

Constructii ingineresti si poduri

8.1 Date tehnice pentru beton usor si beton armat usor

8.2 Betoane foarte usoare pentru pereti conform DIN 4232 precum si straturi de egalizare si pante

8.3 Pompe pentru betoane usoare

8.4 Referinte



8.1 Date tehnice pentru beton usor si beton armat, usor.

8.1.1 Notiunea beton usor cu structura inchisa

Betonul usor cu structura inchisa definit in DIN ca beton a carui densitate uscata bruta se afla intre 0,8 si 2,0 kg/dmc si care este astfel alcatuit si se prelucreaza astfel incat betonul intarit nu contine pori.

Notiunea de „beton usor cu structura inchisa” este astfel delimitata de betonul usor infoiat cu pori, asa cum se foloseste la pereti dupa DIN 4232 sau la caramizi dupa DIN 18151 si DIN 18152.

Betonul usor cu structura inchisa are toate avantajele betonului normal, dar nu dezavantajele sale. In continuare se va insista pe proprietatile sale.

8.1.2 Norme si hotarari pentru betonul usor

Norme

In afara de DIN 1045 si de normele numite acolo si valabile, sunt valabile pentru betonul usor

DIN 4219 partea 1 ;

Betonul usor si betonul usor armat cu structura inchisa;

Cerinte, executie si supraveghere

DIN 4219 partea 2;

Betonul usor si betonul armat cu structura inchisa; dimensionare si executie

Fise de observatii

Alte indicatii, in special in domeniul tehnologiei betonului sunt date de fisele urmatoare :

Fisa de observatii nr.I pentru beton usor si beton usor armat cu structura inchisa; incercarea betonului pentru supravegherea executiei (editia iulie 1974) Editura Beton, Dusseldorf.

Fisa de observatii nr.II pentru beton usor si beton usor armat cu structura inchisa;

Prezentare pe scurt si incercare (editia iulie 1974) Editura Beton, Dusseldorf.

Fisa de observatii III pentru beton usor si beton usor armat cu structura inchisa; executia si prelucrarea (editia iulie 1974) Editura Beton, Dusseldorf.

8.1.3 Rezistenta

Cu Liapor se pot executa betoane de orice clasa de rezistenta, de la LB8 la LB 55. Cerintele de rezistenta nominala sunt la fel de ridicate ca pentru betonul obisnuit. Rezistenta de serie poate sa fie cu 1 sau 2 N/mmp mai mica. In afara de aceasta la incercarea pentru betonul usor B1 nu este prescrisa o masura etalon. Aceste decizii se bazeaza pe faptul ca imprastierea rezistentei la betonul usor este in medie cu 20% mai redusa decat la betonul normal. In lucrarea Koch, Spitzner : imprastieri ale rezistentei la betonul usor cu structura deasa, beton + tehnica produselor finite 3/1973, pag.175-179 se prezinta pe larg aceasta.

Rezistenta in timp se efectueaza la betonul usor mai repede la inceput decat la betonul normal, din cauza unei mai mari retineri de caldura. La clasele mai mici de rezistenta, rezistenta finala se obtine deja dupa un timp scurt. Betoane usoare mai dure indica o intarire ulterioara ca la betonul normal.

| Grupa de beton | Clasa de rezistenta | Rezistenta nominala | Rezistenta de serie | Utilizare | |
|----------------------------|--|------------------------|------------------------|--|--|
| Beton usor BI ¹ | LB 8 | 8.0 | 11 | Pt.elemente constructive nearmate. Ca beton armat usor numai pt.pereti dupa DIN 1045 ed.iulie 88 alineat 25.5.1 si pt.fatade si elemente de parapet solicitate prin sarcina proprie si vant. | Numai la sarcini indeosebi statice |
| | LB 10 | 10 | 13 | | |
| | LB 15 LB 25² | 15 25 | 18 29 | Beton usor nearmat si beton usor armat | |
| Beton usor B II | LB 35 LB 45 LB 55³ | | | Beton usor nearmat si beton usor armat si beton usor pretensionat | Si la sarcini care nu sunt predominant statice |

- 1) Intotdeauna cu incercare. Vezi alineatul 4.
- 2) LB 25 pentru beton usor pretensionat se va executa si supraveghea conform prevederilor de la B II
- 3) Accept in caz singular sau aprobare conform prevederilor santierului.

