

PCBR I (1977)

**BETER  
BOUWEN EN  
WONEN  
MET**



**TNO**

# Beter bouwen en wonen met TNO

## Informatieadres:

Plancommissie Bouwresearch TNO  
Lange Kleiweg 5, Rijswijk (ZH)  
Postbus 238, Delft  
Telefoon: 015-138222 (toestel 463, L. van Zetten)  
Telex 33567 IBBC NL

## Inleiding

In dit boekje wordt een overzicht gegeven van hetgeen TNO doet op het gebied van bouwen en wonen.

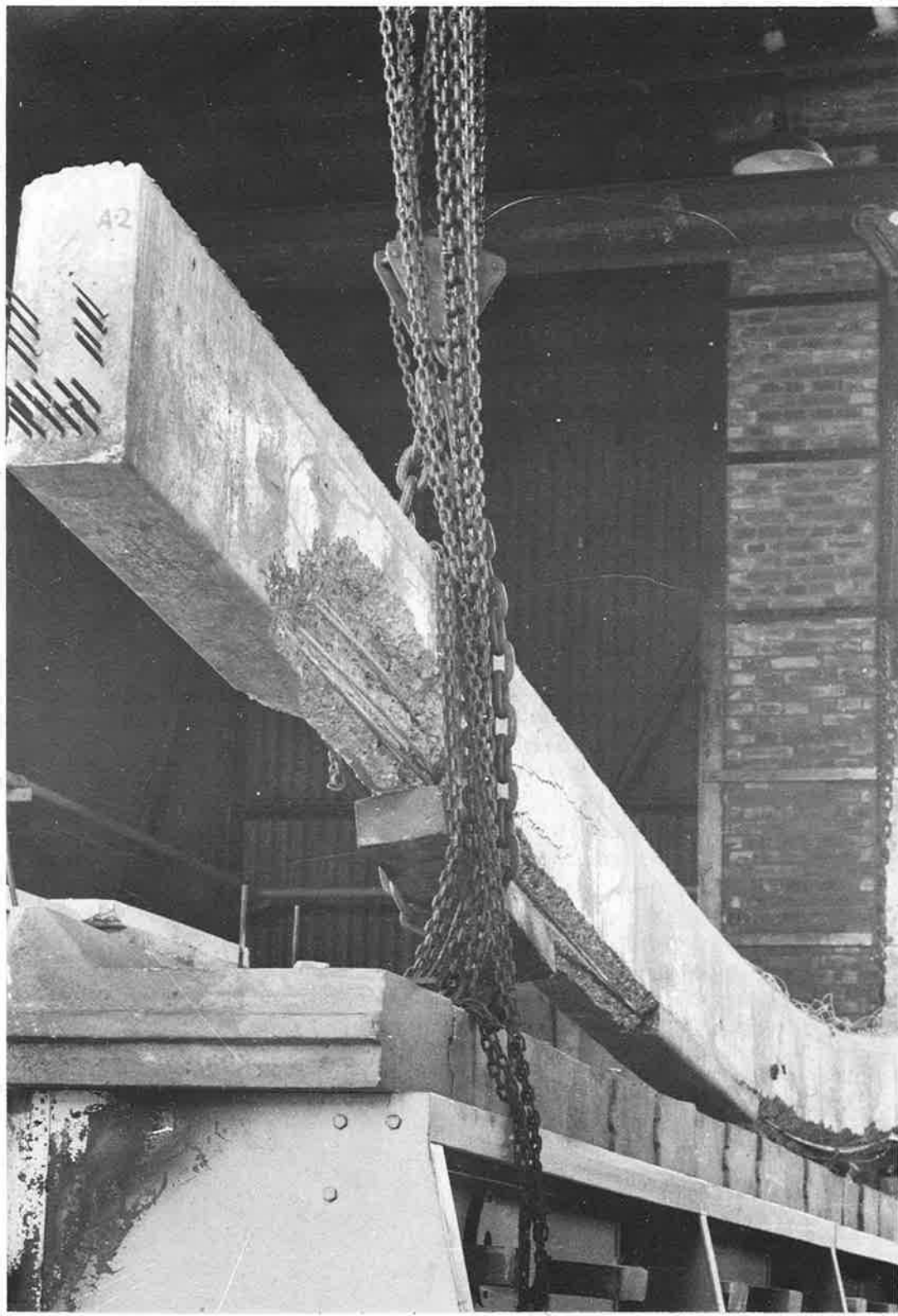
Ieder die met bouwen te maken heeft – de principaal, de architect, de aannemer, het constructiebureau, de overheid, maar ook de aanstaande bewoner – wordt gesteld voor problemen. Deze kunnen te maken hebben met materiaalkeuze, constructies, onderhoud, brandpreventie, warmte, geluid en vocht, met duurzaamheid of met windhinder. Een gebouw heeft bovendien invloed op de gezondheid van de bewoners en er bestaat een wisselwerking tussen woonomgeving en welzijn.

