

Integrale Plananalyse van Gebouwen

Dynamisch kantoor Haarlem

van der Voordt, DJM; Zijlstra, H; van den Dobbelsesteen, AAJF; van Dorst, MJ; Arends, J; Boersma, E; Loon, S; Metz, T; Thijssen, SDJ

Publication date

2007

Document Version

Final published version

Citation (APA)

van der Voordt, DJM., Zijlstra, H., van den Dobbelsesteen, AAJF., van Dorst, MJ., Arends, J., Boersma, E., Loon, S., Metz, T., & Thijssen, SDJ. (2007). *Integrale Plananalyse van Gebouwen: Dynamisch kantoor Haarlem*. VSSD. <https://www.delftacademicpress.nl/f022.php>

Important note

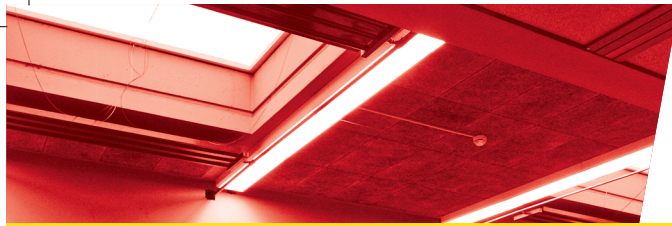
To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Van het analyseren van zogenaamde precedents - ontwerpen en bouwwerken uit het verleden en het heden - valt veel te leren. Hoe zijn de vorm en indeling van het gebouw tot stand gekomen? Wat is de invloed hierop geweest van het programma van eisen, de stedenbouwkundige context en financiële en juridische randvoorwaarden? Welke ontwerpmiddelen heeft de architect toegepast om een gebouw te maken dat functioneel en technisch goed in elkaar zit, het milieu niet onnodig aantast en architectonisch aanspreekt? Hoe is het proces verlopen van initiatief tot gebruik en beheer?

Dit boek beantwoordt deze vragen voor het gebouw voor Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft. Dit onderwijsgebouw is in 1970 in gebruik genomen en huisvest thans ruim 600 medewerkers en meer dan 2000 studenten. Het is een schoolvoorbeeld van het Functionalisme. De analyse maakt transparant wat er allemaal komt kijken om een gebouw te ontwerpen dat architectonisch aanspreekt, functioneel en technisch aan de eisen voldoet en beantwoordt aan gebruikerswensen en eisen vanuit kosten en milieu. De analyse laat ook zien hoe het gebouw de vele veranderingen in de organisatie en het onderwijs en onderzoek in de loop van ruim drie decennia heeft doorstaan en hoe het gebouw continu wordt aangepast aan veranderende eisen en wensen.

Het boek maakt deel uit van een reeks integrale plananalyses van gebouwen, uitgevoerd door de faculteit Bouwkunde van de TU Delft. Het is primair bedoeld voor studenten aan de bouwkundige opleidingen in Delft en Eindhoven, en ook interessant voor studenten van andere bouwkundige opleidingen en professionele plananalisten en architectuurcritici.

Uitgegeven door de VSSD
ISBN-10
ISBN-13
<http://www.vssd.nl/hlf/f021.htm>

ISBN 90-71301-82-6



9 789071 301827



Integrale Plananalyse van Gebouwen

Gebouw voor Bouwkunde



Integrale Plananalyse van Gebouwen Gebouw voor Bouwkunde

Architectuur

Milieu

Techniek

Kosten

Functionaliteit

Proces



Integrale Plananalyse van Gebouwen

Gebouw voor Bouwkunde TU Delft





ii |





Integrale Plananalyse van Gebouwen

Gebouw voor Bouwkunde TU Delft

onder redactie van:

Theo van der Voordt
Hielkje Zijlstra
Andy van den Dobbelsteen
Machiel van Dorst

VSSD



Idee en redactie

Theo van der Voordt (Real Estate & Housing), Hielkje Zijlstra (Architecture), Andy van den Dobbelsesteen (Building Technology) en Machiel van Dorst (Urbanism)

Auteurs

Theo van der Voordt, Hielkje Zijlstra, Andy van den Dobbelsesteen, Machiel van Dorst, Jasper Arends, Elisabeth Boersma, Susanne van Loon, Thomas Metz en Simon Thijssen

Alle auteurs zijn als universitair (hoofd)docent of op projectbasis verbonden aan de faculteit Bouwkunde van de TU Delft.

Opmaak binnenwerk

Elisabeth Boersma

Ontwerp omslag

Caredesign Rotterdam

Deze publicatie is mogelijk gemaakt door impulsfinanciering van de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft

Bezoekadres:

Berlageweg 1, 2628 CR Delft

www.bk.tudelft.nl

© VSSD en de auteurs

First edition 2007

Published by VSSD

Leeghwaterstraat 42 - 2628 CA Delft - The Netherlands

tel. +31 15 278 2124 - telefax +31 15 278 7585 - e-mail: hlf@vssd.nl

internet: <http://www.vssd.nl/hlf>

URL about this book: <http://www.vssd.nl/hlf/f021.htm>

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Printed in the Netherlands

De uitgever heeft ernaar gestreefd de rechten met betrekking tot de illustraties volgens de wettelijke bepalingen te regelen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, wordt verzocht om contact op te nemen met de uitgever.

ISBN-10 90-71301-82-6 ISBN-13 978-90-71301-82-7

NUR 995

Trefwoorden: analysekader, integrale plananalyse, gebouwevaluatie

Voorwoord

Op de Faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit is plananalyse van oudsher een van de belangrijkste vormen van (ontwerp)onderzoek en een belangrijke input voor het ontwerponderwijs. Van het analyseren van zogenaamde precedenten - ontwerpen en bouwwerken uit het verleden en het heden - valt immers veel te leren. Het voorliggende boek presenteert een integrale plananalyse van het Gebouw voor Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft. Dit onderwijsgebouw is in 1970 in gebruik genomen en huisvest thans ruim 600 medewerkers en meer dan 2000 studenten. Omdat het gebouw al een aantal jaren bestaat, is de analyse niet beperkt gebleven tot het bestuderen van het ontwerp - plattegronden, doorsneden, constructietekeningen - maar verbreed tot een evaluatie van het gebouw in gebruik. Het gebouw is een schoolvoorbeeld van het functionalisme. Interessant aan het gebouw is om te zien hoe het de vele veranderingen in de organisatie en het onderwijs en onderzoek in de loop van ruim drie decennia heeft doorstaan. Een andere reden om juist dit gebouw te selecteren voor een integrale analyse is didactisch van aard. Delftse bouwkundestudenten kunnen de gepresenteerde informatie direct verifiëren. De analyse maakt transparant wat er allemaal komt kijken om een gebouw te ontwerpen dat architectonisch, functioneel en technisch aan de eisen voldoet en beantwoordt aan gebruikerswensen en eisen vanuit kosten en milieu. De analyse laat ook zien hoe getracht wordt om het gebouw in de beheerfase continu aan te passen aan veranderende eisen en wensen.

Dit boek maakt deel uit van een in 2006 gestarte reeks integrale plananalyses van gebouwen. Aanleiding was de behoefte om deskundigheid vanuit de vier verschillende afdelingen van de faculteit Bouwkunde - Architecture, Urbanism, Building technology en Real Estate & Housing - gezamenlijk en interdisciplinair in te zetten voor een meer integrale analyse dan gebruikelijk. Integraal duidt op een brede aanpak vanuit verschillende invalshoeken: architectuur, techniek, milieu, functionaliteit, kosten en proces. De zes analyses in dit boek worden vooraf gegaan door een aantal feitelijke gegevens over het geanalyseerde gebouw en de context, en afgesloten met een evaluatie, waarin de zes analyses in samenhang worden samengevat.

Ten behoeve van de reeks integrale plananalyses is een analysekader ontwikkeld, waarover een afzonderlijke publicatie is uitgebracht, *Integrale plananalyse: doel, methoden en analysekader*. Dit instrument is eveneens toegepast voor een Integrale plananalyse van *DynamischKantoor Haarlem*. Ook hiervan is een afzonderlijke publicatie uitgebracht.

Wij hopen dat de boeken hun weg zullen vinden in het onderwijs en onderzoek aan de Faculteit Bouwkunde en andere onderwijsinstellingen. We staan graag open voor verdere samenwerking tussen de vier afdelingen.

Theo van der Voordt
Hielkje Zijlstra
Andy van den Dobbelsesteen
Machiel van Dorst



Inhoudsopgave

1. Feiten en context	
1.1 Projectgegevens	1
1.2 Opdracht	5
1.3 Locatie	7
1.4 Gebouwenkenmerken	8
2. Architectonische analyse	
2.1 Overwegingen	21
2.2 Typologie	22
2.3 Relatie gebouw en omgeving	22
2.4 Totaalbeeld en compositie	25
2.5 Materiaalgebruik exterieur en interieur	27
2.6 Relatie architectuur en draagconstructie/installaties	31
3. Technische analyse	
3.1 Draagconstructie	35
3.2 Scheidings- en afbouwconstructie	46
3.3 Klimaat- en installatieontwerp	53
4. Milieuanalyse	
4.1 Energie	73
4.2 Materiaal	75
4.3 Water	77
4.4 Overall	77
5. Functionele analyse	
5.1 Bereikbaarheid en parkeergelegenheid	81
5.2 Toegankelijkheid	83
5.3 Doelmatigheid	87
5.4 Gebruiksflexibiliteit	92
5.5 Veiligheid	96
5.6 Ruimtelijke oriëntatie	99
5.7 Privacy, territorialiteit en sociaal contact	100
5.8 Beleving gebruiker	102
6. Kostenanalyse	
6.1 Stichtingskosten	113
6.2 Exploitatiekosten	113
6.3 Financiering	115
7. Procesanalyse	
7.1 Projectorganisatie	117
7.2 Initiatief	117
7.3 Programma en haalbaarheid	119
7.4 Ontwerp	121
7.5 Aanbesteding en uitvoering	122
7.6 Gebruik en beheer	125
7.7 Planning en werkelijkheid	137
8. Evaluatie en conclusies	
8.1 Totaalbeeld en compositie	139
8.2 Bouwtechnische kwaliteit	140
8.3 Milieukwaliteit	141
8.4 Het gebouw in gebruik	142
8.5 Projectspecifieke conclusies	143
8.6 Generieke lessen	143
Noten	145
Literatuur	149



Feiten en context

1

1.1 Projectgegevens

Projectnaam	Faculteit Bouwkunde
Locatie	Delft, Berlageweg 1
Korte typering	Faculteitsgebouw Technische Universiteit Delft
Jaar van opdracht	1957
Start ontwerp	1962
Start bouw	1965
Oplevering	1970
- Laagbouw	
Hoogte (m)	9,1
Diepte (kelder) (m)	4,1
Aantal bouwlagen incl. kelder	3
Verdiepingshoogte (m)	4,2
Lengte (m)	134,5
Breedte (m)	68,5
Stramienmaat (m)	2,70
- Hoogbouw	
Hoogte (m)	57
Aantal bouwlagen	16
Verdiepingshoogte	3,15/3,85
Lengte	108
Breedte	22,3
Stramienmaat	2,70
- Gebouw totaal	
Bruto Vloer Oppervlak (m ²)	41.541
Netto Vloer Oppervlak (m ²)	28.492
Gebruik Oppervlak (m ²)	23.874
Bruto Inhoud (m ³)	180.000
Partijen	
Hoofdgebruiker	Faculteit Bouwkunde
Opdrachtgever	TU Delft Vastgoed
Eigenaar	TU Delft Vastgoed
Ontwikkelaar	TU Delft Vastgoed
Ontwerper	Van den Broek en Bakema architecten
Adviseurs	
- Constructie	Adviesbureau Dicke en Van den Boogaard
- Bouwfysica, Installatie M	Ir. J.F. Valstar NV
- Installatie E	Ir. H.J. Jongen NV
- Overig	
- Liften	Ir. J. Pouderoyen en A.C. Hagedoorn
- Akoestiek	TNO Delft
- Tuin architect	Mien Ruys
- Grondonderzoek	Laboratorium voor Grondmechanica Delft
Hoofdaannemer	Ingenieursbureau voor Bouwnijverheid (I.B.B.), Leiden
Klimaattechnische installaties, water- en brandvoorzieningen	Firma Caliqua, Tilburg
Elektrotechnische installaties, noodverlichting, bliksembeveiliging	Firma A. de Hoop N.V., Rotterdam
Lift- en transportinstallaties	
Beheerder	Firma Gebr. Van Swaay.
Aantal gebruikers	TU Delft Vastgoed 3229 studenten en 570 medewerkers ¹

Financiële Data

Stichtingskosten	Fl. 38.400.000 (€ 17.500.000)
Bouwkosten (prijspeil 1970 afgeronde cijfers) ²	
- Funderingswerkzaamheden	Fl. 540.000 (€ 245.052)
- Ruwbouw I.B.B.	Fl. 8.900.000 (€ 4.038.820)
- Afbouw I.B.B.	Fl. 15.900.000 (€ 7.215.420)
	<hr/>
	Fl. 25.340.000 (€ 11.499.292)
Klimaatinstallaties, water- en brandvoorzieningen	Fl. 3.800.000 (€ 1.724.440)
Elektrotechnische installaties, noodverlichting, bliksembeveiliging	Fl. 1.100.000 (€ 499.180)
Lift- en transportinstallaties	Fl. 1.000.000 (€ 453.800)
Inclusief hoogspanningsinstallatie, glazenwaterinstallatie, zonweringen, vaste inrichting en telefooninstallatie zijn de totale <i>bouwkosten</i>	Fl. 32.000.000 (€ 14.521.600)
Exploitatiekosten	
- Huur 2006	€ 3.046.666
- Zalenpoule 2006	€ 138.061
- Energie 2006	€ 461.693
- Onderhoudskosten	€ 2.500.000



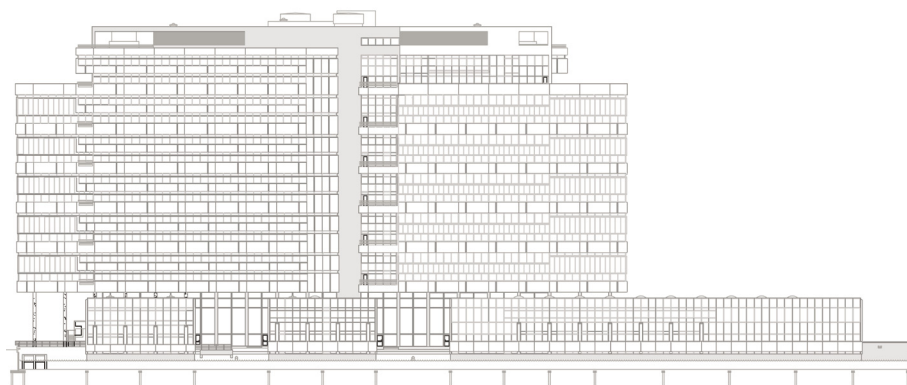
Figuur 1 Plattegrond begane grond



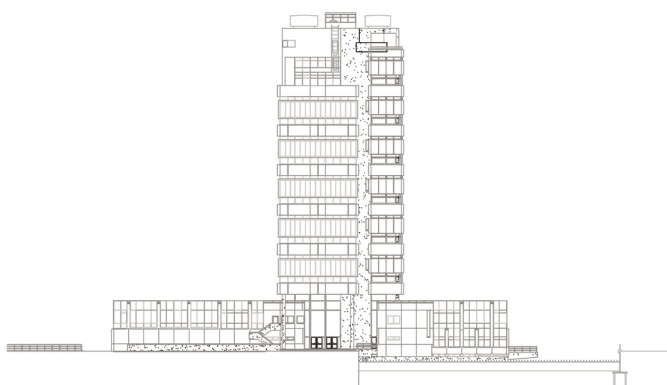
Figuur 2 Plattegrond standaard ateliers verdieping



Figuur 3 Plattegrond standaard kabinetten verdieping



Figuur 4 Aanzicht langsgewel West



Figuur 5 Aanzicht kopgevel Noord



Figuur 6 Gebouw voor Bouwkunde, Technische Universiteit Delft





Figuur 7 Gebouw voor Bouwkunde Technische Universiteit Delft



1.2 Opdracht

In 1955 ontstonden de eerste ideeën over een nieuw gebouw voor de faculteit Bouwkunde. De faculteit was in die tijd nog gehuisvest aan de Oude Delft (Figuur 8) en er waren 350 studenten. Er werd in eerste instantie gedacht aan een gebouw voor 450 studenten. In 1956 werd er onder leiding van prof. B.H.H. Zweers een vooronderzoek opgesteld, waarna een prijsvraag werd uitgeschreven. Deze prijsvraag stond alleen open voor hoogleraren en oud-hoogleraren van de faculteit. In het programma voor het schetsontwerp werd toen gesproken van 700 studenten. Na de sluitingsdatum in 1956 waren er vier inzendingen binnen gekomen; van prof. ir. Van den Broek, prof. Holt, prof. Lansdorp en prof. ir. Wegener Sleswijk. Alle plannen werden vervolgens getoetst waarbij het verkeerstechnische aspect een belangrijke rol speelde. Er werd gekeken naar de interne, verticale en horizontale verkeersstromen. Daarnaast keek men naar de flexibiliteit van het plan. Dit had voornamelijk betrekking op de verticale verkeerselementen en de interne organisatie van de verschillende afdelingen, de uitbreidingsmogelijkheden en de totale samenhang.

Op 11 juni 1957 werd het plan van Van den Broek gekozen. De hoofdgedachte van het plan bestond uit: *”zo nauw mogelijk contact van hoogleraren en hun wetenschappelijke staf met de tekenzaal; groepering van de verschillende studiejaar in een zo geconcentreerd mogelijk geheel ten einde ook hier onderling zo kort mogelijke contactwegen te krijgen; samenbrenging van algemene afdelingen, die meer betrekking op het geheel hebben, in een afzonderlijke eenheid die als basis en doorgang fungeert voor de ‘jaar’-afdelingen.”* Het schetsontwerp omvatte een totale oppervlakte van 14.600 m² (Figuur 9).

Tot en met 1958 werd het plan herzien en werd het programma van eisen bijgesteld. Uiteindelijk kwam men uit op een programma voor 850 studenten en een totale oppervlakte van 16.000 m². De aantallen zouden eventueel later nog verhoogd kunnen worden door het inhangen van entresols in de dubbelhoge tekenzalen. Al tijdens de bouw werd het programma bijgesteld naar 1250 studenten. Dit betekende eigenlijk 1500 studenten; omdat nooit alle studenten tegelijkertijd aanwezig zijn. De verandering in het programma maakte het later noodzakelijk dat al tijdens de bouw de tussenvloeren in de tekenzalen op werden gehangen. Het was ook in deze fase van het proces dat werd besloten het gehele gebouw te baseren op een maat van 2.70 m x 2.70 m (zie analyse van de architectuur Relatie en draagstructuur / installaties).³

In 1960 werd tegelijkertijd het voorlopig ontwerp en het programma van eisen ontwikkeld. Men verwachtte op deze manier tijdwinst te boeken. Uiteindelijk kreeg het architectenbureau Van den Broek en Bakema pas in 1962 officieel de opdracht voor het maken van een voorlopig ontwerp.





Figuur 8 Het oude gebouw van Bouwkunde aan de Oude Delft



Figuur 9 Het gerealiseerde ontwerp van Van den Broek in 1970

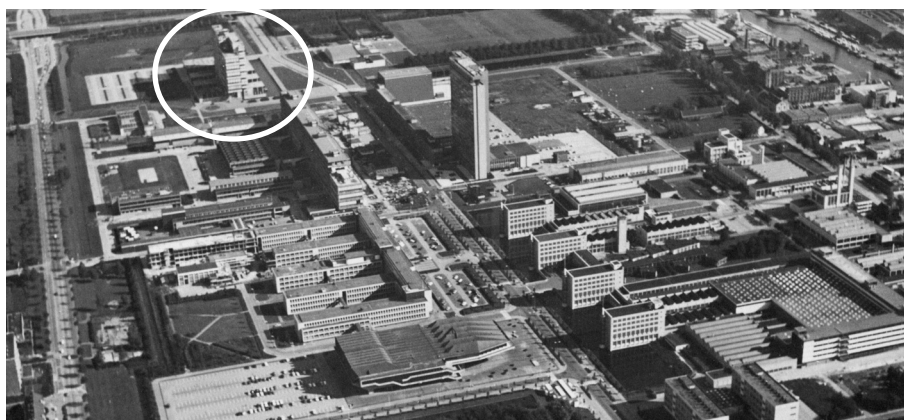


1.3 Locatie

Het gebouw voor de faculteit Bouwkunde van de TU Delft ligt in het zuiden van de na de Tweede Wereldoorlog ontwikkelde campus voor de Technische Hogeschool (na 1986 Technische Universiteit) (Figuur 10). Het ruim opgezette stedenbouwkundig plan zou de verwachte grote stijging van het aantal studenten het hoofd moeten bieden. De Mekelweg (midden door de TU-wijk) is bedoeld als een centrale as en wordt ter plekke van de faculteit Bouwkunde afgebogen en afgezwakt. Hier vind de as min of meer zijn einde. De entree van het gebouw ligt aan de Berlageweg een zijstraatje aan de oostelijke zijde van de Mekelweg.

In het oorspronkelijke stedenbouwkundig plan en ook in het eerste prijsvraagontwerp van Van den Broek was uitgegaan van de locatie waar later het gebouw van elektrotechniek zou komen (de tegenwoordige faculteit elektrotechniek, wiskunde en informatica). Maar door de grote omvang van het gebouw werd de locatie van het Bouwkunde gebouw verplaatst. In het stedenbouwkundige ontwerp van de universiteitswijk is de Mekelweg ontworpen als onderdeel van een groene as die de verschillende gebouwen in de wijk zou moeten verbinden. Tegen de verwachting in nam het gebruik van auto's erg snel toe. Vooral studenten bleken veel meer dan verwacht met de auto naar de TU wijk te komen. Noodgedwongen werden de als groen ontworpen plekken in grote parkeerplaatsen veranderd. In het nieuwe masterplan voor het Mekelpark van architectenbureau Mecanoo anno 2006 zal overigens in de as, door Mecanoo 'de Strip' genoemd, alleen plaats zijn voor langzaam verkeer en een tramlijn.

De TU-wijk is goed bereikbaar met de auto. Voor inwoners van Delft is de TU wijk per auto te bereiken via de zuidelijk gelegen Kruithuisweg en via de noordelijk gelegen Schoemakersstraat. De TU wijk ligt vlakbij de snelweg A13 en de spoorlijn Den Haag -Rotterdam. Dit heeft de Gemeente Delft in samenwerking met TNO en de TU doen besluiten de gebieden ten zuiden van de TU wijk te bestemmen als Technopolis.⁴



Figuur 10 Luchtfoto van de TU wijk in 1972 gezien vanuit de binnenstad van Delft met linksboven, aan het eind van de as, het Bouwkunde gebouw.
(PM komt uit Viruly, A., *Vliegend boven Holland*, Promotion Pictures 1972)



1.4 Gebouwenmerken

1.4.1 Ruimtelijke opbouw

Verschijningsvorm

Het volume wordt bepaald door een onderbouw van twee bouwlagen en een bovenbouw van dertien bouwlagen. De onderbouw is in oppervlakte groter dan de bovenbouw en lijkt als een aantal losse dozen onder de hoogbouw geschoven te zijn. In de hoogbouw komen op de kopkanten dubbelhoge verdiepingen voor.

Ontsluiting

De hoofdentree bevindt zich aan de noordkant van het gebouw. Aan de zuidkant bevindt zich een secundaire entree. De onderbouw en bovenbouw worden met elkaar verbonden door een liftkern met 4 liften, een dienstlift, een hoofdtrappenhuis en 2 kleinere trappenhuisen. De twee lagen van de onderbouw worden op verschillende punten met elkaar verbonden door trappen. De horizontale ontsluiting in de laagbouw wordt gevormd door 'een straat' die in de lengterichting door het gebouw loopt. In de hoogbouw zijn er centrale gangen met aan de ene kant kamers of kabinetten en aan de andere kant tekenzalen en ateliers. Er zijn de laatste jaren extra trappenhuisen toegevoegd in verband met de brandveiligheidseisen. Deze trappen bevinden zich aan de buitenzijde van het gebouw en kunnen eventueel weer verwijderd worden.⁵

Maatsystematiek

Het gebruikte maatsysteem is gebaseerd op een veelvoud van 1,35 meter. In de lengterichting is de indeling gebaseerd op 2,70 meter en in de dwarsrichting op basis van 5,40 meter.

1.4.2 Functies

Aanwezigheid

De primaire functie van het gebouw is het huisvesten van onderwijsactiviteiten voor circa 2000 bouwkundestudenten (ontworpen voor 850-1250 studenten⁶), onderzoeksactiviteiten en ondersteunende werkzaamheden. Er werken ca 660 mensen, waarvan meer dan de helft parttime. Het gebouw biedt onderdak aan collegezalen, atelierruimten, tutorruimten en andere onderwijsruimten, werkplekken en vergaderruimten voor hoogleraren, docenten, stafleden en ondersteunend personeel, werkplekken voor studenten, ruimten voor studieverenigingen, en voorzieningen zoals een bibliotheek, kantine, vormstudiehal en boekwinkel.

Ligging binnen het gebouw

De laagbouw telt drie verdiepingen: een kelder (onder een deel van het gebouw), begane grond en eerste etage. De kelder huisvest de fietsenstalling, opslagruimte, het faculteitscafé de Bouwpub en enkele onderwijsruimten. De begane grond en eerste etage zijn verdeeld in vijf vleugels rond een centrale hal en twee vleugels die via een gang met de centrale hal zijn verbonden. De centrale hal biedt toegang tot de grote collegezaal (zaal A), de kantine, een rookruimte, handtekenzalen, de bibliotheek en tutor- en instructieruimten. Op de eerste etage van dit voorste deel bevinden zich de kleine en grote vergaderzaal, studievereniging Stylos, en de tentoonstellingszaal. De andere twee vleugels huisvesten op de begane grond de vormstudiehal en maquettewerkplaats, de bouwkundewinkel, de faculteitsfotograaf, het centrale FM- en informatiepunt en enkele andere stafruimten en de blokkenhal annex tentoonstellingsruimte, en op de eerste verdieping computerruimten en stafruimten. De hoogbouw bestaat uit 13 lagen boven op de laagbouw en is opgebouwd uit 5 dubbellagen met ateliers en open zalen met een vide over twee verdiepingen, collegezalen en kabinetten, twee iets minder hoge verdiepingen met alleen kabinetten en een laag (de 13^{de}) voor technische voorzieningen (installaties). Op de verdiepingen zijn de tekenzalen met de kabinetten gespiegeld om een verticale as bestaande uit toiletten, trap en liften. Er is voor deze ‘bajonetvorm’ gekozen om verschillende oriëntaties te creëren voor de tekenzalen. Zowel de laagbouw als de hoogbouw worden ontsloten via een centrale hal. Hierin bevinden zich ook de trappen en liften voor de hoogbouw. De hal heeft open zichtrelaties met buiten en functioneert als een openbare binnenstraat, waar mensen binnenkomen, elkaar ontmoeten, koffie drinken, telefoneren, tentoonstellingen bekijken, kerstlunches bezoeken, de lift nemen naar boven, et cetera.

Relaties tussen functies

Functies, die veel met elkaar te maken hebben, zijn in één gebouwdeel samengevoegd. De oorspronkelijke gedachte van twee verdiepingen per studiejaar is al direct verlaten. In de praktijk wordt de laagbouw vooral gebruikt voor ondersteunende functies, en de hoogbouw voor de onderwijs- en onderzoeksactiviteiten. Bij de invoering van het BaMa-systeem is de hoogbouw opgedeeld in vaste vloeren voor de bachelor ateliers (6^e, 8^e en 10^e verdieping) en voor de master ateliers, zoveel mogelijk gekoppeld aan de huisvesting van de staf (Architecture 2e-5^e verdieping, Building technology 7^e verdieping, Urbanism 9^e en 10^{de} verdieping, RE&H 11^e en 12^{de} verdieping).⁷ Een deel van het bachelor onderwijs is in 2006 naar buiten het gebouw verhuisd.

De collegezalen liggen op de begane grond (zaal A, hellend, capaciteit 350 personen), de tweede, vierde en zesde verdieping (zaal B, C en D, hellend, capaciteit 180 personen) en de tiende verdieping (zaal F, vlak, capaciteit 65 personen). Zaal E op de achtste verdieping is enkele jaren geleden omgebouwd tot atelierruimte voor de Delft School of Design (DSD).

Het idee achter de gebouwopbouw was om voorzieningen die veel studenten trekken zo laag mogelijk in het gebouw te houden, om daarmee de liften niet onnodig te belasten met grote studentenstromen en bij eventuele calamiteiten het gebouw snel te kunnen ontruimen. Aanvankelijk waren decaan en bestuur ook in de laagbouw ondergebracht, met het oog op herkenbaarheid en bereikbaarheid. Enkele jaren terug is de decaan met zijn staf naar de 12^{de} verdieping verhuisd, om op de begane grond plaats te creëren voor veel door studenten bezochte onderwijsruimten.

Functioneel concept

De hoofdgedachte die aan het gebouw ten grondslag lag is de scheiding van de algemene functies en de onderwijsfuncties.⁸ Deze zijn gelokaliseerd in respectievelijk de laag- en de hoogbouw.

Karakter (openbaar/privé)

Openbaar

1.4.3 Draagconstructie

Stabiliteitsconstructie

In de stabiliteit van het gebouw wordt voorzien door schijven en kernen die dienst doen als installatie- en liftschaft en trappenhuis (Figuur 11 en 12).



Figuur 11 Schijf tegen de liftschaft



Vloerconstructie

De vloerconstructie van de laagbouw bestaat uit in het werk gestorte betonbalken met daarover een in het werk gestorte betonvloer. De vloerconstructie van de hoogbouw bestaat uit prefab beton ribbenvloeren.

Kolommen en wanden

Zowel in de laagbouw als in de hoogbouw staan in het werk gestorte betonkolommen. De schijven voor de stabiliteit dragen ook verticale belasting af.

Fundering en onderbouw

De fundering bestaat uit betonnen funderingspalen met daarop een betonnen funderingsplaat. Het gebouw is gedeeltelijk onderkelderd en heeft onder de overige delen een kruipruimte.

Materiaal

De gehele draagconstructie is uitgevoerd als een betonskelet met geprefabriceerde en in het werk gestorte delen.

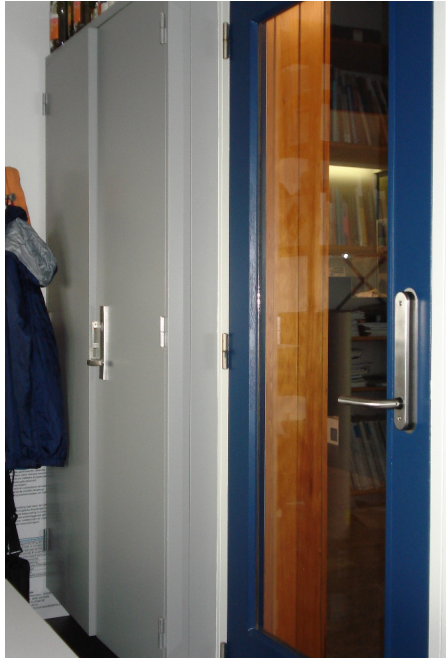


Figuur 12 Schijf tegen noodtrappenhuis





Figuur 13 Gevel van de hoogbouw waarin aan de linkerkant van de balkons de ateliergevel is te zien en aan de rechterkant van de balkons de kabinettegevel



Figuur 15 Scheidingswand tussen gang en kabinet met aan de binnenkant een kast



Figuur 14 Gevel van de laagbouw



1.4.4 Afbouw en afwerking

Geveltype

De hoogbouw heeft een gevel die bestaat uit dragende betonnen borstweringselementen als binnenblad met daarvoor een buitenblad van kunststeen gevelplaten. Bij de kantoor kabinetten zitten er tussen de borstwering raamstroken die bestaan uit stalen kozijnen en een dubbele beglazing met een lamellenzonwering in de spouw en een zonwerend 'Thermopane' klepraam bovenin. Bij de ateliers in de hoogbouw zit er boven de dubbele beglazingstrook nog een strook van 'Thermolux' melkglas met daarvoor een lamellen zonwering (Figuur 13).

De laagbouw heeft een vliesgevel met dichte delen bestaande uit 'Emalit' geëmailleerd glas met daarachter isolatiepanelen en transparante delen van enkelglas. De vliesgevel is opgehangen aan stalen profielen (Figuur 14).

Binnenwanden

De scheidingswanden tussen de kabinetten zijn gipswanden met een houten stijl- en regelwerk. De binnenwanden tussen de kabinetten en de gang zijn houten schrotenwanden, op sommige plaatsen geïntegreerd met kastuimten (Figuur 15). Sommige binnenwanden tussen de kabinetten en de gang zijn vervangen door glaswanden, die sinds 2000 zijn geplaatst (Figuur 16).



Figuur 16 Glazen wand



Vloerafwerking

Linoleum, vaste vloerbedekking, grijze leisteen zowel in de hallen als buiten op de stoepen, tegelwerk en een aantal ontwerpateliers en werkplaatsen waren voorzien van (kops)houten vloeren.

Plafondafwerking

Houtvezelplaten (Figuur 17) en blank gelakte houten schroten.

Dakbedekking

Bitumen met daarop tegels en/of grind.



Figuur 17 Plafond van een kabinet

Daglichttoetreding

In de kabinetten komt het daglicht binnen door een raamstrook van 1120 mm hoog. Hierboven zit een raamstrook van 500 mm hoog van zonwerend 'Thermopane' glas. Directe zonnestraling kan geweerd worden door individueel bedienbare lamellen zonwering (Figuur 18).

In de atelierzalen komt het daglicht tot 2180 mm hoogte door dezelfde raamstrook binnen als bij de kabinetten. Hierboven zit een 3000 mm hoge raamstrook van 'Thermolux' melkglas en daarboven weer een raamstrook van 500 mm hoog van 'Thermopane' glas (Figuur 19). De collegezalen kunnen verduisterd worden (Figuur 20).



Figuur 18 Raamstrook in kabinet



Inrichtingselementen

In de atelierzalen staan schotten, om de verschillende werkruimten af te zetten, en tekentafels, vergader- en werktafels (Figuur 21). In de laagbouw zitten voornamelijk onderwijs- en administratieruimten met de daarvoor benodigde inrichtingselementen. In de kabinetten staan bureaus en kasten. In de loop der tijd is het gebouw dichtgeslibd met allerlei verschillende inrichtingselementen. Er is bijvoorbeeld geen atelier met 15 dezelfde stoelen.

1.4.5 Klimaatinstallaties

Opwekking en afgifte van verwarming

De warmte wordt geleverd door het stadsnet van de TU-wijk. In de laagbouw, kabinetten, de collegezalen en de ateliers vindt de warmteafgifte plaats door radiatoren onder de ramen. In de laagbouw zijn op sommige plaatsen ook stralingspanelen opgehangen aan het plafond. In de hoogbouw zorgt de mechanische ventilatie ook voor verwarming.

Opwekking en afgifte van koeling

Met uitzondering van de laagbouwblokken aan westzijde (tutor- en instructieruimten, vergaderzalen) en de ateliers, is in het grootste deel van Bouwkunde geen mechanische koeling voorzien. In de kabinetten kunnen de bovenramen geopend worden.



Figuur 19 Raamstrook in atelier



Figuur 20 Raamstrook in collegezaal





Figuur 21 Ateliers worden afgezet door schotten. Men kan werken aan de vergadertafels; tekentafels worden tegenwoordig niet meer gebruikt. Elk atelier heeft ook een of meer computers

Ventilatie

In de hoogbouw en de laagbouwblokken aan westzijde is mechanische ventilatie toegepast en daarnaast natuurlijke toevoer mogelijk. In de laagbouw wordt alleen geventileerd door het openen van ramen. In de kantine, het auditorium, de tentoonstellingszaal en de vergaderzalen is dit niet voldoende; daarom wordt hier mechanische ventilatie toegepast.

Gebouwbeheersysteem

Er is een gebouwbeheersysteem aanwezig dat de klimaatinstallaties van het gebouw automatisch aanstuurt, controleert en wanneer nodig handmatig kan aanpassen (Figuur 22).

1.4.6 Elektra

Opwekking elektriciteit

Van het net, geen extra voorzieningen.

Verlichting

TL-verlichting met dubbele schakeling. Het geïnstalleerde vermogen wordt geschat op 12,3 W/m².



Figuur 22 Gebouwbeheersysteem dat de klimaatinstallaties aanstuurt

Inbraakbeveiliging

Bewegingsmelders, camera's en deurcontacten van het merk 'Titan'.

Liften

4 personenliften, 1 goederenlift en 1 keukenlift.

Data-en communicatieverkeer

LAN (local area network) en het TU-telefoonnetwerk.

1.4.7 Werktuigbouwkundige installaties

Sanitair

Toiletten zonder waterbesparing. Standaardkranen met koud water en wasbakken bij een aantal ateliers en op enkele kabinetten. Twee standaarddouches in de kelder en een keuken in het restaurant.

Brandbeveiliging

Rookmelders en handmelders van het merk 'Ajax'. Een droge stijglijn waar op elke verdieping een brandslang aan gekoppeld zit.

Gevelreiniging

Op het dak van de laagbouw kan een mobiele gondelinstallatie neergezet worden (Figuur 23). Op het dak van de hoogbouw staat een gondelinstallatie voor glazenwassers (Figuur 24).



Figuur 23 Mobiele gondelinstallatie voor laagbouw



Figuur 24 Rails op het dak van de hoogbouw voor gondelininstallatie







Architectonische analyse

2

2.1 Overwegingen

Aan het einde van de Tweede Wereldoorlog was een aantal afdelingen van de toen nog Technische Hogeschool Delft en sinds 1986 de Technische Universiteit Delft in de binnenstad van Delft gehuisvest. Het hoofdgebouw bevond zich aan de Oude Delft op nummer 95 en de faculteit bouwkunde (toen nog 'afdeling' geheten) aan de Oude Delft op nummer 39. Al tijdens, maar vooral na de Tweede Wereldoorlog begonnen de studentenaantallen sterkt te stijgen. In het collegejaar 1945-1946 waren er 4000 studenten ingeschreven aan de TH, in 1971 al 11.000. De TH had deze enorme stijging rond de tweede wereldoorlog al voorzien met daarbij de noodzakelijke uitbreiding van de gebouwde omgeving. In 1948 raakte het project in een stroomversnelling omdat er mogelijkheden ontstonden door de financiële hulp uit het Marshall Plan. Het stedenbouwkundige plan voor de campus rakend aan de zuidzijde van de binnenstad werd door C. van Eesteren, S. J. van Embden en J.H. Froger gemaakt.⁹

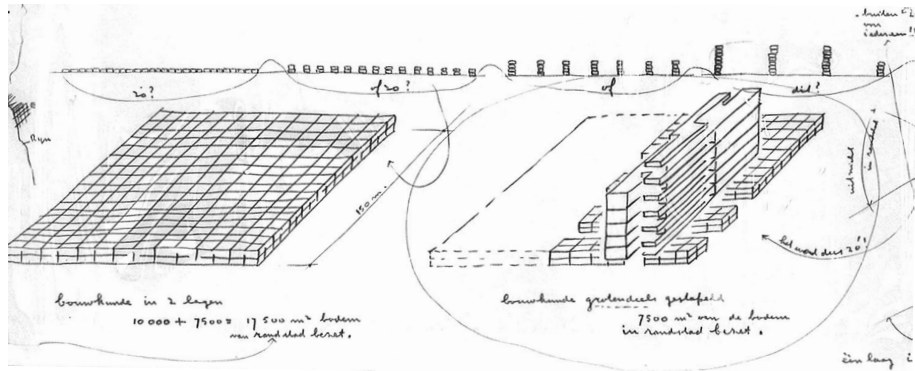
Voor het gebouw voor de faculteit Bouwkunde werd in 1956 een prijsvraag uitgeschreven die werd gewonnen door het architectenbureau van Van den Broek en Bakema.¹⁰ Dit was een bureau met een hoge gebouwproductie en waar nieuwe ideeën met betrekking tot architectuur, stedenbouw en samenleving werden ontwikkeld. Het bureau kenmerkte zich door een evenwichtige combinatie van idealisme en professioneel pragmatisme. Dit was een vrij uniek samenspel bij een bureau na de Tweede Wereldoorlog in Nederland. Enerzijds waren bureaus met veel grote opdrachten geneigd hun idealen naast zich neer te leggen en anderzijds waren de bureaus van de meer idealistische architecten genoodzaakt tot een lage productie van daadwerkelijk gebouwde ontwerpen. Van den Broek en Bakema stonden bij grote opdrachtgevers bekend om hun professionalisme. Hun ontwerpen werden vrijwel altijd binnen de begroting en de geraamde bouwtijd gerealiseerd. Beide directeurs zouden als hoogleraar op de faculteit bouwkunde worden aangesteld.