Pereti exteriori armati pot fi realizati din toate clasele de rezistenta pentru beton usor, deoarece toate prevad protectie la coroziune. LB 8, LB 10 si LB 15 sunt deci spre deosebire de betonul normal, admise pentru aceste elemente.

8.1.4 Rezistenta la incovoiere, tractiune si despicare

Rezistenta la incovoiere, tractiune si despicare depinde foarte mult de continutul de umiditate al betonului. Caderea de umiditate la uscare intre suprafata si miezul betonului duce la aparitia de tensiuni proprii care diminueaza rezistenta de tractiune si despicare a betonului usor.. In regulile de dimensionare din DIN 4219 se tine cont de acest lucru de ex. printr-o limita mai joasa de determinare a tensiunilor.

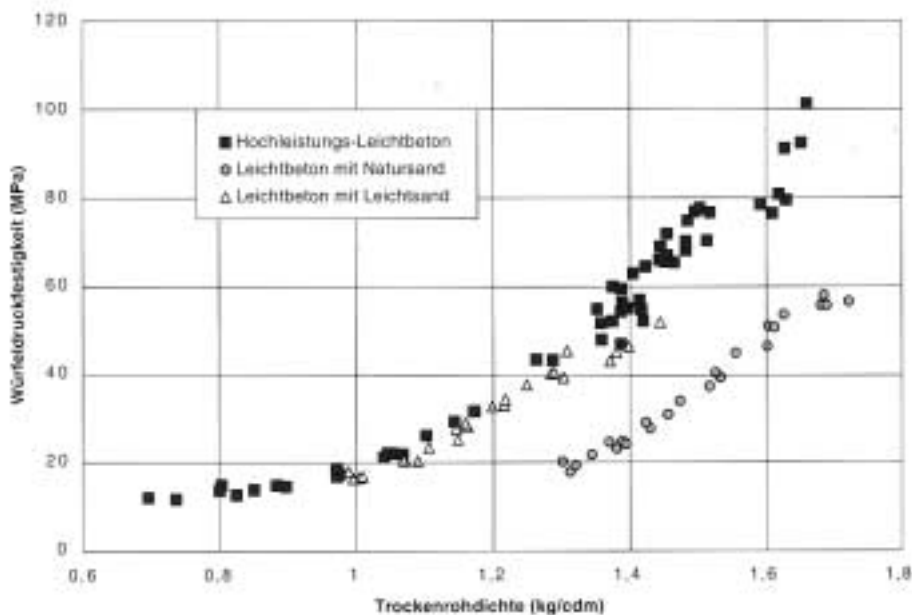
8.1.5 Densitatea bruta

Densitatea bruta a unui beton usor este in functie de continutul de umiditate al adaosurilor usoare si are datorita absorbtiei apei de catre aceste adaosuri din betonul usor proaspat, un domeniu mai mare de imprastiere decat densitatea bruta a betonului normal. Din acest motiv, pentru clasificarea betonului usor in clase de densitate bruta, este hotaratoare ca marime de comparare, exclusiv densitatea bruta uscata a LB (uscarea la 105 °C). In tabelul de mai jos sunt date clasele de densitate bruta ale LB dupa DIN 4219.

| Clasa de densitate bruta | Limite ale densitatii brute a betonului uscat |
|--------------------------|---|
| 1.0 | 0.80-1.00 |
| 1.2 | 1.01-1.20 |
| 1.4 | 1.21-1.40 |
| 1.6 | 1.41-1.60 |
| 1.8 | 1.61-1.80 |
| 2.0 | 1.81-2.00 |

Grafic : O_y = rezistentă la presiune pe un cub (Mpa)

O_x = densitatea brută uscată (kg/cdm)

