

## Bezoekverslag ENCI te Maastricht in het kader van de studie "Kengetallen Materialen"

**Citation for published version (APA):**

Cornelissen, H. A. W. (1973). *Bezoekverslag ENCI te Maastricht in het kader van de studie "Kengetallen Materialen"*. (TH Eindhoven. Afd. Bouwkunde, Laboratorium Materiaalkunde : rapport; Vol. M/73/08). Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1973

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

R G B  
7 6  
L A B

73/8

M043455

T.H. Eindhoven  
Studiebibliotheek  
Bouwkunde

TECHNISCHE  
HOOGESCHOOL  
EINDHOVEN

AFDELING  
BOUWKUNDE

LABORATORIUM  
MATERIAALKUNDE

BEZOEKVERSLAG ENCI TE MAASTRICHT IN HET KADER  
VAN DE STUDIE „KENTALLEN MATERIALEN”

RAPPORT M/73/8

Bezoek verslag ENCI te Maastricht (ir.E.Geurts)  
i.v.m. energie- en waterverbruik en vervuiling bij  
de fabricage van bouwproducten (14-11-73)

A. Algemeen

A.1. de ENCI is een dochter van de Belgische onderneming C.B.R.

A.2. de ENCI kan tot 1991 mergel van de St.Pietersberg afgraven  
(dan loopt de concessie af)

De mogelijkheden na 1991 zijn:

- 1) uitwijken naar België
- 2) Bij Berg en Terblijt (bij Valkenburg)  
(de grond is al in bezit van de ENCI)
- 3) Ondergronds winnen (duur!)

A.3. De ENCI wekt de electr. energie niet zelf op, maar kan deze  
rel. goedkoop afnemen.

A.4. H.C. :chemisch beter bestand tegen sulfaten  
:iets meer vorst gevoelig (bij zéér lage temp.)  
:kan uitslaan


P.C. :hogere beginsterkte

B. Bespreken van het productieschema ( zie figuur op vouwblad)

B.1. De St.Pietersberg bestaat van boven naar beneden respectieve-  
lijk uit leem, berggrind en mergel. De bovenste lagen mergel  
zijn grover van samenstelling en worden het Maastrichts krijt  
genoemd. De fijnere onderste lagen worden Gulpens krijt ge-  
noemd (minder maalenergie)

opm.1. Mergel is een mengsel van krijt ( $\text{CaCO}_3$ ) en leem.

Men zou hier dan ook van krijt moeten spreken want deze  
bestaat voor 94-98% uit  $\text{CaCO}_3$ .

2. Er werd aan mergel afgegraven (door Haukes en ENCI) in  
juli (73) 286.950 ton en jan. t/m juli 1.911.890 ton per  
jaar dus  $\sim 3.277.524$  ton mergel.
3. In de mergel zit ong. 7 gew.% vuursteen (silex) .  
De grove delen (diam.  $\sim 15-20$  cm) vormen afval !
4. Het berggrind is tevens afval. Deze grind is verontreinigd  
met klei en leem (ziet er niet gelaagd uit : niet )  
(is geen "echte berggrind" maar afkomstig uit vroegere zee)

B.2. De leem is, zoals boven reeds vermeld eveneens van de St.Pieters-  
berg afkomstig.

B.3. Er is  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nodig (om smeltpunt te verlagen) hetgeen in pyrietas, afkomstig van zwavelzuur fabrieken (waar het afval is) o.a. Bayer en Keulen, aanwezig is. Het  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  gehalte in pyrietas is ca. 90%.

opm.1. Er wordt 2,1 milj. ton klinker per jaar geproduceerd waarvan 2% uit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bestaat. Er is dus nodig totaal 42.000 ton  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ofwel  $\approx 50.000$  ton pyrietas per jaar.

opm.2. De in het schema voorkomende "kleidelayeur" wordt niet meer gebruikt.

B.4. Ruw- en fijnpapmolens. Het gebruikte water is maaswater (soms gefiltreerd)

B.5. Electriche ontstopping (houdt 99,6 - 99,7 % tegen)

Deze bestaat uit een aantal draden . Tussen deze draden en de aarde wordt een hoge spanning onderhouden. (Daar de stofdeeltjes t.g.v. langs elkaar wrijven e.d. statisch geladen zijn worden ze aangetrokken)

opm.: Uit 1,3 kg droog materiaal wordt 1 kg klinker gevormd 25% van het aangeboden materiaal gaat in de vorm van stof naar de elec. ontstopping welke slechts  $\sim 0,4$  % doorlaat (de schoorstenen uit).

