



Klopp i Wycoller, Lancashire, England. Foto: Immanuel Giel/wikipedia

Sjuende essay:

BJELKEN

Av Espen Surnevik

Tidligere utgivelser i denne serien:

Gulvet	3 ◦ 2019
Massivet	3 ◦ 2020
Muren	1 ◦ 2021
Buen	3 ◦ 2021
Hvelvet	1 ◦ 2022
Søylen	3 ◦ 2022

Espen Surnevik driver arkitektpraksis i Oslo og har en professorstilling ved Institutt for arkitektur ved AHO, der han underviser i byggeteknikk og konstruksjon. Han arbeider med ulike byggeprosjekter i Norge og søker å benytte fenomenologisk- og historisk kontekst som kilde i sine prosjekter. PAN-tretopphyttene i Åsnes er eksempler på dette. Kirkene i Våler og Porsgrunn utgjør de mest omfattende prosjektene, og disse er utviklet over flere år. Surnevik har mottatt flere priser, blant annet Statens Byggeskikkpris.



Sammen med søylen er bjelken en forutsetning for de moderne byggesystemene, eller de vanligste byggesystemene vi bruker i dag. Kombinasjonen av søyler og bjelker åpner for slanke, lette og åpne skjelettkonstruksjoner. Disse i kontrast til oldtidens massive, tunge og tette konstruksjoner, jf. artikkelen 'Massivet' i m+b nr. 3◦2020.

Veldig tidlig ble det bygget med korte bjelkespenn, som for eksempel små trebjelkelag i takkonstruksjoner. Det er også interessant at det i tidlige monumentale oldtidsanlegg, som Stonehenge (artikkel 'Søylen' i 3◦2022), ble steinbjelker benyttet på sofistikerte måter.



Grindverk er en byggeteknikk basert på grunder satt etter hverandre på tvers av byggets lengderetning og bundet sammen på langs av bygningen. Det er en gammel byggeteknikk i Norge særlig brukt i uthus som naust og låver på Vestlandet. Her en grindverkskonstruksjon fra Ytste Skotet, Sunnmøre. Foto: Frode Inge Helland. Kilde: wikipedia

Grindverk ble ikke bare benyttet i Norge. Harmondsworth Great Barn ved Heathrow i London fra ca. 1420 har fortsatt den originale konstruksjonen. Foto: Stig Rune Pedersen. Kilde: lokalhistoriewiki



Utviklingen av bjelkekonstruksjoner og bjelketeknologi åpnet for å spenne stadig lengre og lage større åpne rom enn tidligere. Dette uten bruk av volumkrevende, tidkrevende og kostbare buer og hvelv.



Panthéon i Paris 1758–1790 av Jacques-Germain Soufflot og Jean-Baptiste Rondelet. Bygningen ble opprinnelig planlagt som kirke, men er i dag nasjonalt mausoleum. I sideveggene kan man skimte Soufflots opprinnelige store lysåpninger som er gjenmurt. (Bygningen bakerst til venstre er et annet sentralt byggverk i utviklingen av ny bygningsteknologi: Biblioteket Sainte-Geneviève av Henri Labrouste fra 1851). Foto: Moonik/wikipedia

Panthéon i Paris

I søyleartikkelen ble de klassiske greske og romerske templene drøftet. I kjølvannet av den franske barokken utviklet det seg en ny neo-klassisistisk arkitektur mot slutten av 1700-tallet. Denne hentet inspirasjon i den antikke arkitekturen, men i kombinasjon med de teknologiske nyvinningene som oppsto som del av den industrielle revolusjonen i Europa.

