



LUND UNIVERSITY

Tillgänglighet och cad-verktyg

Ekholm, Anders

2012

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Ekholm, A. (2012). *Tillgänglighet och cad-verktyg*. Division of Design Methodology, Lund University, Faculty of Engineering.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Tillgänglighet och CAD-verktyg

Prototyper för analys av tillgänglighet i en byggnadsmodell

Anders Ekholm, Lunds Universitet/LTH

[Skriv text]



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola



EUROPEAN
UNION
European Regional
Development Fund

© Copyright författaren och Avdelningen för Projekteringsmetodik, LTH, Lunds Universitet 2012

Tillgänglighet och CAD-verktyg. Prototyper för analys av tillgänglighet i en byggnadsmodell.

Avdelningen för Projekteringsmetodik (www.caad.lth.se),

Institutionen för byggvetenskaper

Lunds Universitet/Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

ISRN LUTADL/TAPM - 12/7001 – SE

ISSN 1654-5796

Tillgänglighet och CAD-verktyg

Prototyper för analys av tillgänglighet i en byggnadsmodell

Anders Ekholm

Förord

Frågan om möjligheten att utveckla cad-verktyg med stöd för utformning för tillgänglighet ställdes för några år sedan till mig av Lars Estlander. Bakgrunden var att Sveriges Kommuner och Landsting, SKL, i mars 2007 ordnade ett rådslag med berörda myndigheter och intresseorganisationer om tillgänglighetsfrågorna, särskilt problemen med "enkelt avhjälpna hinder" som gick långsamt att åtgärda. Lars tog där upp idén om cad-verktyg för projektering och fastighetsförvaltning, där det ofta brast i åtgärdskedjan. Detta väckte stort intresse hos alla deltagare och ledde till fortsatta diskussioner mellan framför allt Boverket, Bygg Klokt, Statens Fastighetsverk och Handisam.

Olle Bergman, lärare vid Projekteringsmetodik på LTH, och jag blev intresserade av frågan mot bakgrund av de möjligheter som öppnats med de nya objektorienterade cad-verktygen. Vi skisserade ett projekt och tog kontakter med tänkbara intressenter. Men det var inte förrän i samband med utlysningar om anslag inom Formas-BIC 7 "Hållbar utveckling av byggd miljö" och Hjälpmedelsinstitutets program "Teknik för äldre" som möjlighet till finansiering av ett projekt uppstod. Tack vare alla medverkandes engagemang och vilja till samarbete lyckades det att skapa en projektgrupp.

Nu när projektet genomförts är det glädjande att se det färdiga resultatet i form av färdiga program som fungerar som tillägg, s.k. add-on och add-in, till marknads ledande cad-program Archicad respektive Revit. De färdiga programvarorna är praktiskt fungerande hjälpmedel för projektörer i deras vardagliga arbete med utformning av en tillgänglig byggd miljö.

Utveckling av verktyg för analys och simulering i form av tilläggsprogram till befintliga CAD-program kommer att vara ett betydelsefullt framtida utvecklingsområde. I den meningen är den här redovisade programvaran för analys av tillgänglighet ett pionjärarbete.

Anders Ekholm, projektledare.

Innehåll

Förord	5
Innehåll	6
Sammanfattning	7
Introduktion	8
Krav på ökad tillgänglighet	8
Objektorientering i projektering, byggande och förvaltning	8
Problem.....	8
Syfte.....	9
Metod	9
Bakgrund.....	9
Genomförande	9
Organisation.....	10
Resultat.....	10
Utveckling av prototyper.....	10
Utvecklingsprocessen	11
Kontroll av friyta	11
Kontroll av dörrar.....	12
Kontroll av friyta vid dörr	12
Kontrollsteg	14
Kontroll av tillgänglighet i byggprocessen	15
Praktisk tillämpning	15
Pilottester	15
Diskussion.....	15
Nytta och användning	15
Utvecklingsområden.....	16
Litteratur.....	16
Appendix 1 Scenarier.....	18
Appendix 2 Hjälpstext	24
Appendix 3 Enkät Tillgänglighets CAD – test av prototyp.....	30
Appendix 4 Testexempel.....	34
Appendix 5 Test med mått enligt danska krav	40

Sammanfattning

Idag finns goda kunskaper om hur den byggda miljön bör utformas för att möjliggöra tillgänglighet för personer med funktionsnedsättning. Trots detta tillämpas kunskaperna inte i tillräcklig omfattning, varken i nybyggnad, ombyggnad eller förvaltning. Nya PBL ställer kravet att tillgänglighet skall vara tillgodosedd för att bygglov skall beviljas. Utformning för tillgänglighet måste vara en integrerad del av utformningsarbetet.

Vid byggnadsprojektering används sedan flera år objektorienterade cad-verktyg. Under projekteringen skapas en 3D modell av byggnaden bestående av information om bygghandlarna och deras egenskaper. Metoden kallas bygginformationsmodellering, BIM. Många av svårigheterna att med traditionella ritningar kommunicera och utvärdera resultat av utformningsarbete kan övervinnas genom 3D modellering och BIM.

Projektet har haft som syfte att bidra till utveckling av objektorienterade cad-verktyg som stöder utformning för tillgänglighet av byggd miljö. Fokus ligger vid medel att underlätta tillgänglighet för personer med fysiska funktionshinder. Projektet har avgränsats till principer för analys av tillgänglighet avseende rumsliga krav enligt Svensk Standard SS 91 42 21:2006, dels på friyta för vändning med rullstol, dels på friyta vid passage och öppnande av dörrar. Verktuget avses stödja både projektörer och tillgänglighetsexperter vid analys och utvärdering av egenskaper för tillgänglighet.

I Appendix 5 redovisas tillämpning av programvaran med danska regler för tillgänglighet.