Vorm en functie speelden bij het ontwerpen een wat andere rol dan binnen het dogma 'vorm volgt functie'. Ibelings (voormalig medewerker van het bureau) omschrijft dit als volgt: *'Voor hen was de vorm niet uitsluitend de zuivere restante van de functie, zoals het vanaf de jaren twintig in de functionalistische kringen heette te zijn, en evenmin een uitdrukking van de functie zoals Van Eyck het zag. Vorm had ook een zelfstandige betekenis, waar Bakema op doelde met zijn dictum "de functie van de vorm".'*¹¹

2.2 Typologie

In typologisch opzicht is het gebouw voor de faculteit Bouwkunde geen unicum. Ook bij de universiteitsgebouwen in Twente en Eindhoven zien we faculteitsgebouwen waarbij een hoogbouwvolume boven een laagbouwvolume is gepositioneerd. In de laagbouw delen, die in willekeurige vorm onder de hoogbouw uitsteken, werden bijzondere functies gelegd zoals: collegezalen, bibliotheek, restaurant, entreehal, etc. Ook was het eenvoudig deze verdieping een afwijkende hoogte te geven voor deze bijzondere functies (Figuur 25).

In het bouwkundegebouw in Delft zien we door het weglaten van vloervelden op de oneven verdiepingen ruimten ontstaan met een dubbele verdiepingshoogte. Binnen de regelmatige hoogbouwstructuur konden daardoor toch collegezalen en tekenzalen worden gerealiseerd met voldoende hoogte (Figuur 28 en 29).



Figuur 25 Ontwerpschets van Van den Broek en Bakema waarbij de begane grond verdieping een dubbele hoogte kreeg

2.3 Relatie gebouw en omgeving

Hoewel alle gebouwen van de TU-wijk als afzonderlijke monolieten in een continue openbare ruimte zijn geplaatst, vormen ze wel een verband doordat de belangrijkste gebouwen een relatie aangaan met de Mekelweg. Bouwkunde is een uitzondering op deze regel. Het gebouw heeft zijn entree aan een eigen weg (Berlageweg) en houdt afstand tot de Mekelweg met behulp van een waterpartij en een groenpartij. De parkeerplaats bevindt zich aan de achterzijde. Bezoekers die hier gebruik van maken ervaren niet de TU-wijk.

Door de afstand van het gebouw tot de omliggende infrastructuur profileert het gebouw zich naar al zijn bezoekers. Voor de hoofdingang ligt een onduidelijk ingericht gebied, met een smalle toegangsrouten voor auto's die nauwelijks gebruikt wordt en een brede stoep met beplantingsvakken en verder vol met fietsenrekken.



Tegenover de entreegebouw is het zogenaamde Stylos-paviljoen gesitueerd (van studentenvereniging Stylos). Aan de zijkant van de entree is een paviljoen in aanbouw, dat opvalt door zijn BLOB-architectuur en is ontworpen door Prof. Kas Oosterhuis. Er lopen enkele semi-informele paadjes naar de naastgelegen faculteit Civiele Techniek en naar de achtergelegen gebouwen van TNO.

Het geheel maakt een rommelige indruk. Dit komt doordat er niet duidelijk voor één compositie is gekozen. De verschillende paadjes worden matig gebruikt en de staat van onderhoud van deze omgeving is wisselend. Achter het gebouw bevindt zich een bossage met een vijver. Dit is een ooit zorgvuldig ontworpen gebied ('de tuin van Bouwkunde') maar is in onbruik geraakt. In het totaal is de omgeving van Bouwkunde een groene ruimte met een beperkte gebruikskwaliteit. Op een grotere schaal heeft de omvang van de ruimte een mooie verhouding met de hoogte van het gebouw. Het geheel is een duidelijke beëindiging van de TU wijk door zijn schaal en de overgang van een meer stenige omgeving naar een groene context.

De locatie Mekelweg zal gedurende 2006 en 2007 aan verandering onderhevig zijn. De plannen van het architectenbureau Mecanoo worden uitgevoerd: het Mekelpark.¹² Tussen de gebouwen van de universiteit wordt geen autoverkeer meer geduld. Een tramlijn loopt straks door een groengebied met heuveltjes, zitplaatsen en een aantal paviljoens. Parkeerplaatsen verdwijnen naar de zijkanten van de campus. Mogelijk wordt dit op langere termijn zelfs betaald parkeren. Tussen Bouwkunde en Civiele Techniek komt een gezamenlijk plein van blauw hardsteen. Het Platenbos wordt opgewaardeerd tot Bouwpark. Net als in het gehele Mekelpark, kunnen studenten ook rond Bouwkunde de buitenruimte als proeftuin gebruiken. Het Mekelpark zal meer verblijfskwaliteit krijgen dan de huidige inrichting door meer verblijfsgebied met zitelementen en door het creëren van een zonnige plek. De fietsenstalling zal aanzienlijk worden vergroot en zal onder de rijtjes prunusbomen een plek krijgen.

Fons Verheijen bepleit een gecombineerde oplossing. Hierbij wordt tussen de faculteiten Civiele techniek en Bouwkunde, een groot restaurant geplaatst. Dit ligt in het groengebied voor Bouwkunde en aan de 'staart' van Civiele techniek. De straten die door beide gebouwen lopen komen dan samen in dit campus restaurant (Figuur 26 en 27).





Figuur 26 Luchtfoto van de campus TU Delft omstreeks 2005 met het gebouw van Bouwkunde aangegeven



Figuur 27 Definitief Ontwerp Mekelpark, Mecanoo Architecten 2006
verantwoording: www.mekelpark.tudelft.nl/DO Mecanoo/Mekelpark

2.4 Totaalbeeld en compositie

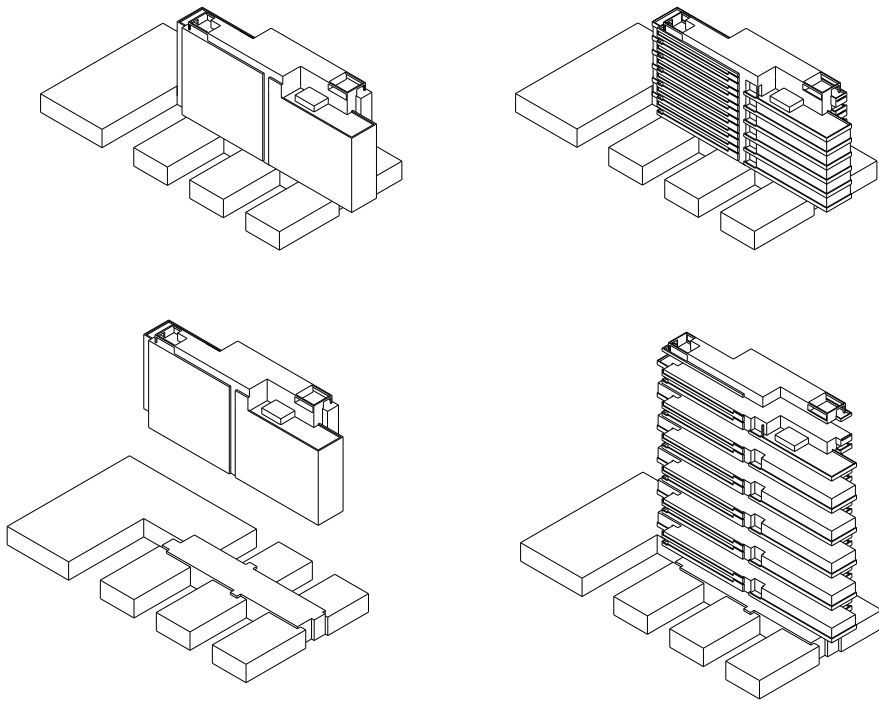
De ruimtelijke compositie van het gebouw is zeer systematisch opgebouwd. Alle afmetingen in het gebouw zijn gebaseerd op een voor het gebouw ontwikkeld matenstelsel. Dit stelsel geldt op alle schaalniveaus van het gebouw; van de tegels op de begane grond tot de onderlinge afstand van kolommen (zie 'Relatie architectuur en draagstructuur/installaties'). Dit betekent echter niet dat het gebouw alleen een resultante is van programmatische eisen. Van den Broek en Bakema hechtten ook zeker aan de zelfstandige betekenis van vorm.¹³

Deze opbouw weerspiegelt de functionele indeling van het gebouw. In de laagbouw, die in principe een afzonderlijke eenheid vormt, zijn de algemene afdelingen geprojecteerd. Hieronder vielen oorspronkelijk handtekenen, boetseren, kunst- en architectuurgeschiedenis, interieur, maar ook administratie, de bibliotheek en de kantine. Deze verschillende gebouwdelen van de laagbouw hebben allemaal een dichte betonnen kop die in de verbindende straat steekt. Naar buiten toe zijn de gevels van de verschillende vleugels uit een gordijngevel van stalen puien en glas opgebouwd. Voor deze uiterlijke tegenstelling is bewust gekozen om het verschil in karakter van de laagbouw en de hoogbouw te onderstrepen (Figuur 9). In de 13 verdiepingen tellende hoogbouw is vervolgens ook weer een indeling te onderscheiden. De studenten waren oorspronkelijk per studiejaar geconcentreerd in één van de vijf dubbele hoogbouwlagen. Men steeg in het gebouw naarmate de studie vorderde. Naast studenten was er per hoogbouwlaag ook plaats voor staf en hoogleraren. Daarboven bevonden zich twee verdiepingen zonder tekenzalen voor specialistische studies. De bovenste verdieping bood plaats aan voorzieningen zoals klimaatinstallaties en liftmachines. Deze bovenste drie verdiepingen vormen samen een ruimtelijke afsluiting van het hoogbouwvolume (Figuur 28).

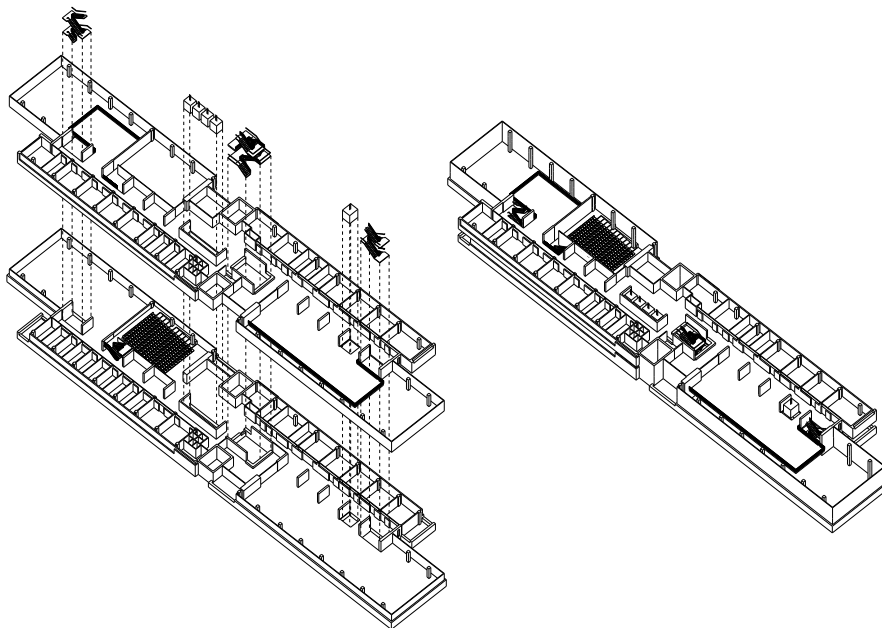
De verdiepingen van de hoogbouw hebben in hun plattegronden de vorm van een bajonet. Er werd gekozen voor deze vorm van de plattegrond om per verdieping kabinetten en tekenzalen op twee richtingen te kunnen oriënteren. Door deze opdeling van de tekenzalen is een massal karakter van de tekenzalen voorkomen. De tekenzalen op het zuiden vond men destijds geschikter voor de meer plastieke werkzaamheden, terwijl de zalen op het noorden geschikter werden geacht om in te tekenen (Figuur 29).

Van den Broek en Bakema streefden naar een optimaal contact tussen hoogleraren, staf en de studenten op de tekenzalen. Dit was dan ook de motivatie voor de keuze van twee kabinetlagen in één hoge tekenzaal met entresol. De entresol werd open gelaten om contact met de daaronder gelegen tekenzaal zo gemakkelijk mogelijk te maken.¹⁴ Later werden juist deze entresols gesloten met glazen wanden om geluidsoverlast tegen te gaan bij frequenter gebruik.

In 2006 speelt men zelf met het idee de gehele vloeren dicht te leggen om het ruimtegebrek op te lossen.¹⁵



Figuur 28 Ruimtelijke opbouw van het totale bouwvolume



Figuur 29 Ruimtelijke opbouw van een dubbele verdieping in de hoogbouw

2.5 Materiaalgebruik exterieur en interieur

In het materiaalconcept van het gebouw is een aantal grote lijnen te ontdekken. Ten eerste hebben de architecten zoveel mogelijk een 'eerlijke' constructie nagestreefd. Dat wil zeggen dat de constructie zoveel mogelijk in het zicht is gelaten, en er een duidelijk verschil is in verschijningsvorm tussen constructieve en niet-constructieve elementen. Daarnaast is er een duidelijke relatie tussen de gebruikte materialen en de betreffende functie in het gebouw. Dit was mede bepalend voor het verschil in karakter van verschillende ruimtes. Ook werd het verschil in karakter van de laagbouw en hoogbouw benadrukt door verschillend materiaalgebruik. Om van het gebouw een eenheid te maken lieten de architecten een aantal zaken herhaaldelijk terugkomen in het faculteitsgebouw.

Laagbouw

De 'straat van Bouwkunde' begint eigenlijk al in de buitenruimte voor de hoofdingang. Via een drietal treden betreedt men een vloer van grijze natuurstenen tegels. Deze betegelde vloer loopt door als men het gebouw binnengaat en loopt door als straat in het faculteitsgebouw.

De verschillende vleugels die in de straat steken hebben aan de 'binnenstraatzijde' een bekleding van geschokte betonplaten. De openingen naar de echte buitenzijde bestaan uit ranke stalen puien met glas. De vleugels staan geheel los van de hoogbouw, zodat er ook boven deze bouwvolumes licht de straat in valt. De ruimten tussen de verschillende vleugels zijn vormgegeven als kleine plantsoenen. Dit geeft de bezoeker het idee door een echte straat met verschillende gebouwen te lopen. De straat opent zich naar de buitenruimtes toe via een aantal grote glazen puien.

Het plafond boven de straat werd later bekleed met blauw plaatmateriaal dat als een referentie naar de blauwe lucht kan worden opgevat. Omdat naar buiten toe de gevelbekleding van de vleugels in een gordijngevel van stalen profielen met glas en emalit (geëmailleerd glas) verandert wordt het verschil in aard van de laagbouwvleugels ten opzichte van de hoogbouw in het materiaalgebruik tot uitdrukking gebracht (Figuur 30 en 31).

Het materiaalgebruik van de interieurs van de verschillende vleugels varieert per vleugel. Afhankelijk van de functie in de betreffende vleugel hebben de architecten getracht een bepaalde sfeer aan de ruimtes te geven. Zo heeft de werkplaats, in overeenstemming met de werkzaamheden die er plaatsvinden, een industriële sfeer.

Bij het betreden van de ruimte valt de in het zicht gelaten betonconstructie het meeste op. De in de lengterichting toegepaste betonnen liggers accentueren de langgerekte vorm van de werkplaats. Daarnaast zijn in de werkplaats, naast de kolommen van de eigen constructie, de kolommen van de hoogbouw zichtbaar, die door het dak van de ruimte prikken.



Figuur 30 'De straat' door het gebouw in 2006



Figuur 31 'De straat' kort na de oplevering



Figuur 32 Werkplaats met duidelijk onderscheid tussen dragende en niet-dragende elementen en daklichten



Ten einde het verschil in aard te onderstrepen staan de twee kolomstructuren in een ander stramien. Niet dragende scheidingswanden zijn uitgevoerd in baksteen en de vloer is gemaakt van natuurstenen tegels (Figuur 32).

De vleugels die bedoeld zijn voor 'zit werkzaamheden' (zoals de grote collegezaal, de tentoonstellingszaal, de vergaderzalen en de bibliotheek), hebben een meer huiselijke sfeer. In deze vleugels is de hoofddraagconstructie zoveel mogelijk weggewerkt. Maar om de constructie toch 'eerlijk' te houden, werd er gedifferentieerd in materiaalgebruik op die plekken waar de liggers verborgen zitten. Net als op de verdiepingen in de hoogbouw werden de scheidingswanden veelal afgewerkt met houten schroten en ligt er vaste vloerbedekking.

Hoogbouw

De interieurs van de daarboven gelegen dubbelverdiepingen in de hoogbouw zijn vrijwel identiek aan elkaar. Ook de puntsymmetrische noord- en zuidvleugel zijn wat materiaalgebruik betreft hetzelfde. Consequent zijn de schijven en kolommen van de draagconstructie in het zicht gelaten. De betonnen schijven werden 'geschokt' wat ze een robuust karakter geeft. De hal/ zitruimte die men betreedt na het verlaten van de lift is erg licht dankzij de glazen pui aan de oostzijde.

De gangen met aan de linkerzijde de kabinetten en aan de rechterzijde de tekenzalen of entresols zijn donkerder. Alleen via kleine vensters boven de, met houten schroten afgewerkte wanden, komt daglicht de gangen binnen. Aan het einde van elke gang zit een klein verticaal venster, die de afsluiting van de zichtas markeert (Figuur 33).

De tekenzalen worden gekenmerkt door een zee van daglicht. Van drie kanten komt voornamelijk diffuus daglicht de zalen binnen. De gevel van de tekenzalen is dan ook vormgegeven voor een optimale daglichttoetreding. Van onder naar boven bestaat de gevel uit een betonnen borstwering, een kijkstrook van transparant glas, een strook thermolux (gelaagdglas waarvan de tussenlaag semi-transparant is) en een strook blank thermopane. Het plafond is afwerkt met witte houtwolcementplaten (Figuur 34 en 35).

Het is duidelijk dat de laagbouw en de hoogbouw qua materiaalgebruik op een andere manier benaderd zijn. Toch is het gebouw een eenheid. Dit komt omdat het gebouw een aantal terugkerende elementen heeft. Een goed voorbeeld hiervan zijn de aluminium handleuningens langs vides en trappen, die allemaal volgens hetzelfde principe zijn vormgegeven (Figuur 36).

Ook de met houten schroten beklede tussenwanden met blauwe deuren komen in alle gebouwdelen voor. De zichtbare draagconstructie speelt hierin ook een rol. De schijven en kolommen op de begane grond komen terug op elke verdieping en vormen zo herkenningpunten. Omdat alles werd uitgewerkt binnen een streng maatsysteem is de eenheid gewaarborgd.

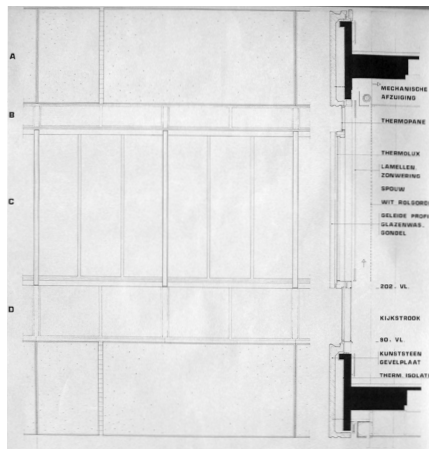




Figuur 33 Gang in de hoogbouw met links de kabinetten achter de schrootjeswanden en aan de rechterzijde dichtgezette nissen



Figuur 34 Dubbelhoge tekenzaal met de trans-lucente glasopeningen



Figuur 35 Doorsneden en aanzicht van de gevel van een tekenzaal. Deze worden vergroot weergegeven in hoofdstuk 3.2



Figuur 36 Materiaalgebruik trappenhuizen



Bij de latere wijzigingen werd echter de eenheid van materiaalgebruik geweld aangedaan. Tot 2006 zou het basisboek voor het inbouwpakket (huisvestingscommissie o.l.v. Fons Verheijen) garant moeten staan om de eenheid weer terug te brengen.

2.6 Relatie architectuur en draagstructuur / installaties

De architecten hebben een goede versmelting van architectuur, draagconstructie en installaties weten te bewerkstelligen. Bij de omschrijving van het materiaalgebruik is al het een en ander gezegd over het al of niet in het zicht laten van elementen van de draagconstructie.

De eenheid in voorkomen heeft alles te maken met het door de architecten ontwikkelde maatsysteem. Dit systeem werd gebaseerd op de kleinste 'gebruikseenheid'. Deze eenheid van 2.70 m x 2.70 m bestond in principe uit de ruimte voor een tekentafel met machine, uitlegruimte, zitruimte en een verkeersstrook. Er was dan genoeg ruimte voor het bewegen van het contragewicht van de tekenmachine. Een ruimte van 5.40 m x 5.40 m bood dus plaats aan vier tekentafels. Bovendien was er binnen deze maat ook nog genoeg plaats voor het eventueel plaatsen van scheidingswanden. Voor het gebruik van de tekenmachine was een vrije hoogte van 2.70 m vereist. Daarnaast was een maat van 4.05 m geschikt voor een opstelling van twee bureaus met zitruimte en archiefstrook. Daarom is 1.35 m gekozen als kleinste module in het gebouw (1/2 van 2.70 m en 1/3 van 4.05 m).¹⁶

De kolomafstand in de langsrichting bedraagt 5.40m en in de dwarsrichting bij benadering een veelvoud van 5.40 m. Om het horizontale karakter van de hoogbouw te accentueren heeft men alles in het werk gesteld de kolommen zo slank mogelijk te houden. Dit resulteerde in kolommen die bijzonder veel wapening bevatten (8%). Het is zelfs zo dat twee kolommen niet in beton uitgevoerd konden worden. Deze kolommen zijn uiteindelijk uitgevoerd als een met beton bekleed staalprofiel. Op de begane grond is zo een groot contrast ontstaan tussen de slanke kolommen en de dichte koppen van de laagbouwvleugels. Deze tegenstelling onderstreept nog eens extra het verschil in karakter van de laagbouw en hoogbouw.¹⁷

De figuren 37, 38 en 39 illustreren de afzonderlijke constructieonderdelen van in het werk gestort beton tijdens de bouw.

De kolommen in de blokkenhal, de grootste vleugel op de beganegrond aan de zuidzijde van het gebouw, staan los van de galerij op de eerste verdieping. Men kan hier drie verdiepingen tegelijk overzien (Figuur 40). In de vleugels van de laagbouw zijn de kolommen in de gevel zichtbaar. Even zwaar uitgevoerde kolommen die het dak of de eerste verdieping dragen wisselen elkaar af (Figuur 41). Samenwerkend met de glazen gevel geeft dit de laagbouwvleugels een architectuurmotief dat het verschil in karakter met de hoogbouw onderstreept.





Figuur 37 Het gebouw in aanbouw



Figuur 38 Het gebouw in aanbouw



Figuur 39 Het gebouw in aanbouw



Figuur 42 Inblaas armaturen in de tekenzalen



Figuur 40 Zicht op kelder, begane grond en verdieping in de blokkenhal



Figuur 41 Verschillende constructies dragen dak en verdiepingsvloer in de blokkenhal



Ook wat betreft installaties is zoveel mogelijk getracht te werken binnen het maatsysteem. Aan het plafond hangen in de lengterichting van het gebouw om de 2.70 m houten modulen waarin de lichtarmaturen zijn gemonteerd. In de dwarsrichting geven de houten modulen om de 2.70 m de plaatsingsmogelijkheden van scheidingswanden en schotten aan.

In tegenstelling tot de laagbouw, zijn de ramen van de kabinetten in de hoogbouw beperkt te openen (bovenlicht), wat mechanische ventilatie noodzakelijk maakte. In de gevel zijn inductie-units weggewerkt die voorzien in mechanische ventilatie en luchtverwarming. Later zijn er extra radiatoren aan toegevoegd. Er was nog niet gekozen voor luchtkoeling maar deze zou later toegevoegd kunnen worden. De tekenzalen en collegezalen worden middels in het zicht gelaten “inblaasornamenten” voorzien van ventilatie (Figuur 42).





3

Technische analyse

3.1 Draagconstructie

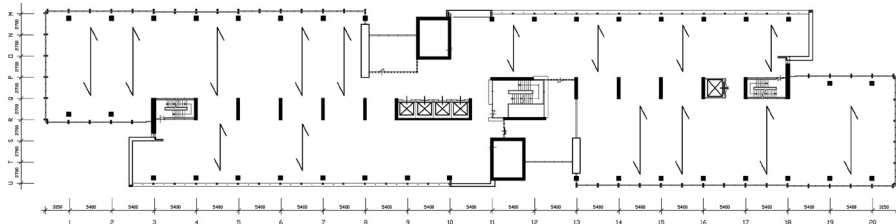
Principe van de constructie

De vleugels van de laagbouw zijn constructief losgehouden van de hoogbouw. De kolommen, schijven en kernen van de hoogbouw prikken vrij door het dak en de verdiepingvloer van de laagbouw. De vleugels van de laagbouw hebben hun eigen draagconstructie. Daarom kunnen beide draagconstructies apart beschouwd worden (Figuur 43).

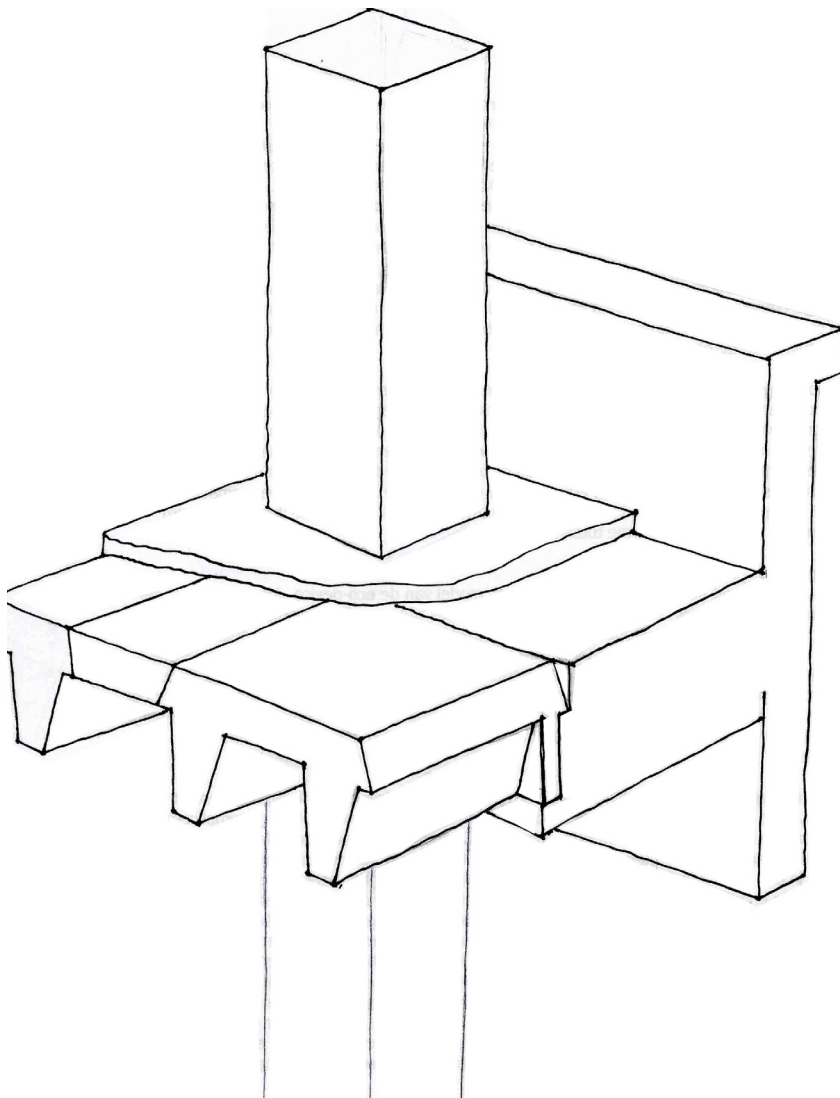


Figuur 43 Samenkomst van de draagconstructie van de laagbouw en van de hoogbouw (bron: Fotografische Dienst TU Delft faculteit Bouwkunde)





Figuur 44 Plattegrond hoogbouw verdieping met daarin aangegeven de schijven, kolommen, kernen en overspaningsrichting van de vloeren



Figuur 45 Axonometrie van knooppunt draagconstructie: kolom, ribbenvloer, randbalk, borstwering en dekvloer



De keuze voor een volledig betonskelet is het gevolg geweest van een aantal argumenten:

- Een staalskelet zou 10 tot 20% duurder uitvallen.
- In een economische constructie in staal mogen de liggers niet te dicht bij elkaar zitten. Dit betekent dat een economisch staalskelet meer constructiehoogte vraagt dan een betonskelet.
- Met een betonskelet kunnen vrij grote overspanningen worden gemaakt door vloeren met een dikte van $1/25$ tot $1/35$ van de overspanning. Door de vloeren als ribbenvloer uit te voeren, kan op het gewicht bespaard worden.
- Met een (in het werk gestort) betonskelet is het ook mogelijk om nog tot het laatste moment wijzigingen toe te laten, mits niet ingrijpend in de hoofdconstructie. Bij staal is dit niet mogelijk, omdat alle beslissingen van te voren genomen moeten worden, omdat prefab elementen veel voorbereidend werk vragen.

Hoogbouw

De draagconstructie van de hoogbouw van het gebouw voor Bouwkunde bestaat uit in het werk gestorte betonnen kolommen en schijven op een stramien van 5,4 m, met dragende borstweringelementen waartussen ribbenvloeren de ruimte overspannen. De langsrichting van het gebouw is gebaseerd op een stramien van 2,7 m. De kolommen staan vlak achter de gevel. De schijven, die ieder ook 2,7 m breed zijn, staan steeds drie traveeën van de kantoorgevel en vier traveeën van de ateliergevel. Doordat de Noord- en de Zuidvleugel van de hoogbouw ten opzichte van elkaar roterend gespiegeld zijn, staan de schijven niet in één lijn (Figuur 44).

De vloerconstructie in de hoogbouw bestaat uit ribbenvloeren die een overspanning tussen de gevel en de middenzone maken die bij de kabinetten 7,6 m bedraagt en bij de ateliers 10,3 m (Figuur 44).

De hoogte van de ribben zijn dan ook verschillend, respectievelijk 180 mm en 330 mm. De ribben zijn 120 mm breed en de vloerplaat van de ribbenvloerelementen is 70 mm dik. De ribbenvloerelementen worden onderling gekoppeld in de lengterichting door ter plaatse gestorte vloerstroken. De ribbenvloerelementen worden aan de gevelzijde gedragen door een doorgaande gevelbalk die als één geheel met de borstwering ter plaatse is gestort. De gevelbalk is momentvast verbonden met de kolommen en maakt zo een krachtsafdracht mogelijk van de vloeren naar de fundering. Om de ribbenvloerelementen als één schijf te laten samenwerken, is er een dekvloer van 50 mm overheen gestort (Figuur 45).

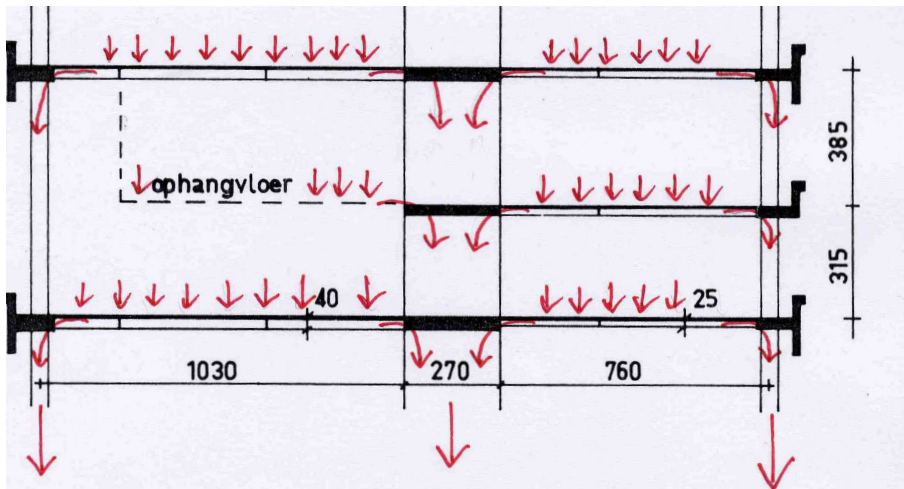
De kolommen hebben een doorsnede van 500 x 500 mm en zijn ter plaatse gestort. De schijven zijn 300 mm dik en 2700 mm breed en zijn ook ter plaatse gestort.

De keuze voor ribbenvloeren heeft te maken met de wens van een geringe constructiehoogte. Omdat de halfhoge kabinettenverdiepingen in de hoge atelierverdiepingen steken, is uit esthetisch oogpunt een hoge vloerconstructie waar je tegen aan kijkt vanuit de ateliers niet wenselijk.



Een ander argument voor een geringe constructiehoogte was dat de richting van de leidingen haaks op de overspanningsrichting staat. Hierdoor zou de totale hoogte van het vloerpakket al erg groot worden.

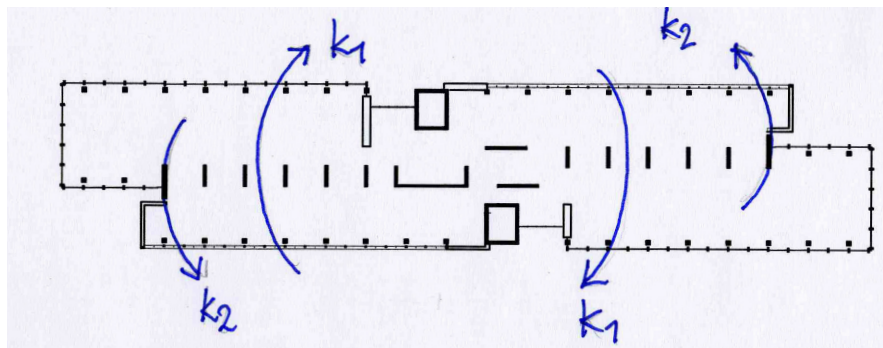
De verticale belasting op de vloeren van de hoogbouw wordt via de gevelbalken afgedragen naar de kolommen en via de vloerstrook in de middenzone naar de schijven. De gevelbalken zijn geïntegreerd met de borstwering, waardoor de gevel actief deel uit maakt van de draagconstructie en mee doet in de krachtafdracht van zowel de verticale belasting als horizontale belasting. De kolommen en schijven brengen de krachten naar de fundering. De fundering van de hoogbouw bestaat uit een betonnen plaat van 2,5 m dik met daaronder 90 funderingspalen van 9,5 m diep en een diameter van 520 mm. De funderingspalen zijn in de grond vervaardigde *Franki*-palen (Figuur 46).



Figuur 46 krachtafdracht verticale belasting in de hoogbouw

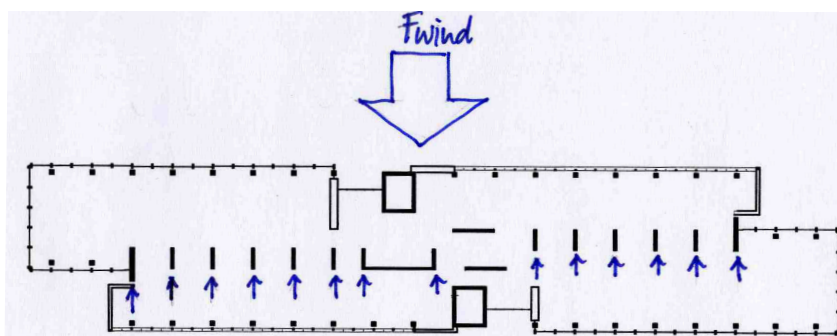
De standzekerheid van de hoogbouw wordt verzorgd door schijven en stijve kernen. Omdat de stijve kernen in het midden van de plattegrond staan, zal er bij windbelasting op de lange gevel een rotatiemoment ontstaan met de stijve kernen als draai-as. Om dit tegen te gaan zijn de laatste schijven aan de koppen van de plattegrond breder en dikker uitgevoerd (5400 mm bij 500 mm) waardoor ze veel stijver zijn en een tegenreactie voor dit draaiend moment kunnen creëren (Figuur 47).

De windbelasting op het gebouw wordt via de gevel afgedragen naar de draagconstructie. De gevel bestaat uit betonnen borstweringselementen van 5,4 m breed met daartussen de ramen die met hun kozijnen op stalen HEA100 profielstijlen zijn gemonteerd op elke 2,7 m. De wind op de gevel wordt via deze stijlen naar de borstwering afgevoerd. De borstwering die geïntegreerd is met de randbalk geeft de krachten door aan de vloer.

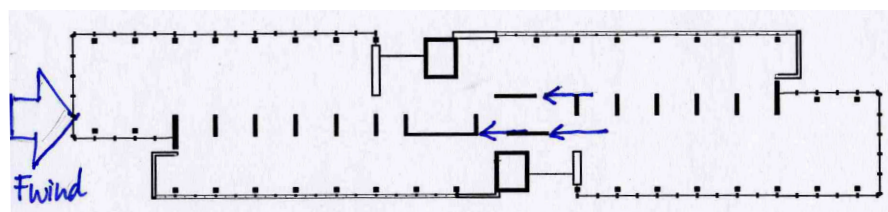


Figuur 47 het draaiend moment om de stijve kernen door de windbelasting (K_1) wordt opgeheven door het tegenwerkend moment van de grotere schijven op de kopkanten (K_2)

Doordat de ribbenvloerelementen met elkaar zijn verbonden door de ter plaatse gestorte tussenstroken en de 50 mm hoge dekvloer ontstaat er een schijfwerking die er voor zorgt dat de krachten door de vloeren naar de stabiliteitsconstructie getransporteerd worden. Via deze schijven en kernen worden de krachten naar de fundering gebracht (Figuur 48 en 49).



Figuur 48 windbelasting op de lange gevel



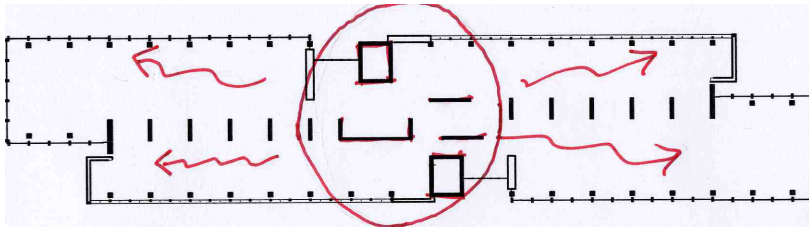
Figuur 49 windbelasting op de korte gevel

Bij draagconstructies van beton die een lengte van 30 m overschrijden, moeten er in principe maatregelen worden genomen om scheurvorming te voorkomen. De hoogbouw van Bouwkunde heeft een lengte van 110 m en is uitgevoerd zonder dilatatievoegen!

