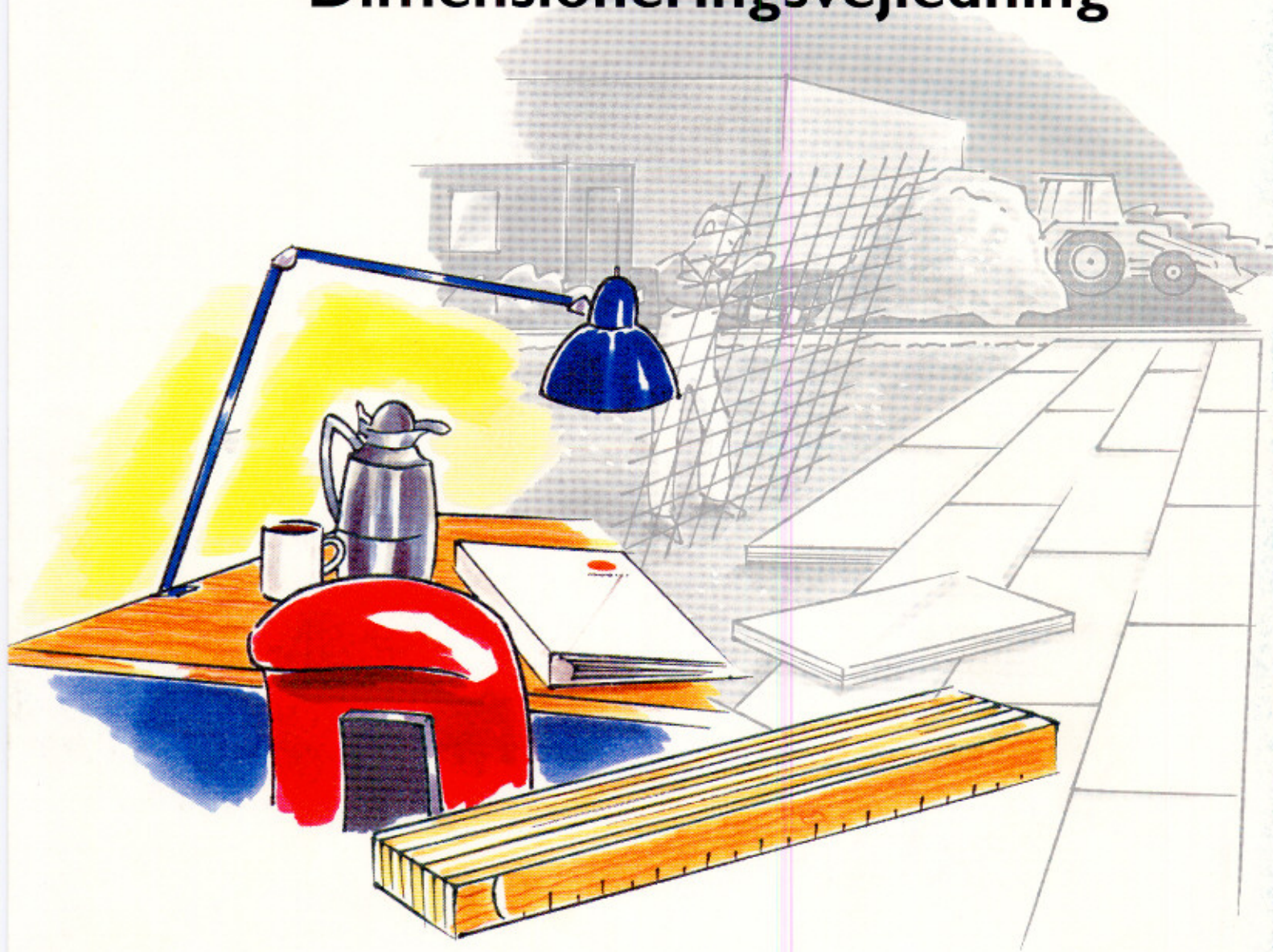


Sundolitt

- den stærke hvide isolering

SundDATEPS[®]

Dimensioneringsvejledning



Dimensioneringsvejledning for terrændæk på Sundolitt isoleringsprodukter.
Sundolitt as - oktober 1999

VERSIONS HISTORIE

Version	Af	Dato	Ændringsbeskrivelse
0.1	KSe	99-09-20	Første version.
1.0	PEH / KSe	99-08-02	Indarbejdet nye dimensioneringstabeller
1.1	KSe	99-09-27	Opdatering af dimensioneringstabeller

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. ANSVARFORHOLD.....	4
2. GENERELT OM TERRÆNDÆK.....	5
2.1 Baggrund	5
2.2 Definitioner.....	5
2.3 Isoleringsmaterialer.....	5
2.4 Belastninger.....	6
3. BELASTNINGER	7
3.1 DS 410	7
3.2 Industrigulve	9
3.3 Egenvægt	12
4. STYRKE- OG STIVHEDSEGENSKABER FOR POLYSTYREN.....	13
4.1 Generelle forhold	13
4.2 Kortidsegenskaber.....	13
4.3 Langtidsegenskaber.....	14
4.4 Ballasttal for isoleringen	14
5. BEREGNINGSMODEL OG BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER.....	16
5.1 Sikkerhed.....	16
5.2 Beregningsmodel.....	16
5.3 Ballasttal for isolering og terræn.....	17
5.4 Beton og armering	20
5.5 Andre dækmaterialer.....	23
5.6 U-værdier	24
6. DIMENSIONERINGSSKEMAER.....	25
6.1 DS 410 - gulve.....	25
6.1.1 Dimensioneringsskema for lastgruppen "bolig".....	26
6.1.2 Dimensioneringsskema for lastgruppen "Kontor og let erhverv"	27
6.1.3 Dimensioneringsskema for lastgruppen "Samlingslokaler med faste siddepladser".....	28
6.1.4 Dimensioneringsskema for lastgruppen "Større butikker".....	29
6.1.5 Dimensioneringsskema for lastgruppen "Tungere erhverv"	30
6.2 Industrielastgrupper.	31
6.2.1 Dimensioneringsskema for "Industrielast gruppe 1".....	32
6.2.2 Dimensioneringsskema for "Industrielast gruppe 2".....	33
6.2.3 Dimensioneringsskema for "Industrielast gruppe 3".....	34
6.2.4 Dimensioneringsskema for "Industrielast gruppe 4".....	35
7. PROJEKTERING OG UDFØRELSE.....	36
7.1 Feltstørrelser	36
7.2 Fuge-udformning	36
7.3 Frie kanter.....	37
7.4 Fugttekniske forhold.	39
7.5 Isoleringens underlag.....	39
7.6 Radon.....	39
8. LITTERATUR.....	40

1. Ansvarsforhold.

Denne dimensioneringsvejledning er udarbejdet som en projekteringshjælp, men kan ikke erstatte en ingeniørmæssig vurdering i hvert enkelt projekt.

Ansvar for terrændæk projekteret ved anvendelse af vejledningen, påhviler således fortsat de projekterende teknikere og de udførende entreprenører.

2. Generelt om terrændæk

2.1 Baggrund

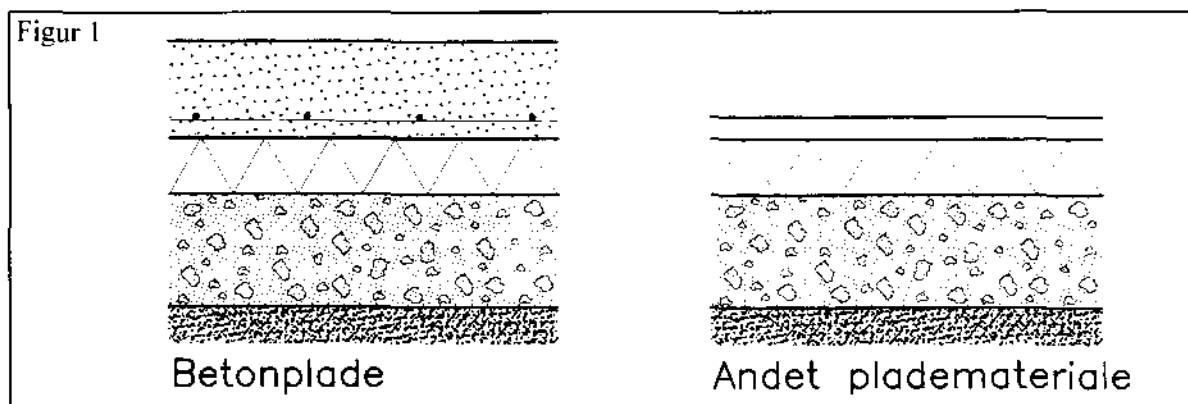
Der findes ingen danske regler eller normer for beregning af terrændæk på eftergiveligt underlag af isolering, hvorfor dimensionering af terrændæk på isolering stort set har været baseret på isoleringsproducenteres anvisninger.

Nærværende dimensioneringsvejledning er baseret på det generelt anerkendte elasticitetsteoretiske beregningsforudsætninger, og har det formål:

- at beskrive det teoretiske grundlag
- at fastlægge materialesortiment og tilhørende data
- at danne grundlag for udviklingen af et brugervenligt beregningsprogram under Windows 95

2.2 Definitioner

Ved et terrændæk på polystyrén forstås en gulvkonstruktion med følgende opbygning:



Dækket kan bestå af uarmeret eller armeret beton i forskellige tykkelser afhængig af belastningen på gulvet eller af andet plademateriale.

2.3 Isoleringsmaterialer

Denne vejledning omhandler kun terrændæk på celleplast af Sundolitt ekspanderet polystyrén (EPS) og Sundex ekstruderet polystyrén (XPS).

Sundolitt og Sundex har gode styrke- og stivhedsegenskaber, hvilket gør materialerne velegnede til terrændæk, hvor isoleringsmaterialet udover at fungere som varmeisolering også skal optage belastningen fra gulvpladen.

Klassifikation

Den europæiske komité for standardisering (CEN) arbejder i øjeblikket på at udvikle europæiske produkt standarder for isoleringsmaterialer. I denne standard vil der blive opstillet en klassifikation, baseret på isoleringsmaterialernes styrke- og stivhedsforhold i såvel korttids- som langtidstilstand, således at isoleringsmaterialerne kan indgå i de statiske beregninger på linie med andre konstruktionsmaterialer.[7].

