

Erasmus+-prosjekt 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

Dette Erasmus+-prosjektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen. Denne publikasjonen gjenspeiler kun forfatterens synspunkter, og Europakommisjonen og de nasjonale kontorene for Erasmus+ kan ikke holdes ansvarlig for bruken av informasjonen i publikasjonen.

CASE STUDY

UTCN CASE STUDY BIM-modeller av en bygningskonstruksjon og en veistrekning som gjennomfører en livssyklusvurdering av ulike materialer og avfallsmaterialer

Del 1

1-Mål

Presentasjonen ser etter måter å forbedre arbeidsflyten for ingeniører og gjøre bygningsinformasjonsmodellering (BIM) til en brukbar realitet for alle. BIM-teknologien gjør det mulig å konstruere én eller flere nøyaktige bygningsmodeller digitalt.

Denne delen gir løsninger for bruk av BIM til å konseptualisere, planlegge, detaljere, skape og veilede bygging av konstruksjoner. I prosessen med å designe og koordinere utførelsen av bygninger er det ønskelig med et reelt og effektivt samarbeid mellom arkitekter og ingeniører. Derfor er det nødvendig å bruke en plattform eller et programvareverktøy som gir alle teammedlemmer tilgang til den nyeste informasjonen og, basert på autorisasjonsparametere, mulighet til å dele kommentarer og forslag og endre modellen. Det er nødvendig at alle endringer spores, slik at alle teammedlemmer kan forstå hvordan prosjektet utvikler seg. BIM øker produktiviteten gjennom effektivt samarbeid takket være sømløs og transparent informasjonsutveksling mellom arkitekter og ingeniører.

2 - Beskrivelse av casestudien

Presentasjonen vil demonstrere bruken av BIM-teknologi i konstruksjonsdesign og detaljering. Studentene vil få muligheten til å delta på en omfattende økt som dekker programvarepakker som SCIA Engineer, Tekla Structures og Idea StatiCa.

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

<https://www.tekla.com/products/tekla-structures>

<https://www.ideastatica.com/ro/support-center-all/all?label=connection>

Deltakerne vil bli kjent med de viktigste funksjonene og kommandoene i disse programmene, og få innsikt i hvordan de legger til rette for sømløs modellutveksling ved hjelp av kraftige toveis koblinger, IFC, SAF eller tredjeparts plug-ins. Økten vil

kulminerer med en detaljert casestudie som setter søkelyset på BIM-mulighetene til programvare. Nødvendig programvare: SCIA Engineer, Tekla Structures og Idea StatiCa.

Mot slutten av presentasjonen vil det være mulighet for spørsmål og diskusjon.

Casestudiene ble utviklet av våre kollegaer Andreea Onea og Mihai Senila, og i opplæringen involverte vi studenter fra bachelor- og masterprogrammer.

I tillegg vil denne casestudien fungere som en veiledning for studenter i forberedelsene til bachelor- og avhandlingsprosjekter.

3 - Moderne bruk av BIM og LCA for å vurdere bærekraften til en bygning.

3.1 - BIM i konstruksjonsteknikk: revolusjonerende bygningsdesign

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har utviklet seg til å bli en transformativ kraft innen konstruksjonsteknikk, og har fundamentalt endret måten vi tenker, designer og konstruerer bygninger på. Dette sofistikerte digitale verktøyet gjør det mulig for ingeniører å lage omfattende, nøyaktige og samarbeidsbaserte modeller av konstruksjoner, noe som resulterer i økt effektivitet, kostnadseffektivitet og bærekraft gjennom hele bygningens livssyklus.

Konseptet bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har eksistert siden 1970-tallet, da de første CAD-systemene (Computer Aided Design) ble introdusert. Det var imidlertid ikke før på 1990-tallet at BIM-konseptet slik vi kjenner det i dag, begynte å ta form. Utviklingen av BIM har vært påvirket av fremskritt innen datateknologi, 3D-modellering og samarbeidsverktøy. I årenes løp har BIM utviklet seg fra å være et 3D-modelleringsverktøy til å bli en omfattende prosess som integrerer data, informasjon og arbeidsflyt gjennom hele livssyklusen til et byggeprosjekt. Etter hvert som BIM fikk fotfeste, ble det utviklet bransjestandarder og protokoller for å sikre interoperabilitet og samarbeid mellom ulike interessenter. Utviklingen av BIM har også blitt drevet frem av teknologiske fremskritt som nettskyen, mobile enheter og kunstig intelligens, som har lagt til rette for samarbeid i sanntid, bedre muligheter for dataanalyse og bedre tilgjengelighet til BIM-modeller.

BIM fremmer en tverrfaglig tilnærming ved å sømløst integrere arkitektoniske, strukturelle og MEP-systemer (Mechanical, Electrical and Plumbing) i en enhetlig modell. Dette samarbeidsmiljøet gjør det mulig for interessenter å jobbe sammen fra de tidligste designstadiene, noe som reduserer konflikter og uoverensstemmelser og til syvende og sist fører til mer effektiv og innovativ bygningsdesign.

Med BIM kan ingeniører lage detaljerte 3D-representasjoner av konstruksjoner. Denne visuelle klarheten gjør det mulig å analysere og evaluere konstruksjonselementer på en bedre måte, slik at potensielle problemer kan oppdages tidlig og presise justeringer kan foretas før

konstruksjon. Dette sørger ikke bare for sikkerhet og samsvar, men fører også til mer robuste og optimaliserte konstruksjoner.

BIM gir nøyaktige mengdeberegninger og kostnadsestimater basert på modellen, noe som muliggjør mer presis budsjettering og økonomisk planlegging. I tillegg gjør BIM det enklere å identifisere muligheter for å optimalisere materialer og konstruksjonsmetoder, noe som gir potensielle kostnadsbesparelser uten at det går ut over den strukturelle integriteten.

Ved hjelp av BIM kan ingeniører generere detaljerte planer for rekkefølge og faseinndeling av byggingen. Dette bidrar til å effektivisere byggeprosessen, minimere forsinkelser og redusere konflikter på byggeplassen. Det gir også bedre koordinering mellom de ulike fagene, noe som sikrer en smidigere arbeidsflyt.

BIM støtter integrering av verktøy for energianalyse, slik at ingeniører kan vurdere bygningens miljøytelse og utforske mulighetene for energieffektivisering. På denne måten kan designere ta informerte beslutninger om materialer, systemer og planløsninger, noe som fører til mer bærekraftige og miljøvennlige strukturer.

BIM har flere fordeler enn bare konstruksjon, og er et verdifullt verktøy for forvaltning og vedlikehold av anlegg. Modellen fungerer som en omfattende digital tvilling av den fysiske bygningen, noe som gjør det mulig for eiere og driftsansvarlige å planlegge og utføre vedlikeholdsaktiviteter effektivt, forvalte eiendeler og ta informerte beslutninger for å sikre strukturens langsiktige bærekraft.

Kjerneprinsipper for BIM i konstruksjonsteknikk:

Felles digital representasjon: BIM skaper en enhetlig digital representasjon av en bygning eller struktur gjennom hele livssyklusen, som ikke bare omfatter den fysiske geometrien, men også relevante data og informasjon knyttet til design, konstruksjon og drift.

Samarbeid: BIM fremmer samarbeid gjennom utveksling og integrering av data og informasjon mellom ulike interessenter, noe som muliggjør effektiv beslutningstaking og reduserer feil eller konflikter.

Parametrisk modellering: Dette prinsippet gjør det mulig å skape intelligente og dynamiske objekter som kan endres og oppdateres gjennom hele prosjektets livssyklus, noe som sikrer konsistens og nøyaktighet.

Datainteroperabilitet: BIM legger vekt på viktigheten av informasjonsutveksling og deling mellom ulike plattformer og programvaresystemer, noe som muliggjør integrering av ulike datasett og fremmer effektivt samarbeid.

Informasjonsforvaltning: BIM legger vekt på betydningen av strukturerte data, slik at interessenter kan hente ut verdifull informasjon og ta informerte beslutninger basert på pålitelig og oppdatert informasjon.

BIM i konstruksjonsteknikk: Fordeler og bruksområder BIM byr på en rekke muligheter og fordeler når det brukes i forbindelse med konstruksjonstekniske prosjekter:

Integrert design og samarbeid: BIM integrerer arkitektoniske, strukturelle og MEP-systemer sømløst i en enhetlig modell, noe som gjør det mulig for interessenter å samarbeide fra de tidligste designstadiene, redusere konflikter og føre til mer effektiv og innovativ bygningsdesign.

Forbedret visualisering og analyse: BIM gir mulighet for detaljerte 3D-representasjoner av konstruksjoner, noe som muliggjør bedre analyse og evaluering av konstruksjonselementer, gjør det lettere å oppdage potensielle problemer på et tidlig tidspunkt og gjør det mulig å foreta presise justeringer før bygging.

Kostnadsestimering og verdiberegning: BIM gir nøyaktige mengdeberegninger og kostnadsestimater basert på modellen, noe som muliggjør mer presis budsjettering og økonomisk planlegging. I tillegg forenkler det verdiberegning ved å identifisere muligheter for å optimalisere materialer og konstruksjonsmetoder.

Forbedret byggeplanlegging og sekvensering: Ved hjelp av BIM kan ingeniører generere detaljerte planer for rekkefølge og faseinndeling, noe som bidrar til å effektivisere byggeprosessen og minimere forsinkelser.

Energieffektivitet og bærekraft: BIM støtter integrering av verktøy for energianalyse, slik at ingeniører kan vurdere bygningens miljøytelse og utforske muligheter for energieffektivisering.

Anleggsforvaltning og vedlikehold: BIM er et verdifullt verktøy for forvaltning og vedlikehold av anlegg, og gir en omfattende digital tvilling av den fysiske strukturen, slik at eiere og operatører effektivt kan planlegge og utføre vedlikeholdsaktiviteter, forvalte eiendeler og ta velbegrunnede beslutninger for å sikre anleggets langsiktige bærekraft.

Bygningsinformasjonsmodellering har revolusjonert byggingeniørfaget og gitt fagfolk et kraftig sett med digitale verktøy som gjør det mulig å skape mer effektive, bærekraftige og kostnadseffektive bygningskonstruksjoner. Etter hvert som BIM fortsetter å utvikle seg, vil det spille en enda viktigere rolle i utformingen av fremtidens bygg- og anleggsbransje, og innlede en æra med innovasjon og effektivitet uten sidestykke innen konstruksjonsteknikk.

4 - Forskrifter og standarder

- [1] <https://www.scia.net/en/innovations/integrated-design-solution>
- [2] <https://www.tekla.com/resources>
- [3] <https://www.ideastatica.com/support-center>
- [4] <https://oneclicklca.com/#:~:text=Largest%20construction%20LCA%20database%20Brukes%20i%20170+%20land>

- [5] 1. Petran I., Senila M. - "DESIGN AV PORTALRAME I STÅL MED PITCHED TAK STRUCTURE", Editura Mediamira, ISBN: 978-973-713-359-5, Cluj-Napoca, România, 2017
- [6] EN 1991-1-1:2002. Eurokode 1: Påkjenninger på konstruksjoner - Del 1-1: Generelle påkjenninger - Tetthet, egenvekt, påførte laster for bygninger.
- [7] EN 1991-1-3:2003. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-3: Generelle påvirkninger - Snølast og CR 1-1-3-2012: Prosjekteringskode. Vurdering av snøpåvirkning på bygninger.
- [8] EN 1991-1-4:2005. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-4: Generelle påvirkninger - Vindpåvirkning og CR 1-1-4-2012: Prosjekteringskode. Vurdering av vindpåvirkning på bygninger.
- [9] P100-1/2013: Seismisk dimensjoneringskode. Del I: Prosjekteringsbestemmelser for bygninger.
- [10] EN 1993-1-1:2005. Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 1-1: Generelle regler og regler for bygninger

5 - Metodikk for casestudier.

Metoden for casestudien ble utviklet ved hjelp av en kombinasjon av avanserte programverktøy skreddersydd for både bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og livsløpsvurdering (LCA). Tekla Structures, SCIA og IDEA StatiCa ble brukt til å modellere og analysere de strukturelle elementene i prosjektet, noe som muliggjorde detaljert BIM-integrasjon. For LCA ble One Click LCA-programvaren brukt til å vurdere miljøpåvirkningen fra materialene og byggeprosessen. Denne kombinasjonen av verktøy muliggjorde en omfattende evaluering av prosjektets strukturelle integritet og bærekraft.

6 - Utvikling av casestudien.

6.1 - Fra verktøy til bygningsmodeller: konstruksjonstekniske programmer og BIM

6.2.1 - SCIA-ingeniør

SCIA Engineer er en integrert programvare for strukturanalyse og design av alle typer konstruksjoner med flere materialer. Det brede spekteret av funksjoner gjør det til den ideelle partneren for design av kontorbygninger, industrianlegg, broer eller andre prosjekter, alt i samme brukervennlige miljø.

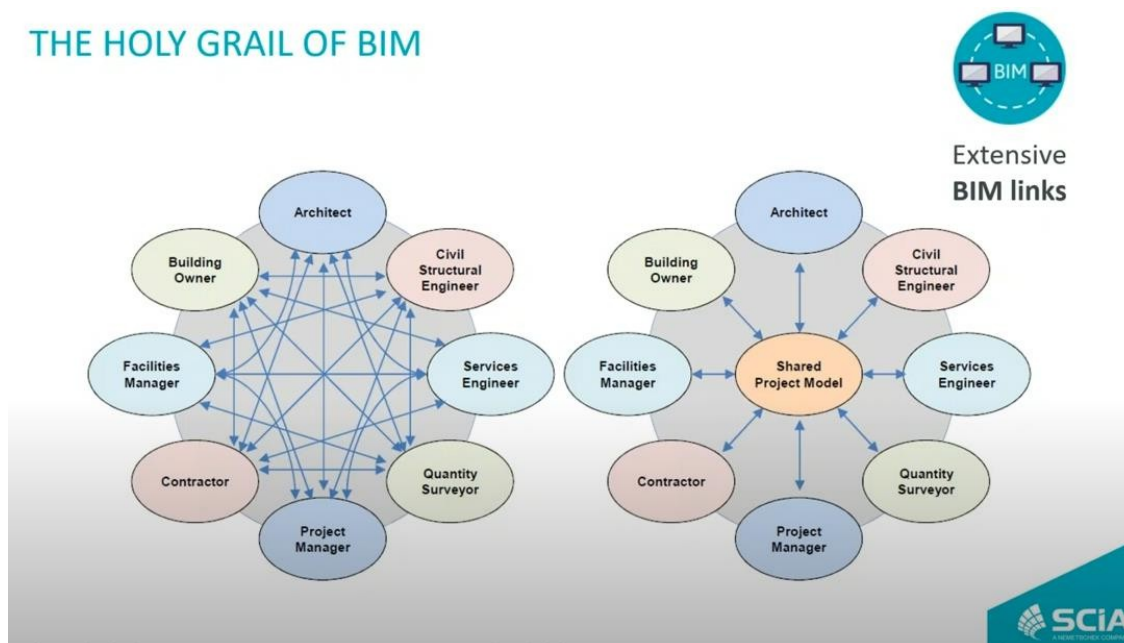
Scia Engineer tilbyr en rekke BIM-løsninger for å forbedre arbeidsflyten: Det viktigste



er å forstå at samarbeid mellom alle fagområder, inkludert arkitekter, modellerere, bygningsingeniører, tegnere og andre, er kjernen i

å levere et trygt og bærekraftig bygningsmiljø, som i sin tur etterlater seg en positiv og varig arv.

THE HOLY GRAIL OF BIM



Målet er å redusere tiden det tar å lage analysemodeller, og å sikre en konsistent representasjon av virkeligheten mellom struktur- og analysemodeller i alle faser av prosjektet. I tillegg er målet vårt å legge til rette for smidig håndtering av endringer på tvers av fagområder.

6.2.2 - Tekla-konstruksjoner

Tekla-programvaren er en avansert BIM-programvare for konstruksjon.

Konstruktører, designere, detaljister, fabrikanter, entreprenører og prosjektledere kan overskride tradisjonelle grenser i alle faser av byggeprosessen. Med Tekla Structures kan de skape, kombinere, administrere og dele informasjon med bemerkelsesverdig effektivitet.

Teklas programvare tilbyr alt som trengs for å forbedre BIM-nøyaktigheten, utnytte data og redusere kostbare overraskelser. Det vil øke lønnsomheten med det høyeste utviklingsnivået (LOD) og redusere usikkerheten knyttet til ukoordinerte byggedokumenter.

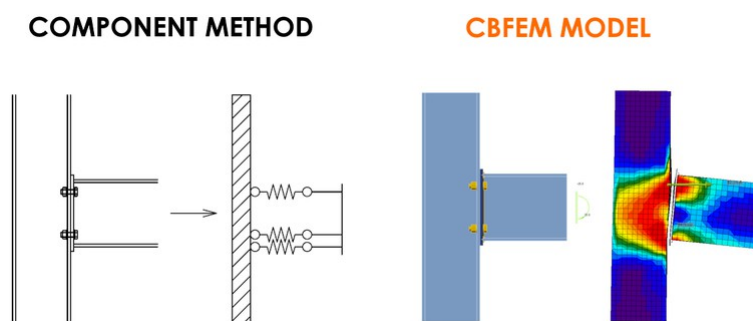
Det er enkelt å importere, eksportere og koble modelldataene dine til andre prosjektparter, programvare, digitale konstruksjonsverktøy og maskiner for en smidigere arbeidsflyt.

6.2.3 - Idea StatiCa Stålf forbindelser

Idea StatiCa er en patentert programvare som er utviklet for analyse og strukturell design av stålf forbindelser. Den utmerker seg ved å håndtere ulike typer forbindelser, inkludert sveisede

og skrueforbindelser, plater, fundamenter og ankere. I tillegg gjør den det mulig å evaluere knekkeffekter på stålkomponenter.