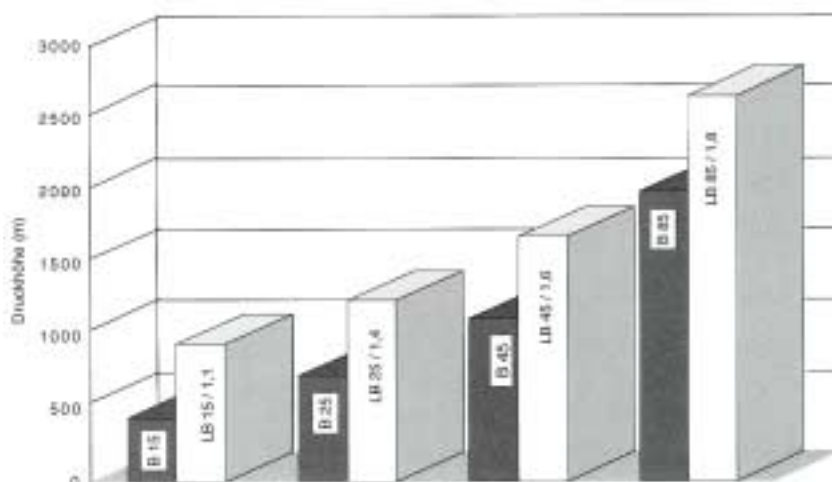


- a) beton usor de calitate superioara
- b) beton usor cu nisip natural
- c) beton usor cu nisip usor

8.1.6 Comparatie intre performantele betonului normal si betonul usor

In primul rand se asteapta de la materialul beton capacitatea de a rezista sigur la tensiunile prin presiune. O caracteristica pentru performantele sale este raportul rezistentă/densitate brută. Performanta se exprima prin inaltimea de constructie teoretica.

Diagrama : Inaltimea de presiune
Performantele betonului normal si betonului usor.



8.1.8 Modulul de elasticitate

Modulul de elasticitate al betonului usor este mai mic decat la betonul normal.. El creste odata cu cresterea rezistentei la presiune si a densitatii brute. Intrucat rezistenta la presiune si densitatea bruta depind una de alta, este suficient sa se determine valoarea de calcul a modulului de elasticitate in functie de densitatea bruta. Dupa DIN 4219 se vor considera urmatoarele valori :

Valori de calcul ale modulului de elasticitate

| Clasa de densitate bruta | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
|------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Modulul de elasticitate E in MN/mp | 5000 | 8000 | 11000 | 15000 | 19000 | 23000 |

8.1.9 Dilatarea la caldura

Adaosul usor produs industrial, din argila arsa, are o dilatare mai mica la caldura decat adaosul normal pe baza de quart. Dilatarea la caldura se afla din acest motiv undeva intre valorile pentru betonul normal si materialele ceramice. Dupa DIN 4219 se poate considera ca valoare de calcul valoarea de dilatare la temperatura ridicata α_1 cu $0,8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. La betonul armat cu otel, usor, nu trebuie luate in considerare diferentele din cifra dilatarii dintre betonul usor si armatura din otel.

8.1.10 Contragerea

La betonul usor, fata de betonul normal,, conform DIN 4219 dimensiunile finale de contragere trebuie de regula marite cu urmatoarele procente :

- la LB 8 pana la LB 15 cu 50%
- la LB 25 pana la LB 55 cu 20%

Marirea fata de betonul obisnuit, se considera din motive de siguranta, intrucat incercarile au aratat valori fie mai mici fie mai mari. Diferentele se explica prin compozitia diferita si utilizarea de adaosuri premezite sau uscate. Chiar daca prin continutul mai mare de ciment si modulul E mai mic al granulelor de adaos este de asteptat o contragere mai mare, acest lucru se echivaleaza printr-o hidratare a cimentului. Aceasta este posibil prin faptul ca apa preluata de adaosuri este pusa la dispozitie, dupa un timp mai indelungat, pietrei de ciment. Acest fapt este confirmat si prin faptul ca procedeul de contragere la betonul usor fata de cel obisnuit, se face mai lent.

8.1.11 Curgerea

La betonul usor s-a constatat o curgere asemanatoare ca la betonul normal. Deoarece betonul usor are un modul de elasticitate E mult mai mic si astfel deformari elastice mai mari, cifra de curgere trebuie trebuie micșorata corespunzator raportului modulelor E. Pentru clasele de rezistenta ale betonului usor rezulta :

LB 8 pana la LB 15 : $1,3 E_{1b}/E_b$

LB 25 pana la LB 55 : $1,0 E_{1b}/E_b$

E_{1b} = modul de elasticitate a betonului usor (tabel in alineat 8.1.7)

E_b =modul de elasticitate a betonului normal

| Clasa de rezistenta a betonului | B 10 | B 15 | B 25 | B 35 | B 45 | B 55 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modulul de elasticitate E_b in MN/mp | 22000 | 26000 | 30000 | 34000 | 37000 | 39000 |

8.1.12 Deformarea totala

Daca se observa toate deformarile betonului prin alungire elastica, curgere si contragere, valorile pentru betonul usor si cel normal se afla in acelasi domeniu.