2.4 Belastninger

Dansk Ingeniørforenings norm for last på konstruktioner, DS 410 angiver kun belastninger for gulve med let til moderat last, mens der ikke er opstillet belastningsforudsætninger for egent-lige industrigulve med last fra f.eks. pallereoler og trucks.

Industrilast

I denne vejledning er der derfor, ud fra udenlandsk litteratur og erfaringer fra danske industribygninger, opstillet 4 lastgrupper for industrigulve, udover de belastningstyper, som er angivet i DS410.

Et industrigulv dimensioneret efter denne vejledning kan derfor klassificeres efter disse 4 lastgrupper, hvilket har stor betydning ved senere ændring i en bygnings anvendelse eller ved salg.

3. Belastninger

3.1 DS 410

Dansk Ingeniørforenings norm for last på konstruktioner, DS 410 angiver i den reviderede udgave 1998 følgende karakteristiske laster for gulve i 5 bygningstyper:

Bygningstype	Jævnt fordelt fladelast kN/m ²	Punktlast (0,1 x 0,1 m) kN
Bolig	2,00	2,00
Kontor og let erhverv	3,00	2,00
Samlingslokaler 1)	3,00-5,00	4,00
Butikker 2)	3,00-5,00	3,00-4,00
Tungere erhverv 3)	6,00	7,00

- 1) Gradueringen svarer til samlingslokaler med bordopstilling, med faste siddepladser og uden faste siddepladser.
- 2) Gradueringen svarer til mindre og større butikker.
- 3) Tungere erhverv svarer jf. DS 410 til lettere industri og håndværk. For tungere industri må lasterne vurderes i hvert tilfælde.

I det følgende omtales forskellige former for belastningstyper, som alle kan optræde i kortere eller længere tid. Som det fremgår af senere afsnit er polystyréns styrke- og deformationsparametre større for korttidslaster end for langtidslaster, hvorfor det på den sikre side bør anbefales kun at opfatte egentlige bevægelige belastninger (hjultryk) som korttidslaster:

Langtidslaster: Jævnt fordelt fladelaste (egenvægt + nyttelaster)
Linielaster (skillevægge)
Punktlaster (reoler med nyttelast, søjler)

Korttidslaster: Hjultryk (Trucks, rullefogne, kraner, biler m.m.)

Ved analyse af pladefelter med flere belastningskombinationer bør man altid undersøge pladefeltet for de enkelte lastkomponenter inden kombinationsberegningen, da der kan forekomme lastplaceringer i en kombination, som reducerer farligere effekter fra enkeltlaste.

Punkt- og linielaster

Jævnt fordelte belastninger giver kun beskedne spændinger i betondæk og isolering, og det er derfor de koncentrerede laster i form af punkt- og linielaster, der er afgørende.

De angivne punktlaster er meget små og der er ikke opgivet linielaster i DS 410. Desuden angiver DS 410, at punktlasterne ikke optræder samtidig med den jævnt fordelte fladelast. Der er derfor behov for at supplere lasterne med andre lastkombinationer, som det fremgår af følgende skema.

	Nyttelast		
	Fladelast kN/m ²	Linielast kN/m	Punktlast kN
Bolig 1	2,00	4,00	2,00
Bolig 2	2,00	10,00	3,00
Kontor og let erhverv 1	3,00	4,00	2,00
Kontor og let erhverv 2	3,00	12,00	4,00
Samlingslokaler 1	3,00-5,00	4,00	4,00
Samlingslokaler 2	3,00-5,00	16,00	8,00
Butikker 1	3,00-5,00	4,00	3,00-4,00
Butikker 2	3,00-5,00	16,00	8,00
Tungere erhverv 1	6,00	5,00	7,00
Tungere erhverv 2	6,00	20,00	12,00

De tre lasttyper kan kombineres og placeres frit på terrændækket, idet der dog ikke regnes med flere lasttyper på samme sted.

Linielaster regnes at have en minimum bredde på 100 mm.

Skillevægge

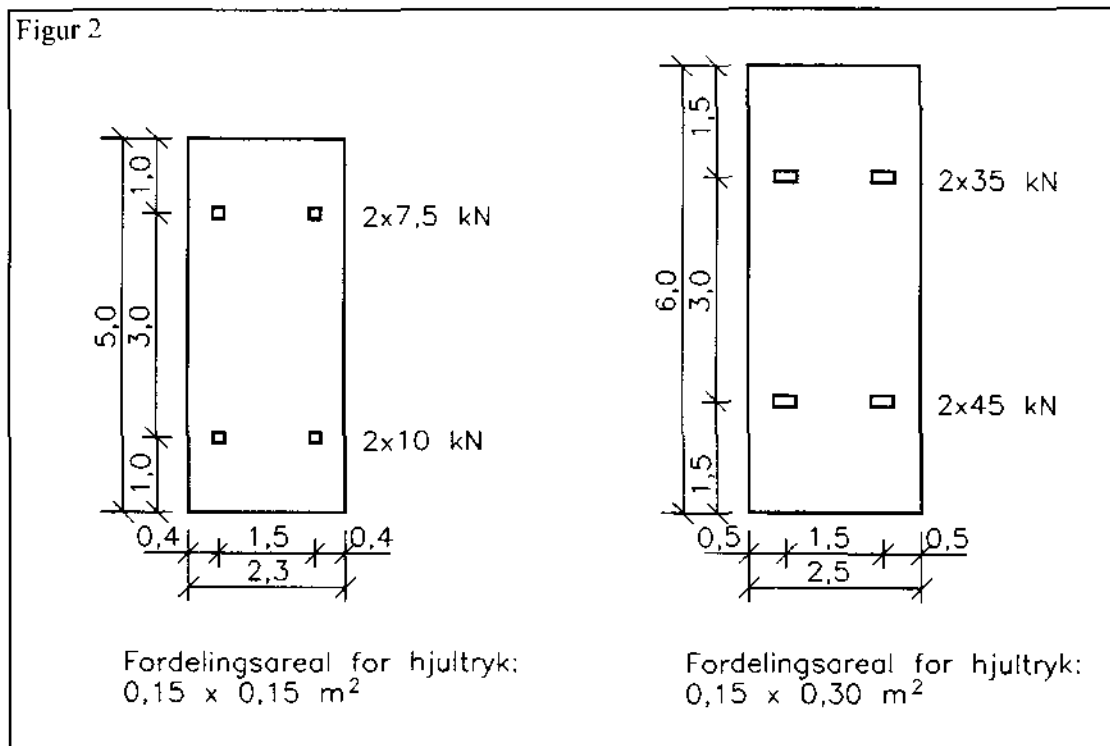
Det er i dag normal praksis at anvende stribefundamenter under tunge skillevægge og under bærende skillevægge.

Dette er fordyrende for byggeriet og hæmmer fleksibiliteten. For terrændæk på polystyren er det muligt for moderate belastninger i henhold til ovenstående skema, at udføre tunge ikke bærende skillevægge uden ekstra fundamenter.

Hjullast

DS 410 specificerer hjullast fra to typer køretøjer, som angivet i efterfølgende skema:

Køretøj	Hjullast/Korttidslast		Langtidslast
	Forhjul kN/hjul	Baghjul kN/hjul	Jævnt fordelt fladelast kN/m ²
Totalvægt indtil 3500 kg	7,50	10,00	3,00
Totalvægt indtil 16.000 kg	35,00	45,00	5,00



Hjullaster er i modsætning til de tidligere opgivne laster, der alle er langtidslaster, korttidslaster. Polystyrénens styrke- og stivhedsværdier er større for korttidspåvirkninger end for langtidspåvirkninger.

Køretøjer med totalvægt indtil 3500 kg kan tillades på gulve dimensioneret for "Tungere erhverv 2".

Køretøjer med totalvægt indtil 16.000 kg eller mere bør kun anvendes på industrigulve, hvis belastninger angives i det følgende.

3.2 Industrigulve

Der findes ikke i DS 410 belastningsregler for egentlige industrigulve, hvorfor der refereres til engelske og tyske undersøgelser. Se [1] og [2].

For industrigulve defineres 4 lastgrupper, som er nærmere beskrevet i det følgende:

1. Fladelast fra masse gods, paller stablet direkte på gulvet og lignende

Der regnes med følgende fladelaster:

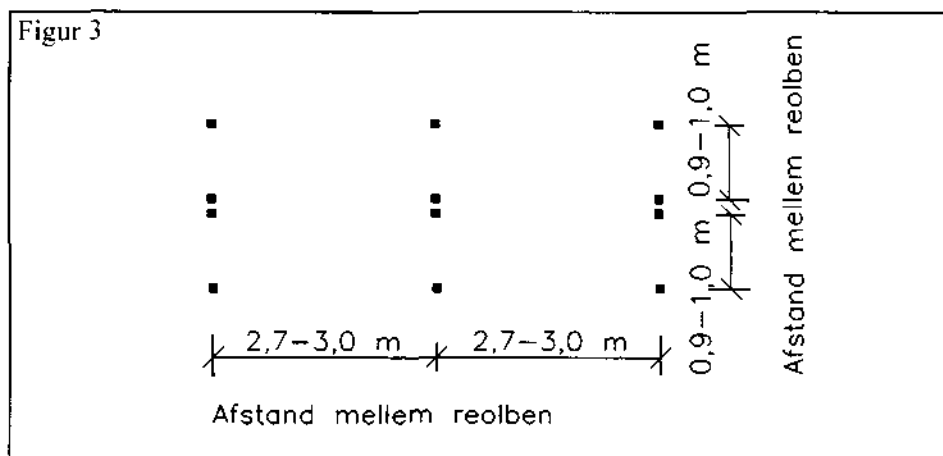
Industrilastgruppe	Langtidslast	
	Uden last fra pallereoler kN/m ²	Med last fra pallereoler kN/m ²
1	20	10
2	30	15
3	45	25
4	60	30

For industrigulve med last fra pallereoler kan de anførte fladelaster i kolonne 2 placeres frit under eller ved siden af pallereolerne.