Den komponentbaserte finite element-metoden (CBFEM), som den er basert på, kombinerer effektivt alle kodelikningene og -betingelsene med finite elementer, og overvinner dermed topologi- og belastningsbegrensningene ved de gamle metodene.

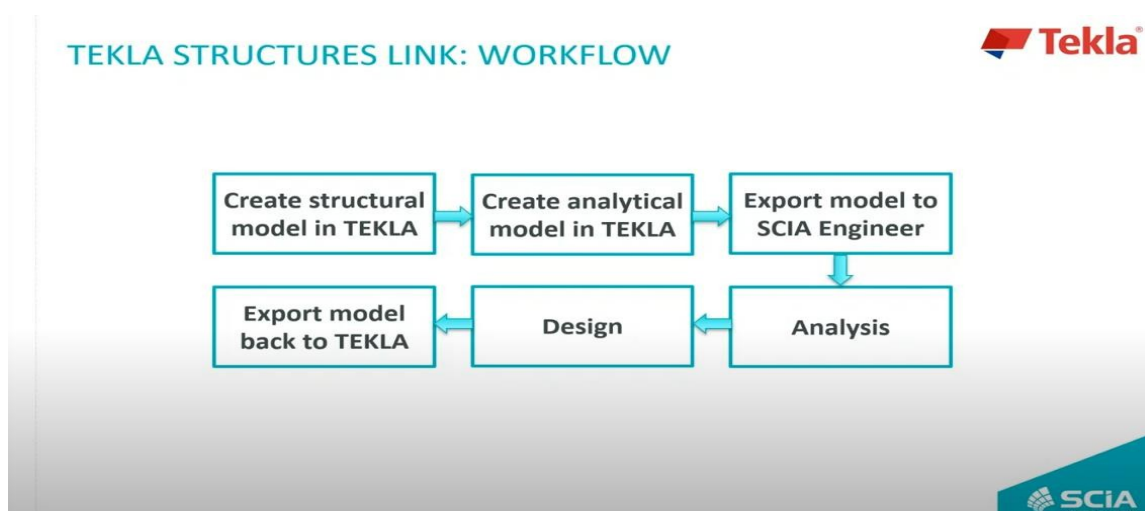


6.2.4 - Interoperabilitet mellom SCIA Engineer, Tekla Structures og Idea StatiCa

6.2.4.1 - SCIA Engineer-integrasjon med Tekla Structures

SCIA og Tekla er begge en del av buildingSMART-alliansens OpenBIM-initiativ og fremmer IFC som det foretrukne formatet for datautveksling av 3D-konstruksjonsmodeller. I tillegg tilbyr SCIA Engineer en toveis kobling som gjør det enkelt å utveksle stålmodeller.

TEKLA TIL SCIA-INGENIØR:



SCIA Engineer tilbyr en sømløs arbeidsflyt for modellering, analyse og optimalisering av stålkonstruksjoner og -komponenter. Den kan enkelt integreres med Tekla, noe som muliggjør effektiv sluttokumentasjon og detaljering. Programvaren støtter både åpen



BIM (basert på

IFC-format) og lukket BIM (proprietære koblinger). Et eksempel på dette er Tekla Structures-koblingen, som gjør det enklere å overføre modeller mellom Tekla og SCIA Engineer.

Denne toveisforbindelsen er kompatibel med de to siste versjonene av hovedversjonene for begge plattformene, noe som gjør det mulig med samtidige oppdateringer fra begge sider. Brukerne kan velge mellom direkte overføring for samarbeid i sanntid eller fileksport for deling med kolleger. Koblingen gir også fleksibilitet til å overføre hele modellen eller spesifikke deler, for eksempel stål- eller betongkomponenter. Fremdriften kan overvåkes gjennom et dialogvindu, og en omfattende overføringsrapport kan genereres og lagres.

I tillegg kan brukerne tilpasse nasjonale standarder for materialer og tverrsnitt i SCIA Engineer, og de valgte innstillingene bevares under overføringsprosessen. Koblingen støtter mapping av materialer og tverrsnitt mellom prosjekter i begge programmene. Den har også plass til parametriske stålprofiler, noe som sikrer nøyaktig representasjon. Mappingtabellene som opprettes, er prosjektspesifikke og lagres for fremtidig bruk.

De nåværende koblingsfunksjonene omfatter overføring av 1D- og 2D-elementer, begrensninger/støtte, hengsler, stive koblinger, samt eksport og import av armeringsdetaljer for bjelker og søyler mellom SCIA Engineer og Tekla. Denne integrasjonen effektiviserer arbeidsflyten for konstruktører og designere betydelig

SCIA-INGENIØR TIL TEKLA

Koblingen mellom SCIA Engineer og Tekla Structures bygger på Tekla Structures API, som gjør det mulig å eksportere ulike konstruksjonselementer. Dette omfatter geometrien til rette bjelker og søyler (start- og sluttknutepunkter), materialer gjennom en kartleggingsdatabase og tverrsnitt ved hjelp av kartlegging eller geometriske profiler (unntatt tvillingprofiler). I tillegg støttes eksentrisitet (e_y , e_z), elementsystemlinjer, sveisede tverrsnitt og hengsler.

For å starte eksportprosessen kan brukerne få tilgang til funksjonen via stien: Fil > Eksporter

> Tekla-fil. Denne enkle prosedyren sikrer en sømløs overføring av konstruksjonsdata mellom SCIA Engineer og Tekla Structures, noe som forbedrer samarbeidet i konstruksjons- og ingeniørprosjekter.

6.2.4.2 - SCIA Engineer-integrasjon med Idea StatiCa

Koblingen mellom SCIA Engineer og Idea StatiCa gjør det mulig å prosjektere og kodekontrollere stålforbindelser, samt kontrollere hele stålelementer i Idea StatiCa-applikasjoner. SCIA Engineer 21.1 introduserer en forbedret versjon av denne koblingen, med utvidet funksjonalitet.

Denne oppdaterte koblingen benytter SAFs open source-format for utveksling av



analysemodeller, noe som forenkler dataoverføringen. For å starte prosessen kjører brukerne ganske enkelt Idea StatiCa

kommandoen i SCIA Engineer 21.1. En administrasjonsapplikasjon forenkler forbindelsen mellom de to programmene, slik at brukerne kan opprette et prosjekt.

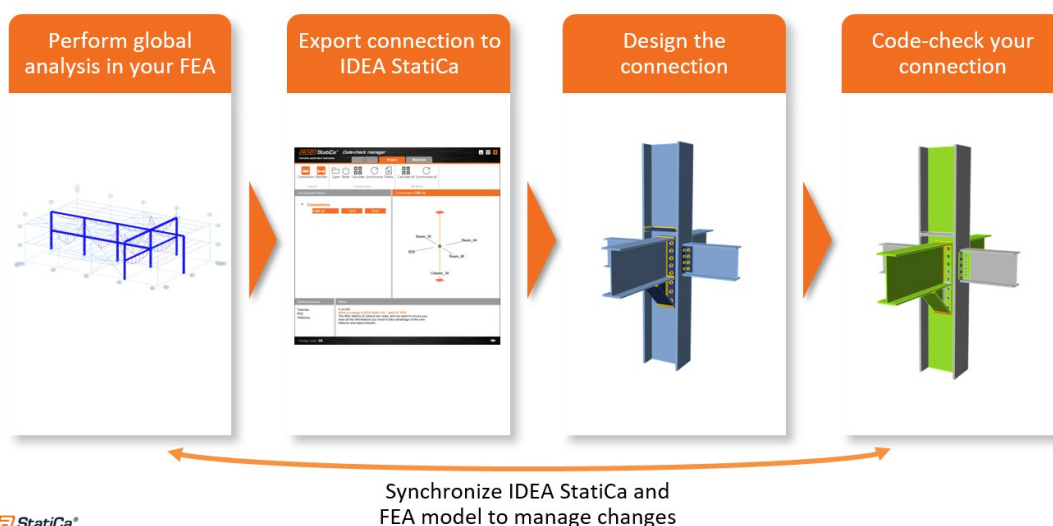
Når prosjektet er etablert, kan brukerne definere forbindelser og medlemmer for Idea StatiCa ved å velge ønskede enheter i SCIA Engineer og bruke de respektive funksjonene i administrasjonsprogrammet. SCIA Engineer og Idea StatiCa fungerer samtidig. Laster som skal tas hensyn til i Idea StatiCa, kan også spesifiseres i administrasjonsapplikasjonen, slik at modellen kan klargjøres for design- og kodekontroller.

Hvis det gjøres endringer i modellen i SCIA Engineer, kan brukerne enkelt oppdatere forbindelsen eller medlemmet ved hjelp av synkroniseringsfunksjonen i administrasjonsprogrammet. Idea StatiCa-prosjektet lagres sammen med .ESA-filen til SCIA Engineer-prosjektet, noe som sikrer at de fungerer sammen så lenge de oppbevares i samme mappe. Denne integrasjonen forenkler design- og kodekontrollprosessen for stålkonstruksjoner.

6.2.4.3 - Idea StatiCa SCIA Engineer-integrasjon med SCIA Engineer og Tekla Structures

Idea StatiCa kan integreres med SCIA Engineer, slik at du enkelt kan eksportere og kodekontrollere alle stålforbindelser fra SCIA Engineer. Dette inkluderer bjelker, tvversnitt og snittkrefter, som ikke bare eksporteres, men som også synkroniseres selv om det gjøres endringer i SCIA Engineer-modellen.

STRUCTURAL ENGINEER - FEA



Idea StatiCa kan integreres med Tekla Structures, slik at du enkelt kan eksportere og kodekontrollere alle stålforbindelser fra Tekla Structures. Dette inkluderer bjelker, tvversnitt og interne krefter, som ikke bare eksporteres, men som også synkroniseres selv om det gjøres endringer i Tekla Structures-modellen.

STRUCTURAL ENGINEER - CAD

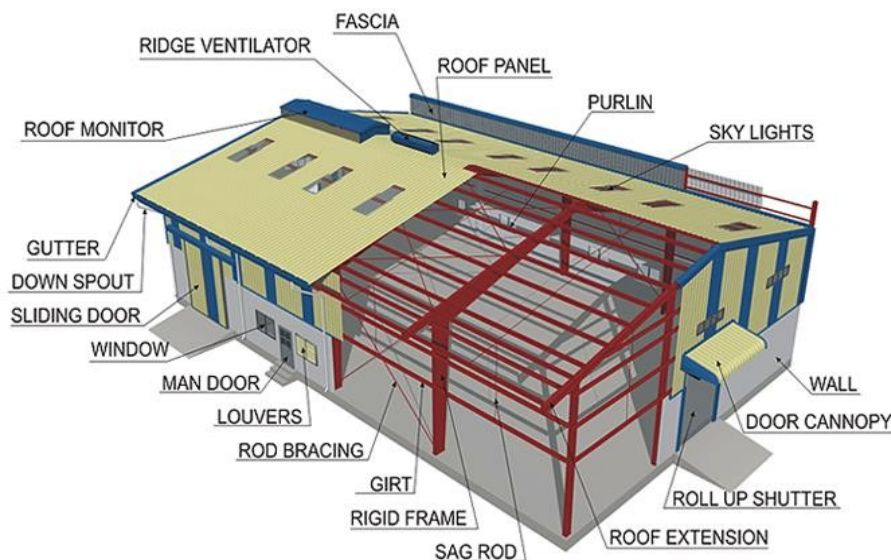


Hvis du har tilsvarende modeller av konstruksjonen i FEA og CAD, kan du kombinere dem i Idea StatiCa. Dette effektive partnerskapet mellom SCIA Engineer, Tekla Structures og Idea StatiCa optimaliserer stålkonstruksjonsprosessen, noe som til syvende og sist sparer både tid og penger.

6.3 - Fra teori til praksis: stålkonstruksjoner med skråtak og portalramme

6.3.1 - Generaler

Formålet med denne casestudien er å presentere prinsippene for prosjektering av stålkonstruksjoner med skråtak som er produsert av varmvalsedde I- og H-profiler med lett stålkleddning. Dette er generelt den mest økonomiske konstruksjonsformen for bygninger med stålportalramme.



Disse bygningene brukes i en rekke ulike bransjer, blant annet industri, lager, utstillingslokaler, landbruk, skoleanlegg og idrettshaller. De finnes i ulike størrelser, fra bare noen få hundre kvadratmeter til store strukturer på flere tusen kvadratmeter.

Generelt bruker enetasjes bygninger stålkonstruksjoner og ulike typer kledningssystemer, noe som gir store åpne rom som er effektive, enkle å vedlikeholde og kan tilpasses fremtidige endringer.

Utviklingen av en designløsning for en enetasjes bygning, for eksempel en stor innhegning eller et industrianlegg, er mer avhengig av aktiviteten som utføres og fremtidige krav til arealet enn andre bygningstyper, for eksempel næringsbygg og boliger. Selv om disse bygningstypene først og fremst er funksjonelle, er de ofte utformet med et sterkt arkitektonisk engasjement diktert av planleggingskrav og kundens "merkevarebygging".

Følgende overordnede designkrav bør vurderes i den konseptuelle designfasen av industribygg og store innhegninger, avhengig av bygningens form og bruk:

- Plassbruk, for eksempel spesifikke krav til håndtering av materialer eller komponenter i et produksjonsanlegg;
- Fleksibilitet i nåværende og fremtidig bruk;
- Konstruksjonshastighet;
- Miljøytelse, inkludert krav til tjenester og termisk ytelse;
- Estetikk og visuell påvirkning;
- Akustisk isolering, spesielt i produksjonsanlegg;
- Tilgang og sikkerhet;
- Hensyn til bærekraft;
- Designlevetid og vedlikeholds krav, inkludert spørsmål knyttet til endt levetid.

En portalbygning består av en rekke uavstivede tverrgående rammer, avstivet i lengderetningen, som overfører lastene til fundamentene. Det primære stålkonstruksjonen består av søyler og sperrer, som danner portalrammene (inkludert flensavstivninger, forbindelsesbolter og ankerbolter), samt tak- og langsgående avstivninger, som vist i figur 3. Gavlrammen kan enten være en portalramme eller et avstivet arrangement av søyler og sperrer. Portalrammene er vanligvis forankret, men under visse omstendigheter kan det være nødvendig å bruke faste konstruksjoner. Det sekundære stålkonstruksjonen som bærer kledningen, består av sideskinner for vegger og åser for taket. Generelt er åsene og bjelkene galvaniserte Z-profiler, produsert ved kaldvalsing. Det sekundære stålkonstruksjonen spiller også en viktig rolle når det gjelder å sikre de primære stålkonstruksjonselementene mot å knekke ut av plan.

Når man vurderer strukturell oppføring, er det essensielle ved en portalramme at det i rammens plan er stive skjøter mellom primærelementene ved takfot og

spissen av taket danner det strukturelle systemet som motstår belastninger i dette planet. Portalrammens elementer er orientert med stegene i rammens plan for å dra nytte av elementenes styrke og stivhet i hovedaksen og danne en kontinuerlig struktur. Den strukturelle stabiliteten til rammen i dette planet må derfor vurderes som en helhet. Vinkelrett på rammens plan utgjør de langsgående avstivningene og det sekundære stålkonstruksjonen punkter for sideveis tilbakeholdenhet som definerer lengdene som de primære elementene kan knekke over. Stabiliteten til elementene utenfor planet kan derfor vurderes individuelt.

Tak- og veggkledningen skiller det lukkede rommet fra det ytre miljøet og sørger for termisk og akustisk isolasjon. Kledningen overfører laster til det sekundære stålkonstruksjonen og holder tilbake flensen på pinnen eller skinnen som den er festet til.

Casestudien viser alle designtrinnene for elastisk design av portalrammer og noen spesifikke detaljer.

For å få plass til den estimerte tiden for presentasjonen ble strukturen som ble foreslått for casestudien, forenklet på plannivå (2D).

6.3.2 - Grunnlag for

design LIMIT STATES

DESIGN

Dimensjonering for grensetilstander skal baseres på bruk av konstruksjons- og lastmodeller for relevante grensetilstander. Det skal verifiseres at ingen grensetilstand overskrides når relevante dimensjonerende verdier for handlinger, materialegenskaper og geometriske data er benyttet i disse modellene. Verifikasjonene skal utføres for alle relevante dimensjonerende situasjoner og lasttilfeller. Kravene til grensetilstander skal oppnås ved bruk av partialfaktormetoden.

En grensetilstand er formelt definert som en beskrivelse av en tilstand der en bestemt konstruksjonsdel eller en hel konstruksjon ikke klarer å utføre den funksjonen som forventes av den. Fra en konstruktørs ståsted er det fire typer grensetilstander som vurderes for stålkonstruksjoner:

- ultimate grensetilstand (ULS);
- serviceability limit state (SLS);
- utmattingsgrensetilstand (FLS);
- utilsiktet grensetilstand (ALS).

I henhold til SR EN 1990 skal det skilles mellom bruddgrensetilstander og bruksgrensetilstander. Passende partialfaktorer skal benyttes for bruddgrensetilstander og bruksgrensetilstander.

ULS representerer typisk kollaps av konstruksjonen på grunn av tap av strukturell



stivhet og styrke. Et slikt tap av kapasitet kan være relatert til:

- styrke;
- stabilitet mot velting og svaiging;
- brudd på grunn av utmattelse;
- sprøbrudd.

Når en ytterste grensetilstand er nådd, kolliderer hele eller deler av strukturen.

SLS representerer vanligvis feiltilstander for normal drift på grunn av forringelse av funksjonalitet. SLS-hensyn i design kan ta hensyn til:

- avbøyning;
- vibrasjoner (for eksempel vindinduserte svingninger);
- reparerbare skader på grunn av utmatting;
- korrosjon og holdbarhet.