Voor dergelijke problemen is er vaak een oplossing. TNO – de Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek – zal deze in veel gevallen kunnen geven. Deze oplossing zal soms worden aangereikt in de vorm van een advies, soms ook zal onderzoek nodig zijn.

Het onderzoek gebeurt zowel op eigen initiatief, als in overleg met spourwerkverenigingen, of in opdracht van derden. De resultaten van het onderzoek voor derden zijn exclusief; zij zijn het uitsluitend eigendom van de opdrachtgever.

Op bladzijde 16 is een overzicht gegeven van de TNO instituten, die zich bezighouden met bouwen en wonen. Deze instituten werken samen in de Plancommissie Bouwresearch TNO. Teneinde de lezer enigszins wegwijs te maken in de vele onderwerpen waarover wordt geadviseerd, is hiervan door middel van trefwoorden op bladzijden 14 en 15 een overzicht gegeven.

A2



## **Bouwen in een veranderende maatschappij**

De veranderingen in de maatschappij hebben hun invloed in de bouw. Energiebesparing, geluidisolatie en renovatie zijn hiervan enkele voorbeelden. Nieuwe materialen en bouwmethoden maken in veel gevallen aanpassing van richtlijnen en voorschriften gewenst. De laatste tijd komt ook duidelijk naar voren, dat voor goede woningen en een goede woonomgeving meer nodig is dan techniek alleen. Daardoor wordt ook steeds meer een beroep gedaan op de sociale wetenschappen.

Bij bouwen spelen veel mensen een rol: planologen, architecten en tekenaars, de mensen op de bouwplaats, de gebruikers en de overheid. De problemen zijn dan ook van allerlei aard; het onderzoek voor de bouw speelt zich op een breed vlak af. Alle aspecten – zoals sterkte, uitvoering, duurzaamheid, bouwfysische eigenschappen, brandveiligheid – moeten voortdurend getoetst worden aan nieuwe ontwikkelingen.

TNO verricht zijn werk voor de bouw in samenwerking met de vele instanties, die daarin ordenend optreden. Voorbeelden hiervan zijn het Nederlands Normalisatie Instituut, de Stichting KOMO en een aantal ministeries. Daarnaast oefenen speurwerkverenigingen invloed uit: de Stichting Bouwresearch, de Commissie voor Uitvoering van Research op betongebied (CUR), het Staalbouwkundig Genootschap, de Vereniging van Systeembouwers, de Stichting Verftoepassing en de Vereniging Baksteentechniek zijn daar enkele van.

De werkzaamheden worden vaak begeleid door commissies van deskundigen uit de bouwpraktijk. Deze dragen er mede toe bij dat de resultaten begrijpelijk en hanteerbaar zijn. De verworven kennis wordt uitgedragen in rapporten, tijdschriftartikelen, lezingen en cursussen. Hierdoor wordt de bouw in staat gesteld steeds zo goed mogelijk te reageren op vragen en eisen uit de maatschappij.