For industrigulve uden pallereoler eller tilsvarende kan de i kolonne 1 anførte laster placeres frit på gulvet.

2. Last fra pallereoler

Der regnes med nedenstående lastplacering og følgende laster pr. reolben, idet der regnes med dobbelt last i midterbenet, når reolerne står i dobbeltrækker, som er det normale.



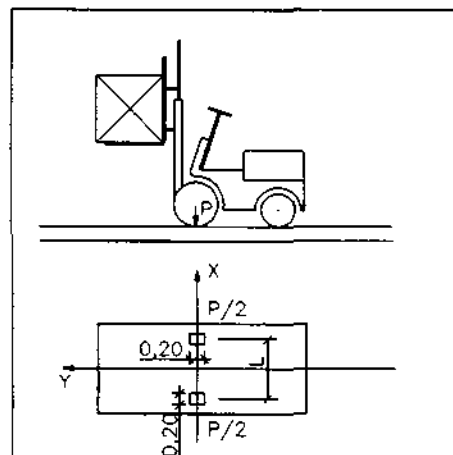
Industrilastgruppe	Langtidslast
	Reollast, P kN/ben
1	22,5
2	30
3	50
4	60

Reolbenet regnes understøttet på et areal svarende til 100 x 100 mm.

3. Trucklast eller last fra andre køretøjer

Der regnes med følgende 4 lastklasser for trucks og køretøjer:

Industri- last- gruppe	Korttidslast	
	Hjulafstand L (m)	Last pr. Hjulpar (akseltryk) P (kN)
1	0,8	30
	1,5	40
2	0,8	30
	1,5	40
3	1,0	65
	1,5	80
4	1,2	120
	1,5	160



Belastningsarealet afhænger af kraftens størrelse, idet der regnes med et dæktryk på 0,8 MPa.

Ved lille hjulafstand overlapper påvirkningerne fra de to hjullaster hinanden, og der er derfor større bæreevne, når hjulafstanden øges. Der er derfor i lastskemaet anført to typiske muligheder for truck- eller hjullast.

Industrilastgruppe 1 og 2 kan belastes med køretøjer med totalvægt på 3.500 kg i henhold til DS 410, mens industrilastgruppe 3 kan belastes med køretøjer med totalvægt indtil 16.000 kg. For tungere køretøjer anvendes industrilastgruppe 4 eller individuel dimensionering.

4. Punktlaster fra maskiner eller f.eks. last fra indskudte dæk på søjler

Punktlaster regnes at angribe på en 0,2 x 0,2 m flade og har for de 4 industrilastgrupper følgende størrelser, idet punktlasterne forudsættes at have en minimumsafstand på 3,0 m.

Industrilastgruppe	Langtidslast
	Punktlast kN
1	45
2	60
3	100
4	120

De fire industrilastgrupper svarer således til nedenstående lastkombinationer:

Industrilastgruppe	Langtidslast			Korttidslast	
	Fladelast kN/m ²	Pallereoler kN/ben	Punktlaster 0,2 x0,2 m	Trucklast kN/hjul	
1 Let industri	a)	20	-	45	15-20
	b)	10	22,5	45	15-20
2 Mellem industri	a)	30	-	60	15-20
	b)	15	30	60	15-20
3 Tung industri	a)	45	-	100	32,5-40
	b)	25	50	100	32,5-40
4 Ekstra tung industri	a)	60	-	120	60-80
	b)	30	60	120	60-80

a) Gælder for industrigulve uden pallereoler

b) Gælder for industrigulve med pallereoler

Langtidslasterne kan kombineres frit på tværs af skemaet, idet punktlaster dog ikke må placeres nærmere end 1,0 m fra pallereol.

Korttidslaster, dvs. trucklast og hjullast kombineres frit med de angivne langtidslaster.

3.3 Egenvægt

Dækkets egenvægt giver anledning til en jævnt fordelt initialdeformation af den underliggende isolering, og såvel spænding som deformation er så beskedne, at de kan negligeres for de typer af polystyren, der er omhandlet i denne vejledning.

4. Styrke- og stivhedsegenskaber for polystyren

4.1 Generelle forhold

DS 409

Beregningen af terrændæk skal, som nævnt i indledningen til denne anvisning, indpasses i det almindelige danske sikkerhedssystem, som beskrevet i DS 409. "Dansk Ingeniørforenings Norm for Konstruktionernes Sikkerhed". [5]

Dette indebærer, at der også må fastlægges karakteristiske og regningsmæssige styrke- og stivhedstal for isoleringen under betondækket, da disse egenskaber har afgørende indflydelse på bæreevne og deformationer for terrændækket.

Den i afsnit 1.3 omtalte Europæisk produktstandard fastlægger de nødvendige styrke- og stivhedstal på basis af klassifikationen. [7]

Korttids- og langtidsegenskaber

Da isoleringsmaterialer, ligesom næsten alle andre materialer, ændrer egenskaber under belastningstiden, fastlægges der såvel korttids- og som langtidsegenskaber.

Funktionel levetid

Styrken og stivheden for EPS og XPS påvirkes ikke af de fugt- og temperaturforhold, der findes i normale, korrekt konstruerede terrændæk, hvorfor der for disse materialer kan ses bort fra ældning og deraf følgende reduktion af styrke- og stivhedsegenskaberne.

Fugt

Terrændækkene skal være fugtteknisk korrekt konstruerede. Hvis der udelukkende anvendes isolering direkte mod jord, regnes de nederste 75 mm isolering som sådan, jævnfør DS 418.[6].

For fugtbelastede konstruktioner som f.eks. parkeringsdæk og frysehuse, gælder særlige regler for produktvalg.

4.2 Kortidsegenskaber

Styrke

Isoleringsmaterialernes trykstyrke bestemmes ved prøvning i henhold til DS/EN826.[8].

Den karakteristiske korttidstrykstyrke er materialets trykstyrke ved 10 % deformation (sammentrykning).

Den karakteristiske korttidstrykstyrke indgår i den besluttede klassifikation, idet en Sundolitt G65 har korttidstrykstyrken 65 kN/m².

Korttids-E-modulet for celleplasten bestemmes ud fra hældningen på arbejdskurven ved korttidsprøvninger i henhold til EN 1605.[10].

4.3 Langtidsegenskaber

Polystyrén udviser ligesom andre bygningsmaterialer en vis tidsafhængig deformation under langtidslast, som det er nødvendigt at tage hensyn til ved beregning af terrændæk.

Nævnte deformation afhænger af tiden og af spændingsniveauet.

Isoleringen forudsættes udsat for normalt indeklima, dvs. max 25°C.

Det er derfor nødvendigt at fastlægge en relevant tidshorisont for belastningen samt en anvendelsesgrænse for spændingen på isoleringen.

Langtidsstivheden for polystyrén-isoleringen er fastlagt ud fra en belastningstid svarende til 100.000 timer giver en deformation på max 2%.

Det karakteristiske langtidsstyrke defineres som trykstyrken ved sammentrykning på 2%.

Klassifikation af polystyrén til terrændæk

Følgende karakteristiske stryke- og stivhedsværdier fastlægges på basis af Europæiske produktstandards klassifikation og udførte forsøg:

Produkttype		Korttidsstyrke (kN/m ²)	Langtidsstyrke (kN/m ²)	Korttids-E-modul (kN/m ²)	Langtids-E-modul (kN/m ²)
Sundolitt	G50	50	15	1500	750
	S65/G65	65	20	3000	1000
	S150/G150	150	45	6500	2250
	S250/G250	250	75	8000	3750
Sundex	300	300	100	12000	5000
	400	400	150	14000	7500

4.4 Ballasttal for isoleringen

Isoleringens stivhed under belastning beskrives normalt ved ballasttallet, idet sammentrykningen u kan udtrykkes ved:

$$u = \frac{\sigma}{k}, \text{ hvor}$$

σ er spændingen i kN/m^2 og

k er ballasttallet i kN/m^3 .

Ballasttallet k for isoleringen beregnes som

$$k = \frac{E}{t}, \text{ hvor}$$

E = E-modul for isoleringen i kN/m^2

t = tykkelsen af isoleringen i m.

Hvis isoleringslaget består af 2 isoleringstyper 1 og 2, fås et fælles ballasttal efter følgende udtryk:

$$k_1 = \frac{E_1}{t_1} \quad \text{og} \quad k_2 = \frac{E_2}{t_2}$$

$$\frac{1}{k_{isol}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k_{isol} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$$

Det resulterende ballasttal for dækkets underlag beregnes som angivet i afsnit 5.3

Ballasttallet angiver underlagets eftergivelse og er en hovedparameter ved beregning af terrændækket.

5. Beregningsmodel og beregningsforudsætninger

5.1 Sikkerhed

DS 409

Beregningen af terrændæk er gennemført ud fra de sikkerhedsprincipper, der normalt anvendes for konstruktioner, og som er anført i DS 409. Dansk Ingeniørforenings norm for sikkerhedsbestemmelse for konstruktioner. [5].

Brudgrænsetilstand

Dækket beregnes i sædvanlig brudgrænsetilstand, dvs. belastningerne med de angivne partialkoefficienter opfattes som regningsmæssig last.

Pladens nedbøjning beregnes dog i anvendelsesgrænsetilstanden, dvs. med alle partialkoefficienter $\gamma = 1,0$.

Den regningsmæssige styrke og stivhed for beton og armering er beregnet ud fra normal sikkerhedsklasse, med en partialkoefficient på 1,8 for uarmeret beton, 1,65 for armeret beton, og 1,4 for armeringsstyrker. Dimensioneringskriterier fremgår af afsnit 5.4.

Langtidsstyrke

For polystyrénisoleringen er regnet med en regningsmæssig langtidsstyrke afhængig af materialet, jf. tabel i afsnit 4.3.

E-modul

Den regningsmæssige langtidsstivhed er fastlagt svarende til en forventet belastningstid på 100.000 timer eller ca. 11 år. Der er således for polystyrénen regnet med en partialkoefficient på 1,0, for både styrke og E-modul, men til gengæld regnes med langtidsstyrker og stivheder, der er fastsat passende konservativt.

