

Dr. J. J. Willemse

Afgekeken van de natuur? Betonskeletten en beenbalkjes

Soms kunnen we in de zand- en betonwoestijn van een nieuwe stadsuitbreiding nog wel eens een vondst doen die de moeite waard is.

De fraaiste voorbeelden daarvan zijn waarschijnlijk wel de Eemfossielen die indertijd met het uit de diepte opgezogen zand in de westelijke tuinsteden van Amsterdam te voorschijn gebracht werden.

Laatst vonden we op zo'n zandvlakte, tussen de in aanbouw zijnde flats, weer eens iets dat weliswaar geen wereldschokkende vondst was, maar dat toch interessant genoeg was om even naar te kijken. Het was een vrij simpel stuk bot, ontgaan van alles wat er ooit aan vast gezeten kon hebben en door weer en wind gebleekt. Aan een fossiel hoefden we deze keer niet te denken. Het was niet meer en niet minder dan de helft van een wervel van een gewone koe en een keurig glad zaagvlak was te zien aan de kant waar deze helft door de slager van de bijbehorende andere helft was gescheiden. Speciaal dat zaagvlak hield onze blik gevangen, maar waarschijnlijk hadden we er heel wat minder aandacht aan besteed wanneer we niet net aan de voet van het betonskelet van een half-voltooid flatgebouw hadden gestaan. Voor ons stond het bouwwerk van de in een strak patroon loodrecht op elkaar staande betonelementen en in het binnenste van de wervel zagen we een soortgelijk maar minder strak patroon van de dunne beenbalkjes. De overeenkomst tussen die twee structuren was weliswaar niet tot in alle details volmaakt, maar wel frappant.

Het is nu bijna een eeuw geleden - om precies te zijn was het in 1880 - dat Meyer en Culmann, respectievelijk anatoom en ingenieur, voor het eerst de overeenkomst beschreven tussen de rangschikking van de beenbalkjes in een menselijk dijbeen en de rangschikking van balken, stangen en staven in technische constructies. Vanzelfsprekend is deze zaak niet beperkt tot ons dijbeen alleen. Van de beenbalkjes in andere botten kan de rangschikking ook overeenkomen met de onderdelen van technische bouwsels. Evenmin is de zaak beperkt tot menselijke botten. Het skelet van het een of andere dier kan er ons ook voorbeelden van leveren.

Zowel voor een dierlijk skelet als voor een betonskelet geldt dat er krachten op werken, die het trachten samen te drukken, uit te rekken en te buigen. Soms werken er ook krachten op die het ene deel van het skelet ten opzichte van het andere trachten te verschuiven of krachten die een skeletelement trachten te draaien of torderen.

Een goed gebouwd skelet moet met een voldoende zekerheid aan die krachten weerstand kunnen bieden en bovendien moet er zo weinig mogelijk materiaal voor gebruikt worden opdat het niet onnodig zwaar wordt. Een zo efficiënt mogelijke bouw krijgen we,

wanneer de staafvormige elementen zo veel mogelijk dáár liggen waar de grootste krachten optreden. Ondanks het feit dat in de natuur en in de techniek volgens dezelfde principes gebouwd wordt, kunnen we niet zeggen dat wij het van de natuur hebben afgekeken. Al lang voordat Meyer en Culmann in 1880 de overeenkomst in bouwwijze beschreven, werden door technici de wetmatigheden die zij voor hun berekeningen nodig hadden ontdekt, geheel onafhankelijk van hetgeen in de natuur te zien was. Overigens blijft er natuurlijk altijd een fundamenteel verschil tussen een bot en een betonskelet doordat een bot kan groeien en zich kan aanpassen aan veranderende omstandigheden op een manier die in de techniek niet is te verwezenlijken. Ook al maakt been op ons vaak een starre onveranderlijke indruk omdat we het meestal alleen maar als dood skelet zien, het is in een levend dier een bijzonder actief deel van het lichaam. Er heeft voortdurend opbouw zowel als afbraak van beensubstantie plaats. Botten kunnen zich - binnen bepaalde grenzen - aanpassen wanneer ze regelmatig zwaar belast worden, bijvoorbeeld bij training, en net zoals dat met spieren gebeurt. Groei en deze subtiele manier van aanpassen zijn typische verschijnselen van de levende natuur, waarnaar we in onze bouwwerken tevergeefs zullen zoeken.

De ongeveer tien maal vergrote beenbalkjes uit het binnenste van een wervel. Ze zijn eleganter van vorm, maar even efficiënt gerangschikt als de starre betonelementen van de inzet rechts onder.