Dus per kg klinker gaat er  $\sim 0,0013$  kg = 1,3 gram, de schoorstenen uit = 1,3 kg /ton klinker . Totaal dus  $2,1 \times 10^6 \times 1,3 = 3 \times 10^6$  kg/jaar.

ook sulfaten nog een probleem.

Wat de stofproductie betreft kan men stellen dat 1% van de aangeboden vaste stof de lucht in gaat (dit is dus schoorsteen en transport etc.)

N.B. tijdens storingen veel meer!

B.6. De oven. (de vuurvaste bekleding wordt jaarlijks vervangen plus 2 à 3 maal/jaar reparaties (1 à 2 weken)

Het kalkgehalte van de aangeboden pap (of meel) moet constant zijn ( $85 \% \pm 0,03$ ), daar deze de warmtebelasting van de oven bepaald.

De omzetting is:  $\text{CaCO}_3 + \text{warmte} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ↑ schoorsteen. 44 gew.% van de aangeboden  $\text{CaCO}_3$  gaat als  $\text{CO}_2$  de schoorsteen uit. Dit is per jaar ca.  $1,4 \times 10^6$  ton.

De ovens worden gestookt met aardgas (bij temp.  $< 0^\circ$  C buiten, wordt er naar aardolie overgeschakeld (uitgez. oliecrisis ).

Dit is zware olie. De zwavel wordt echter gebonden aan de alkaliën

Enkele ovens nog met poederkool.

In steenkool is een bepaald percentage leisteel aanwezig, welke de kwaliteit van het product verbetert.

Wanneer er nu op olie of aardgas overgeschakeld wordt, wordt er om een beter product te verkrijgen leisteel = wassteen ingeblazen, waarin weer 30% steenkool zit (extra energie!) Per ton klinker wordt er ~ 160 kg steenkool (uit wassteen) toegevoerd.

Het proces in de oven:

- 1) pap wordt gedroogd. Water ontwijkt (=30% van het pap gewicht)
- 2)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$  schoorsteen

de CaO is nu reactief.

Opm. In de oven hangen stalen kettingen om een betere warmte overdracht te bewerkstelligen.

- 3) sinterzone (temp.= 1450 - 1600 °C)

het mergel wat ontstaat zou er als volgt uit kunnen zien:

- a. 40 - 70 %  $\text{C}_3\text{S}$  (let op notatie!)\*
- b.  $\text{C}_2\text{S}$
- c. 8 - 10 %  $\text{C}_3\text{A}$
- d. 8 - 10 %  $\text{C}_4\text{AF}$

$\text{C}_3\text{S}$  zorgt voor de korte duur sterkte,  $\text{C}_2\text{S}$  voor de lange duur sterkte.  $\text{C}_3\text{A}$  en  $\text{C}_4\text{AF}$  zijn smeltpunt verlagende middelen.

#### B.7. Klinkerkoeler (bij oven 8 satelietkoeler)

De klinker wordt snel afgekoeld. Er wordt dus energie "ingevroren"  
De materie is nu reactief.

#### B.8. Cementmolen. (= kogelmolen)

Hier wordt 5% gips aan de klinker toegevoegd om de reactie te vertragen.

Men kan op verschillende manieren malen:

- 1) once through (ook wel: open maling)  
- voor PC A.
- 2) gesloten systeem (wanneer het materiaal één maal door de molen gegaan is worden m.b.v. zeven de te grove delen terug in de molen gevoerd.)  
- voor P.C. B en C en voor H.C. A en B.

Het verschil in PCA B en C zit dus in de fijnheid van de maling maar daarnaast ook in de samenstelling van de klinker, wat in de kalkstandaard naar voren komt:

\*

de verkorte notatie is gebruikt waarbij:

$\text{CaO} = \text{C}$  ;  $\text{SiO}_2 = \text{S}$  ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = \text{A}$  ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{F}$  ;  $\text{H}_2\text{O} = \text{H}$

$$K_{st} = \frac{100 \text{ CaO}}{2,8 \text{ SiO}_2 + 1,1 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ Fe}_2\text{O}_3} \quad (\text{in gew. \%})$$

CaO = gebonden hoeveelheid kalk = totaal - vrije kalk (is <2%)

deze  $K_{st}$  = 94 voor P.C.A.