Dit was mogelijk omdat de stijve elementen van de draagconstructie (hoofdtrappenhuis, liftschacht en de twee leidingkokers) zich in het midden van het gebouw bevinden.



De rest van de hoogbouw is via slanke kolommen en slanke schijven in lengterichting zeer flexibel aan deze centrale kern verbonden, waardoor vanuit het stijve midden de constructie naar buiten toe kan bewegen (Figuur 50). Om krimpverschijnselen van het beton te beperken, zijn tijdens de uitvoeringen voegen in de vloeren open gehouden, die met een maand faseverschil zijn aangestort.



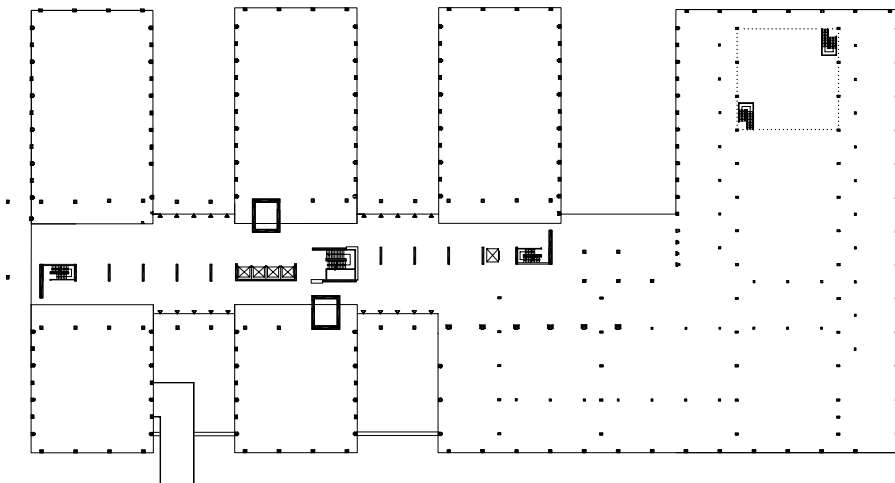
Figuur 50 Door flexibele kolommen en schijven kan de draagconstructie bewegen vanuit het stijve centrum

Laagbouw

De draagconstructie van de vleugels van de laagbouw bestaat uit stijve raamwerken waarin de kolommen en balken zorgen voor de afdracht van de verticale belasting en de horizontale belasting.

De vleugels van de laagbouw zijn ook gebaseerd op een stramien van 5,4 m. Ook hier staan de kolommen in de gevel, waardoor de hier toegepaste liggers een overspanning maken van 19,2 m.

De maquettehal en de blokkenhal zijn groter dan de vleugels van de laagbouw. Omdat de overspanningen anders te groot zouden worden, zijn er in deze hallen extra kolommen geplaatst (Figuur 51).



Figuur 51 Plattegrond laagbouw met daarin aangegeven de schijven, kolommen, kernen



De constructie van het dak en van de eerste verdiepingvloer zijn volkomen van elkaar gescheiden. Het voordeel hiervan is dat de vloer van de eerste verdieping verwijderd zou kunnen worden, zonder de stabiliteit van de dakconstructie aan te tasten. In het gevelbeeld is deze scheiding van de constructie zichtbaar door de twee verschillende lengtes van de kolommen (Figuur 52 en 53).



Figuur 52 De gescheiden dak- en vloer-constructie van de laagbouw is terug te zien in het gevelbeeld





Figuur 53 Gescheiden constructie laagbouw





De vloerconstructie van de begane grond en de vloer van de eerste verdieping bestaan uit ter plaatse gestorte vloeren die opgelegd zijn op ter plaatse gestorte liggers. De vloeren hebben een dikte van 165 mm plus een dekvloer van 50 mm. De liggers van de begane grond en eerste verdiepingvloer hebben een doorsnede van 300 x 600 mm. De liggers van de dakconstructie hebben een doorsnede van 300 x 990 mm, vanwege de grotere overspanning die ze moeten maken. De kolommen in de laagbouw zijn ook ter plaatse gestort en hebben een doorsnede van 520 x 520 mm.

De keuze voor in het werk gestorte liggers in plaats van prefab voorgespannen liggers was om de volgende redenen.

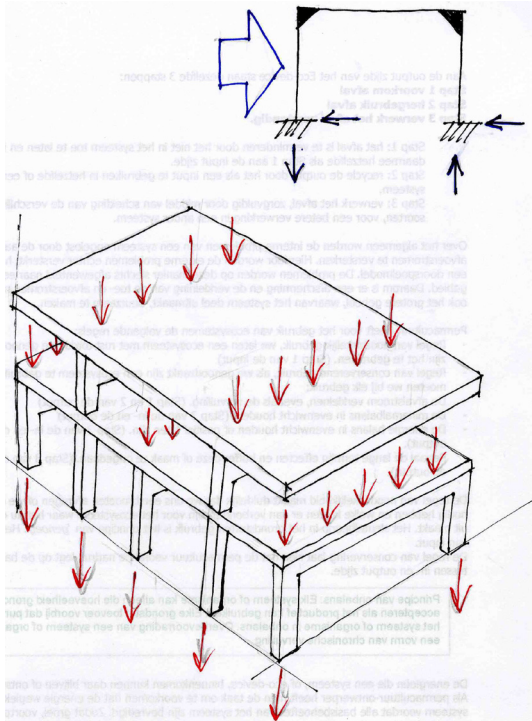
- De esthetische voorkeur voor het monoliete karakter van in het werk gestort beton.
- Het geringe aantal elementen van dezelfde afmetingen en aansluitingen zou de productie van geprefabriceerde balken te kostbaar maken.
- Door het vervormingsgedrag tijdens en na het spannen van voorgespannen elementen moet er langer gewacht worden voordat de verbindingen gemaakt kunnen worden.
- Eventuele scheurvorming in de ter plaatse gestorte balken is geen probleem, omdat de balken binnen het gebouw zitten en er dus geen gevaar voor corrosie is. Hierdoor was de uithardingstijd van het beton minder kritiek.
- In het werk gestorte balken zorgen voor continuïteit in de uitvoering omdat de draagconstructie van de rest van het gebouw ook in het werk is gestort.
- Voorgespannen liggers zouden duurder zijn dan ter plaatse gestorte liggers.

De verticale belasting op het dak en op de vloeren wordt afgedragen via de liggers naar de kolommen, en van de kolommen naar de fundering. De fundering onder de vleugels van de laagbouw bestaat uit 154 palen van 16 m lang en een diameter van 520 mm. De krachten vanuit de draagconstructie van de laagbouw worden hierop afgedragen via de begane grondvloer die 400 mm dik is (Figuur 54). De funderingspalen onder de laagbouw zijn langer dan de funderingspalen onder de hoogbouw. Dit is zo omdat onder de hoogbouw nog een kelderlaag zit van 4,2m met daaronder een funderingsplaat van 2,5m. De palen van de hoogbouw komen dus uiteindelijk uit op dezelfde draagkrachtige laag uit als de palen van de laagbouw.

Zoals gezegd bestaat de draagconstructie van de vleugels van de laagbouw uit stijve raamwerken die ook zorgt voor afdracht van de horizontale belasting en voor de standzekerheid van het gebouw. Door momentvaste verbindingen tussen de balken en de kolommen wordt de horizontale belasting op de gevels van de laagbouw verdeeld over de beide kolommen van het raamwerk en via deze naar de fundering geleid (Figuur 54).

Doordat de draagconstructie van de eerste verdieping volledig is gescheiden van de draagconstructie van het dak, zijn er dus twee onafhankelijke raamwerkconstructies.





Figuur 54 Boven: stijf raamwerk draagt windbelasting af; onder: krachten afdracht horizontale belasting in laagbouw

Ook de kelder van maar liefst 150 m lang is zonder dilatatievoeg gemaakt. Dit was mogelijk, doordat de wanden en vloeren van de kelder zich onder de grond onder vrij constante omstandigheden van temperatuur en vochtigheid bevinden en omdat de wanden en vloer met een faseverschil zijn gestort. Er is echter één kelderwand die wel aansluit aan de buitenlucht, namelijk bij de vijver.

Deze is dus wel blootgesteld aan temperatuurwisselingen. Maar door de plattegrond van de laagbouw met vleugels is dit niet één doorlopende wand, maar bestaat de wand uit opgeknipte korte delen. Daardoor is de kans op scheurvorming kleiner.

Constructieve veiligheid

De constructieve veiligheid hangt onder meer af van de veiligheidsmarges die zijn aangehouden bij het dimensioneren van de constructie. In hoeverre kan de constructie een grotere belasting aan dan waar die voor berekend is? Met andere woorden: is er sprake van overdimensionering?

Bij het ontwerp van het gebouw voor Bouwkunde ging men er destijds al van uit dat het aantal studenten zou toenemen. Het oorspronkelijke ontwerp is gebaseerd op 850 studenten, maar tijdens de bouw werd al bekend dat dit er 1650 full time zouden gaan worden. Met deze uitbreiding was rekening gehouden door de mogelijkheid te creëren om een extra vloer op



te hangen in de hoge atelierruimten. De draagconstructie was destijds dus al gedimensioneerd op deze uitbreiding.

Inmiddels lopen er circa 3200 studenten en 570 medewerkers¹⁸ in het gebouw, maar die zijn niet full time aanwezig. Uit onderzoek blijkt dat de maximale bezettingsgraad van studenten op een dag 33% is¹⁹. Samen met een bezettingsgraad van medewerkers van 50%, gebaseerd op standaard kantoorbezettingen, zijn er per dag maximaal 1350 personen in het gebouw. Op dit aantal is de draagconstructie van het gebouw gedimensioneerd en een verdere stijging van het aantal studenten kan dus ook opgevangen worden.

Het gebouw is een monoliete draagconstructie met meervoudige draagwegen, doordat alle elementen aan elkaar zijn gegoten. Het is echter onbekend of bij het wegvallen van een element, de overige elementen voldoende gedimensioneerd zijn om deze extra belasting te kunnen afdragen. Met kolommen op een stramien van 5,4 m zou bijvoorbeeld de gevelbalk gedimensioneerd kunnen zijn om bij het wegvallen van één kolom, een overspanning van 10,8 m te kunnen maken.

Onderhoud

Er zijn nooit reparaties gedaan aan de draagconstructie.

Uitbreidbaarheid en flexibiliteit

De draagconstructie met kolommen aan de gevelzijden zorgt voor een redelijke grote flexibiliteit wat betreft vloergebruik, maar de vrije overspanning wordt enigszins beperkt door de schijven in de middenzone. Door het ontbreken van dragende binnenwanden kan het gebouw vrijwel compleet gestript en aangepast worden. Dit biedt mogelijkheden om in de toekomst het gebouw aan te passen aan nieuwe wensen en eisen.

De verticale flexibiliteit van de draagconstructie van het gebouw is minder groot. Door het toepassen van ribbenvloeren is het lastig om openingen aan te brengen in de vloer, voor interne verbindingen met een trap.

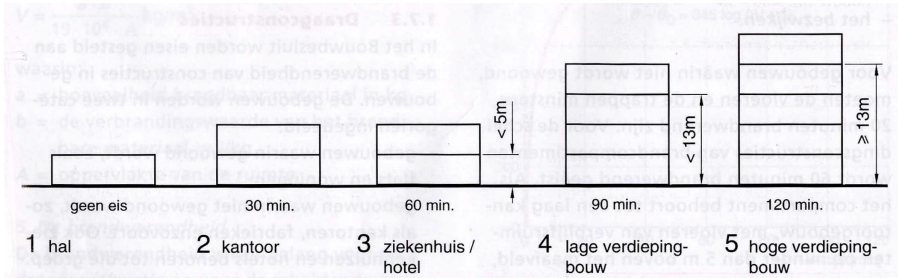
Uitbreidingen aan het gebouw kunnen alleen plaats vinden rond de laagbouw. Er zouden dan aanbouwen gemaakt kunnen worden aansluitend op de vleugels. Of de draagconstructie voldoende is overgedimensioneerd om de mogelijkheid van een extra verdieping op de hoogbouw te bouwen, is onbekend.

Of een verticale dan wel een horizontale uitbreiding van het gebouw architectonisch gewenst of realistisch is, is een tweede.

Brandwerendheid

Uit Figuur 55 blijkt dat de brandwerendheid van de draagconstructie van het gebouw voor Bouwkunde 120 minuten moet bedragen. Deze brandwerendheidseis is bereikt door het gebouw geheel in beton uit te voeren.





Figuur 55 Brandwerendheidseisen hoofddraagconstructie van niet tot bewoning bestemde gebouwen

(bron: Kamerling, J.W en Kamerling, M.W., Jellema Hogere Bouwkunde, 1997)

3.2 Scheidings- en afbouwconstructie

Gevel

Het gevelbeeld van het gebouw voor Bouwkunde wordt vooral bepaald door de gelaagde betonnen stroken onderbroken met glas. Een architectonische uitstraling die we meer zien in de TU-wijk en die ook typerend is voor de jaren '70. Er zijn drie typen gevels aan het gebouw van Bouwkunde die hieronder besproken zullen worden: de kabinettengevel, de ateliergevel en de gevel van de laagbouw.

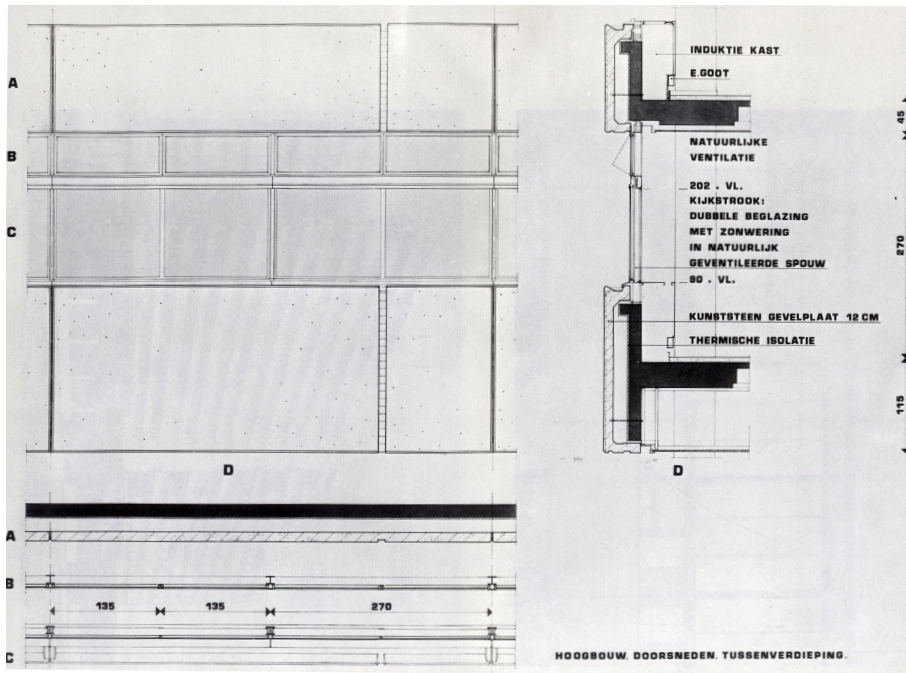
Kabinettengevel

De kabinettengevel (Figuur 56) is opgebouwd uit een betonnen borstweringstrook en een raam dat bestaat uit een kijkstrook van dubbele beglazing met zonwering en een bovenlichtstrook. De borstwering heeft ook een dragende functie in de verticale krachtafdracht: het dient als randbalk waar de vloerelementen op rusten. De borstweringselementen zijn integraal met de randbalk als één geheel in het werk gestort. Daarna is het isolatiemateriaal aangebracht en zijn de kunststeen gevelplaten opgehangen. De kijkstrook bestaat uit een dubbele beglazing van twee keer enkel glas met een spouw daartussen die natuurlijk geventileerd wordt met binnenlucht. In de spouw hangt een lamellenzonwering die individueel bediend kan worden. De zonwering moet de warmtestraling of storende reflecties van de zon weren, maar nog wel zoveel mogelijk daglicht binnenlaten. Door het binnenraam open te schuiven, wordt de spouw geventileerd met binnenlucht, waardoor de opgewarmde lucht door de warme lamellen naar binnen weggeventileerd kan worden.

Door in de winter de binnenramen dicht te laten, ontstaat er een warmtebuffer die koudeval achter het raam tegen moet gaan. Boven de kijkstrook zit een bovenlichtstrook voor extra daglichtinval. Het glas van deze strook is getint thermopane glas, waardoor warmtestraling wordt geweerd. De ramen van de bovenlichtstrook kunnen geopend worden, voor natuurlijke ventilatie en natuurlijke koeling in de zomer. Aan de binnenzijde



van de borstwering zitten inductie-units voor de klimaatregeling. Vlak boven de vloer zit tegen de inductiekast een goot voor data- en telefoonkabels en elektriciteitsbedrading. Deze is later aangebracht.



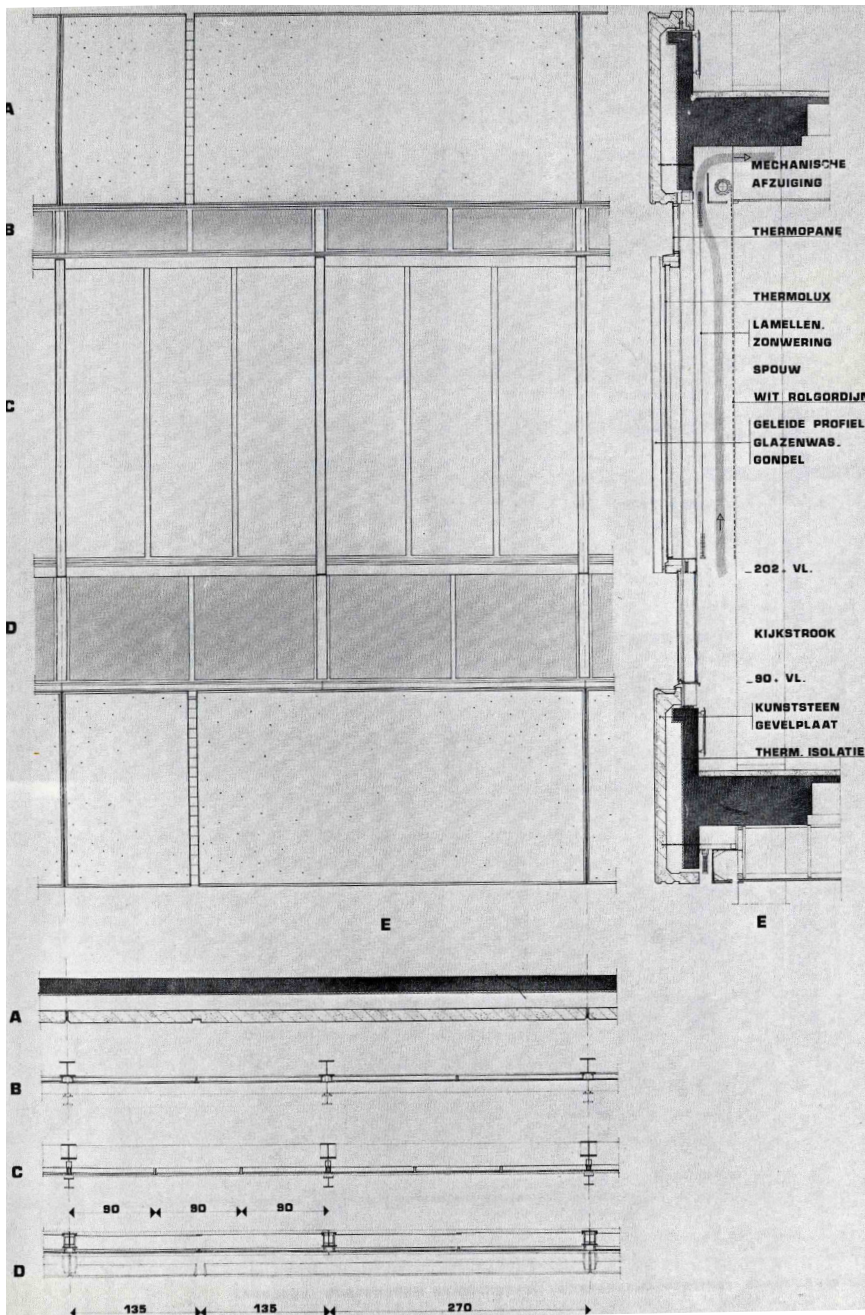
Figuur 56 Fragment, verticale en horizontale doorsnede van de kabinettengevel
(bron: Boot, J., Gebouwfdeling Bouwkunde TH Berlageweg Delft bouwkundig ontwerp, 1970)

Ateliergevel

Voor de ateliergevel is tot 2,18 m boven de vloer dezelfde gevelopbouw toegepast als in de kabinetten (Figuur 57). Boven de 2,18 m is aan de buitenzijde dubbelglas toegepast om koudeval tegen te gaan. Het glas van deze strook is thermolux melkglas dat warmte straling van de zon weert en een prettige daglichtinval creëert. Aan de binnenzijde van de op de zon gesitueerde gevels hangt een wit katoenen rolgordijn, dat in neergelaten toestand een spouw formeert. In de spouw kan de neergelaten lamellenzonwering de zonnwarmte accumuleren, die via mechanische ventilatie tussen het doek en de lamellen afgezogen wordt. Naast het creëren van een spouw, zorgt het witte doek er ook voor dat het via de lamellen gereflecteerde zonlicht diffuus de ruimte in wordt gestraald.

Zowel de lamellenzonwering als het witte rolgordijn worden centraal elektrisch aangestuurd. Boven deze hoge raamstrook zit net als bij de kabinetten een bovenlichtstrook van 500 mm hoog met thermopane glas. Deze ramen kunnen niet geopend worden. Aan de binnenkant van de borstwering zit een radiator die later is aangebracht. De goot voor data- en telefoonkabels en elektriciteitsbedrading hangt hier op circa 2,5 m hoogte in de ruimte tussen de kolommen en is later aangebracht.





Figuur 57 Fragment, verticale en horizontale doorsnede van de ateliergevel
 (bron: Boot, J., Gebouwfdeling Bouwkunde TH Berlageweg Delft bouwkundig ontwerp, 1970)



De ramen zijn gemonteerd op hoge stalen windstijlen om de windkracht af te dragen naar de draagconstructie. Daarbij is ook ten behoeve van de glazenwassergondel aan de buitenzijde van de puien een geleide profiel aangebracht.

Gevel van de laagbouwvleugel

Boven dezelfde betonnen borstweringselementen als bij de hoogbouwgevel, begint in de gevel van de vleugels van de laagbouw de vliesgevel. De vliesgevel bestaat uit sandwichpanelen van emalit met isolatiemateriaal, helder enkelglas kijkstroken, en thermopane glas bovenlichtstroken, alles gemonteerd op stalen profielen (Figuur 58). In tegenstelling tot de hoogbouw is hier buitenzonwering aanwezig, waardoor de klimaatregeling via natuurlijke ventilatie (te openen ramen) kan plaatsvinden. Windstijlen van staal op elke 1,35 m zorgen voor de afdracht van de windbelasting naar de draagconstructie. Op de plekken waar geen vliesgevel zit, is een gevel toegepast met een kunststeen gevelbeplating aan de buitenzijde, een smalle spouw en in het werk gestorte betonnen binnenbladen. Als thermische isolatie is porisosteek gebruikt. Opvallend is dat bij deze gevel het isolatiemateriaal aan de binnenkant zit.

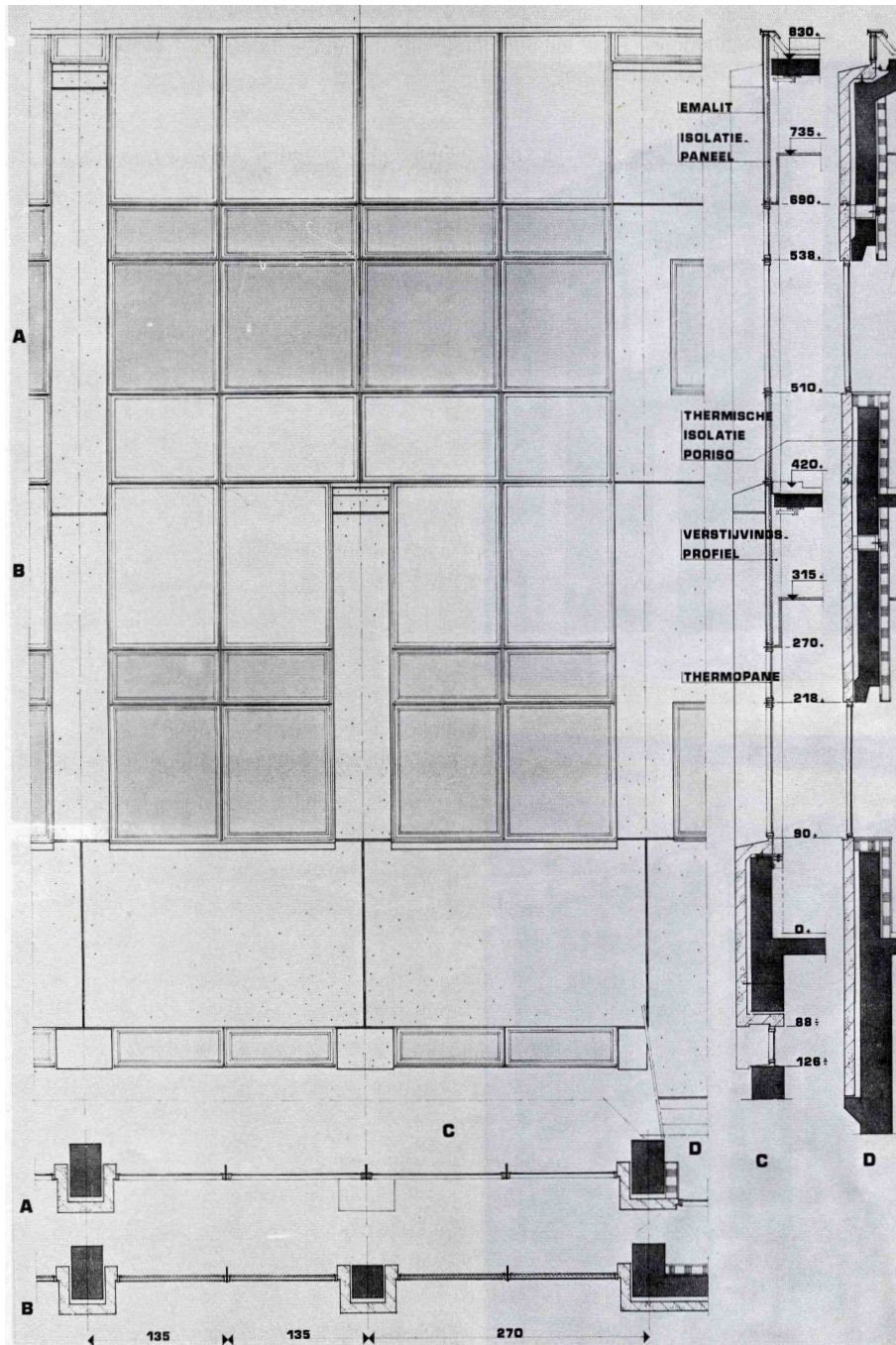
Dak

Zowel het dak van de hoogbouw als het dak van de laagbouw is bedekt met bitumen op EPS isolatieplaten, met als ballastlaag tegels en/of grind. Op de gebieden waar gelopen moet worden voor bijvoorbeeld onderhoud of voor de glazenwasserinstallatie, liggen tegels.

Scheidingsconstructies

De binnenafwerking van het gebouw bestaat uit een linoleum vloerafwerking op de verdiepingen en natuurstenen tegels op de begane grondvloer. Voor de binnenwanden zien we voornamelijk vier typen scheidingswanden: de houten schrotenwand, de gipswanden, glazen wanden en de betonnen wanden van de schijven en kernen. Tussen de kabinetten zijn standaard gipswanden geplaatst, opgebouwd uit een houten stijl- en regelwerk, steenwolisolatie en aan beide zijden gipsplaten die zijn afgewerkt met acrylverf ('latex'). Tussen de gang en de kabinetten staan wanden die zijn afgewerkt met houten schroten. Op sommige plaatsen doet dit type wand ook dienst als kastruimte, bereikbaar vanuit het kabinet. Waar dit niet het geval is, is de spouwruimte opgevuld met isolatiemateriaal. De wanden die dienst doen als kernen en schijven zijn van onafgewerkt beton of geverfd met acrylverf. De glaswanden bestaan uit glaspanelen van 4 mm in houten gelakte kozijnen. De oorspronkelijke openheid van het gebouw is op veel plaatsen verdwenen. In de planvorming rond 2006 probeerde men dit uitgangspunt weer in ere te herstellen. Sindsdien zijn veel kabinetdeuren voorzien van glas. Het plafond is afgewerkt met houtvezelplaten en meer stevige multiplex panelen op de plekken waar de armaturen of luchtinblazers hangen. Ook op de moduulmaat van 2700 mm zijn deze houten panelen aangebracht, omdat om deze plekken scheidingswanden geplaatst kunnen worden.





Figuur 58 Fragment, verticale en horizontale doorsnede van de gevel van de laagbouwvleugels (bron: Boot, J., Gebouwafdeling Bouwkunde TH Berlageweg Delft bouwkundig ontwerp, 1970)



Alle leidingen voor de elektriciteit, waterafvoer, watertoevoer en klimaat hangen tussen de betonvloeren en het plafond (Figuur 59).

Afwerking en aansluitingen

Er zijn in het gebouw voor Bouwkunde *Titan* bewegingsmelders, camera's en deurcontacten geïnstalleerd. Dit aspect is niet verder onderzocht.



Figuur 59 Opengewerkt plafond: alle leidingen voor elektriciteit, waterafvoer, watertoevoer en centrale verwarming hangen onder de betonvloeren en zitten verstopt achter de plafonplaten



Onderhoud en schades

Om de gevels van de hoogbouw schoon te maken en te onderhouden is er op het dak van de hoogbouw een gevelreinigingsinstallatie geïnstalleerd die langs het hele gebouw een gondel naar beneden kan laten zakken. Op het dak van de laagbouw kan een mobiele gevelreinigingsinstallatie geplaatst worden die langs de gevels van de vleugels van de laagbouw naar beneden kan zakken. In de loop der tijd zijn lekke kozijnen, verstopte hemelwaterafvoerleidingen en roestplekken in de betonnen borstweringen geconstateerd. Deze roestplekken waren ontstaan door ‘oer’ (ijzererts uit het betonmengsel dat naar buiten toe trekt).

Veiligheid

Er zijn in het gebouw voor Bouwkunde *Titan* bewegingsmelders, camera's en deurcontacten geïnstalleerd. In 2005 zijn alle binnendeuren voorzien van een elektronisch slot. Medewerkers hebben hiervoor een buttonsleutel waarop toegang tot meerdere kamers kan worden geprogrammeerd door de facilitaire dienst.

Flexibiliteit

Door ontbreken van dragende binnenwanden kan het gebouw vrijwel compleet gestript worden, wat mogelijkheden biedt om in de toekomst het gebouw aan te passen aan nieuwe wensen en eisen. In de hoogbouw kunnen alle scheidingswanden tussen de kabinetten verwijderd worden en kan er een geheel open verdieping gecreëerd worden. De gevel van de hoogbouw is ontworpen op een stramen van 2,70 m. Dit betekent dat er op elke 2,70 m een scheidingswand geplaatst kan worden. De plafondhoogte van de verdiepingen in de hoogbouw is zowel in de kabinetten als in de gang 2,70 m. Hierboven zitten de leidingen en de vloerconstructie die samen een hoogte van 450 mm innemen. Maar vanwege het feit dat er een ribbenvloer constructie is toegepast, is er weinig extra hoogte te winnen door het weghalen van het plafond. In de laagbouw kunnen de vleugels dienen als een geheel open ruimte, maar ook kunnen er op een eenvoudige manier individuele werkplekken gecreëerd worden met een tussengang, die aan de normen voldoet. De gevel van de laagbouw is zo ontworpen dat op de plaats van de sandwichpanelen ook helder glas kan komen en omgekeerd. Mogelijke wijzigingen in de bestemming van de achterliggende ruimten kunnen hiermee dus worden opgevangen. Deze flexibiliteit heeft zich bewezen: de oude “DOS-vleugel” (Dienst Onderwijs en Studentaangelegenheden) is getransformeerd van kantoren naar onderwijsblok met instructie- en tutorzalen.

Brandveiligheid

In het gebouw zijn *Ajax* rookmelders en handmelders geïnstalleerd. Het gebouw heeft geen sprinklerinstallatie. Er is een droge stijglijn waaraan op elke verdieping een brandslang gekoppeld zit. Er is een speciale ontruimingsinstallatie die bij een brandsignaal stap voor stap automatisch omroepberichten door het gebouw stuurt om het gebouw per verdieping te ontruimen. Het signaal gaat ook meteen naar de brandweer.



In 1999 heeft Aronsohn raadgevende ingenieurs onderzoek gedaan naar de brandveiligheid van het gebouw. De grootste problemen die uit dat onderzoek naar voren kwamen²⁰, waren:

- De vleugels in de onderbouw zijn niet afgesloten van de centrale hal met een brandwerende pui.
- De centrale hal is te groot voor 1 brandcompartiment.
- De puien van de trappenhuizen zijn niet 60 minuten brandwerend.
- Er zijn geen sluisen aanwezig aan de vluchttrappenhuizen.

Sindsdien zijn de volgende maatregelen getroffen om de brandveiligheid van het gebouw te verbeteren:

- Automatisch sluitende deuren zijn geplaatst tussen de vleugels en de centrale hal.
- Er zijn rookuitlaatkleppen in de aansluiting tussen het laagbouwdak en de vloer van de hoogbouw gemonteerd.
- Er is een extra brandtrap geplaatst voor de ontsluiting van de collegezalen B en C.
- Tussen de vleugels en de centrale hal in de laagbouw zijn brandvertragende puien gezet.
- De puien voor de trappenhuizen worden brandvertragend gemaakt. Op dit moment wordt dat getest in Duitsland.

Zoals al besproken zijn eerder aan de buitenzijde extra brandtrappen geplaatst.

3.3 Klimaat- en installatieontwerp

Principe van het klimaatontwerp

Het gebouw voor Bouwkunde heeft een relatief sober, conventioneel klimaatontwerp.

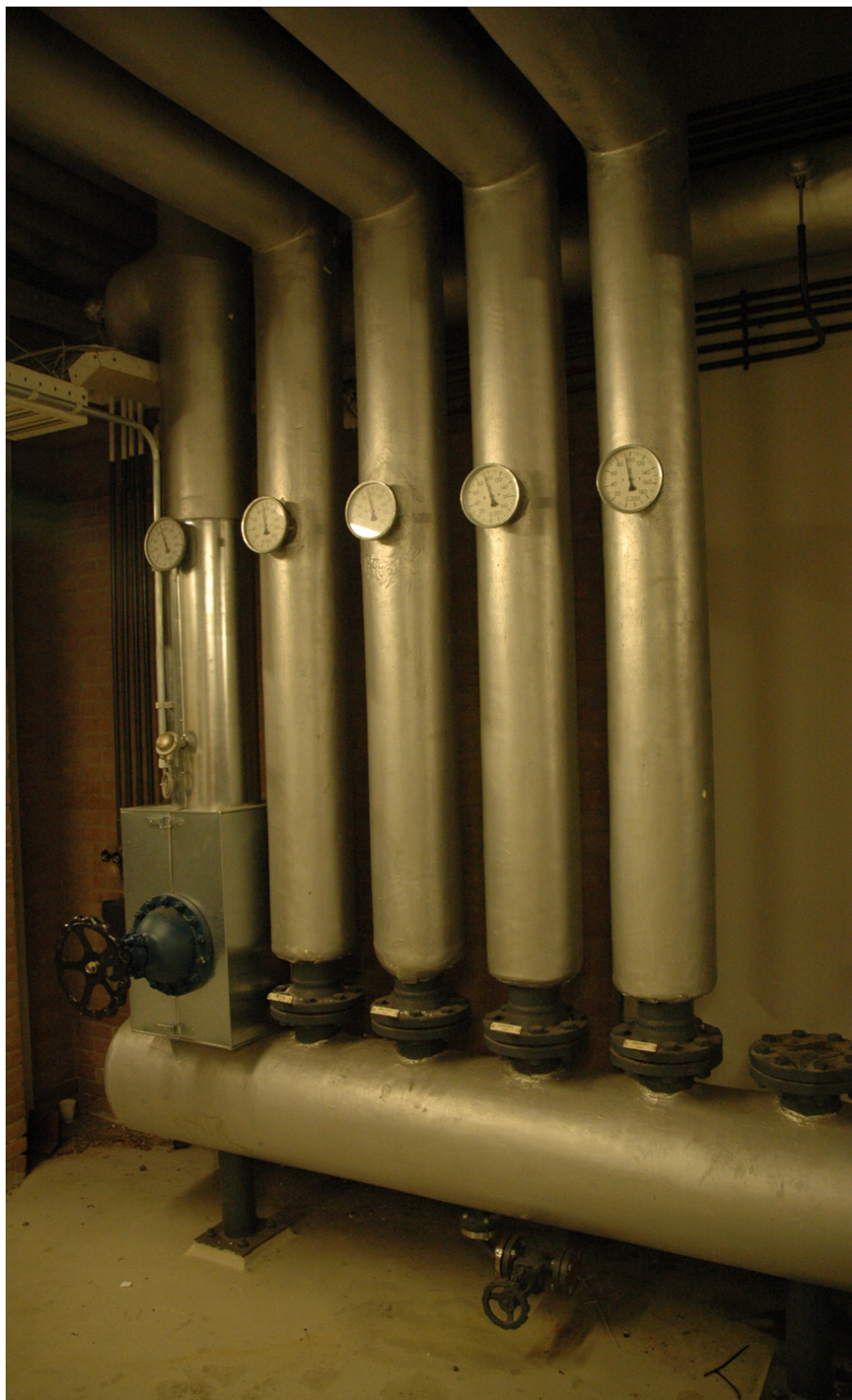
Verwarming en koeling

De verwarming geschiedt in het Bouwkundegebouw door een centraal verwarmingssysteem waarbij de warmte wordt onttrokken aan het stadsverwarmingssysteem van de TU-wijk. Dit systeem is gebaseerd op twee installaties voor warmtekrachtkoppeling (WKK), die elektriciteit en warmte produceren. Dit systeem heeft drie backupketels.

De stadsverwarming komt bij Bouwkunde binnen in de kelder, alwaar de warmte wordt bijgeregeld en verdeeld over het gebouw (Figuur 60 en 61).

In de kabinetten zijn inductie-units geplaatst. Aanvankelijk waren deze bedoeld voor luchtverwarming en -koeling, maar na een korte tijd van gebruik bleek dat de inductie-units veel mankementen hadden en regelmatig kapot gingen. Daarom is besloten om dit systeem af te schaffen en radiatoren voor de inductie-units te monteren. De units worden nog wel gebruikt voor de mechanische toevoer van ventilatielucht en 's zomers wordt deze lucht enigszins gekoeld.