8.1.13 Impermeabilitate la apa

Betoanele usoare indeplinesc inca in cele mai mici clase de rezistenta LB8 si LB 10 cerintele de impermeabilitate la apa.

Aceasta pentru ca aceste betoane au aceeasi compozitie de mortar ca si betonul usor de inalta rezistenta. Mortarul, cu piatra sa de ciment densa, care prin mai buna hidratare la betonul usor este deosebit de densa, impiedica patrunderea apei in beton.

Difuziunea vaporilor se determina de asemenea prin piatra de ciment si are din acest motiv aceeasi marime ca betonul normal. In DIN 4108 partea 4 se indica o valoare de $\mu=70$ pana la 150.

8.1.14 Rezistenta la foc

Betonul usor este cuprins in DIN 4102 partea 4. In comparatie cu betonul usor se poate obtine aceeasi durata de rezistenta la foc inca la grosimi mai mici ale peretelui. Incercarile au aratat ca betonul usor indeplinesc cerintele cele mai mari de rezistenta la foc (vezi alin.5.4.4).

O imbunatatire suplimentara a rezistentei la foc se obtine prin adaugarea de fibre de poypropilena.

8.1.15 Rezistenta la ger

Betonul usor este si rezistent la ger, prin impermeabilitatea la apa si adaosurile rezistente la ger. Fata de atacul prin ger si prin sarurile din topire are in comparatie cu betonul normal o rezistenta mai mare, conditionata prin posibilitatile de evitare a apei capilare in porii granulelor. Totusi se recomanda ca la prepararea sa se obtina acelasi continut de pori asa cum este necesar pentru betonul normal.

8.1.16 Protectia la coroziune a armaturii

Continutul mai ridicat in ciment fata de betonul normal, realizeaza o protectie buna impotriva carbonarii betonului si astfel si impotriva coroziunii armaturii. Intrucat in zona superficiala prin granulele de adaos usoare, prin difuziune, aerul ar putea patrunde mai usor ca la betonul normal, dimensiunile minime ale acoperirii betonului, conform DIN 4219 depind de diametrul granulei celei mai mari din adaosul usor. De la aparitia DIN 4219 acoperirile cu beton au fost marite pentru beton normal dupa DIN 1045 si depasesc valorile din DIN 4219. Se recomanda ca aceste valori marite sa fie alese si pentru betoane usoare.

8.1.17 LB 8, LB 10 si LB 15 in zona de exterior

Toate clasele de rezistenta pentru betonul usor au o foarte ridicata protectie la coroziune pentru armatura. De aceea sunt admise, spre deosebire cu betonul obisnuit, si clasele de rezistenta LB 8, LB 10 si LB 15 pentru pereti exteriori. Acest lucru este stabilit in DIN 4219 si confirmat de Societatea Germana pentru otel-beton.

8.1.18. Beton usor, performant

Betonul usor cu performante inalte, se caracterizeaza prin adaptarea in mod optim a proprietatilor mecanice ale adaosului si ale matricei. Performantele betoanelor de acest fel, exprimate de ex. ca durabilitate sau rezistenta, sunt crescute fata de betoanele usoare conventionale.

8.1.19 Introducerea, compactarea, cofrarea, capacitatea termica, tratarea ulterioara

Betonul usor se trateaza in esenta ca si cel normal. Se utilizeaza aceleasi mijloace si metode de amestecare, de transport si de turnare.

Turnarea : Pe langa turnarea cu recipiente de beton, betonul usor pentru constructii poate fi extras si cu ajutorul pompei de beton. Aici sunt insa cateva observatii de facut. Service-ul tehnic al uzinelor Liapor va vine in ajutor.