# Bouwmaterialen

Na de tweede wereldoorlog kwam een spectaculaire ontwikkeling in de bouw op gang. Talrijke nieuwe materialen werden ontwikkeld en op grote schaal toegepast. Enkele voorbeelden hiervan zijn: kunststoffen en rubbers, katten en lijmen, verschillende staalsoorten, aluminium, nieuwe toeslagstoffen voor beton en nieuwe materialen en werkwijzen voor afwerking. Ook de werkmethoden zijn aan verandering onderhevig. Betonmortel en onderdelen worden in toenemende mate in de fabriek gemaakt. De ontwikkeling van grote panelen en elementen kwam op gang. Vanuit de traditie en de ervaring kunnen de problemen niet meer worden opgelost. Hiervoor is onderzoek nodig.

TNO speelt een belangrijke rol in het veranderende bouwproces. Het onderzoek is gericht op de volgende problemen:

- hoe vervaardigen wij de materialen en hoe zorgen wij voor een constante kwaliteit;
- wat zijn de eigenschappen;
- hoe beïnvloeden combinaties van materialen elkaar in voor- of nadelige zin;
- hoe moeten keuringseisen en keuringsmethoden worden geformuleerd;
- hoe worden alle gegevens ingepast in een normalisatievoorschrift;
- hoe bereikt de beschikbare kennis alle geledingen van de bouw?

Het onderzoek bij TNO heeft geleid tot een diepgaande kennis. Deze wordt mede in de vorm van adviezen uitgedragen.



## Bouwkunde

De mens bouwt om te kunnen beschikken over een beschutte, doelmatige omgeving voor wonen, werken en ontspanning. Eerst worden de afmetingen van de verschillende ruimten vastgesteld. Deze ruimten worden afgeschermd van de buitenwereld en onderverdeeld door bouwkundige constructies, zoals buiten- en binnenwanden, ramen en deuren, dak- en vloerconstructies.

Om een goed bruikbaar gebouw te krijgen, moeten deze onderdelen aan bepaalde voorwaarden voldoen. Deze worden zo objectief mogelijk vastgelegd in „funktionele eisen”. Het spreekt vanzelf dat materiaalkeuze, vormgeving en detaillering grote invloed hebben op de eigenschappen van de verschillende constructiedelen. Omdat de bouw zich thans geplaatst ziet voor een stroom van nieuwe materialen en ook voor nieuwe eisen waaraan onderdelen moeten voldoen, is een goed inzicht in de problematiek van groot belang. Men kan immers in veel gevallen niet meer terugvallen op traditionele, in de loop der jaren betrouwbaar gebleken constructies. Een goed gebouw bestaat echter niet alleen uit goed funktionerende onderdelen. Het moet ook betaalbaar zijn; goed ontworpen en afgestemd op de eisen van de gebruiker. Daarom moet aandacht worden besteed aan aspecten als ontwerpmethodiek, maatvoering en kosten.

Enkele belangrijke onderwerpen van het onderzoek- en adviesprogramma van TNO zijn:

- regen- en winddichtheid van gevels en daken met hun doorbrekingen;
- invloed van bezonning;
- beoordeling van hang- en sluitwerk en van beglazingsmethoden;
- dilatatie- en andere voegen;
- kwaliteit van afwerkklagen, hechting van tegels.

Veel van de uit dit onderzoek verworven kennis is voor renovatie van belang. Deze krijgt thans veel aandacht.



## Constructies

Een belangrijke functie van een bouwconstructie is het dragen van belastingen en het overbrengen van krachten naar de grond. Bij een dak, een hoog gebouw of een schoorsteen, speelt de belasting door wind een rol. Een constructie in zee moet ook de door de golfbeweging opgewekte krachten naar de bodem overbrengen. Constructies worden steeds gecompliceerder en moeten in veel gevallen aan bijzondere eisen voldoen.

De grondslagen voor de berekening worden vastgelegd in voorschriften. Bij het tot stand komen van de voorschriften heeft TNO een grote inbreng. Zij moeten voortdurend worden aangepast aan nieuwe omstandigheden. Ook daaraan levert TNO een bijdrage.

