

Trender för tillämpning av AI inom konstruktionsplanering

Litteraturöversikt våren 2024

Rikard Malmberg

Examensarbete för ingenjorexamen (YH)-examen
Ingenjör (YH) Byggnads- och samhällsteknik, Vasa
Vasa 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Rikard Malmberg
Utbildning och ort: Ingenjör (YH) Byggnads- och samhällsteknik, Vasa
Inriktning: Konstruktionsplanering
Handledare: Leif Östman

Titel: Trender för tillämpning av AI inom konstruktionsplanering

Datum: 24.5.2024 Sidantal: 23 Bilagor: 0

Abstrakt

I detta examensarbete lyfts det fram en utförlig sammanfattning samt diskussion gällande den artificiella intelligensens (AI) påverkan på byggnadskonstruktion i det nutida samhället samt hur den möjligen påverkar framtida arbetssätt. Syftet med arbetet var att belysa möjligheterna som den artificiella intelligensen kunde medföra inom byggnadskonstruktion.

Utöver att belysa möjligheterna var syftet även att resonera över vilka potentiella begränsningar som skulle aktualiseras med de nya arbetssätten. I arbetet lyfts det fram de mest centrala programvarorna som används inom planering och konstruktion, exempel på dessa är Construction IQ och BricsCAD. Metoderna samt genomförandet för att komma fram till slutsatserna i arbetet baserar sig på en analys av ett flertal vetenskapliga artiklar samt rapporter. För att möjliggöra genomförandet av arbetet krävdes det tolkningskunskaper av diverse forskningar samt sakkunskap och terminologikunskap eftersom allt material som använts i examensarbetet varit på engelska.

Resultatet som framkommit är att initialkostnaderna för implementeringen av artificiell intelligens i konstruktionsbranschen är väldigt höga. Detta begränsar kraftigt användningen samt utvecklingen då det endast är möjligt för de största aktörerna på marknaden att använda sig av dessa nya hjälpmedel. För mindre företag är detta dessvärre inte kostnadseffektivt i nuläget och de är därmed tvungna att vänta längre för att implementeringen ska vara möjlig.

Språk: Svenska

Nyckelord: AI, konstruktion, maskininlärning, artificiella neurala nätverk, digitala tvillingar

BACHELOR'S THESIS

Author: Rikard Malmberg
Degree Programme: Civil and Construction Engineering, Vaasa
Specialisation: Structural Design
Supervisor(s): Leif Östman

Title: Trends in the Application of AI in Structural design

Date: 24.5.2024 Number of pages: 23 Appendices: 0

Abstract

In this thesis, a comprehensive summary and discussion regarding the impact of artificial intelligence (AI) on building construction in contemporary society and its potential influence on future work methods are highlighted.

The purpose of the thesis was to illuminate the possibilities that artificial intelligence could bring to building construction. In addition to highlighting the possibilities, the aim was also to discuss the potential limitations that could arise with these new working methods. The thesis presents the most central software used in structural design and construction, examples of which include Construction IQ and BricsCAD. The methods and execution to reach the conclusions in the thesis are based on an analysis of several recent scientific articles and reports. To enable the execution of the work, interpretation skills of various research studies were required, as well as both technical expertise and terminological knowledge since all the material used in the thesis was in English.

The result that emerged is that the initial costs for the implementation of artificial intelligence in the construction industry are very high. This severely limits the usage and implementation as it is only feasible for the largest market players to utilize these new tools. Unfortunately, for smaller companies, this is not cost-effective at present, and they are therefore forced to wait longer for implementation to become feasible.

Language: Swedish

Key words: AI, Construction, Machine learning, Artificial Neural Networks, Digital Twins

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Forskningsmetodik.....	2
3	Bakgrundsinformation	2
4	Artificiell intelligens (AI) en beskrivning	3
5	Viktig terminologi	6
5.1	Maskininlärning (ML)	6
5.2	Digitala tvillingar	7
5.3	Artificiella neurala nätverk (ANN).....	8
6	Användning av AI inom byggnadsplanering	10
6.1	Fördelar med implementering av AI.....	10
6.1.1	Strukturell övervakning.....	11
6.1.2	Automatisk planering och schemaläggning.....	11
6.2	Utmaningar med implementering av AI.....	12
6.2.1	Höga initiala kostnader	12
6.2.2	Säkerhet	13
6.2.3	Brist på information.....	14
6.2.4	Andra potentiella nackdelar	14
7	Program som utnyttjar AI	15
7.1	Autodesk Construction IQ	15
7.2	BricsCAD	16
7.3	SCIA	17
7.4	RFEM 6.....	18
8	Slutsatser	20
9	Källförteckning	21

1 Inledning

Syftet samt metoden med detta arbete är att göra en litteraturoversikt för trender inom konstruktionsplanering. Även lyfta fram hur AI tillämpas samt kan utvecklas inom konstruktionsplanering. Fokus ligger på konstruktionsplanering men famnar även bredare begrepp. Artificiell intelligens har en väldigt bred användning samt begreppet är även mångtydigt. Därmed har avgränsningar gjorts för att få ett mera konkret fokus på de nyare begreppen samt trenderna och vissa saker har därmed fallit bort. Avgränsningarna har haft en central roll i och med möjliggörandet av att lyfta fram så aktuell information som möjligt och för att hålla analysen och tillämpningen på en relevant nivå.

Artificiell intelligens (AI) erbjuder innovativa lösningar för att förbättra effektivitet, säkerhet och hållbarhet inom byggnadskonstruktionsbranschen. Genom att integrera avancerade algoritmer och maskininlärningstekniker kan AI optimera konstruktionsprocesser, förutse risker och förbättra prestanda. Detta teknologiska framsteg öppnar dörrar för en ny tid av smarta och hållbara byggnader, vilket förändrar hur vi planerar, bygger och underhåller infrastruktur. (Day, 2019)

Grundtanken är att generativa AI kommer att ge byggnadsingenjörer samt arkitekter möjlighet att effektivisera arbetsflöden och automatisera repetitiva moment i deras arbete. Detta kommer att frigöra tid, så att de kan fokusera på uppgifter som kräver uppfinningsrikedom och kreativitet. Generativ AI funktionalitet blir nu en del av många standard CAD program. (Marr, 15.3.2024)

AI kan snabbt skapa designidéer genom att använda generativa designalgoritmer för att skapa med hjälp av tillgängliga resurser och material. Den kan implementera simuleringar och digitala tvillingar, generera projektlednings- och budgetplaner och till och med hjälpa till att göra byggandet av byggnader och urbana strukturer mer hållbart. (Marr, 15.3.2024)

Rachel Williams, AI-utvecklingschef på Autodesk, har tillbringat det senaste året med att resa runt världen och prata med Autodesks kunder om vad deras största problemområden är och vad de kämpar med. Inte oväntat handlade det främst om designförändringar. Teamet forskar om maskininlärning (ML) och AI när det tillämpas på

CAD, PDF och BIM, hur branschen dokumenterar data och hur dessa objekt och komponenter relaterar till varandra. (Day, 2019)

Om generativ AI levererar på sin utlovade nivå kan arbetsmarknaden stå inför betydande störningar. Genom att använda data om yrkesuppgifter både i USA och Europa har man uppskattat att ungefär två tredjedelar av nuvarande arbeten är utsatta för någon grad av AI-automation, och att generativ AI skulle kunna ersätta upp till en fjärdedel av nuvarande arbete. Genom att dra slutsatser av gjorda uppskattningar globalt förutspår man att generativ AI skulle kunna exponera motsvarande 300 miljoner heltidsjobb för automation. (Briggs & Kodnani, 2023)

En ökning av global arbetsproduktivitet kan också vara ekonomiskt betydande, och man uppskattar att AI i slutändan skulle kunna öka den årliga globala BNP:n med 7%. Denna bedömning framhäver den stora ekonomiska potentialen hos generativ AI, förutsatt att den lyckas och tas i bruk i rätt tid. (Briggs & Kodnani, 2023)

2 Forskningsmetodik

Examensarbetet är litteraturgenomgång baserad på vetenskapliga texter samt vetenskapliga artiklar. Litteraturen är till stor del sökt direkt från ResearchGate och ScienceDirect, samt letat efter kompletterande litteratur från Google Scholar med hjälp av sökord som "AI in Construction Designing". Jag försökte begränsa sökresultaten så att de passar mina sökord och är så relevanta och aktuella vetenskapliga texter som möjligt, eftersom det fanns många resultat att välja mellan. Forskningsfrågor som skall besvaras: "Hur tillämpas AI för tillfället?", "Vad är för- och nackdelar samt risker med AI inom konstruktion?".