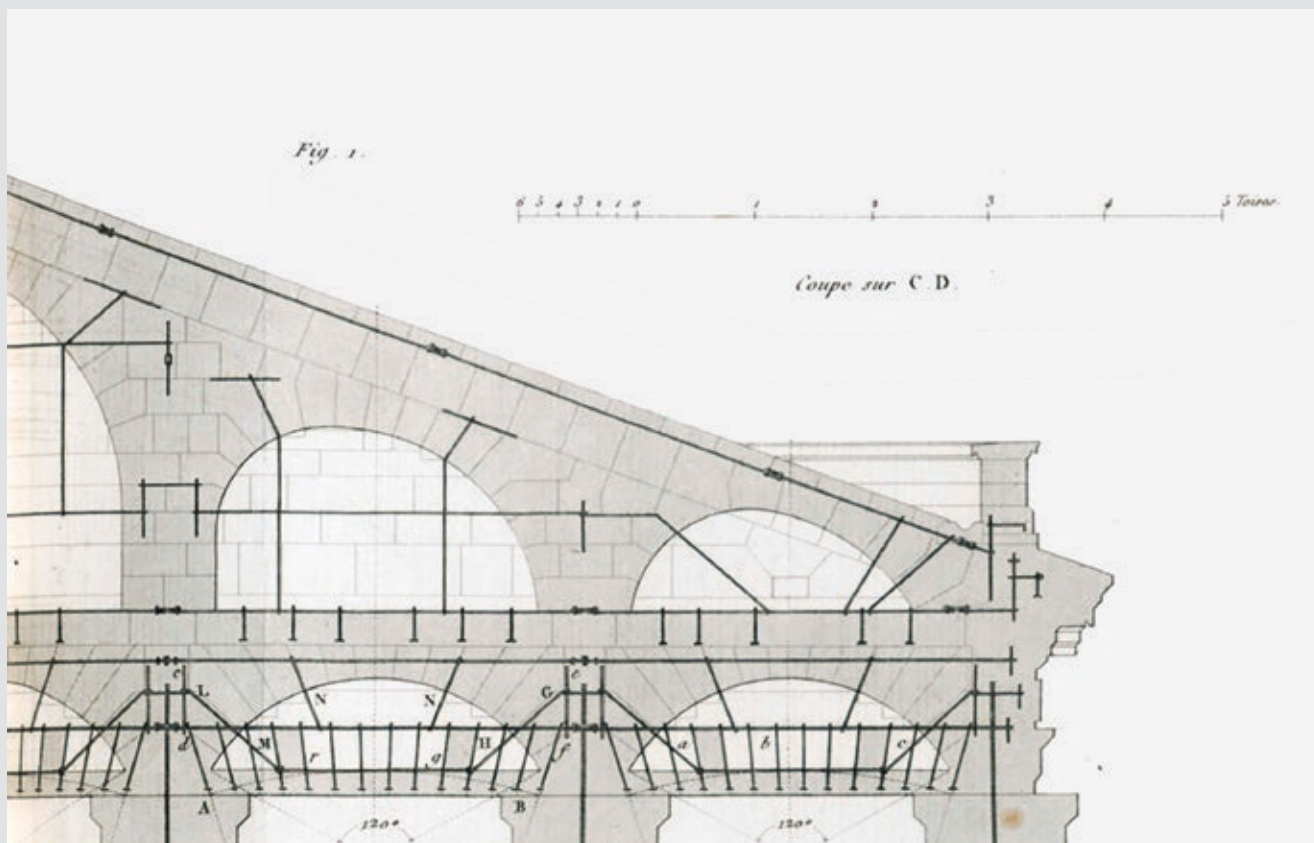
Spesielt i Frankrike ble denne perioden en gullalder for utvikling av bygningsingeniørfaget og kartlegging av fysikken og statikken. Dette i forlengelsen av rivende utvikling innen matematikk og opplysningstiden i hele sin bredde.

Et av de banebrytende prosjektene fra denne perioden er Panthéon i Paris som ble realisert i perioden 1758–1790. Prosjektet ble påbegynt av arkitekten Jacques-Germain Soufflot, og slutført av Jean-Baptiste Rondelet.

Panthéon ble initiert som et kirkebygg, men byggeperioden sammenfaller med en epoke i fransk historie preget av store sosiale og politiske omveltninger. Det hele kulminerte med den franske revolusjonen i 1789, som medførte en sekularisering av den franske nasjonen. Panthéon ble slutført nærmest som en nasjonal-sarkofag for å romme levningene etter

nasjonens sentrale skikkelser: politikere, vitenskapsfolk og intellektuelle.

Soufflots planla opprinnelig å realisere den store kirkebygningen på en slankere og lettere måte enn hva som tidligere hadde vært mulig. Dette gjennom å benytte den nyeste konstruksjonskunnskapen og den nyeste bygningsteknologien. Høy middelalderens gotikk evnet å skape høye, åpne og transparente kirkerom, basert på store utvendige støttende strebekonstruksjoner. Ny teknologi og konstruksjonskunnskap satte Soufflot i stand til å utvikle en neo-klassisistisk bygning med stor transparens og lette konstruk-



Panthéon i Paris: Konstruksjonstegning med samvirke av strekkstog i smijern og stein for oppbygging av arkitraven

sjoner, sammenlignet med fortiden, men uten de gotiske strebebuene.