De constructeur speelt een belangrijke rol. Hij zorgt er voor dat de afmetingen zo worden vastgesteld dat de constructie voldoende sterk is. Hij beziet de vormgeving en de consequenties van de materiaalkeuze. Verder houdt hij rekening met de mogelijkheden van o.a. prefabrikage, lijntechnieken en de toepassing van dunne plaat. Goed gekozen constructiedetails kunnen grote besparingen bij de uitvoering opleveren. TNO beschikt over de deskundigheid en de apparatuur om te helpen bij het vinden van goede oplossingen. Van bijzonder belang is dat TNO over zodanige kennis van modeltechnieken beschikt, dat ook het gedrag van niet-conventionele constructies – waarvoor nog geen rekenmethodiek beschikbaar is – goed kan worden voorspeld.

## Installaties

Ieder gebouw heeft voorzieningen voor aanvoer van gas, water en elektriciteit en voor de afvoer van afvalwater. In veel woongebouwen vindt men een centrale verwarmingsinstallatie en een liftinstallatie, als het aantal verdiepingen daar aanleiding toe geeft. In utiliteitsgebouwen worden in toenemende mate luchtbehandelingsinstallaties geplaatst. Soms kan hiermee lucht worden bevochtigd en gekoeld. In fabrieks- en grootwinkelgebouwen kunnen daarnaast brandblusinstallaties, persluchtleidingen en buizenpost voorkomen. Bovendien zijn installaties voor inbraakbeveiliging en brandmelding van toenemende betekenis. Installaties doordringen het hele gebouw. Reeds in de ontwerpfase moet rekening worden gehouden met ruimte voor de apparatuur, sparringen voor de leidingen en kanalen. Al in deze fase moeten dus de benodigde capaciteit en de afmetingen van de verschillende onderdelen worden vastgesteld. TNO beschikt hiervoor over rekenprogramma's. Deze gaan uit van de eigenschappen van het gebouw en van het buitenklimaat. Het programma maakt het mogelijk snel en doeltreffend tot een ontwerp te komen voor het realiseren van het gewenste binnenklimaat. Na de energiecrisis is de mogelijke energiebesparing met de hieraan verbonden kosten en baten in het programma opgenomen.

Veel onderzoek van TNO is gericht op energiebesparing. Bij installaties zoekt men deze in rendementsverbetering en in het winnen of terugwinnen van energie. In dit verband wordt onderzoek gedaan aan: warmtepompen, zonnewarmte-installaties, luchtkoelers, verbrandingsketels en installaties om warmte uit ventilatielucht terug te winnen. Installaties veroorzaken lawaai, sommige meer, andere minder. Ook op dit gebied geeft TNO adviezen.

## Veiligheid

Aan alle bouwwerken moeten eisen betreffende de veiligheid worden gesteld. Gewoonlijk zullen de verschillende onderdelen zodanig berekend zijn dat deze de krachten en belastingen kunnen dragen, die bij normaal gebruik optreden. In principe wordt hierbij uitgegaan van een heel kleine kans dat de constructie op een gegeven moment bezwijkt. De veiligheid moet des te groter worden gekozen, naarmate de schade als de constructie bezwijkt, of het aantal mensenlevens dat verloren kan gaan, groter wordt. Vooral voor uitzonderlijke constructies, bijvoorbeeld bouwwerken in zee of kernreactordrukvatens, moet de veiligheid van geval tot geval geanalyseerd worden.

Brand vormt voor gebouwen de belangrijkste risicofactor. De omvang is niet alleen van de uitvoering van het gebouw afhankelijk, maar ook van de inventaris en de wijze waarop bij het begin van de brand wordt opgetreden. Rook vormt een groot gevaar, rook bemoeilijkt de ademhaling en kan het vinden van vluchtwegen onmogelijk maken.

Andere calamiteiten waarmee men soms rekening moet houden zijn explosies (o.a. gasexplosies), sabotage, oorlogshandelingen en ook aanrijdingen.

Het begrip veiligheid kan nog verder worden uitgebreid tot grotere delen van de bebouwde omgeving („risico-analyse”). In de meeste gevallen zal een grotere veiligheid geld kosten. Een goede analyse kan echter vaak leiden tot eenvoudige en effectieve maatregelen, die onnodige, extra kosten besparen.