Compactarea : Din cauza amortizarii interne in betonul usor proaspat, compactarea se reduce comparativ cu betonul normal. Distantele dintre locurile de introducere a vibratoarelor trebuie din acest motiv, micorate, in raport cu densitatea bruta dintre beton usor/beton normal.

Cofrarea : Cu toate ca masa betonului este mai mica, cofrajele pentru betonul usor trebuie construite la fel de stabil ca si pentru betonul normal.

Capacitatea termica : Capacitatea si conductibilitatea termica influenteaza, prin actionarea cu caldura de hidratare a cimentului, eliminarea de caldura la intarirea betonului usor . Betonul usor se incalzeste de regula mai mult ca betonul normal. Capacitatea termica este diminuata cu factorul beton usor-densitate bruta/beton normal-densitate bruta in timp ce continutul de ciment fata de betonul normal de multe ori este marit. Din cauza transmiterii reduse a caldurii pot sa apara clar temperaturi mai mari in betonul usor pe cale de intarire decat in betonul normal.

Tratare ulterioara : Betonul usor nu necesita alte tratamente ulterioare. O racire prea rapida a suprafetei ar trebui evitata.

8.1.20 Beton usor normal

Betonul usor normal are o densitate bruta uscata de 2,0 pana la 2,2 kg/dmc. La aceste betoane se inlocuieste o parte din adaosul greu cu adaos usor. Prin diferite procedee (ex.Liapor 8 premezit) se pot realiza betoane de inalta rezistenta si care sunt mai putin sensibile la la tratamente ulterioare.

8.1.21 Reciclarea betonului usor

Betoane usoare **Liapor** de toate clasele de rezistenta si densitate bruta pot fi fara probleme, din nou pregatite.

8.2 Betoane foarte usoare pentru pereti, dupa DIN 4232; straturi de egalizare si inclinate

8.2.1 Generalitati

Pentru multe straturi de egalizare si inclinate sunt necesare rezistente mai mici. Cele mai indicate ar fi betoanele usoare cu pori, infoiate, din Liapor. Fata de betonul usor cu structura densa, spatiile dintre granulele Liapor sunt numai partial umplute cu mortar (beton sarac in nisip). Betonul este normat in DIN 4232 pentru pereti. Aceste prevederi si cerinte pot fi preluate ca sens si pentru betonul de egalizare si pentru pante.

Betonul usor infoiat cu pori necesita mai putine adaosuri si lianti. El este de aceea cu mult mai economic decat cel cu structura densa, usor.

8.2.2 Generalitati

In DIN 4232, betonul usor, poros infoiat se imparte in clase de rezistenta in functie rezistenta la presiune pe cub. La betoane de egalizare este suficienta de cele mai multe ori o rezistenta medie de 1-1,5 N/mmp. In fisa de necesar de material sa nu fie trecut, in acest caz LB2 dupa DIN 4232, ci numai un beton poros infoiat cu o rezistenta medie a presiunii pe cub, de ex. de 1,0 N/mmp. Betonul poate fi atunci oferit la un pret mai mic.

Legatura dintre rezistenta la presiune si densitatea bruta a unui beton usor infoiat din **Liapor** este redată in graficul de mai jos.

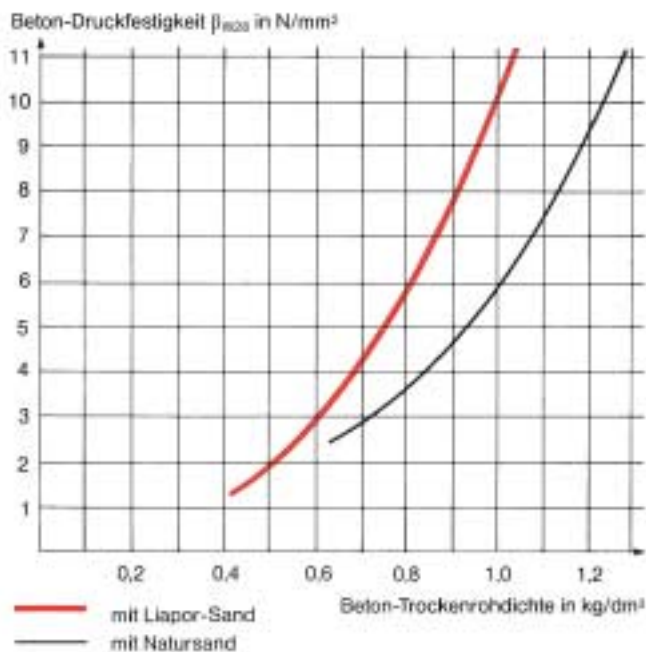
| Clasa de rezistenta | Rezistenta nominala β_{WN} (valoare min.pentru rezistenta la presiune a fiecarui cub) N/mmp | Rezistenta de serie β_{WS} (valoare min.pentru rezistenta la presiune a fiecarei serii de cuburi) N/mmp |
|---------------------|--|--|
| LB2 | 2.0 | 4.0 |
| LB5 | 5.0 | 8.0 |
| LB8 | 8.0 | 11.0 |