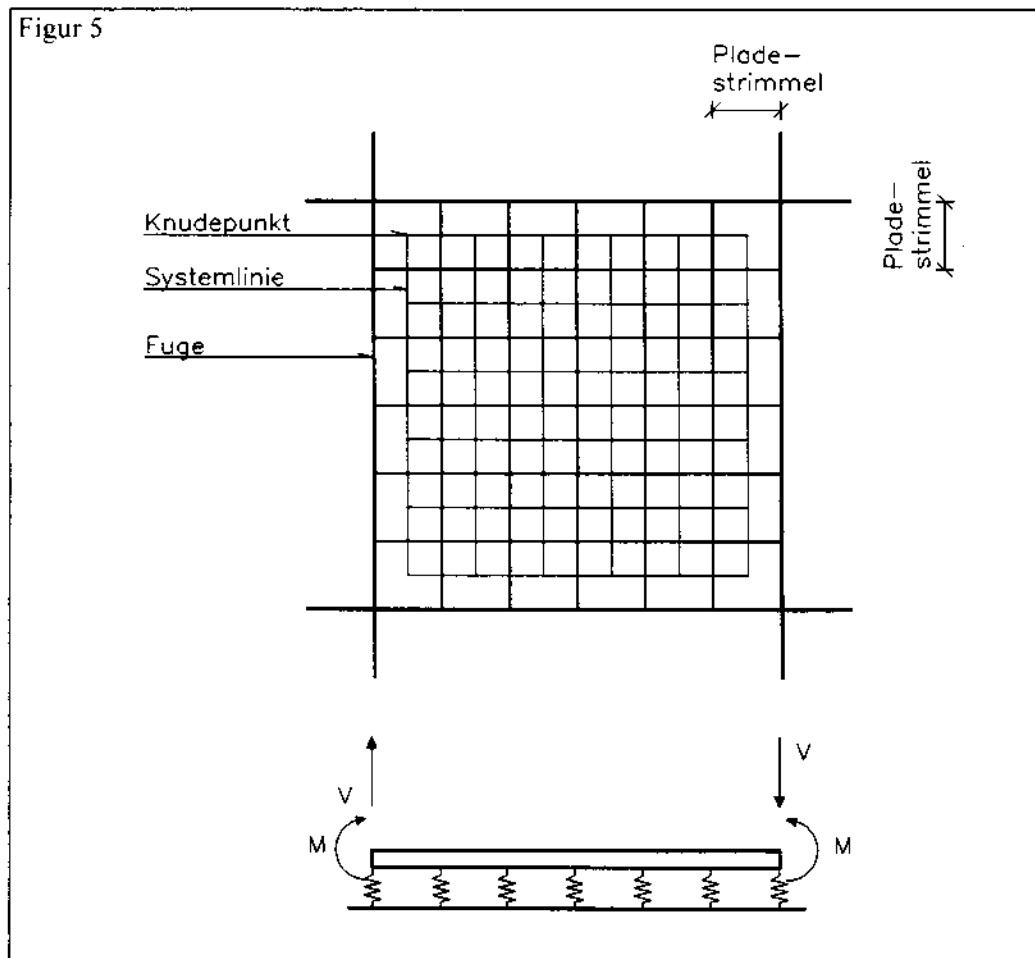
Trucklast og hjullast er korttidslaster. Polystyrénen har væsentlig højere stivhed overfor korttidslast end overfor langtidslast. Til gengæld er trucklast og hjullast dynamiske laster og der kan være tale om en vis stødvirkning ved fuger og lignende. Desuden kan trucklast optræde tæt på andre enkeltkræfter som f.eks. pallereolben. Alle disse forhold er inddraget i vurdering af truck- og hjullaster

5.2 Beregningsmodel

Beregningerne er gennemført efter elasticitetsteorien, idet et terrændæk på isolering betragtes som en elastisk plade på elastisk underlag af isolering og terræn.

Beregningen er udført som en risteværksanalogi, gennemregnet på et Finite-Elementprogram.

Pladen opdeles i bjælkestrimler på begge leder og disse bjælker indgår som elementer i risteværksmodellen.



Hver bjælke er understøttet på et kontinuert elastisk medium, der er indarbejdet i stivhedsmatricerne for de indeholdte bjælkeelementer.

Der regnes også med torsionsmomenter i de enkelte bjælkeelementer.

5.3 Ballasttal for isolering og terræn

Terrænet under isoleringen kan ikke regnes uendeligt stift, idet celleplastens stivhed er af samme størrelsesorden som terrænets.

Resulterende ballasttal

Ved beregning af terrændæk på celleplast beregnes derfor et resulterende ballasttal som:

$$\frac{1}{k_{res}} = \frac{1}{k_{isol}} + \frac{1}{k_{jord}} \quad \text{eller} \quad k_{res} = \frac{k_{isol} \cdot k_{jord}}{k_{isol} + k_{jord}}$$

Ballasttallet for terrænet afhænger af de underliggende jordarter, og kan variere fra ca. 2.000 til 400.000 kN/m³.

Geoteknisk vurdering

Vurdering af terrænet bør ske på grundlag af Dansk Ingeniørforenings norm for fundering, DS 415.

Gulve beregnet på grundlag af DS 410-lastgrupper kan normalt udføres i lempet funderingsklasse. Det skal ved inspektion godtgøres, at funderinger sker på senglaciale eller ældre aflejringer, bestående af intakt friktionsjord eller fast ikke-sprækket ler. Muld, bløde jordlag og andre sætningsgivende aflejringer skal bortgraves.

Gulve beregnet efter industrilastgrupperne 1-4 bør udføres i normal funderingsklasse, og jordens data vurderes på grundlag af geotekniske undersøgelser.

Det kan navnlig i industrilastgruppe 4, være nødvendigt, at udføre en grundforstærkning ved at udskifte sætningsgivende jordlag med stabilt grus eller tilsvarende for at opnå et tilstrækkeligt stort ballasttal.

Terræntyper

Såfremt der udføres en egentlig grundforstærkning og/eller geotekniske undersøgelser eksisterende terræn og evt. indbygget, komprimeret jord, bør følgende optimale ballasttal opnås:

DS 410-lastgrupper: $k_{\text{jord}} = 50.000 \text{ kN/m}^3$

Industrigulve

Lastgruppe 1-3: $k_{\text{jord}} = 100.000 \text{ kN/m}^3$

Lastgruppe 4: $k_{\text{jord}} = 250.000 \text{ kN/m}^3$

Alt efter kendskabet til terrænets beskaffenhed kan følgende konservative og mindre konservative værdier benyttes:

Terræntype (ukontrolleret) Lagtykkelse ≥ 1 m	k_{jord} Grænseværdier (kN/m ³)	k_{jord} Forslag til type-værdi (kN/m ³)
Moræneler, ret slap	12.000-30.000	14.000
Moræneler, moderat	20.000-60.000	25.000
Moræneler, fast	50.000-300.000	50.000
Morænelersfyld, komprimeret	2.000-6.000	4.000
Sandfyld, komprimeret	10.000-100.000	40.000
Grusfyld, komprimeret	40.000-300.000	80.000
Sand / morænesand	10.000-300.000	40.000
Sand, løs lejring	4.000-15.000	10.000
Silt, relativt fast	6.000-20.000	15.000
Silt, relativt løs	2.000-6.000	3.000

Såfremt der via geotekniske undersøgelser eller kontrolleret opbygning af terrænunderlaget foreligger nøje kendskab til underlagets eftergivelse, kan en verificeret og ofte væsentlig bedre værdi af ballasttallet benyttes. Der kan herved opnås væsentlig højere værdier, end de foranstående.

Såfremt der på terrænet indlægges et kapillarbrydende lag eller andet forstærkningslag f.eks. sand eller gruspude kan det resulterende ballasttal forsøges pga. af trykspredningen i nævnte lag.

Der tages hensyn til disse forhold ved at multiplicere terrænets ballasttal med følgende faktorer:

Mellemlags type	Faktor F_o
Kølerumsgulv, betondæk	2,0
Min. 150 mm stabil grus	1,5
Min. 150 mm kapillarbrydende lag	1,25

Det resulterende ballasttal beregnes, derfor generelt efter udtrykket:

$$\frac{1}{k_{\text{res}}} = \frac{1}{k_{\text{isol}}} + \frac{1}{k_{\text{jord}} \cdot F_o} \quad \text{eller} \quad k_{\text{res}} = \frac{k_{\text{isol}} \cdot k_{\text{jord}} \cdot F_o}{k_{\text{isol}} + k_{\text{jord}} \cdot F_o}$$

Det resulterende tryk på terrænet beregnes, som $\sigma_T = u_0 \cdot k_{\text{re}}$, hvor u_0 er nedbøjningen af pladen.

Beregningsresultatet skal altid underkastes en ingeniørmæssig vurdering af såvel beregningsforudsætninger som beregningsresultater inden praktisk anvendelse, idet bæreevnen kan svinge voldsomt uafhængigt af ballasttallet.

5.4 Beton og armering

Betonkvaliteten til terrændæk bør vælges ud fra miljøklassen i henhold til Dansk Ingeniørforenings norm for Betonkonstruktioner, DS 411[9].

I denne dimensioneringsvejledning er anvendt beton 20, som er den betonkvalitet, der i udstrakt grad benyttes til terrændæk under normale omstændigheder og som opfylder kravene i passiv miljøklasse.

Det er i overensstemmelse med ånden i DS 411 at henregne terrændæk på Sundolitt til passiv miljøklasse, idet opbygningen netop forhindrer fugt i at stige op til betonpladen, men brugen af lokalerne (f. eks. parkering, kemikalielager o.a.) og dermed påvirkningen på terrændækket kan ændre miljøklassen og dermed kravene til betonkvaliteten:

Miljøklasse	Betonkvalitet
Passiv	12
Moderat	25
Aggressiv	35
Ekstra Aggressiv	40

Uarmerede betondæk

For uarmerede betondæk er det betonens regningsmæssig trækspænding, der er dimensionerende.