Soufflots bygning var opprinnelig forsynt med store vinduer i fasadene, som skulle fylle kirkerommet med lys. Ved omgjøring til nasjonalt mausoleum ble vinduene murt igjen, slik at bygningen fikk et tyngre, mørkere preg. Dermed gjenspeiler dagens Panthéon ikke det konstruktivt lette uttrykket og den arkitektoniske nyvinningen prosjektet representerer fullt ut.

Soufflott tilførte flere nyvinninger i utviklingen av Panthéon, blant annet i måten søyler og kuppel ble bygget på. Likevel er det hans arbeid med arkitravene over den klassiske tempelgavlen i Panthéons hovedinngang, eller portiko, som er av størst interesse.

Fra antikkens tempelarkitektur er arkitraven bygget opp ved å bruke massive steinbjelker dimensjonert for å spenne fra søyle til søyle. Behovet for slike steinbjelker har naturlig nok begrenset muligheten for stor avstand mellom søylene. I Panthéon introduserer Soufflot en helt ny måte å konstruere og bygge arkitravene på. Han utvikler et hybrid byggesystem som kombinerer stein og strekkstog av smijern. På denne måten kan arkitraven spenne mellom større søyleavstander enn tidligere.

Løsningen resulterer også i at vekten av massive, frittspennende steinblokker reduseres. Soufflots arkitrav settes i stedet sammen av flere mindre og lettere håndterbare kileblokker. Byggemåten

er avansert og var både tidkrevende og kostbar. Samtidig representerer den en stor nyvinning på veien mot større konstruktive spenn og lettere byggverk.

Selv om Panthéon definitivt uttrykker seg som en homogen, mineralisk steinbygning, er den et tidlig eksempel på byggverk hvor jern spiller en avgjørende rolle. Den er på denne måten et frempek mot jernarkitekturen, og senere stålarkitekturen, som utvikler seg med stor hastighet gjennom 1800-tallet, og da særlig i Frankrike og England. Soufflots hybride stein- og jerntegninger er fascinerende som en indikasjon på den strekkarmerte betongen som skal utvikles for fullt om lag hundre år senere.

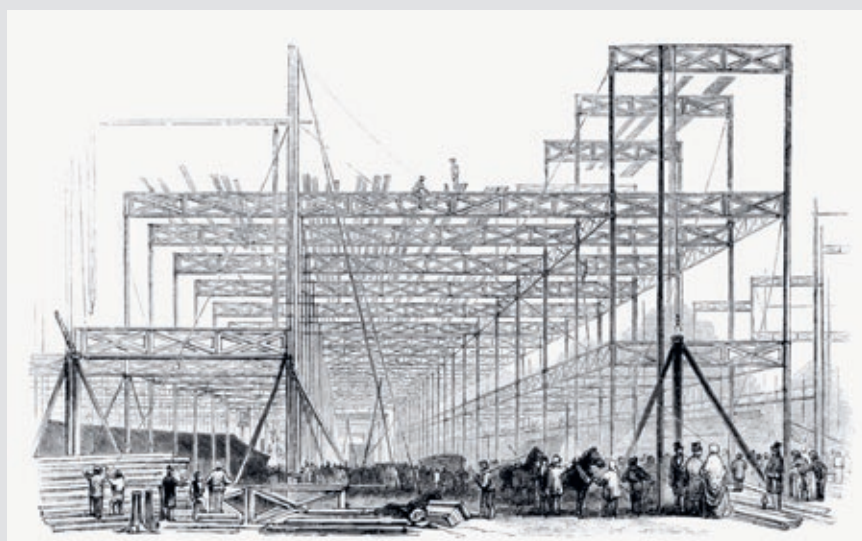


The Crystal Palace, London 1851. arkitekt Joseph Paxton.
Kilde: Philip Henry Delamotte. Smithsonian Libraries/wikimedia

Stålkonstruksjonene kunne ta både strekk og trykk i ett og samme materiale. Tynne stålprofiler og stag hadde stor kapasitet til å ta strekkrefter, mens tykkere vinkelprofiler, I-bjelker og H-bjelker hadde stor kapasitet i trykk. De tidlige stålprosjektene ble realisert før sveiseteknologien var kjent og utbredt. Konstruksjonsdelene ble derfor naglet sammen, men med mer solide og presise sammenføyninger enn hva som tidligere hadde vært mulig