Arbetet som utförts vid Lunds Universitet/LTH i samverkan med tillgänglighetsexpertis och programutvecklare och representanter för organisationer och företag, har resulterat i applikationer, add-on/in, för de i Sverige ledande cad-verktygen Archicad och Revit.

Projektet har finansierats med anslag från Formas-BIC 7 "Hållbar utveckling av byggd miljö", Hjälpmedelsinstitutets regeringsuppdrag "Teknik för äldre" och Interreg IV.

Introduktion

Krav på ökad tillgänglighet

Idag finns goda kunskaper om hur den byggda miljön skall utformas för att möjliggöra tillgänglighet för personer med olika funktionsnedsättning. Organisationer som Handisam (myndigheten för handikappolitisk samordning), Boverket, Sveriges Kommuner och Landsting, Bygg Klokt samt Design för Alla bedriver många aktiviteter för bättre tillgänglighet genom information, tillsyn och kontroll för åtgärder för enkelt avhjälpna hinder mm.

Trots detta tillämpas kunskaperna inte i tillräcklig omfattning varken vid nybyggnad, ombyggnad eller förvaltning; det saknas effektiva processer och metoder för utformning, samordning, kvalitetssäkring och genomförande i projektering och förvaltning. Därmed brister slutskedet i genomförandekedjan för ett bättre anpassat samhälle. Vid organisationernas seminarier har bl.a. frågan om utveckling av cad-verktyg för projektering, inventering och kvalitetssäkring av tillgänglighet i den fysiska miljön diskuterats.

Objektorientering i projektering, byggande och förvaltning

Vid byggnadsprojektering används sedan flera år objektorienterade cad-program. Det innebär att projektören exempelvis inte ritar linjer för att redovisa en vägg eller ett utrymme utan använder väggobjekt för att bilda ett utrymmesobjekt. Till objekten kan knytas information om egenskaper, t.ex. geometri eller relationer till andra objekt. Ett dörrobjekt, till exempel, ger med automatik en öppning i en vägg, ändras dörrrens storlek ändras öppningen i väggen. Under projekteringen skapas en modell av byggnaden bestående av information om byggobjekten och deras egenskaper. Metoden kallas bygginformationsmodellering, BIM.

Byggobjekten som bärare av information medför ett flertal mervärden. För arkitekter har det första uppenbara mervärdet varit möjligheten till enkel visualisering. Objekt kan både ha information om hur det skall presenteras i 2D på en planritning och i 3D för visualisering. Från objektinformationen för olika byggdelar kan beräknas de mängder, areor, volymer etc. som finns inbyggt i det aktuella projektet. Det är även möjligt att utarbeta modeller för verksamheten i byggnaden i form av aktivitetsobjekt som på samma sätt kan ges egenskaper och visualiseras (Ekholm 2001).

CAD-system börjar nu bli tillräckligt avancerade för att kunna hantera denna typ av tillämpningar. Projektörerna går över till objektorientering och databashantering i takt med att de flesta programvaror nu möjliggör detta.

Problem

Många av svårigheterna att kommunicera och utvärdera resultat av utformningsarbete i traditionell pappersbaserad kommunikation, speciellt avseende konsekvenser för användning av en byggnad kan övervinnas genom de nya möjligheter som uppkommer med objektorienterade 3D-modellerande cad-verktyg.

Övergången till de nya objektorienterade verktygen sker dock relativt långsamt. Även med de nya verktygen resulterar projekteringsarbetet oftast i ett förfrågningsunderlag som redovisas och distribueras i pappersform mellan arkitekten och övriga projektörer,

beställare, myndigheter, entreprenörer, förvaltare och brukare. Kontroll av tillgänglighet, t.ex. öppningsbredd för rullstolspassage, görs med linjal och skalstock.

I objektorienterade cad-verktyg anges egenskaper hos byggnadsmodellens objekt t.ex. utrymmens mått, dörrbredder, placering av inredning mm. I dessa cad-verktyg finns förutsättningar att redan i samband med projekteringen verifiera att utformningen uppfyller ställda krav. Tillägg för analys av tillgänglighet har ännu inte utvecklats i marknadens cad-program för byggnadsprojektering.

Syfte

Föreliggande arbete har som syfte att bidra till utveckling av cad-verktyg som stöd vid utformning för tillgänglighet vid nybyggnad, ombyggnad och förvaltning av byggd miljö. I en första etapp har arbetet inriktats mot utveckling av prototyper för tilläggsprogram, s.k. add-on/in, till de i Sverige ledande cad-verktygen Archicad och Revit. Fokus ligger vid medel att underlätta tillgänglighet för personer med fysiska funktionshinder. I en andra etapp har dessa tilläggsprogram vidareutvecklats för till en första version för praktiskt bruk.

Projektet har avgränsats till principer för analys av tillgänglighet avseende rumsliga krav enligt normalnivån i Svensk Standard SS 91 42 21:2006, dels på friyta för vändning med rullstol, dels på friyta vid passage och öppnande av dörrar. Verktyget avses stödja både projektörer och tillgänglighetsexperter vid analys och utvärdering av egenskaper för tillgänglighet.

Metod

Bakgrund

Projektet har utförts i vid avdelningen för Projekteringsmetodik vid Lunds Universitet, LTH med Anders Ekholm som projektledare. I projektet har också medverkat forskare från avdelningen för Ergonomi- och aerosolteknologi (EAT).

Forskningen vid Projekteringsmetodik har sedan 1990-talet fokuserat på krav på cad-verktyg för design. Objektorienterad modellering av brukarnas aktiviteter är ett exempel på inriktningen av detta arbete. Vid EAT har man sedan början av 1990-talet arbetat med forskning inom området teorier och metoder för att visualisera mänsklig aktivitet. Forskning om redskap för planering av den fysiska miljön för personer med funktionsnedsättning påbörjades i 1990-talets början och har alltsedan dess varit ett viktigt område för forskargruppen.