Når bruksgrensene er nådd, gjør de konstruksjonen eller deler av den uegnet for normal bruk, men det betyr ikke at kollaps har inntruffet.

Alle relevante grensetilstander bør vurderes, men vanligvis vil det være hensiktsmessig å dimensjonere på grunnlag av styrke og stabilitet ved bruddbelastning, og deretter kontrollere at nedbøyningen ikke er for stor under bruksbelastning.

En konstruksjon må utformes slik at den kan motstå alle laster som forventes å virke på konstruksjonen i løpet av dens levetid. Derfor må konstruksjonen utformes på en måte som balanserer nødvendig pålitelighet og rimelig økonomi.

Ved prosjektering av en stålkonstruksjon med portalramme må konstruktøren håndtere flere problemer knyttet til ULS-designkriterier. Manuell dimensjonering kan være nyttig for innledende dimensjonering av elementer, men det er allment anerkjent at bruk av programvare er en mer realistisk tilnærming for effektiv dimensjonering, som gir mulighet til å oppnå størst mulig strukturell effektivitet. Disse spesifikke problemene er

- elastisk global analyse, med tanke på andreordenseffekter;
- verifisering av tverrsnittets motstand;
- verifisering av knekkmotstanden til elementer;
- verifisering av tilkoblinger;
- brannmotstand.

BELASTNINGER

De europeiske standardene som er implementert i Romania SR EN 1991: Påvirkninger på konstruksjoner gir omfattende informasjon om alle påvirkninger som normalt bør tas i betraktning ved prosjektering av bygninger og andre anleggsarbeider. Den består av fire hoveddeler, der den første delen er delt inn i underdeler som dekker tetthet, egenvekt og påførte laster, påvirkninger fra brann, snø, vind, jordskjelv, termiske påvirkninger, laster under utførelse og utilsiktede påvirkninger:

- SR EN 1991-1-1:2002. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-1: Generelle påvirkninger - Tetthet, egenvekt, påførte laster for bygninger;
- SR EN 1991-1-2:2002. Eurokode 1: Tiltak på konstruksjoner - Del 1-2: Generelle tiltak - Tiltak på konstruksjoner utsatt for brann;
- SR EN 1991-1-3:2003. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-3: Generelle påvirkninger - Snølast og CR 1-1-3-2012: Prosjekteringskode. Vurdering av snøpåvirkning på bygninger;
- SR EN 1991-1-4:2005. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-4: Generelle påvirkninger - Vindpåvirkning og CR 1-1-4-2012: Prosjekteringskode. Vurdering av vindpåvirkning på bygninger;
- SR EN 1991-1-5:2003. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-5: Generelle påvirkninger - Termiske påvirkninger;
- SR EN 1991-1-6:2005. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-6: Generelle handlinger - Handlinger under utførelse;
- SR EN 1991-1-7:2006. Eurokode 1: Påvirkninger på konstruksjoner - Del 1-7: Generelle handlinger - Utilsiktede handlinger.
- P100-1/2013: Seismisk dimensjoneringskode. Del I: Prosjekteringsbestemmelser for bygninger.

De påvirkninger og kombinasjoner av påvirkninger som er beskrevet i dette avsnittet, bør tas i betraktning ved prosjektering av en enetasjes industribygning med stålkonstruksjon. Påførte laster, snø- og vindlaster er gitt i SR EN 1991-1-1, 1991-1-3 og 1991-1-4. Tabell 1 viser de relevante påkjenningene og konstruksjonsdelene.

Handling	Gjaldt for
Egenvekt	Kledning, åser, skinner, rammer, fundament
Snø	Kledning, åser, rammer, fundament
Vind	Kledning, åser, skinner, rammer, fundamenter, innfestinger
Termiske tiltak	Konvolutt, global struktur
Servicebelastninger	Taktekking, åser, rammer
Kranbelastninger	Kranbjelker, ramme
Seismiske belastninger	Global struktur, rammer avstivning system, anker bolter, grunnmur
Andreordenseffekter	Veggavstivninger, søyler

Permanente tiltak

Permanente påvirkninger er konstruksjonens egenvekt (som vanligvis regnes som automatisk av programvaren), sekundære stålkonstruksjoner og kledning. Der det er mulig, bør materialenes enhetsvekter hentes fra produsentens data. Hvis informasjonen ikke er tilgjengelig, kan disse bestemmes ut fra data i SR EN 1991-1-1.

Variable handlinger

Påførte taklaste. Belastningen for tak som ikke er tilgjengelige for annet enn normalt



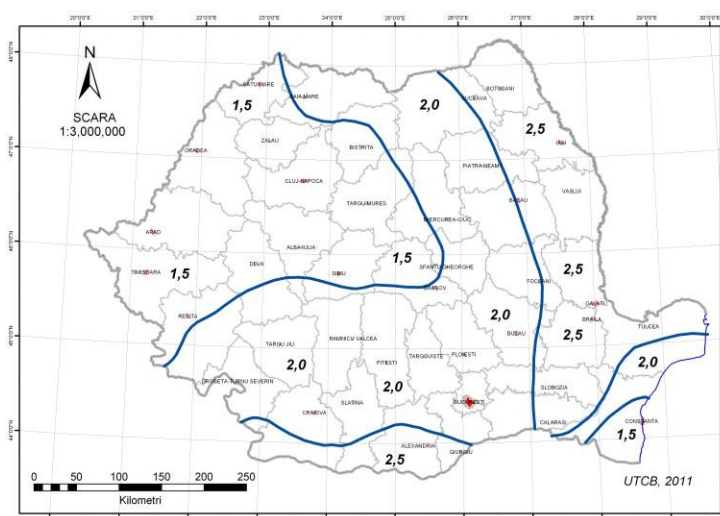
vedlikehold og reparasjon, og som har en takhelling større enn 1:20, er $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$, mens den for mindre tak er $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$. Det bør bemerkes at i henhold til punkt 3.3.2(1) i SR

EN 1991-1-1 er det ikke noe krav om å kombinere påførte laster på tak med snølast eller vindpåkjenninger.

Snølast

Snølast i Romania skal bestemmes i henhold til CR 1-1-3-2012: Prosjekteringskode. Vurdering av snøpåvirkning på bygninger [ref] og SR EN 1991-1-3:2003, Eurokode 1: Påvirkning på konstruksjoner - Del 1-3: Generelle påvirkninger - Snølast og dens nasjonale vedlegg.

Den karakteristiske snølasten på bakken, s_k , avhenger av stedets beliggenhet og høyde over havet. Figuren viser det rumenske kartet og de karakteristiske verdiene for høyder $A \leq 1000$ m.



Vindtiltak.

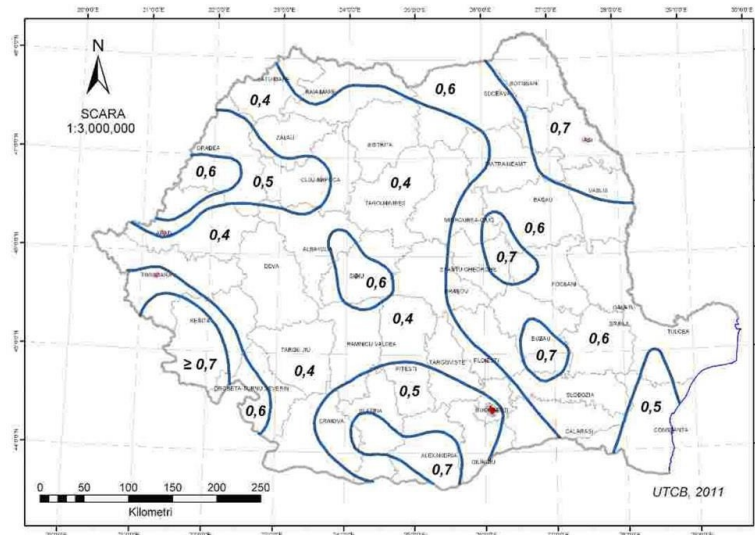
Vindpåvirkning er beskrevet i CR 1-1-4-2012 (Design code. Assessing wind action on buildings) og SR EN 1991-1-4, inkludert det nasjonale vedlegget.

Vindlast, som en enkelt variabel, bestemmer sjelden størrelsen på elementene i portalrammer med ett spenn, men kombinasjonen av vind- og snølast er ofte kritisk. Vindløftkreftene på kledningen kan være relativt store ved bygningens hjørner og ved takfot og møne. I disse områdene kan det være nødvendig å redusere avstanden mellom åsene og sideskinnene.

Proseduren for beregning av vindpåvirkning omfatter følgende trinn: (1) beregning av topphastighetstrykket; (2) bestemmelse av eksterne trykkoeffisienter; (3) bestemmelse av interne trykkoeffisienter; (4) beregning av den strukturelle faktoren; (5) beregning av vindtrykk på overflater og vindkrefter.

Vindtrykk beregnes som produktet av topphastighetstrykket, strukturfaktoren og trykkoeffisientene. Utvendige og innvendige trykkoeffisienter er gitt i CR 1-1-4-2012 eller i det nasjonale vedlegget til SR EN 1991-1-4. Koeffisientene er gitt for elementer med belastet areal på opptil 1 m² og belastet areal på over 10

m², med logaritmisk interpolasjon for arealer mellom disse to. Det nasjonale vedlegget forenkler dette ved å tillate bruk av koeffisientene for 10 m², kjent som c_{pe} , for alle belastede områder som er større enn 1 m².

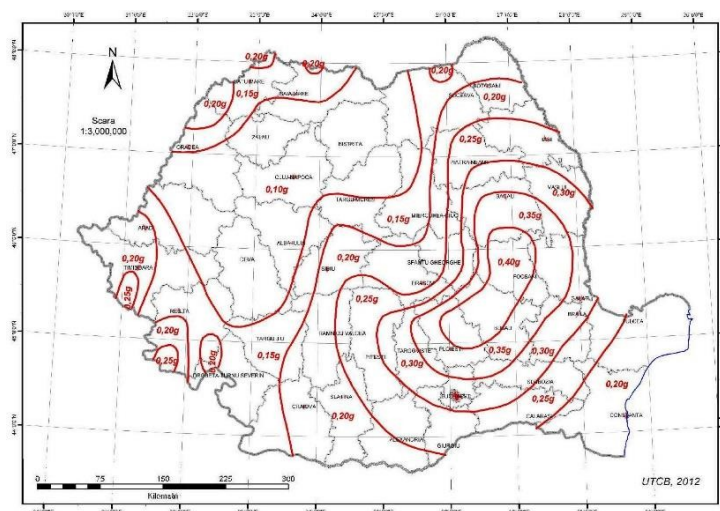


Seismisk påvirkning

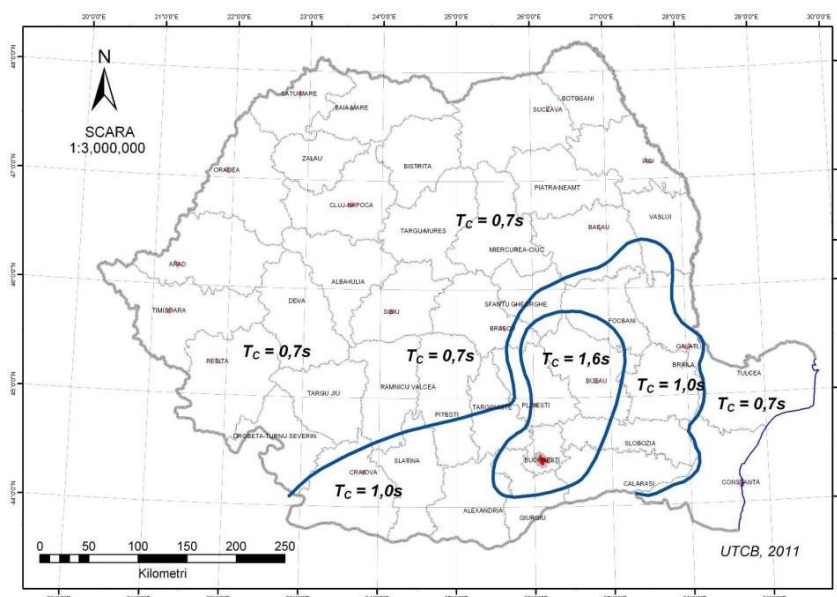
Ved seismisk påvirkning skal bygninger utformes i henhold til P100-1/2013 "Code for the design of buildings for earthquake resistance. Designbestemmelser for bygninger" [ref], er det rumenske territoriet delt inn i seismiske faresoner.

Det seismiske farenivået i hver sone anses, på en forenklet måte, å være konstant. Den dimensjonerende seismiske faren beskrives ved hjelp av verdien av den maksimale horisontale bakkeakselerasjonen a_g , bestemt for den midlere gjentakelsesintervall (MRI) som tilsvarer den ultimate grensetilstanden, en verdi som i det følgende omtales som "den dimensjonerende bakkeakselerasjonen".

Den dimensjonerende bakkeakselerasjonen for hver seismisk faresone tilsvarer et gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 225 år. Soneinndelingen av den dimensjonerende bakkeakselerasjonen i Romania, for seismiske hendelser med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall (av størrelsen) MRI = 225 år, er angitt i figuren og brukes til dimensjonering av bygninger i bruddgrensetilstanden.



Med tanke på både de seismiske forholdene og grunnforholdene i Romania, for jordskjelv med MRI = 225 år, viser figuren den dimensjonerende soneinndelingen av det rumenske territoriet når det gjelder kontrollperiode (hjørneperiode) T_C for responspekteret, som er innhentet på grunnlag av eksisterende instrumentelle data for de horisontale komponentene i den seismiske bevegelsen.



Ufullkommenheter

Ekvivalente horisontale krefter må tas i betraktning på grunn av geometriske og strukturelle ufullkommenheter. I henhold til SR EN 1993-1-1 [ref] for rammer som er følsomme for knekking i en svaimodus, bør effekten av ufullkommenheter tas hensyn til i rammeanalysen ved hjelp av en ekvivalent ufullkommenhet i form av (1) innledende svaiutbøyninger; og / eller (2) individuelle buefeil hos medlemmene.

6.3.3 - Casestudie: PORTALRAMME AV STÅL

De siste årene har bygningsinformasjonsmodellering (BIM) hatt stor innflytelse på arkitektur-, ingeniør- og byggebransjen, og har vokst frem som en ledende informasjons- og kommunikasjonsteknologi på området. En av de viktigste fordelene med BIM er at det skaper en felles sannhetskilde for alle interessenter som er involvert i byggeprosessen. I stedet for å være avhengig av flere sett med tegninger og dokumenter, kan alle få tilgang til og bruke den samme digitale modellen til å ta velinformerte beslutninger.

For å lære mer om BIM-konseptet og for å få en bedre forståelse av det, vil vi forsøke å anvende det på lokalt nivå ved å simulere et scenario på kontoret til en bygningsingeniør. Dette innebærer sømløs utveksling av informasjon mellom Scia Engineer, en programvare for strukturanalyse og et designverktøy for et bredt spekter av konstruksjoner, Tekla Structures, som brukes til å konstruere en omfattende 3D-modell av en stålportalramme, og Idea StatiCa, som gir nøyaktige vurderinger, inkludert resultater av styrke, stivhet og knekkanalyser av stålskjøter.

Målet er å utføre en strukturell beregning for en industrihall. Konstruksjonssystemet består av stålportalrammer som er sammenkoblet i lengderetningen med metallbjelker og avstivet både i vegg- og takplan. Omkretsen av hallen vil bli konstruert med 10 cm vertikale varmeisolasjonspaneler. Fundamentet består av elastiske, isolerte fundamenter med armerte betongblokker, mens overbygningen består av flate metallrammer med en åpning på 22,00 m, med en spennvidde på 5,0 m.

Det forutsettes at deltakerne er kjent med de grunnleggende funksjonene i programmene og har gjennomført nybegynneropplæringen som er tilgjengelig på produsentenes nettsider.

6.3.3.1 - SCIA-INGENIØR

For å forenkle det hele vil vi gjennomføre en grunnleggende 2D-strukturanalyse av en sentral portalramme. Portalrammer, som primært er plane strukturer, kan representeres på en god måte ved hjelp av 2D-analyse. Denne tilnærmingen gjør prosessen mer håndterbar. De viktigste trinnene er skissert nedenfor.

Portalrammer er todimensjonale, stive konstruksjoner som kjennetegnes av et fast ledd mellom søyle og bjelke. Hovedformålet med denne konstruksjonsformen er å redusere bøyemomentet i bjelken, noe som gjør at rammen kan fungere som én strukturell enhet.

Den elastiske teorien er det vanligste grunnlaget for analyse av generelle konstruksjoner. Under belastning opprettholder disse strukturene sin elastisitet, noe som sikrer at lastbanene forblir konsistente uavhengig av lastens størrelse, og at nedbøyningen er direkte proporsjonal med lasten.

I denne modellen er bjelkeelementene representert ved linjer, som angir aksene til

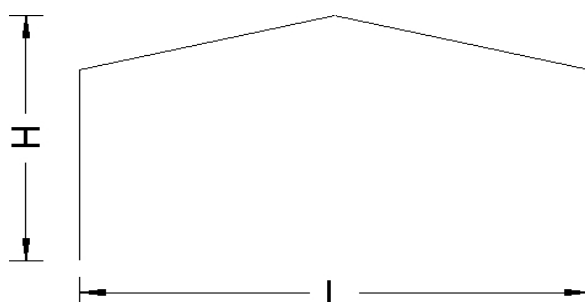


elementene. Det er avgjørende at disse linjene går gjennom tyngdepunktet av tverrsnittene til

bjelkene og søylene. Portalrammens effektive spennvidde bestemmes derfor av avstanden mellom søylenes senterakser.

I mange portalrammer kan man øke motstanden til sperren ved takfoten ved å innlemme haunches, som er avsmalnende deler av sperren. Ved å inkludere takåsene øker man ikke bare rammens generelle stivhet, men man kan også redusere forskyvninger.