Figuur 60 Binnenkomst van de stadsverwarming in de kelder van Bouwkunde

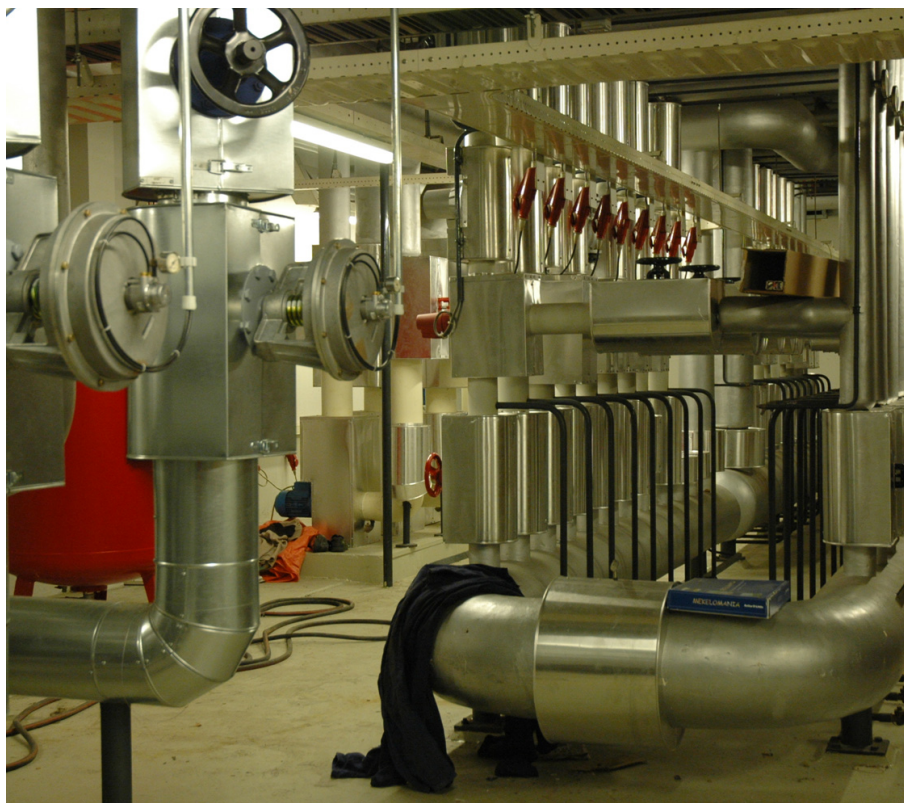


Ook in de lage atelierruimten (niet de met glas dichtgezette entresols) zorgen radiatoren voor de verwarming. De ateliers - boven en beneden - worden daarnaast geventileerd, verwarmd en gekoeld via inblaasunits aan het plafond (Figuur 62). Deze worden centraal (via het gebouwbeheersysteem) aangestuurd, maar er is in het atelier een minimale naregeling mogelijk. De lucht wordt gekoeld in de schacht naar de inblaasunits. 's Nachts wordt het gebouw doorgespoeld met koele verse lucht.

In het tutor- en instructiegebouwblok, op de begane grond en eerste etage aan westzijde, is in 2004 een volledige luchtbehandeling geplaatst, waarmee kan worden gekoeld en verwarmd, per ruimte instelbaar via een thermostaat (Figuur 63).

Warmwateropwekking

Om de twee verdiepingen (op de 3^e, 6^e, 9^e en 11^e etage) hangt een boiler die zijn eigen verdieping en de verdieping eronder en erboven voorziet van warm water. Warm water op de verdiepingen wordt gebruikt voor schoonmaakwerk en de koffiecorners. De keuken en vormstudiehal hebben hun eigen boilers. In verband met legionella hebben de kranen in de toiletruimten van Bouwkunde geen warm water meer.



Figuur 61 Bijmeng- en verdeelinstallaties





Figuur 62 Inblaasunit voor ventilatielucht in een atelier; koeling vindt plaats in de schacht naar deze unit



Figuur 63 Ruimtethermostaat (rechts) en een bedieningspaneel voor verlichting, doeken en zonneschermen (links) in de instructie- en tutorruimten in het westelijke lage blok



Luchtverversing

In de kantoren en ateliers kunnen de kleine klepramen boven in de raampartijen met een hendel door de gebruikers worden opengezet voor ventilatie. De grote ramen onderaan zijn gesloten en aan de binnenzijde voorzien van een extra schuifraam. Dit schuifraam heeft - behalve voor onderhoud aan en beluchting van het luxaflexsysteem in de spouw - geen rol in de luchtverversing van de kantoorruimte. Het functioneert in gesloten toestand wel als extra isolerende laag achter het buitenpaneel maar kan niet worden beschouwd als een tweede paneel in een dubbelglasraam, omdat door de brede spouw teveel warmteoverdracht via convectie plaatsvindt. Behalve via de klepramen vindt ook toevoer van verse lucht plaats via de inductie-units aan de gevels. Deze verwarmen of koelen de lucht echter niet. Lucht wordt mechanisch afgezogen in de gangen en toiletruimten. De atelierruimten worden mechanisch (gebalanceerd) geventileerd. De toevoer vindt plaats via de al besproken hangende inblaasunits aan gangzijde; afzuiging geschiedt via roosters in de vloer (entresols) of via afzuigunits hoog bij de ramen (lage atelierruimten). De witte doeken voor de ramen zorgen ervoor dat de ingeblazen ventilatielucht niet meteen wordt afgezogen boven aan de ramen. De inblaasluucht stroomt langs het doek en circuleert dan in de atelierruimte. Hier wordt het weggezogen, onder het doek door, langs de ramen (eerdere Figuur 57). Het doek functioneert ook als buffer: in de zomer wordt in de spouw zonnewarmte gebufferd en afgezogen en in de winter vormt deze spouw een extra isolatie laag.

Er is in het Bouwkundegebouw geen warmteterugwinning op afgezogen ventilatielucht. Wel wordt de lucht deels gerecirculeerd. In verband met legionellagevaar vindt geen luchtbevochtiging plaats.

Licht en zicht

De gevel van Bouwkunde kenmerkt zich door een horizontaal gelaagdheid met een relatief groot aandeel glas voor daglichttoetreding. Dat geldt vooral voor de atelierruimten, maar ook de kantordelen hebben hoge ramen. De vensterbanken zijn - door de inductie-units in de borstwering - vrij diep. Voor diepe daglichttoetreding in het gebouw hebben de kantoorruimten aan gangzijde een glastrook boven een kastenwand (Figuur 64). De kantoren en ateliers hebben in de meeste gevallen conventionele TL-buizen; sommige kamers en ateliers die recent zijn vernieuwd hebben HF-armaturen gekregen.

De plafonds bestaan uit witte houtwolmagnesietplaten, gemonteerd in naturel houten frames. De verlichting is meestal vertrekgeschakeld, vaak in twee stroken: langs de gevel en langs de gang. Echter, de kamers die HF-armaturen hebben gekregen, hebben deze verdeelschakeling niet meer. Er zijn in de kantoren en ateliers oorspronkelijk geen sensoren voor daglicht- of aanwezigheidsdetectie geïnstalleerd, maar de recentelijk met HF-armaturen voorziene kamers hebben dat wel. Aanwezigheidsdetectie is recentelijk ook aangebracht bij gerenoveerde toiletruimten op de begane grond.





Figuur 64 Daglichtstrook boven de wandkast van een atelier grenzend aan de corridor



Figuur 65 Windscherm bij de hoofdingang van Bouwkunde



In het tutor- en instructiegebouwblok, op de begane grond en eerste etage aan westzijde, zijn de doeken (primair tegen te fel licht) en uitvalschermen (primair tegen directe zoninstraling) door de gebruiker door middel van panelen (zie eerdere Figuur 63) in de muur in te stellen.

Akoestiek

De afwerking in het Bouwkundegebouw is in het algemeen sober en hard: veel tegels en linoleum (vloeren), beton, schrootjes, glas en gipsplaten (wanden) en de genoemde houtwolplaten (plafonds). De laatste hebben een duidelijke functie in de geluidsabsorptie. Veel planten, zacht meubilair en andere geluidsabsorberende objecten zijn er niet.

Stedenbouwfysisch comfort

Het eerste dat een bezoeker van de faculteit Bouwkunde merkt is het gemiddeld onprettige windklimaat om het gebouw heen, vooral bij de hoofdingang (noord/noordwest), waar de meest voorkomende wind uit het westen/zuidwesten de hoek om stroomt, al dan niet met geconcentreerde neerslaghoeveelheden, daarbij versterkt door de waterpartij aan de westzijde van het gebouw. Het platanenbos tussen Bouwkunde en het Sportcentrum lijkt daarbij nauwelijks dempend te werken. Omdat dit in het verleden tot vervelende en gevaarlijke taferelen leidde (ook vanwege opspattend water uit de gracht), is een schot geplaatst met houten panelen, die het doorwaaien verminderen (Figuur 65). Comfortabel is het echter nog niet.

De waterpartij aan west/zuidwestzijde draagt bij aan zonreflectie en daarmee verlichting en opwarming van het Bouwkunde aan die zijde. De wilgen en platanen aan de westzijde belemmeren dit echter. Deze staan in een verder niet-functionele groenstrook, aan weerszijden van de Mekelweg. Dit bos zorgt, vooral in de zomer, voor een beschaduwde gebied, dat nut zou kunnen hebben voor een terras (vergelijk met de Beestenmarkt in Delft), maar naast Bouwkunde doet het vooral troosteloos aan. Verder is er vooral belemmering van zon- en daglicht in het parkje aan noordoostzijde. Dit gebied ligt nagenoeg altijd in de schaduw van ofwel bomen ofwel het Bouwkundegebouw. Het parkje ligt er vaak verwaarloosd bij, vol met zwerfvuil. Het Bouwkundegebouw veroorzaakt zelf geen hinderlijke reflecties. Door de afwezigheid van direct aangrenzende gebouwen speelt dit probleem sowieso al niet. Er zijn geen metingen verricht om de geluidsniveaus (in dB(A)) op de gevel te bepalen. Er is enige hinder mogelijk van verkeerslawaaï vanaf de A13 aan oostzijde van Bouwkunde, als de klepramen aan die zijde open staan, maar concrete klachten zijn hierover niet bekend. Het best is het verkeer te horen vanaf de ('professor')balkons aan zuidoostzijde. Het snelweggeluid beperkt zich tot een monotone achtergrondruis, die voor het werk niet storend blijkt. Aan de westzijde zou enige hinder kunnen optreden vanaf de Kruithuisweg (zuid/zuidwestzijde), maar het geluidsniveau is aanmerkelijk minder, en ook hier zijn geen klachten van bekend. Aan de zuidwestzijde bevinden zich geen balkons.



Thermohygrisch comfort

Isolatie

In onderstaande tabel (Tabel 1) staan de warmteweerstanden voor de verschillende onderdelen van de buitenschil gegeven.

Tabel 1 Warmteweerstanden en -doorlatingscoëfficiënten van gebouwdelen van Bouwkunde

	Warmteweerstand R_c (in m^2K/W)
Kabinettengevel	0,75
Ateliiergevel	0,75
Laagbouwgevel	0,50
Keldervloer	0,48
Dak hoogbouw	1,26
Dak laagbouw	1,32
	Warmtedoorlatingscoëfficiënt, U-waarde (in W/m^2K)
Ramen	6,0

Volgens artikel 5.2 van het Bouwbesluit van 2003 moeten van een onderwijsgebouw dat nu zou worden gebouwd de uitwendige scheidingsconstructies voldoen aan een R_c -waarde van minimaal $2,5 m^2K/W$ en de ramen aan een U-waarde van maximaal $4,2 W/m^2K$. De R_c -waarden van de gevels, keldervloer en daken en de U-waarde van de ramen van het gebouw voor Bouwkunde voldoen dus niet aan de norm die tegenwoordig gesteld wordt aan onderwijsgebouwen. Het energiegebruik van het gebouw en de invloed daarvan op het milieu wordt verder besproken in hoofdstuk 3 van dit deel, de milieuanalyse. Maatregelen die inmiddels zijn genomen om de isolatie van het gebouw te verbeteren zijn het gefaseerd installeren van dubbelglas, waarmee een veel lagere U-waarde wordt bereikt.

In de laagbouw is in de loop der tijd 60% van de ramen vervangen door isolatieglas. In de hoogbouw zijn bij alle ateliers de ramen vervangen door isolatieglas. Voor de kabinetten in de hoogbouw wordt op moment van schrijven een proef gedaan in kabinet 11.08 naar de behoefte aan dubbelglas uit oogpunt van comfort. Deze proef moet nog geëvalueerd worden.

Warmteaccumulatie

Er is geprobeerd gebruik te maken van de massa van het gebouw. De massa van de onbeklede schijven, kernen, kolommen en borstweringen van de betonnen draagconstructie zorgen voor thermische buffering. De massa van de vloeren is niet actief ingezet, omdat deze zijn afgesloten met een verlaagd plafond en linoleum vloerafwerking. En zoals al eerder vermeld heeft de dubbele beglazing van de atelier- en kabinetgevel een spouw die als thermische buffer dient.

Analyse

De warmte- en kouderegeling was op Bouwkunde altijd al een probleem. De hal is, mede door zijn hoogte, in de winter en het voor- en naseizoen vaak oncomfortabel koud. Dat was in het verleden nog erger. Vroeger had de hoofdingang van het gebouw zware toegangsdeuren. Vanwege de



windproblemen en de tocht zijn die vervangen door een dubbele schuifdeur. Al eerder had FM-medewerker Charles Staakman gemeld dat een tourniquet een betere oplossing was, maar dit kostte erg veel (Fl. 250.000) en moest door Bouwkunde zelf worden betaald. Bovendien vonden sommige architectuurdocenten dit een aantasting van het ontwerp van Van den Broek & Bakema. Toch zorgde de entree ook met een schuifdeur voor veel tocht en warmteverlies. Daarom is deze in de zomer van 2005 alsnog toch vervangen door een tourniquet.

In de centrale hal van Bouwkunde valt de oververhitting ondanks de grote glasvlakken in de zomer mee. Dit ligt deels aan de belemmering van de bouwblokken aan westzijde, deels aan de hoge ruimte, en deels aan de zonnestraling die de hal direct aan de andere zijde verlaat via de ramen aldaar.

In het tutor- en instructiedeel werkt de verwarming en koeling niet altijd naar behoren: het kan een hele dag te koud of juist te warm zijn, waarbij aanpassingen aan de thermostaat geen effect hebben. Van de zonweringsmogelijkheden kan alleen het uitvalscherp worden ingesteld; de doeken voor de ramen zijn ofwel volledig omlaag, ofwel volledig omhoog, hetgeen kunstverlichting nodig maakt als de doeken omlaag zijn.

De klimaatregeling is aangesloten op een gebouwbeheersysteem (GBS). Het beleid is dat in de weekenden de verwarmingsinstallaties laag staan en op zondagavond om 0:00 uur weer hoger worden gezet. De kabinetten kunnen echter - vooral na het weekend, als de verwarming heeft uitgestaan - flink koel zijn op maandagochtend, hoewel dit in een dag tijd gecorrigeerd kan zijn. De installaties draaien nu continu. De te openen bovenlichtramen sluiten niet altijd goed (staal op staal), waardoor tocht ontstaat.

Nadeel van de radiatoren is dat ze nauwelijks instelbaar zijn, laat staan thermostatisch programmeerbaar. Dit heeft tot gevolg dat de temperatuurbeleving gedurende de dag flink kan fluctueren: bij een mild koud weertje betekent 'radiator aan' dat het snel te warm wordt, 'radiator uit' dat het te koud wordt. Als men bij binnenkomst de verwarming aanzet en vervolgens een aantal afspraken elders heeft, is de kamer daarna vaak te warm geworden, wat op korte termijn alleen opgelost kan worden door het klepraam en de deur naar de gang open te zetten. Het zal duidelijk zijn dat dit 'Oostbloksysteem' het energiegebruik geen goed zal doen.

Doordat alle kabinetten vanaf de gevel worden verwarmd via de radiatoren, en kamers soms behoorlijk vol kunnen staan met kasten, tafels en andere attributen (Figuur 66), treedt stralingsasymmetrie op. Mensen die hun werkplek aan gangzijde hebben kunnen het soms onprettig koud krijgen in de winter. Ook werd door een masterstudente²¹ geconstateerd dat er relatief veel last van koude voeten was.

In de ateliers zijn de hoge ramen grote koudebruggen, die in de winter voor koudeval kunnen zorgen, die in de benedenruimten voor koudesensatie kan zorgen.





Figuur 66 Een volgebouwd kabinet

In de bovenruimten op de entresols zijn de oververhitting en luchtkwaliteit een probleem. In 2004 zijn deze in de ateliers - mede om akoestische redenen - dichtgezet met glas, waardoor de onderste ruimte - die in het verleden ook vaak te warm werd - thermisch prettiger is geworden, maar dit geldt niet voor de bovenste ateliers, waar het benauwd kan worden door teveel warmte en onvoldoende luchtverversing. Uit een onderzoek van twee masterstudenten²² voor het mastervak Environments bleek dat veel gebruikers van zo'n entresolruimte op 7 Zuid het te warm vonden.

Het probleem bij deze ateliers is dat er geen ramen of roosters kunnen worden opengezet en dat de geplaatste computers en het intensieve gebruik door studenten tot teveel warmteontwikkeling leidt. Sommige problemen ten aanzien van de thermische behaaglijkheid hadden te maken met sensor- en afstelproblemen, waardoor het gebouwbeheersysteem niet naar behoren reageerde. Deze zijn nu verholpen.

Doordat geen bevochtiging van de ventilatielucht plaatsvindt en in het gebouw nauwelijks begroeiing en geen bevochtiging door fonteinen of iets dergelijks plaatsvindt kan de lucht relatief droog worden. Dit geldt met name in de winter en op zonnige dagen gedurende het hele seizoen, als de temperatuur in het gebouw die van buiten overtreft. Dit kan tot hoofdpijn en irritatie van de slijmvliezen, ogen en keel leiden.



Luchtkwaliteit

De klepramen in de kantoorruimten blijken prettig voor de luchtverversing, maar een praktisch probleem is dat er te weinig hendels zijn, waarmee deze opengedraaid kunnen worden. Ook staat er soms zo'n groot verschil in luchtdruk tussen west- en oostzijde van het gebouw, dat het openzetten van klepramen en deuren in het gebouw luchtstromingen en dus onprettige tocht veroorzaakt, vooral ter plekke van het drukpunt van de wind op de hoogbouw.

Het verhaal van de oncomfortabel koele werkplekken aan gangzijde van kantoorruimten betreft ook de luchtverversing op die plekken. Het klepraam is de enige verseluchtvoorziening, en zelfs als de deur open staat is de doorstroming in hoeken van de kamer onvoldoende. De mechanische toevoer van ventilatielucht in de kabinetten is niet continu; het grootste deel van het jaar is de doorstroom gering. Er kan zich stof ophopen, die bij een hoge inblaasstand terug de ruimte in wordt geblazen. Dit kan hoofdpijn veroorzaken bij de gebruikers. De toevoer van verse lucht wordt in veel kabinetten belemmerd door op de inblaasroosters geplaatste planten en papierwerk (Figuur 67).



Figuur 67 Papierwerk op ventilatieroosters in kabinetten, verse luchttoevoer wordt belemmerd



Onder in de kastwand aan de gangzijde aangebrachte roosters functioneren niet of onvoldoende. Zoals al gemeld is de luchtverversing in de ateliers op de entresol sinds het dichtzetten met glas onvoldoende. De lucht kan vervuild raken door vezels, microbiologische factoren en chemische agentia. Bij het Bouwkundegebouw zijn de voornaamste bronnen van vervuiling de kantoorapparatuur (ozon uit printers en copiers, die apart staan), personen, schoonmaakmiddelen en (verwaarloosde) groenvoorzieningen.

Sinds het rookverbod in het gebouw is de luchtkwaliteit aanmerkelijk verbeterd. In de hal is in 2006 een speciale rookruimte voorzien, die apart wordt afgezogen. Het betreden van deze ruimte veroorzaakt nauwelijks rookhinder voor de naastgelegen hal.

Luchtvochtigheid, oppervlaktecondensatie en inwendige condensatie

Deze aspecten zijn niet uitgewerkt.

Visueel comfort

Doordat de ramen bij de kabinetten doorgaan tot het plafond komt er veel daglicht binnen. Overmatige warmte-instraling wordt geweerd door het getinte thermopane glas in de bovenramen en de individueel bedienbare lamellenzonwering. Met de lamellenzonwering kunnen ook storende reflecties worden geweerd. Om het daglicht verder te laten komen dan alleen in de kabinetten, is er in de scheidingswanden tussen de kabinetten en de gang een eerder genoemde raamstrook van 500 mm hoog onder het plafond opgenomen.

Bij de ateliers lopen de ramen vanaf de borstwering ook helemaal door tot aan het plafond. De raamstrook die hier boven de kijkstrook zit bevat thermolux glas, dat een bijzondere lichtinval creëert in de ateliers. Ook hier kunnen overmatige warmtestraling en storende reflecties geweerd worden met de lamellen zonwering. De lamellenzonwering in de ateliers wordt centraal aangestuurd, maar de stand van de lamellen kan individueel bijgesteld worden. Op nagenoeg alle werkplekken komt voldoende daglicht binnen, misschien met uitzondering van de plekken die verdiept liggen in de blokkenhal. De grote ramen kunnen echter voor oververhitting en verblinding zorgen. Het neerlaten van de luxaflex (kantoren) en doeken (ateliers, instructie- en tutorruimten) maakt dan vaak kunstverlichting noodzakelijk. Kunstverlichting is vaak ook al nodig door het grote lichtcontrast dat ontstaat door de grote glasvlakken.

Zoals al gemeld leidt de beperkte instelbaarheid van zonnenschermen in het tutor- en instructieblok (ofwel volledig omlaag, ofwel volledig omhoog) tot onnodige bijstellingsbehoefte van de verlichting, die echter ook alleen aan of uit kan. Dit maakt dat presentaties via de beamer, dia- of overheadprojector soms onnodig oncomfortabel zijn.

Goed uitzicht is horizon, beweging op het maaiveldniveau en groen. De vensterbanken in de kantoorruimten en in mindere mate in de ateliers beperken het uitzicht in de ruimten tot zicht op de hemel. Er is geen tot weinig zicht op straatniveau, vooral vanuit de hoogbouw. Behalve dat dit een



psychologisch nadeel kan hebben, heeft de hemelkoepel een veel grotere lichtsterkte en treedt dus snel verblinding op.

Op een heldere dag (zomer, winter of tussenseizoen) zijn weinig ramen niét verduisterd. Hoge ramen zijn nuttig voor de diepe toetreding van daglicht in een vertrek. Voor het comfort van de gebruiker is het goed om daarnaast een raam te hebben dat meer zicht geeft op de begane grond.

In de kabinetten kan de zonbelasting in de ochtend (oostzijde) of namiddag (westzijde) hinderlijk zijn vanwege de lage zonnestand; deze instraling kan alleen met het luxaflexsysteem worden geweerd, waardoor vervolgens behoefte aan kunstverlichting ontstaat.

De luxaflex is namelijk meestal niet meer scherp in te stellen in lamelhoek, waardoor de belemmering 100% dan wel 0% is. In sommige gevallen is de luxaflex zelfs niet eens meer te bedienen doordat de touwtjes zijn geknapt of vastgelopen.

Akoestisch comfort

Om de scheidings- en afwerkingconstructie ook als geluidsbarrière te laten werken is steenwolisolatie toegepast in de scheidingswanden en geluidabsorberende plafondpanelen in de kabinetten en ateliers.

Omdat het gebouw voor Bouwkunde niet in een omgeving staat waar overmatig veel industrieel of verkeerslawaai heerst, zijn er geen speciale maatregelen genomen voor de geluidisolatie van de gevel.

Volgens een onderzoek naar de gebruikskwaliteiten van het gebouw voor Bouwkunde²³ zijn er wel veel klachten over geluidshinder in de ateliers.

Er zijn teveel mensen die dezelfde ruimten moeten delen, wat leidt tot geluidsoverlast. De scheidingsconstructies die in deze ateliers worden gebruikt om verschillende zaaltjes af te bakenen, zijn verplaatsbare panelen, die alleen zorgen voor een visuele afscheiding, en geen geluidsoverdracht kunnen weren. Inmiddels zijn er in een aantal ateliers nieuwe scheidingsconstructies geïnstalleerd, die niet meer verplaatsbaar zijn, beter geluid weren en ook geluid absorberen (Figuur 68 en 69).

Er was ook altijd veel geluidsoverdracht tussen de entresols en de grote atelierzalen. Dit probleem is opgelost met een scheidingsconstructie van glaswanden op de hangvloeren (Figuur 70). Nu zijn er echter klimatologische problemen, omdat de verschillende van elkaar gescheiden zalen op één klimaatgroep zitten. Dit probleem wordt over een jaar aangepakt.

In het algemeen is, ondanks de harde vloer-, wand- en plandaafwerkingen, weinig hinder bekend van oncomfortabele geluidsniveaus en galm vanuit de ruimten zelf, met uitzondering van de kantine.

De gunstige beleving heeft te maken met akoestische demping van de alomtegenwoordige houtwolplaten, maar een enkele kaal ingerichte kamer laat horen dat dit niet het enige is. De plafondplaten verkeren nog in originele staat en doen hun werk, maar daarnaast zijn de kantoren vaak voorzien van whiteboards, posters en soms van prikboarden, of er staan boekenkasten voor (eerdere Figuur 67), die op de faculteit veelal goed gevuld zijn. Al deze elementen hebben een rol in de geluidsdemping.





figuur 68 Standaard scheidingsconstructie in de ateliers



Figuur 69 Nieuwe scheidingsconstructie in de ateliers



Figuur 70 De later aangebrachte glaswand op de entresols

Op de vloer ligt nagenoeg overal linoleum, maar relatief volle kamers voorkomen een te grote nagalmtijd. Dit ligt dus aan de gebruikers. In een kaal gelaten kamer met gesloten kasten als berging is de akoestiek anders, oncomfortabel. Geluidsoverdracht tussen kantoorruimten - vooral via de dunne wandpanelen tegen de raamstijlen en via het verlaagde plafond - kan soms hinderlijk zijn. Kamers grenzend aan toiletruimten hebben hinder van spoelgeluiden.

De ateliers kunnen gehorig zijn, vooral bij gelijktijdige presentaties in nevenliggende delen van de ateliers. Ateliers in de ingehangen entresols hadden tot een paar jaar geleden een slechte akoestische kwaliteit vanwege geluidsoverdracht vanuit ondergelegen ateliers, maar deze ruimten zijn inmiddels dichtgezet met glas, wat de akoestiek daar zonder verdere aankleding overigens ook niet bijzonder goed maakt, benevens de temperatuur- en luchtkwaliteitgerelateerde kanttekeningen.

Het grote akoestische probleem van de faculteit Bouwkunde, waar iedereen regelmatig mee te maken heeft, betreft de kantine. De akoestische kwaliteit is daar erbarmelijk. De eetruimte is vrij laag en doordat de houtwolplaten van het volledig gesloten plafond ooit zijn nabeschilderd, zijn de holtes tussen de vezels afgesloten, waarmee geluidsdemping sterk is verminderd. In een volle kantine is men slechts binnen een meter nabijheid te verstaan.



Er zijn verschillende, voor een eetgelegenheid nog enigszins praktische oplossingen voor dit probleem te bedenken: minder mensen laten eten in de kleine ruimte (ergo, elders meer eetruimte creëren, bijvoorbeeld in de hal), het plafond deels open maken, waarmee meer geluid kan worden gedempt in de hogere tussenruimten en boven de verlaagde platen, meer gestoffeerd meubilair of geluiddemping aan de wanden, meer planten toepassen etcetera.

Ten aanzien van akoestische problemen schakelt de facilitaire dienst desgewenst een deskundige vanuit de faculteit in. Akoesticus Lau Nijs heeft zo verschillende metingen verricht aan ruimten - waaronder recent de rookruimte aan de hal - waar FM vervolgens actie op onderneemt.

Algemeen

De mensen van FM meldden in het algemeen dat ze graag horen van klachten, omdat ze er dan iets aan kunnen doen. Vaak komen klachten met een omweg bij ze terecht, met een te vage omschrijving, waardoor geen actie kan worden ondernomen. Zij hoopten daarom dat een analyse als deze mensen meer zal aanzetten tot het doorgeven van klachten over het binnenklimaat.

Milieuanalyse

4

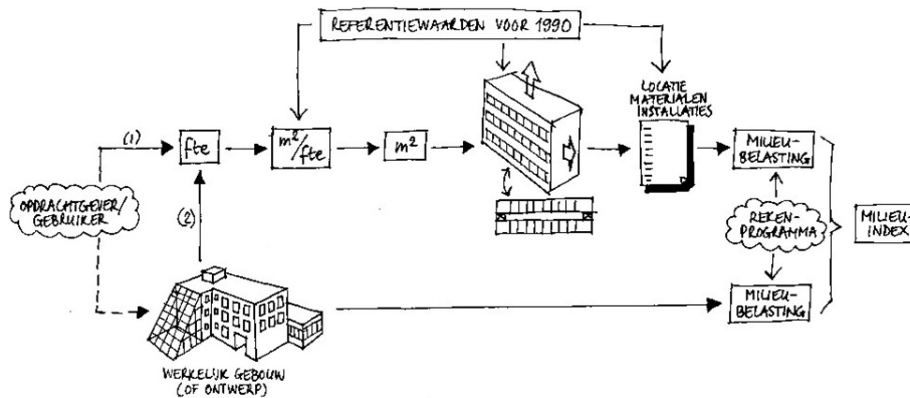
Voordat de resultaten van de milieuanalyse worden besproken eerst een korte introductie, die de analyse later beter in perspectief plaatst en die verklaart waarom een milieuvergelijking niet eenvoudig is.

Om de milieuprestatie van een gebouw te bepalen²⁴, moeten de absolute uitkomsten, berekend met een milieurekenprogramma zoals *GreenCalc+*, worden vergeleken met een (theoretisch) referentiegebouw met evenveel gebruikers, maar waarvan de maat (het bruto vloeroppervlak, BVO) is afgestemd op het referentievloergebruik voor die mensen (de gebruiksreferentie). Dit leidt tot de 'gebruiksmilieu-index' (Figuur 71). *GreenCalc+* noemt deze simpelweg 'milieu-index'.

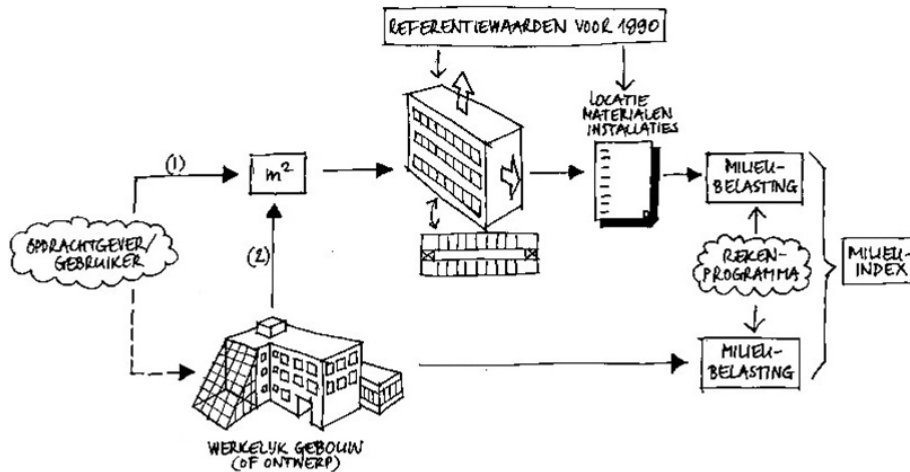
Om alleen het effect van het gebouwwontwerp te zien moet een gebouw worden vergeleken met een referentiegebouw waarvan het vloergebruik gelijk wordt genomen (de gebouwreferentie), leidend tot de 'gebouwmilieu-index' (Figuur 72).

In *GreenCalc+* wordt de 'gebouwmilieu-index' (in *GreenCalc+* 'gebouwindex' genoemd) anders aangepakt: de referentie wordt qua BVO gelijk gesteld, maar het aantal gebruikers van het onderzochte gebouw (in dit geval dus Bouwkunde) wordt aangepast aan het referentievloergebruik. Bouwkunde krijgt in dat geval voor de berekening fictief meer of minder mensen toegewezen. Bovendien worden enkele gebruiksparameters bij Bouwkunde aangepast aan een referentie van openingstijden en verlichtingsuren. Deze aanpak is wetenschappelijk misschien aanvechtbaar, en leidt tot afwijkingen in de uitkomsten. In dit analyseproces is door ons behalve het BVO ook het gebruiksoppervlak in Bouwkunde gelijkgesteld aan de referentie (een 'ander' Bouwkunde), en dat maakt de resultaten meer valide.

Een tweede punt is dat een universiteitsgebouw zoals Bouwkunde onderwijsfuncties met kantoorfuncties combineert. *GreenCalc+* heeft een referentie voor onderwijsgebouwen en voor kantoren, maar niet voor de combinatie daarvan. Daarom is het Bouwkundegebouw voor een geschikte vergelijkingsreferentie functioneel gesplitst in een onderwijsdeel en een kantoordeel, waarbij het totaal aantal studenten (3299) werd toegewezen aan het eerste, en het totaal aantal medewerkers (570) aan het tweede. Zo bestond de referentie ook uit een kantoor voor 570 personen (met een referentieoppervlakte van 28 m² per persoon) en een onderwijsgebouw voor 3299 studenten (met een vloerreferentie van 3,9 m² per persoon). Vervolgens kon het ontwerp van het Bouwkundegebouw in *GreenCalc+* worden ingevoerd, op deelaspecten en het totaal doorgerekend en vergeleken met de referentie.



Figuur 71 Principe van de bepaling van een gebruiksmilieu-index



Figuur 72 Principe van de bepaling van een gebouwmilieu-index

Ten derde speelt de kwestie van het meenemen van de levensduur. Dit heeft vooral invloed op de prestatie van het materiaalgebruik. *GreenCalc+* gaat uit van een referentielevensduur van 75 jaar, waarbij de milieubelasting van de materialen (uit levenscyclusanalyses, LCAs) wordt bepaald door de aanvankelijke investering in materialen, reparaties, onderhoud en vervanging tijdens de levensduur en de sloopfase. De initiële milieuinvestering is verreweg het grootst, en die kan worden gezien als milieuhypothec die over die 75 jaar moet worden afbetaald. Dat betekent dat als een gebouw al een bepaalde leeftijd heeft bereikt, een deel van die hypotheekschuld is afbetaald. Hoe langer een gebouw meegaat, hoe lager daarom de jaarlijkse milieulasten (en dus hoe beter de milieuprestatie) voor het gebruik van bouwmaterialen. Daarom is een iets milieubelastender materiaalgebruik niet erg als het gebouw lang meegaat, of als de levensverwachting lang is. Dat laatste is het geval bij een overgedimensioneerde constructie.



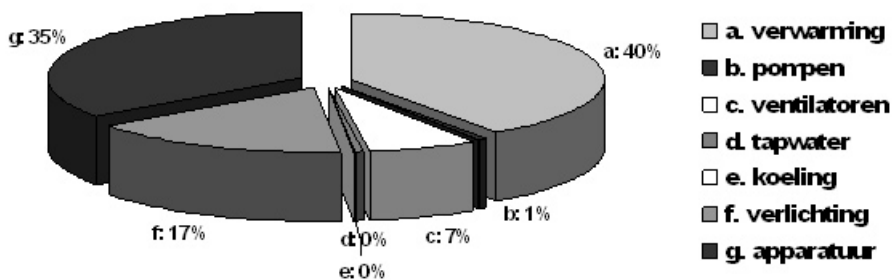
4.1 Energie

Figuur 73 geeft de verdeling van milieukosten voor het energiegebruik van het Bouwkundegebouw. Zichtbaar is dat verwarming de grootste energiepost is, gevolgd door het gebruik van apparatuur. Het grote gebruik van energie voor verwarming is te verklaren door de beperkte warmte-isolatie van het gebouw (zowel in gevel, dak als beganegrondvloer). Het grote aandeel van apparatuur komt overeen met andere (kantoor)gebouwen, tegenwoordig: het gebruik van computers, printers, copiers, frisdrank- en koekenapparaten etc. heeft een flinke vlucht genomen sinds begin jaren '90 en dat heeft geleid tot een toename van het elektriciteitsgebruik.

Verlichting en ventilatoren zijn de volgende energieposten; het gebruik van pompen (hydroforen) en het energiegebruik voor warm tapwater dragen nauwelijks iets bij. De verlichtingsbijdrage is lager dan in de meeste vergelijkbare gebouwen. Dit kan verklaard worden door het relatief grote glasoppervlak in de gevels.

Zoals beproven in het voorgaande hoofdstuk heeft Bouwkunde geen luchtbevochtiging en beperkte koeling. Het was in *GreenCalc+* niet mogelijk om de recent gerealiseerde tutor- en instructieruimten een separate klimatisering te geven zonder dat dit problemen gaf op andere onderdelen. Daarom is de koeling bij de invoer uitgezet, wat leidde tot de 0-procentbijdrage in Figuur 3. In werkelijkheid is zijn er dus wel beperkte milieukosten voor koeling.

In Tabel 2 wordt het Bouwkundegebouw vergeleken met zijn referenties; daarin is ook een 'ander' Bouwkunde (met terugverwijzing naar de introductie van dit hoofdstuk) de basis voor de vergelijking met de gebouwreferentie.



Figuur 73 Verdeling milieukosten voor energiegebruik



Tabel 2 Absolute uitkomsten voor Bouwkunde, zijn gebruiksreferentie en gebouwreferentie

onderdeel	Bouwkunde	gebruiksreferentie		Bouwkunde*	gebouwreferentie	
		referentie	verschil		referentie	verschil
verwarming	164.609	97.807	68%	163.904	135.155	21%
pompen	2.726	5.472	-50%	4.085	7.880	-48%
ventilatoren	28.369	42.948	-34%	27.051	61.898	-56%
tapwater	1.874	6.684	-72%	2.808	10.044	-72%
koeling	0	29.823		0	40.067	
verlichting	68.854	87.054	-21%	96.009	124.344	-23%
apparatuur	143.524	108.146	33%	139.611	151.839	-8%
TOTAAL	409.957	377.933	8%	433.467	531.225	-18%

* Bouwkunde met aangepast aantal gebruikers en referentiegebruik

Te zien is dat Bouwkunde ten opzichte van de gebruiksreferentie 68% meer milieukosten maakt voor verwarming; milieukosten voor het gebruik van apparatuur liggen in het relatief rijk geautomatiseerde Bouwkunde 33% hoger dan bij de referentie. Duidelijk minder milieukosten worden gemaakt bij het tapwater (-72%), de pompen (-50%) en verlichting (-21%), maar afgezien van verlichting dragen deze in absolute zin niet veel bij. Ten opzichte van de gebruiksreferentie ligt het energiegebruik van Bouwkunde overall 8% hoger dan de referentie, en dat valt best mee voor een gebouw van deze leeftijd. De ongunstiger score komt door het inefficiënte gebruik: er hadden meer mensen in het gebouw gepast, waardoor het materiaal- en energiegebruik per persoon kleiner zou zijn.

Ten opzichte van de gebouwreferentie vallen de scores voor het aangepaste Bouwkunde overal gunstiger uit. Dit komt doordat dit referentiegebouw nu even groot is. Een deel van de gunstiger uitkomsten zit in het opgeheven ruimteverschil met de referentie: nu wordt een volume gelijk aan dat van Bouwkunde geklimatiseerd (verwarming, ventilatie, verlichting) en het omhullende oppervlak van het gebouw is nu ongeveer gelijk. Een ander deel van de gunstiger vergelijking ligt in de verminderde verwarmingsbehoefte doordat *GreenCalc+* het aantal mensen (met hun warmteproductie) in Bouwkunde laat toenemen. In vergelijking met een gebouwreferentie blijkt Bouwkunde op energetisch gebied overall gezien dus relatief gunstig.

Het vervangen van enkelglas door dubbelglas en aanbrengen van verlichtingssensoren zullen het energiegebruik terugdringen, maar het grootste energieprobleem, de verwarming, blijft bestaan. Gezien de slechte warmte-isolatie zou een (lage-temperatuur) stralingssysteem gunstiger zijn, zeker in de ruime hal, die nu vaak oncomfortabel koud is (zie het vorige hoofdstuk, bij 'klimaatontwerp') en een te groot volume heeft om effectief te worden verwarmd met convectoren of radiatoren.