Arbetet i projektet har syftat till att utveckla principer för hur cad-verktyg kan användas i vardaglig praxis för visualisering och simulering avseende samspelet mellan människa och byggnad med inriktning på frågor om tillgänglighet. Det har dragit nytta av båda dessa forskargrupperns erfarenhet.

Genomförande

Utvecklingen av prototyperna i första etappen av projektet har gjorts i samverkan mellan forskare, programutvecklare, projektörer och tillgänglighetsexpertis. I utvecklingsarbetet har deltagit representanter för olika intressenter som projektörer, beställare, för-

valtningsföretag, intresseorganisationer. Resultaten har legat till grund för vidareutveckling och lansering av tillämpningar användbara både för projektörer och tillgänglighetsexperter som underlag för utformning och utvärdering. Cad-verktyg som ökar möjligheterna att utforma den byggda miljön för krav på tillgänglighet kan förväntas få en avsevärd spridning.

Organisation

Projektet har genomförts i en arbetsgrupp med följande medverkande:

Lunds Universitet/Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för byggvetenskaper, avdelningen för Projekteringsmetodik:

Anders Ekholm, Professor, Tekn. Dr, projektledare

Olle Bergman, Universitetslektor

Institutionen för Designvetenskaper avdelningen för Ergonomi- och aerosolteknik:

Elisabeth Dalholm Hornyanszky, Tekn. Dr

Joakim Eriksson, Tekn. Dr

Deltagare från företag

Mai Almén, Hinderfri Design AB, tillgänglighetsexpert

Jesper Bremme, Inbrix AB, prototyputveckling

Magnus Peterson, Reell AB, prototyputveckling

Håkan Wikemar, AEC AB, prototyputveckling

Referensgrupp

Fredrik Jönsson, Sveriges kommuner och landsting, UFOS

Lisbeth Enander, Region Skåne

Hans von Axelsson, Handisam

Sören Hansson, Handisam

Lars Estlander, Boverket

Lars Gustavsson, HSO Skåne (Handikapporganisationernas Samarbetsorgan)

Leif Jacobsson, Akademiska Hus

Per Anders Johansson, Statens Fastighetsverk

Karin Månsson, ByggKlokt

Finn Petré, Design för alla

Gun-Britt Solberg, VD, Rådet för Byggkvalitet, BQR

Peter Åberg, White Arkitekter, Stockholm.

Resultat

Utveckling av prototyper

Prototyputvecklingen har haft som mål att visa funktionaliteten hos en fungerande applikation, bl.a. visualisering av hinder för framkomlighet med rullstol och sammanställning av rapporter med uppgifter om var bristande tillgänglighet har konstaterats. Prototyper har utvecklats både för Archicad och Revit med syfte att kunna ligga till grund för utarbetande av praktiskt fungerande programvara i de dominerande CAD-verktygen på den svenska marknaden.

I arbetet med prototyputvecklingen har krav på tillgänglighet inventerats. Inventeringen har begränsats till krav som avser tillgänglighet med rullstol i bostadsbyggnader. En kravspecifikation utarbetades där krav gavs olika prioritet i prototyparbetet. Kravspecifikationen baseras på uppgifter i Bygg Ikapp (Svensson 2008) och Svensk standard för invändiga mått i bostäder (SIS 2006).

Syftet med kravspecifikationen var att beskriva funktionella krav och utifrån dessa diskutera omfattning, justeringar och prioriteringar i olika etapper gällande t.ex. grafiskt användargränssnitt och programmering. Kravspecifikationen innehåller mått på rullstolar, vändradier, räckvidd m.m. för person som använder rullstol, mått på passager och dörrar inklusive krav på friyta för manövrering från rullstol.

För att visa applikationens funktionalitet utarbetades ett antal scenarier för situationer av intresse för kontroll av tillgänglighet, se Appendix 1. Vid kontroll undersöks egenskaper hos objekt i byggnadsmodellen och en kontrollista skapas med markering på planritning, varvid resultaten visas som en förteckning. Specifikation av krav på tillgänglighet begränsades till att avse lägenheter i flerbostadshus. Prototyperna har emellertid gjort det möjligt att variera krav och mått på ett sådant sätt att användaren kan bestämma vilka krav som skall gälla.

Språket för applikationen är svenska med tanke på att alla benämningar redan är etablerade i normer och litteratur.

Utvecklingen av prototyper har gjorts stegvis. Prototyp 1 avser kontroll av friyta för vändning av rullstol i rum med och utan inredning. Prototyp 2 möjliggör kontroll av dörrar K9 respektive K10. Prototyp 3 avser kontroll av friyta vid dörrar med och utan inredning.

De färdigställda prototyperna har testats i en pilotstudie av medlemmar i forskargruppen och av externa projektörer, främst arkitekter. Som underlag för pilotstudien har utarbetats en handledning som instruerar hur den skall användas. Handledningen är en del av applikationen och kan nås via Hjälp i verktygspaletten, se Appendix 2. En enkät har utarbetats där erfarenheter från pilottesterna kan dokumenteras, se Appendix 3.