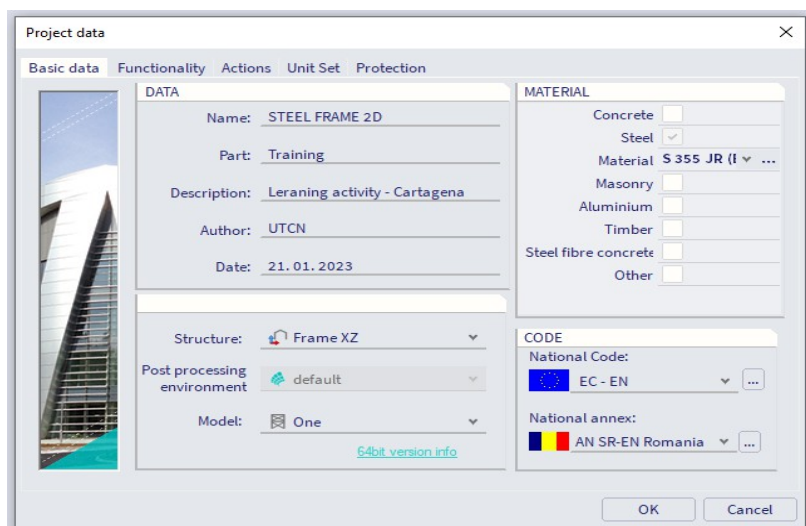
Følgende dimensjoner er lagt til grunn for den strukturelle utformingen av portalrammen:



- Spennvidde $L = 22$ m
- Høyde: $H = 7,4$ m
- Bay: $B = 5$ m
- Takhelling: 6° .
- Kolonne: HEA 300
- Bjelke: IPE 400

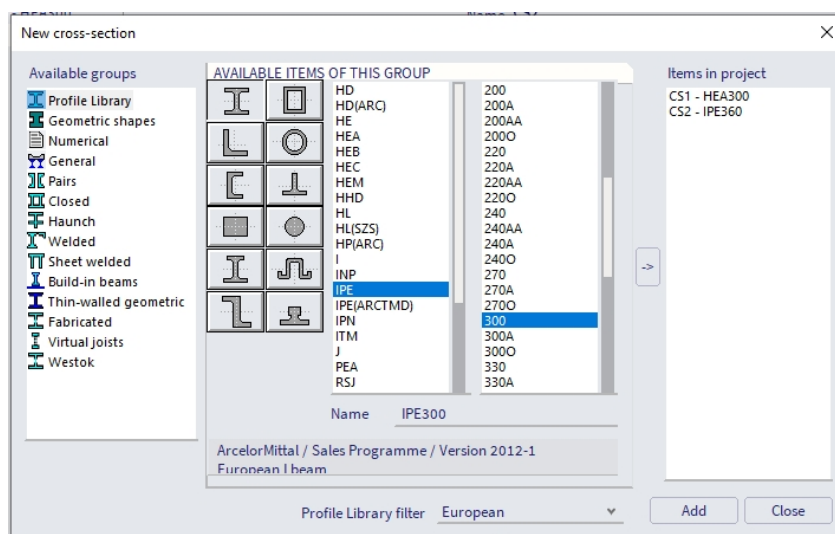
Trinn 1. Starte et nytt prosjekt:

Når du har åpnet programmet i prosjektinnstillingene, definerer du generelle data som navn og konstruksjonstype, velger materiale og angir nasjonal kode og vedlegg.

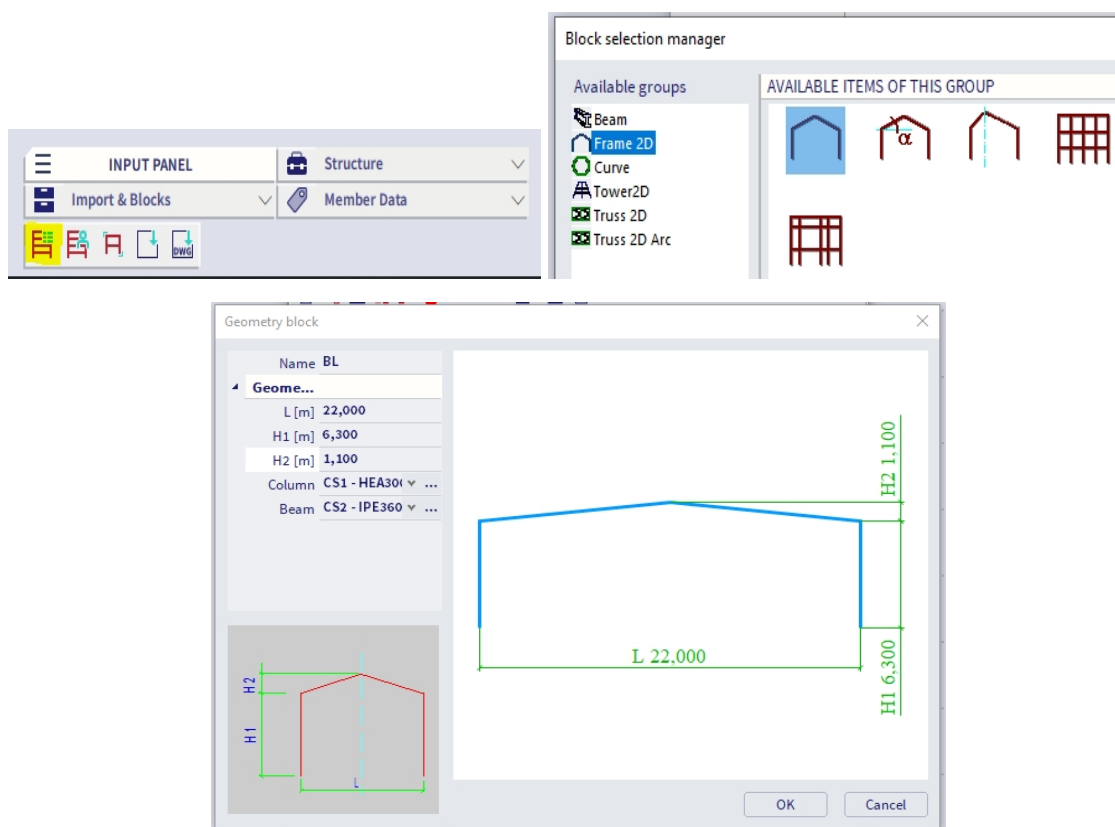


Trinn 2. Innlegging av geometrien

S.2.1. Tverrsnitt: Når du legger inn ett eller flere 1D-elementer, tilordnes et tverrsnitt umiddelbart til hvert element. Som standard er det aktive tverrsnittet representert. Du kan åpne profilbiblioteket for å aktivere et annet tverrsnitt.



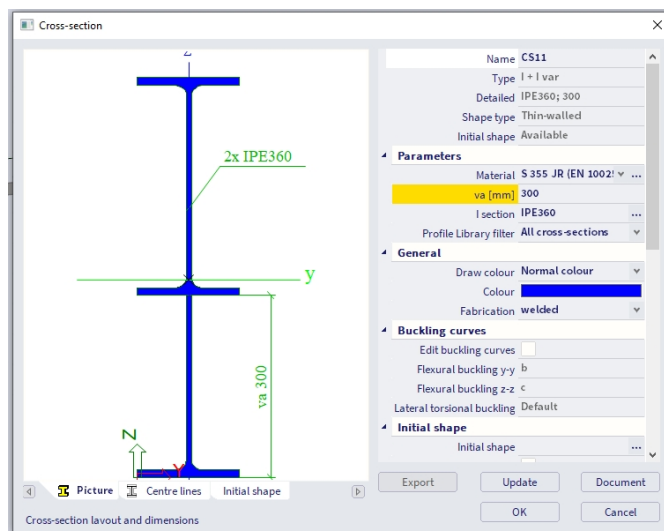
S.2.2. Geometri: Du kan bruke enkle søyler og bjelker til å legge inn rammen, men SCIA Engineer tilbyr også flere katalogblokker, noe som gjør det enkelt å legge inn strukturen.



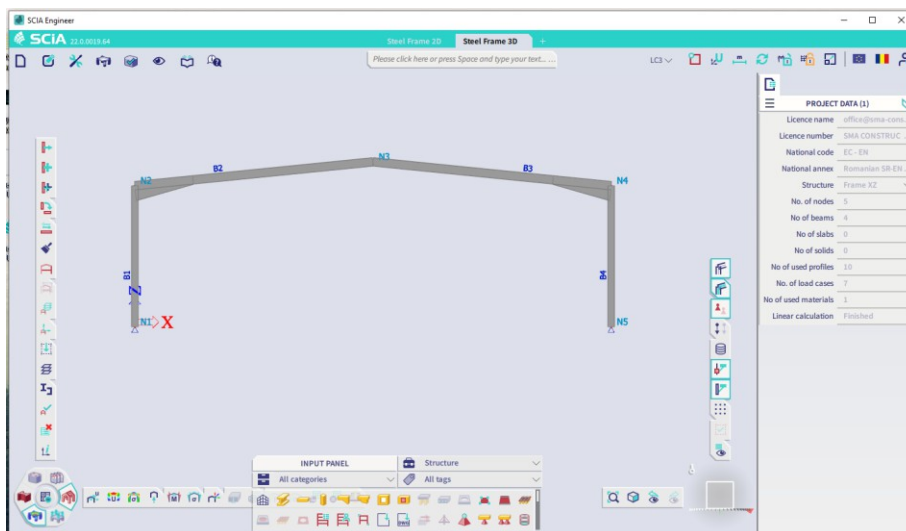
S.2.3. Ytterligere data: Strukturen er ferdig konfigurert. Nå kan vi fullføre geometriinndataene ved å legge til endebetingelser, legge inn sprosser, hengsler og støtter.

S.2.3.1. Ledd: I dette SCIA Engineer-prosjektet er hver enkelt bjelke modellert som prismatisk med et konstant tverrsnitt, med mindre det er spesifisert et knutepunkt. Det er lagt inn knær i konstruksjonen av takbjelkene. Disse knærne kjennetegnes av

to nøkkelparametere: et tverrsnitt med variabel høyde og en spesifisert lengde, der høyden kan variere med opptil 0 enheter. Det valgte tverrsnittet kombinerer elementer fra både et I-tverrsnitt og et variabelt tverrsnitt, betegnet som I + I var.



S.2.3.2. Hengsler: I SCIA Engineer betraktes alle noder der to eller flere elementer kobles sammen, som faste inntil et hengsel legges inn og noen translasjoner og/eller rotasjoner frigjøres. Geometriinndataene kan suppleres med støtter. Søylefundamentene er modellert med hengsler som tillater rotasjon uten å overføre momenter.



Trinn 3. Kontroller strukturen

Etter at geometrien er lagt inn, kontrolleres strukturen for dupliserte noder, nullbjelker, dupliserte staver, feil referanser til hengsler eller støtter.

Trinn 4. Lasttilfeller og lastgrupper

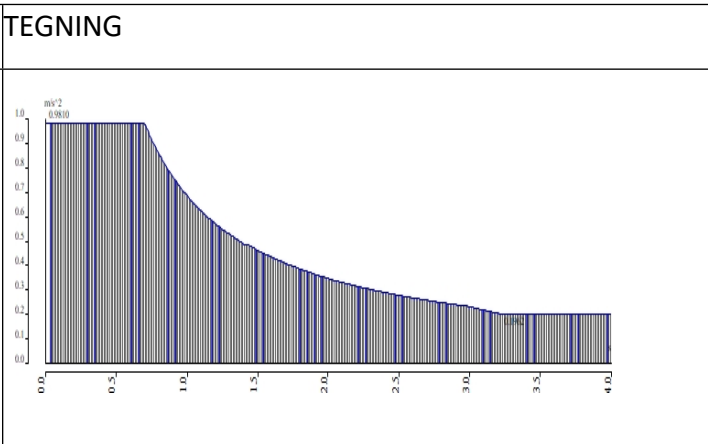
Hver last tilordnes et lasttilfelle med egenskaper som er avgjørende for den automatiske genereringen av kombinasjoner. Handlingstypen til et lasttilfelle kan være permanent eller variabel.

Hvert lasttilfelle er knyttet til en lastgruppe. Lastgruppen inneholder informasjon om lastens kategori (brukslast, vind, snø) og dens utseende (standard, sammen, eksklusiv). I en eksklusiv lastgruppe kan ikke de ulike lasttilfellene som er knyttet til denne lastgruppen, opptre sammen i en enkelt kombinasjon ved bruk av konvoluttkombinasjoner eller kodekombinasjoner.

Lasttilfeller:

GRUPPE	NAVN
Død gruppe	LC1-Selvvekt
	LC2-Permanent: 0,8 kN/m
Snø-gruppen	LC3-Snow: 1,2 kN/m
Vindgruppe	LC4-Vind
Seismisk gruppe	LC5-Seisme

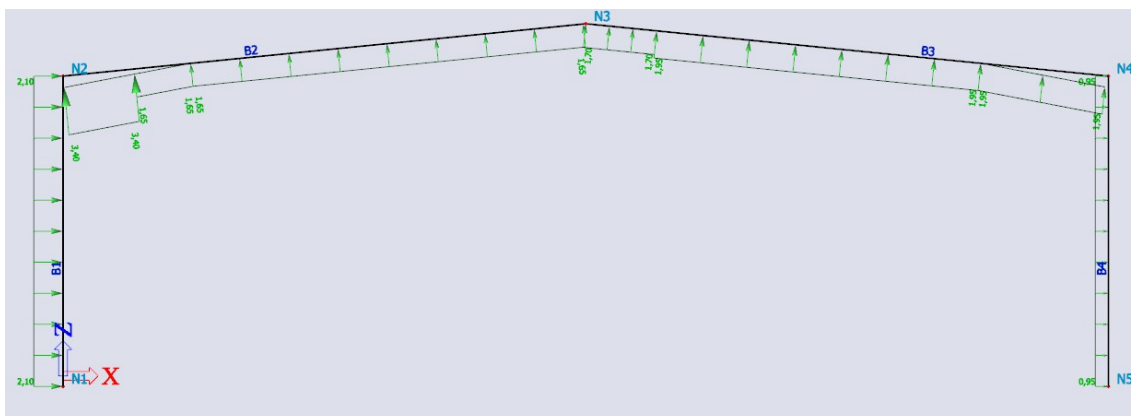
Seismisk spektrum:

INFO	TEGNING
Typekode - rumensk standard Spektrumtype -Horisontal By - Cluj-Napoca Gamma - viktighetsfaktor - 1 koeff. akseler. ag - 0,1 ag-nominell akselerasjon - 0,981 TB - 0,14 / TC - 0,7 / TD - 3 beta0 - 2,5 q adferdsfaktor - 2,5	

Massegrupper:

NAVN	LASTETASJE	BESKRIVELSE
MG1	LC1 - Egenvekt	Egenvektsmasse
MG2	LC2 - Død	Død masse
MG3	LC3 - Snø	Snømasse

Vindbelastning: Scia Engineer tilbyr en integrert 3D-vindfunksjon, men for vår 2D-strukturanalyse avledet vi vindkreftene og brukte dem som lineære krefter på de respektive elementene.



Kombinasjoner: Det opprettes to automatiske kodekombinasjoner, én for den ultimate grensetilstanden og én for den ultimate brukstilstanden.

Trinn 5. Lineær analyse:

Når beregningsmodellen er ferdig klargjort, kan du starte beregningsprosessen. Kontroller at alle enheter er riktig sammenkoblet, og at nettoppsettet er aktivert. Etter analysen vil et varslingsvindu bekrefte at beregningen er fullført, med maksimale deformasjons- og rotasjonsverdier for det normative belastningstilfellet.