Ifølge DS 411, kapitel 6.2.1.2, må trækspændingerne ikke overstige $1,6k f_{ctd}$, hvor $k = \sqrt[3]{100/h} \cdot h$ angiver tværsnitshøjden i mm og k må ikke regnes større end 1. Til gengæld skal der i normal sikkerhedsklasse og normal kontrolklasse regnes med en partialkoefficient på 2,5. Hvor partialkoefficienten er 1,65 for det armerede dæk.

Betonkvalitet	Regningsmæssig trækstyrke Uarmeret dæk f_{ctd} (MPa)	F.eks $h = 100$ $1,6k f_{ctd}$ (MPa)	Regningsmæssig trækstyrke Armeret dæk f_{ctd} (MPa)
B12	0,44	0,70	0,66
B16	0,51	0,82	0,77
B20	0,57	0,91	0,86
B25	0,63	1,01	0,96
B30	0,69	1,10	1,05
B35	0,75	1,20	1,13
B40	0,80	1,28	1,21
B45	0,85	1,36	1,29
B50	0,89	1,42	1,36
B55	0,94	1,50	1,42
B60	0,98	1,57	1,48

Armerede betondæk

De positive momenter i betonpladen vil være dominerende, hvorfor der generelt placeres armering i undersiden af betonpladen.

Der skal regnes med den største af følgende armeringsmængder: minimumsarmering, armering for momenter og armering for revnevidde:

Minimumsarmering:

$$A_{s\min} = \frac{M_w}{0,9 \cdot h_e \cdot f_{tk}}, \text{ hvor } M_w \text{ er revnemomentet.}$$

$$M_w = W_w \cdot \sigma_{wk} \quad \text{hvor } W_w = \frac{1}{6} \cdot b \cdot t^2 \text{ og } \sigma_{wk} = 1,6 \cdot k \cdot f_{tk}$$

- t pladetykkelsen
- h_e effektivhøjde, sat til $t/1,1$
- b pladebredde, sat til 1000 mm
- k er defineret under uarmeret plade

Armering for moment:

$$A_s = \frac{\omega \cdot h_e \cdot f_{cd}}{f_{yd}}, \text{ hvor } \omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \text{ og } \mu = \frac{M_{\max}}{h_e^2 \cdot f_{cd}}$$

f_{yd} armeringen regningsmæssige flydespænding 293 MPa for Ks 410 og 393 MPa for Ks 550 samt tentorstål.

Armering for revnevidder:

Når miljøklassen er fastlagt, er max. revnevidde jf. DS 411.

Miljøklasse	max. revnevidde (mm)
Ekstra aggressiv	0,2
Aggressiv	0,3
Moderat	0,4
Passiv	ingen krav

$$W = 5 \cdot 10^{-5} \cdot \sigma_s \cdot \sqrt{a_w} \quad \text{hvor } \sigma_s = \frac{M_{\max}}{0,9 \cdot h_e \cdot A_s} \quad \text{og } a_w = \frac{2 \cdot (h - h_e) \cdot a}{\sum d_w}$$

A_s er armeringsarealet bestemt af momentet. Hvis revnevidden bliver for stor, nedsættes afstanden mellem armeringsjernene til revnevidden er overholdt.

a er afstanden mellem armeringsjernene.

$\sum d_w$ er summen af armeringsjernenes diameter.

Oversidearmering

Det kan blive nødvendigt at armere i oversiden af betonpladen for særlig hårdt belastede gulve. Hvis det negative moment overstiger kapaciteten for uarmeret tværsnit, bør der i lægges oversidearmering. Oversidearmering beregnes på samme måde som undersidearmeringen.

Desuden kan oversidearmering i nærheden af frie kanter blive nødvendige.

Ved placering af lasterne i nærheden af en fri kant, vil der indtil 2 m fra pladens frie kant kunne opstå forholdsvis store negative momenter.

Frie kanter kan optræde langs fundamenter ved portåbninger o.lign. og kan være hårdt belastet af truck-kørsel m.v.

Betonpladens stivhed

Betonpladens stivhed er en væsentlig parameter i beregningen af terrændæk på elastisk underlag.

Korttids-/langtidsstivheder

Der regnes med både korttids- og langtidslast, hvorfor der i beregningerne også indgår pladestivheder for både korttids- og langtidspåvirkninger.

Ud fra Betonnormen, DS 411, kapitel 3.2.4 og 6.3 er der anvendt følgende E-moduler for beton i både armerede og uarmerede plader:

Betonkvalitet	B12	B16	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Korttids E-modul (10 ⁶ MPa)	17,1	19,7	21,6	23,5	24,9	26,0	26,9	27,7	28,3	28,9	29,3
Langtids E-modul (10 ⁶ MPa)	4,3	4,9	5,4	5,9	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,2	7,3

E-modulerne er regningsmæssige og bestemt ud fra følgende formler:

$$E_0 = 35.700 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{ck} + 13} \quad \text{og} \quad E_x = 25\% E_0$$

Gennemlokning

Betonpladens gennemlokningsstyrke for koncentrerede belastninger (punktlaster) kan være dimensionerende i visse tilfælde, og skal derfor undersøges. Gennemlokning undersøges normalt kun ved ét lasttilfælde, men det bør ved lastkombinationer vurderes, om kombineret gennemlokning er farligere, dvs. foretage en særlig undersøgelse med en skønnet kombineret aktionsflade.

Gennemlokningsstyrken beregnes i henhold til DS 411, hvor beregningsreglerne står anført i vejledningen til kapitel 6.2.4.2.

Hvis følgende er overholdt er gennemlokningsstyrken i orden:

$$P_d \leq \tau \cdot u_k \cdot t + N_{\text{mod}} \quad , \text{ hvor } \tau = 0,12 \frac{2}{\sqrt{f_{ck}}} f_{ctd} \quad \text{og} \quad N_{\text{mod}} = \sigma_{iso} \cdot A$$

P_d er den regningsmæssige last.

u_k er omkredsen af det areal, som lasten trykker på for delt under 45° til modstående pladeside

t er pladetykkelsen.

N_{mod} er isoleringens modhold på pladens underside.

σ_{iso} er isoleringens trykstyrke.

A er det areal lasten trykker på fordelt under 45° til modstående pladeside.

Dæklag

Dæklaget skal overhold DS 411 i den pågældende miljøklasse. Til dæklaget adderes et tolerancetillæg, som ikke er mindre end 5 mm.

Miljøklasse	c (mm)
Ekstra aggressiv	40
Aggressiv	30
Moderat	20
Passiv	10

5.5 Andre dækmaterialer

Dæk på Sundolitt isoleringsplader behøver ikke at være beton, f.eks. vil forskellige træbaserede materialer, være et godt alternativ til betonen i bolig og lokaler til let erhverv.

Man bør dog være særligt opmærksom på fugtproblematikken i terrændæk med træbaserede materialer. Desuden skal man være opmærksom på fare for gennemlokning ved enkeltkræfter.

Af tabel 35 i TOP-pjecen TRÆ32 fås f.eks. for krydsfinér på Sundolitt:

Svensk Krydsfinér: Gran, P30, upudset, t = 22 mm givet følgende bøjningsstyrke $m_{90} = 450 \text{ Nmm/mm}$ for L-last, idet det er bøjningsstyrken i MPa, som skal indsættes som både regningsmæssig tryk- og trækstyrke, da krydsfinérpladen som dæk udsættes for ren bøjning.

Bøjningstivheden $(EI)_{90} = 3250 \text{ kNmm}^2/\text{mm}$, for K-last.

forskydningsmodul $G_s = 600 \text{ MPa}$.

Forskydningsmodulet bruges direkte og de andre to beregnes som følger:

$$E_0 = \frac{(EI)_{90}}{I} = \frac{(EI)_{90}}{\frac{1}{12} \cdot t^3} = \frac{3250 \text{ kNmm}^2 / \text{mm}}{\frac{1}{12} \cdot (22 \text{ mm})^3} = 3663 \text{ MPa} \quad (\text{korttid})$$

$$f_d = \frac{m_{90}}{W} = \frac{450 \text{ kNmm}^2 / \text{mm}}{\frac{1}{6} \cdot (22 \text{ mm})^2} = 5,6 \text{ MPa}$$

Bøjningstyrken og E-modulet skal omregnes så lastvarighed og fugtklasse passer.

For IU og korttid fås:

$$E = 3663 \text{ MPa} / 1,4 = 2616 \text{ MPa}$$

$$G_s = 600 \text{ MPa} / 1,4 = 430 \text{ MPa}$$

5.6 U-værdier

Terrændæks U-værdier beregnes i henhold til Dansk Ingeniørforenings regler for beregning af bygnings varmetab, DS 418 [6], idet det dog bemærkes, at der er udstedt et normtillæg i 1987 for gulve. Det kan undlades, at tage hensyn til randzonerne, hvis der udføres effektiv kuldebrosafbrydelse langs fundamentalskanter.

Ifølge gældende bygningsreglement skal terrændæk konstrueres således, at der ikke kan ske fugtopsugning fra det underliggende terræn. Dette kan sikres ved at indlægge et 150 mm kapillarbrydende lag under terrændækket.

Sundolitt kan benyttes helt eller delvist som kapillarbrydende lag. Såfremt Sundolitt benyttes helt som kapillarbrydende lag, foregår beregningen af U-værdien ved for de nederste 75 mm at benytte isoleringsværdien mod jord.

Det kapillarbrydende lag bør være minimum 75 mm, da isoleringen ellers ikke kan regnes tør. λ -værdien for isolering mod jord er 11 - 29 % højere.

6. Dimensioneringsskemaer

I det følgende er angivet dimensionsskemaer for de 9 definerede lastgrupper. 5 grupper i henhold til DS 410 og 4 industrilastgrupper.

Dimensioneringsskemaerne er først og fremmest beregnet på fladeunderstøttede terrændæk, men kan også anvendes for parkeringsdæk, udendørs isolerede trafikarealer, garageanlæg, tagterrasser m.v.

Dimensioneringsskemaerne indeholder specifikationer for betondækket for de enkelte lastgrupper med isoleringens betegnelse og tykkelse som indgangsparametre.