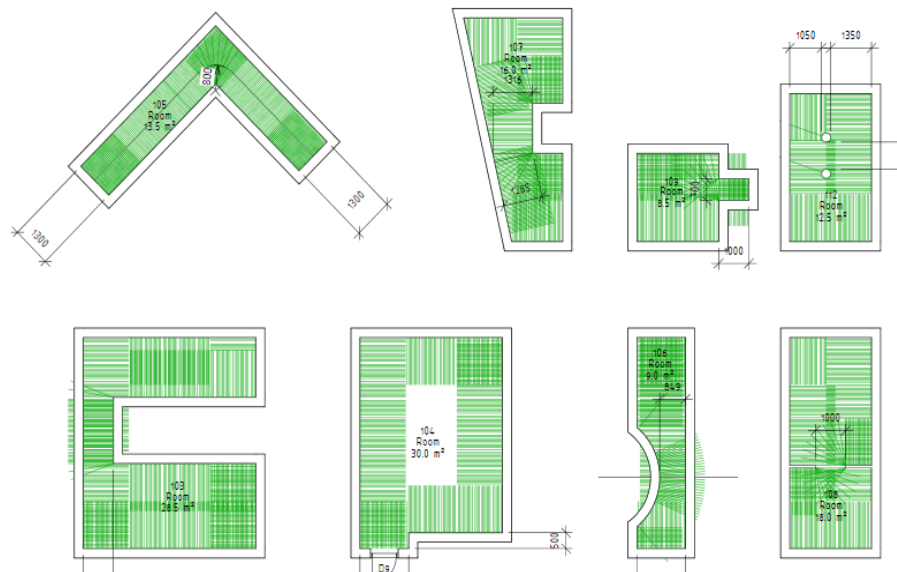
I samband med projektet "Integration av hållbara byggprocesser" inom Interreg IV har utarbetats ett tillägg till programvaran som möjliggör analys enligt danska regler för tillgänglighet. I den danska delen av Interregprojektet analyserades prototypen för Archicad med tillämpning av danska regler (Dehlbæk 2011). Arbetet gjordes i samverkan med Jan Karlshøj, Danmarks Tekniska Universitet. Mot bakgrund av den danska studien utarbetades och testades därefter en ny version av applikationen för Archicad, resultatet redovisas i Appendix 5.

Resultat från projektet har även presenterats i ett paper vid European Conference on Product and Process Modelling, ECPPM (Ekholm 2012).

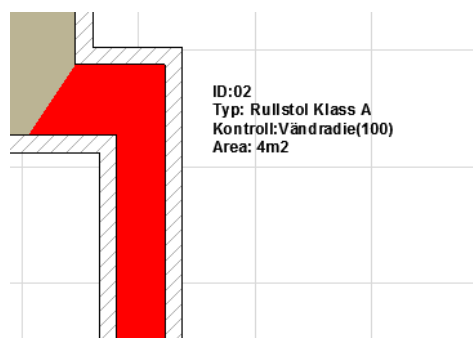
Utvecklingsprocessen

Kontroll av friyta

Eftersom någon funktion för analys av utrymmesstorlek inte finns i de aktuella cad-verktygen var det första steget i utvecklingsarbetet att utveckla en metodik för undersökning av friyta för vändning med rullstol. Problemet löstes genom en algoritm som



Figur 1: Kontroll av friyta med rullstol.



Figur 2: Markering i planvy av område ej tillgängligt med rullstol.

undersöker förekomst av hinder varje decimeter i valfri längd vinkelrätt in mot rummet från en rumsavgränsande yta. Om man vill garantera en vänddiameter på 1300 mm för en rullstol för inomhusbruk ställer man in sökningen på detta mått. Andra mått är också möjliga att välja. Kollision markeras både i planvy och 3D-vy. Se Fig. 1 och 2.

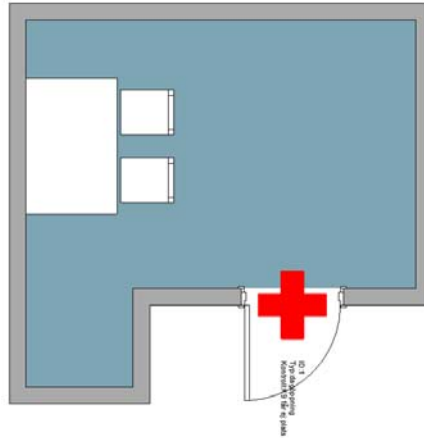
Kontroll av dörrar

Nästa steg i utvecklingsarbetet innebar att skapa möjlighet att undersöka att dörrar möjliggör passage med rullstol. Här valdes att prioritera kontroll av entrédörrar, K10, och innerdörrar, K9, till bostadshus.

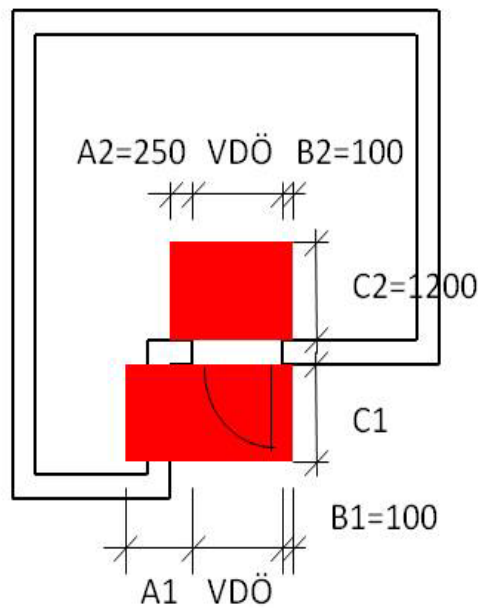
Kontroll av dörrar sker genom uträkning av passagemått med utgångspunkt från öppning i vägg för placering av dörr. Se specifikation Appendix 1. Alla dörrar som inte uppfyller utrymmeskrav för K9 får röd markering, alla som uppfyller K9 men inte K10 får grön markering, och alla som uppfyller K10 får blå markering, se Fig. 3 och Appendix 2.

Kontroll av friyta vid dörr

Kontroll av friyta vid dörr, både för manövrering av själva rullstolen men också för att komma åt reglage till t ex dörröppnare, sker genom att kontrollera definierad yta på res-



Figur 3: Kontroll av dörr K9, markering i plan.



- A1= fri bredd vid öppningssida
- B1= fri bredd vid dörrblad öppningssida
- C1= fritt djup vid öppningssida
- A2= fri bredd vid insida
- B2= fri bredd vid dörrblad
- C2= fritt djup vid insida
- VDÖ= väggdagöppning

Figur 4. Mått vid kontroll av friyta vid dörr.

pektive sida om dörren avseende konflikter med andra objekt. Vid krock visas en röd rektangel enligt normen för den fria ytan enligt (SIS 2006), se Fig. 4 och Appendix 2.