Trinn 6. Resultater

S.6.1. Reaksjoner

Lineær beregning, Ekstrem: Globalt utvalg:

Alle

Klasse: ULS-klasse

STØTTE	CASE	Rx[kN]	Rz[kN]	My[kNm]
Sn2/N1	ULS-sett B(auto)/1	81.64	177.98	0.00
Sn2/N1	ULS-sett B(auto)/2	-7	22.14	0.00
Sn1/N5	ULS-sett B(auto)/1	-81.64	177.98	0.00

S.6.2. Interne krefter på medlemmet

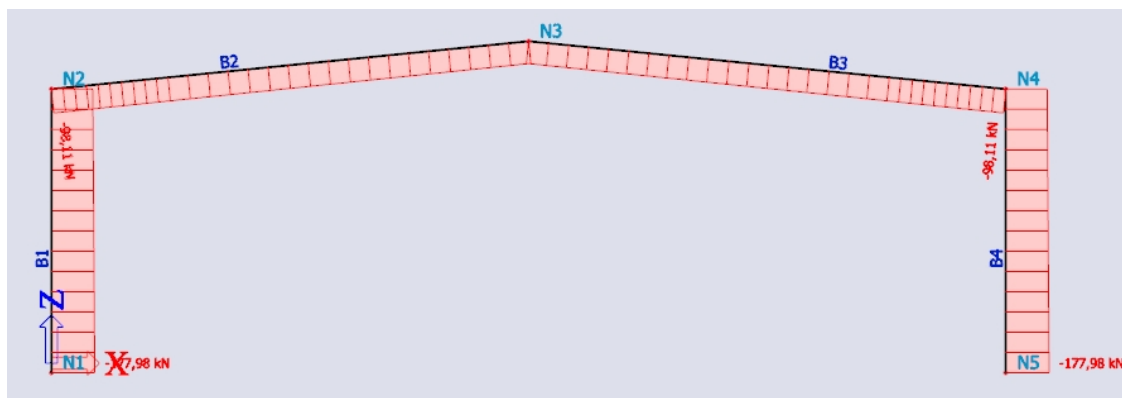
Lineær beregning, Ekstrem: Globalt utvalg:

Alle

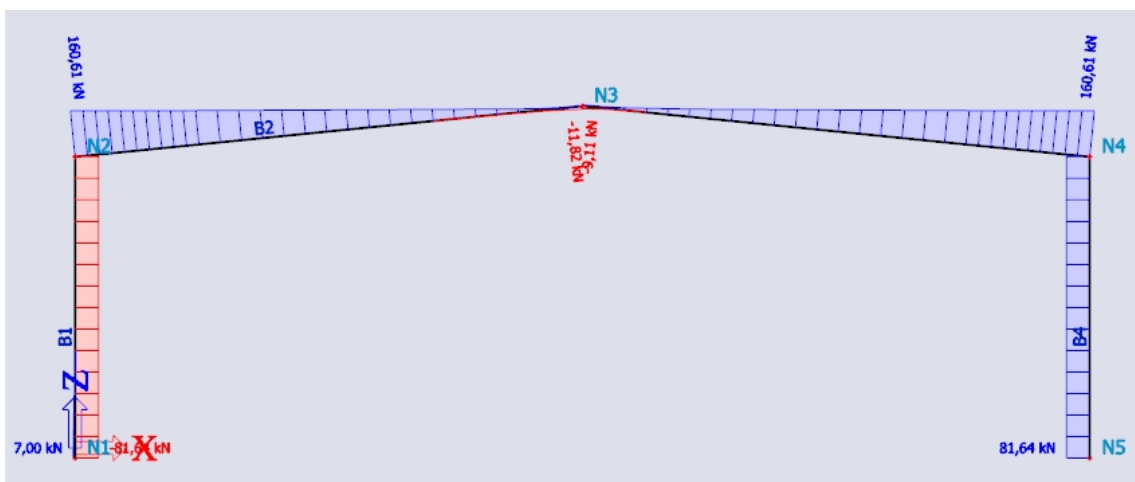
Klasse: ULS-klasse

MEDLEMME	CASE	N [kN]	Vz [kN]	Min [kNm]
R				
B1	ULS-Set B (auto)/1	-15,91	-13,54	-21,32
B1	ULS-sett B (auto)/2	-177,98	-81,64	0
B1	ULS-Set B (auto)/1	-22,14	7	0
B1	ULS-sett B (auto)/2	-169,57	-81,64	-532,28
B1	ULS-Set B (auto)/1	-19,92	-0,34	7,76
B2	ULS-Set B (auto)/1	-9,85	-6,37	39,55
B2	ULS-sett B (auto)/3	-80,51	-11,82	262,98
B2	ULS-sett B (auto)/2	-98,11	160,61	-516,01
B2	ULS-sett B (auto)/2	-91,37	-2,03	302,86
B3	ULS-Set B (auto)/1	-10,92	4,29	39,55
B3	ULS-sett B (auto)/2	-91,08	-9,11	300,28
B3	ULS-sett B (auto)/2	-98,11	160,61	-516,01
B3	ULS-sett B (auto)/2	-91,37	-2,03	302,86
B4	ULS-Set B (auto)/1	-26,17	13,58	118,86
B4	ULS-sett B (auto)/2	-177,98	81,64	0
B4	ULS-sett B (auto)/2	-169,57	81,64	532,28

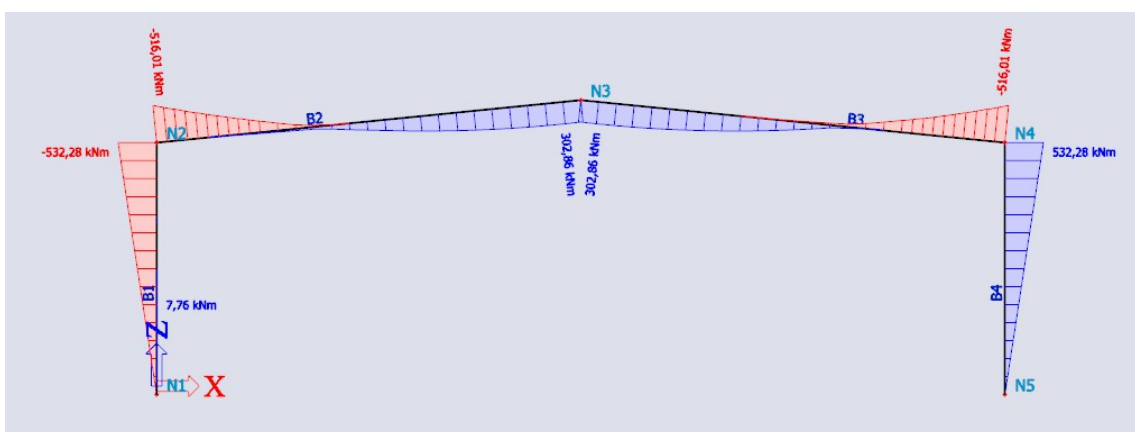
Aksial kraft N:



Skjærkrefter Vz:



Mitt øyeblikk:

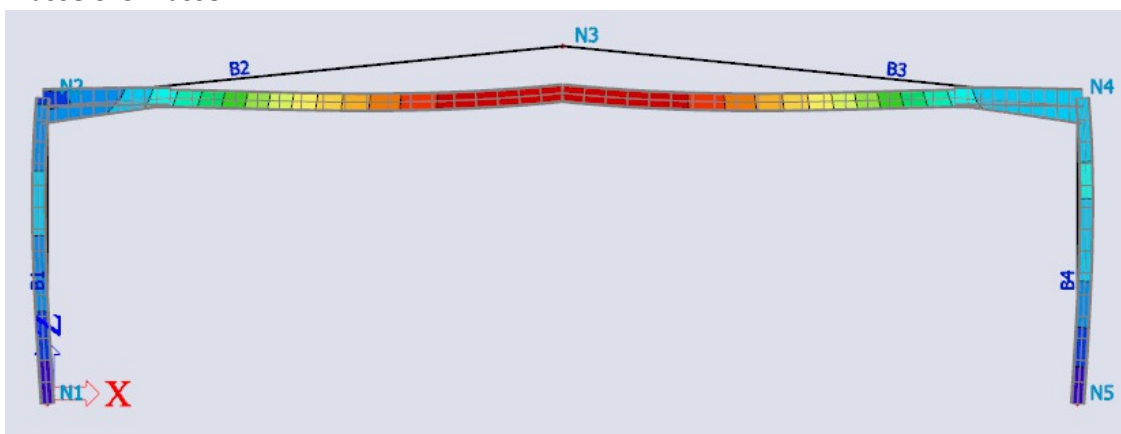


S.6.3. 3D-deformasjoner

Lineær beregning, Ekstrem: Globalt utvalg:

Alle

Klasse SLS-klasse



Trinn 7. Kodesjekk

Stålmodulene inneholder en rekke verktøy for å utføre stålberegninger i samsvar med den valgte konstruksjonskoden. Mulighetene er som følger:

- innlegging av ståldata per element;
- inndata og manipulering av knekkdata;
- innlegging av avstivere, sideveis torsjons- og knekkbegrensninger, stålplater, ...;
- utføre en ULS-enhetskontroll;
- optimalisering av tverrsnittet;
- utføre en SLS-enhetskontroll;
- utføre en brannmotstandskontroll;
- inndata, beregning og opprettelse av tegninger for tilkoblinger;

For mer informasjon om avanserte stålberegninger, for eksempel 2. ordens analyse og brannmotstandskontroller, kan du se den avanserte ståloplæringen som tilbys av programprodusenten.

Etter å ha utført en elastisk analyse av en enetasjes konstruksjon, er det viktig å verifisere rammelementene, med tanke på både tverrsnittsmotstand og motstand mot knekking, ofte omtalt som elementstabilitet. Prosjekteringen av stålelementene bør følge retningslinjene i SR EN 1990 [ref] og SR EN 1993-1-1 [ref].

S.7.1 Parametere for knekking

Søyler og sperrer i portalrammer er utsatt for kombinerte aksialkrefter og bøyemomenter. Følgelig omfatter verifikasjonene av elementene motstand mot bøyeknekkning i/utenfor plan, motstand mot sideveis torsjonsknekkning og motstand mot kombinert aksialkraft og bøyning. De sekundære komponentene (åser og skinner, flyvende stag, langsgående bjelker) brukes til å gi mellomliggende begrensninger, for å redusere lengden på segmentene, noe som øker både bøyemotstanden og motstanden mot sideveis vridningsknekkning.

Før du utfører kontroll av stålkoden, er det viktig å tilordne knekkeparametrene for sperren i forhold til plasseringen av åsene.

S.7.2 Kontroll av stålkode

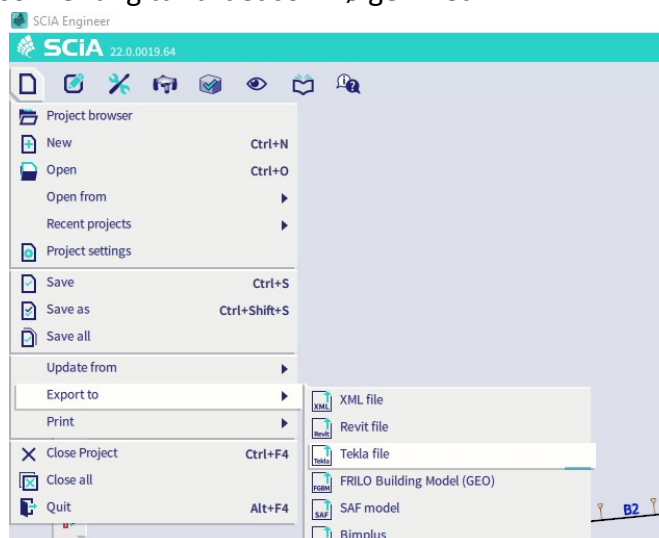
ULS-enhetskontrollen (Ultimate Limit State) omfatter både en snitt- og en stabilitetskontroll.

Den detaljerte rapporten etter ULS-kontrollene (Ultimate Limit State) avslørte at søylen ikke oppfylder kravene til kombinert bøyning, aksialkraft og skjærkraft i henhold til EN 1993-1-1. SCIA Engineer gjør det mulig å optimalisere stålseksjonen på en enkel og smidig måte, enten den ikke tilfredsstillter kravene eller om den er for "tung" og overkonstruert. Programmet foreslår automatisk et tverrsnitt som tilfredsstillter enhetskontrollen; i vårt scenario ble en HEA320-seksjon anbefalt.

Etter å ha utført både Ultimate Limit State (ULS)- og Serviceability Limit State (SLS)-kontroller, som omfatter sammenligning av relative deformasjoner med forhåndsdefinerte nedbøyningsgrenser som er angitt enten i stålinstillingene eller via systemlengdene og knekkinnstillingene, ble det valgt en IPE400-bjelke med en haunch med en høyde på 365 mm og en lengde på 2,7 m.

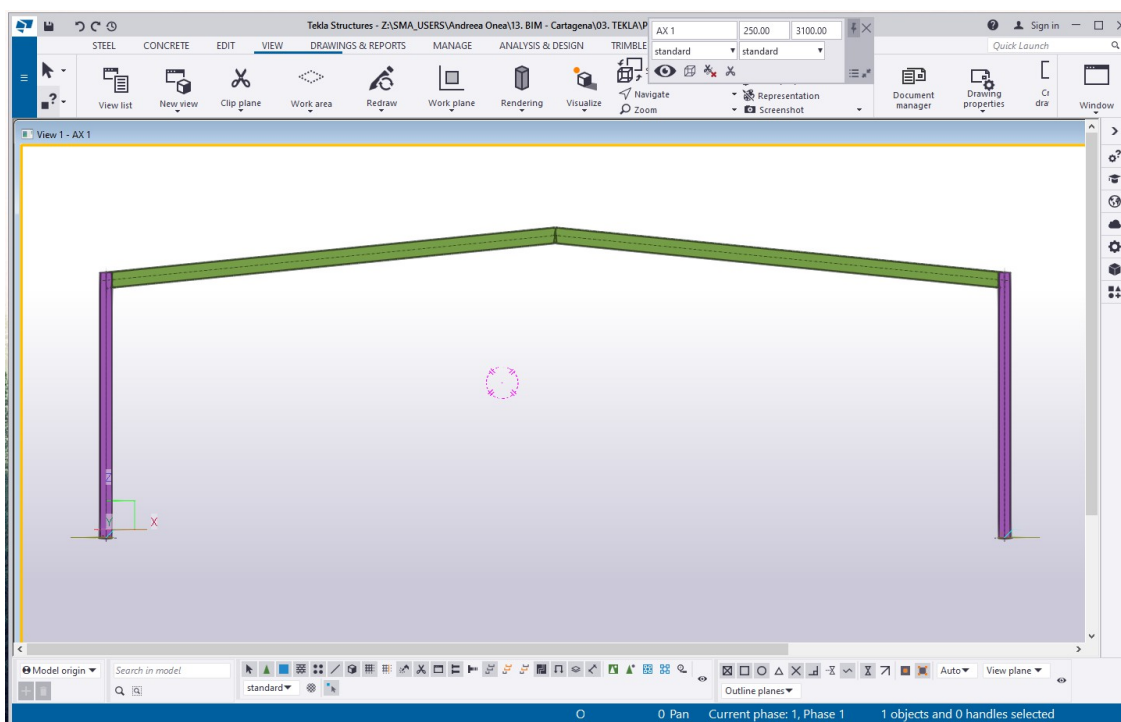
Trinn 8. Eksporter til Tekla

- Åpne ESA-filen i Scia Engineer.
- Følg trinnene som er angitt i bildet som følger med.



- Lagre filen i s2t-format (Scia to Tekla) for eksport.
- Importer S2t i Tekla Structures

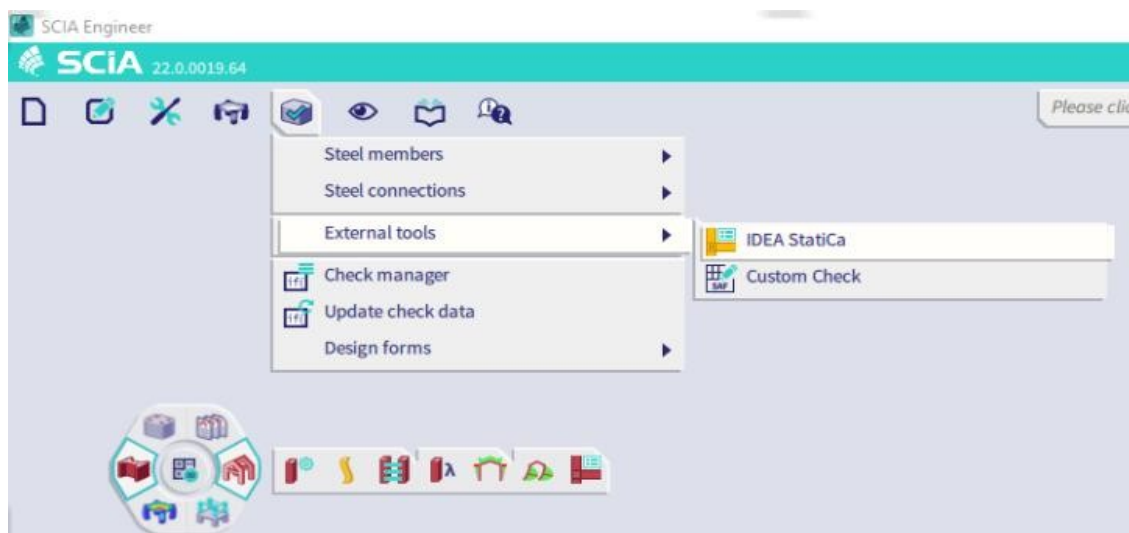
Når du eksporterer filer fra Scia Engineer til Tekla Structures, gjenkjennes ikke haunches. I Tekla Structures betraktes skaft som komponenter i skjøter.



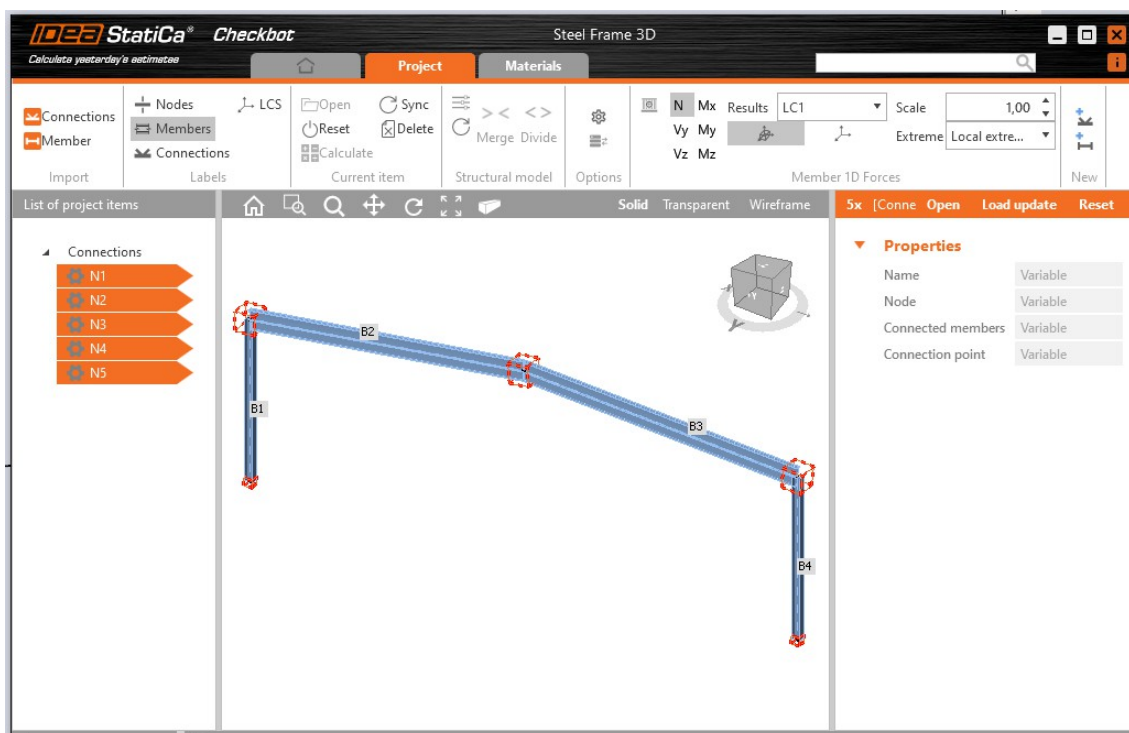
Trinn 9. Eksporter til Idea Statica

For å prosjektere og kodekontrollere en stålkonstruksjon ved hjelp av BIM-koblingen mellom SCIA Engineer og Idea StatiCa Connection, må du aktivere BIM-koblingene for programvaren som er installert i BIM-koblingsinstallasjonsprogrammet.