3 Bakgrundsinformation

För att förstå vad allt AI inom konstruktion försöker uppnå måste det först beskrivas vilka olika faser som ingår i en konstruktörs arbete. Det finns färdiga bestämmelser som skall

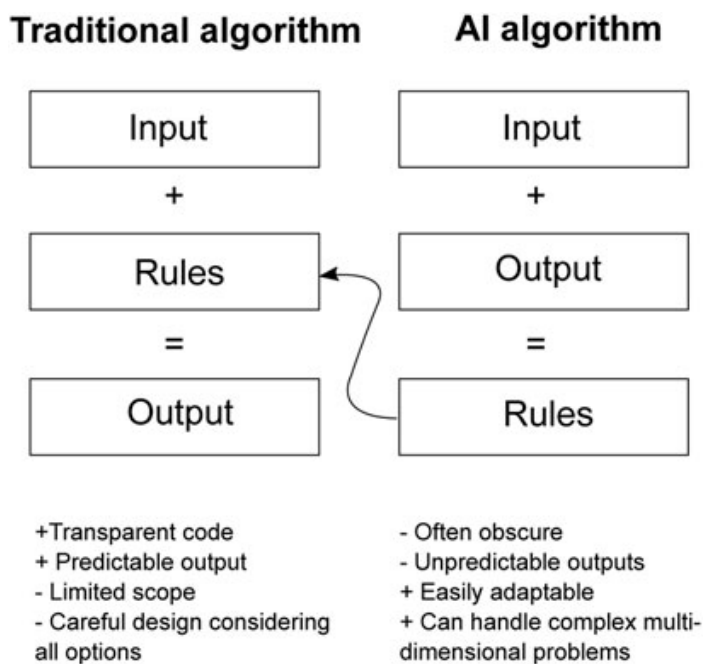
följas så att det säkras att konstruktionen planeras rätt, detta kan beskrivas i form av en punktlista enligt RTYtoptens instruktioner:

- Basinformation (beställare, antal våningar, byggnadsarea, totalhöjden av konstruktionen, energieffektivitetsklass)
- Konstruktioner (huvudsakliga byggmaterial och byggnadstyp, brandklass, den planerade livslängden för konstruktionen)
- Beräkningsmetoder (dimensionering av konstruktionsdelar, stabilitet, byggnadsfysiska beräkningar som U- värdets beräkningar, fukttekniska beräkningar, ljudisoleringsberäkningar samt vibrationsberäkningar)
- Lastförutsättningar (permanenta och variabla ytlaster som till exempel nyttolaster från våningsplan, vind- och snölaster det finns skilda värden och klasser beroende på vart i Finland man befinner sig)
- Planeringsuppgifternas krav, arbetsfördelning och kvalitetssäkring av planer (arbetsfördelning mellan olika planeringsorganisationer, ansvarsfulla planeringsuppgifter för ansvarig konstruktör, olika konstruktörer har olika ansvarsområden inom projektet, kvalitetssäkring av byggnadsfysiska planer, kvalitetssäkrare för planer av bärande konstruktioner, gransknings principer för planer från olika planeringsorganisationer) (RTYtopten, 2020)

4 Artificiell intelligens (AI)

Artificiell intelligens eller förstärkt intelligens är en teknologisk revolution som gör det möjligt för maskiner att arbeta intelligent på det mest effektiva sättet. Artificiell intelligens är ett sätt att omfatta människors förmågor så att de kan utföra uppgifter som varken människor eller maskiner kan göra individuellt. Genom tillgången till internet kan vi få till förfogande information på kortare tid. Dessutom, med principerna för *Internet of Things* (IoT) och distribuerad beräkning, kan en enorm mängd data samlas in och användas inom ett specifikt tillämpningsområde. AI arbetar utifrån den kunskap som tillhandahålls av människor genom olika metoder och exempel. (Hooda et. al. 2021)

Som nämnts ovan är förmågan att lära sig central för AI- och ML-algoritmer och har potential att uppnå den övermänniska förmågan att känna igen mönster i högdimensionella dataset som har förblivit ogenomträngliga för den mänskliga hjärnan. Figur 1 jämför hur traditionell och AI-programvara fungerar.



Figur 1 (Málaga-Chuquitaype, 2022)

I en traditionell mjukvara skriver kodaren en "omfattande" uppsättning regler som programmet måste följa. (Málaga-Chuquitaype, 2022)

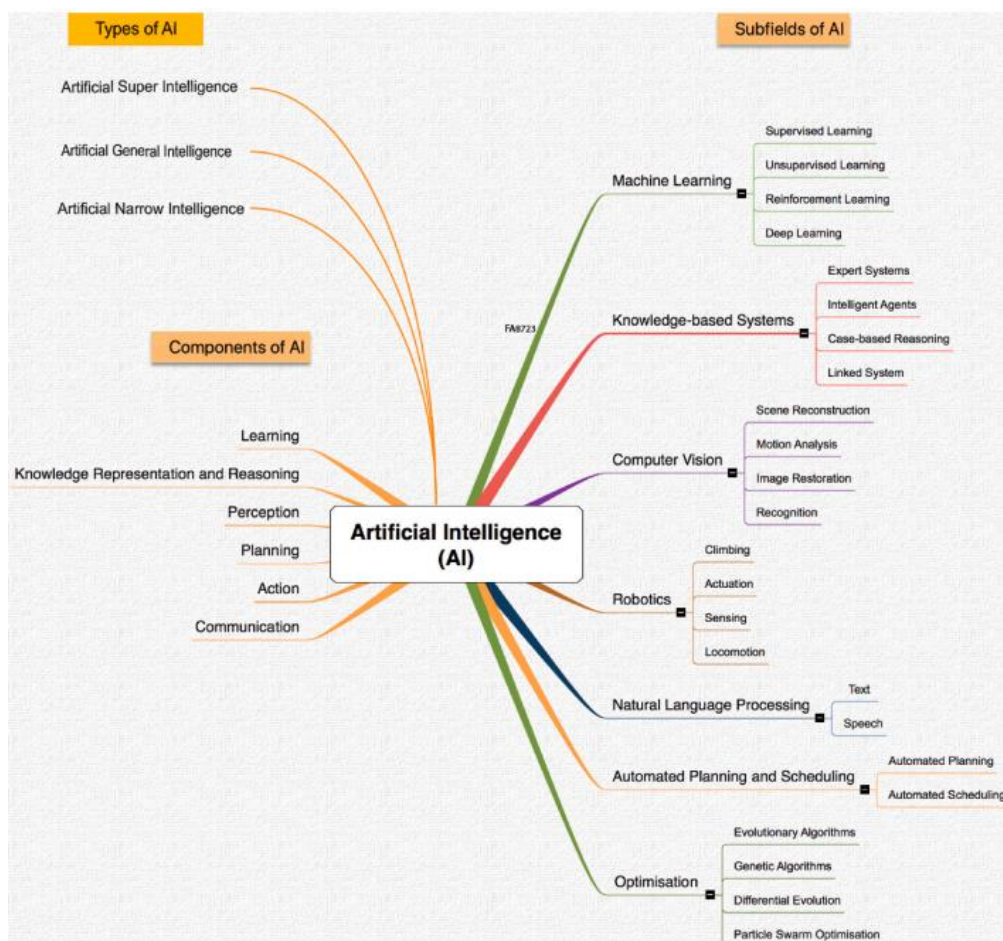
Programmeraren har ensamt ansvar att överväga alla möjliga scenarier och att hårdkoda alla lämpliga svar på dessa scenarier i algoritmen. I princip bör det vara möjligt att komma till exakt utdata genom att följa vägen genom koden med en specifik inmatning. Å andra sidan, i AI-algoritmer skapas reglerna av algoritmen själv och kodaren tillhandahåller bara ställningen (eller arkitekturen) och matar in data i den. AI-algoritmen analyserar sedan data och fyller på med sina egna data genom träning. När dessa regler är etablerade kan de sedan användas på det traditionella sättet för att förutsäga andra utdata med en given inmatning. Att kodaren är undantagen från att överväga och inkludera alla potentiella scenarier gör AI särskilt användbart vid hantering av stora datamängder eller komplexa processer. (Málaga-Chuquitaype, 2022)