Kontrollen kan göras dels för enskilda kombinationsmått, dels för alla mått samtidigt som markerar ifall ingen av måttkombinationerna är hinderfri. Kontroller finns för rullstol EI klass B och Manuell rullstol (måttuppgifter inom parentes) enligt följande, se även Fig. 4:

Friyta_300	A1=300	C1=2000 (1800)
Friyta_550	A1=550	C1=1700 (1600)
Friyta_700	A1=700	C1=1500 (1400)
Friyta_1150	A1=1150	C1=1200 (1200)
Friyta_alla_mått		

För alla gäller att A2 = 250, B2 = 100, samt att C2 = 1200. A 1 är lika för kontroll av K9 och K10. B1=100. C 1 följer kravet i SS 91 42 21 för entrédörr och innerdörr (mått inom parentes). Det som skiljer mellan kontroll av K9 och K10 är väggdagöppning (VDÖ) K9 = 910, och K10 = 1010.

Friyta på entrésidan, dörren öppnas mot besökaren, beräknas utan hänsyn till de särskilda krav som föreligger vid trappa/ramp.

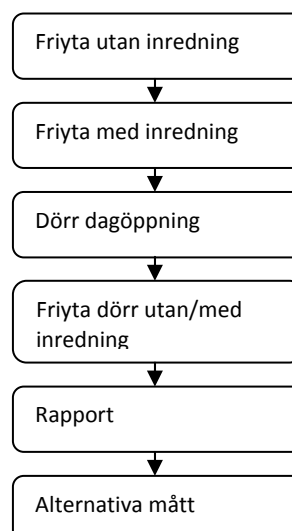
Friyta på motsatt sida av entrésidan, dörren öppnas från besökaren, skall vara 1200 x 1360 (K10) alt. 1200x1260 (K9). Detta baseras på att måttet tas från väggens dagöppning vid hängningssidan med tillägg på 250 mm.

Kontroll av tillgänglighet skall utföras aktivt av projektören. Felaktigheter dokumenteras genom markeringar i planvy och 3D, och i en kontrollista i Excelformat, se exempel i Appendix 2. Den grafiska redovisningen kan också sparas ner i IFC format.

Kontrollsteg

Ett första steg i användning av applikationen är att analysera modellens kvalitet, om den kan användas som underlag för utvärderingen. Rumszoner måste vara definierade där analysen skall göras.

Analysen bör därefter utföras i olika steg med början i krav på friyta för vändning av rullstol, därefter kontrolleras dörrar K9 och K10, och till slut friyta vid dörrar. Möjlighet finns att skriva ut en rapport, samt att testa alternativa mått, se Fig 5.



Figur 5. Olika steg vid kontroll.

Kontroll av tillgänglighet i byggprocessen

Ett cad-verktyg som möjliggör analys av tillgänglighet kan användas när projektören önskar det. I byggprocessen är det ett antal tillfällen då tillgängligheten måste prövas. Det gäller vid *programskrivning, bygglovsansökan, upphandling, detaljprojektering* och vid alla förändringar under projektets gång.

Redan vid första skissningen skall preciseras dörrmått, friyta kring dörrar, både för manövrering av själva rullstolen men också för att komma åt reglage till t ex dörröppnare, passagemått, trapputformning med plats för förlängda ledstänger, brandcellsindelning med plats för personer i rullstol att invänta räddningstjänsten osv.

I nya Plan- och bygglagen ställs krav att tillgänglighet och användbarhet för personer med funktionsnedsättningar skall vara tillgodosedda för beviljande av bygglov.

Praktisk tillämpning

Verktygets syfte är att fungera som stöd för vissa centrala och kvantitativt omfattande uppgifter i samband med kontroll av tillgänglighet. Friyta för vändning med rullstol hör till dessa. Kontrollerna avser sväng 180° för manuell respektive eldriven rullstol klass B. Kontrollen utförs med eller utan inredning och görs generellt i alla utrymmen. Andra kontroller avser dörrbredder samt friyta vid dörr med och utan inredning. Plats för öppningsautomatik kontrolleras ej men ryms oftast inom de stipulerade friytorna.

Det är granskarens uppgift att veta var krav på tillgänglighet skall gälla. Röda markeringar behöver således inte uppfattas som att myndighetskrav på tillgänglighet inte uppfylls.

Pilottester

Prototyperna har testats av projektörer som redovisat sina kommentarer i en enkät och i egna kommentarer. Utformningen av enkäten ses i Appendix 3.

Exempel på test av add-on för Archicad redovisas i Appendix 4 och 5.

Diskussion

Nytta och användning

PBL stadgar att krav på tillgänglighet skall vara uppfyllda för att bygglov skall beviljas. Byggherrarna måste därför ställa krav på att analys av tillgänglighet har gjorts. Projektörerna skall kunna verifiera att kontrollen gjorts, t.ex. genom sakkunnigintyg. Det finns checklistor på vad som skall kontrolleras, bl.a. hos Handisam och Akademiska Hus.

Det verktyg som utvecklats i projektet kan avsevärt underlätta arbetet för den som granskar. Kontroll av friytor i utrymmen och vid dörrar samt passagemått vid dörrar och inredning görs med en knapptryckning och resultatet kan ses direkt på skärmen. Resultatet dokumenteras också i förteckningar som kan sparas ner i Excelformat. Ett intressant test vore att jämföra tidsåtgång vid granskning av ett byggprojekt med och utan hjälp av tillgänglighetsverktyget. Det är sannolikt att arbetstiden skulle avsevärt förkortas. Samtidigt är det viktigt att inse att verktyget inte klarar allt utan är ett stöd i en granskning som måste göras av en kunnig person.