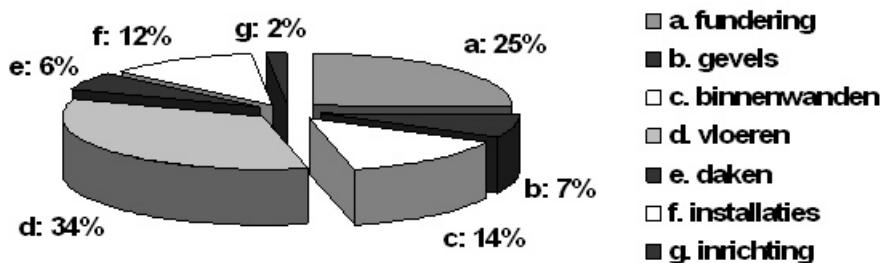
4.2 Materiaal

Voor de in Bouwkunde gebruikte bouwmaterialen - inclusief het onderhoud en de vervanging daarvan sinds de oplevering - geeft figuur 74 een verdeling van milieukosten. De vloeren dragen het meeste bij - hetgeen gebruikelijk is in dit soort gebouwen - gevolgd door de fundering en binnenwanden, waarbij gezegd moet worden dat onder de laatste ook kolommen, balken en dragende binnenwanden vallen. Ook het onderdeel 'daken' bestaat voornamelijk uit draagconstructie. Daarmee is de totale bijdrage van de draagconstructie in de milieubelasting ongeveer 75%. Dat is groter dan bij de meeste kantoren (60% ²⁵) en kan worden verklaard door de zware betonconstructie, met name in de fundering.

Opvallend is verder het 12% aandeel van installaties, dus de materialen toegepast in de installaties en leidingen, een significant deel dat nogal eens wordt vergeten bij milieuvergelijkingen.

De bijdrage van de gevels en inrichting in de milieukosten is vanwege het geringe volume aan materiaal relatief laag.

Voor een goede indruk van de milieuprestatie van Bouwkunde als gebouw moeten de absolute uitkomsten van Bouwkunde ten opzichte van een even grote referentie worden bestudeerd, de gebouwreferentie (zie Tabel 3). Het komt er hierbij op neer dat het Bouwkundegebouw wordt vergeleken met een opgetelde referentie van een schoolgebouw en een kantoorgebouw. Tabel 3 is gebaseerd op een berekening zonder medeneming van de leeftijd van het gebouw, zoals besproken in de introductie van dit hoofdstuk.



Figuur 74 Verdeling milieukosten voor materiaalgebruik

Tabel 3 Absolute milieukosten van Bouwkunde en zijn gebouwreferentie

bouwdeel	Bouwkunde	gebouwreferentie	
		referentie	verschil
fundering	18.401	1.683	994%
gevels	5.407	10.272	-47%
binnenwanden	10.003	16.138	-38%
vloeren	24.909	20.761	20%
daken	4.392	1.306	236%
installaties	8.704	8.963	-3%
inrichting	1.153	2.133	-46%
TOTAAL	72.968	61.255	19%

Te zien is dat de milieubelasting van het gebouw vele malen (bijna 10x) hoger ligt in de fundering, wat te wijten valt aan het relatief grote oppervlak aan keldervloer, kelderwanden en beganegrondvloer (het referentiegebouw heeft geen kelder). Ook de milieubelasting van het dak ligt een stuk hoger (ruim 2 keer) dan bij het referentiegebouw; analoog aan de beganegrondvloer is dit te wijten aan het grote dakoppervlak: Bouwkunde heeft een groot aandeel laagbouw van twee lagen, en aangezien de milieukosten van dak en vloer per vierkante meter hoger zijn van de gevels valt dit ongunstig uit.

Minder schokkende maar toch negatieve verschillen liggen in de milieubelasting van de vloeren (20% hoger). Installaties zijn ongeveer gelijk aan de referentie.

De milieukosten van Bouwkunde zijn lager dan bij de referentie in de gevels (-47%), inrichting (-46%) en binnenwanden (-38%), maar deze hebben een geringere invloed op het totaal. Overall zijn de milieukosten van het gebouw 19% hoger dan van de referentie.

Conclusie is daarom dat de zware draagconstructie van het Bouwkundegebouw tot een ongunstige score op materiaalgebied leidt, maar dit is in geval zowel Bouwkunde als zijn referentie worden beschouwd als zojuist gebouwd. Het Bouwkundegebouw gaat nu al 36 jaar mee, en zoals uitgelegd in de introductie, is de helft van de initiële milieuhypothek dan al bijna afgelost. De feitelijke milieukosten voor bouwmaterialen liggen voor veel onderdelen daarom ongeveer de helft lager. Dit terwijl het gebouw wordt vergeleken met een referentiegebouw uit 1990, dus met minder afbetaalde schuld.

Tabel 4 geeft de herberekening op basis van de leeftijd van Bouwkunde respectievelijk zijn referentie. Nu scoort Bouwkunde overall gezien beter, al blijven de fundering en daken ongunstig.

Daarnaast kan worden opgemerkt dat Bouwkunde wordt vergeleken met een standaardontwerp waarvan het de vraag is of deze zo oud als Bouwkunde zou kunnen worden. Deze verrekening van de verwachte levensduur zou een verdere verfijning zijn bij de milieuvergelijking van bouwmaterialen, maar dat is in deze analyse vanwege de complexiteit van gebruiksduurvoorspelling niet gedaan.

Tabel 4 Milieukosten uit Tabel 2, met verrekening van de leeftijd (36 resp. 16 jaar)

bouwdeel	Bouwkunde	gebouwereferentie	
		referentie	verschil
fundering	9.569	1.324	623%
gevels	2.812	8.080	-65%
binnenwanden	5.202	12.695	-59%
vloeren	12.953	16.332	-21%
daken	2.284	1.027	122%
installaties	4.526	7.051	-36%
inrichting	600	1.678	-64%
TOTAAL	37.943	48.187	-21%



De degelijkheid van de draagconstructie van Bouwkunde kan de basis vormen voor een langdurig gebruik. Voor de beste milieuprestatie van het gebouw is het daarom van belang dit meest milieubelastende deel van Bouwkunde, zo lang mogelijk blijft staan, hoogstens met vervanging van installaties, inbouw of zelfs gevels.

4.3 Water

Het berekende drinkwatergebruik per dag bedraagt 43 liter per persoon; per jaar is dat 32521 liter (overeenkomend met 10238 euro milieukosten). Daarmee ontloopt het gebouwontwerp de referentie (32671 liter of 10285 euro per jaar) niet veel. De milieu-index is daarom 100.

Onze inschatting is echter dat het watergebruik voor toiletten hoger zal liggen dan berekend. Dat komt omdat Bouwkunde bij de zittoiletten een sproei-systeem heeft waarbij de spoeling zo lang kan worden ingedrukt als men wil. Aangezien de toiletten niet zijn voorzien van een wc-borstel, wordt bij een lastige hoop soms onnodig veel water verbruikt. In *GreenCalc+* kon dit systeem niet worden ingevoerd; we hebben gekozen voor standaardtoiletten met 9-literspoeling (de ouderwetse spoelreservoirs). De referentie uit 1990 heeft deze ook, hetgeen verklaart waarom de berekende verbruiken van gebouw en referentie dicht bij elkaar liggen. De toiletspoeling is namelijk verreweg de grootste drinkwaterverbruiker. Het relatief grote aandeel aan urinoirs (45% van alle toiletten, 5% meer dan bij de referentie) is gunstig voor het watergebruik voor toiletgebruik.

Bouwkunde heeft verder voorzieningen en waterarmaturen die overeenkomen met de referentie: een kantine, beperkte groenvoorziening en standaardkranen bij alle wasbakken. De twee douches in de kelder spelen nauwelijks een rol van betekenis in het verbruik.

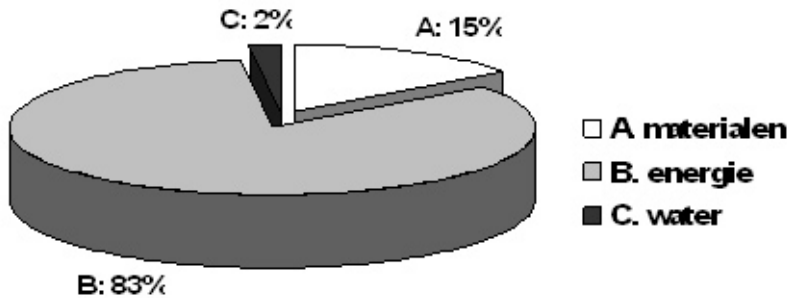
Aangezien het toepassen van waterbesparende systemen tegenwoordig eenvoudig en goedkoop is, kan in het Bouwkundegebouw nog aardig wat water worden bespaard, met name bij de toiletten. Tegenwoordig behalen moderne kantoren en scholen (ten opzichte van) vrijwel altijd een hoge milieuscore op het watergebruik, wat bij Bouwkunde niet het geval is.

4.4 Overall

Figuur 75 geeft de verdeling van de milieukosten van het Bouwkundegebouw ten gevolge van het materiaalgebruik, het energiegebruik en het watergebruik. Het diagram laat duidelijk de grote invloed van het energiegebruik zien. De milieuprestatie van het gebouw kan daarom het meest effectief worden verbeterd door het gebruik van energie zo ver mogelijk te verminderen.



De resultaten van de *GreenCalc*+berekening van het Bouwkundegebouw in Delft, voor zowel de gebruiksindex als de gebouwindex, worden in Tabel 5 weergegeven. De milieukosten (per jaar) staan in de eerste uitkomstenkolom. In de tweede kolom staat de gebruiks(milieu-)index en de derde en de laatste kolom geeft de gebouw(milieu-)index. Kanttekeningen ten aanzien van de gebouwindex in geval van 'energie' werden al in de introductie van dit hoofdstuk besproken.



Figuur 75 Verdeling milieukosten

Tabel 5 Milieuprestatie van het Bouwkundegebouw

	milieukosten		milieu-index	
			gebruiksindex	gebouwindex
materialen	€	72.968	77	84
energie	€	409.957	91	130
water	€	10.238	100	100
TOTAAL	€	493.163	89	122

Uit Tabel 5 is af te leiden dat het Bouwkundegebouw ten opzichte van de gebruiksreferentie overall ongunstiger is, en ten opzichte van de gebouwreferentie gunstiger. Dit betekent dat het gebouw zelf geen ongunstig ontwerp heeft - ondanks zijn slechte warmte-isolatie - maar dat het gebruik ervan efficiënter kan. Dit in vergelijking met een gecombineerde kantoor/schoolreferentie afgestemd op het aantal medewerkers/studenten dat gebruikelijk was in 1990. Op zich is dit interessant, want de algemene perceptie van Bouwkundemedewerkers en -studenten is dat het gebouw te vol is. Daar zit ook iets in, want het gebouw is oorspronkelijk ontworpen voor 850 studenten, later uitgebreid tot 1650 studenten, en nu maken er 3200 studenten gebruik van. Metingen van het daadwerkelijke aantal gemiddeld aanwezige mensen ten opzichte van de ruimte in het gebouw geven echter een ander beeld: er zouden nog meer gebruikers kunnen zijn.

Bij beide milieu-indices blijkt dat de zware constructie en het grote aandeel dak en beganegrondvloer tot een ongunstig materiaalgebruik leiden, maar zoals besproken bij 'b. materialen' valt de score gunstiger uit (index boven de 100) op het moment dat de leeftijd van het gebouw wordt besproken.



Een conclusie die uit deze beoordeling kan worden getrokken is dat het Bouwkundegebouw vooral door het relatief inefficiënte ruimtegebruik een ongunstige milieu-index bereikt. Voor zijn leeftijd presteert het gebouw op energiegebied niet slecht, en het watergebruik is vergelijkbaar met de referentie uit 1990. Het materiaalgebruik is door de zware constructie en laagbouw delen ongunstiger dan de referentie, wat het behouden van de constructie in geval van renovatie een belangrijk milieu-item maakt.





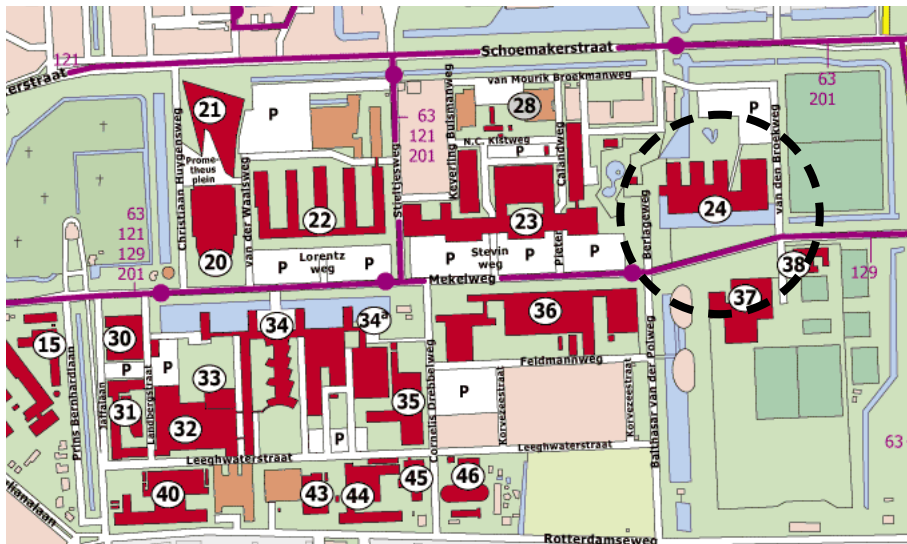
Functionele analyse

5

Voor de gebruiksanalyse van het faculteitsgebouw van Bouwkunde in Delft is intensief gebruik gemaakt van verschillende bronnen. Al in 1972 (twee jaar na oplevering) is door Drs. Herbert van Hoogdaem een onderzoek uitgevoerd naar enkele gebruikaspecten van het gebouw.²⁶ De problemen die in dit onderzoek beschreven worden, blijken 30 jaar na dit onderzoek nog steeds actueel. Dit blijkt uit een afstudeeronderzoek van ir. Sheila Zautsen (2001) naar de huisvesting van Bouwkunde.²⁷ In aanvulling op deze bronnen zijn verschillende tijdschriftartikelen uit begin jaren '70 en het boek Architectuurarchief TU Delft²⁸ bestudeerd. Voorts is dankbaar gebruik gemaakt van recent onderzoek van Stevens en Van Dijk (2001)²⁹ in het kader van een beoogde renovatie van het gebouw, enkele interviews met docenten en gebouwbeheerders, en een korte enquête onder 40 BSc-studenten.

5.1 Bereikbaarheid en parkeergelegenheid

De faculteit Bouwkunde is goed bereikbaar. Vanuit het centrum van Delft is het gebouw te bereiken met de bus, die op de naast het gebouw gelegen bushalte stopt. Twee buslijnen rijden rechtstreeks op deze halte, de rit vanaf het Centraal Station duurt maximaal 10 minuten. Ook per fiets is het gebouw vanaf het centrum in 10 minuten bereikbaar via de Mekelweg. De TU-wijk ligt aan de afslag Delft Zuid van de A13. Het gebouw voor Bouwkunde is dus ook per auto snel te bereiken is (Figuur 76).



Figuur 76 Ligging Faculteit Bouwkunde in de TU-wijk
(bron: <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp> Plattegrond)

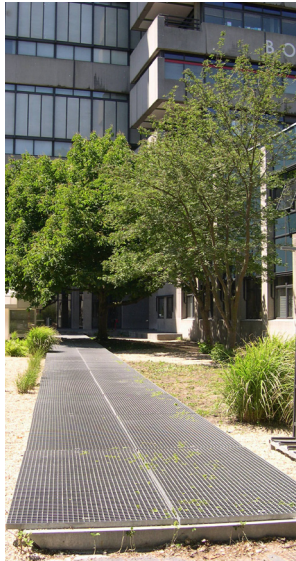
Het parkeerterrein van Bouwkunde ligt achter het gebouw en is vanaf twee kanten bereikbaar: vanaf de Mekelweg - de centrale route door de TU-wijk - en (via een klein bruggetje) vanaf de Schoemakersstraat.

Deze straat loopt parallel aan de Mekelweg aan de oostkant van de TU-wijk. Vanaf de parkeerplaats kan men via een looppad door de achtertuin het gebouw binnen, en ook via de langszijde aan de achterkant van het gebouw (Figuur 77 en 78). Men kan ook om het gebouw heen lopen en via de hoofdentree aan de voorkant naar binnen gaan. Het laden en lossen van goederen vindt plaats aan de Van den Broekweg, aan de oostzijde van het gebouw (Figuur 79).

Volgens veel respondenten uit het onderzoek van Van Hoogdalem³⁰ is de ligging van het parkeerterrein en de verbinding van het terrein met het gebouw onlogisch en onduidelijk. Te ver, moeilijk te vinden, slecht toegankelijk en verwarrend zijn veel gebruikte uitdrukkingen. Iemand spreekt zelfs van een schoolvoorbeeld van een mislukte verkeerstechnisch situatie. Enkele jaren terug is het looppad vervangen door een stalen looprooster. Door het niveauverschil tussen rooster en straat en de openingen in het rooster is deze route voor mensen met fysieke handicaps en dames met hoge hakken niet of nauwelijks bruikbaar.



Figuur 77
Zicht vanaf parkeerterrein



Figuur 78
Entree vanaf parkeerterrein



Figuur 79
laden en lossen



5.2 Toegankelijkheid

Fysieke toegankelijkheid

De entree van het gebouw wordt in het gebruiksonderzoek van Van Hoogdalem zeer negatief beoordeeld. Bijna 33% van de respondenten maakt opmerkingen over wind, tocht en storm die de toegang bemoeilijken. In relatie tot de hoogte, bouwvorm en situering van het gebouw, is de plaats van de hoofdingang erg ongelukkig gekozen, gezien de overheersende westen- en zuidwestenwind in Nederland. De wind wordt versterkt door het grote overstek, dat als een soort luifel boven het ingangsbordes hangt, maar door de 'luifel' wordt de neerwaartse luchtdruk weer verlaagd (Figuur 80,81). Jaren na de ingebruikname is een houten windscherm geplaatst, waardoor de winddruk op de entree afnam. Voorts zijn de zware toegangsdeuren vervangen door automatische schuifdeuren. Sommige architectuurdocenten beschouwden dit als een aantasting van de architectuur van het gebouw. Vanwege de weerstand tegen ingrijpen in het gebouw heeft het lang geduurd voordat een al langer bestaand idee voor een tourniquet is uitgevoerd. Eind 2005 is echter alsnog een grote tourniquet in de hoofdentree gerealiseerd, ontworpen door Architectenbureau van de Broek & Bakema (Figuur 82). Dit voorkomt dat de wind de centrale hal binnenwaait. Het binnenklimaat in de hal is flink verbeterd (veel minder tocht) en er is minder energieverlies. Het niveauverschil tussen hoofdentree en maaiveld wordt overbrugd door enkele lage treden, met aan de zijkant een kleine hellingbaan voor rolstoelgebruikers (Figuur 83). Deze wordt helaas vaak versperd door slordig gestalde fietsen. De entree aan de achterkant is toegankelijk via brede schuifdeuren.



Figuur 80 Centrale entree



Figuur 81 Overstek entree





Figuur 82 Tourniquet



Figuur 83 Hellingbaan centrale entree



De liften worden door de gebruikers van het gebouw zeer negatief beoordeeld (Figuur 84). Meer dan 50% van de ondervraagden uit zijn misnoegen over te lange wachttijden, traagheid en slechte programmering, vooral tijdens de piekuren aan het begin van de dag, bij pauzes tussen colleges en in de lunchtijd. Op piekuren wordt er vaak voor gekozen om de liften alleen op de even etages te laten stoppen. Dit verkort de wachttijden, maar beperkt in ernstige mate de toegankelijkheid van de oneven verdiepingen voor mensen die slecht ter been zijn of van een rolstoel gebruik maken. Bij plaatsing van alle collegezalen in de laagbouw en meer spreiding in de aanvang en beëindiging van colleges zou dit probleem hebben kunnen reduceren. Mede om die reden zijn begin 2005 de administratieve functies uit vleugel E van de laagbouw verhuisd naar de bovenste etages, om plaats te maken voor kleine collegezalen en instructieruimten (Figuur 85). Daardoor hoeven minder studenten boven in het gebouw te zijn. Dit ontlast de liften. Via interne verhuizingen zijn verspreid gehuisveste medewerkers van dezelfde afdeling dicht bij elkaar gehuisvest. Beide maatregelen hebben er voor gezorgd dat het capaciteitsprobleem van de liften voor een deel is opgelost.³¹



Figuur 84 Liften en trappenhuis in de centrale hal



Figuur 85 Nieuwe collegezaal in vleugel E, begane grond



Psychologische toegankelijkheid

De centrale hal (Figuur 86) vormt een geleidelijke overgang van een sterk publieke omgeving naar meer specifieke gebruikersruimten. De hal is vormgegeven als een straat, om de overgang tussen buiten en binnen als het ware te verzachten. De architecten hebben getracht het straatidee te versterken door het belangrijkste materiaal in het gebouw, beton, van buiten naar binnen te laten doorlopen, zodat de buitensfeer naar binnen wordt gehaald en omgekeerd.³² Om dezelfde reden is gekozen voor een steenachtige vloerafwerking. Ook is een telefooncel in de straat gesitueerd. Toen deze om logistieke redenen verplaatst werd naar een andere plek, stak er een storm van protest op. De “straat van Bouwkunde” werkt in de praktijk inderdaad als een levendige ontmoetingsruimte, waar mensen binnen komen, een kop koffie drinken, met elkaar communiceren, veelvuldig tentoonstellingen kunnen bekijken en - sinds 2005 - van de nieuwe rokersruimte gebruik kunnen maken. De verdiepingen (Figuur 87) worden door verschillende gebruikers als benauwend ervaren door het zware, grijze beton dat overal in het zicht is gelaten. Het “eerlijk” willen tonen van materialen en constructies was in de tijd van het ontwerp een veel gebezigde opvatting van architecten.



Figuur 86 Centrale hal begane grond



Figuur 87 Eén van de verdiepingen



5.3 Doelmatigheid

Het gebruiksonderzoek van Van Hoogdalem uit 1972 is uitgevoerd op verzoek van de toenmalige gebouwbeheerders. Zij wilden door middel van een onderzoek tot een effectiever en efficiënter gebruik van het gebouw komen. Bij de beheerder bestond de indruk dat er veel vraag was naar kamers vanwege de onmogelijkheid om op de tekenzalen rustig te kunnen werken.³³ Hoewel veel ruimten regelmatig leeg oogden, moesten de beheerders vaak “vol” antwoorden, als onderwijsgroepen of afstudeerders om werkruimte vroegen. Uit de toenmalige metingen bleek dat veel ruimten wel vaak gereserveerd waren voor ateliers, werkgroepen en assistentie, maar tegelijkertijd sterk onderbenut bleven. Anders gezegd: in verhouding tot de beschikbare uren waren de ruimten vaak “bezet”, maar in verhouding tot de capaciteit van de ruimten (in m² en aantal plekken) niet doelmatig benut.

In een studie van Twijnstra Gudde Management Consultants³⁴ keert een aantal van de door Van Hoogdalem geregistreerde knelpunten terug.

Tabel 6 Gesignaleerde knelpunten in het onderzoek van Twijnstra Gudde uit 1998

<p>Centrale hal te krap, onvoldoende koffiezitplaatsen</p> <p>Te weinig tentoonstellingsruimte voor studie- en onderzoeksresultaten</p> <p>Te weinig acceptabele presentatieruimten voor afstudeerpeilingen</p> <p>Te weinig onderzoeksruimte (voor ontwerpen als wetenschappelijk onderzoek)</p> <p>Kantine te krap en niet representatief</p> <p>Liftcapaciteit te klein op bepaalde tijden</p> <p>Overzicht in de ruimte is ontoereikend (ateliers moeten meer open)</p> <p>In ontwerpzalen teveel geluidsoverlast</p> <p>Vormstudiehal niet gunstig ingedeeld</p>	<p>Entree is onduidelijk + windhinder bij de entree</p> <p>Omgeving is niet representatief</p> <p>Fietsenberging is buiten</p> <p>Gebouw biedt qua sfeer onvoldoende verblijfskwaliteit</p> <p>Brandveiligheid vluchtwegen is onvoldoende</p> <p>Compartimentering voor brandveiligheid is niet volgens de normen</p> <p>Productontwikkelingslab is te klein</p> <p>Aantal laboratoria moet aangepast worden aan ARBO eisen</p> <p>Kantoren niet flexibel indeelbaar</p> <p>Tekort aan damestoiletten</p> <p>Diensten te veel afgeschermd naar studenten</p>
---	--

Dertig jaar na het onderzoek van Van Hoogdalem constateert Sheila Zautsen³⁵ in haar afstudeeronderzoek opnieuw, dat het bouwkundegebouw niet optimaal gebruikt wordt. Vraag en aanbod sluiten niet op elkaar aan. Door veranderingen in het onderwijs is de behoefte aan meer kleine onderwijsruimten en werkplekken voor studenten sterk toegenomen. Bovendien is er een kwantitatief probleem door het grote verschil tussen het aantal ingeschreven studenten (meer dan 3000) en het aantal studenten waarop het gebouw ontworpen is (aanvankelijk 750, later verhoogd tot 1250). Omgekeerd hebben verschillende ruimten door de toegenomen digitalisering van informatie hun functie verloren. Dit geldt bijvoorbeeld voor het kaartenarchief, de diatheek en tekenzalen.



Op grond van haar analyses heeft Zautsen een nieuw vlekkenplan voor het gebouw ontwikkeld en voor verschillend onderwijsscenario's - veel of weinig thuiswerken, veel of weinig e-learning, veel of weinig colleges - berekeningen uitgevoerd voor de toekomstige ruimtebehoefte.

In recent onderzoek naar het ruimtegebruik op Bouwkunde³⁶ zijn de bezettingsgraad en benuttingsgraad van de onderwijsruimten wederom onder de loep genomen. Daaruit bleek dat ondanks het hoge studentenaantal de bezettingsgraad van veel onderwijsruimten niet continue erg hoog is. In lunchtijd en in de avonduren wordt nauwelijks onderwijsaanbod geroosterd. Op 42 onderwijsweken en 12 beschikbare uren per dag zijn de collegezalen ca 54% van de tijd bezet, computerzalen 22% van de tijd, en bachelorateliers 19% van de tijd. Uitgaande van 8 uren per dag stijgen deze percentages tot respectievelijk 70%, 28% en 29%. Uitgaande van de netto onderwijsperiode van 28 weken per jaar (exclusief presentaties en tentamenweken) liggen de bezettingsgraden van computerzalen en bachelor ateliers op ruim 40% van de beschikbare uren. Er lijkt dus nog rek in te zitten. Oplossingsrichtingen voor het reduceren van de mismatch tussen vraag en aanbod zijn onder meer³⁷:

- Grondig analyseren van het onderwijsconcept en onderwijsprogramma en ontwikkelingen in ondersteunende faciliteiten zoals ICT, en een zorgvuldige vertaling hiervan in ruimtebehoefte, kwalitatief en kwantitatief, nu en in de toekomst.
- Functionele herindeling van het gebouw op basis van de gebleken ruimtebehoefte.
- Reductie van pieken in de vraag naar ruimte en beter benutten van de daluren door een betere spreiding van de onderwijsactiviteiten in de tijd. Dit vereist tijdige, meer proactieve en flexibeler roostering van het onderwijsaanbod.
- Betere balans tussen roosteren op basis van voorkeur van docenten en (parttime) aanwezigheid en roosteren op basis van beschikbare ruimte.
- Strenger optreden tegen “no-show” gedrag, waardoor ruimten niet onnodig leeg staan omdat mensen na een reservering niet komen opdagen.
- Betrouwbaarheid van voorspeld ruimtegebruik verhogen door betere digitale informatiesystemen.
- Over de grenzen van het gebouw heen kijken door onderbezette ruimten ook open te stellen voor andere faculteiten en omgekeerd ook van ruimten elders binnen de TU Delft gebruik te maken (de zogenaamde zalenpool).
- Transparanter maken van het ruimtebeheer, bijvoorbeeld door digitale inzage in het onderwijsprogramma, roosters, roosterwijzigingen, aan/afwezigheid van docenten, tentamens.
- Helder communiceren van huisvestingsbeleid naar docenten en studenten.



Uit signalen van medewerkers blijkt dat zich ook op andere punten tekortkomingen voordoen.³⁸ De grootte van de ateliers past vaak niet bij de gewenste groeps grootte (te weinig ruimte). De akoestiek is slecht. Er is veel overlast van aangrenzende ateliers. De presentatiemogelijkheden met beamers is in de koppen van de zalen beperkt. Er worden veel spullen op de zalen achtergelaten, wat soms overkomt als een ongeorganiseerde bende. Aan het wegnemen van deze tekortkomingen wordt continu gewerkt. Op het moment van schrijven is men bezig met schilderwerk (Figuur 88) en wordt de vloerbedekking van de kabinetten, gangen en tekenzalen vervangen. Elk jaar wordt een aantal verdiepingen opgeknapt. Veel werkzaamheden kunnen alleen in de grote vakantie plaatsvinden. Om te kunnen voldoen aan de eisen van brandveiligheid, zijn in het begin van dit decennium brandtrappen langs de hoogbouw gebouwd.



Figuur 88 Werkzaamheden aan het gebouw

In het kader van een haalbaarheidsonderzoek naar een grondige renovatie van het gebouw constateren Stevens en Van Dijk³⁹ dat niet zozeer de totale beschikbare ruimte een probleem is, maar vooral de verdeling van de beschikbare vloeroppervlakte over de verschillende ruimten. Volgens het door hen ontwikkelde strategisch programma van eisen is 24.938 m² nuttig vloeroppervlak nodig, tegen 24.265 m² beschikbaar. Dit is een marginaal verschil van 700 m². Vertaald in een nieuw vlekkenplan zou nuttig 25.917 m² NO nodig zijn. Ook dit verschil is te overzien en wellicht te overbruggen door een efficiënter gebruik van de verkeersruimte. Bruto is er zelfs een klein overschot: benodigd 38.747 m², beschikbaar 41.541 m². Kijken we echter naar de gewenste versus de feitelijke ruimteverdeling, dan tekenen zich veel grotere discrepanties af (Tabel 7). Er is een tekort van 2.803 m² aan kantoor-, werkcollege- en practicar ruimten en 553 m² aan restauratieve ruimte, versus een overschot van ca 720 m² aan vlakke zalen en ca. 1.400 m² aan opslagruimte.

De ruimtebehoefte is berekend volgens een speciaal voor deze haalbaarheidsstudie ontwikkeld ruimtebehoefte-model. Inputvariabelen voor dit model zijn onder meer het te verwachten aantal studenten en



medewerkers, de organisatie, het onderwijssysteem, oppervlaktenormen voor de diverse ruimtesoorten en de keuze van het toe te passen inrichtingsconcept en werkplekconcept. Tabel 8 geeft een idee van de gehanteerde uitgangspunten.

Tabel 7 Discrepancie tussen beschikbare ruimte en gevraagde ruimte volgens het strategisch PVE

	Beschikbare ruimte	Ruimtebehoefte
Werkruimte personeel, ateliers, tutorruimte en practicarimte	15.661 m ²	18.464 m ²
Amphi-zaal	677 m ²	515 m ²
Vlakke zaal	1.167 m ²	446 m ²
Restauratieve ruimten	327 m ²	880 m ²
Opslagruimten	3.361 m ²	1.969 m ²
Overig	3.072 m ²	2.664 m ²

Tabel 8 Uitgangspunten voor het strategisch programma van eisen

- Technische Universiteit Delft Ruimte Normering (TURN) uit 1996
 - Werkruimte personeel 12 m² NO per medewerker
 - Ondersteunende ruimten 10% van NO werkruimte personeel
 - Zelfstudieruimte studenten: BSc en MSc 6 m² NO/student, afstudeerders 8 m²
 - Collegezalen: amphi-hoorcollegezaal voor ca 350 personen 1,4 m² NO/student; vlakke zaal voor 65-180 personen 2 m² NO/student
 - Atelierruimte 4 m² NO/student
 - Tutorruimten voor 15-30 personen 2 m² NO/student
 - Practicarumten 10 m² NO/student
 - Restauratieve ruimten 2,1 m² NO/persoon
 - Opslagruimte 10% van het totaal aantal m² NO
 - Schuifruimte/indelvingsverlies 5% van het totaal aantal m² NO incl. opslagruimte
 - Feitelijk gebruik bibliotheek / tentoonstellingsruimte (niet genormeerd in TURN)
 - Bruto/nuttig factor 1,55
- Toeslag deeltijdinefficiency 20% indien > 0.5 f.t.e., 350% indien < 0.5 f.t.e.
- Reductiefactor OBP 20% (ondersteunend personeel vaak is practicarumten aanwezig)
- Flexfactor studenten 60% (niet alle studenten zijn tegelijk aanwezig), afstudeerders 90%, WP en OBP > 0.5 f.t.e. 100%, < 0.5 f.t.e. 50%
- Eten in twee shifts; 10% van de plaatsen onbezet; veronderstelde aanwezigheid personeel 70%, gebruik kantine 50%; veronderstelde aanwezigheid studenten 50%.
- Uitgangspunten uit de Huisvestingsstrategie van TU Vastgoed
 - Aantal medewerkers ca 660, aantal f.t.e. 378 (WP 258, OBP 120)
 - Totaal aantal studenten 1945, vrij gelijk verdeeld over 5 studiejaren
 - Openingstijden 7.00 - 22.00 u, tijdens vakanties tot 18.00 u
 - Netto beschikbaar 8.30-21.30 u respectievelijk 8.30-17.00 u.
 - Onderwijsperiode 28 weken per jaar. Onderwijsuren 40 uur per week.
 - Inroostertijd onderwijsruimten 40 uur per week, zelfstudieruimten 60 uur per week.
 - Eisen en wensen uit interviews, documenten en workshops
 - Personeel > 0.5 f.t.e. een eigen plek; < 0.5 f.t.e. een wisselplek
 - Studieprogramma CURVE met het Bachelor/Master model en Probleem Gestuurd Leren (PGL)
 - Zelfstudieplekken voor studenten: wisselplekken voor BSc en MSc studenten, een eigen plek voor alle afstudeerders

Om inzicht te krijgen in de effecten op de ruimtebehoefte van verschillende programmatische uitgangspunten en managementkeuzen, zijn in totaal 12 scenario's doorgerekend en vergeleken met het nulscenario van 24.265 m² (Tabel 9). Alleen bij scenario 12 - alle studenten een eigen werkplek - komt de ruimtebehoefte met 30.450 m² nuttig vloeroppervlak hoog boven de beschikbare ruimte uit. In drie scenario's is het tekort marginaal en kan het tekort hoogstwaarschijnlijk worden opgelost door een efficiënter gebruik van de verkeersruimte. In alle andere scenario's is de totaal beschikbare ruimte voldoende.

Tabel 9 Ruimtebehoefte bij 12 verschillende scenario's

	<i>Scenario</i>	<i>Ruimtebehoefte in m² nuttig vloeroppervlak</i>
Openstelling gebouw	1. Onderwijs in avonduren	23.100 m ²
	2. Weekend openstelling	23.900 m ²
Onderwijsprogramma	3. BSc meer atelieronderwijs, minder zelfstudie	25.200 m ²
	4. BSc meer onderwijs in amphizaal, minder zelfstudie	25.050 m ²
	5. BSc/MSc meer vlakke zaal onderwijs, minder zelfstudie	25.250 m ²
	6. BSc meer practicum, minder zelfstudie	26.600 m ²
Studentenaantallen	7. Toename aantal MSc studenten en afstudeerders	26.100 m ²
	8. Toename totaal aantal studenten	26.400 m ²
Werkplekconcept en studieplek concept	9. Innovatieve werkplekken voor WP/OBP > 0.5 f.t.e.	23.950 m ²
	10. Innovatieve werkplekken voor WP > 0.5 f.t.e.	24.200 m ²
	11. Alle afstudeerders een eigen werkplek	25.250 m ²
	12. Alle studenten een eigen werkplek	30.450 m ²

Interessant in dit verband is hoe de gebruikers zelf aankijken tegen de discrepantie tussen beschikbaar en gewenst vloeroppervlak. In april 2001 organiseerde de faculteit daartoe de actie 'Huisgenoten'. In totaal hebben 172 mensen een vragenformulier ingevuld. Tabel 10 geeft de bevindingen⁴⁰. De animo voor een eigen vaste maar sobere werkplek versus een goed geoutilleerde werkplek die je met anderen deelt blijkt ongeveer even groot te zijn: 38% versus 34%. Er zijn weinig voorstanders van verplaatsing van de bachelors of Masters opleiding naar buiten het gebouw. Horizontale uitbreiding van het gebouw heeft bij meer dan de helft van de respondenten de voorkeur.

Tabel 10 Respons op de enquête Huisgenoten, april 2001

	Waarschijnlijk - aantal	Wenselijk - aantal	Waarschijnlijk %	Wenselijk %
Typering gebouw voor Bouwkunde				
a. Supermarkt	83	22	46	13
b. Werkplaats	54	65	30	38
c. Hotel	41	59	23	34
d. Anders (a+b, b+, c+)	2	26	1	15
Interne reorganisatie gebouw				
a. Elke afstudeer- richting eigen herkenbare plek	71	74	46	43
b. Alle collect. ruimten beneden, werkplekken boven	79	81	51	47
c. Anders (a+b)	5	18	3	10
Extra ruimte creëren				
a. BSc opleiding naar elders in de TU	45	22	22	11
b. MSc opleiding naar elders in de TU	46	23	23	12
c. Gebouw verticaal uitbreiden	30	36	15	18
d. Gebouw horizontaal uitbreiden.	78	99	39	50
e. Anders (c+d, verhuizen, nieuwbouw)	2	17	1	9

De optelsom van het aantal antwoorden wijkt vaak af van 172, omdat sommige vragen niet beantwoord zijn en bij andere meerdere antwoorden zijn aangekruist.

5.4 Gebruiksflexibiliteit

Tijdens de ontwikkeling van het ontwerp zijn er in het skelet van het gebouw voor Technische Natuurkunde proeven gedaan naar ruimtebehoefte. Uit deze proeven kwam een maat van 2,70 x 2,70 m naar voren voor een tekentafel met machine, uitlegruimte, zitruimte en een verkeersstrook. Een maat van 4,05 m bleek geschikt voor het opstellen van twee bureaus met zitruimte en archiefstrook. Met deze gegevens is de kleinste modulomaat op 1,35 m gesteld. Alle maten zijn afgestemd op een veelvoud van 1.35 m (Figuur 89,90).⁴¹ De verdiepingshoogte is 2,70 m.

De constructie van de hoogbouw bestaat uit enkele stijve kernen, vaste schijven en kolommen. Er kunnen dus zowel kamers als grote open ruimten worden gecreëerd.



Figuur 89 Kamer in de hoogbouw 5,4 m x 5,4 m



Figuur 90 Kamer in de hoogbouw 5,4 m x 5,4 m



In de laagbouw kunnen de uitstekende gebouwdelen eveneens als een geheel open ruimte worden ingericht, en kunnen op een eenvoudige manier ook werkplekken worden gemaakt die aan de normen voldoen, ontsloten door een tussengang. Het aanpassingsvermogen van het gebouw is dus groot. Er zijn verschillende indelingen mogelijk.

Ondanks de vele veranderingen binnen de faculteit, in het onderwijs en in de technologie, is het gebouw qua opzet grotendeels hetzelfde gebleven. Twee jaar na de ingebruikname bleek er meer behoefte te zijn aan optrekjes die afgeschermd zijn van de omgeving, zodat een eigen territorium gemarkeerd kon worden.⁴² In reactie hierop zijn er verplaatsbare schotten in de zalen geplaatst om flexibele territoria af te bakenen (Figuur 91). Ook bleek er gebrek te zijn aan plekken waar tekeningen opgehangen en opgeborgen konden worden. Door de jaren heen zijn de tekentafels steeds meer vervangen door computers, wat eveneens een effect had op de ruimte indeling en installatievoorzieningen.