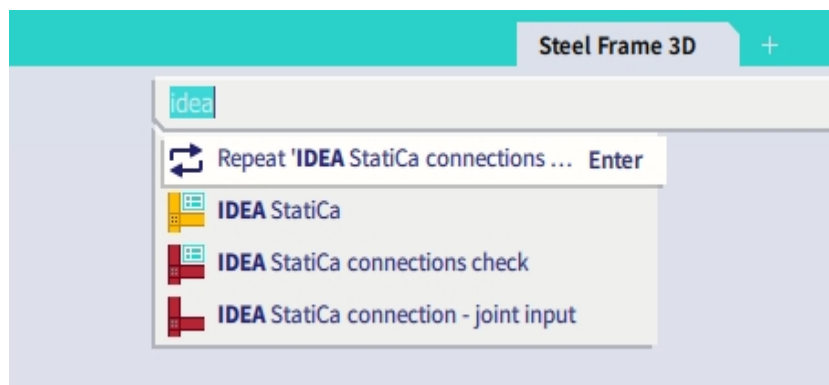
Når den lineære analysen er fullført og du har fått tverrsnittene til elementene sammen med de indre kreftene som virker på konstruksjonen, følger du disse trinnene:



Dette alternativet vil starte Checkbot-programmet. Velg alternativet "New" med prosjekttype "Steel" og designkode "EN". Klikk deretter på "Opprett prosjekt". Det nye Checkbot-prosjektet er nå klart til å importere forbindelser fra SCIA Engineer.

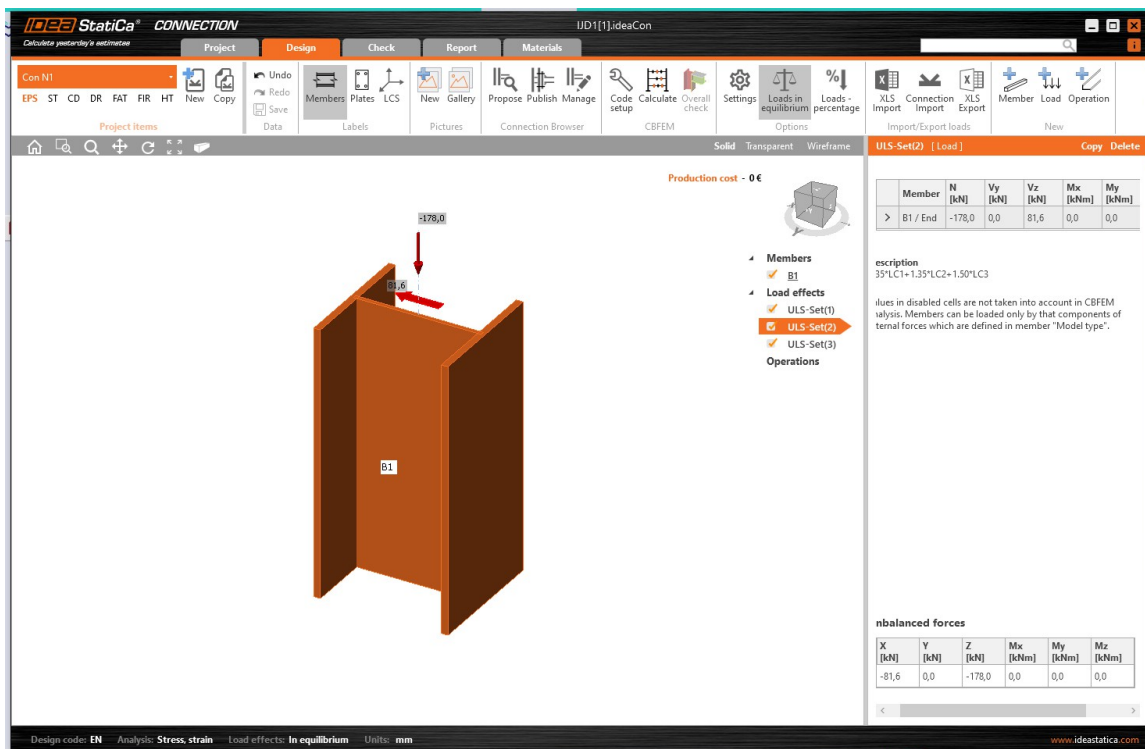


For ulike FEA/BIM-løsninger kan du importere flere forbindelser til Checkbot ved å velge flere noder og staver ved hjelp av programmets utvalgsmetoder. Vi anbefaler at du ikke importerer alle forbindelsene på én gang, men heller bygger dem opp trinnvis. Du kan bruke Idea StatiCa Connection - Joint Input til å definere en forbindelse i Scia Engineer, som eksporteres ved hjelp av Idea StatiCa Connections Check

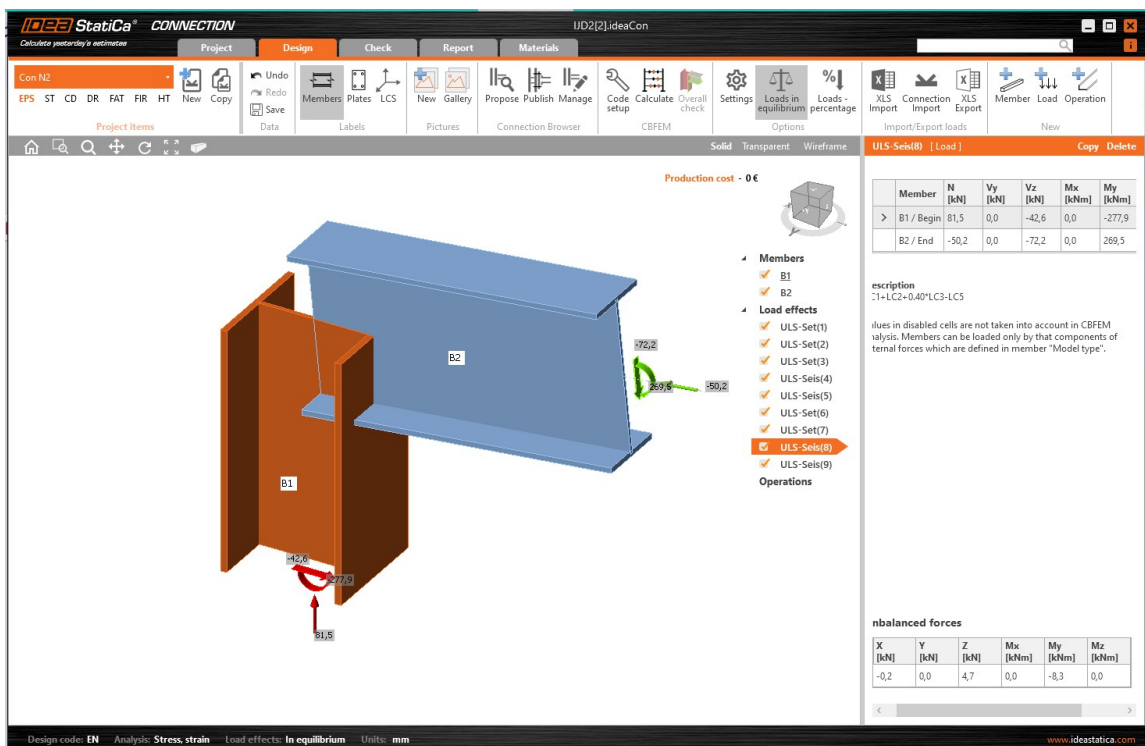


Etter å ha fulgt disse trinnene i Idea StatiCa vil vi ha elementene som skal sammenføres (bjelker, søyler), samt lastene som kreves for dimensjonering av sammenføyningen.

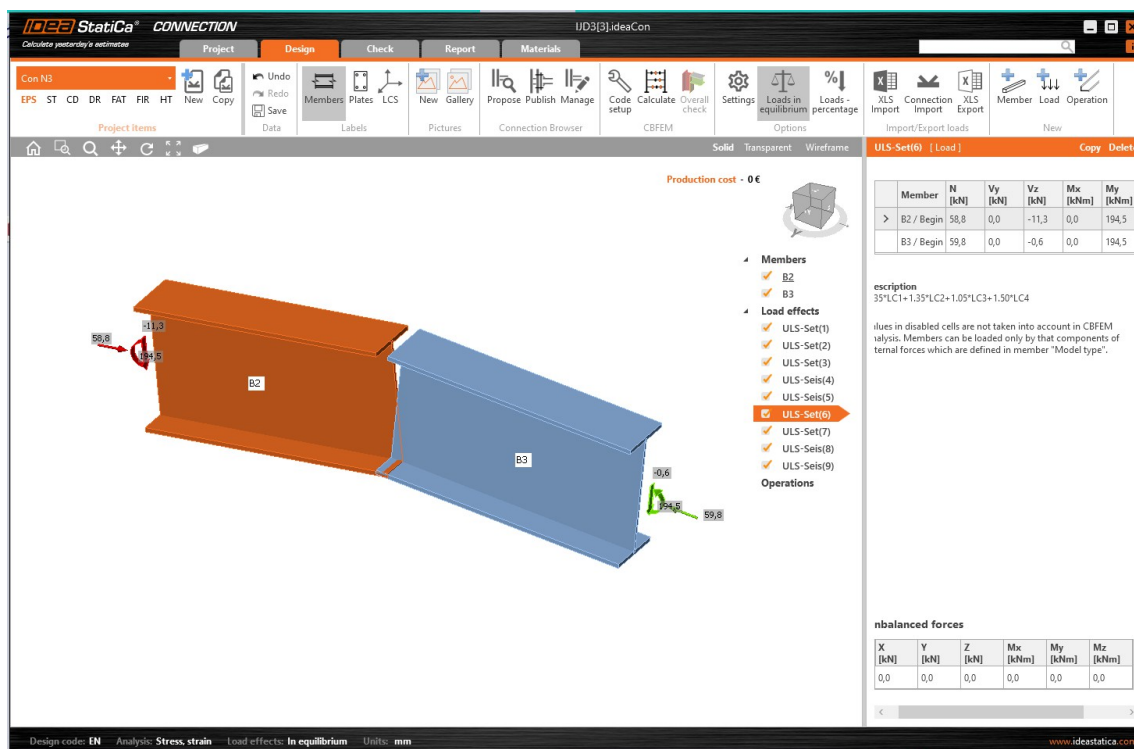
Tilkoblinger til søylebase:



Takfotforbindelser:



Apex-tilkoblinger:



6.3.3.2 - TEKLA-STRUKTURER:

Forbindelsene i en portalramme er forbindelsene ved takfot og topp, som begge skal være momentbestandige, samt søyle-base-forbindelsene. Spesielt takfotforbindelsen er generelt utsatt for et svært stort dimensjonerende bøyemoment. Både takfot- og toppforbindelsene vil sannsynligvis oppleve reversering av last i visse konstruksjonssituasjoner, og dette kan være en viktig konstruksjonsfaktor for forbindelsen. I de fleste tilfeller brukes nominelt fastgjorte søyle-base-forbindelser, fordi det er vanskelig og kostbart å etablere et stivt fundament.

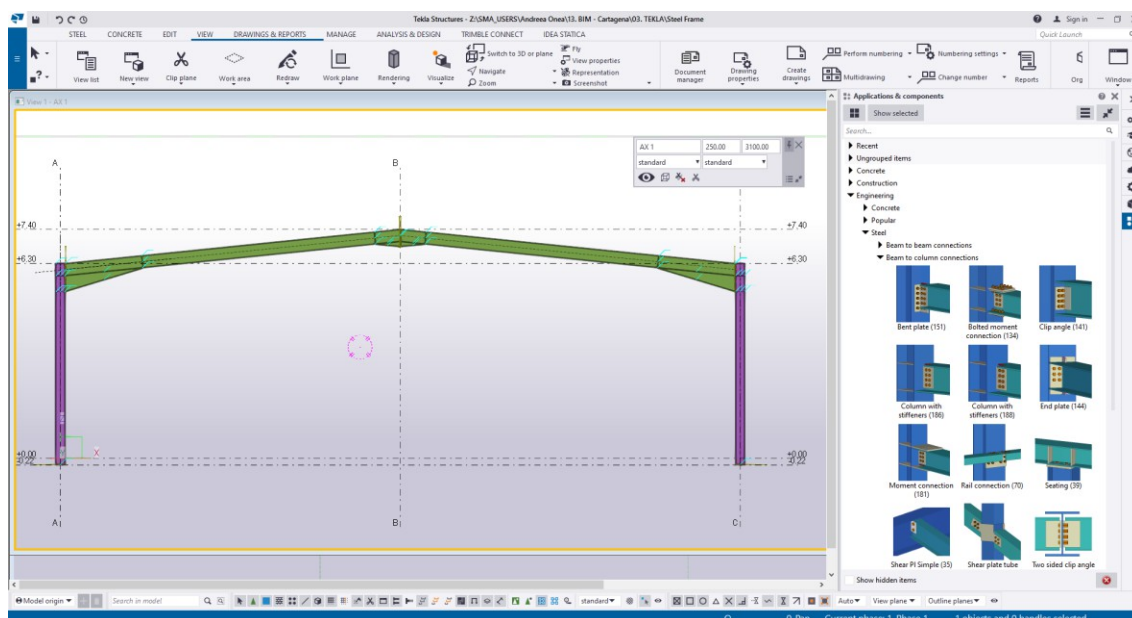
Søyle-base-forbindelser: Forankrede forbindelser er den vanligste løsningen, fordi det er vanskelig og kostbart å lage et stivt fundament. En stiv base vil innebære en dyrere stålkonstruksjon, og dessuten må fundamentet også motstå momentet, noe som øker fundamenteringskostnadene betydelig sammenlignet med en nominelt fastspent base.

Takfotforbindelser: I tillegg til å øke bøyemotstanden til sperren, øker takstokken også spakarmene til boltene i strekksonen. Boltene i strekksonen (de øvre boltene under tyngdekraftsbelastning) er nominelt kun beregnet på å bære strekk, mens de nedre boltene (ved siden av trykkavstiveren) nominelt kun er beregnet på å bære den vertikale skjærkraften, som vanligvis er beskjeden. Trykkraften overføres på nivå med bunnflensen.

Apex-forbindelser: Under tyngdekraftsbelastning er bunnen av forbindelsen i strekk. Halen under sperren tjener til å øke spakarmene til strekkboltene,

og dermed øker momentmotstanden. Løkken er vanligvis liten og kort, og blir ikke tatt med i den globale analysen av rammen.