Industrialiseringen revolusjonerer byggteknologien

Utover 1800-tallet oppstår en rivende utvikling i bruk av jern i konstruksjoner. Først i form av smijern, senere i form av støpejern, og deretter stål. Mulighetsrommet dette åpner for i arkitekturen i denne perioden er enormt – og går hånd i hånd med økonomisk og industriell vekst, herunder også nye produksjonsmetoder. De nye kald- og varmvalsede stålprofilene kunne etter hvert produseres rimelig og i store mengder. Stålprofilene inviterte til utvikling av materialøkonomiske fagverks-

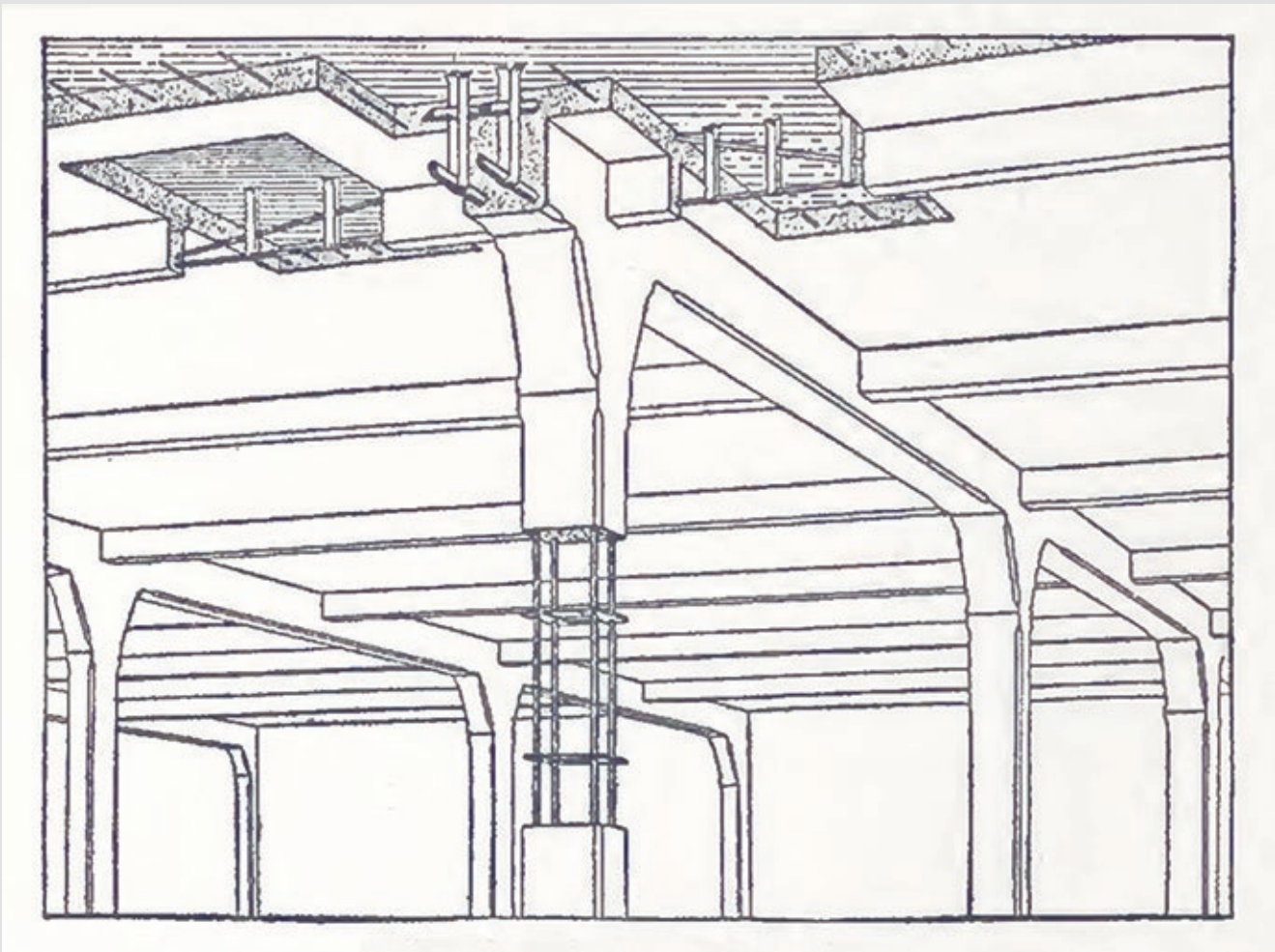


Kilde: Boken The Crystal palace, its architectural history and constructive marvels – Peter Berlyn og Charles Fowler, Ill.: George Measom (Wikimedia)

konstruksjoner, men også til bruk av grove bjelkeprofiler.