I princip är det möjligt att kontrollera också installationer, radiatorer, fönsterbänkar, möbler mm. Denna typ av kontroll kräver att modellen byggs av objekt med egenskaper, det räcker inte att bara kontrollera 3D-objekt som i NavisWorks eller Solibri Model Checker. Mycket information finns på annat sätt än som cad-objekt, t.ex. i beskrivningstexter som också behöver granskas.

Den finska programvaran Solibri Model Checker möjliggör analys av olika rumsliga egenskaper i en byggnadsmodell, bl.a. egenskaper för tillgänglighet med rullstol. Ett test av programmet med tillämpning av danska regler har gjorts av Dehlbæk (2011). Analys med Solibri kräver att modellen finns i IFC-format.

Dehlbæk har också prövat en tidig version av applikationen som utvecklats i detta projekt. Hon framhåller att möjligheten att utföra testet inom den CAD-applikation som används för modelleringen är en klar fördel. Detta påpekas även av Eastman m.fl. i deras BIM-Handbook (2011) som förutsäger att utveckling av analysverktyg i form av tilläggsprogram till befintliga CAD-program kommer att bli ett framtida utvecklingsområde.

I den meningen är den här utvecklade programvaran för analys av tillgänglighet ett pionjärarbete.

Utvecklingsområden

Tillämpningen av BIM i byggprojekt är fortfarande i sin linda men förväntas växa till att omfatta mer information om både byggnadsverk, systemdelar och byggdelar. I takt med att informationsmängden ökar i modellen ökar också möjligheterna att utföra mer kvalificerade kontroller och analyser. Man kan förvänta sig ett stegvis ökat intresse att utföra mer kvalificerade kontroller i takt med att relevant information finns tillgänglig i CAD-modeller, andra system, på Internet mm.

Framtida utvecklingsmöjligheter för de här utvecklade applikationerna för analys av tillgänglighet är att skapa webb-kopplingar till förklarande och fördjupande texter i dokument som Bygg Ikapp och Handisams datablad.

Omfattningen av applikationerna kan utökas till att gälla även offentlig miljö, vård och äldreboende. Höjdmått kan vara relevanta att kontrollera i vissa fall. Applikationen bör kunna användas för att ställa samman en tillgänglighetsdeklaration.

Exempel på tillämpningsområden för en utvecklad applikation är analys av:

1. Ramper och nivåskillnader, inomhus och utomhus
2. Hygienutrymmen, offentliga och i bostäder
3. Äldreboenden med personal och möblering
4. Sjukhus med personal och möblering
5. Kök – funktionsytor med möblering
6. Andra utrymmen – både i bostäder och i offentlig miljö - med möblering (t ex oregelbundna rumsformer)

Litteratur

Eastman C., Teicholz P, Sacks R and Liston K. (2011). *BIM-Handbook*. John Wiley & Sons.
Ekholm A. (2012). "Add-ons for accessibility control in object oriented design software."
To be published in *Proceedings from the ECPPM Conference, 2012 Reykjavik, Iceland*.

- Ekholm A. (2001). "Activity objects in CAD programs for building design". In: de Vries B. (ed.) *Proceedings from the CAAD Futures conference at TU/e in Eindhoven, July 8-11, 2001*.
- Dehlbæk T. (2011). Anvendelse af digital tilgængelighedsanalyse. Bachelorprojekt. DTU Byg.
- SIS (2006). *Byggnadsutformning –Bostäder – Invändiga mått. Svensk standard SS 91 42 21:2006*. SIS, Swedish Standards Institute.
- Svensson, E. (2008). *Bygg Ikapp*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

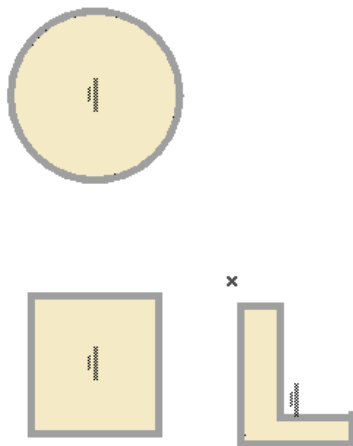
Appendix 1 Scenarier

Problembild

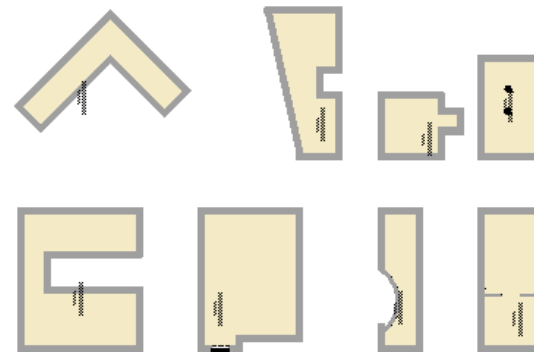
Utifrån diskussioner har det framkommit att den svåraste analysen är att utifrån rullstolsobjektet analysera tillgängligheten i utpekad zon. Problemet är att cad-programmen inte har inbyggda funktioner att validera detta, det som däremot går är att se vilka objekt som tillhör zonen. För att lösa detta har vi gjort en förenkling av verkligheten vilket kan medföra vissa begränsningar vid specialsituationer.