Generativ AI är nu en del av många standard-CAD-verktyg, vilket innebär att ingenjörer snabbt kan utforska och förnya nya designkoncept. Dessa designer kan sedan utvärderas mot mått som strukturell integritet, effektivitet och hållbarhet. Planerare kan enkelt ge AI

verktyget detaljer om projektmål, plats, miljö, strukturella krav och material, och det kommer att börja framställa idéer för övervägande. (Marr, 15.3.2024)

Generativ AI kan också användas för att skapa digitala tvillingar – virtuella representationer av byggnader eller strukturer som beter sig exakt som sina verkliga motsvarigheter. Detta gör det möjligt att utföra belastningstester för att ta reda på hur de kommer att stå emot saker som väder eller jordbävningar innan en enda tegelsten har lagts. Det kan också laga modeller som förutspår användningen av energi och vatten samt rörelsen av människor och fordon runt byggnader eller offentliga platser. (Marr, 15.3.2024)

Det kan också användas för att förbättra hållbarheten och energieffektiviteten i byggprojekt och byggnader. Dessa krav kan anpassas i designstadiet och AI kan användas för att identifiera designelement och material som minimerar ekologisk påverkan och utsläpp. (24) Marr, B. (15.3.2024)

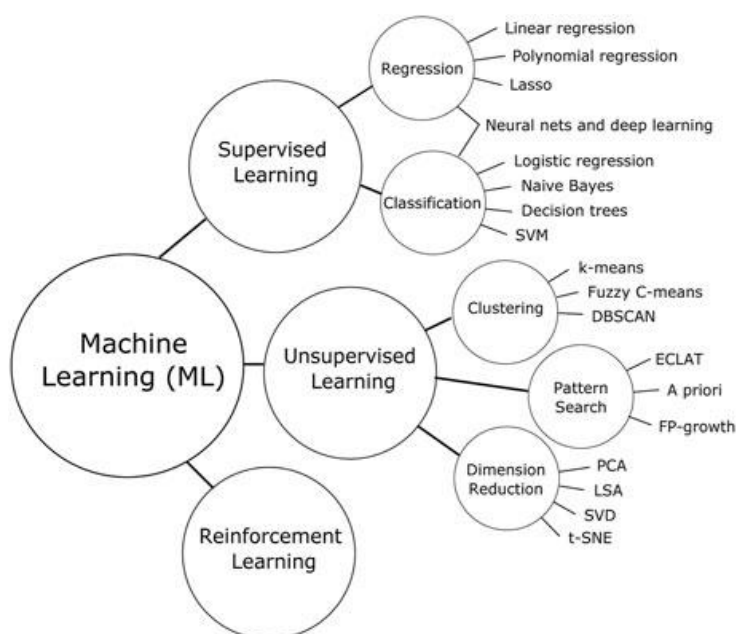


Figur 2 De olika delområden inom AI (O. Abioye et. al. 2021)

5 Terminologi

5.1 Maskininlärning

Maskininlärning förkortning (ML) är en gren av artificiell intelligens vars centrala fördel är dess potential att automatiskt upptäcka mönster i data. En osäkerhet uppstår oundvikligen från den begränsade storleken på de data set som används, men den återspeglar också fel i datainsamling (inklusive mätning) samt svår epistemisk brist. (Málaga-Chuquitaype, 2022)



Figur 3 De olika inlärningssätten (Málaga-Chuquitaype, 2022)

Generellt kan ML-algoritmer kategoriseras i tre huvudgrupper: övervakad, oövervakad och förstärkning, avbildad i Figur 3. Övervakad inlärning är förmodligen den närmaste mänskliga inlärningen. En serie "exempel" används av ML-algoritmen för att bygga "kunskap" om en given uppgift på ett liknande sätt som människor bygger och använder "tidigare erfarenhet" som när små barn vägleds i sin association av ord till betydelser. Övervakad maskininlärning är beroende av stora mängder korrekt märkta ingångsdata, i kvantiteter som kan vara betydligt större än de som krävs av människor. (Málaga-Chuquitaype, 2022)

Å andra sidan kan oövervakad inlärning tillämpas på olika typer av data. I det här tillvägagångssättet krävs inga etiketter, bara funktioner. Modellen ges dessa funktioner

och dess algoritm grupperar dem sedan enligt någon okänd egenskap. I allmänhet försöker oövervakade modeller göra en av tre saker: antingen klustra den tillhandahållna datan, hitta en avvikelse i den, eller minska antalet dimensioner för att uttrycka datasetet. (Málaga-Chuquitaype, 2022)

Förstärkt inlärning bygger på dessa idéer och använder ibland algoritmer som utvecklats för övervakad och oövervakad inlärning. Den används i situationer där det är svårt att få helt korrekta titlar. I sådana fall ges algoritmen en inmatning och en belöningsfunktion som ger en indikation på hur bra eller dåligt algoritmen presterar. Algoritmen lär sig sedan hur man maximerar belöningen. (Málaga-Chuquitaype, 2022)

5.2 Digitala tvillingar

Digital tvilling är en "realistisk modell", "digital representation", "dynamisk virtuell modell" som besitter egenskaperna och beteendet hos ett system i den fysiska världen. Den här studien antar den tidiga definitionen av digitala tvillingar av Grieves. Den digitala tvillingen tillämpades praktiskt för första gången i NASA:s Apollo-program 2010, och dess användning har utvecklats och spridits till andra industrier sedan dess. Digitala tvillingar har främst undersökts inom tillverkning, flygindustri och vårdsektorn. Det har rapporterats att de förbättrar, automatiserar och ökar effektiviteten i olika aktiviteter inom dessa industrier. De lovande möjligheterna med digitala tvillingar och de snabba framstegen inom framväxande smarta teknologier har väckt intresse för deras tillämpning inom byggindustrin. (Tuhaise et. al. 2023)

Begreppet "digital tvilling" är relativt nytt i forskningslitteraturen inom byggsektorn. Dock finns det en viss brist på tydlighet i konceptet på grund av förväxlingen med termen "BIM". En del använder de två termerna omväxlande medan andra anser att de är olika. För att förstå hur de skiljer sig åt är det viktigt att undersöka hur de används i praktiken och vilka funktioner de tillhandahåller. (Tuhaise et. al. 2023)

BIM (Building Information Modeling) fokuserar på att skapa en detaljerad digital modell av en byggnad eller anläggning, som omfattar dess geometri, material, och relaterade information som används för design, konstruktion och underhåll. Digitala tvillingar, går

utöver BIM genom att integrera realtidsdata från sensorer och andra källor för att skapa en dynamisk och interaktiv modell som speglar den faktiska strukturen eller systemet. (Tuhaise et. al. 2023)

Även om BIM är en viktig del av skapandet av en digital tvilling, är en digital tvilling mer omfattande och erbjuder fler möjligheter för övervakning, simulering och analys över tid. Denna skillnad är kritisk, och klargörandet av dessa begrepp är avgörande för att undvika missförstånd i byggindustrin. (Tuhaise et. al. 2023)