Bij TNO bestaat inzicht en ervaring over bovenstaande aspecten van de veiligheidsproblematiek. Een geheel andere vorm van veiligheid is de bescherming tegen inbraak. Ook op dit gebied kan TNO adviseren, zowel met betrekking tot bouwkundige voorzieningen als op het gebied van maatregelen in het elektronische vlak.

## Comfort en gezondheid in woon- en werkomgeving

Mensen hebben bij wonen en werken behoefte aan een omgeving die hun zo weinig mogelijk beperkingen oplegt. Men kan zich nu eenmaal moeilijk concentreren als er storende geluiden zijn, of als het te warm of te koud is. Een te koude buitenwand, een te hoge of te lage luchtvochtigheid, tocht, stank en een onvoldoende verlichting kunnen de werkprestaties of het woongenot eveneens zeer ongunstig beïnvloeden. Om een goede woon- of werkomgeving te kunnen scheppen is het allereerst nodig inzicht te verkrijgen in de eisen die de mens hieraan stelt. Hieruit kunnen bepaalde functionele eisen worden afgeleid waaraan woningen of andere gebouwen moeten voldoen. Het geheel vermijden van hinder zal in een aantal situaties onmogelijk of zeer kostbaar zijn. De grens tussen „hinder” en „gevaar voor de gezondheid” is niet scherp te trekken. Schade aan de gezondheid kan pas na geruime tijd aan het licht komen. Zo bleek uit een studie met betrekking tot voorkomen en ontstaan van chronische klachten aan de luchtwegen dat er een duidelijk verband is tussen vochtige woningen en astma. Om de omstandigheden van woon- en werkomgeving te kunnen voorspellen wordt onderzoek verricht op de volgende gebieden:

- geluid en invloed daarvan op de mens;
- geluidisolatie en geluidabsorptie;
- voortplanting van geluid;
- thermisch comfort;
- transport van warmte en vocht;
- luchtbeweging en luchtverversing;
- windsnelheid en windhinder;
- dagverlichting, kunstverlichting en bezonning.

De beschikbare kennis is van dien aard dat veel vragen uit de praktijk snel kunnen worden beantwoord, of door berekening opgelost. In sommige gevallen is echter modelonderzoek, of onderzoek in de bebouwde omgeving noodzakelijk. TNO beschikt hiervoor over de nodige bijzondere apparatuur.

## Mens en woonomgeving

Mensen brengen het grootste deel van hun leven door in en om hun woning en andere gebouwen. De „bebouwde omgeving” oefent invloed uit op het welzijn en op de ontplooiingsmogelijkheden van de mens. Het is duidelijk, dat hierbij niet alleen de inrichting en de kwaliteit van de gebouwen een rol spelen maar ook vele andere factoren. De woonomgeving, de burens, de voorzieningen, de recreatiemogelijkheden en de toegankelijkheid voor openbaar en particulier verkeer zijn hierbij van belang. De mogelijkheden om een woonmilieu te scheppen, dat zonder meer als positief ervaren wordt, zijn evenwel beperkt. Er is nog weinig bekend over de wijze waarop de verschillende hierboven aangeduide factoren onderkend en gestuurd kunnen worden. Onderzoek op dit gebied is daarom van groot belang.

Projecten waaraan gewerkt wordt hebben betrekking op:

- de invloed van de samenstelling van de bewoners op het gedrag in en op het gebruik van de woonomgeving;
- de verkeersveiligheid, afhankelijk van bepaalde wijkinrichtingen;
- de wijze waarop men verschillende woonvormen ervaart en of dit ook objectief aan gedrag of gezondheid van de bewoners merkbaar is;
- de oorzaken van ongevallen in de woning;
- de functie en het gebruik van kinderspeelplaatsen.

Het onderzoek van TNO is erop gericht een bijdrage te leveren aan het tot stand komen van meer verantwoorde programma's van eisen voor woningen en woonwijken.

## Ruimtelijke ordening

Tot de meest ver reikende en gecompliceerde beslissingen die genomen moeten worden, behoren de beslissingen op het gebied van de ruimtelijke ordening. Veel factoren moeten daarbij tegen elkaar worden afgewogen. Enkele daarvan zijn: verkeer, huisvesting, werkgelegenheid, milieu en sociale en culturele voorzieningen.