Typiske eksempler på epokegjørende bygninger fra denne æraen er viktoria-tidens Crystal Palace fra 1851. Crystal Palace er eksempel på hvordan den nye

industrialiserte tidsalderen tilførte ny teknologi som tillot en totalt ny arkitektur som ikke tidligere hadde vært mulig. De lette og slanke stålkonstruksjonene åpnet for noe helt nytt gjennom nærmest fullstendig transparente bygninger.



Hennebiques søyle/bjelkesystem

Armert betong muliggjør modernismens bjelke

På mange måter kan man si at de nye industrielle mulighetene la grunnlag for å kunne realisere ideene for en helt ny arkitektur i modernismen. Dette kan man kanskje også snu på ved å si at modernismens nye formideer oppstår i det man ser helt nye muligheter som følge av ny teknologi. Dette selvsagt parallelt med nye sosiale og politiske tanker som vokser frem i samme periode.

Stålarkekturen blir i seg selv en viktig retning i den modernistiske arkitekturen. Mies van der Rohe er kanskje den modernisten som fremfor noen er blitt symbolet på hvordan stålet ga identitet til en moderne arkitektur. Dette gjennom ikoniske bygninger som Farnsworth house i Illinois og Seagram building i New York. Det er likevel i den armerte betongen, kanskje fremfor noen byggeteknologi, at stålet gir et avgjø-

rende bidrag til den mineralske arkitekturen. Armerte betong skal komme til å bane vei for modernismens mest typiske formspråk og uttrykk.

I opptakten til den nye betongarkitekturen utspiller det seg en spennende utvikling. Betongpionerer som ingeniøren François Hennebique (1842–1921) utforsker hvordan man kan lage momentstive overganger mellom stedstøpte søyler og bjelker ved hjelp av stålarmering.



Palais de la Légation du Japon av Auguste Perret Paris, Frankrike 1923. Foto: Arthur Weidmann/wikimedia

Hennebique utvikler et homogent stedstøpt stålarmert søyle/bjelke-system som muliggjør svært stabile og slanke konstruksjoner i betong. Kompetansemiljøet som utvikler seg rundt armert betong i denne perioden, spesielt i Frankrike og Paris, får snart vesentlige arkitektoniske følger.

Auguste Perret (1874–1954) er en av arkitektene som tidlig på 1900-tallet ser muligheten av å bygge arkitektur

som ikke tidligere ville latt seg utføre. Dette gjennom bruk av den nye armerte betongen. Det er et interessant trekk ved Perrets arkitektur at betongarbeidene forfines til en grad hvor de nærmest fremkaller assosiasjoner til klassisk bruk av presis stein. Perret søker raffinerte uttrykk hvor nøyaktig forsikling og ulik overflatebehandling av betongen blir til vakre estetiske uttrykk – ofte i kombinasjon med kostbare trearbeider.

Palais de la Légation du Japon er relativt sen i tid sammenlignet med Perrets aller tidligste bruk av betong, som i kirken Notre Dame du Raincy (1923). Likevel er Palais de la Légation du Japon kanskje det fremste eksempelet på utsøkt utførelse av tidlige betongarbeider. Perret benytter et søyle/bjelke-system med paralleller til Hennebique: momentstive møtepunkter i overgang mellom søyle og bjelke – muliggjort av kontinuitet i armeringen mellom søyler og bjelker.



Pavillon Suisse, Paris, Frankrike fra 1931. Le Corbusier og Pierre Jeanneret. Foto: Rory Hyde/flickr

Bjelken i modernismen

På skuldrene av betongpionerer som Henebique og Perret lå veien åpen for å ta i bruk den armerte betongen på moderne og radikale måter.

Le Corbusier var den som fremfor noen så at den armerte betongen kunne åpne en ny formverden. Han la også vekt på at det nye byggematerialet kunne ha en manifesterende betydning. Dette fordi betong i seg selv var et nytt materiale og uttrykk for en ny tid.

Allerede i sitt hybelhusprosjekt i Paris, Pavillon Suisse, avdekket Corbusier en banebrytende ny måte å tenke bygninger på gjennom betong. Hele hybelhuset er hevet opp fra en omliggende park, plassert på søyler (pilotis). Mellom søylene

spenner to store armerte bjelker med en formidabel kapasitet til å bære en fire-etasjes bygning.