Typexempel på utrymmens komplexitet:

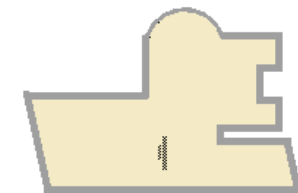
Enkla fall



Testfall

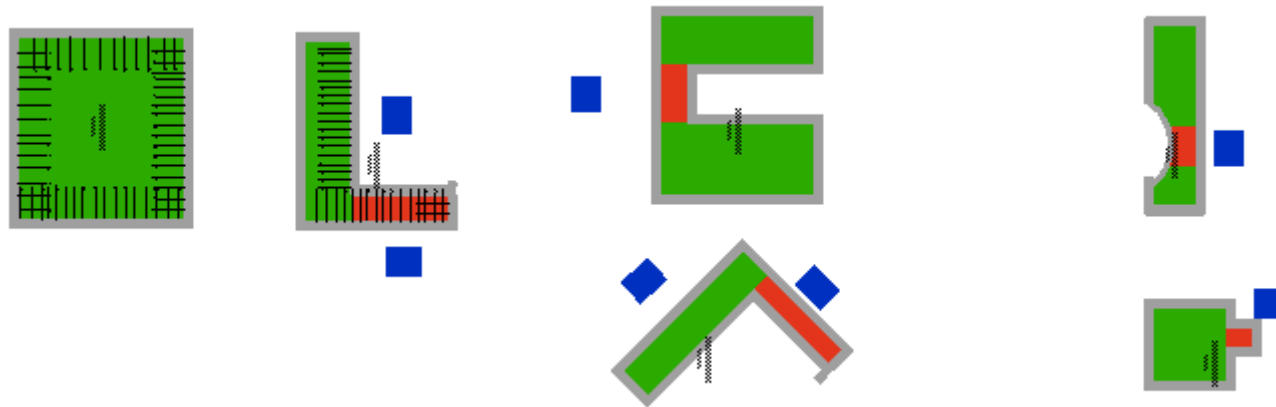


Komplext



Lösningförslag

Genom att följa utrymmets kanter och kontrollera i ett antal punkter om utrymmet sträcker sig en sträcka (t.ex.: 1,3 m) vinkelrätt in i zonen så för vi svar om tillgänglighet ges i den punkten. Detta förfarande utförs runt alla zoner och efter uträkning visualiseras med färger godkända samt icke godkända delar av utrymmet. Detta innebär att vi gör en analys av utrymmet och visar vilka delar som är godkända dvs. vi ritar inte in en tilltänkt bana för objektet och testar utifrån den.



Prototyper

För att steg för steg prova systemet kommer ett antal prototyper att utvecklas.

Prototyp 1

Syfte: Att verifiera metoden att validera om utrymmet är godkänt för rörelseobjektet.

Parametrar: Begränsningsvärde 1300 mm default, dvs. rörelseobjektets utbredning i färdriktning.

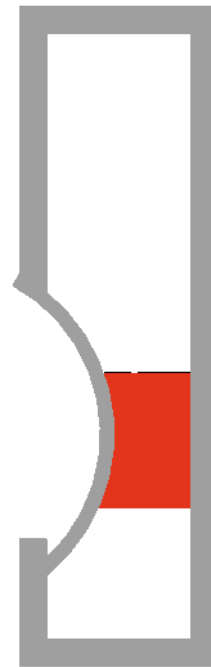
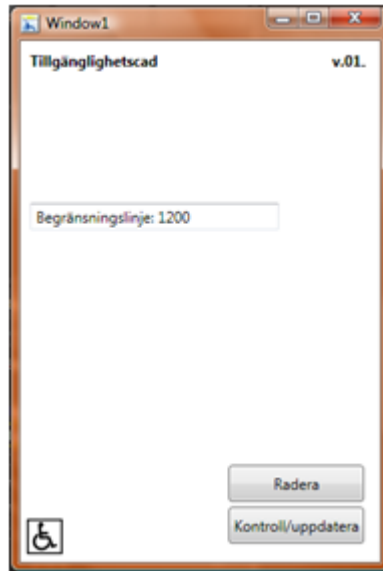
Begränsningar: Ett våningsplan, alla inritade zoner kontrolleras.

Funktioner: Justera begränsningsvärdet, Starta kontrollen, Systemet markerar med en röd zon (zonnamn: Ej tillgänglig yta) där kraven inte uppfylles, Radera markering.

Starta applikation: Applikationen ligger i rekommenderad meny av utvecklare med namnet "Tillgänglighetscad". När valet görs öppnas ett fönster likt nedanstående GUI, Grafiskt användargränssnitt.

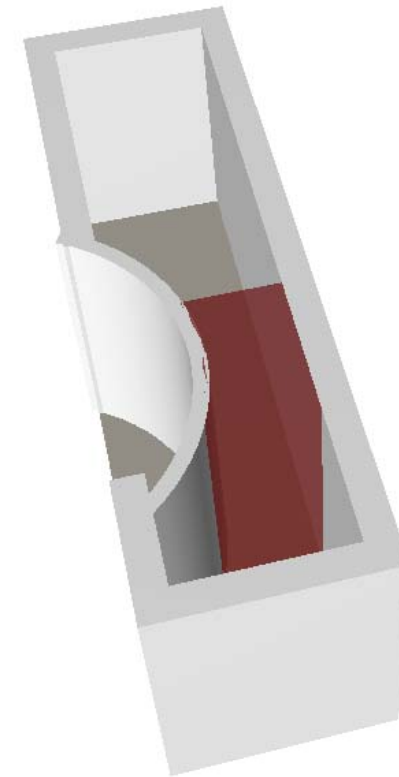
GUI: Exempel nedan

GUI Exempel resultat:



Ej tillgänglig yta

Utseende i planvy



Utseende i 3D vy

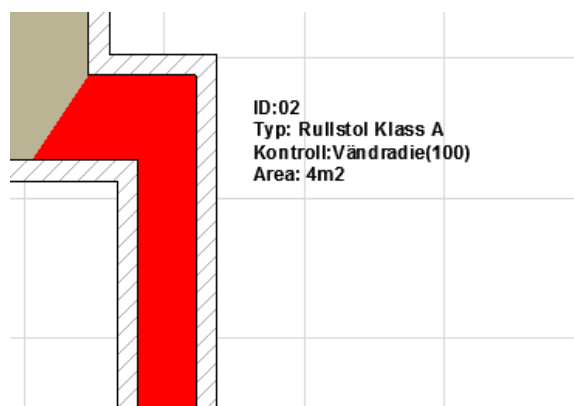
Prototyp 2

Utökad funktionalitet :