De kabinetten waren oorspronkelijk bedoeld als vergaderruimten en niet in de eerste plaats als privé-domein voor docenten, zoals dit twee jaar later het geval bleek te zijn. De kabinetten aan de kopse kant van het gebouw op de even verdiepingen hebben balkons (Figuur 92). Deze balkons waren bedoeld om materiaal te bewerken dat niet binnen bewerkt kan worden. Tegenwoordig zijn de kabinetten aan de kopkant gewoon luxe kamers met een balkon.



Figuur 91 Flexibele schotten



Figuur 92 Balkons aan de kopse gevel



De laatste jaren is rond de Blokkenhal op de eerste verdieping veel ruimte vrijgemaakt voor nieuwe computerzalen (Figuur 93, 94). Ook in de hoogbouw zijn meerdere ateliers veranderd in computerzalen en afstudeerateliers.



Figuur 93 Computerzalen



Figuur 94 Computerzalen



Met de komst van een nieuwe architectuurhoogleraar zijn in 2005 op de tweede verdieping van de afdeling Architecture alle wanden weggehaald (Figuur 95). Door dit “kantoor tuin”-concept hoopt de verantwoordelijke hoogleraar de communicatie tussen de medewerkers te vergemakkelijken.



Figuur 95 Open indeling op de tweede verdieping

5.5 Veiligheid

Gebruiksveiligheid

De gebruikers lopen in het gebouw weinig risico op beschadigingen, vallen of bekneeld raken. Aanvankelijk waren de deuren voorzien van fraai ontworpen gebogen deurknoppen, maar door enkele kleine ongelukjes met hierachter blijven haken, zijn deze aan de duwzijde vervangen door een rechte klink. De gangen zijn in functionele zin breed genoeg voor de verkeersstroom die zij moeten verwerken. Na de ramp in Volendam is de bewustwording over veiligheid in openbare gebouwen aangescherpt. In reactie hierop heeft de decaan van de faculteit een intern en extern onderzoek laten doen naar de risico's in het gebouw. Hieruit bleek dat de capaciteit van de vluchtwegen niet voldoet.⁴³ De toegestane capaciteit per twee verdiepingvloeren van 300 personen voor de verdieping 2-9 en 250 personen voor verdieping 10-13 werd duidelijk overschreden. Binnen de technische en financiële mogelijkheden is gezocht naar een oplossing voor dit probleem. Verschillende functies met hoge concentraties van personen zijn uit de hoogbouw naar beneden verplaatst (Figuur 96).



Sociale veiligheid

De faculteit Bouwkunde is een openbaar gebouw, dat in principe voor iedereen toegankelijk is. De laatste jaren kampt de faculteit met grote diefstalproblemen.⁴⁴ Regelmatig verdwijnen portemonnees, camera's en telefoons, en ook de diefstal van laptops neemt steeds meer toe. Als studenten even niet opletten, kunnen er al spullen weg zijn. Het aantal diefstallen fluctueert, maar gemiddeld komen er vijf meldingen per week binnen. Geschat wordt dat het werkelijke aantal diefstallen een veelvoud hiervan is. Recent heeft er op Bouwkunde een grote inbraak plaatsgevonden, waarbij alle computerzalen in de laagbouw zijn leeggeroofd.



Figuur 96 Brandtrap aan de zijkant van het gebouw



Toch doet de faculteit veel aan preventie. Er is al jaren cameratoezicht. Studenten hebben de beschikking over lockers. De deuren van de kabinetten zijn enkele jaren terug aangepast door een deel van het houten paneel te vervangen door een glaspaneel. Doordat mensen achter een bureau en mensen op de gang elkaar nu kunnen zien, ontstaat gemakkelijker sociale interactie. Bovendien is het lastiger om ongezien een kamer in te sluipen. De cylindersloten op de deuren zijn vervangen door elektronische sloten. Deze “slimme” sloten voldoen overigens niet helemaal aan het PolitieKeurmerk Veilig Wonen. Medewerkers nemen geregeld achtergelaten jassen of tassen mee naar hun werkplek om de studenten bewust te maken van de risico's. Nadat in de bibliotheek een kluisje is opengebroken, zijn de kluisjes verplaatst naar een plek dicht bij de centrale hal bevindt, zodat de kluisjes meer in het zicht staan (Figuur 97). Ook zijn er verschillende posteracties geweest met waarschuwingen tegen diefstal. Ook op de andere faculteiten in de universiteitswijk wordt veel gestolen. De dieven schijnen de faculteitsgebouwen goed te kennen precies te weten waar ze moeten zijn.



Figuur 97 Kluisjes in het zicht bij de bibliotheek



5.6 Ruimtelijke oriëntatie

De lange en hoge centrale hal (Figuur 98) ontsluit belangrijke functies zoals de kantine, bibliotheek, vormstudiehal, “blokkenhal” en de computerzalen. De koppeling van deze functies aan de “straat van Bouwkunde” maakt het gebouw goed leesbaar en overzichtelijk. Wie binnen komt via de hoofdingang heeft direct zicht op de liften. Voor wie via de achterkant of vanaf de parkeerplaats langs de zij-ingang binnen komt, is het minder duidelijk welke kant men op moet om in de centrale hal en bij de liften of trappen te komen.

De liften in de hoogbouw komen midden op de verdiepingen uit. De linker en rechter verdiepingshelft zijn vrijwel identiek en zijn gespiegeld om een verticale as. Voor veel bezoekers is het onduidelijk of men de noord- of zuidkant moet hebben. Over het algemeen is Bouwkunde echter een vrij inzichtelijk gebouw (Figuur 99). De symmetrie van de plattegrond is gebruikt om de ontwerpzalen aan de ene kant van het gebouw op het zuidwesten te richten, wat meer geschikt is voor vormstudies, en aan de andere kant op het noordoosten, wat meer geschikt is voor tekenen. Door de verspringing van de verkeersruimte wordt een massale werking voorkomen.



Figuur 98 Centrale hal



Figuur 99 Bewegwijzering hoogbouw



5.7 Privacy, territorialiteit en sociaal contact

Door de architecten is gezocht naar een heldere ruimtelijke expressie van (semi-)privé en (semi-)openbaar. Er is gekozen voor betrekkelijk kleine ruimten voor individueel gebruik (een- en tweepersoonskamers) en ruimten voor grotere groepen personen (ateliers, ontwerpzalen, gemeenschappelijke voorzieningen zoals de kantine en de bibliotheek). Vooral nog heeft de vaste staf de beschikking over een eigen persoonlijke werkplek. Gastdocenten maken gemeenschappelijk gebruik van de voor hen beschikbare werkplekken. De centrale hal op de begane grond functioneert prima als ontmoetingsruimte. Mensen komen hier binnen en ontmoeten elkaar bij een kop koffie, tijdens het bezichtigen van de vele tentoonstellingen, of tijdens hun gang naar de kantine of de bibliotheek. De overgangsgebieden op de verdiepingen tussen de liften en de gangen met kabinetten werken minder goed als ontmoetingsruimte. Een adequate inrichting daartoe ontbreekt. Wel zijn hier op een aantal verdiepingen de afdelingssecretariaten en studieverenigingen gehuisvest, waardoor medewerkers en studenten elkaar als vanzelf tegenkomen. De koffiemachines stimuleren eveneens tot informele ontmoetingen. De verdiepingen worden door veel mensen als enigszins benauwend ervaren door het zware, grijze beton dat overal in het zicht is gelaten.⁴⁵ Om het massale karakter te reduceren, zijn de noord- en de zuidvleugel qua verdeling tekenzalen - kabinetten gespiegeld.

Tijdens de bouw en ook na de ingebruikname groeide het aantal studenten enorm. Om die reden is al tijdens de bouw gebruik gemaakt van de mogelijkheid om het gebouw intern uit te breiden met behulp van entresols of inhangvloeren.⁴⁶ Deze vloeren hangen vrij in de tekenzalen en zijn afgeschermd door een balustrade. Doordat de inhangvloeren kleiner zijn dan de tekenzaalvloeren, is er visueel en akoestisch contact tussen beide lagen. In het onderzoek van Van Hoogdalem⁴⁷ ontlokte dit uiteenlopende reacties onder de studenten. In de woorden van een van de respondenten: *'Het gevolg van het niet doortrekken van de entresols tot complete vloeren leidt er toe dat er op de entresols zelf minder plaats is, maar ook dat op de onderliggende vloer een minstens zo grote strook onbezet blijft. Men kruipt onder de entresol of er zo ver mogelijk onder vandaan. Kan dat om de een of andere reden niet (groeps)grootte, dan probeert men zich met schotten, tentconstructies of dakjes te bergen voor de grote hoogte en de blikken der 'hogergeplaatsten'* (Figuur 100, 101).

Na twee jaar gebruik bleek er behoefte aan plekken die afgeschermd zijn van de omgeving, zodat een eigen territorium gemarkeerd kan worden. Er zijn daarom verplaatsbare schotten in de zalen geplaatst. Dit lost het probleem van de geluidshinder, door veel studenten genoemd als grootste klacht, onvoldoende op.

In 2004 zijn alle entresols voorzien van glazen wanden om de geluidsoverdracht via de vides te beperken (Figuur 102). Bovendien zijn de losse wanden tussen de ateliers vervangen door vaste wanden van vloer tot plafond.



Figuur 100 Neerkijken op de tekenzaal vanaf de entresol



Figuur 101 Neerkijken op de tekenzaal



Figuur 102 Geluidsdichte entresol



5.8 Beleving gebruiker

In het onderzoek van Van Hoogdalem⁴⁸ is de beleving van het gebouw door de gebruikers gemeten aan de hand van een denkbeeldige wandeling naar en door het gebouw. Via een breed verspreide vragenlijst is aan de staf en studenten gevraagd om voor elf onderdelen van het gebouw aan te geven of men dit onderdeel positief, negatief of neutraal waardeert en wat hierbij de plus- en minpunten zijn. De figuren 103, 104, 105, 106 en 107 geven een impressie van de beoordeelde gebouwdelen.



Figuur 103 Vormstudiehal



Figuur 104 Blokkenhal



Figuur 105 Kantine



Figuur 106 Atelierruimte



Figuur 107 Rommel op een atelierruimte



In totaal hebben 594 van de toen ingeschreven studenten en 90 van de 211 stafleden de vragenlijst ingevuld (respons respectievelijk 31,3% en 42,8%).

Tabel 11 vat de bevindingen van toen kort samen. De percentages tellen niet altijd tot 100% op. Enkele ondervraagden hebben het desbetreffende onderdeel niet ingevuld of vonden dit niet van toepassing.

Tabel 11 Beleving van het gebouw door de gebruikers in 1972

Gebouw-deel	Posi-tief	Pluspunten	Nega-tief	Minpunten	Neu-traal	nvt	Niet inge-vuld
Omgeving van het gebouw	1.0%		90.7%	Kaal (25%), wind, stormachtig, winderig (12%), steriel (4%), afschuwelijk (2%), monotoon, rechtlijnig, onmenselijk, onherbergzaam, woestelijk, onleefbaar (allen meer dan 10x)	1.5%	5.1%	2.8%
Toegang tot het gebouw	3.7%		83.3%	Deprimerend, neerdrukkend, groot, kil, hol, hoog, monumentaal, dictatoriaal, fascistisch, autoritair, pompeus	6.9%	2.1%	3.7%
Hal op de begane grond	39.1%	Goede ontmoetingsruimte, levendig, druk, afwisselend, groots, ruimtelijk, gezellig, multifunctioneel	29.2%	Grof, hol, ruimteloos, te groot, leeg, kaal, vormeloos, onoverzichtelijk, ongezellig, massaal, te hoog, ruimteverspilling	26.0%	2.1%	3.6%
Kantine	21.7%	Gezellig, vol, goed geoutilleerd, leuk, goed, intiem e.d.	63.4%	Te klein, te vol, rommelig, vies, bedrijfsmatig, sfeerloos, benauwd, te laag, lawaaierig, kaal, goedkoop, op verkeerde tijden geopend	9.8%	1.0%	4.1%
Bibliotheek	79.7%	Rust en stilte: rustig, rustpunt, oase van rust, eindelijk rust, opluchting, de enige plaats om rustig te werken e.d.) Inrichting: fraai, chique, luxueus, mooi, goed gestoffeerd	7.8%	Te luxueus, te stil, niet uitnodigend, afgelegen, benauw(en)d, veegmattentapijt. Gering en verouderd boekenbezit, het niet voorradig zijn van veel gevraagde boeken, het ontbreken van een trefwoordenregister, de openingsuren	6.9%	2.6%	1.3%

Teken- zalen	6.5%		81.4%	Lawaai, slechte akoestiek (21%), te groot, te hoog (17%). Rommelig, onoverzichtelijk, schottendoelhof, leeg ongezellig, kaal, onpersoonlijk, slecht klimaat, onbruikbaar, kil, koud (allen meer dan 10x genoemd). Te donker, te licht, fantasieloos, anticreatief, gymnastiekzalen, lelijk, te druk, te vol, voor assistenties onbruikbaar, bende, troep (meer dan 5x genoemd) etc	5.8%	4.4%	2.0%
Entre- sols	19.4%	Beter, bruikbaar, minder slecht dan de tekenzalen. Grappig, wel leuk, gezellig, wel aardig, maken het gebouw een beetje leefbaar, visueel goed, leuke onderbreking van grote hoogte, leuk om naar beneden te kijken, geniaal, prima, aardig bedacht.	59.1%	Herrie, lawaai (16%), warm, benauwd (6%). Trillen (lastig bij tekenen) door iets meer dan 5%. Minstens tien maal kwamen voor: rommelig, onoverzichtelijk, onbruikbaar, laag, hadden beter tot de gevel door kunnen lopen.	7.1%	2.2%	13.3% Hoog percentage, omdat velen de benaming 'tussen-vloer' niet kennen
College- zalen	27.8%	Goed, functioneel, goed geoutilleerd, redelijk, uitstekend.	43.3%	Zalen D, E en F: waarom daar geen tribune, waarom geen achteruitgang, waarom geen stoelen met schrijfbled voor linkshandigen. Koud, kil, steriel, wit, grijs, ijskoud, ongezellig, kaal, hard, hoog (in totaal door 23%). Klachten over het zitten: ongemakkelijk, zitting te horizontaal, te weinig beenruimte, keiharde zittingen (totaal 8%), slechte verstaanbaarheid en akoestiek (4%), slecht gelegen, uit de route	14.3%	9%	8.2% Te veel ongebruikt

Alles bij elkaar levert de waardering voor de verschillende onderdelen van het gebouw in 1972 een allesbehalve positief beeld op. Zelfs als we er rekening mee houden dat bouwkundestudenten extra kritisch zijn ten opzichte van alles wat met architectuur te maken heeft, dan nog is de strekking over het algemeen negatief, met als gunstige uitzondering de bibliotheek en in mindere mate de hal op de begane grond (Figuren 108 en 109). Een opmerkelijk contrast tekent zich af tussen de bibliotheek en de tekenzalen met de entresols; tegenover de rust en de stilte van de bibliotheek valt het lawaai van de zalen extra op.



Figuur 108 Laagbouw



Figuur 109 Bibliotheek



Tijdens een college 'Psychologie van de gebouwde omgeving' in 1977 werden aan bouwkundestudenten twee dia's getoond van het bouwkundegebouw, genomen vanaf de Mekelweg en vanaf het parkeerterrein⁴⁹. Vervolgens werd hen gevraagd in een lijst van 200 bijvoeglijke naamwoorden de woorden aan te strepen die zij het meest van toepassing vinden op het gebouw als geheel. Uit de tachtig ingevulde lijsten blijkt dat het gebouw bij de toenmalige studenten erg zakelijk overkomt, sterk, degelijk, hard, ordelijk en doelmatig. Men vindt het gebouw vooral functioneel, modern, indrukwekkend, rationeel en stabiel, maar ook gelijkmatig, ongezellig en emotioneel. Niemand ervoer het gebouw als intiem of romantisch.

De hoge betonnen wand langs de 'Bouwkunde-gracht' versterkt het zakelijke karakter van het gebouw. De wand vormt een probleem voor de eenden die de kant niet op kunnen. In een prijsvraag eind jaren zeventig werden hiervoor oplossingen aangedragen zoals een loopbrug, groene eilandjes, vlonders, of een fontein in een aansprekende vormgeving.

In 2006 is de enquête uit het onderzoek van Van Hoogdalem tijdens twee colleges opnieuw afgenomen, onder 40 studenten: 15 BSc 4 en 25 BSc 5 studenten. De vragenlijst is zoveel mogelijk identiek gehouden, maar op enkele kleine punten aangepast aan de huidige situatie. De categorie 'niet van toepassing' is weggelaten. Bij de vraag naar waardering van de collegezalen is een opsplitsing gemaakt in collegezaal A, de zalen B-C-D en zaal F. Ook is apart gevraagd naar de waardering van de blokkenhal en de instructie- en tutorruimten op de begane grond.

Tabel 12 geeft een overzicht van de bevindingen. Positieve uitschieters in de beleving van de studenten zijn collegezaal A, de blokkenhal, de instructie-zalen en de tutorruimten op de begane grond. De centrale hal scoort bij de helft van de studenten positief, maar wordt door 15% van de ondervraagde studenten negatief gewaardeerd vanwege de kou, het lawaai en de ongezellige sfeer. De kantine komt er in de beleving van de huidige gebruikers nog steeds slecht van af: ongezellig, te klein en donker. De ontwerp-zalen scoren eveneens bij meer dan de helft van de respondenten negatief. De entresols en collegezaal F scoren opvallend vaak neutraal, vermoedelijk omdat de desbetreffende respondenten hier minder vaak komen.

Op de vraag naar wensen ter verbetering wordt vaak geantwoord: meer sfeer, meer ruimte, warmer! In aanvulling op de voorgelegde ruimten zijn nog enkele spontane opmerkingen gemaakt over de ICTO zalen (te warm, te koud, te weinig computers), de toiletten (op de begane grond mooi, elders in het gebouw oud en smerig) en de vormstudiehal (veel werk te zien, prettige werksfeer). Een interessante suggestie is om in BSc6 een interieur-opdracht voor het gebouw voor Bouwkunde op te nemen.



Tabel 12 Beleving van het gebouw anno 2006 volgens 40 BSc studenten

Gebouw-deel	Positief	Pluspunten	Negatief	Minpunten	Neutraal
Omgeving van het gebouw	7,5%	mooi paviljoen 3x, water 3x, groen 4x	37,5%	niet toereikende fietsenstalling, windhinder, geen zitplaatsen buiten 7x, fietsenstalling in de weg 2x, rommelig 3x, blob lelijk, armoedig, onsamenhangend 4x, onduidelijk, donker, ontbreken voorzieningen, veel paviljoenen 2x, niet gezellig, onvriendelijk	55,0%
Toegang tot het gebouw	48,7%	duidelijk 6x, meerdere ingangen 3x, allure 2x, grote luifel	20,5%	ver van Mekelweg 2x, niet toereikende fietsenstalling, draaideur is onhandig, windhinder 4x, fietsenstalling in de weg 2x,	30,8%
Hal op de begane grond	48,7%	ruim(telijk) 8x, ontmoetingsplek, door draaideur minder tocht, overzichtelijk 2x, levendig, licht 2x, aan straatkant, interactie, toegankelijk	15,4%	niet speciaal, koud 4x, lawaai, kaal 2x, niet gezellig, typerend, onproductief, kil 2x, te groot, armoedig meubilair	35,9%
Kantine	22,5%	knus, goed uitzicht	55,0%	niet gezellig 4x, sfeerloos, druk 2x, niet ruim genoeg 9x, troosteloos, te laag, duur, geen ruimtelijkheid, donker 3x, slecht gebruik van ruimte, lawaai, deprimerend, slecht personeel, onpersoonlijk	22,5%
Bibliotheek	53,7%	passende sfeer 3x, groot, uitgebreide collectie, licht 2x, goede indeling, overzichtelijk	41,5%	stoffig, onoverzichtelijk, niet ruim genoeg 2x, slecht gebruik van ruimte, chaotisch, bekeken voelen	4,9%
Ontwerp-zalen	14,6%	10° is goed, ruim, licht, klein, overzichtelijk	58,5%	tijdelijke uitstraling 2x, geluidsoverlast 12x, niet ruim genoeg 7x, druk 2x, onvoldoende computers, weinig voorzieningen, slechte akoestiek, geen eigen werkplek, ontoereikend aantal 3x, koud 3x, geen sfeer, rommelig 2x, ontoereikend meubilair, weinig presentatie oppervlakte, te weinig computers 2x, geen karakter, slecht comfort	26,8%
Entresols	11,4%	handige ruimte, prima computerruimte, prima werkplek, ruimtelijk, bekeken voelen	11,4%	sordig ingedeeld, temperatuur schommelingen 3x, zinloos 2x	77,1%

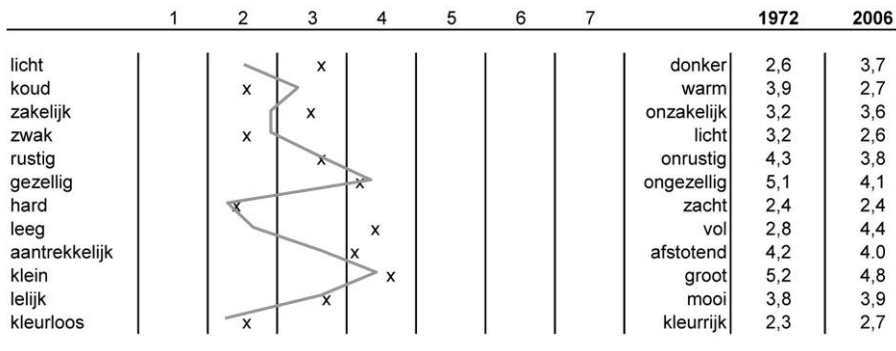
Collegezaal A	62,5%	ruim 5x, goed meubilair 2x, warme uitstraling	10,0%	erg ruim , onergonomische zitplaatsen 4x, koud 3x, geen daglicht 2x, gehorig, slechte microfoon	27,5%
Collegezaal B-C-D	27,5%	apparatuur prima, kleinere ruimte, hoge ruimte, goede zalen, goede akoestiek, effectief	30,0%	onergonomische zitplekken 9x (te hard en te krap), koud, geen daglicht 2x, slechte opstelling, slechte ventilatie, te klein 2x, saaie ruimte	42,5%
Collegezaal F	8,6%	handige variabele ruimte 2x	8,6%	slechte ventilatie, onergonomische zitplaatsen 2x, rommelig door meubilair, geen daglicht, te hoog	82,9%
Blokkenhal	62,5%	mooie tentoonstellingszaal 8x, multifunctieel 4x, ruim 3x, licht 2x	5,0%	meer potentie 2x, ruimte is oninspirerend, armoedig, groot	32,5%
Instructie zalen b.g.g.	58,5%	mooi 2x, klein, luxe, nieuw 2x, netjes, goede apparatuur 2x, licht 2x, ruim, stijlvol	2,4%	warm in zomer 2x, koud in winter	39,0%
Tutor-ruimten b.g.g.	47,4%	mooi, klein, luxe, nieuw 2x, licht 2x, netjes, goede apparatuur 2x, goede afmetingen, modern	2,6%	warm in zomer 2x, koud in winter, klein	50,0%

Uit de vergelijking tussen 2006 en 1972 voor de onderdelen die in beide enquêtes op dezelfde manier zijn voorgelegd (Tabel 13), komen enkele opvallende punten naar voren. De toegang tot het gebouw wordt tegenwoordig aanzienlijk positiever beoordeeld dan in 1972: van 3,7% positief naar 48,7% positief en van 83,3% negatief naar 6,7% negatief. De omgeving van het gebouw wordt een stuk minder negatief beoordeeld dan in 1972: van 90,7% negatief naar 37,5% negatief. De waardering voor de bibliotheek is fors gedaald, van 79,7% positief naar 53,7% positief.

Tabel 13 Vergelijking positieve en negatieve scores in 1972 en 2006, in %

	positief		neutraal		negatief	
	2006	1972	2006	1972	2006	1972
Omgeving van het gebouw	7,5	1,0	55,0	1,5	37,5	90,7
Toegang tot het gebouw	48,7	3,7	30,8	6,9	20,5	83,3
Entreehal begane grond	48,7	39,1	35,9	26	15,4	29,2
Kantine	22,5	21,7	22,5	9,8	55,0	63,4
Bibliotheek	53,7	79,7	41,5	6,9	4,9	7,8
Ontwerpzalen	14,6	6,5	26,8	5,8	58,5	81,4
Entresols	11,4	19,4	77,1	7,1	11,4	59,1

Zowel in het onderzoek van 1972 als in de enquête van november 2006 is aan de respondenten ook gevraagd om in een reeks woordparen per woordpaar aan te geven, welk woord zij het meest van toepassing vinden op het gebouw.



Figuur 110 Belevingsprofiel van het Gebouw voor Bouwkunde in 1972 en anno 2006 (kruisjes)

Figuur 110 geeft het belevingsprofiel anno 1972 versus 2006. Per woordpaar is de gemiddelde score aangegeven. In 2006 wordt het gebouw vaker als ‘vol’ ervaren en ook iets vaker als ‘donker’, en wat minder vaak als ‘ongezellig’.

Een ander recent onderzoek is dat van Stevens en Van Dijk⁵⁰ (2002) in het kader van een voorgenomen grootschalige renovatie van het gebouw. Doel van deze studie was het opstellen van een strategisch programma van eisen en het uitvoeren van een haalbaarheidsonderzoek (technisch, functioneel, financieel, architectonisch) om strategische randvoorwaarden op te stellen. Dit alles als basis voor een adequate huisvesting van de faculteit voor de komende 25 jaar. In twee workshops is met de gebruikers gesproken over trends in het onderwijs en onderzoek en hun “dromen” over wat men met het gebouw zou willen⁵¹. De gebruikers vragen vooral aandacht voor:

- Eigen werkplekken voor studenten.
- Versterking van de relatie tussen onderwijs en onderzoek (bijvoorbeeld eigen ateliers met een koppeling van onderwijs en onderzoek).
- Betere verbindingen tussen master- en promotielabs.
- Creëren van “nesten” met een nestor voor de promovendi.
- Inbedden van onderzoek in de research van grote ondernemingen.
- Onderzoeksplekken waar het onderwijs niet storend interrumpeert.
- Betere mogelijkheden tot het tonen van de resultaten uit onderzoek.
- Voorkomen van “dwalen door het gebouw” door een betere ruimtelijke clustering van verwante activiteiten.
- Differentiatie in sfeer en uitstraling.
- Geborgenheid creëren voor alle gebruikers.
- Faciliteiten onder handbereik.



- Gebruik van nieuwe communicatie technologie (bijvoorbeeld draadloos werken).
- Maximale flexibiliteit om de inplugmogelijkheden te vergroten.
- Duurzaam bouwen (“practice what you preach”).
- Bouwfysisch verbeteren van het gebouw (met name terugdringen van geluidsoverlast).
- Toepassing van geavanceerde technische oplossingen (“State of the future”).
- Liften aanpassen of anders afstellen om wachttijden te reduceren.
- Het gebouw meer een voorbeeldfunctie geven (qua onderwijs, architectuur, duurzaam bouwen)

De gebruikers vinden dat het gebouw te klein is, maar erkennen dat veel plekken vaak leeg staan. Volgens sommigen omdat vele plekken niet goed gefaciliteerd zijn (bijvoorbeeld geen internetaansluiting). Qua huisvesting is de idee dat onderwijs overal kan plaatsvinden. De meerwaarde van het gebouw ligt vooral in de menselijke interactie (communicatie, elkaar zien en spreken), geïnspireerd worden en samen leren. Het gebouw zou beter moeten aansluiten op de openbare straat in de TU-wijk. “Maak de straat maximaal open, stuur desnoods de tram door de straat”, aldus een van de deelnemers. Het gebouw wordt door velen als te hokkerig ervaren, en ook wel als armoedig. Het gebouw is duidelijk aan een update toe. De deelnemers aan de workshop noemden het gebouw “een straat met bijzondere functies met daar boven op een capaciteitsdoos”. Vanuit de open straat kom je in een hokkerige sfeer in de hoogbouw, die moet worden opengebroken. De verdiepingen zijn het probleem, maar achter de glazen (brand)deuren kun je alles doen wat je wilt om een goede huisvesting mogelijk te maken.

Vermeldenswaard is een recent onderzoek naar de arbeidsbeleving op Bouwkunde⁵². Deze studie is uitgevoerd in het kader van de wettelijk verplichting tot een Periodiek ArbeidsGezondheidskundig Onderzoek (PAGO). Wat in deze studie vooral opvalt is, dat vragen naar de invloed van het gebouw op de werkbeleving ontbreken. Het onderzoek gaat vrijwel uitsluitend over beleving van de werkdruk, tevredenheid over het werk en collega’s, betrokkenheid, verlooptegeneidheid en herstelbehoefte. Bouwkunde blijkt op de meeste punten gemiddeld te scoren. Eén vraag is gericht op de omstandigheden (lawaai, temperatuur e.d.) waaronder men zijn werk moet verrichten. Van de 223 respondenten (op 678 uitgezette vragenlijsten, responspercentage 33%) is 43% hierover tevreden; 22% scoort neutraal en 35% ontevreden. Er is niet doorgevraagd naar de redenen waarom.





Kostenanalyse

6

6.1 Stichtingskosten

De bouwkosten staan vermeld onder de projectgegevens. Omgerekend naar de gerealiseerde 180.000 m³ gebouw komen de bouwkosten neer op 80 Euro per m³ en 11.617 Euro per student (prijspeil 1970). Voor de stichtingskosten moet hier nog ca 20% bij worden opgeteld (totaal 96 Euro per m³).

Doordat de planontwikkeling bijna 10 jaar heeft geduurd, wijkt de kostenraming voor het definitief ontwerp fors af van de kostenraming voor het voorlopig ontwerp uit 1964. Daarin werd nog uitgegaan van ca f 29.563.000 ofwel € 13.415.689 Euro. Mede vanwege de geldontwaarding en ook door uitbreiding en andere wijzigingen van het Programma van Eisen en de wijziging van locatie is de kostenraming voor het DO 30% hoger uitgevallem.

6.2 Exploitatiekosten

De exploitatiekosten bestaan uit de vaste kosten (bijvoorbeeld de huur), energiekosten, onderhoudskosten, administratieve beheerskosten en specifieke bedrijfskosten. Betrouwbare data over de verschuillende kostenposten bleek niet beschikbaar. In een interview met het huidige hoofd facilitair management zijn de volgende kostengegevens naar voren gebracht (prijspeil 2006).

Jaarlijkse energiekosten		€ 462.000 (conform projectgegevens)
Onderhoudskosten	ca	€ 1.000.000 voor rekening van Bouwkunde
	ca	€ 1.500.000 voor rekening van TUD Vastgoed
Administratieve beheerskosten		onbekend
Specifieke beheerskosten		onbekend

Door achterstallig onderhoud lopen de jaarlijkse onderhoudskosten van lieverlee flink op. Ook de grote studentenaantallen zorgen voor hoge kosten. Het gebouw wordt intensief gebruikt en is daardoor aan slijtage onderhevig. Door personeelsmutaties, wijzigingen in de organisatiestructuur van de faculteit als geheel en van de afzonderlijke afdelingen, en veranderingen in het onderwijsaanbod, qua concept en roostering, zijn regelmatig ingrepen in het gebouw nodig.

Het gebouw is inmiddels toe aan een grondige renovatie. In 2001/2002 is door adviesbureau Stevens en Van Dijk een haalbaarheidsonderzoek⁵³ uitgevoerd, waarin drie renovatie-scenario's zijn onderscheiden. Per scenario zijn de benodigde ingrepen op een rij gezet, voorzien van een begroting van de bouw- en investeringskosten volgens NEN 2631 (Tabel 14).

De vermelde kosten zijn exclusief de kosten van tijdelijke huisvesting en verhuiskosten in scenario 3. De totale investeringskosten voor het gewenste renovatiescenario komen incl. BTW op € 82.554.931. Niet dichtleggen van de tussenvloeren scheelt ongeveer acht ton. De totale investeringskosten dalen dan tot € 81.725.469. Wordt gekozen voor uitplaatsing van de kantine om ruimte te winnen voor onderwijsdoeleinden, dan nemen de kosten toe tot € 84.940.256. Nieuwbouw pakt een stuk duurder uit. De kosten hiervan worden geraamd op € 93.139.282, exclusief grondkosten.

Tabel 14 Kostenraming van drie renovatiescenario's (prijspeil juni 2002)54

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Typering	Aanpassing gebouw tot niveau van de wettelijke eisen (brandveiligheid, arbo, Bouwbesluit)	Idem als 1 + wegwerken van achterstallig technisch onderhoud	Idem als 2 + voldoen aan ruimtelijke en functionele eisen van de gebruiker voor de komende 25 jaar (uit strategisch PVE)
Voorbeelden van ingrepen	Stalen gevelkozijnen kieren dichtten; asbestbeplating achter glaspuien laagbouw vervangen; idem beplating systeemwanden collegezalen; trappenhuizen kopgevels aanpassen conform eisen brandweer; vervangen van diverse installatie onderdelen; leiding- en liftschachten verbeteren tot WBDBO 60 min.	Idem + betonnen borstweringen reinigen; kozijnen en beglazing hoogbouw vervangen; dakafwerking vervangen/aanpassen; verouderd sanitair vervangen; verouderde	Idem als 2 + betonnen borstweringen aan binnenzijde isoleren; delen van de vliesgevel geheel vervangen; insteekvloeren dichtzetten met glazen wanden; koelinstallatie vervangen en uitbreiden; centrale elektrotechnische voorzieningen vanaf verdeelkasten vervangen;
Uitvoeringsduur	1 jaar	2 jaar	3 jaar
Bouwkosten in € excl. BTW			
- Bouwkundig	6.380.584		29.702.485
- Installaties	<u>3.249.674</u>		<u>15.908.019</u>
Totaal	9.630.258		45.610.504
Investeringskosten excl. BTW	18.611.313		69.373.892
Investeringskosten incl. BTW	22.147.462		82.554.932
Bouwkosten in € excl. BTW, per m ²			
- Bouwkundig	150	347	688
- Installaties	77	135	368
Totaal	277	482	1.056
Investeringskosten excl. BTW, per m ²	439	894	1.608
Investeringskosten incl. BTW, per m ²	522	1.064	1.914



6.3 Financiering

In de tijd dat het plan voor de faculteit Bouwkunde aan de Berlageweg ontwikkeld werd, werden onderwijsgebouwen gefinancierd door de overheid. De overheid was in die tijd ook eigenaar van het faculteitsgebouw. Eind jaren negentig is het eigendom van universiteitsgebouwen gedecentraliseerd naar de universiteiten zelf. De gebouwen zijn toen “om niet” overgedragen. De faculteiten huren hun gebouwen nu van de centrale vastgoedafdeling. Elke faculteit is zelf verantwoordelijk voor de financiering van het huurdersdeel. De benodigde middelen komen uit de inkomsten van de faculteit c.q. een outputgerelateerde financiële bijdrage van de overheid (hoe meer studenten, des te meer geld) en de collegegelden.





Procesanalyse

7

7.1 Projectorganisatie

Bij de planontwikkeling voor het nieuwe faculteitsgebouw zijn de volgende partijen betrokken geweest:⁵⁵

- College van Curatoren van de Technische Hogeschool te Delft, opdrachtgever.
- N.V. Bureau voor het samenstellen van Bouwprogramma's te Delft, adviseur.
- Architectenbureau prof. Ir. J.H. van den Broek en prof. J.B. Bakema, ontwerpers. Projectarchitect ir. J. Boot.
- Afdeling Bouwkunde van de T.H., eindgebruiker en participant in het planproces (opstellen van eisen en wensen, deelname aan plantoetsing). Tegen het eind van de bouwfase is aan de bouwadviescommissie een "commissie interieur" toegevoegd, die onder leiding van prof. ir. P. Donk adviseerde over de inrichting.
- Bouw- en Adviesbureau Dicke en Van den Boogaard (voorheen ir. K. Bakker en ir. H.A. Dicke) te Rotterdam, adviseur voor de staal- en betonconstructies.
- Raadgevend Ingenieursbureau ir. J.F. Valstar N.V. te 's-Gravenhage, adviseur voor de warmtetechnische installaties.
- Elektriciteitsbedrijf Delfland, adviseur voor de hoogspanningsinstallatie.
- Technische Fysische Dienst T.N.O./T.H. te Delft, adviseur akoestiek.
- Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, grondonderzoek.

7.2 Initiatief

De faculteit Bouwkunde bestaat al sinds het begin van de vorige eeuw. De faculteit was toen gehuisvest in een mooi oud pand aan de Oude Delft nr. 39 (Figuur 111, 112, 113 en 114). In 1955 werd besloten om in de Wippolder een nieuw gebouw te realiseren. Door deze locatie hoopten de bestuurders Bouwkunde meer te integreren met andere faculteiten in een nieuw te bouwen TU wijk tussen de Jaffalaan, Kruithuisweg, Rotterdamse weg en Schoemakerstraat. Met het oog op moeilijk te voorspellen toekomstige ontwikkelingen werd besloten de onderwijsgebouwen te situeren langs een centrale as. Prof. Froger tekende in zijn stedenbouwkundig plan een 100 m brede en 800 m lange allee, de huidige Mekelweg, met aan weerszijden bouwterreinen van ca 200 m diepte. In eerste instantie ging voor Bouwkunde de gedachte uit naar de locatie waar nu het gebouw voor de faculteit Elektrotechniek staat.⁵⁶ De vraag om een nieuw gebouw was ook ingegeven door het sterk gestegen aantal studenten.