Pavillon Suisse er bemerkelsesverdig på flere vis, og kan anses som historiens tidligste eksempel på den moderne boligblokken. I motsetning til Perrets raffinerte betongutførelse, dyrker Pavillon Suisse betongen med sitt direkte, grove uttrykk. På denne måten er Pavillon Suisse et frempek mot Corbusiers rå, 'brutalistiske' betongarkitektur som først ble tydelig etter andre verdenskrig.

Samtidig med Pavillon Suisse oppføres Villa Savoye og Villa La Roche. Disse to bygningene er ikonifisert som Corbusiers mer forfinede hvite funksjonalistiske

kubehus, og mest typisk for hans arkitektur før andre verdenskrig.

Fra et bygningsteknisk synspunkt er det interessant hvordan Corbusiers hvite kuber egentlig er bygget ganske sammensatt av både tegl, betong og andre materialer. De hvite kubene kan kanskje sies å pretendere å være utført i massiv betong. I realiteten er de ofte uklare sammensetninger av materialer og pragmatisk utført, men med romlige ambisjoner som styrende for prosjektene. Puss og hvitmaling av disse bygningene kan dermed også ses på som en måte å dekke over de hybride byggesystemene på, og derved få dem til å fremstå som homogene, enkle og prismatiske.



Den nordiske paviljongen ved biennalen i Venezia, Italia. 1958–1962. Sverre Fehn. Foto: Jean-Pierre Dalbéra/wikipedia

viljong som ble bygget noen år tidligere. Dette prosjektet har også en kunnskapskrevende originalitet, men den er utført mer forutsigbart nordisk med primære konstruksjoner av limtre. Tre har den iboende egenskapen å råtne, og stål har den iboende egenskapen å ruste. Disse materialbudskapene kan brukes aktivt i arkitektur, men vil uvilkårlig fremkalle opplevelsen av forfall og forgjengelighet.

I mine øyne har de mineralske bygningene potensial til en annen iboende fenomenologisk fortelling. Slik jeg opplever det, knytter Fehn, gjennom betong, paviljongen til det arkaiske og nærmest evige. Paviljongen er så enkel og så primitiv at man får følelsen av at den nærmest kan forfalle inn i evigheten, men stadig bli stående som like betydningsfull og fin, nærmest som en oldtidsruin.

Den marmorhvite betongen kler tidens tann. Forurensing, grov forskaling og saltutslag finner et forsonende uttrykk med lyset i rommet, trærne i parken

rundt og de enkle grusgangene som leder menneskene rundt i biennaleparken. Enten trærne inne i paviljongen ble bevart på grunn av, eller mot arkitektens ønske, gir de like fullt bygningen et ubestemmelig tvedydig tidsperspektiv. Nærmest som i et gammelt tempel inntatt av jungelen, undres man om trærne i Fehns paviljong kom først, eller om det er trærne som har inntatt bygningen og trengt seg opp mot lyset gjennom taket. Bygningen føles nærmest som et forsteinet fossil fra modernismens tidsalder.

På den annen side opplever jeg at Fehns paviljong henter idégrunnlag i det jeg anser som en annen hovedretning i samtidsmodernismen i denne perioden. Dette refererer seg til Le Corbusiers betongarkitektur og brutalismen. Det blir spesielt tydelig gjennom den ene heroiske betongbjelken som åpner paviljongen mot parken. Bjelken har et oppleggspunkt i hver ende, og spenner fritt i hele paviljongens lengde. Den er i seg selv et uttrykk for hvilken kapasitet den armerte

betongen har, gjennom å kunne bære lasten av hele taket på den ene siden av bygningen. Den langspennende bjelken gir et arkitektonisk handlingsrom for å åpne hele gulvplanet for publikum, kun avstengt av lette skyvedører.

Over den primære hovedbjelken er det støpt sekundære bjelker av betong som utgjør selve takkonstruksjonen. Foruten at disse bjelkelamellene filtrerer dagslyset på en snedig måte, er de også oppsiktsvekkende gjennom sin slankhet. Takbjelkene er støpt tynnere enn en bygningsingeniør trolig ville anbefale. Med en tykkelse på om lag 7 cm er det nærmest ikke rom for avvik med tanke på overdekning av armeringen. Takbjelkenes slankhet minner mer om stål, mens bjelkenes bordforskaling gir assosiasjoner til den nordiske trearkitekturen og limtre-drageren. Fehn fører en rekke virkemidler sammen og fører den moderne nordiske arkitekturen inn i en sammenheng med den italienske steinarkitekturens historie i Venezia.