100 voor P.C.B.

104 voor P.C.C.

maalfijnheid wordt gegeven als het specifieke oppervlak

P.C.A. =  $\underline{2600}$  cm<sup>2</sup>/gram

P.C.B. =  $\underline{4300}$

P.C.C. =  $\underline{5500}$

N.B. De toegevoegde gips is een mengsel van  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CaSO}_4$  (anhydriet)

Wanneer er teveel gips wordt toegevoegd dan:

valse binding: (t.g.v. teveel sulfaat uit gips)

- er treedt geen temp. verhoging op bij verharden.
- in de betonmolens gewoon doormalen.

Wanneer er te weinig gips wordt toegevoegd dan:

snel binding : (t.g.v. te weinig sulfaat uit gips)

- er treedt temp. verhoging op bij verharden
- kan niet m.b.v. doormalen teniet gedaan worden.

Gips is afkomstig uit groeven in Duitsland en Frankrijk .

Zowel het anhydriet (boven water) als het dihydriet (onder het grondwater ) wordt daar gewonnen.

N.B. Alleen  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  (hemihydraat) kan verharden dus niet ( $\text{CaSO}_4$  of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

#### B.9. Hoogovencement


Bij de klinker wordt slak gevoegd en dan samen gemalen tot cement.

H.C.-A bestaat uit ca. 30-35% klinker

H.C.-B bestaat uit ca. 35-40% klinker

(tevens fijner gemalen)

C.1. suggestie om het fabriekproces in een aantal onderdelen te splitsen:

A) grondstofvoorbereiding 

B) Maken van de klinker ("klinkeriseren")

1) P.C.A

2) P.C.B

C) Malen van de klinker tot cement 3) P.C.C

4) H.C.A

5) H.C.B

D) Brandstofvoorbereiding

C.2. 1) literatuur tijdschrift: Kalk, Cement Gips

boek: "die Baustoff Zement" Kühl

"die Chemie des Zements und Betons"

FM Lea und CH Desch.

2) Fabrieken (industrieën ) die complete cementfabrieken

leveren en die dus iets kunnen zeggen over energie verbruik.

1) F.L. Schmidt Kopenhagen (belangrijkste!)

2) Polysius A.G. 4723 Neu Beckum

3) evt. Krupp (levert onderdelen)

E. Indien we exacte gegevens willen hebben zal ir. Geurts ons gaarne verder helpen. Het is dan echter wel gewenst dat er een officiële aanvraag van onze groep naar de directie van de ENCI gezonden wordt.

(Begin december 1973 is deze aanvraag verzonden. Hierbij zijn tevens de tabellen 1 t/m 5 gevoegd).

November 1973

Ir. H.A.W. Cornelissen,

Tabel 1 productie ENCI (1972)

1. klinker	nat proc.	1,4 x 10 <sup>6</sup> ton	
	droog proc.	0,7 x 10 <sup>6</sup> ton	2,1 x 10 <sup>6</sup> ton
t.b.v. portlandcement			1,8 x 10 <sup>6</sup> ton
t.b.v. hoogovencement (incl. 4)			0,3 x 10 <sup>6</sup> ton
-----			
2. portlandcement (95 % kl. + 5 % gips)			1,9 x 10 <sup>6</sup> ton
waarvan p.c. A			?
waarvan p.c. B			?
waarvan p.c. C			?
-----			
3. hoogovencement (37 % klinker + 58 % slak + 5 % gips)			560.000 ton
waarvan h.c. A			?
waarvan h.c. B			?
-----			
4. klinker t.b.v. h.c. (CEMIJ en ROBUR)			90.000 ton

Tabel 2 verbruik grondstoffen (1972)

grondstof	ton/jaar	ton/ton klinker
mergel	3,2 x 10 <sup>6</sup>	1,5
leem	?	?
leisteel	570.000	0,27
pyriet	50.000	0,024
water	850.000 (nat.proc.)	0,6 (nat. proc.)
gips	105.000	0,05
hoogovenslak	325.000	n.v.t.