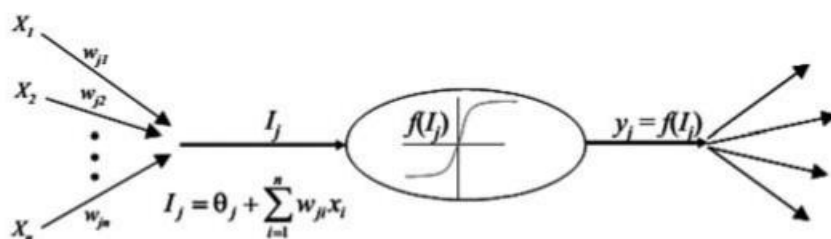
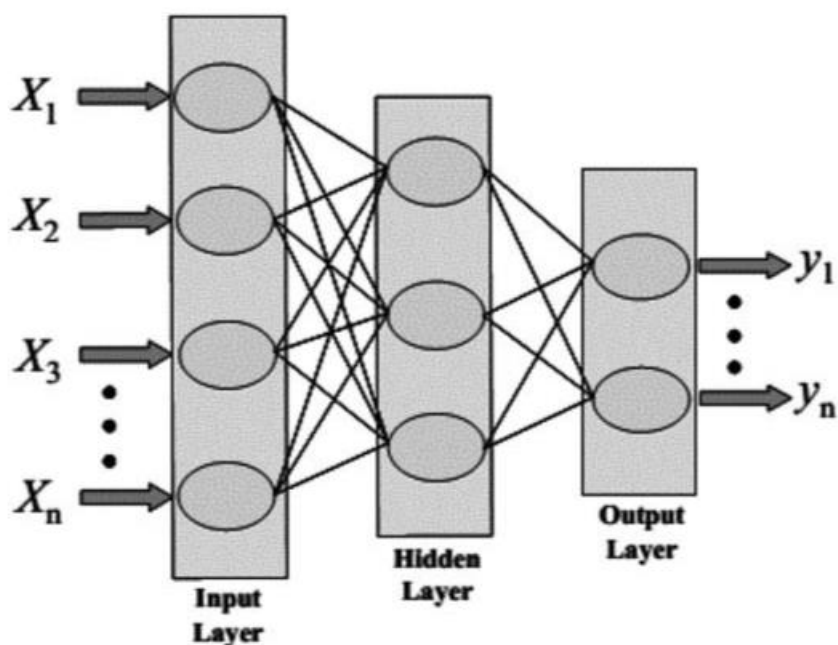
5.3 Artificiella neurala nätverk (ANN)

Artificiella neurala nätverk (ANN) används i projekt för att förutsäga kostnadsöverskridanden baserat på aspekter som kontraktstyp, kompetensnivå hos projektledare och projektets storlek. Prediktiva modeller använder historiska data som planerade start- och slutdatum för att visualisera realistiska tidslinjer för framtida projekt. Personal kan på distans få tillgång till realistiskt träningsmaterial genom AI, vilket förbättrar deras färdigheter och kunskaper, och minskar tiden som krävs för att introducera nya resurser i projekten. På så sätt påskyndas projektleveransen. (Amer, 2023)

Den artificiella neurala nätverksmetoden (ANN) är en informationsteknik som bygger på att simulera människans hjärna. Den används vanligtvis för att skapa prognos- och utvärderingsmodeller. ANN definieras som "en beräkningsmekanism som kan förvärva, representera och skapa en avbildning från ett multivariations informationsutrymme till ett annat, givet en uppsättning data som representerar denna avbildning". ANN består av många ömsesidigt anslutna neuroner (sammankopplade bearbetningselement) grupperade i lager. Vanligtvis har ANN tre typer av lager, indata-, dolda- och utdata-lager. Indatalagret tar emot data om frågeställningen från utsidan. Det dolda lagret har inga anslutningar till utsidan, men är kopplat till andra lager. Utdataskiktet skickar resultatet utåt. Nätverkstyper klassificeras enligt antalet lager (en lagers- och flerlagsnätverk), anslutningstyp mellan neuroner (lagrade, helt anslutna och cellulära), och inlärningsprocess (feedforward och feedback). En typisk arkitektur för en feedforward ANN-struktur visas nedan i figur 4. (Alaloul et. al. 2018)

Feedforward-nätverk kännetecknas av att datan flödar i en riktning, från indata till utdata, utan återkoppling. Detta gör dem lämpliga för tillämpningar som kräver att data bearbetas i sekventiell ordning. Inom denna typ av ANN är de mest använda konfigurationerna multilagerstrukturer, där neuroner i ett lager är kopplade till neuroner i nästa lager. Dolda lager bidrar till att utföra komplexa icke-linjära transformationer, vilket gör att ANN kan lösa mer komplicerade problem. (Alaloul et. al. 2018)

Detta är bara en grundläggande översikt över ANN och dess arkitektur. Beroende på tillämpningen och problemets komplexitet kan olika ANN-strukturer användas, inklusive mer avancerade nätverk som konvolutionella neurala nätverk (CNN) och återkommande neurala nätverk (RNN). (Alaloul et. al. 2018)



Figur 4 En typisk feedforward ANN-struktur (Alaloul et. al. 2018)

Artificiella neurala nätverk (ANN) är rent empiriska modeller. Därför är valideringsfasen avgörande för framgångsrik träning och drift. Syftet med nätverksvalideringen är att

säkerställa dess förmåga att generalisera inom de gränser som fastställs av valideringsdatan på ett noggrant sätt, snarare än att helt enkelt memorera input-output-relationerna som finns i träningsdatan. Validering är ett kritiskt steg i ANN-träningsprocessen, eftersom det hjälper till att förebygga överanpassning, vilket är när nätverket lär sig träningens detaljer och brister utan att generalisera bra till nya data. När överanpassning inträffar kan nätverket verka fungera bra under träningen men har svårare att prestera med data som det inte har sett tidigare. Under valideringsfasen delas data vanligtvis in i tränings- och valideringsuppsättningar. Träningsuppsättningen används för att lära nätverket, medan valideringsuppsättningen används för att testa dess prestanda utan att ingå i själva träningsprocessen. Genom att jämföra nätverkets prestanda på tränings- och valideringsuppsättningarna kan man utvärdera hur väl nätverket har lärt sig och om det kan generalisera till andra dataset. Ett noggrant valideringsförfarande inkluderar ofta korsvalidering, där datasetet delas upp i flera delar och nätverket tränas och valideras flera gånger med olika uppdelningar av data. Detta tillvägagångssätt ger en mer tillförlitlig bild av nätverkets generaliseringsförmåga. Sammanfattningsvis är valideringsfasen viktig för att säkerställa att ANN presterar bra i praktiska scenarier och inte bara på det specifika träningsdata den har lärt sig. Det är ett viktigt steg i utvecklingen av effektiva och pålitliga neurala nätverk för olika tillämpningar. (Alaloul et. al. 2018)

6 Användning av AI inom byggnadsplanering

6.1 Fördelar med implementering av AI

Fördelarna med AI inom byggnadsplanering speciellt i framtiden kan vara stora, i och med att projektledningsprocesserna har flyttat till molnet och driftsättning är alltmer automatiserad. Byggnadens konstruktiva designprocess kan delas in i tre primära faser: konceptuell design (skissdesign), detaljerad design (preliminär eller optimeringsdesign) och konstruktionsritningsdesign. Bland dessa faser påverkar den konceptuella designfasen i hög grad det slutliga designresultatet och är beroende av designupplevelse och kunskap. Därför spelar AI en betydande roll i den konceptuella designfasen av byggnaders strukturella design. (Liao et. al. 2024)

Strukturanalys och design: AI kan utföra komplex strukturanalys och ta hänsyn till faktorer som belastningar, krafter och materialegenskaper för att optimera bygg- och infrastrukturdesigner för säkerhet och effektivitet. (Nabizadeh Rafsanjani & Hossein Nabizadeh, 2023)