Onderzoek op planologisch gebied moet gebeuren door samenwerking van onderzoekers uit verschillende vakgebieden. Naast de evaluatie en het bijsturen van streekplannen en het opstellen van regionale prognoses worden ook meer concrete onderwerpen onderzocht. Voorbeelden hiervan zijn de spreiding van winkels, de verkeersvoorzieningen bij winkelcentra, de coördinatie van gegevens ten behoeve van de ruimtelijke planning en de stadsvernieuwing. Hierbij spelen de sociale wetenschappen een grote rol. Ook de technische wetenschappen hebben op de gebieden van milieu en verkeer een belangrijke inbreng. Bovendien leveren zij de noodzakelijke wiskundige modellen.

Een belangrijke functie van het onderzoek op planologisch gebied is ook dat dit vragen kan opwerpen voor de beoefenaars van de technische en ecologische wetenschappen. Hierdoor kan het maatschappelijk belang van bepaalde onderzoeken worden onderstreept. Het onderzoek naar het klimaat van onze steden, dat belangwekkende gegevens oplevert over problemen als lawaaihinder, verkeerslawaai, luchtverontreiniging en windhinder, is daarvan een voorbeeld.





# Trefwoorden

In deze lijst vindt u een aantal onderwerpen waarover TNO adviseert.

aantasting	cement	gewapend beton
afdichtingsprofielen	centrale verwarming	glas
afvalwater	computerprogramma's	glazuur en email
afvoerleidingen	condensatie	gordijngelvels
afwerking	constructiedetails	grofkeramiek
airconditioning	constructies	grondvocht
akoestiek	corrosie	
aluminium		heipalen
ankerloze spouwmuur	dagverlichting	hoge gebouwen
	dakbedekking	holle bouwstenen
baksteen	daken, dakgoten	hout, houtaantasting
beglazing	dakpannen	houtafwerking
behang	dampwering	houtbewerking
beitsen	diffusie	houtconstructies
bekisting	dilatatievoegen	houtdrogen
belastingen	doorbuigingen	houtverbindingen
beproevingmethoden	draineerbuizen	
berekeningen	drogen	inbraakbeveiliging
bescherming	drukvaten	informatieverwerking
beschoeiing	duurzaamheid	installatielawaai
bestrating		installaties
beton, betonconstructies	energiebesparing	isolatie
betoninvogers	energie-opwekking	
betonstaal	exploitatie-platforms	jaloerieën
bevestigingsmiddelen	explosies	
bezonning		kalkzandsteen
bezwijkanalyse	flankerende transmissie	keramische materialen
binnenklimaat	funktionele eisen	keuringen
blussen van brand	funderingen	inderspeelplaatsen
boorplatforms		kinderspeelplaatstegels
bouwbeslag	gasbeton	kitten
bouwmaterialen	geluid, geluidabsorptie	klimaatregeling
bouwstempels	geluidhinder	knik
bouwwerken	geluidisolatie	koel- en vrieshuizen
brandoorzaken	geluidwering	krimp, kruip
brandveiligheid	gereedschap	kunststoffen, algemeen
bruggen	gevelconstructies	kunststoffen in de bouw
buitenbeits	gevelelementen	kunststofschuim
buizen	gevouwen plaat	kwaliteitsbeheersing