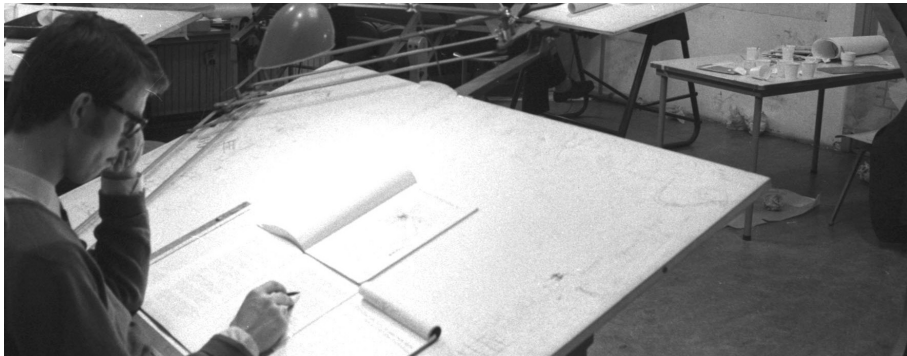
Figuur 111 Extérieur oude bouwkundegebouw aan de Oude Delft



Figuur 112 Extérieur oude bouwkundegebouw



Figuur 113 Tekenzaal oude bouwkundegebouw



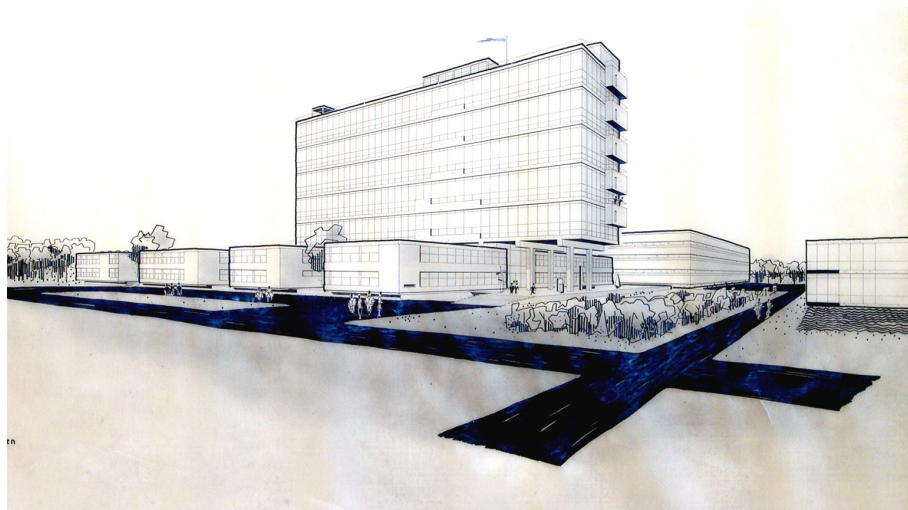
Figuur 114 Tekenzaal oude bouwkundegebouw aan de Oude Delft



7.3 Programma en haalbaarheid

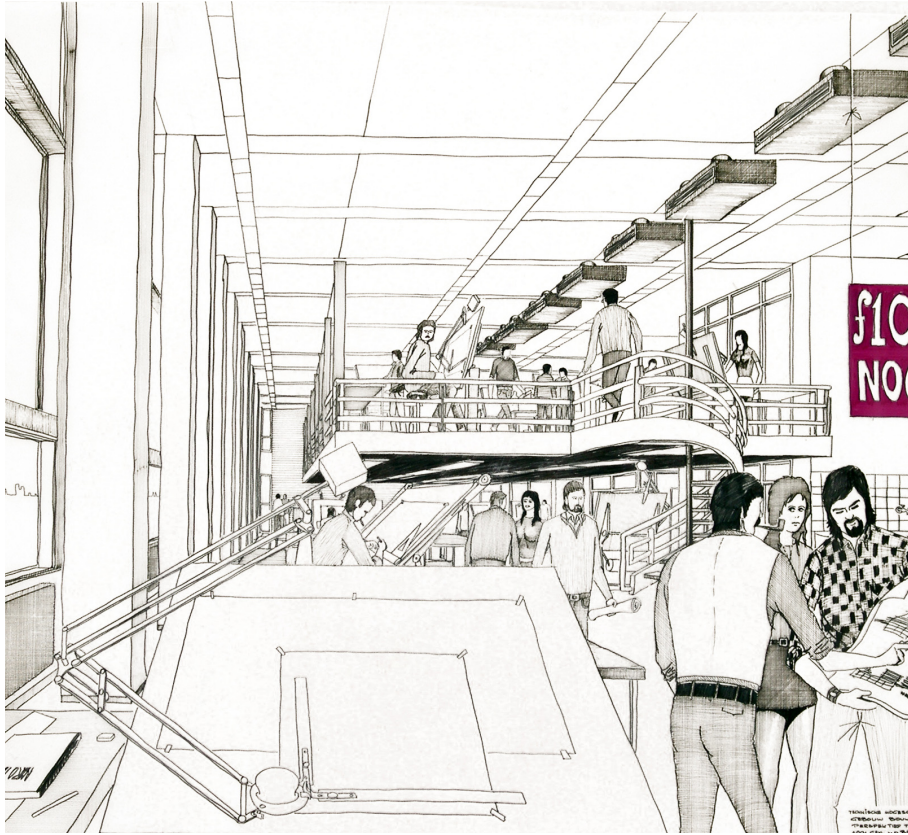
Voor het gebouw is een ontwerpprijsvraag uitgeschreven. De ingediende plannen zijn vooral getoetst op functionaliteit. Er is onder meer gekeken naar de verantwoording van de gevraagde ruimten en oppervlakten. De plannen zijn vergeleken op de totale omvang, de interne organisatie (in het bijzonder de plaatsing van de verschillende secties), uitbreidingsmogelijkheden en samenhang tussen geledingen en in totaal. De vertegenwoordigers van de secties waren van mening, dat een soort eigen wereld voor iedere sectie gewenst is, met de mogelijkheid tot gemakkelijk onderling contact.⁵⁷ Ook is gekeken naar de verkeersinfrastructuur. Hoe zullen de gebruikers het plan verkeerstechnisch ondergaan, intern en extern, horizontaal en verticaal? Hoe is omgegaan met de eventuele toepassing van roltrappen en paternosterliften? Hoe elastisch is het plan met het oog op het aantal en de omvang van de verkeerselementen?

Op de sluitingsdatum, 1 september 1956, waren er vier plannen binnen, van ir. J.H. van den Broek, G.H.M. Holt, M.N. Lansdorp en ir. C. Wegener-Sleeswijk. Dezelfde heren vormden samen met adviseurs van de verschillende secties op Bouwkunde ook de jury die de plannen beoordeelde. Op 11 juni 1957 werd het plan van Van den Broek als beste aangewezen (Figuur 115 en 116).⁵⁸ In de daaropvolgende jaren is bekeken of het plan voldeed aan de huisvesting van het vastgestelde aantal docenten, studenten en medewerkers. De nieuwe eisen bleken echter al sterk af te wijken van die welke gesteld werden bij de prijsvraag. Het uitgangspunt voor het aantal studenten was van 700 naar 850 gestegen. Begin 1959 werd ook een andere locatie aangewezen voor het nieuwe faculteitsgebouw van afdeling Bouwkunde: de huidige locatie aan de Berlageweg en Mekelweg, tegenover het sportcomplex. Zowel de locatiewijziging als de nieuwe staat van eisen met in totaal 16.000 m² nuttige oppervlakte maakte het noodzakelijk het prijsvraagplan te herzien.



Figuur 115 Ontwerpschets Bouwkunde exterieur





Figuur 116 Ontwerpschets Bouwkunde interieur

Nadat het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen zich akkoord had verklaard met de nieuwbouwplannen, gaf het College van Curatoren eind 1959 aan het Bureau voor het Samenstellen van Bouwprogramma's te Delft de opdracht om een definitief Programma van Eisen op te stellen.

Gelijktijdig met het programma van eisen werd het voorlopig ontwerp voor Bouwkunde ontwikkeld. Door deze aanpak hoopte men, in afwachting van de uiteindelijke goedkeuring van de plannen door Den Haag, flink tijds winst te boeken.



7.4 Ontwerp

In de toelichting op het plan van Van den Broek worden de volgende ontwerpuitgangspunten genoemd:⁵⁹

1. Zo nauw mogelijk contact van hoogleraren en hun wetenschappelijke staf met de tekenzaal.
2. Groepering van de verschillende studiejaren in een zo geconcentreerd mogelijk geheel, om ook hier onderling zo kort mogelijke contacten te krijgen.
3. De meer op het geheel betrekking hebbende afdelingen samenbrengen in een afzonderlijke eenheid, die als basis en doorgang fungeert voor de "jaar"-afdelingen.
4. Toevoeging van een extra afdeling, niet in het bouwprogramma opgenomen, voor het onderbrengen van wetenschappelijke instituten, waarvan het in de toekomst zou kunnen blijken, dat hun relatie met de afdeling Bouwkunde wenselijk zou kunnen zijn.

Deze uitgangspunten zijn als volgt in het plan uitgewerkt:

1. Twee kabinetlagen in één hoge laag met tekenzalen; de entresol en de hoge vide doen optimale contacten verwachten.
2. Hoogleraren, wetenschappelijke staf en studenten zijn gegroepeerd in vijf (dubbele) hoogbouwlagen (per studiejaar één laag).
3. De algemene afdelingen voor handtekenen, boetseren, kunst- en architectuurgeschiedenis, interieur e.d., en ook de administratie, de bibliotheek, de kantine e.d. zijn opgenomen in de laagbouw, rondom een centrale hal.
4. De onderbouw is uitbreidbaar door verlenging van de vleugels. Intern is het gebouw uitbreidbaar door het inhangen van extra vloeren in de tekenzalen.

In de verdere planontwikkeling is de aanvankelijke suggestie om een extra afdeling toe te voegen buiten het plan gebleven en niet meer ter sprake gebracht. Het ingediende schetsplan van Van den Broek omvat ongeveer 14.600 m² oppervlakte nuttige gebruiksruimten en 75.700 m³ bruto inhoud.

Het heeft tot september 1962 geduurd eer het architectenbureau Van den Broek en Bakema, zes jaar na het indienen van de prijsvraagontwerpen, officieel de opdracht kreeg voor het maken van een voorlopig ontwerp, op grond van een budget van 21 miljoen gulden. Tijdens de ontwikkeling van het plan bleek het economisch en praktisch om enige kelderruimte onder de werkplaatsen aan het plan toe te voegen. Ook ten behoeve van de technische installaties in de hoogbouw bleek het noodzakelijk een technische verdieping aan het gebouw toe te voegen. Een en ander leidde tot een gewijzigd voorlopig ontwerp, dat op 26 april 1963 werd ingediend. Het College van Curatoren verstrekke vervolgens op 5 juli 1963 de opdracht voor het maken van het definitief ontwerp, op een kostenniveau van totaal f 24.150.000,-.



Het definitief ontwerp kwam 15 april 1964 gereed, voorzien van een kostenraming van f 29.563.000,-. De geldontwaarding is van grote invloed geweest op de stijging van de kosten. Het definitieve ontwerp is gebaseerd op 850 studenten en heeft een inwendige uitbreidingsmogelijkheid door inhangvloeren in de tekenzalen in de hoogbouw en de aanbouwmogelijkheid aan de werkplaatsen naar het oosten.⁶⁰

Tabel 15 Procesfasen en studentenaantallen uitgezet in de tijd
(bron: Statistisch Jaarboek TU Delft 2001-2002; Projectbeschrijving Gebouw Bouwkunde, J. Boot, 1970)

Jaar	Planontwikkeling	Studenten	NO in m ²	Volume in m ³	Bouwkosten in guldens
1955	Initiatief vanwege ruimtegebrek	450			
1956	Prijsvraag; 4 ontwerpen	700	14.600	75.700	
1957	Selectie ontwerp Van den Broek				
1958	aanvraag, PVE, schetsplan naar ministerie	850			
1959	Wijziging locatie		16.000		
1962	VO-opdracht Van den Broek				21 miljoen
1963	Indienen VO, opdracht tot DO				24,2 miljoen
1964	DO gerdeed, start heien				29,6 miljoen
1965	Opdracht ruwbouw aan I.B.B.				
1967	Opdracht afbouw aan I.B.B.	1250			
1970	Afronding bouwwerkzaamheden	1250	24.000		32 miljoen

7.5 Aanbesteding en uitvoering

Om tijd te winnen werd besloten om wat apart aanbesteed kon worden en al kon starten, naar voren te trekken. De heiwerkzaamheden zijn in augustus 1964 gestart en beëindigd in januari 1965. De ruwbouw is apart aanbesteed en bestektechnisch losgeknipt van de afbouw. Redenen voor de gesplitste uitvoering van ruw- en afbouw waren onder meer:

- a. Het afronden van bestek en bestektekeningen van de afbouw zou de aanbesteding zeker 8 maanden doen vertragen. Eerder beginnen met de ruwbouw zorgde voor 8 maanden tijdwinst.
- b. In de financiële politiek van het College van Curatoren paste een zo gespreid mogelijke investering over meerdere jaren.
- c. De loonstijgingen hielden voortdurend aan, waardoor het economisch verstandig was om zo snel mogelijk met de uitvoering te starten.

Aangezien het praktisch niet te doen is om op een ruwbouwwerk dat in uitvoering is, een andere afbouwaannemer te plaatsen, is voor de aanbesteding van de ruwbouw de volgende procedure gevolgd. Door het architectenbureau zijn twintig aannemingsbedrijven doorgelicht. Hierbij is vooral gekeken naar de grootte van de bedrijven, de bouwcapaciteiten, de personeelsbezetting, de interne organisatie, de verhouding tot onderaannemersbedrijven en de bereidheid tot teamwork. Uit deze groep van twintig is een aantal bedrijven gekozen voor een onderhandse aanbesteding.



Zij kregen een vragenlijst voorgelegd. De antwoorden zijn ook gebruikt voor het samenstellen van een modulus voor de prijsvorming bij de afbouw.

De opdracht voor het maken van de ruwbouw werd op 29 juli 1965 verstrekt aan aannemingsbedrijf I.B.B. te Leiden. De totale inhoud van het complex bedraagt 180.000 m³. De bouwtijd was ca 500 werkbare dagen. Gedurende de bouw bleek het nuttig en ook mogelijk om de in het plan opgenomen kruipruimte onder de afdeling handtekenen te verhogen tot een normaal bruikbare kelder.

Met in acht name van een omslagpercentage van 26,2% is de afbouw eveneens aan aannemingsbedrijf I.B.B. opgedragen, op 20 oktober 1967. Door het “open begrotingsprincipe” was het mogelijk de begrotingen van architectenbureau en aannemer te vergelijken, hoeveelheden en eenheidsprijzen te controleren en tot een voor het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen aanvaardbare bouwsom te komen. De uiteindelijke prijsvorming heeft ongeveer 1,5 jaar in beslag genomen. Doordat de ruwbouw gewoon door kon gaan, hebben de prijsonderhandelingen rond de afbouw geen belangrijke invloed gehad op de totale bouwtijd. Het starten van de afbouw op een moment, dat de ruwbouw reeds vergevorderd was, had grote voordelen voor de organisatie van het werk. Tijdens de afbouw zijn in de grote tekenzalen in de hoogbouw vloeren ingehangen ten behoeve van de uitbreiding van de tekenzaaloppervlakte. Hiermee is de capaciteit vergroot tot 1250 studenten. Rekening houdend met het feit dat studenten niet altijd full time aanwezig zullen zijn, zou het gebouw theoretisch 1500 studenten moeten kunnen huisvesten. In de zomer van 1970 is het nieuwe faculteitsgebouw opgeleverd.⁶¹



Figuur 117 Het Bouwkundegebouw tijdens de uitvoering





Figuur 118 Het Bouwkundegebouw tijdens de uitvoering



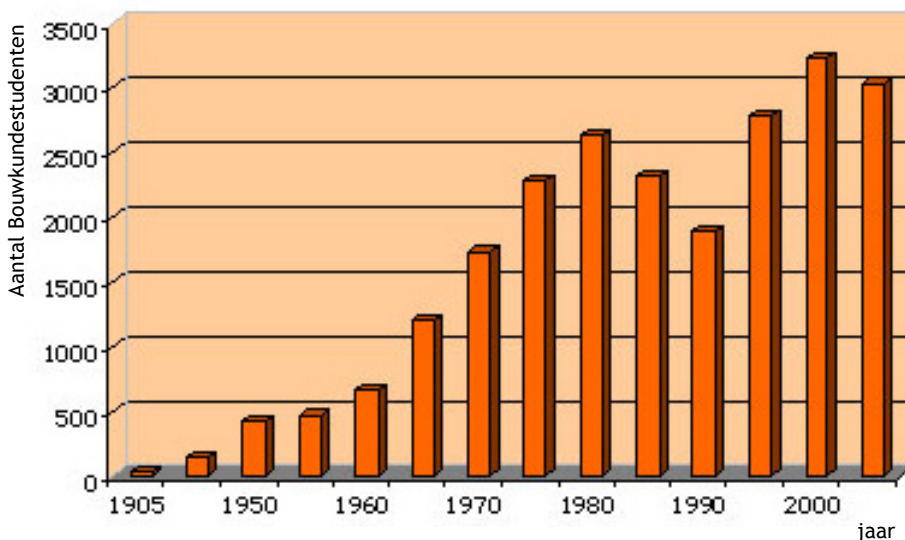
Figuur 119 Het Bouwkundegebouw tijdens de uitvoering



7.6 Gebruik en beheer

Het gebouw voor Bouwkunde is al weer meer dan 35 jaar in gebruik. In deze periode is er veel veranderd in de organisatie, het aantal studenten (Figuur 120) en de manier van lesgeven. Vroeger kregen de studenten 's ochtends college en in de middag ontwerp oefeningen. Tegenwoordig wordt veel minder college gegeven en vindt er veel Probleemgestuurd Onderwijs (PGL) plaats in kleine groepen. Ook wordt aanzienlijk meer achter de computer gewerkt. De totale tijdsbesteding aan onderzoek is fors gestegen. In verhouding tot de dynamiek in de organisatie en de activiteiten is het gebouw erg statisch. De hoofdopzet van het gebouw is nauwelijks veranderd. Docenten hebben hun eigen plek en studenten vertoeven afwisselend op de ontwerpzalen en in collegezalen, tutorruimten en andere onderwijsruimten. Een van de huidige hoogleraren haalde als anekdote op, dat de streep die hij ooit als student op de muur van een atelierruimte zette, hier nog steeds staat.

Het is dus geen wonder dat het gebouw op een aantal punten niet (meer) voldoet. In de functionele analyse van het gebouw is onder meer geconstateerd dat de locatie van verschillende functies niet optimaal is. De liftcapaciteit is onvoldoende. In verschillende ruimten zijn de functionaliteit, het comfort en het voorzieningenniveau ontoereikend. Het gebouw is soms te vol en op veel andere momenten onderbenut. Het gebouw voldoet niet aan externe eisen met betrekking tot brandveiligheid, bouwbesluit, arbeidsomstandigheden en milieu. Dit alles wil niet zeggen dat het gebouw nog steeds hetzelfde is als 35 jaar geleden. Ondanks het statische karakter van "vast"goed, zijn in de loop der jaren talrijke ingrepen in het gebouw gepleegd, deels zonder en deels met ingrijpende bouwkundige aanpassingen. In die zin is ook een gebouw een levend organisme.



Figuur 120 Aantal Bouwkundestudenten 1905-2005
(bron: <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp>)



In de functionele analyse (hoofdstuk 5) zijn al diverse veranderingen besproken. Zonder volledig te willen zijn, noemen we hier een aantal opvallende veranderingen uit de laatste tien jaar:

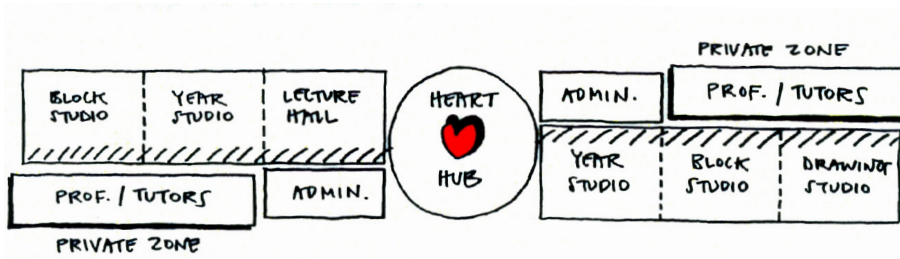
- Vervangen van de zware toegangsdeuren voor de hoofdentree door schuifdeuren en later een grote tourniquette.
- In de laagbouw creëren van een rookruimte op de begane grond, ingrijpend renoveren van de vormstudiehal, verwijderen van de Stylos boekshop in de hal en vervangen door een nieuwe boekshop, realiseren van een centraal info- en FM-punt.
- Talloze kleine ingrepen vanwege personeelsmutaties, zoals kamers opknappen, opsplitsen of samenvoegen.
- Ingrepen op verzoek van nieuwe hoogleraren. Zo liet enkele jaren gelden de toenmalige decaan Cees Dam, het plafond van de centrale hal paars verven en de centrale entree voorzien van de tekst Faculty of Architecture. Recent is bij architectuur op verzoek van Jo Coenen een aantal kamers samengevoegd tot een grote kantoortuin.
- Talloze technische aanpassingen ten behoeve van een verbetering van de functionaliteit, de klimaatbeheersing, de akoestiek, en de veiligheid en gezondheid. Voorbeelden hiervan zijn de nieuwe kabelgoten ten behoeve van internetaansluitingen, met glazen wanden afschermen van open ruimten, een pilot (op de 10^{de} etage) met akoestisch goed geïsoleerde verplaatsbare wanden, toepassing van metal-stud scheidingswanden die doorlopen tot de verdiepingsvloer, plafondplaten in de gangen voorzien van beter akoestisch isolatiemateriaal, verwijderen van regelkasten, aanbrengen van een nieuw brandveiligheidssysteem, werkplaatsen aanpassen aan actuele arbo eisen, vervangen van lichtarmaturen en toepassen van sensoren.
- Plaatsing van koffie automaten op alle verdiepingen.
- Toevoegen van een extra brandtrap aan de buitenkant van het gebouw.
- Diverse grote interne verhuisoperaties vanwege andere organisatorische indelingen (van 13 vakgroepen naar uiteindelijk 4 afdelingen, samengaan of opsplitsing van secties, opheffing van onderzoeksgroepen, nieuwe afstudeerateliers etc.).
- Verschillende verhuizingen van het Publikatieburo Bouwkunde en de Bouwshop.
- Creëren en later weer opheffen van een studielandschap.
- Creëren van een werkplaats voor het Product Ontwikkeling laboratorium (inmiddels weer opgeheven).
- Creëren van computerruimten en tutorruimten.
- Opheffing van collegezaal E ten gunste van werkruimte en ontmoetingsruimte voor de Delft School of Design (DSD).
- Verhuizing van de decaan en enkele ondersteunende diensten van de begane grond naar de 12^{de} etage, om op de begane grond plaats te maken voor tutor- en instructieruimten.
- Verbetering van de faciliteiten in de onderwijsruimten, met name de audiovisuele middelen.
- Bouw van een Stylospaviljoen door en voor studenten, afbreken, een nieuw paviljoen bouwen, sloop na brandstichting, opnieuw een paviljoen bouwen.

In de loop der jaren zijn verschillende voorstellen ontwikkeld voor uitbreiding van het gebouw en verbetering van de buitenruimte. Een van de ideeën is om in het kader van een nieuw masterplan voor de TU Delft - waaronder een ingrijpende herstructurering van de Mekelweg - de ruimte tussen Bouwkunde en Civiele Techniek te gebruiken voor de bouw van een gemeenschappelijk restaurant. De vrijkomende ruimte kan dan voor onderwijs worden gebruikt. Voor de korte termijn staan enkele kleine ingrepen in de hal gepland, waaronder het realiseren van een espressobar in de hal en ruimere zitplekken. Voor de langere termijn heeft de in 2005 nieuw aangetreden decaan, Wytze Patijn, ook de nodige ingrepen in petto.

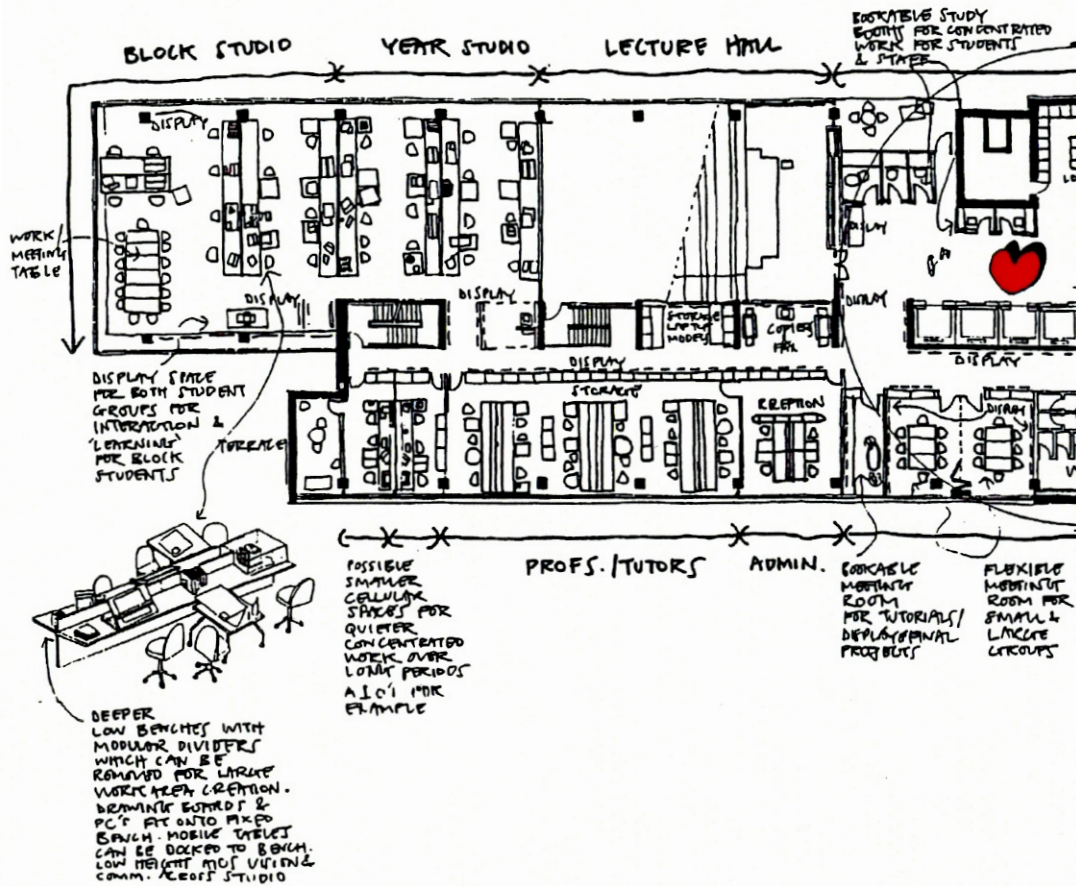
Wellicht dat dan ook een aantal ideeën uit de eerder genoemde studie van Twijnstra Gudde Management Consultants in de plannen wordt meegenomen⁶². In hun studie uit 1998 noemen zij de behoefte aan persoonsgebonden ateliers voor studenten, meer herkenbaarheid en identiteit van de afzonderlijke lagen in het gebouw en de activiteiten die hier plaatsvinden, invoering van blokateliers en jaarateliers en een grotere herkenbaarheid naar buiten van wat er binnen het gebouw plaatsvindt. Twijnstra Gudde heeft de analyse van de vraag samen met architectenbureau DEGW vertaald in een visie op het gebouw voor de toekomst (Figuur 121 en 122).

Zij stellen voor om de begane grond als een netwerk te laten functioneren voor ontmoetingen, presentaties, informatie en 'events'. Op een standaardverdieping vormt het gebied rond de liften het hart van de verdieping en het meest openbare deel. In het hart zou plaats moeten zijn voor een koffiecórner met pantry (hier staan al wel koffie automaten) en een cybercafé waar je informatie van het net kunt plukken en verbinding kunt maken met de bibliotheek. Het gebied rondom de liften kan gebruikt worden voor het tentoonstellen van studentenwerk en werk van docenten en onderzoekers. In deze zone zouden ook de overlegplekken en individuele concentratieruimten en tutorial ruimten met displayruimte kunnen worden ondergebracht. Deze ruimten zijn van niemand en kunnen worden gereserveerd bij de receptie op de desbetreffende verdieping.

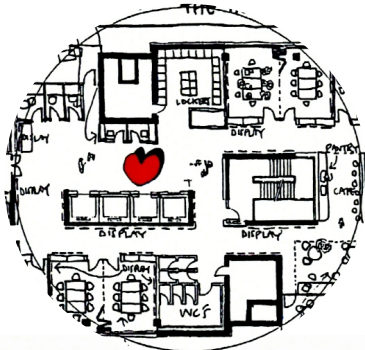
Aan weerszijden van het hart bevinden zich de ateliers en de werkplekken voor docenten en ondersteunende staf. De ondersteunende staf vormt tevens een sluis tussen het openbare gebied en de werkruimte voor docenten, die gemeenschappelijk gebruik maken van een docentenruimte. Voorts kunnen de docenten gebruik maken van individuele concentratieruimten, een 'knutselkamer' en overlegplekken. De ateliers zijn ingericht met multifunctionele werkbanken. In de middenzones tussen docentwerkplekken en ateliers bevinden zich de kopieermachines en is een opbergruimte aanwezig voor uitleenlaptops.



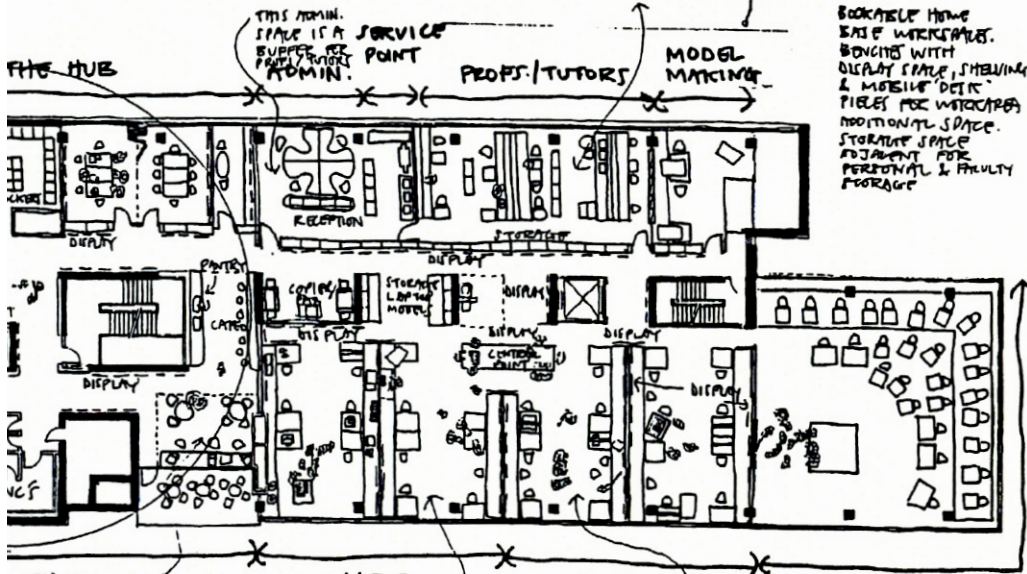
Figuur 121 Concept van TG/WDEGW voor een toekomstige verdieping



Figuur 122 Beeldimpresie van de visie van TG/DEGW voor een toekomstige verdieping



hart van verdieping



THIS ADMIN. SPACE IS A SERVICE BUFFER FOR FRONT FRONT ADMIN.

BOOKSHELF HOME BASE WORKSPACES. BONDING WITH DISPLAY CASE, SHELVING & MOBILE 'DESK' PIECES FOR WORKAREA. ADDITIONAL SPACE. STORAGE SPACE ADJACENT FOR PERSONAL & FACULTY STORAGE

THE HUB
 • SERVICES
 • SCALE
 • INTERIOR
 • DISPLAY
 • INTERVIEW
 • THE 'HEART'

'CYBER CAFE & INFORMATION POINT: WEB SEARCH, LIBRARY ON-LINE MAGAZINES, FACULTY SERVICES, TOUCH-DOWN WORKINGPT.

YEAR STUDIO
 YEAR STUDENTS COULD USE BOTH PC TABLES & SMALLER BENCH INNOVATIVE DRAWING BOARD

BLOCK STUDIO

FLEXIBLE DRAWING STUDIO

SCREEN DIVIDERS FOR DISPLAY OF PROJECT & FIXED BENCH WITH EITHER MOBILE WORK TABLE OR DRAWING BOARD



De meeste wijzigingen in het gebouw ontstaan ad hoc, in reactie op vragen van docenten of studenten of vanwege organisatorische wijzigingen. De gebouwbeheerder toetst de aanvragen op redelijkheid, financiële consequenties en beschikbaar jaarbudget. Bij grotere ingrepen besluit de decaan, in overleg met de gebouweigenaar: TU Delft Vastgoed. Een strategisch huisvestingsplan voor de langere termijn is tot nu toe niet gemaakt. Er zijn wel initiatieven in die richting. Voorts is enkele jaren geleden een huisvestingsboek Bouwkunde opgesteld om beter op de veranderingen in het gebouw te kunnen sturen. Op TU niveau wordt al meer over de langere termijn nagedacht. Zoals in de functionele analyse is aangegeven, was voor het begin van deze eeuw een grootschalige renovatie van het gebouw gepland. De herontwikkeling van het gebouw maakt deel uit van het Meerjarenplan Vastgoed Investeringsplan TUD 2001-2010 van TU Delft Vastgoed. Door gebrek aan geld is deze renovatie (nog) niet doorgegaan. Wel geeft het voor de renovatie uitgevoerde haalbaarheidsonderzoek van Stevens en Van Dijk een goed beeld van wat het faculteitsgebouw in de toekomst mogelijk te wachten staat. Tabel 16 vergelijkt het ambitieniveau van de gebruikers met de huidige situatie en geeft per thema de door Stevens en Van Dijk aanbevolen oplossingsrichtingen.⁶³ Verschillende kleinere maatregelen zijn al uitgevoerd.

Tabel 16 Ambitieniveau getoetst aan het huidige gebouw en vertaald in aanbevelingen

<i>Ambitieniveau</i>	<i>Gebouw</i>	<i>Aanbevelingen</i>
1. Belevingswaarde: imago		
<ul style="list-style-type: none"> - Bouwkundegebouw is onlosmakelijk verbonden met de faculteit Bouwkunde. Bij voorkeur de faculteit in dit gebouw blijven huisvesten. - Gebouw heeft voorbeeldfunctie voor de bouwkunde opleiding, architectuur, integratie van duurzaam bouwen en technische innovatie - Uitstraling gebouw is essentieel, intern en extern - Waardstelling gebouw door bureau Van den Broek en Bakema respecteren 	<ul style="list-style-type: none"> - Huidige gebouw is uitgangspunt - Ontwerp Van den Broek en Bakema heeft architectonische waarde en uitstraling - Gebouw voldoet niet meer aan brandtechnische eisen maar biedt mogelijkheden tot aanpassing aan de normen - Duurzaam bouwen is niet in het huidige ontwerp aanwezig - Inrichtingspakket is gedateerd en technisch verouderd, geen goede uitstraling 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebouw zodanig renoveren, dat het ontwerp van Van den Broek en Bakema gerespecteerd blijft; niet tornen aan het oorspronkelijke uiterlijk - Bij vervangen of verbeteren van bouwtechnische delen of installaties technische innovatie en duurzaam bouwen toepassen - Inrichtingspakket geheel vervangen, m.u.v. elementen met een essentiële architectonische waarde

2.1 Gebruikswaarde: procesondersteuning		
<ul style="list-style-type: none"> - Gebouw moet communicatie en interactie in de hand werken - Bedrijfsproces van onderwijs, onderzoek en administratie optimaal ondersteunen - Scheiding tussen kantoorruimten, grote onderwijszalen en specifieke ruimten zoals de maquettehal - Relatie tussen kantoorruimte docenten en kantoorachtige onderwijsruimten is essentieel - Voldoende faciliteiten en kastruimte voor studenten nabij de atelierruimten - Aantrekkelijke en inspirerende werkomgeving 	<ul style="list-style-type: none"> - Laag- en hoogbouw biedt mogelijkheden tot ruimtelijke scheiding kantoorruimte, kantoorachtige onderwijsruimten en grote onderwijsruimten - Open centrale hal in de laagbouw bevordert communicatie - Gesloten, hokkerige hoogbouw remt de communicatie; hoogbouw heeft wel open gebouwstructuur - Oorspronkelijk “open” hoofdtrappenhuis is later dichtgezet door aanbouw van kantoorruimten e.d. - Inrichtingspakket is gedateerd en technisch verouderd 	<ul style="list-style-type: none"> - Oorspronkelijke openheid hoofdtrappenhuis zoveel mogelijk terugbrengen - Openheid in hoogbouw brengen door open kantoorconcepten en glazen wanden - Indeling gebouw op functionaliteit en niet meer op leerjaren per verdieping - Kantoorruimten en ruimten voor zelfstudie en werkcolleges zoveel mogelijk in de hoogbouw - Practicarumten en collegezalen zoveel mogelijk in de laagbouw
2.2 Gebruikswaarde: logistieke ondersteuning		
<ul style="list-style-type: none"> - Toegang en terreinvoorzieningen laten aansluiten op routing TU-wijk - Heldere routing en oriëntatie binnen het gebouw, horizontaal en verticaal - Lange loopafstanden voor grote groepen mensen vermijden - Ruimten voor publieke functies integreren en situeren rond publieke zone (centrale hal) - Specifieke practicarumten (maquettehal, endoscoop e.d.) zoveel mogelijk clusteren - Liften optimaliseren of uitbreiden 	<ul style="list-style-type: none"> - Entree vanaf de Mekelweg niet zichtbaar en niet gemakkelijk te vinden - Publieke functies zoals de kantine en tentoonstellingsruimte zijn in de centrale hal bij de entree gesitueerd - Horizontale routing vanuit de centrale hal is goed, behalve naar de achterzijde van het gebouw (maquette-, vormstudie- en blokkenhal) - Verticale routing is slecht door gesloten karakter en onvoldoende liftcapaciteit - Collegezalen dicht bij sanitaire voorzieningen - Meeste practicarumten geclusterd in de laagbouw 	<ul style="list-style-type: none"> - Entree verleggen naar de voorzijde aan de Mekelweg - Verticale routing verbeteren door openere hoofdtrappenhuis en optimaliseren van de liftbewegingen - Roltrappen in de laagbouw - Trappenhuisen aan de kopgevels verbreden - Pantry's en kopieercorners aanbrengen rond het hoofdtrappenhuis - Collegezalen op de verdiepingen zoveel mogelijk naar de laagbouw - Practicarumten uit de hoogbouw clusteren bij practicarumten in de laagbouw

2.3 Gebruikswaarde: toegankelijkheid		
<ul style="list-style-type: none"> - Duidelijke verbinding tussen toegang en routing TU wijk vanuit de Huisvestingsstrategie TU Delft - Parkeervoorzieningen laten aansluiten op voorzieningen TU wijk 	<ul style="list-style-type: none"> - Entree vanaf Mekelweg niet zichtbaar en niet gemakkelijk te vinden - Parkeerterrein ligt aan de achterzijde van het gebouw, niet mogelijk om te verplaatsen 	<ul style="list-style-type: none"> - Entree verleggen naar de voorzijde aan de Mekelweg - Duidelijke bewegwijzering op buitenterrein aanleggen voor parkeren
2.4 Gebruikswaarde: veiligheid, beheersbaarheid en betrouwbaarheid		
<ul style="list-style-type: none"> - Onderhoudsbewust ontwerp van interieur en exterieur - Afsluitbaarheid in zijn geheel en in delen om gebouw gedeeltelijk open te kunnen stellen - Voorbereid zijn op 24 uren openstelling - Standaardeisen conform kantoorgebouwen 	<ul style="list-style-type: none"> - Inrichtingspakket gedateerd, verouderd en niet gemakkelijk te onderhouden - Gebouw biedt voldoende mogelijkheden om het in delen afsluitbaar te maken - Gebouwbeheersinstallatie beperkt maar voldoende 	<ul style="list-style-type: none"> - Inrichtingspakket vervangen, materialen en detaillering kiezen die gemakkelijk te onderhouden zijn - Verdiepingen segmenteren ten behoeve van gedeeltelijke afsluitbaarheid - Ruimten naar tijdsduur gebruik clusteren in apart afsluitbaar gebouwdeel - Afsluitbaarheid organisatorisch en technisch oplossen - Uitbreiding overwegen van elektrische installatie
2.5 Gebruikswaarde tijdens de uitvoering van de renovatie		
<ul style="list-style-type: none"> - Renovatie faseren; gebouw blijft tijdens renovatie in gebruik - Afstemmen op andere TU projecten net het oog op voldoende schuifruimte - Stank-, trillings- en geluidsoverlast zoveel mogelijk beperken - Start renovatie 2003 (!); oplevering uiterlijk 2005... 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebouwstructuur is geschikt voor gefaseerde uitvoering - Klimaatinstallatie is verouderd en van onvoldoende capaciteit 	<ul style="list-style-type: none"> - Fasering zodanig dat oude installaties kunnen doordraaien naast nieuwe installaties - Korte bouwtijd conflicteert met gefaseerde aanpak, optimum zoeken