6.1.1 Strukturell övervakning

Vanligtvis känd som SHM (Structural health monitoring) på engelska, definieras som processen att utföra en detektion av skador och karakteriseringsmetod för de byggda byggnaderna och strukturerna. Det innefattar i grunden processen att utveckla statistiska modeller, datautdragning, operativ utvärdering och övervakning. Målen med SHM inkluderar bedömning av konstruktiv integritet efter jordbävningar, övervakning av strukturer som påverkas av yttre faktorer, sättnings i konstruktion och ökad efterfrågan på underhåll, övergången till en prestationsbaserad designfilosofi, prestationsförbättring av befintliga strukturer och feedback för att förbättra framtida design baserat på erfarenhet. Med hjälp av AI har sensorer och dämpare designats och installerats i strukturer för att utföra dessa mål. Sensorer spelar en viktig roll i processen för att samla in data. Den datadrivna metoden är värdefull när:

- Strukturen är komplicerad att modellera på grund av dess fysiska egenskaper
- Datamängden är stor

När man överväger konceptet med Maskininlärning i SHM handlar det om att producera information från tidigare erfarenheter, lära sig om modellens parametrar och sedan koncentrera sig på att förutse nya data för input. (Hooda et. al. 2021)

6.1.2 Automatisk planering och schemaläggning

Planering är ett delområde inom AI som handlar om att möjliggöra för intelligenta system att uppnå önskade mål eller syften genom att välja och sekvensera handlingar baserat på deras förväntade resultat. Schemaläggning innebär valet av planer och tilldelningen av tid och resurser som krävs för att uppnå de önskade målen baserat på de totala tillgängliga

resurserna. Planerings- och schemaläggningstekniker används för att tillhandahålla lösningar för komplexa applikationer som bättre passar problemet och användarnas behov. Planering, på grund av komplexitet, kostnad och tidsåtgång, används i situationer där dess fördelar överväger kostnaden. Vanliga heuristiker och algoritmer som används för planering och schemaläggning inkluderar söktekniker, optimeringstekniker och genetiska algoritmer. (O. Abioye et. al. 2021)

6.2 Utmaningar med implementering av AI

Implementeringen av artificiell intelligens (AI) står inför flera utmaningar. En av de främsta är att säkerställa tillförlitligheten och transparensen i AI-system. Eftersom AI ofta innebär komplexa algoritmer och maskininlärningstekniker är det svårt att förutse dess beteende i alla situationer, vilket kan leda till oväntade resultat eller till och med felaktiga slutsatser. Dessutom kräver många AI-applikationer enorma mängder data för att träna och fungera effektivt, vilket kan vara svårt att hantera och kan också resultera i integritets- och etikfrågor. Slutligen måste frågor om rättvisa och icke-diskriminering diskuteras vid implementering av AI för att säkerställa att teknologin gynnar alla samhällen och inte förstärker befintliga ojämlikheter. För att tackla dessa utmaningar krävs en ansvarsfull strategi för att integrera AI på ett sätt som gynnar både samhället och individerna.

6.2.1 Höga initiala kostnader

Fördelarna med AI-drivna lösningar inom byggindustrin är obestridliga. Men de initiala kostnaderna för att investera i sådana AI-lösningar, exempelvis robotar, är vanligtvis mycket höga. Dessutom måste man ta hänsyn till underhållskraven för dessa lösningar. Detta kan vara oöverkomligt för den stora majoriteten av underentreprenörer och små företag som utgör större delen av byggindustrin. Därför är det viktigt för företag att bestämma kostnadsbesparingar och avkastning på investeringen för sådana teknologier för att avgöra om det är värt att investera eller inte. Dessutom förväntas priserna sjunka

när dessa teknologier blir mer accepterade och vanliga inom byggbranschen, vilket gör dem överkomliga för mindre företag. (O. Abioye et. al. 2021)

Även om AI lovar långsiktig effektivitet och kostnadsreduktion, kan de initiala implementerings- och löpande underhållskostnaderna vara betydande. Mindre byggföretag med begränsade budgeter kan ha svårt att investera i AI-infrastruktur och expertis. Den snabba utvecklingen av AI-teknologier kräver regelbundna uppdateringar och utbildning vilket ökar kostnaderna. Att hantera dessa utgifter och säkerställa en positiv avkastning på investeringen är en utmaning som byggföretag måste ta itu med. (Rane, 2023)

6.2.2 Säkerhet

Trots att AI kan stärka säkerheten och upptäcka intrång, är det också ett huvudmål för exploatering av hackare, cyberbrott och integritetsintrång. Detta är ett kritiskt problem med stora ekonomiska och finansiella konsekvenser. Små misstag i byggprocesserna leder ofta till stora kvalitets-, kostnads- och tidsproblem, med en kedjeeffekt som påverkar den övergripande projektplanen (tid, kostnad, försörjningskedja och logistik, upphandling, etc.). Det mest kritiska är att säkerheten för byggnadsarbetare kan äventyras, vilket kan leda till livsfarliga olyckor eller dödsfall. Till exempel kan ett datorvisionssystem som identifierar automatiserad byggnadsutrustning bli lurad att felaktigt märka en byggnadsarbetare som arbetar på hög höjd. Användningen av AI för att ta full kontroll över vissa processer eller för att stöda byggnadsarbetares jobb måste göras med minimala eller inga säkerhetsrisker. (O. Abioye et. al. 2021)

Säkerhetsfrågan kräver strategier som användning av motstridig maskininlärning. Adversarial machine learning (ML) som är studien av effektiva maskininlärningstekniker mot ett eventuellt hot. Användningen av ML kommer ur ett säkerhetsperspektiv och behovet av att utforma algoritmer som kan motstå avancerade attacker. Dessutom måste ytterligare forskning utföras inom detta område, särskilt för tekniker som blir allt vanligare inom byggforskning, som datorvision och robotik. (O. Abioye et. al. 2021)

Generativa AI-modeller kräver stora mängder data för att ge exakta svar, vilket potentiellt kan innebära känslig information relaterad till projektplaner och ekonomiska data. Att skydda dessa data från obehörig åtkomst, brott eller missbruk är en betydande utmaning. Byggföretag måste implementera starka cybersäkerhetsåtgärder. Dessutom uppstår ytterligare komplexitet när molnbaserade AI-tjänster används, särskilt vad gäller dataskydd och efterlevnad av regleringar som den allmänna dataskyddsförordningen (GDPR) i Europa kräver. För att säkerställa att AI-system överensstämmer med dessa regleringar samtidigt som de ger insikter är en utmaning för byggföretag. (Rane, 2023)

6.2.3 Brist på information

AI kräver massiva mängder information samt data för att träna algoritmer att upptäcka mönster. Som ett exempel kan man ta ett AI-system som är tränat för att analysera att arbetare bär hjälm. För att få det att fungera krävs miljontals med foton av människor från olika vinklar, höjder samt avstånd för att AI-systemet skall lära sig när den skall slå larm. Utan tillräckligt med data är sådan träning dock inte möjlig. Problemet ligger i att de flesta byggföretagen är relativt små (jämfört med andra sektorer som implementerar AI-system) så de har inte ens nära på lika mycket data att träna sina algoritmer med. (Hasek, 2020)

6.2.4 Andra potentiella nackdelar

Saker som också bör funderas på när man implementerar AI inom konstruktionsbranschen är till exempel vem bär ansvaret för att AI programmet kalkylerar rätt? Vems ansvar blir det att dubbelkolla AI programmets beräkningar och ritningar?