Tabel 3

energie	per ton cement	totaal/jaar
electrische	$\left\{ \begin{array}{l} p.c. \\ h.c. \end{array} \right\}$ 80 kwh	200 x 10 <sup>6</sup> kwh.
aardgas	$\left\{ \begin{array}{l} p.c. \\ h.c. \end{array} \right\}$ ?	?
stookolie	$\left\{ \begin{array}{l} p.c. \\ h.c. \end{array} \right\}$ ?	?



Tabel 4 afvalstoffen en emissie (1972)

A. vaste stoffen	
A.1 vuursteen	100 kg/ton klinker
A.2 stof	1,3 kg/ton klinker
B gasvormig	
B.1 CO <sub>2</sub>	650 kg/ton klinker
B.2 SO <sub>2</sub>	?
B.3 NO <sub>x</sub>	?
B.4 C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	?

Tabel 5 energieverbruik (gefaseerd) ('72)

fase	elec. energie (kwh/ton klinker)	brandstofverbruik
A. grondstofvoorbereiding		
A.1 papbereiding	5,4 (t.b.v. 1,4 x 10 <sup>6</sup> ton)	
A.2 meelbereiding	15 (t.b.v. 0,7 x 10 <sup>6</sup> ton)	
B. "klinkeriseren"		
B.1 andere ovens (zie B.2)	25 (t.b.v. 1,4 x 10 <sup>6</sup> ton)	er is ca. 1,2 x 10 <sup>6</sup> kcal
B.2 oven 8	34 (t.b.v. 0,7 x 10 <sup>6</sup> ton)	per ton klinker nodig
C. malen tot cement		
C.1 p.c. A	?	
C.2 p.c. B	?	
C.3 p.c. C	gem. 50	
C.4 h.c. A	?	
C.5 h.c. B	?	
D. brandstofvoorbereiding		
D.1 drogen leisteel		0,1 x 10 <sup>6</sup> kcal/ton leist.
D.2 malen leisteel	30 kwh/ton leisteel = 8,1 kwh/ton klinker	= 0,03 x 10 <sup>6</sup> kcal/ton klinker
E. overig gebruik (wat niet in A t/m D onder te brengen is B.V. transport ver- warming, verlichting e.d.)	?	?

Tabel 6. Voorlopig overzicht van het totaal energie-  
verbruik . zie ook tabel 5.

Fase	opmerkingen	verbruik
A 1 malen pap	$1,4 \times 10^6 \times 5,4$	$7,6 \times 10^6$ kwh *
A 2 malen meel	$0,7 \times 10^6 \times 15$	$10,5 \times 10^6$ kwh
B 1 rest oven (zie B2)	$1,4 \times 10^6 \times 25$	$35,0 \times 10^6$ kwh
B 2 oven 8	$0,7 \times 10^6 \times 34$	$23,8 \times 10^6$ kwh
C malen cement	$\sim 2,1 \times 10^6 \times 50$ (gem) (minus klinker voor CEMY en ROBUR) plus slak voor h.c.	$105 \times 10^6$ kwh
D malen leisteen	$\sim 2,1 \times 10^6 \times 8,1$	$17 \times 10^6$ kwh
B <sup>1</sup> brandstof ovens	$2,1 \times 10^6 \times 1,2 \times 10^6 =$ $25 \times 10^{11}$ kcal $\equiv$	$2900 \times 10^6$ kwh
D <sup>1</sup> drogen leisteen	$2,1 \times 10^6 \times 0,03 \times 10^6 =$ $0,6 \times 10^{11}$ kcal $\equiv$	$70 \times 10^6$ kwh
Totaal voor $2,1 \times 10^6$ ton klinker (ca)		$3170 \times 10^6$ kwh
dit komt overeen met $1,22 \times 10^{-4} \times 3170 \times 10^6 =$		$3,8 \times 10^5$ t CE
de energie per ton klinker:		170 kg CE

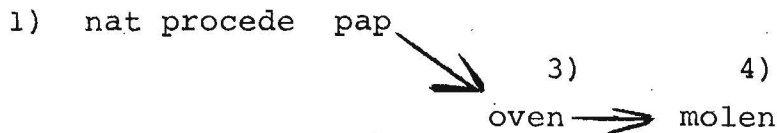
Tabel 7. Vergelijking gegevens uit "Environment, pollution  
energy and material " Kreyger (1) en voorlopige  
gegevens van Cornelissen (2)