3.1 Ecologische waarde: energieverbruik		
<ul style="list-style-type: none"> - Creëren van een goed binnenmilieu met zo laag mogelijk energieverbruik - Alternatieven voor verlaging energieverbruik onderzoeken vanuit milieuoogpunt en kosten - Geen installatiearm imago vanwege risico's en toepasbaarheid bij hoge warmtelasten, wel energiearme uitstraling 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebouw is niet energiezuinig: gevels onvoldoende luchtdicht; isolatie gevels en dak voldoet niet aan Bouwbesluit; verlichtingsinstallatie is verouderd en niet energiezuinig; 	<ul style="list-style-type: none"> - Gevels en daken isoleren - Luchtdichtheid gevel verbeteren - Verlichtingsinstallatie vervangen door energiezuinige armaturen, daglichtafhankelijke regeling en aanwezigheidsdetectie
3.2 Ecologische waarde: waterverbruik		
<ul style="list-style-type: none"> - Alternatieven voor verlaging onderzoeken vanuit milieuoogpunt en kosten 		<ul style="list-style-type: none"> - Wens meenemen in ontwerpfase
3.3 Ecologische waarde: materiaalgebruik		
<ul style="list-style-type: none"> - Geen materialen toepassen waarvan winning, gebruik en afval ernstige milieuproblemen veroorzaken - Voldoen aan nationaal pakket Duurzaam Bouwen - Rekening houden met toekomstige recyclebaarheid - Onderhoudsvriendelijk en onderhoudsarm 	<ul style="list-style-type: none"> - Inrichtingspakket gedateerd, verouderd en niet gemakkelijk te onderhouden 	<ul style="list-style-type: none"> - Inrichtingspakket vervangen, materialen en detaillering kiezen die gemakkelijk te onderhouden zijn - Wensen meenemen in ontwerpfase
3.4 Ecologische waarde: emissies en afval		
<ul style="list-style-type: none"> - Afvalbeheer nader onderzoeken 		<ul style="list-style-type: none"> - Wensen meenemen in ontwerpfase

4.1 Basale waarde: thermisch comfort		
<ul style="list-style-type: none"> - Goede kwaliteit binnenmilieu - Bij voorkeur individueel regelbaar (verwarming, koeling, ventilatie, zonwering) - Te openen ramen vanuit psychologisch oogpunt wenselijk 	<ul style="list-style-type: none"> - Warmteverdeling/capaciteit is goed - Verwarmingslichamen verouderd en niet aanpasbaar - Koelinstallatie te kleine capaciteit en verouderd - Luchtbehandelingsinstallatie collegezalen, vergaderzalen en kantine goed, overig verouderd - Ventilatievoud in collegezalen en kantoorruimte voldoende - Luchtkwaliteit onvoldoende - Verdeling ventilatie slecht - Natuurlijke ventilatie onvoldoende beheersbaar - Gevels en dakisolatie voldoet niet aan Bouwbesluit en er zijn koudebruggen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kantoorruimten voorzien van te openen ramen - Alle verblijfsruimten m.u.v. centrale hal voorzien van mechanische ventilatie en koeling - Verwarming: verdeellichamen op verdiepingen en verwarmingslichamen vernieuwen - Gevels aan binnenzijde isoleren om gevelkarakter te behouden - Gevelbeglazing vervangen door extra isolerende beglazing - Dakisolatie verbeteren - Koudebruggen oplossen
4.2 Basale waarde: luchtkwaliteit		
<ul style="list-style-type: none"> - Roken niet toegestaan behalve in rookruimte op de begane grond 		<ul style="list-style-type: none"> - In rookruimten voorzien
4.3 Basale waarde: visueel comfort		
<ul style="list-style-type: none"> - Daglichtafhankelijke regeling en verlichtingsarmaturen en aanwezigheidsdetectie - Presentatieruimten verduisterbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Verlichtingsarmaturen verouderd en niet energiezuinig - Alleen collegezalen verduisterbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Verlichtingsinstallatie vervangen door energiezuinige armaturen, daglichtafhankelijke regeling, aanwezigheidsdetectie en beeldschermvriendelijk - Alle presentatieruimten voorzien van verduisteringsgordijnen
4.4 Basale waarde: geluid		
<ul style="list-style-type: none"> - Voorzieningen treffen voor akoestische privacy 	<ul style="list-style-type: none"> - Geluidsoverlast van tekenzalen naar kantoorruimten docenten - Slechte akoestiek op tekenzalen 	<ul style="list-style-type: none"> - Absorberende voorzieningen opnemen en steekvloeren dichtzetten

4.5 Basale waarde: buitenmilieu		
- Buitenmilieu bij entreegebied goed	- Bij entree slecht door wind- en wateroverlast	- Voorzieningen opnemen om winoverlast te beperken
5. Strategische waarde: bestemmingsflexibiliteit (ander gebruik in de toekomst)		
- Blijvende bestemming als onderwijsgebouw voor faculteit Bouwkunde - 1 grote amphizaal - Specifieke practicar ruimten (b.v. maquettehal, handtekenen) zoveel mogelijk clusteren	- 1 grote amphizaal (350 pp) op de begane grond plus hoorcollegezalen (180 pp) in hoogbouw aanwezig - Specifieke practicar ruimten liggen in de laagbouw	- Amphizaal op de b.g.g. behouden - Locatiespecifieke practicar ruimten handhaven, overige practicar ruimten zoveel mogelijk nabij specifieke practicar ruimten
5.2 Strategische waarde: huisvestingsflexibiliteit (indelingsmogelijkheden bij gebruik)		
- Gemakkelijk te verbouwen - Kantoorachtige ruimten en onderwijsruimten m.u.v. specifieke practicar ruimten en grote onderwijszalen overal in het gebouw te realiseren - Korte omsteltijd voor kantoorruimte naar onderwijsruimte en omgekeerd - Multifunctioneel ruimtegebruik bevorderen	- Kantoorruimte niet gemakkelijk om te bouwen naar onderwijsruimte en omgekeerd - Gehele hoogbouw biedt goede mogelijkheden voor kantoorruimten en werkcollegeruimten; laagbouw hiervoor minder geschikt, wel voor practicar ruimten en collegezalen	- In uitwerking ontwerp rekening houden met mogelijkheid tot eenvoudige aanpassing installaties en eenvoudig te demonteren binnenwanden - Onderhoudsgevoelige installatie onderdelen zoveel mogelijk in 1 zone of aparte technische ruimten/schachten
5.3 Strategische waarde: gebruikersflexibiliteit (indelingsmogelijkheden op werkplek)		
- Zo min mogelijk beperkingen vanuit het gebouw	- Gebouwstructuur biedt voldoende mogelijkheden	- Zie hierboven
6. Economische waarde		
- Budget investeringskosten nader te bepalen - Exploitatiekosten zo laag mogelijk - M2-prijs in verhouding tot die van andere faculteiten		



Figuur 123 Bouwkunde net na oplevering



Figuur 124 Tekenzaal



7.7 Planning en werkelijkheid

De totale ontwikkeling en realisering van het faculteitsgebouw Bouwkunde heeft 15 jaar in beslag genomen, vanaf het initiatief in 1955 tot de oplevering in de zomer van 1970 (Figuur 123 en 124).⁶⁴ Met name de planontwikkeling heeft veel tijd gekost, door wijziging van de locatie en de grote stijging in aantal bouwkundestudenten. Hierdoor veranderden de eisen aan het gebouw en is het ontwerp na het winnen van de prijsvraag door Van den Broek in 1957 drastisch gewijzigd. Dit had ook gevolgen voor de kosten. Het definitief ontwerp is begroot op 29,5 miljoen gulden, terwijl de opdracht voor het voorlopig ontwerp nog uitging van 21 miljoen gulden. Ook de geldontwaarding is van grote invloed geweest op deze kostenstijging.

De planontwikkeling kan worden gekenschetst als een moeizame periode met eindeloze studies, alternatieve bouwmethoden en constructiewijzen. Dit heeft tot grote vertragingen geleid. Door de gefaseerde aanbesteding heeft men weer iets aan tijd gewonnen.







Evaluatie en conclusies

8

In het (afzonderlijk gepubliceerde) *Analysekader voor Integrale Plananalyse* wordt het laatste deel “Evaluatie en conclusies” onderverdeeld in a) prestaties van het gebouw; b) tijdsperspectief (ontstaan, ontwikkelingen, toekomst); c) projectspecifieke conclusies; en d) generieke conclusies en aanbevelingen. We volgen deze vierdeling hier niet letterlijk, maar laten wel alle ingrediënten hieruit aan de orde komen.

8.1 Totaalbeeld en compositie

Typologie

Een universiteitsgebouw is een gebouw dat verschillende functies in zich opneemt. Deze functies evalueren in de loop van de tijd. Het gebouw voor Bouwkunde kan deze veranderingen prima aan. De hoofdopzet bestaat uit een hoge capaciteitsdoos voor onderwijs en onderzoek op een laagbouw met algemene ondersteunende ruimten (kantine, bibliotheek, vormstudiehal, werkplaatsen en dergelijke), ontsloten door een hoge centrale hal in de vorm van een semi-publieke “straat”. Dit concept blijkt goed te werken en wordt nog steeds breed gewaardeerd. De oorspronkelijke, sterk functionalistisch ingestoken idee van twee bouwlagen per studiejaar - als het ware een in beton gegoten curriculumvoorstel - is thans volledig achterhaald. De ruimtelijke scheiding tussen algemene functies en onderwijsfuncties is minder strikt dan in de startfase, maar nog steeds op hoofdlijnen van toepassing. De draagconstructie en het maatstramien hebben een grote mate van flexibiliteit en indelingsneutraliteit. Door de mogelijkheid tot het inhangen van tussenvloeren en flexibel omgaan met het gebruik heeft het gebouw de enorme groei van het aantal studenten en medewerkers tamelijk goed kunnen opvangen.

Totaalbeeld en compositie

Het gebouw is in compositie en totaalbeeld gaaf gebleven. In de inrichting zijn talloze aanpassingen gepleegd, maar de hoofdstructuur is goed zichtbaar gebleven. De transparantie is deels verloren gegaan. Terugbrengen hiervan kan bij nieuwe aanpassingen als uitgangspunt gelden. Een handleiding met randvoorwaarden en invullingsvarianten is daartoe een prima hulpmiddel. Excellente ideeën en experimenten hoeven transparantie niet in de weg te staan.

Het materiaalgebruik is robuust en neutraal gebleken. Het uitgevoerde onderhoud maakt het mogelijk dat het gebouw nog generaties lang mee kan. Een complete verbouwing van het interieur lijkt niet noodzakelijk. Er is letterlijk ruimte aanwezig om veranderingen op te nemen.

Bovendien laat de locatie uitbreiding van het gebouw toe. De vraag is of dit nodig is, gezien de verwachting dat het aantal studenten niet verder zal groeien. Wel legt de wens tot meer werkplekken voor studenten een zware druk op de ruimtebehoefte.

Conform de architectonische waardestelling van Architectenbureau Van den Broek en Bakema kan worden geconcludeerd, dat de ruimtelijkheid, het “eerlijke” materiaalgebruik en de opzet van een massaopbouw boven op een laagbouwdeel met algemene ruimten van wezenlijk belang zijn voor het behoud van het architectonische karakter van het gebouw. Ook de “straat van Bouwkunde” maakt een wezenlijk onderdeel uit van de architectuur van het gebouw. Dit wil niet zeggen dat er geen veranderingen in het gebouw mogelijk zijn. Toepassing van nieuwe materialen met een gelijksoortige uitstraling en uitdrukking die het concept bevestigen, zijn zeker denkbaar.

Draagconstructie en installaties

De betonnen draagconstructie - uitgevoerd in schoon beton en deels geschilderd - vormt een essentieel onderdeel van het architectonische beeld. De klimaatinstallaties zijn in de loop van de tijden aangepast zonder afbreuk te doen aan de architectonische kwaliteiten. De oorspronkelijke leidingen lopen vertikaal door het gebouw en zijn niet in schachten weggewerkt. Dit toont hoe zorgvuldig men destijds het ontwerp en de uitvoering op elkaar wist af te stemmen. Bij recent uitgevoerde aanpassingen wordt hiermee niet altijd zorgvuldig omgesprongen.

8.2 Bouwtechnische kwaliteit

Het gebouw voor de faculteit Bouwkunde bestaat uit een robuuste drager van geprefabriceerd en in het werk gestort beton. De draagconstructie is onverwoestbaar en de maatsystematiek is van dien aard dat deze geen belemmering vormt voor toekomstige aanpassingen. De hoogtematen zijn een grote kwaliteit van dit gebouw en geven letterlijk ruimte voor de toekomst. Het vloergebruik is flexibel, met als beperking de schijven in de middenzone. De inbouw en inrichting is nog redelijk authentiek, maar er zijn en worden aanpassingen gedaan die afwijken van de oorspronkelijke materialisering. Het gebouw slijt op verschillende plekken dicht met verschillende inrichtingselementen.

Het Bouwkundegebouw heeft een relatief sober, conventioneel klimaatontwerp, gebaseerd op natuurlijke luchttoevoer en radiatorenverwarming, met beperkte luchtverwarming en -koeling via mechanische ventilatie. Bouwkunde heeft een geavanceerd gebouwbeheersysteem (GBS). Hiermee kunnen de gewenste klimaateigenschappen op afstand worden ingesteld en afwijkingen hierin gecorrigeerd. Daarnaast is beperkte individuele controle van het binnenklimaat door gebruikers mogelijk, wat niet altijd even gemakkelijk is. De radiatoren zijn nauwelijks instelbaar.



Ondanks het GBS is de toevoer van ventilatielucht niet altijd voldoende. Er zijn ook tochtproblemen. Medewerkers noemen de te hoge temperaturen in de kabinetten in de zomer, De kabinetten kunnen ook oncomfortabel koel zijn. Studenten zijn vooral ontevreden over de te lage temperaturen in de zalen in de herfst en winter. Een ander probleem is de akoestiek, met name in de zalen en in de kantine.

8.3 Milieukwaliteit

De milieukwaliteit van dit gebouw is niet eenvoudig vast te stellen. Doordat er verschillende functies en activiteiten in plaatsvinden, is een eenduidige vergelijking met een referentie niet mogelijk. Bovendien speelt voor het vaststellen van de milieubelasting van dit al geruime tijd bestaande gebouw de bereikte en nog te verwachten gebruiksduur een belangrijke rol. Deze is niet eenvoudig te bepalen. Zonder medeneming van het levensduuraspecten blijken de milieukosten van Bouwkunde 8% hoger uit te vallen dan in het gehanteerde referentiegebouw. Dat is niet slecht voor een gebouw uit 1970! De milieukosten komen vooral voor rekening van de verwarming en in de mindere mate door het gebruik van apparatuur. De ongunstige milieu-index hangt samen met inefficiënt ruimtegebruik. Het materiaalgebruik in het Bouwkunde gebouw is door de zware constructie en laagbouwdeelen ongunstiger dan in het referentieproject. In geval van renovatie is behoud van de constructie een belangrijk milieu-item.

Is Bouwkunde duurzaam?

De bijdrage van Bouwkunde aan een duurzame ontwikkeling hangt sterk af van de feitelijke levensduur. Mocht het gebouw binnen enkele decennia in onbruik raken dan zit de volgende generatie opgescheept met hoge sloopkosten en milieukosten voor een nieuw gebouw. Zowel vanuit de architectonische analyse als vanuit de technische analyse en de milieuanalyse is de houdbaarheid van dit gebouw als een belangrijke kwaliteit aangemerkt. Het Bouwkunde gebouw heeft de potentie om te kunnen evolueren. Met het oog op een goede duurzaamheidsscore moet dit gebouw of in ieder geval de drager zo lang mogelijk blijven staan. Aan vervanging van installaties of inbouw valt bij een lange levensduur niet te ontkomen, maar dat zal gunstig uitpakken voor het energiegebruik. Het gebouw is dus lang houdbaar ('durable'). In combinatie met de milieuprestatie maakt dit het gebouw ook duurzaam ('sustainable'). Qua duurzaamheid in het gebruik is het lastig om een eenduidig oordeel te geven. De gebruikers laten zich sterk leiden door de architectonische beleving. Bouwkunde kan getypeerd worden als architectuur met een hoofdletter, maar het gebruik is niet optimaal. Daar valt nog wel enige milieuverbetering te behalen.

8.4 Het gebouw in gebruik

Ondanks dat het gebouw is ontworpen voor een andere organisatie, andere vormen van onderwijs (destijds meer hoorcolleges, een ander curriculum, geen probleemgestuurd onderwijs, veel tekenwerk en nauwelijks achter de computer) en aanzienlijk minder studenten dan tegenwoordig, blijkt het gebouw na 35 jaar op veel punten nog goed bruikbaar. In de loop der jaren zijn daarvoor veel ingrepen in het gebouw noodzakelijk geweest. Ondanks alle maatregelen zijn er soms forse discrepanties tussen vraag en aanbod. Op veelvuldig voorkomende piekmomenten is het gebouw te vol, terwijl op onderwijsluwe dagen veel ruimten niet volledig benut of zelfs onbezet zijn. Een betere match tussen de vraag naar ruimte en het aanbod aan ruimte vereist fysieke ingrepen, bijvoorbeeld door meer ruimte te creëren voor kleine groepen en werkplekken voor zelfstudie, en een meer flexibel kantoorconcept toe te passen. Daarnaast zijn organisatorische maatregelen noodzakelijk, bijvoorbeeld door bij de roostering van het onderwijs meer rekening te houden met beschikbaarheid van ruimten, ook in de avonduren onderwijs aan te bieden, en strenger te sturen op het nakomen van reserveringsafspraken. Een andere optie is om meer gemeenschappelijk gebruik te maken van andere ruimten binnen de TU Delft vastgoedportefeuille. Voor het stafgedeelte kan gedacht worden aan invoering van een meer innovatief kantoorconcept met een grotere mate van transparantie en gemeenschappelijk gebruik van activiteitgerelateerde werkplekken. Wel dient daartoe een zorgvuldige analyse van de werkprocessen plaats te vinden, om vast te stellen voor welke medewerkers en welke activiteitenpatronen een innovatief concept adequaat kan zijn.

Qua beleving scoort het gebouw middelmatig. De gebruikers hebben weinig waardering voor de omgeving van het gebouw en de “verstopt” gelegen locatie van de parkeerplaats. Zowel kort na de ingebruikname als anno 2006 wordt het gebouw als geheel als hard, onrustig en kleurloos getypeerd. Ten opzichte van de beginjaren ervaren de huidige studenten het gebouw vaker als koud, donker, zwaar, vol en afstotend, en iets minder vaak als ongezellig. Het binnenklimaat wordt niet erg gewaardeerd: te warm in de zomer, vooral aan de zuidzijde op de kabinetten, en te koud in de winter, vooral op de ontwerpzalen.

De “Bouwkunde straat” wordt nog steeds gewaardeerd als plek waar mensen elkaar ontmoeten, een tentoonstelling kunnen bekijken, of hun weg vinden naar aangrenzende onderwijsruimten, ondersteunende ruimten en de liften en trappen. Tegelijkertijd worden ook opmerkingen gemaakt als te groot, ongezellig, kaal en sfeerloos. In vergelijking met de beginjaren wordt de toegang tot het gebouw een stuk positiever beleefd. De vervanging van de zware toegangsdeuren door schuifdeuren en meer recent door een grote tourniquette werpt duidelijk zijn vruchten af.

8.5 Projectspecifieke conclusies

Het Gebouw voor Bouwkunde is in veel opzichten een uitzonderlijk gebouw. Het is ontworpen voor een specifieke functie, vooral voor onderwijs, en ook voor onderzoek en ondersteuning. De ontwikkeling in het gebruik is bijzonder, zowel kwantitatief (een forse groei in aantal gebruikers) als kwalitatief (organisatorische wijzigingen, ander onderwijs, meer onderzoek). Ondanks de grote dynamiek heeft het gebouw de vele ontwikkelingen redelijk goed kunnen opvangen.

De inrichting van het gebouw is in de loop der jaren op punten aangepast, maar op hoofdlijnen is het gebouw hetzelfde gebleven en nog steeds zeer herkenbaar door zijn opbouw, materiaalgebruik en transparantie van het geheel. Zoals de gebruikers vorm geven aan het gebouw door nieuwe ruimtes in te richten of functies te veranderen en te verplaatsten, zo geeft het gebouw ook vorm aan het gebruik. Dit faculteitsgebouw leent zich bijzonder goed voor het grote gebaar, zoals grote evenementen of grote tentoonstellingen. Maar het gebouw heeft ook hoeken en plekken voor kleine bijeenkomsten, informele afspraken, etc. Juist deze richting die het gebouw aan het gebruik geeft is van belang voor de overlevingskansen van het gebouw.

Het gebouw is echter ook duidelijk op leeftijd. Ondanks de vele aanpassingen en technische ingrepen voldoet het gebouw niet aan de huidige eisen ten aanzien van energieprestatie, brandveiligheid en binnenmilieu. Het gebouw wordt ook niet optimaal gebruikt. Dit is op te lossen door een combinatie van organisatorische en fysieke maatregelen.

Architectonisch kan dit gebouw nog generaties langs mee als onderwijs en onderzoeksgebouw voor studenten én medewerkers. Dit is ook een wens vanuit duurzaamheidsperspectief, maar vraagt om aanpassingen vanuit het standpunt van de gebruikers.

8.6 Generieke lessen

Het concept van een centrale hal in de vorm van een “straat” met aanliggende ondersteunende ruimten en onderwijsruimten in de laagbouw en hier boven op hoogbouw met kabinetten en onderwijsruimten functioneert prima. Dit concept zien we ook min of meer terug in sommige ziekenhuizen, verpleeghuizen, grote scholengemeenschappen en kantoorcomplexen. Het blijkt verstandig om activiteiten die veel mensen trekken vooral laag in een gebouw te huisvesten. Dit ontlast de benodigde liftcapaciteit en vergroot de veiligheid bij brand en andere calamiteiten, omdat meer mensen snel het gebouw kunnen ontvluchten.

De lange houdbaarheid van het gebouw wordt ook bepaald door het solide casco, de maatvoering van de constructie en de neutrale inrichting.

Het gebouw heeft een specifieke en herkenbare vorm met een eigen identiteit, en heeft daarmee een unieke uitstraling en karakter. Tegelijkertijd is het gebouw goed aanpasbaar aan de vele veranderingen in de organisatie en in de activiteiten die er plaatsvinden.

Een andere generieke les betreft de oplossingsrichtingen voor het verminderen van de tegenstelling tussen de vraag naar ruimte en het aanbod aan ruimte. Op Bouwkunde blijken de volgende concrete maatregelen te kunnen bijdragen aan een betere afstemming tussen de organisatie, de werkprocessen en het gebouw:

- Zorgvuldige analyse van de het onderwijsconcept, het onderwijsprogramma, de onderzoeksactiviteiten, de ondersteunende werkzaamheden, ontwikkelingen in ondersteunende faciliteiten zoals ICT, en een zorgvuldige vertaling hiervan in de ruimtebehoefte, kwalitatief en kwantitatief, nu en in de toekomst.
- Functionele herindeling van het gebouw op basis van de gebleken ruimtebehoefte.
- Reductie van pieken in de vraag naar ruimte en beter benutten van de daluren door een betere spreiding van de onderwijsactiviteiten in de tijd. Dit vereist tijdige, meer proactieve en flexibeler roostering van het onderwijsaanbod.
- Betere balans tussen roosteren op basis van voorkeur van docenten en (parttime) aanwezigheid en roosteren op basis van beschikbare ruimte.
- Strenger optreden tegen “no-show” gedrag, waardoor ruimten niet onnodig leeg staan omdat mensen na een reservering niet komen opdagen.
- Betrouwbaarheid van voorspeld ruimtegebruik verhogen door betere digitale informatiesystemen.
- Over de grenzen van het gebouw heen kijken door onderbezette ruimten ook open te stellen voor andere faculteiten en omgekeerd ook van ruimten elders binnen de TU Delft gebruik te maken (de zogenaamde zalenpool).
- Transparanter maken van het ruimtebeheer, bijvoorbeeld door digitale inzage in het onderwijsprogramma, roosters, roosterwijzigingen, aan/afwezigheid van docenten, tentamens.
- Helder communiceren van huisvestingsbeleid naar docenten en studenten.

Hoewel deze maatregelen sterk gerelateerd zijn aan de onderwijsfunctie van het gebouw, zijn ze ook meer generiek van toepassing op andere functies.

Noten

- ¹ Decembertellingen TU Delft 2000.
- ² Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft*.
- ³ Bakema, J.B.; Boot, J; Broek, J.H., 'Gebouw voor Bouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft', *Bouw*, (5 juni 1971) 23, pp 896-901 en Boot, J, *Gebouw afdeling bouwkunde t.h. berlageweg delft, bouwkundig ontwerp*, (oktober 1970), Delft.
- ⁴ Dolman, A.J ea, 'Enige opmerkingen over de nieuwe T.H.-wijk te Delft, *Bouw*, (5 juni 1971) 23, pp 914-916.
- ⁵ Interview met Fons Verheijen, gebouwcommissie, 29 september 2006.
- ⁶ <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp> *Aantal studenten 1905-2005*.
- ⁷ Een deel van het bachelor onderwijs is in 2006 verhuisd naar een ander gebouw.
- ⁸ Macel, O., I. Schutte, J. Wegner (1994) *Architectuur-archief Technische Universiteit Delft* pp. 138-143.
- ⁹ Máčel, O., I. Schutzen en J. Wegner, Architectuur-archief Technische Universiteit Delft, Publicatiebureau Bouwkunde Delft 1994, pp. 11-16.
- ¹⁰ Broek, J. van den, 'De stedenbouwkundige planning van de technische hogeschool in de Wippolder te Delft', *Bouw*, (5 juni 1971) 23, pp. 890-895.
- ¹¹ Ibelings, H (red.), *Van den Broek en Bakema 1948-1988: architectuur en stedenbouw: de functie van de vorm*, Rotterdam 2000.
- ¹² Mekelpark naar ontwerp van Mecanoo Architecten zie: www.mekelpark.tudelft.nl (geprint 11 december 2006).
- ¹³ Ibelings, H (red.), *Van den Broek en Bakema 1948-1988: architectuur en stedenbouw: de functie van de vorm*, Rotterdam 2000
- ¹⁴ Bakema, J.B.; Boot, J; Broek, J.H., 'Gebouw voor Bouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft', *Bouw*, (5 juni 1971)23, pp. 896-901, en Boot, J, *Gebouw afdeling bouwkunde t.h. berlageweg delft, bouwkundig ontwerp*, (oktober 1970), Delft.
- ¹⁵ Interview (Hielkje Zijlstra) met Fons Verheijen, huisvestingscommissie, 29 september 2006.
- ¹⁶ Bakema, J.B.; Boot, J; Broek, J.H., 'Gebouw voor Bouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft', *Bouw*, (5 juni 1971)23, pp 896-901
- ¹⁷ Boot, J, *Gebouw afdeling bouwkunde t.h. berlageweg delft, bouwkundig ontwerp*, (oktober 1970), Delft.
- ¹⁸ TU Delft, *Decembertelling TU Delft*, 2000
- ¹⁹ Zautsen, Sheila, *Huisvesting van Bouwkunde*, Afstudeerverslag 2001
- ²⁰ Zautsen, Sheila, *Huisvesting van Bouwkunde*, Afstudeerverslag 2001
- ²¹ Haan, J. de; *Thermische behaaglijkheid kabinetten bouwkunde*; maart 2005.
- ²² Bezuijen R. & Verhoeff S.; *Thermisch binnenklimaat 7 zuid*, Environments research, AR3Be080; 12-05-2005

- ²³ Zautsen, Sheila, *Huisvesting van Bouwkunde*, Afstudeerverslag 2001
- ²⁴ Uitgewerkt in Dobbelsteen, A. van den; The Sustainable Office; Delft: Copie Sjop, 2004
- ²⁵ Dobbelsteen, A. van den; The Sustainable Office; Delft: Copie Sjop, 2004
- ²⁶ Hoogdalem, H. van (1972) *Het gebouw voor Bouwkunde, onderzoek naar enkele gebruikaspecten*
- ²⁷ Zautsen, S. (2001) *Huisvesting van Bouwkunde*, Afstudeerrapport Faculteit Bouwkunde
- ²⁸ Macel, O., I. Schutte, J. Wegner (1994) *Architectuur-archief Technische Universiteit Delft*
- ²⁹ Stevens en Van Dijk (2002) *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde*
- ³⁰ Hoogdalem, H. van (1972) *Het gebouw voor Bouwkunde, onderzoek naar enkele gebruikaspecten* p. 50
- ³¹ Kooi, C. (2005) 'FM op de drempel van 2005' *Bnieuws* nr. 1, jaargang 2004- 2005
- ³² Macel, O., I. Schutte, J. Wegner (1994) *Architectuurarchief Technische Universiteit Delft* pp. 138-143
- ³³ Hoogdalem, H. van (1972) *Het gebouw voor Bouwkunde, onderzoek naar enkele gebruikaspecten* pp. 1
- ³⁴ Vollebregt, J. en C. A. de Vries (1998), Een vernieuwd gebouw voor Bouwkunde: fragmenten van inspiratie en argumentatie
- ³⁵ Zautsen, S. (2001) *Huisvesting van Bouwkunde*, Afstudeerrapport Faculteit Bouwkunde
- ³⁶ Velthoven, H. van (2005), *Ruimtegebruik Bouwkunde. Vraag, Aanbod en Matching*
- ³⁷ Velthoven, H. van (2005), *Ruimtegebruik Bouwkunde. Vraag, Aanbod en Matching*. Voordt, D.J.M. van der (2001), *Efficiënt ruimtegebruik. Bouwstenen voor (her)ontwikkeling en beheer van TU Delft Vastgoed*
- ³⁸ Kooi, C. (2005) 'FM op de drempel van 2005' *Bnieuws* nr. 1, jaargang 2004-2005
- ³⁹ Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde. Verkenning en haalbaarheid: aanvullend onderzoek*
- ⁴⁰ *Bnieuws* 16, 9 april 2001, pag. 16-17
- ⁴¹ Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft* p. 4
- ⁴² Hoogdalem, H. van (1971) 'Enkele observaties van het gebruik door studenten van het nieuwe gebouw' *Bouw* nr.23, pp. 910-911
- ⁴³ Hoofd Facility Management (2001), *Nota huisvesting*. Intern stuk Faculteit Bouwkunde TU Delft
- ⁴⁴ 'Behendige dieven actief op Bouwkunde' *Delta* nr. 3 jaargang 38
- ⁴⁵ Macel, O., I. Schutte, J. Wegner (1994) *Architectuurarchief Technische Universiteit Delft* pp. 138-143
- ⁴⁶ Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft* pp. 15
- ⁴⁷ Hoogdalem, H. van (1971) 'Enkele observaties van het gebruik door studenten van het nieuwe gebouw' *Bouw* nr.23, pp. 910-911

- ⁴⁸ Hoogdaem, H. van (1972) *Het gebouw voor Bouwkunde, onderzoek naar enkele gebruiksaspecten*, pp. 49-54
- ⁴⁹ Steffen en Van der Voordt (1979), *Delft, een analyse van de belevingswaarde*
- ⁵⁰ Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde*
- ⁵¹ Stevens en Van dijk (2001), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde. Programma en verslag workshop 1 en 2*
- ⁵² Jetten, B., M. Vervoort en David Polders (2002), *Arbeidsbelevingsonderzoek Bouwkunde Technische Universiteit Delft*
- ⁵³ Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde. Verkenning en haalbaarheid: aanvullend onderzoek*
- ⁵⁴ Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde. Verkenning en haalbaarheid: aanvullend onderzoek*
- ⁵⁵ Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft* pp. 18
- ⁵⁶ <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp> *Geschiedenis gebouw*
- ⁵⁷ Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft* pp. 2
- ⁵⁸ Macel, O., I. Schutte, J. Wegner (1994) *Architectuurarchief Technische Universiteit Delft* pp. 138-143
- ⁵⁹ Broek, J.H. van den (1971) 'Gebouw voor Bouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft' *Bouw* nr. 23, pp.896-901
- ⁶⁰ Informatie over het ontwerpproces is afkomstig uit: Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft*
- ⁶¹ Informatie over de aanbesteding en uitvoering is afkomstig uit: Boot, J.,D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft*
- ⁶² Vollebregt, J. en C.A. de Vries (1998), *Een vernieuwd gebouw voor Bouwkunde: fragmenten van inspiratie en argumentatie*
- ⁶³ Stevens en Van Dijck (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde. Verkenning en haalbaarheid. Deel 4, Confrontatie*
- ⁶⁴ Boot, J., D. Dicke en J.P.M. Simonis (1970) *Documentatie Bouwtechniek Bouwkunde TU Delft*



Literatuur

Voor de integrale plananalyse van het gebouw voor Bouwkunde zijn de volgende personen geïnterviewd:

- Ir. Dennis Cruyen, hoofd Facility Management faculteit Bouwkunde
- Ing. Patrick van Dijk, coördinator gebouwbeheer faculteit Bouwkunde
- Charles Staakman, voormalig hoofd gebouwbeheer faculteit Bouwkunde (tot medio 2005)
- Prof. Ir. Fons Verheijen, hoogleraar bouwtechnisch ontwerpen en lid van de adviesgroep huisvesting (de voormalige huisvestingscommissie)
- Joop de Vries, projectmanager Onderhoud en Projecten, Facilitair management en Vastgoed, TU Delft Vastgoed.

Daarnaast is gebruik gemaakt van een groot aantal publicaties en andere schriftelijke bronnen.

Aalders, J.A.M. (1996), *Te ontwerpen of te onderzoeken*. Onderzoek naar de effectiviteit van ontwerpzalen op de faculteit Bouwkunde van de TU Delft. Rapport TU Delft.

Aalders, J.A.M., A.M. Fabery de Jonge, & D.J.M. van der Voordt (1999), *Laboratoria*. Een verkennende studie naar beslispunten voor het programma, structuurontwerp, gebruik en beheer en overwegingen bij de keuze. Delft: Delftse Universitaire Pers.

Boot, J., D. Dicke & J.P.M. Simonis (1970), *Gebouw afdeling Bouwkunde TH, Berlageweg, Delft*. Documentatie Bouwtechniek, Collegedictaat TU Delft

Broek, J.H. van den, J.B. Bakema & J.Boot (1965) 'Gebouw der Bouwkunde der TH Delft', *Bouw* nr. 6 pp 198-199.

Broek, J.H. van den, J.B. Bakema & J. Boot (1971) 'Gebouw voor Bouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft', *Bouw* nr. 23 pp 896-901.

Broek, J.H. van den & J.B. Bakema (1971), 'Over functie en gebruik', *Bouw* nr. 23 pp 902-903.

Broek, J.H. van den (1971), 'De stedenbouwkundige planning van de technische hogeschool in de Wippolder te Delft', *Bouw* nr. 23.

Dolman, A.J. et al. (1971), 'Enige opmerkingen over de nieuwe T.H.-wijk te Delft', *Bouw* nr. 23.

EFPC Internationalebeveiligingsadviseurs(2001), *Pre-adviesbrandbeveiliging*. Adviesrapport voor TU Delft Vastgoed.

Hoofd Facilitair Management (2001), *Nota huisvesting*. Adviesrapport Faculteit Bouwkunde TU Delft.

Hoogdalem, H. van (1971) 'Enkele observaties van het gebruik door studenten van het nieuwe gebouw', *Bouw* nr. 23 pp 910-911.

Hoogdalem, H. van (1972) *Het gebouw voor Bouwkunde. Onderzoek naar enkele gebruikaspecten*. Delft: Publikatieburo Bouwkunde.

Ibelings, H. (red) (2000), *Van den Broek en Bakema 1948-1988: architectuur en stedenbouw: de functie van de vorm*. Rotterdam.

- Ingenieursbureau E.P.G. (2005), *Inspectierapportage elektrotechnische installaties*. Adviesrapport voor TU Delft Vastgoed.
- Jetten, B., M. Vervoort & D. Polders (2002), *Arbeidsbelevingsonderzoek Bouwkunde TU Delft*. Adviesrapport SatisFakt Arbo & Milieu Dienst.
- Jonge, H. de & P.H.M. Jeucken (1992), *Toekomstperspectief Bouwkunde*. Eindrapportage projectgroep bouwkunde. TU Delft.
- Kooi, C. (2004), 'FM op de drempel van 2005', *B-nieuws* nr. 1, 2004 - 2005.
- Macel, O, I. Schutten & J. Wegner (1994), *Architectuurarchief Technische Universiteit Delft*. Publikatiebureau Bouwkunde TU Delft.
- Market, J., L. Nijs & M. van Voorden (1997), *Advisering inzake de geluidsoverlast op de ontwerpzalen*. Adviesrapport Faculeit Bouwkunde TU Delft.
- Meel, J. van (1996), *Huisvesting vakgroep Bouwmanagement en Vastgoedbeheer*. Intern rapport Faculteit Bouwkunde TU Delft.
- Nijs, L. (2004), *De geluidsproblematiek op de zesde verdieping van het Bouwkunde gebouw*. Adviesrapport Faculteit Bouwkunde TU Delft.
- Onbekend, 'Behendige dieven actief op Bouwkunde', *Delta*, 3, nr. 38.
- Onbekend (1961), 'Bouwen voor universiteit en gebouw', *Bouw* nr. 16.
- Onbekend (2000), 'Eigenlijk valt de herrie wel mee; open werkplekken mooi, gezellig, maar rumoerig'. *Delta*, 8 februari.
- Onbekend, *Geschiedenis van het gebouw*, www.bk.tudelft.nl.
- Onbekend (1997), *Huisvestingsstrategie TU Delft Vastgoed*. Delft.
- Oosting, W.A. (1971), 'Scheidingswandperikelen', *Bouw* nr. 26.
- P.K.B. Adviseur (1995), *Meerjaren onderhoudsplanning Bouwkunde*. Adviesrapport.
- Rikhof, H.G.A. (1997), *Huisvesting Bouwkunde. Programma van Eisen*. Adviesrapport.
- Steffen, C. & D.J.M. van der Voordt (1979), *Delft, een analyse van de belevingswaarde*. Centrum voor Architectuuronderzoek, Faculteit Bouwkunde TU Delft.
- Stevens Van Dijk (2001), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde*. Programma en verslag workshop 21 november en 18 december 2001. Adviesrapport.
- Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde*. Deel1, Doelstelling, onderzoeksaanpak en samenvatting. Deel2, Strategisch programma van eisen. Deel3. Gebouwscaan. Deel4. Confrontatie. Adviesrapport.
- Stevens en Van Dijk (2002), *Herontwikkeling Faculteit Bouwkunde*. Aanvullend onderzoek. Adviesrapport.
- Strijp, O. van (2002), Architectonische waardestelling gebouw voor Bouwkunde. Projectnummer 3784, In: Stevens en Van Dijk, *Herontwikkeling Faculeit Bouwkunde*. 22 februari 2002
- Velthoven, H. van (1998), *Ruimtegebruik Bouwkunde. Vraag, aanbod en matching*. Adviesrapport.
- Vollebrect, J. & C.A. de Vries (1998), *Een vernieuwd gebouw voor bouwkunde. Fragmenten van inspiratie en argumentatie*. Adviesrapport.
- Voordt, D.J.M. van der (2001), *Efficiënt ruimtegebruik. Bouwstenen voor (her)ontwikkeling en beheer van TU Delft Vastgoed*. Adviesrapport.

Zautsen, S. (2001) *Huisvesting van Bouwkunde*. Afstudeerrapport Faculteit Bouwkunde TU Delft.

www.delta.tudelft.nl
www.bk.tudelft.nl/b-nieuws
www.tudelft.nl
www.mekelpark.tudelft.nl

Referentielijst gebruikte afbeeldingen

Functionele analyse:

- Figuur 1: TU website <http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp>
Plattegrond

Procesanalyse:

- Figuur 1 t/m 4: Bouwkunde archief
- Figuur 5 en 6: NAI
- Figuur 7 t/m 9: Bouwkunde archief
- Figuur 10: Bouwkunde website <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp>
- Figuur 11 t/m 13: Bouwkunde archief