Valori dupa DIN 4232.

Rezistenta la presiune a betonului (pe Oy)
Densitatea uscata bruta a betonului in kg/dmc
(pe Ox)

=== cu nisip **Liapor**

___ cu nisip natural



8.2.3 Densitate bruta

Pentru beton usor infoaiat cu pori , DIN 4232 stabileste in tabelul alaturat clasele de densitate bruta.

| Clasa de densitate bruta, in kg/dmc | Limitele densitatii brute a betonului uscat, in kg/dmc |
|-------------------------------------|--|
| 0.5 | 0.41 – 0.50 |
| 0.6 | 0.51 – 0.60 |
| 0.7 | 0.61 – 0.70 |
| 0.8 | 0.71 – 0.80 |
| 0.9 | 0.81 – 0.90 |
| 1.0 | 0.91 – 1.00 |
| 1.2 | 1.01 – 1.20 |

8.2.4 Conductibilitate termica

Pentru betoane usoare cu pori, conform DIN 4108 sunt valabile urmatoarele valori ale conductibilitatii termice. Pentru **Liapor** , conform Hotararii W 36/89 pot fi utilizate valori mai bune.

| Clasa de densitate bruta, in kg/dmc | Valoarea de calcul a conductibilitatii termice λ_R | |
|-------------------------------------|--|--|
| | Dupa DIN 4108 In W/mK | Dupa Hotarare Pentru Liapor in W/mK |
| 0.5 | 0.18 | 0.13 |
| 0.6 | 0.20 | 0.15 |
| 0.7 | 0.23 | 0.18 |
| 0.8 | 0.26 | 0.21 |
| 0.9 | 0.30 | 0.24 |
| 1.0 | 0.35 | - |
| 1.2 | 0.46 | - |

8.2.5 Prelucrare

Betonul usor cu pori din **Liapor** se toarna si se compacteaza cu o scandura, un lemn, cu un vibrator sau placa vibratoare. Suprafata va fi protejata de uscare prea puternica. Se obtine o suprafata neteda prin aplicarea deasupra a unui strat subtire de mortar de ciment, care sa inchida porii. Se poate utiliza si masina de sapa.

8.3. Pompe pentru beton usor

8.3.1 Generalitati

Capacitatea de pompare a betonului usoreste o cerinta importanta din partea santierului. Trebuie facuta insa deosebirea intre pompe pentru adaos usor preumezit si pompe pentru adaos usor neumezit.

Pompe pentru beton usor cu adaos usor preumezit

Pomparea betonului usor cu adaos preumezit se practica de decenii in toata lumea cu succes. In acest scop adaosurile usoare se satureaza inainte de amestecarea betonului, cu apa. Dezavantajul acestei metode este continutul ridicat de apa al betonului usor.

Pompe pentru beton usor cu adaos neumezit

Betoane usoare incepand cu clasa de densitate bruta 1,8 se toarna de ani de zile de firme cu experienta in transport de beton, cu pompe. Intre timp s-a reusit si pomparea betoanelor usoare din clase de densitate mai mica. Materiale speciale de adaos la beton pot imbunatati capacitatea de pompare. Betoane usoare cu pori infoaiati pentru straturi de egalizare si in panta pot fi de asemenea astfel preparate prin adaosuri adecvate, incat sa poata fi turnate cu pompele.

8.4. Constructii de referinta

Pod pietonal peste Badstrasse in Karlsruhe; Biroul Leonhardt/Andra; executie Max Fruh in Achern.