6.1 DS 410 - gulve.

De fem lastgrupper:

- Bolig
- Kontor og let erhverv
- Samlingslokaler med faste siddepladser
- Større butikker
- Tungere erhverv

er hver gennemregnet for to lastkombinationer. Den første lastkombination indeholder last som anført i DS 410, mens den anden kombination indeholder en væsentlig større last, som f.eks. muliggør anvendelse af tungere, ikke-bærende skillevægge direkte på dækket.

Det er ved fastlæggelse af minimumstykkelserne forudsat, at der anvendes betonkvalitet B20 i en omhyggelig udførelse i passiv miljøklasse.

Armeringsangivelserne i dimensioneringsskemaerne er baseret på stål i styrkeklasse 550 MN/m².

For disse lastgrupper er forudsat et ballasttal for den underliggende jord på 50.000 kN/m³

6.1.1 Dimensioneringskema for lastgruppen "bolig"

DS410		LASTER: 1			LASTER: 2		
BOLIG		Fladelast: 1.3 x 2.0 kN/m ²			Fladelast: 1.3 x 2.0 kN/m ²		
		Linielast: 1.0 x 4.0 kN/m			Linielast: 1.0 x 10.0 kN/m		
		Punktlast: 1.3 x 2.0 kN			Punktlast: 1.3 x 3.0 kN		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²			Betondæk - 20 MN/m ²		
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret		Uarmeret	Armeret	
			Ks 550 S / K 550 TS			Ks 550 S / K 550 TS	
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Tykkelse	Tykkelse	Armering
Sundolitt	mm	mm	mm	d(mm)/mm	mm	mm	d(mm)/mm
G65	50	80	-	-	150	80	6/150
G150	50	80	-	-	130	80	6/150
G65	75	80	-	-	160	80	6/150
G150	75	80	-	-	140	80	6/150
G65	100	90	80	6/150	170	80	6/150
G150	100	80	-	-	140	80	6/150
G65	125	90	80	6/150	180	80	6/150
G150	125	80	-	-	150	80	6/150
G65	150	90	80	6/150	180	80	6/150
G150	150	80	-	-	150	80	6/150
G50	160	100	80	6/150	200	80	6/150

Dimensioneringsskema for lastgruppen "BOLIG".

Uarmerede plader med pladetykkelse større end 250 mm er ikke beregnet, men angivet med *

Kantarmring:

Såfremt der er væsentlige belastninger langs frie kanter ilægges en oversidearmring svarende til ca. 50% af den angivne undersidearmring. Oversidearmringen placeres inden for et område på ca. 1.00 m fra den frie kant. Se iøvrigt figurer i afsnit 7.3.

6.1.2 Dimensioneringskema for lastgruppen "Kontor og let erhverv"

DS410		LASTER: 1			LASTER: 2		
KONTOR OG LET ERHVERV		Fladelast: 1,3 x 3,0 kN/m ²			Fladelast: 1,3 x 3,0 kN/m ²		
		Linielast: 1,0 x 4,0 kN/m			Linielast: 1,0 x 12,0 kN/m		
		Punktlast: 1,3 x 2,0 kN			Punktlast: 1,3 x 4,0 kN		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²			Betondæk - 20 MN/m ²		
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret		Uarmeret	Armeret	
			Ks 550 S / K 550 TS			Ks 550 S / K 550 TS	
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Tykkelse	Tykkelse	Armering
Sundolitt	mm	mm	mm	d(mm)/mm	mm	mm	d(mm)/mm
G65	50	80	-	-	180	80	6/150
G150	50	80	-	-	160	80	6/150
G65	75	80	-	-	190	80	6/150
G150	75	80	-	-	170	80	6/150
G65	100	90	80	6/150	200	80	6/150
G150	100	80	-	-	180	80	6/150
G65	125	90	80	6/150	220	80	6/150
G150	125	80	-	-	180	80	6/150
G65	150	90	80	6/150	230	80	6/150
G150	150	80	-	-	190	80	6/150
G50	160	100	80	6/150	250	80	6/200

Dimensioneringsskema for lastgruppen "KONTOR OG LET ERHVERV".

Uarmerede plader med pladetykkelse større end 250 mm er ikke beregnet, men angivet med *

Kantarmoring:

Såfremt der er væsentlige belastninger langs frie kanter ilægges en oversidearmoring svarende til ca. 50% af den angivne undersidearmoring. Oversidearmoringen placeres inden for et område på ca. 1.00 m fra den frie kant. Se iøvrigt figurer i afsnit 7.3.

6.1.3 Dimensioneringskema for lastgruppen "Samlingslokaler med faste siddepladser"

DS410		LASTER: 1			LASTER: 2		
SAMLINGSLOKALER MED FASTE SIDDE- PLADSER		Fladelast: 1,3 x 4,0 kN/m ²			Fladelast: 1,3 x 4,0 kN/m ²		
		Linielast: 1,0 x 4,0 kN/m			Linielast: 1,0 x 16,0 kN/m		
		Punktlast: 1,3 x 4,0 kN			Punktlast: 1,3 x 8,0 kN		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²			Betondæk - 20 MN/m ²		
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret		Uarmeret	Armeret	
			Ks 550 S / K 550 TS			Ks 550 S / K 550 TS	
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Tykkelse	Tykkelse	Armering
Sundolitt	mm	mm	mm	d(mm)/mm	mm	mm	d(mm)/mm
G65	50	100	80	6/150	*	80	6/175
G150	50	90	80	6/150	230	80	6/200
G65	75	100	80	6/150	*	80	6/150
G150	75	90	80	6/150	250	80	6/200
G65	100	110	80	6/150	*	80	6/150
G150	100	100	80	6/150	*	80	6/175
G65	125	110	80	6/150	*	100	6/175
G150	125	100	80	6/150	*	80	6/175
G65	150	120	80	6/150	*	100	6/150
G150	150	100	80	6/150	*	80	6/175
G50	160	120	80	6/150	*	120	6/175

Dimensioneringskema for lastgruppen "SAMLINGSLOKALER MED FASTE SIDDEPLADSER".

Uarmerede plader med pladetykkelse større end 250 mm er ikke beregnet, men angivet med *

Kantarmering:

Såfremt der er væsentlige belastninger langs frie kanter ilægges en oversidearmering svarende til ca. 50% af den angivne undersidearmering. Oversidearmeringen placeres inden for et område på ca. 1.00 m fra den frie kant. Se iøvrigt figurer i afsnit 7.3.

6.1.4 Dimensioneringskema for lastgruppen "Større butikker"

DS410		LASTER: 1			LASTER: 2		
STØRRE BUTIKKER		Fladelast: 1,3 x 5,0 kN/m ²			Fladelast: 1,3 x 5,0 kN/m ²		
		Linielast: 1,0 x 4,0 kN/m			Linielast: 1,0 x 16,0 kN/m		
		Punktlast: 1,3 x 4,0 kN			Punktlast: 1,3 x 8,0 kN		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²			Betondæk - 20 MN/m ²		
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret		Uarmeret	Armeret	
			Ks 550 S / K 550 TS			Ks 550 S / K 550 TS	
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Tykkelse	Tykkelse	Armering
Sundolitt	mm	mm	mm	d(mm)/mm	mm	mm	d(mm)/mm
G65	50	100	80	6/150	*	80	6/175
G150	50	90	80	6/150	230	80	6/200
G65	75	100	80	6/150	*	80	6/150
G150	75	90	80	6/150	250	80	6/200
G65	100	110	80	6/150	*	80	6/150
G150	100	100	80	6/150	*	80	6/175
G65	125	110	80	6/150	*	100	6/150
G150	125	100	80	6/150	*	80	6/175
G65	150	120	80	6/150	*	100	6/150
G150	150	100	80	6/150	*	80	6/175
G50	160	120	80	6/150	*	140	6/175

Dimensioneringsskema for lastgruppen "STØRRE BUTIKKER".

Uarmerede plader med pladetykkelse større end 250 mm er ikke beregnet, men angivet med *

Kantarmering:

Såfremt der er væsentlige belastninger langs frie kanter ilægges en oversidearmring svarende til ca. 50% af den angivne undersidearmring. Oversidearmringen placeres inden for et område på ca. 1.00 m fra den frie kant. Se iøvrigt figurer i afsnit 7.3.

6.1.5 Dimensioneringskema for lastgruppen "Tungere erhverv"

DS410		LASTER: 1			LASTER: 2		
TUNGERE ERHVERV		Fladelast: 1,3 x 6,0 kN/m ²			Fladelast: 1,3 x 6,0 kN/m ²		
		Linielast: 1,0 x 5,0 kN/m			Linielast: 1,0 x 20,0 kN/m		
		Punktlast: 1,3 x 7,0 kN			Punktlast: 1,3 x 12,0 kN		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²			Betondæk - 20 MN/m ²		
Isoleringstype	Tykkelse	Armeret Ks 550 S / K 550 TS			Armeret Ks 550 S / K 550 TS		
		Uarmeret	Armeret		Uarmeret	Armeret	
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Tykkelse	Tykkelse	Armering
Sundolitt	mm	mm	mm	d(mm)/mm	mm	mm	d(mm)/mm
G65	50	140	80	6/150	*	90	6/125
G150	50	130	80	6/150	*	80	6/150
G65	75	150	80	6/150	*	100	6/125
G150	75	140	80	6/150	*	80	6/125
G65	100	150	80	6/150	*	120	6/150
G150	100	140	80	6/150	*	80	6/125
G65	125	160	80	6/150	*	150	6/150
G150	125	140	80	6/150	*	80	6/125
G65	150	160	80	6/150	*	140	6/150
G150	150	150	80	6/150	*	80	6/125
G50	160	170	80	6/150	*	220	6/125

Dimensioneringsskema for lastgruppen "TUNGERE ERHVERV"

Uarmerede plader med pladetykkelse større end 250 mm er ikke beregnet, men angivet med *

Kantarmering:

Såfremt der er væsentlige belastninger langs frie kanter ilægges en oversidearmering svarende til ca. 50% af den angivne undersidearmering. Oversidearmeringen placeres inden for et område på ca. 1.00 m fra den frie kant. Se iøvrigt figurer i afsnit 7.3.