	1	2
energie	170 kg CE/ton cement	$\leq 170$ kg CE/ton cement
water (nat. proc.)	$0,47 \text{ m}^3$ /ton cement	$\leq 0,65 \text{ m}^3$ /ton cement
stof	0,3 - 2,0 kg/ton cement	$\leq 1,3$ kg /ton cement $\leq$ i.v.m. overgang klinker naar cement

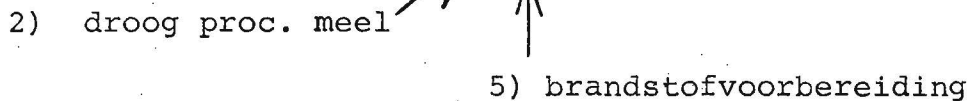
lectrische energie wordt met een rendement van 30% opgewekt. Deze  
etallen zouden dus met  $\frac{100}{30}$  vermenigvuldigd moeten worden.

BIJLAGE

Energie



Schema



ad 1 maalenergie voor papbereiding (ruwpapmolen en fijnpapmolen)  
4,5 kwh /m<sup>3</sup> pap (sg pap = 1,75 ton/m<sup>3</sup>)  
nodig per ton klinker 1,2 m<sup>3</sup> pap = 2,1 ton pap  
dus 5,4 kwh / ton klinker nodig  
1,4 x 10<sup>6</sup> ton klinker uit nat procede  
dus hier totaal nodig 1,4 x 10<sup>6</sup> x 5,4 = 7,6 x 10<sup>6</sup> kwh voor malen pap.

ad 2 Voor het droogprocede is rond 9 à 10 kwh/ton per ton meel  
er is 1,5 ton meel nodig per ton klinker  
er wordt ca. 700.000 ton klinker geproduceerd → 1.050.000 ton meel  
dus 1,05 x 10<sup>6</sup> x 210 = 10,5 x 10<sup>6</sup> kwh voor meel bereiding.

ad 3 oven elektrische energie: oven 8 34 kwh per ton klinker  
dus 700.000 x 34 = 23,8 x 10<sup>6</sup> totaal  
rest ovens ca 25 kwh per ton klinker  
dus 1,4 x 10<sup>6</sup> x 25 = 35 x 10<sup>6</sup> totaal  
aan brandstof is nodig ~ 1200 Kcal per kg klinker  
dus 2,1 x 10<sup>9</sup> x 1200 Kcal = 25 x 10<sup>11</sup> Kcal totaal

ad 4 malen

	energie juli	prod.in juli ('73)
PCA	30 kwh/ton	75.000 ton
PCB	75 kwh/ton	21.000 ton
PCC	25 kwh/ton	7.700 ton
HCA	70 kwh/ton	2.7000 ton
HCB	80 kwh/ton	zeer weinig

De hoeveelheden geproduceerde cement variëren sterk per maand!

ad 5 Brandstofvoorbereiding

nodig 300 kg leisteen (nat!) per ton klinker

er zit 10% water in dus 30 kg per ton klinker.

er is nodig voor drogen: 1000 Kcal/kg water dus

$$30 \times 1000 \text{ Kcal/ton klinker}$$

$$= 30.000 \text{ Kcal/ton klinker}$$

er is nodig voor malen: 30 kwh/ton droge leisteen

er is 270 kg droge leisteen nodig per ton klinker

$$\text{dus } \frac{270}{1000} \times 30 \text{ kwh per ton klinker}$$

$$= 8,1 \text{ kwh per ton klinker}$$

De leisteen wordt in de draaioven gespoten.

Voor omrekenen klinker naar P.C. cement denk eraan:

$$95\% \text{ klinker} + 5\% \text{ gips} \rightarrow 100\% \text{ P.C. cement!}$$

opm.: energie t.a.v. gips.

# produktieschema ENCI - Hoogovencement

71 bouwjaar 1961, lengte  
1.00 ton per dag.  
8 bouwjaar 1968, droog  
(samen met 20 m satellietkoelers).

capaciteit ca. 400 t/h, vermogen  
1000 pk

capaciteit totale inhoud 14.000 ton  
capaciteit totale inhoud 17.600 ton  
capaciteit van in onverpakt cement in  
300 t/h  
capaciteit van in onverpakt cement in  
100 t/h  
100 t/h