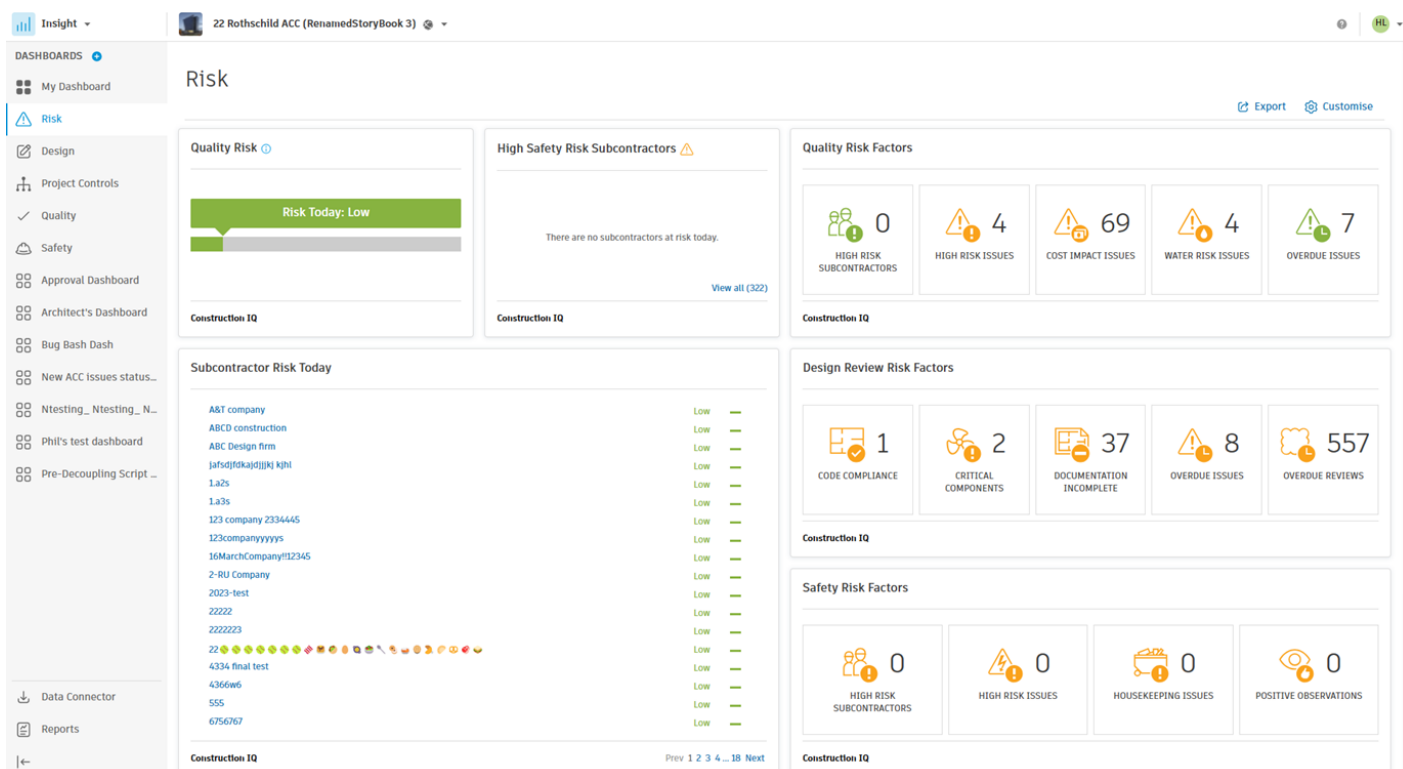
Det finns alltid risken med AI att någon har matat in i databasen beräkningar som inte är korrekta, detta blir då ett problem i och med att AI utgår totalt från den data som är inlärd. AI jämför alltid med den information som finns till förfogande av liknande konstruktionstyper.

7 Program som utnyttjar AI

7.1 Autodesk Construction IQ

Som en av den största aktören på marknaden är det kanske inte förvånande att Autodesk har det största AI-fotavtrycket, men även här är det fortfarande en nischteknik som förekommer i ett par av dess förvärvade webbtjänstprodukter, nämligen Construction IQ, som hjälper byggprojektteam att hantera risker och förbättra prestandan, och Building Connected, som används för online anbudshantering. (Day, 2019)

Construction IQ har mer än 1 500 aktiva projekt och samarbetar med många företag, BAM, AECOM, och amerikanska företag som PARIC, Swinerton och Danis. Construction IQ har en databas med över 30 000 byggprojekt, med 150 miljoner frågor och relaterade inspektioner att lära sig av. Många av de problem som Construction IQ hittar har någon koppling till design- och förkonstruktionsfasen. (Day, 2019)



Figur 5 demonstrerar en riskanalys (AutoDesk docs, 2024)

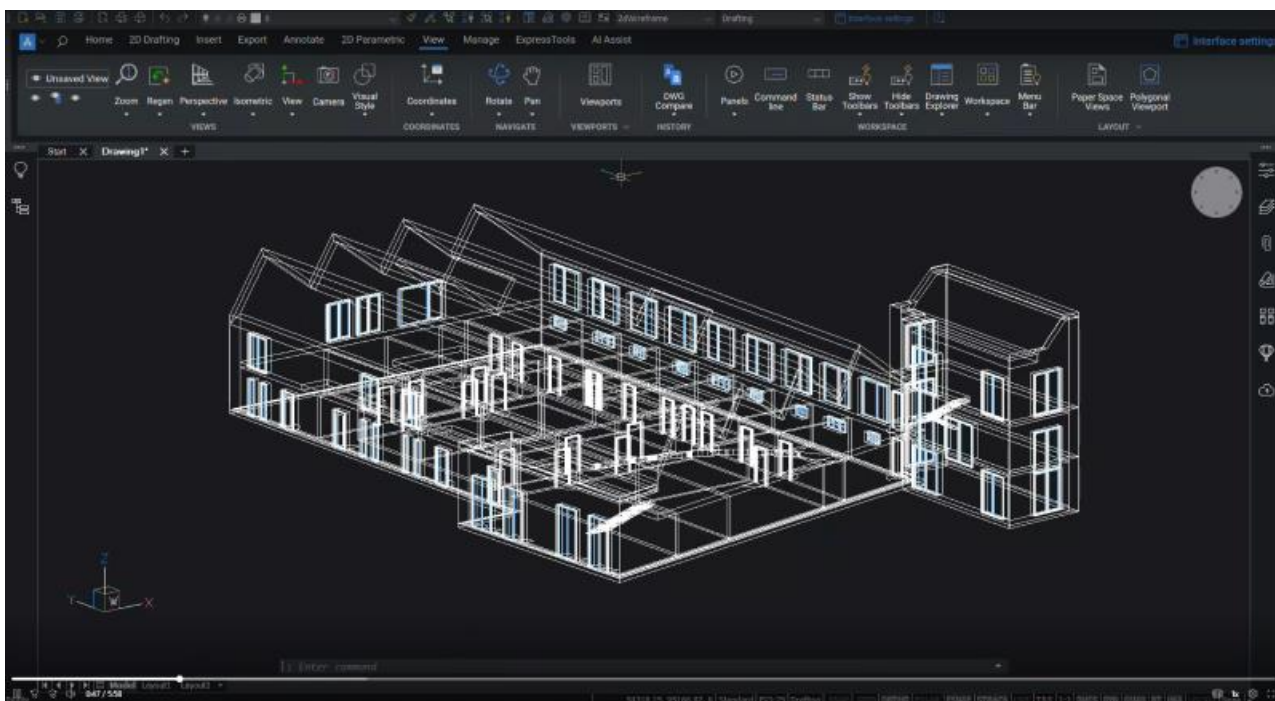
7.2 BricsCAD

BricsCAD har utvecklats och uppdateras i över två decennier av det belgiska bolaget Bricsys. (Bricsys, 2024)

BricsCAD ger designern möjlighet att forma modellen själv utan förutbestämda komponenter. För närvarande identifierar och föreslår BricsCAD automatiskt olika material och komponenter baserat på tidigare modeller. Dessutom kan det med hjälp av artificiell intelligens korrigera mindre modellfel och lägga till kopplingar mellan liknande platser i byggnaden. Till exempel, om du definierar en koppling mellan tak och vägg, kommer programmet automatiskt att visa dig alla platser i modellen där en liknande koppling finns. (Day, 2021)

En del av Bricsys egenskaper är deras strategiska användning av AI och maskininlärning. I den senaste versionen har automatiseringen av repetitiva uppgifter utökats och möjliggöra smartare sätt att återanvända 2D- och 3D-designdata för maximal produktivitet. (Day, 2021)