6.2 Industrielastgrupper.

Dimensioneringsskemaerne for egentlige industrigulve dækker de 4 lastgrupper, der tidligere er defineret.

Der er forudsat betonkvalitet B20 i moderat miljøklasse og armering i styrkeklasse 550 MN.

Isoleringens underlag skal være plant og bæredygtigt. I beregningerne er der for jorden forudsat ballasttallet 100.000 kN/m^2 .

Hvor der i tabellerne er anført armering ved fri kant betyder dette, at der skal indlægges den angivne oversidearmering ved frie kanter.

De nærmere regler for kantarmering og armering ved forskydningsoverførende fuger, er anført i det følgende kapitel.

I de efterfølgende tabeller er der givet eksempler på dimensionering af betondæk i de 4 lastgruppeklasser, idet følgende lastkombinationer er antaget:

1. Jævnt fordelt nyttelast + permanent last fra reolben (punktlast) + permanent last fra indskudt dæk på søjler + hjultryk fra trucklast.
2. Jævnt fordelt nyttelast permanent last fra indskudt dæk på søjler + hjultryk fra trucklast.
3. Lastkombinationerne 1 og 2 uden trucklast, som jo er korttidslast.

Undersøgelsen er foretaget med følgende placering af belastningerne:

Reollast: I midten af pladefelt.

Punktlast: 1 m fra pladefeltets midte mod fri rand.

Trucklast: I midten af pladefelt og alternativt lang fri rand til bestemmelse af oversidearmering.

Såfremt der forekommer yderligere koncentrerede belastninger eller større hjultryk langs frie rande og gulvfuger, skal betonpladetykkelsen og den nødvendige armering kontrolleres ved særlig beregning.

6.2.1 Dimensioneringsskema for "Industrilast gruppe 1"

INDUSTRI- LASTGRUPPE 1		LASTKOMBINATIONER:				
		Fladelast: 1.3 x 10 kN/m ²	Fladelast: 1.3 x 20 kN/m ²			
		Reollast: 1.0 x 22.5 kN	Reollast:			
		Punktlast: 1.0 x 45 kN	Punktlast: 1.0 x 45 kN			
		Trucklast: 1.3 x 20 kN/hjul	Trucklast: 1.3 x 20 kN/hjul			
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²				
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret			
		Ks 550 S / K 550 TS				
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Armering ved fri kant	
Sundolitt/Sundex	mm	mm	mm	d(mm)/mm	Overside	Underside
G150	50	-	110	8/125	6/150	8/125
G250	50	-	110	8/125	6/150	8/125
300	50	-	110	8/125	6/150	8/125
G150	75	-	110	8/100	6/150	8/100
G250	75	-	110	8/125	6/150	8/125
300	75	-	110	8/125	6/150	8/125
G150	100	-	110	8/100	6/150	8/100
G250	100	-	110	8/100	6/150	8/100
300	100	-	110	8/125	6/150	8/125
G150	125	-	120	8/100	6/150	8/100
G250	125	-	120	8/125	6/150	8/125
300	125	-	120	8/125	6/150	8/125
G150	150	-	120	8/100	6/150	8/100
G250	150	-	120	8/125	6/150	8/125
300	150	-	120	8/125	6/150	8/125

Jordens ballasttal: 100.000 kN/m³.

6.2.2 Dimensioneringsskema for "Industrilast gruppe 2"

INDUSTRI- LASTGRUPPE 2		LASTKOMBINATIONER:		Fladelast: 1.3 x 30 kN/m ²		
		Fladelast: 1.3 x 15 kN/m ²		Reollast:		
		Reollast: 1.0 x 30 kN		Punktlast: 1.0 x 60 kN		
		Punktlast: 1.0 x 60 kN		Trucklast: 1.0 x 20 kN/hjul		
		Trucklast: 1.3 x 20 kN/hjul		Trucklast: 1.0 x 20 kN/hjul		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²				
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret			
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Ks 550 S / K 550 TS Armering ved fri kant	
Sundolitt/Sundex	mm	mm	mm	d(mm)/mm	Overside	Underside
G150	50	-	120	10/150	8/175	10/150
G250	50	-	120	10/150	8/175	10/150
300	50	-	120	10/175	8/175	10/175
400	50	-	120	10/175	8/175	10/175
G150	75	-	120	10/150	8/175	10/150
G250	75	-	120	10/150	8/175	10/150
300	75	-	120	10/150	8/175	10/150
400	75	-	120	10/175	8/175	10/175
G150	100	-	130	10/150	8/175	10/150
G250	100	-	130	10/150	8/175	10/150
300	100	-	130	10/150	8/175	10/150
400	100	-	130	10/175	8/175	10/175
G150	125	-	130	10/150	8/175	10/150
G250	125	-	130	10/150	8/175	10/150
300	125	-	130	10/150	8/175	10/150
400	125	-	130	10/175	8/175	10/175
G150	150	-	130	10/150	8/175	10/150
G250	150	-	130	10/150	8/175	10/150
300	150	-	130	10/150	8/175	10/150
400	150	-	130	10/150	8/175	10/150

Jordens ballasttal: 100.000 kN/m³.

6.2.3 Dimensioneringsskema for "Industrilast gruppe 3"

INDUSTRI- LASTGRUPPE 3		LASTKOMBINATIONER:				
		Fladelast: 1.3 x 25 kN/m ²	Fladelast: 1.0 x 45 kN/m ²			
		Reollast: 1.0 x 50 kN	Reollast:			
		Punktlast: 1.0 x 100 kN	Punktlast: 1.0 x 100 kN			
		Trucklast: 1.3 x 40 kN/hjul	Trucklast: 1.3 x 40 kN/hjul			
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²				
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret			
		Ks 550 S / K 550 TS				
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Armering ved fri kant	
Sundolitt/Sundex	mm	mm	mm	d(mm)/mm	Overside	Underside
G150	50	-	180	10/125	8/200	10/125
G250	50	-	180	10/125	8/200	10/125
300	50	-	180	10/125	8/200	10/125
400	50	-	180	10/125	8/200	10/125
G150	75	-	180	10/125	8/200	10/125
G250	75	-	180	10/125	8/200	10/125
300	75	-	180	10/125	8/200	10/125
400	75	-	180	10/125	8/200	10/125
G150	100	-	180	10/125	8/200	10/125
G250	100	-	180	10/125	8/200	10/125
300	100	-	180	10/125	8/200	10/125
400	100	-	180	10/125	8/200	10/125
G150	125	-	220	10/175	8/200	10/12
G250	125	-	180	10/125	8/200	10/125
300	125	-	180	10/125	8/200	10/125
400	125	-	180	10/125	8/200	10/125
G150	150	-	220	10/175	8/200	10/125
G250	150	-	180	10/125	8/200	10/125
300	150	-	180	10/125	8/200	10/125
400	150	-	180	10/125	8/200	10/125

Jordens ballasttal: 100.000 kN/m³.

6.2.4 Dimensioneringsskema for "Industrilast gruppe 4"

INDUSTRI- LASTGRUPPE 4		LASTKOMBINATIONER: Fladelast: 1.3 x 30 kN/m ² Reollast: 1.0 x 60 kN Punktlast: 1.0 x 120 kN Trucklast: 1.3 x 80 kN/hjul		Fladelast: 1.0 x 60 kN/m ² Reollast: Punktlast: 1.0 x 120 kN Trucklast: 1.3 x 80 kN/hjul		
ISOLERING		Betondæk - 20 MN/m ²				
Isoleringstype	Tykkelse	Uarmeret	Armeret			
		Tykkelse	Tykkelse	Armering	Armering ved fri kant	
Sundolitt/Sundex	mm	mm	mm	d(mm)/mm	Overside	Underside
G150	50	-	220	12/150	8/150	12/150
G250	50	-	220	12/150	8/150	12/150
300	50	-	220	12/150	8/150	12/150
400	50	-	220	12/150	8/150	12/150
G150	75	-	220	12/125	8/150	12/125
G250	75	-	220	12/150	8/150	12/150
300	75	-	220	12/150	8/150	12/150
400	75	-	220	12/150	8/150	12/150
G150	100	-	220	12/125	8/150	12/125
G250	100	-	220	12/150	8/150	12/150
300	100	-	220	12/150	8/150	12/150
400	100	-	220	12/150	8/150	12/150
G150	125	-	220	12/125	8/150	12/125
G250	125	-	220	12/125	8/150	12/125
300	125	-	220	12/150	8/150	12/150
400	125	-	220	12/150	8/150	12/150
G150	150	-	220	12/125	8/150	12/125
G250	150	-	220	12/125	8/150	12/125
300	150	-	220	12/125	8/150	12/125
400	150	-	220	12/150	8/150	12/150

Jordens ballasttal: 100.000 kN/m³.

7. Projektering og udførelse

Udformning af terrændæk bør afpasses efter det aktuelle projekt, men nedenfor er angivet en række praktiske forhold, som kan anvendes som vejledning.