I Tekla Structures åpner du prosjektet som er eksportert fra SCIA Engineer. Velg deretter en forhåndsdefinert tilkobling fra "Applications and Components", og juster parameterne etter behov. Strukturen vår vil se slik ut:

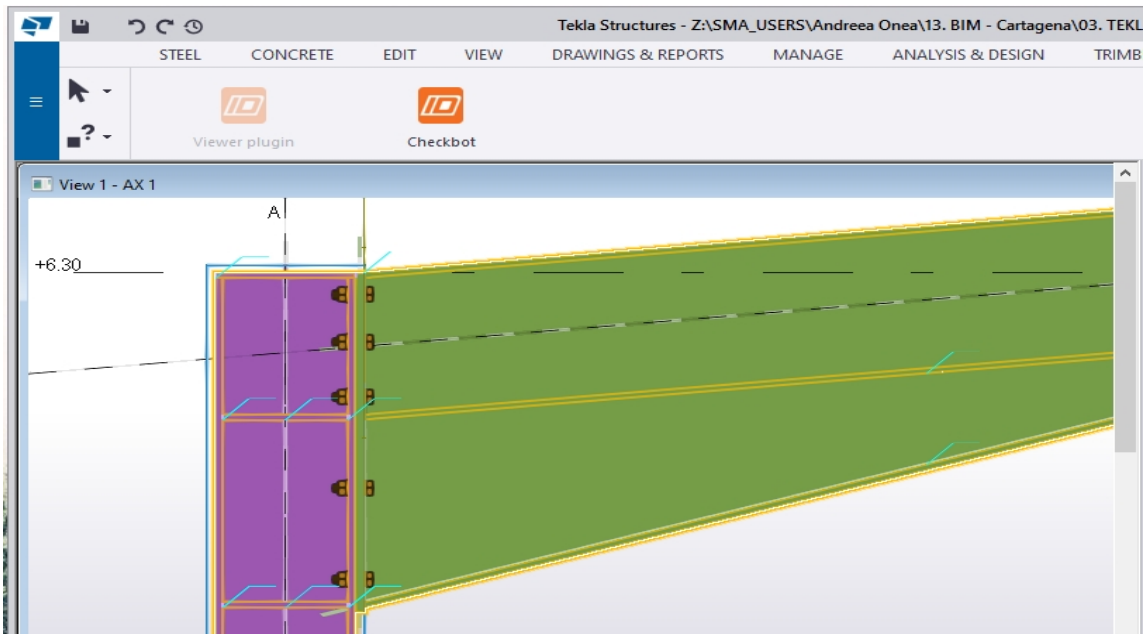


EKSPORTER TIL IDEA STATICA

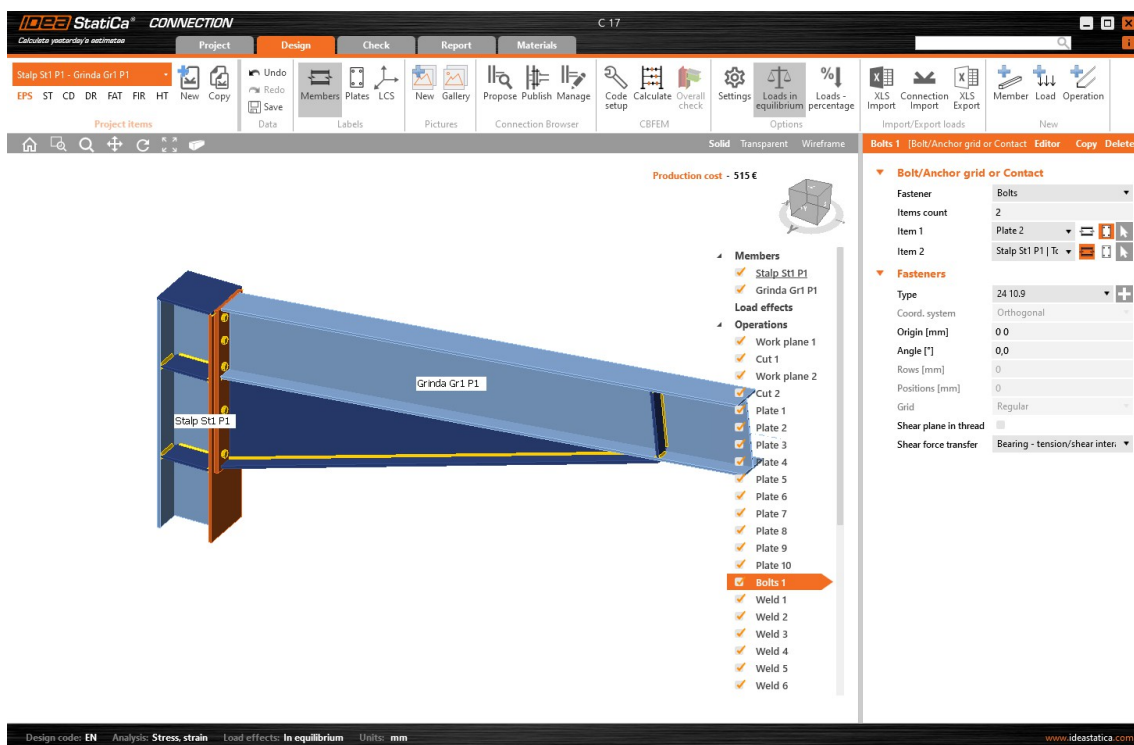
Idea StatiCa integreres sømløst med Tekla Structures, slik at du enkelt kan overføre stålforbindelser og elementdata til konstruksjonsdesign. Dette inkluderer bjelker, tvversnitt og ulike operasjoner som bolter, hull, sveiser og kutt. Synchroniseringen sørger dessuten for at eventuelle endringer i Tekla Structures-modellen gjenspeiles i Idea StatiCa.

Alt du trenger for å komme i gang er å installere begge programmene på samme PC. Idea StatiCa vil automatisk oppdage Tekla Structures og aktivere plugin-modulen, slik at du kan eksportere og beregne stålforbindelser uten problemer.

Etter at du har designet stålforbindelsen, går du til Idea StatiCa-fanen i det øverste båndet og velger Checkbot . Dette verktøyet hjelper deg med å eksportere forbindelsen.



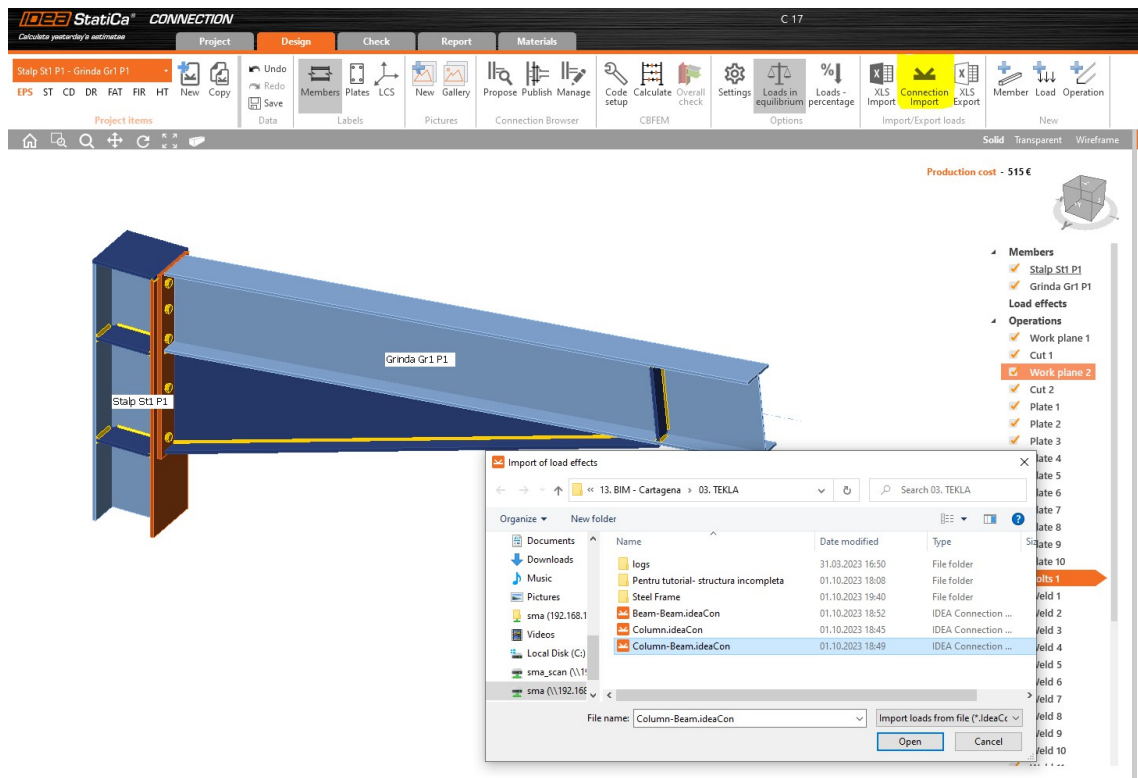
Velg først noden som skal representere den strukturelle noden i skjøten. Bekreft valget ved å trykke på mellomromstasten på tastaturet. I neste trinn velger du elementene. Den først valgte staven vil bli utpekt som den bærende staven (som kan endres senere). Når alle elementene er valgt, bekrefter du med mellomromstasten. Til slutt velger du alle de resterende komponentene i forbindelsen, for eksempel plater, bolter og sveiser, og bekrefter igjen med mellomromstasten. Forbindelsen i Idea StatiCa ser slik ut:



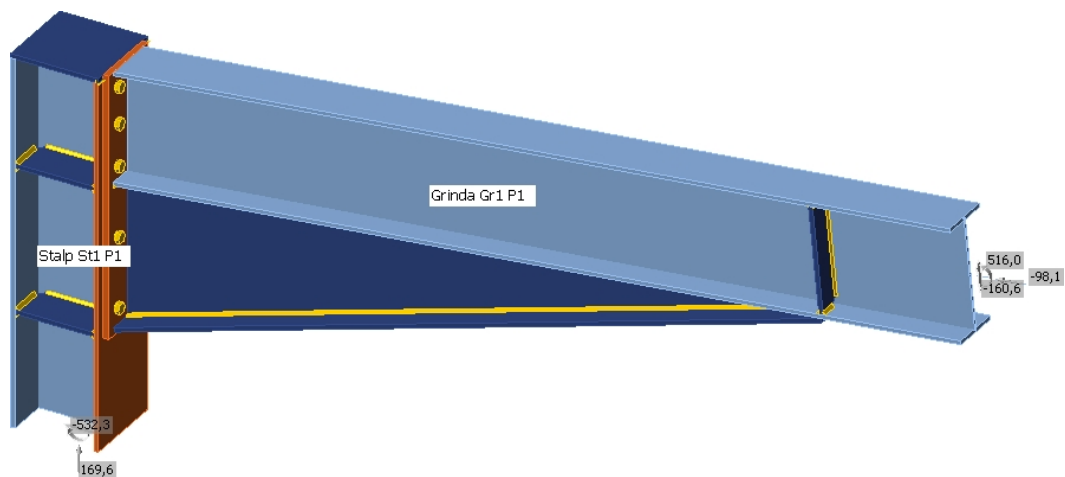
6.3.3.2 - IDÉSTATIKK:

Hold tilkoblingsmodellen som er importert fra Tekla Structures, åpen. Du kan nå som helst åpne den på nytt i CCM i Tekla Structures.

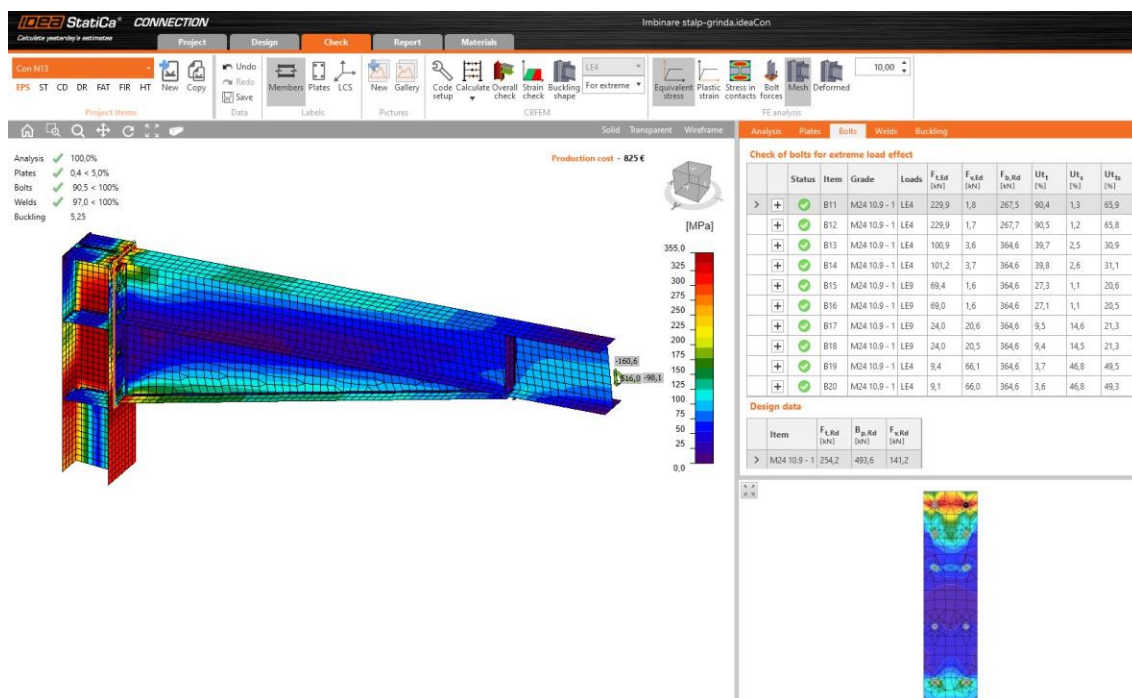
Velg kommandoen "Connection Import", og finn banen til den tidligere eksporterte Scia Engineer-tilkoblingsmodellen.



Lasteffektene er importert og tilordnet elementene på riktig måte. Lastene er balansert, noe som sikrer at skjøten er i likevekt.



For å starte analysen, start prosessen ved å klikke på knappen "Beregn". Analysemodellen genereres automatisk, og beregningen utføres. Deretter kan du se den samlede kontrollen, sammen med grunnleggende verdier for kontrollresultatene. Gå til fanen "Display", og aktiver alternativene "Equivalent Stress" og "Mesh Model View" fra menybåndet. Dette vil gi en omfattende visuell fremstilling av hva som skjer i skjøten. For å få en mer detaljert oversikt over boltene kan du utvide detaljene for bolt B3 ved å klikke på plussikonet som er knyttet til den. Dette trinnet gir deg et dypere innblikk i ytelsen til denne spesifikke bolten.

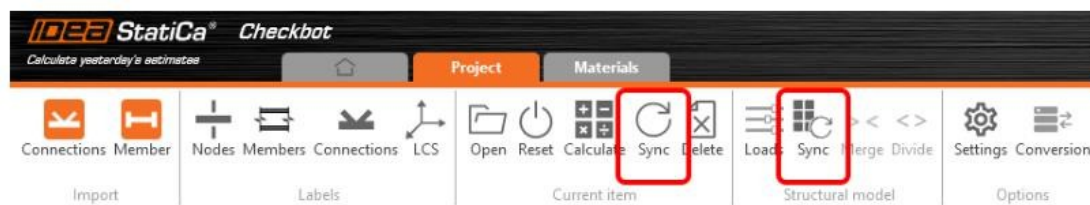


Synkronisering av modeller i Idea Statica innebærer en iterativ prosess for å arrangere strukturelle komponenter og lasteffekter på en måte som tilfredstiller kravene til kodekontroll.

Noen ganger skjer det endringer i FEA/BIM-modellen, for eksempel ulike størrelser på elementseksjoner eller laster. Disse kan synkroniseres mellom Checkbot og FEA/BIM-modellen.

Det finnes to mulige alternativer:

- Synkroniser gjeldende element (hvis ett eller flere ledd er valgt)
- Synkroniser hele den importerte strukturmodellen



6.4 - LCA-analyse

Livssyklusanalysen (LCA) for stålkonstruksjonen ble utført ved hjelp av programmet Open Click. Denne programvaren gjorde det mulig å foreta en detaljert analyse av miljøpåvirkningene knyttet til konstruksjonen. Ved hjelp av Open Click kunne man samle inn data fra ulike stadier i stålkonstruksjonens livssyklus, noe som ga verdifull innsikt i konstruksjonens bærekraft.

7 - Analyse av de ulike alternativene som er studert

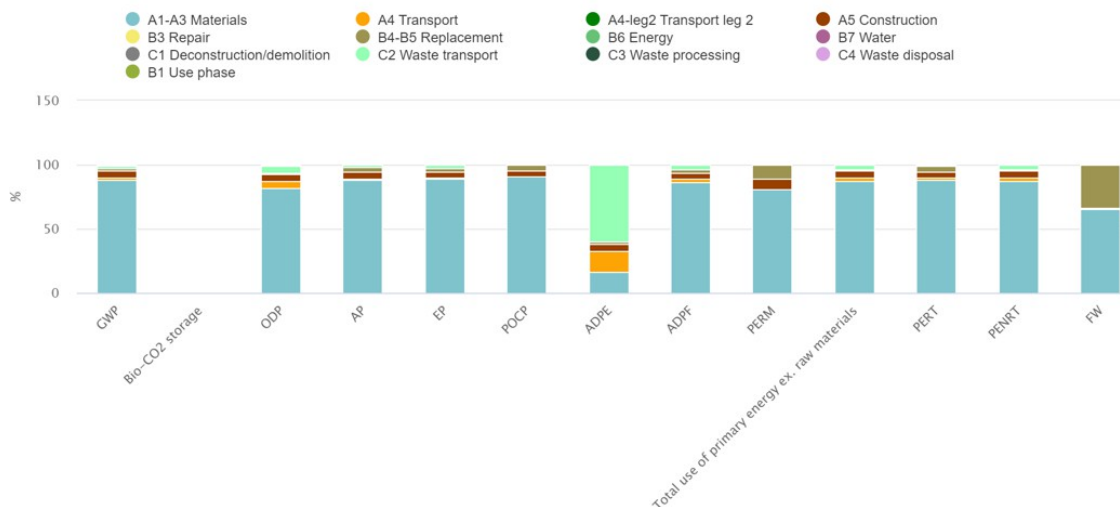
Hovedmålet er å sammenligne tre ulike analyser av en stålkonstruksjon. Den første analysen undersøker konstruksjonen som er bygget med ikke-resirkulerte materialer (fundamenter, bjelker og søyler), mens den andre og tredje analysen inneholder varierende mengder resirkulerte materialer. Nedenfor følger en beskrivelse av de resirkulerte materialene som er brukt, og en sammenligning mellom andre og tredje trinn. De resirkulerte materialene som er vurdert, omfatter både infrastruktur- og overbygningkomponenter i industribygget.

Målene med denne casestudien er

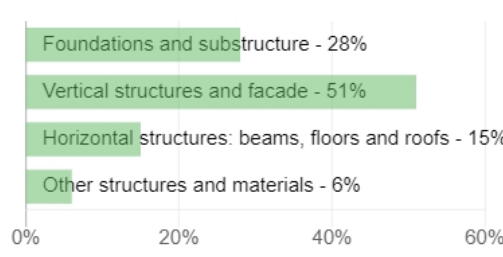
1. Gjennomføring av en livssyklusanalyse (LCA) for stålkonstruksjonen i tre ulike faser.
 - **Trinn 1:** Analyser den opprinnelige stålkonstruksjonen slik den er utformet med ikke-resirkulerte materialer.
 - **Fase 2:**
 - Ferdigblandet betong: 50 % GGBS
 - Armeringsstål (armeringsjern): 60 % resirkulert
 - Stålblater: 60 % resirkulert
 - XPS-isolasjonspaneler: 20 % resirkulert
 - Strukturelle stålprofiler: 60 % resirkulert
 - **Trinn 3:**
 - Ferdigblandet betong: 30 % flyveaske
 - Armeringsjern: 90 % resirkulert
 - Stålblater: 90 % resirkulert
 - XPS-isolasjon: 40 % resirkulert
 - Konstruksjonsstål: 90 % resirkulert

Figuren nedenfor illustrerer livssykluspåvirkningene i hver fase, presentert som stablede søyler. Denne visuelle fremstillingen gir en klar og detaljert oversikt over miljøpåvirkningene knyttet til hver fase i produktets eller prosjektets livssyklus. Ved å dele opp fasene - for eksempel utvinning av råmaterialer, produksjon, transport, bruk og end-of-life - gir det mulighet for en omfattende analyse som fremhever det relative bidraget fra hver fase til den samlede miljøpåvirkningen.