I BricsCAD V23 föreslår AI Assist Ribbon Panel de kommandon som troligen behövs till följande baserat på arbetsflödesmönstret. Denna egenskap lär sig medan BricsCAD används och den ger förslag baserat på hur användaren och andra motsvarande användare använder programmet – vilket sparar tid när användaren letar efter kommandot som behövs som följande. (Bricsys, 2023)



Figur 6 en simpel modell av en konstruktion (Bricsys, 3.10.2023)

7.3 SCIA

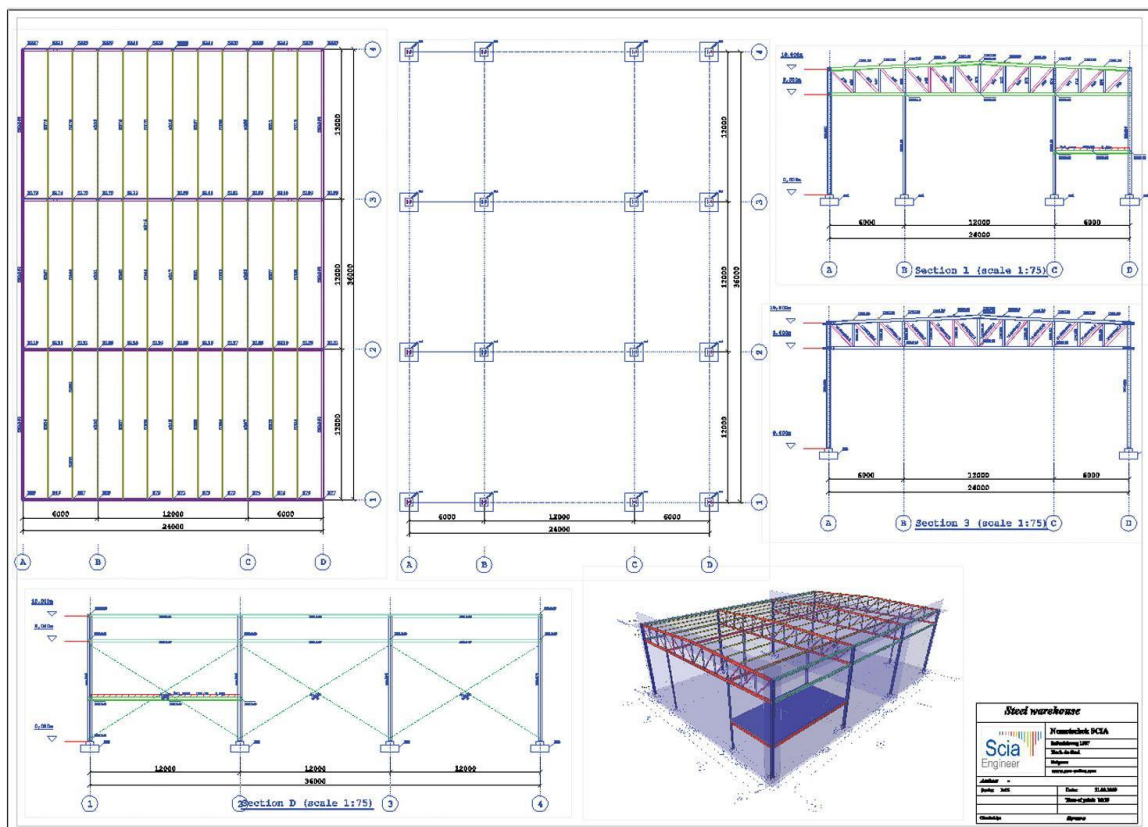
SCIA har utvecklats i decennier samt har nästan 50 år av expertis och är en del av Nemetschek Group. SCIA har distribuerat och stöttat programvaruprodukter både på konstruktionsingenjörsmarknaden och byggmarknaden samt har en global räckvidd. (SCIA, 2024a)

”SCIA Engineer” är en integrerad, multimaterial programvara för planering av alla typer av konstruktioner samt strukturanalys. Dess breda utbud av funktioner gör den till den partnern för planering av till exempel kontorsbyggnader och industrialanläggningar samt vilket annat projekt som helst. (SCIA, 2024b)

SCIA Engineer har egenskaper som bland annat: analys och planering av konstruktioner, allt från komplexa till enkla konstruktioner. Man kan granska och organisera varje aspekt av konstruktionen. SCIA Engineer ger också möjligheten för användaren att arbeta på det sättet som användaren föredrar. (SCIA, 2024b)

SCIA Engineer ger också användaren möjligheten för smidigt utbyte av modeller med andra projektdeltagare genom till exempel tvåvägslänkar, IFC och SAF. (SCIA, 2024b)

Det är värt att notera att fastän de är stora på marknaden så är de inte öppna med sin AI-utveckling.



Figur 7 en typisk basmodell (SCIA, 2024c)

7.4 RFEM 6

RFEM 6 är den sjätte versionen av FEA-programvaran från Dlubal Software, FEA står för Finite Element Analysis. Strukturanalysprogrammet RFEM 6 utgör grunden för modulära programfamiljer som kan anpassas och kombineras enligt användarens individuella behov. I huvudprogrammet RFEM kan man definiera strukturer, material och laster för exempelvis plana konstruktionssystem bestående av bland annat väggar, plattor och stänger. Dessutom går det att skapa kombinerade strukturer samt modellera solida element och kontaktelement. (Dlubal, 2024a)

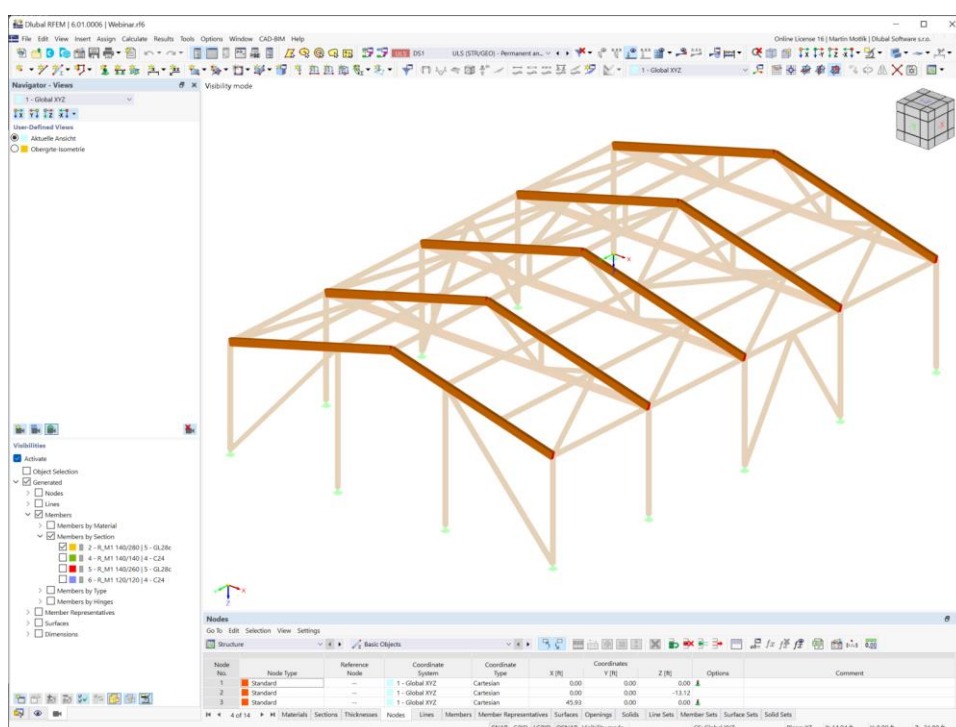
RFEM kännetecknas av sin användarvänlighet och flexibilitet, som möjliggör en exakt anpassning till projektspecifika krav. Samt är en innovativ lösning som underlättar arbetet för konstruktionsingenjörer. (Dlubal, 2024a)

Programvaran möjliggör effektiv och snabb modellering av komplexa konstruktioner samt strukturell och dynamisk analys och är en beprövad lösning för byggnadsingenjörer världen över. (Dlupal, 2024a)

En tydlig vy är en förutsättning för att användaren kan effektivt och snabbt arbeta med programmet. Genom att använda "markeringar" kan användaren även dela upp modellen i användardefinierade och genererade delvisningar som uppfyller vissa kriterier vilket visas i figur 8. Detta möjliggör att till exempel endast aktiverade ytor av ett specifikt material eller medlemmar med en särskild tvärsnittsform visas. Detta demonstreras i figur 8.(Dlupal, 2024b).

