tilsvarende virkelig brand. Middelværdier bruges også til at sammenholde programmets resultater med forsøgsresultater til dokumentation af at programmet regner rigtigt. Karakteristiske værdier skal anvendes ved en beregningsmæssig dimensionering til brug for et bygningsprojekt, idet disse lavere værdier er på den sikre side i forhold til den variation, som der kan være i materialeværdierne.

Der er ikke den store forskel på resultaterne for bøjningsbrud, da armeringsstålets egenskaber her er bestemmende, og dets flydespænding ikke antages at have en

spredning af betydning. Derimod kan det have indflydelse på forskydning og forankring, hvor betonens trækstyrke tages i regning.

Hvilke randbetingelser og begrænsninger har programmet?

Dækket brandpåvirkes fra bunden og understøttes på en flade med en variabel dybde. Beregningerne er forsøgsmæssigt dækket for understøtningsflader af dybder på ned til 70 mm.

Hvis dækket understøttes i en linie eksempelvis ved at ligge på en kant, regnes understøtningsdybden lig den længde, som dækket rager ud over denne kant. Beregningen forudsætter, at dækelementets endeflade er plan, og ikke eksempelvis har bæreknaster. Hvis dette er tilfælde, er en fuldstændig udstøbning mellem disse bæreknaster med en beton af mindst samme kvalitet, som i dæklaget helt afgørende for, om deres længde kan medregnes i vederlagsdybden!

Af materialeparametrene er det kun flydespændingen, der kan ændres, og den kan kun tillades ændret, hvis stålets styrke opnås i kraft af dets kemiske sammensætning eller ved bratkøling. Man vælger herimellem. Hvis man anvender et kolddeformeret stål såsom en forspændingsline i stedet, kan programmet ikke anvendes, da der i så fald skal bruges andre og kraftigere reduktioner af flydespændingen med temperaturen.

Endvidere kan programmet kun anvendes for kamstål, da vedhæftningsstyrken her er optimal og kan beregnes. Anvendes glat stål, tor-stål eller liner, skal der foretages en eksperimentel bestemmelse af vedhæftningsstyrken eksempelvis med en manchetttest og helst verificeret med mindst ét fuldskalaforsøg, hvorpå resultaterne kan indgå i fremtidige beregninger.

Programmet beregner kun bæreevnen for en *standardbrandpåvirkning uden afkølingsfase*.

Ved beregning af fuldt udviklede brandforløb, skal der bl.a. tages hensyn til at betonens styrkeforhold ændres yderligere i afkølingsfasen, og det foreliggende program kan ikke modellere disse forhold.

Hvor kan man læse mere om beregningsmetoden?

I rapporten

K.Hertz: Documentation for calculations of standard fire resistance of slabs and walls of light aggregate concrete.

BYG.DTU R-48

November 2002

der bl.a. kan downloades fra www.byg.dtu.dk, beskrives den anvendte beregningsmetode, og der gennemregnes eksempler, som sammenholdes med resultater fra fuldskalaforsøg. Ved udarbejdelsen af rapporten er beregningerne foretaget manuelt ved brug af MathCAD regneark, og resultaterne er identiske med de resultater, som programmet giver.

Derved udgør rapporten en dokumentation for programmets kvalitet.

Hvilke materialeparametre anvender programmet?

Som nævnt kan man vælge mellem to dæktyper: massivt og sandwich.

For disse anvendes trykstyrke, trækstyrke og en trækstyrke for mellemlaget i sandwichdæk som hhv. karakteristiske værdier og middelværdier.

Derudover anvendes massefylde, specifik varmekapacitet, varmeledningsevne og stålflydespænding. Disse antages at være de samme i middel som karakteristisk.

Materialeparametrene indgår som default værdier som følger, men flere af dem kan varieres:

Massivt dæk

| | | | |
|---------------------------|--|------|---------------------|
| Rumvægt | | 1775 | kg/m ³ |
| Trykstyrke Middel | | 20.0 | MPa |
| Trykstyrke Karakteristisk | | 15.0 | MPa |
| Trækstyrke Middel | | 3.20 | MPa |
| Trækstyrke Karakteristisk | | 2.70 | MPa |
| Varmeledningsevne | | 0.60 | W/m ^{°C} |
| Specifik varmekapacitet | | 1.00 | kJ/kg ^{°C} |
| Flydespænding | | 550 | MPa |

Sandwich dæk

| | | | |
|---------------------------|--------|-------|---------------------|
| Rumvægt | bund | 1500 | kg/m ³ |
| Rumvægt | mellem | 625 | kg/m ³ |
| Rumvægt | top | 1560 | kg/m ³ |
| Trykstyrke Middel | top | 17.00 | MPa |
| Trykstyrke Karakteristisk | top | 15.25 | MPa |
| Trækstyrke Middel | bund | 3.00 | MPa |
| Trækstyrke Karakteristisk | bund | 2.70 | MPa |
| Trækstyrke Middel | mellem | 0.30 | MPa |
| Trækstyrke Karakteristisk | mellem | 0.30 | MPa |
| Varmeledningsevne | bund | 0.60 | W/m ^{°C} |
| Specifik varmekapacitet | bund | 1.00 | kJ/kg ^{°C} |
| Flydespænding | | 550 | MPa |