Life-cycle impacts by stage as stacked columns



Nedenfor finner du et sammenligningsdiagram over infrastruktur- og overbygningselementer. Diagrammet gir en visuell analyse som fremhever viktige forskjeller og likheter mellom disse to viktige komponentene i et byggeprosjekt.

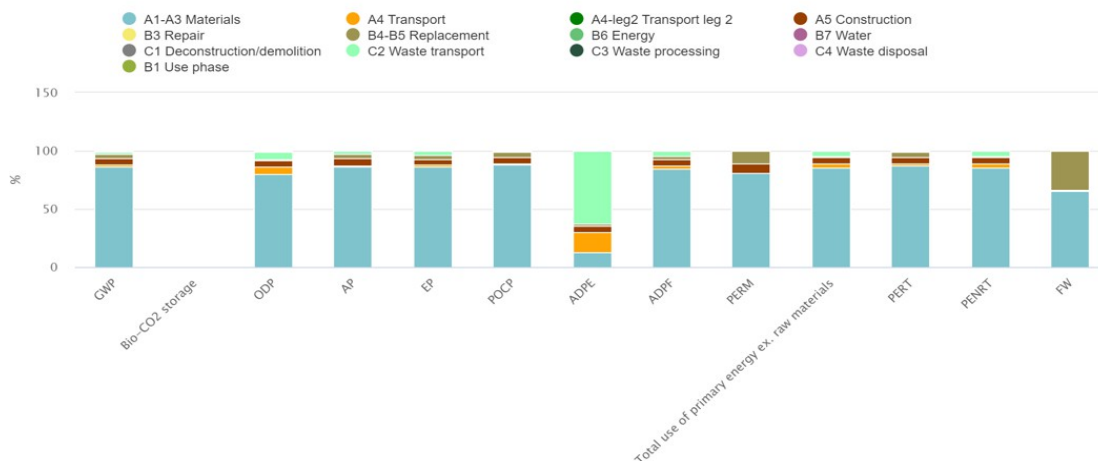


Resultater etter livssyklustadium

Sammenligningstabellen gir en detaljert analyse av viktige aspekter knyttet til infrastruktur og overbygningselementer i byggeprosjekter.

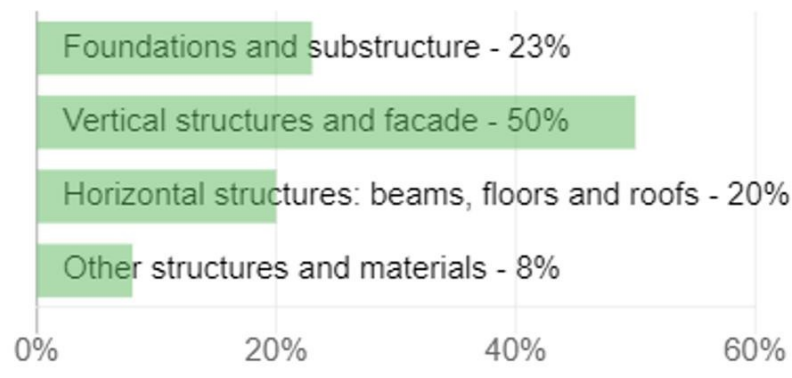
LCA-analysen for det andre trinnet presenteres nedenfor.

Life-cycle impacts by stage as stacked columns



Materialbruk av kilde

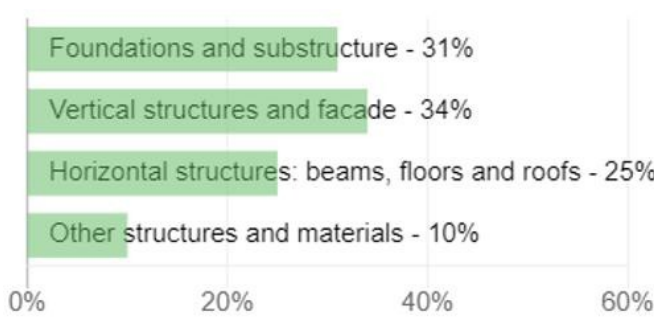
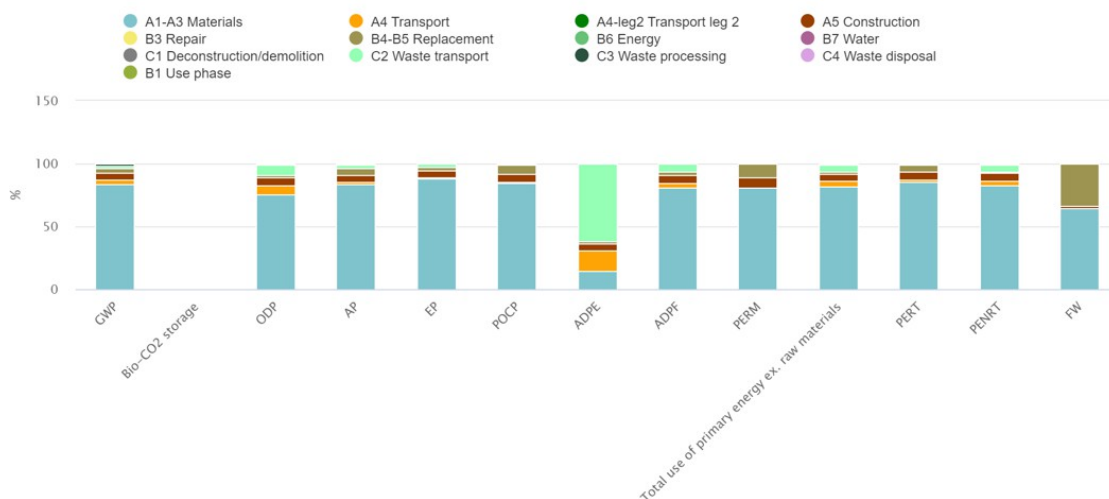
masse



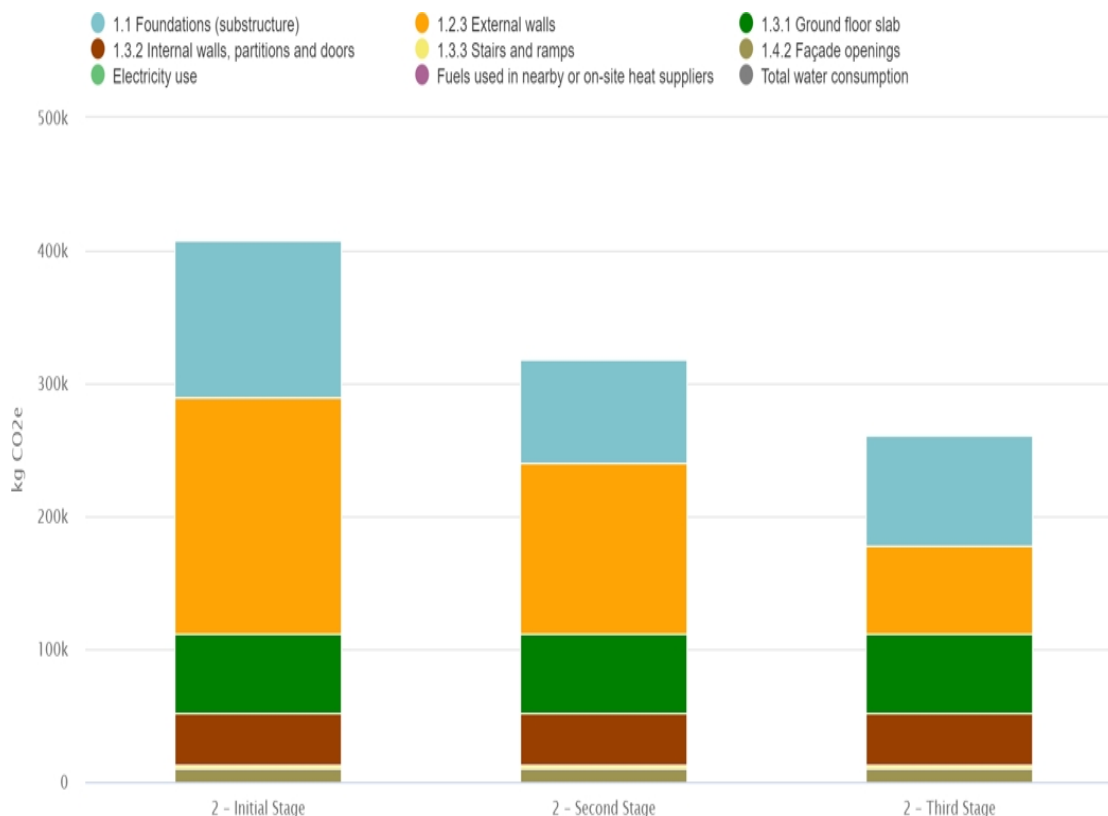
Resultater etter livssyklusstadium

Den tredje fasen av LCA-analysen er vist nedenfor.

Life-cycle impacts by stage as stacked columns



Sammenligningen av de tre stadiene dreier seg om å evaluere og kontrastere nøkkelfaktorer, som avfallshåndteringspraksis og klimagassutslipp (GWP), i hvert stadium. Analysen søker å fremheve forskjeller, likheter og trender i avfallshåndteringen og dens miljøpåvirkning i form av GWP. Ved å utforske disse aspektene får vi verdifull innsikt i progresjonen, utviklingen og effektiviteten til avfallshåndteringsstrategier over tid, samt under ulike forhold, alt innenfor en bredere kontekst av miljømessig bærekraft.



Diagrammet nedenfor viser følgende resultater: GWP - Global Warming Potential (globalt oppvarmingspotensial): Et mål på den totale effekten et stoff har på jordens klima over en bestemt tidshorisont, vanligvis uttrykt i karbondioksid (CO₂)-ekvivalenter.

DDP - Delivered Duty Paid: En internasjonal handelsbetegnelse som indikerer at selgeren er ansvarlig for alle kostnader forbundet med levering av varer til et spesifisert sted, inkludert toll og avgifter.

AP - Forsuringspotensial: Et stoffs evne til å øke surhetsgraden i miljøet, ofte forbundet med utslipp av svoveldioksid (SO₂) og nitrogenoksider (NO_x).

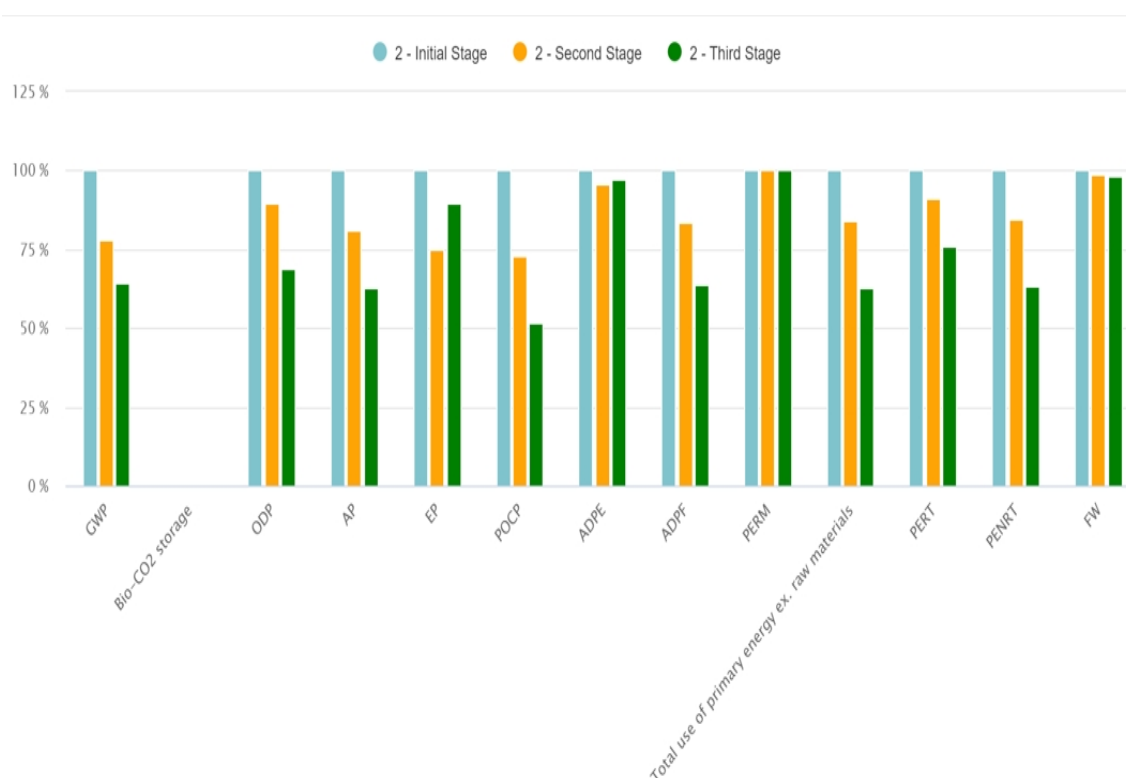
EP - Eutrofieringspotensial: Et stoffs evne til å fremme overdreven vekst av alger og vannplanter i vannforekomster, noe som fører til oksygenmangel og økologisk ubalanse.

POCP - fotokjemisk ozondannelsespotensial: Potensialet et stoff har til å bidra til dannelsen av bakkenært ozon (smog) gjennom kjemiske reaksjoner i atmosfæren.

PERM - Primærenergiressursmiks: Sammensetningen av primære energikilder (f.eks. fossilt brensel, fornybar energi) som brukes til å produsere energi i en gitt region eller kontekst.

PER - Primærenergibehov: Den totale mengden primærenergi (inkludert både direkte og indirekte energi) som kreves for å produsere, bearbeide og bruke et produkt eller en tjeneste.

PENRT - Primærenergi, ikke-fornybar Totalt



Det er viktig å vurdere å bruke resirkulerte elementer og konstruksjoner for å redusere den globale oppvarmingen, ettersom denne tilnærmingen kan ha en betydelig langsiktig innvirkning på å redusere miljøskader og fremme bærekraft. Å innlemme resirkulerte materialer i byggemetoder kan bidra positivt til arbeidet med å bekjempe klimaendringene og minimere ressursuttømmingen over tid.

8 - Konklusjoner og anbefalinger

En casestudie er et effektivt pedagogisk verktøy som gir en grundig analyse av et spesifikt tilfelle eller scenario. Det fungerer som en praktisk kontekst for teoretiske konsepter, og fremmer kritisk tenkning, problemløsning og anvendelse av kunnskap.

Studentene blir direkte eksponert for situasjoner fra den virkelige verden, noe som krever at de analyserer, evaluerer og syntetiserer informasjon, noe som fører til en dypere forståelse av fagstoffet. Denne aktive deltakelsen i læringsprosessen er uvurderlig.

Integrering av teoretisk kunnskap med praktisk anvendelse gjennom casestudier bygger bro mellom akademisk læring og virkelige scenarier, og forbereder studentene på profesjonelle miljøer.

Videre fremmer casestudier utviklingen av analytiske ferdigheter. Studentene får i oppgave å identifisere sentrale problemstillinger, vurdere ulike perspektiver og foreslå levedyktige løsninger. Denne prosessen skjerper kritisk tenkning, problemløsningsevner og evnen til å ta informerte beslutninger.

I tillegg fremmer casestudier samarbeidslæring. De oppfordrer studentene til å samarbeide, dele innsikt og delta i meningsfulle diskusjoner. Denne samarbeidstilnærmingen bidrar ikke bare til økt forståelse, men legger også til rette for utveksling av ulike synspunkter og erfaringer.

Konklusjonen er at det å innlemme casestudier i læringsaktiviteter er en dynamisk og effektiv pedagogisk tilnærming. Det stimulerer til aktiv læring, fremmer kritisk tenkning, oppmuntrer til samarbeid og bygger bro mellom teori og praksis. Ved å ta i bruk denne metoden kan lærere skape berikende og engasjerende læringsopplevelser som gjør studentene i stand til å utmerke seg både i og utenfor skolen.

Vi bidro sammen til å øke kunnskapen om BIM, om hvordan det kan brukes med suksess i strukturell design og ikke bare, samtidig som vi veiledet i å lage et eksempel på interoperabilitet mellom ulike programvarer som har BIM-teknologi implementert.

Vi har alle lagt merke til at BIM er en prosess som gjør det mulig for prosjektteam å samarbeide med teknologi for å oppnå bedre prosjektresultater. BIM gjør det mulig for brukerne å lage intelligente, strukturerte modeller som lagrer informasjon.

Filene som skal leveres, er den detaljerte rapporten hentet fra Scia Engineer for beregning av bjelker og søyler, de tekniske tegningene for søyler, bjelker og skjøter fra Tekla Structures, og den detaljerte rapporten om grunnforbindelsen, søyle-bjelke- og bjelke-bjelke-forbindelsen fra Idea StatiCa.

Konklusjonen er at bruk av resirkulerte materialer i bygg og anlegg er svært viktig for å redusere den globale oppvarmingen og bidra til langsiktig miljømessig bærekraft. Ved å inkludere resirkulerte elementer kan vi redusere den negative innvirkningen på miljøet, bidra til å bekjempe klimaendringene og spare ressurser for fremtiden. Dette er et viktig skritt i retning av å gjøre byggeskikken mer miljøvennlig.