Det finns även ett flertal alternativ tillgängliga för enkel inmatning och modellering. Användarens modell matas in som en 1D-, 2D- eller 3D-modell. Medlemstyper som fackverk, balkar eller dragmedlemmar gör det enklare för användaren att definiera medlemsegenskaper. För att modellera ytor erbjuder RFEM olika typer, såsom standard, utan tjocklek, styv, membran och lastfördelning. (Dlupal, 2024b).

Dlupal har hållit webinarium där det går igenom hur man med hjälp av AI kan optimera sina RFEM 6 modeller. I webinariumet berättar bland annat Hörold samt Niemeier om olika aspekter gällande AI tillämpning för RFEM 6. (Dlupal, 2024c).



Figur 8 (Dlupal, 2024b)

8 Slutsatser

AI:s framtida roll inom byggkonstruktion förväntas vara betydande och mångfacetterad. Genom att använda avancerade algoritmer och maskininlärningstekniker kan AI bidra till att optimera designprocesser, förutsäga och hantera risker, samt förbättra effektiviteten och hållbarheten hos byggprojekt. Genom att analysera stora datamängder kan AI också bidra till att förutse underhållsbehov och förbättra driftsäkerheten för byggnader och infrastruktur. Dessutom kan AI underlätta samarbete och kommunikation mellan olika intressenter genom att automatisera och effektivisera projektledning och dokumentation. Genom att integrera AI på ett ansvarsfullt sätt kan byggindustrin dra nytta av innovationer som kan göra konstruktion mer effektiv, kostnadseffektiv och hållbar i framtiden.

Det kom också tydligt fram att många företag och stora aktörer på marknaden medger att det har planer för AI och redan implementerar det. Men sedan beskriver de inte alls något mera om hur de använder det eller vad deras planer för framtiden är. Detta var ett återkommande problem i denna litteraturstudie samt också den mängden texter jag måste leta igenom för att få fram information som man kunde lita på. Detta ledde till att vissa ämnen måste lämnas bort från dessa studier i och med att det inte fanns tillräckligt med pålitlig information. Om jag skulle göra om detta skulle jag rekommendera att mera specifikt gå in på ämnen som "AI inom BIM". Detta är ett väldigt brett koncept där det finns mycket information och är ett av de ämnen som avancerar snabbt för tillfället.

Det är värt att notera att det finns massor med så kallade "start-up" företag inom denna industri men det är svårt för dem att avancera. På grund av att de större aktörerna har ett hårt grepp på marknaden samt det är svårt att få tillräckligt med resurser, vilket leder till att de snabbt blir en del av de större koncernerna.

9 Källförteckning

Refererat enligt APA 7

Day, M. (18.11.2019). *Augmented thinking – how AI is coming to AEC*. AEC Magazine.

Hämtad: <https://aecmag.com/features/augmented-thinking-how-ai-is-coming-to-aec/>

Briggs, J., & Kodnani, D. (26.3.2023). *The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth*. Goldman Sachs.

Hämtad: [https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst -The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs Kodnani.pdf](https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst-The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs_Kodnani.pdf)

Hooda, Y., Kuhar, P., Sharma, K., & Kumar Verma, N. (2021). *Emerging Applications of Artificial Intelligence in Structural Engineering and Construction Industry*. IOPscience.

Hämtad: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1950/1/012062/pdf>

Liao, W., Lu, X., Fei, Y., Gu, Y., & Huang, Y. (2024). *Generative AI design for building structures*. ScienceDirect.

Hämtad: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523004478?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=875c17410a128d8e

Málaga-Chuquitaype, C. (2022). *Machine Learning in Structural Design: An Opinionated Review*. Frontiers in Built Environment.

Hämtad: <https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/94507/7/fbuil-08-815717.pdf>,
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.815717/full>

Nabizadeh Rafsanjani, H., & Hossein Nabizadeh, A. (2023). *Towards human-centered artificial intelligence (AI) in architecture, engineering, and construction (AEC) industry*. ScienceDirect.

Hämtad: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451958823000520>

O. Abioye, S., O. Oyedele, L., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, J., Bilal, M., O. Akinade, O., & Ahmed, A. (2021). *Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges*. ScienceDirect.

Hämtad: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221011578>

Rane, N. (2.11.2023). *Role of ChatGPT and similar Generative Artificial Intelligence (AI) in Construction Industry*. SSRN.

Hämtad: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4598258

Tuhaise, V., Mbatu Tah, J., & Abanda, F. (2023). *Technologies for digital twin applications in construction*. ScienceDirect.

Hämtad: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523001917>

Amer, N. (2023). *Architectural Design in The Light of AI Concepts and Applications*.

Hämtad: https://journals.ekb.eg/article_291906_a6686106b7b264334adb2767b70acdd3.pdf

Alaloul, W., Liew, M., Wan Zawawi, N., & Mohammed, B. (2018). *An Artificial neural networks (ANN) model for evaluating construction project performance based on coordination factors*. Cogent engineering.

Hämtad: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/23311916.2018.1507657?needAccess=true>

Bricsys. (2024). Hämtad: <https://www.bricsys.com/>

Day, M. (6.12.2021). *BricsCAD v22: Bricsys Digital Summit 2021*. AEC Magazine.

Hämtad: <https://aecmag.com/cad/bricscad-v22-bricsys-digital-summit-2021/>

Bricsys. (29.8.2023) *New for BricsCAD V23: AI Assist Ribbon Panel*.

Hämtad: <https://www.bricsys.com/blog/ai-assist-ribbon-panel-in-bricscad>

RTYtopten. (2020). *Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet-asiakirjamalli*.

Hämtad: <https://toptenrava.fi/tulkintakortti/rakenteiden-suunnittelun-ja-toteutuksen-perusteet-asiakirjamalli/>

Hasek, A. (22.6.2020). *What is the potential for AI in construction?* PlanRadar.

Hämtad: <https://www.planradar.com/ai-in-construction/>

Bricsys. (3.10.2023). *BricsCAD for 3D: Visual styles*

Hämtad: <https://www.bricsys.com/blog/bricscad-for-3d-visual-styles>

AutoDesk docs. (2024). *Construction IQ*.

Hämtad: https://help.autodesk.com/view/DOCS/ENG/?guid=Insight_Construction_IQ

SCIA. (2024a). *About SCIA*.

Hämtad: <https://www.scia.net/en/about-us/about-scia>

SCIA. (2024b). *SCIA Engineer*.

Hämtad: <https://www.scia.net/en/scia-engineer>

Dlubal. (2024a). *RFEM 6 – FEA Program*.

Hämtad: <https://www.dlubal.com/en/products/rfem-fea-software/rfem/what-is-rfem>

Dlubal. (2024b). *3D FEA Software RFEM 6 | Modeling*.

Hämtad: <https://www.dlubal.com/en/products/rfem-fea-software/rfem/modeling>

Marr, B. (15.3.2024). *How Generative AI Will Change The Jobs Of Architects And Civil Engineers*.

Hämtad: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2024/03/15/how-generative-ai-will-change-the-jobs-of-architects-and-civil-engineers/?ss=ai&sh=6eb3c786572d>

SCIA. (2024c). *SCIA.BASIC - BASIC MODULE*.

Hämtad: <https://www.scia.net/en/scia-engineer/fact-sheets/modelling/sciabasic-basic-module>

Dlubal. (2024c). *Webinar | Model Optimization Using Artificial Intelligence (AI) in RFEM 6*.

Hämtad: <https://www.dlubal.com/en/downloads-and-information/documents/online-manuals/rfem-6-model-optimization-using-artificial-intelligence-in-rfem-6>