Pod pentru sosea in Vorarlberg/Austria; executie : Kunz&Co in Munchen;

Pod pentru sosea peste B 299 in Pollaten (constructie pod peste toate arcadele)

Serviciul de constructii drumuri din Regensburg; executie Jura-Bau GmbH in Parsberg

Pod pietonal in Regensburg; pod din 7 elemente de 20,37 m lungime fiecare din beton usor

pretensionat LB 450, greutate per element aproape 40 t,

60 km drum de transport; biroul de constructii al Universitatii Regensburg; executie Max Bogl in Neumarkt/Opf.

13 poduri pe grinzi cu deschideri de 150-160 m deasupra canalelor olandeze. Constructie libera executata in 1979 pana in 1982; Liapor 6 + nisip natur. Beton de transport. Proprietar Rijkswaterstaat Directie Bruggen.

Pod pe cabluri, oblic ; Villingen (pietoni), deschidere 90 m, biroul Leonhardt/Andra. Executie Wayes&Freytag, Ndt.Stuttgart.

Flay-over in Rotterdam, procedeul glisarii pas cu pas; an constructie 1979/80; **Liapor 6** + nisip natur; proprietar Rijkswaterstaat Directie Bruggen.

Trambulina schi Oberstdorf, beton de transport; rezistenta 28 zile = 500 kgf/cmp, densitate bruta uscata = 1,54 kgf/dmc; executie D & W in Munchen.

Pod pietonal din beton usor pretensionat in Bad Neustadt/Saale; pod in trei furci, LBn 450/1,8 cu **Liapor 8**.

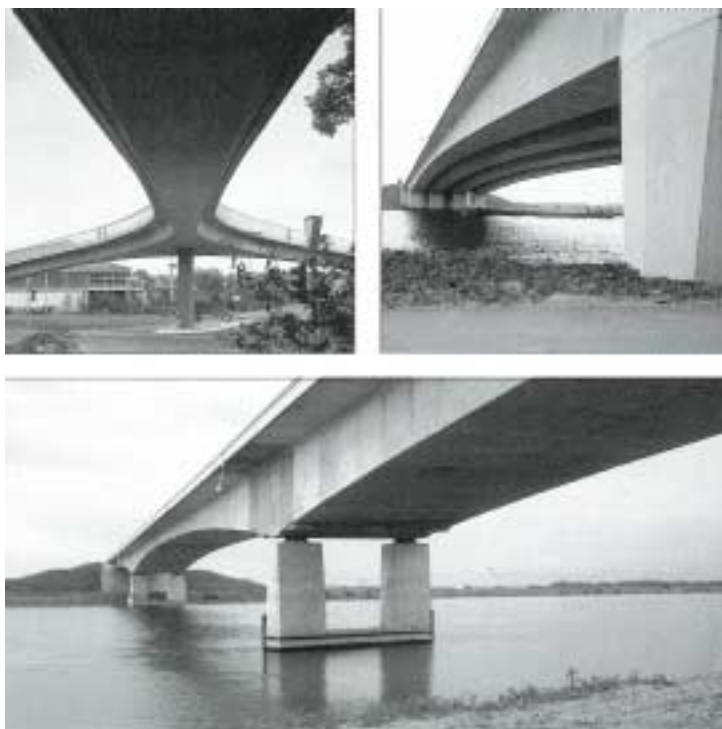
Densitate bruta 1,77 kg/dmc; $\beta_{w28}=628$ pana la 664 kgf/cmp; an constructie 1974.

Podul Main din Marktstef; prefabricate; (Fa.Kleider) beton de transport, an constructie 1975.

Renovarea podului vechi peste Main in Wurzburg; beton transportat LBn 150/1,4; inlocuirea vechilor bolti cu LB, an constructie 1976.

Podul peste Rin Koln-Deutz.

Beton de transport LB 45/1,8 pentru deschiderea medie de 180 m. Constructie libera; 2 margini sunt constituite din beton de transport B55/2,4.



8.4. Constructii de referinta



Gerau München



Skiflugschanze Oberstdorf



BMW-Hochhaus München



Hypo-Bank München

8.4. Constructii de referinta



Ölförderinsel „Guffaks C“, Nordsee