7.1 Feltstørrelser

For at undgå utilsigtede revner fra svind og temperaturbevægelse i betonen, bør terrændækket opdeles i felter:

Erfaringen viser, at følgende feltstørrelser kan anvendes:

Armerede plader: 9 x 9 m

Uarmerede plader: 6 x 6 m

7.2 Fuge-udformning

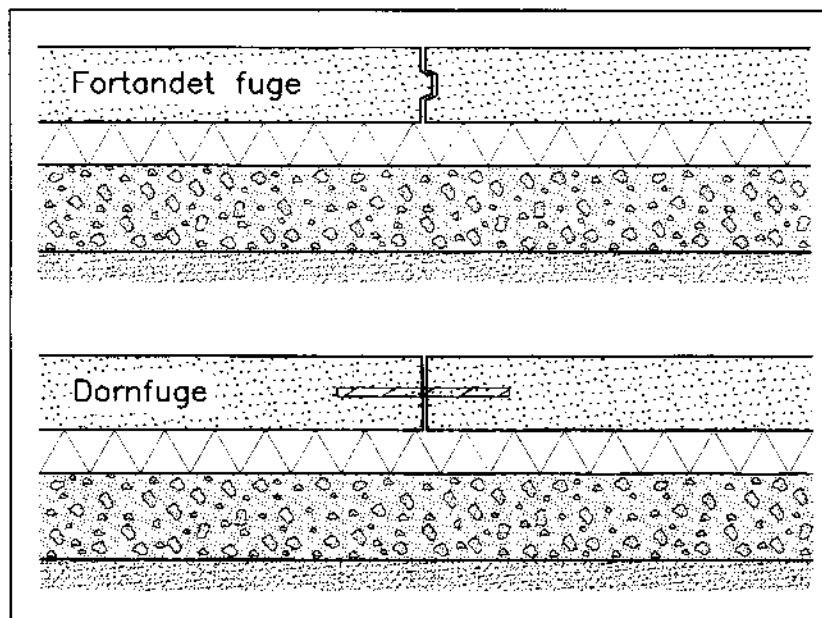
De fuger, der anvendes til opdeling af pladerne i felter kan have forskellige udformninger, afhængig af udførelsesmetode og beregningsmetode.

Der anvendes normalt følgende 3 fuge-udformninger, som alle kan regnes, at overføre forskydningskræfter mellem de enkelte pladedele.

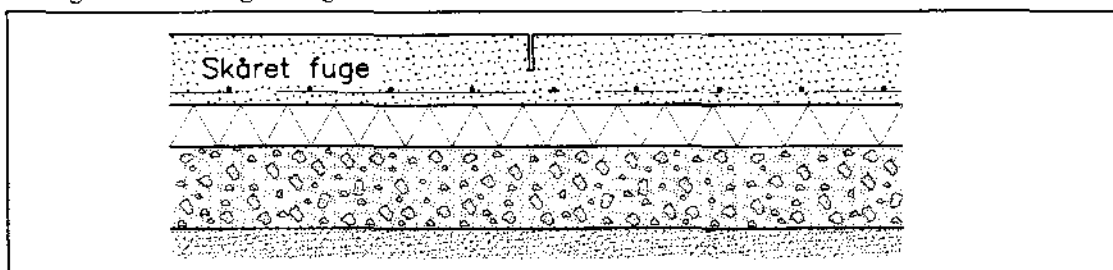
Figur 6:

Fortandet fuge:

Dornfuge:



Delvis gennemskæring: "Figur 7"



Der skal, for industrigulve, udføres ekstraarmering i undersiden af betonpladen i en afstand af 1 m, på hver side af den forskydningsoverførende fuger. Ekstra-armering kan f.eks. etableres ved, at armeringsarealet, parallelt med fugen, fordobles indtil 1.0 m fra fugen.

For gulve dimensioneret ud fra DS 410-last-grupper, er ekstra-armering langs fuger ikke påkrævet, idet der optræder negative momenter.

7.3 Frie kanter

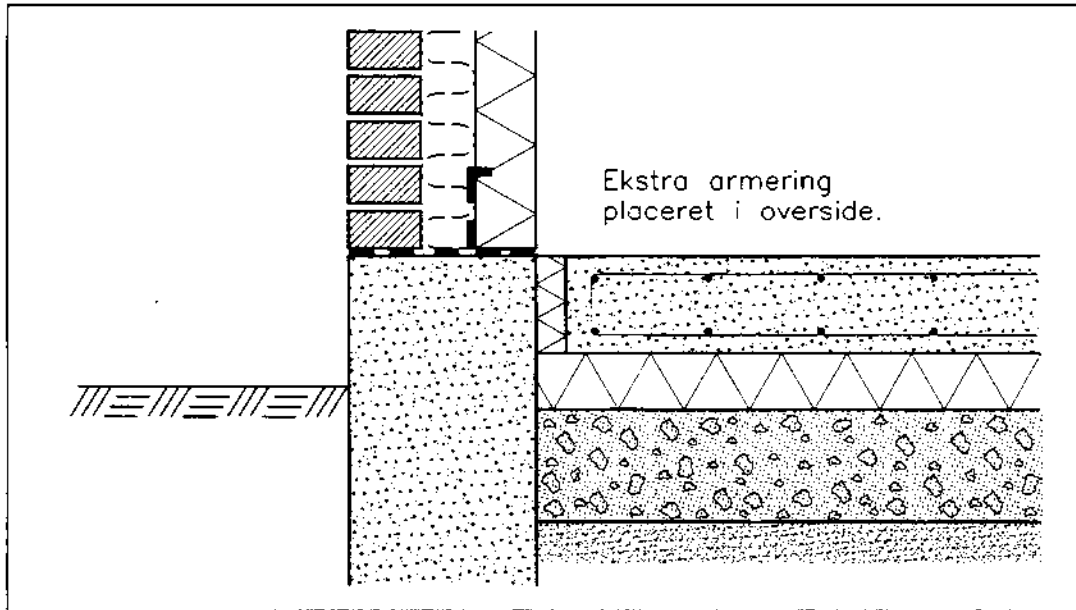
Hvis der kan optræde væsentlige belastninger i nærheden af frie kanter på betonpladen skal der udføres forstærkninger med ekstra-armering i oversiden, idet der optræder negative momenter.

Ekstra-armeringen er anført i dimensioneringsskemaerne for industrigulve.

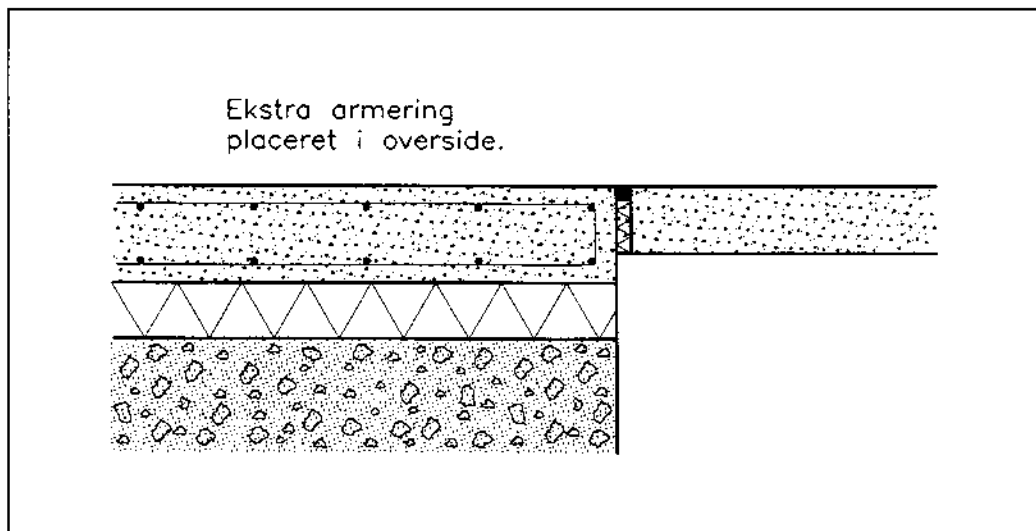
For DS 410-lastgrupperne anvendes, hvis der er væsentlige belastninger langs frie kanter, en overside-armering, svarende til ca. 50% underside-armering i en afstand af 1.0 m fra den frie kant.

Frie kanter kan optræde ved f.eks. fundamentstilslutninger og portåbninger.

Fundamentstilslutning. "Figur 8"



Portåbning: "Figur 9"



For industrigulve med frie kanter, skal der forstærkes med armering i oversiden indtil 2 m fra den frie kant. Forstærkningsarmeringen skal svare til det, der er angivet i dimensioneringsskemaerne, under ekstra armering.

7.4 Fugttekniske forhold.

Ifølge gældende bygningsreglement skal terrændæk konstrueres således, at der ikke kan ske fugtopsugning fra det underliggende terræn. Dette kan sikres ved at indlægge et 150 mm kapillarbrydende lag under terrændækket.

Sundolitt kan benyttes helt eller delvist som kapillarbrydende lag. Såfremt Sundolitt benyttes helt som kapillarbrydende lag, foregår beregningen af U-værdien ved for de nederste 75 mm at benytte isoleringsværdien mod jord.

7.5 Isoleringens underlag.

Af hensyn til terrændækkets bæreevne er det vigtigt, at underlaget for isoleringen er plant, således at der opnås god kontakt mellem isolering og underlag. Underlaget skal desuden være bæredygtigt, stift, og overholde de forudsætninger der er gjort ved udarbejdelse af dimensioneringsskemaerne, som beskrevet i afsnit 5.3.

7.6 Radon

Byggestyrelsen har i 1989 udsendt en vejledning om radon og nybyggeri. Der er i Byggestyrelsens vejledning også anvisninger på udformning af terrændæk i områder med risiko for radonindtrængning fra undergrunden, f.eks. Ø8 pr. 300 mm.

Det anbefales fra Byggestyrelsen at anvende en minimumstykkelse for betondækket på 80 mm og et tyndt armeringsnet.

8. Litteratur

- [1] Classes af Imposed Floor Loads For Warehouses. F. R. Neal and C.J. Judge Building Research Establishment, IP 19/87, December 1987.
- [2] DIN 1055, Ausgabe Februar 1976, Abschnitt 6.3.2.
- [3] Dansk Ingeniørforenings Norm for Last på Konstruktioner, 1998, DS 410.
- [4] U-værdier 1995. Dansk Forening af Fabrikanter af varmeisoleringsmaterialer, VIF's forlag.
- [5] Dansk Ingeniørforenings Norm for Sikkerhedsbestemmelser for konstruktioner, 1998, DS 409.
- [6] Dansk Ingeniørforenings Regler for Beregning af Bygningers Varmetab. 5. Udgave 1986, DS 418.
- [7] Foreløbig Euro-norm PrENxxxx 1997-03-14.
Thermal insulation products for buildings.
Factory made products of Expanded Polystyrene.
- [8] EN 826: 1996 Thermal insulation products for building applications - Determination of compression Behaviour.
- [9] Dansk Ingeniørforening Norm for Betonkonstruktioner, 1998, DS 411.
- [10] EN 1605: 1996 Thermal insulation products for building applications - Determination of deformation.