lassen	regen- en winddichtheid	ventilatie
latexcement	renovatie	verbindingstechnieken
lawaaihinder	reparatie	verduurzaming
leien	riolering	verf
lekkage	risico-analyse	verftoepassing
lichtgewicht beton	roestvast staal	verkleuring
lichtkoepels	rook	verlichting
luchtbehandelingsinstallaties	rookhinder	vermoeiingsproblemen
luchtverontreiniging	rubber	vernieuwbouw
lijmen	ruimtelijke ordening	verwarming
		verwarmingsapparaten
maatvoering	sanitair	vingerlassen
machinefundamenten	schadegevallen	vloerafwerking
meettechnieken	scheidingswanden	vloerbedekking
menselijke reacties op	scheurvorming	vloeren
woonomgeving	schilderwerk	vocht
metalen	schoorstenen	vochttransport
metselwerk	slijtage	voegdichting
meubilair	solderen	voorgespannen beton
modelonderzoek	spaanplaat	voorschriften
monumenten	spanten	voorspanstaal
mortels	spouwmuren	vorstschade
muren	staal	vrieshuizen
muurdichtingsmiddelen	staalconstructies	
	stabiliteit	wandconstructies
natuursteen	steigers	wapening
niet-destructief onderzoek	sterkteberekening	warmtegeleiding
normalisatie	stooktoestellen	warmtepomp
	straatstenen	water
offshore projecten	stucwerk	waterdamp
ongevallen	steeembouw	weersinvloeden
oppervlaktebehandeling		wegdekken
	tegels	wind
panelen	temperatuurspanningen	windhinder
planologische studies	thermische isolatie	wonen
pleisterwerk	thermische en	woonomgeving
polyestertoepassing	vochttechnische problemen	
produktontwikkeling	timmerwerk	zaalakoestiek
profielen	toeslagstoffen voor beton	ziekenhuizen
pijpen	transport van beton	zonne-energie
	trillingen	zontoetreding
raamprofielen	triplex	zonwering
radiatoren		zwevende dekvloeren.
ramen	veiligheid	

# Plancommissie Bouwresearch TNO

In de Plancommissie Bouwresearch TNO werken de volgende instituten samen:

Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies  
Lange Kleiweg 5, Rijswijk (ZH). Tel. 015-138222 postbus 49, Delft.

Centraal Technisch Instituut TNO  
Laan van Westenenk 501, Apeldoorn-Zuid. Tel. 055-773344 postbus 342.

Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO  
Schoemakerstraat 97, Delft. Tel. 015-569330 postbus 214.

Houtinstituut TNO  
Schoemakerstraat 97, Delft. Tel. 015-569330 postbus 151.

Kunststoffen en Rubber Instituut TNO  
Schoemakerstraat 97, Delft. Tel. 015-569330 postbus 71.

Metaalinstituut TNO  
Laan van Westenenk 501, Apeldoorn-Zuid. Tel. 055-773344 postbus 541.

Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde TNO  
Wassenaarseweg 56, Leiden. Tel. 071-150940 postbus 124.

Planologisch Studiecentrum TNO  
Schoemakerstraat 97, Delft. Tel. 015-569330 postbus 45.

Technisch Fysische Dienst TNO-TH  
Stieltjesweg 1, Delft. Tel. 015-569300 postbus 155.

Verfinstituut TNO  
Schoemakerstraat 97, Delft. Tel. 015-569330 postbus 203.

**Informatieadres en secretariaat:**

Plancommissie Bouwresearch TNO  
Lange Kleiweg 5, Rijswijk (ZH)  
Postbus 238, Delft  
Telefoon: 015-138222 (toestel 463, L. van Zetten)  
Telex 33567 IBBC NL

# **De Organisatie TNO**

TNO is de Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Het hoofdkantoor is in den Haag gevestigd. TNO bestaat uit vier onderdelen en een overkoepelende Centrale Organisatie. Deze onderdelen verrichten onderzoek op de gebieden van de gezondheid, de nijverheid, de voeding en de rijksverdediging.

Onder de Centrale Organisatie TNO ressorteren vijfendertig instituten en vele onderzoekgroepen en commissies. Deze zijn in verschillende delen van ons land gevestigd. TNO heeft een personeelsbestand van ongeveer vijfduizend medewerkers, waarvan er meer dan duizend werken op academisch niveau. Het totale budget bedraagt ongeveer vierhonderd miljoen gulden.

De bundeling van kennis op velerlei gebied maakt het mogelijk problemen vanuit verschillende gezichtspunten te benaderen en op te lossen.

Voor algemene informatie kunt u zich wenden tot:

Stafafdeling In- en Externe Communicatie TNO  
Juliana van Stolberglaan 148  
Postbus 297, Den Haag  
Telefoon: 070-814481  
Telex 31660 TNOGV NL