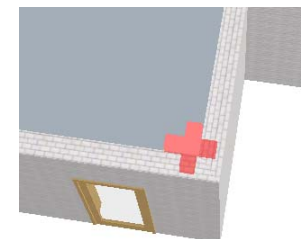
1. Val av utrustning
 - a. Rullstol Manuell
 - b. Rullstol El Klass B
 - c. Rullstol Klass C
2. 2D/3D objekt som visar i modellen var problemet är, olika färger samt namnet på kontrollen
3. Val av kontroll utifrån lista
 - a. Kontroller för Rullstol Manuell på ytor i modellen
 - i. Vänddiameter (1300 mm)
 - b. Dörrar K9, K10,
 - i. Kontrollerar dörrar utifrån uträkning av passagemått enligt spec. Alla dörrar som inte uppfyller K9 får röd markering samt alla som uppfyller K9 får grön och K10 får blå markering
 - ii. Kontroll av fria ytor, markering där villkoren enligt spec. inte uppfylls
4. Samtliga ej tillgängliga typer listas som ett resultat
5. Markering av en eller flera rader i listan
6. Markera och visa vart på planritningen anmärkningen är
7. Radera markerad
8. Radera alla



Markering på plan:



1. Zon objektet har en egen markering med text och ID nummer samt yta



2. Öppningar som kontrollerar modulmått

Datafil

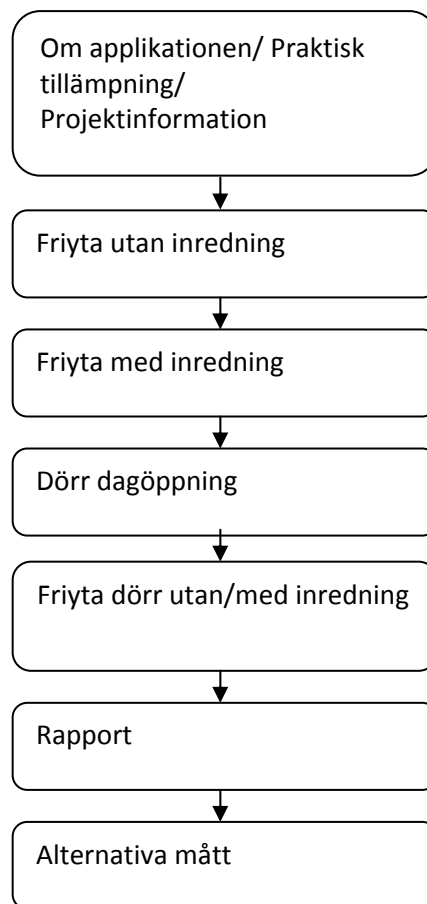
En Excel fil (tab txt) som definierar dynamiskt alla objekt som finns som val i GUI. Nödvändiga attribut beskrivs.

Version	20090420					
utrustning	typ	namn	bredd	höjd	mått1	mått2
Rullstol Klass A	objekt	Dörrr 9M	910		650	1500
Rullstol Klass A	objekt	Dörr 10M	1010		650	1500
Rullstol Klass A	objekt	Brytare	800	700		
Rullstol Klass A	yta	Vändradie 1300	1300			
Rullstol Klass A	yta	Vändradie 1000	1000			
Rullstol Klass A	yta	Sväng i rum 1200	1200			
Rullstol Klass A	yta	Möte två rullstolar 1600	1600			
Rullstol Klass A	yta	Möte gående 1400	1400			
Rullstol Klass B						
Rullstol klass C						

Prototyp 3

- a. Fria ytor framför dörrar (del 2)
- b. Wizard, process för kontroller dvs. vilken ordning
- c. Ikoner som gör gränssnittet lättare att förstå, både val dvs. menyer och i resultat listan
- d. GUI generellt utseende
- e. Rullstolsobjekt med person
- f. Ramper.

Appendix 2 Hjälptext



Om applikationen Tillgänglighet

Applikationen Tillgänglighet möjliggör analys av tillgänglighet avseende rumsliga krav enligt Svensk Standard SS 91 42 21:2006, bl.a. vändradie för rullstol i byggnader, dörrmått K9 och K10, samt friyta vid dörrar K9 och K10. Verktøjets syfte är att stödja både projektörer och tillgänglighetsexperter vid analys och utvärdering av egenskaper för tillgänglighet i en byggnadsmodell. Applikationen finns även för analys enligt danska Bygningsreglementet 2010 kvalitetsnivå B och C, se:

(http://anvisninger.dk/Publikationer/Sider/Anvisning_om_Bygningsreglement_2010.aspx, avsnitt 3.2 Adgangsforhold / Tilgængelighed).

Praktisk tillämpning

Verktøjets syfte är att fungera som stöd för vissa centrala och kvantitativt omfattande uppgifter i samband med kontroll av tillgänglighet. Friyta för vändning med rullstol hör till dessa. Kontrollerna avser sväng 180° för manuell respektive eldriven rullstol klass B. Kontrollen utförs med eller utan inredning och görs generellt i alla utrymmen. Andra kontroller avser dörrbredder samt friyta vid dörr med och utan inredning. Plats för öppningsautomatik kontrolleras ej men ryms oftast inom de stipulerade friytorna.

Det är granskarens uppgift att veta var krav på tillgänglighet skall gälla. Röda markeringar behöver således inte uppfattas som att myndighetskrav på tillgänglighet inte uppfylls.

Projektinformation

Aktivera fliken "Info" och fyll i fälten för projektinformation, informationen används vid rapporter. Aktuell version på verktøjtet visas uppe till höger i fönstret (v.2.05)

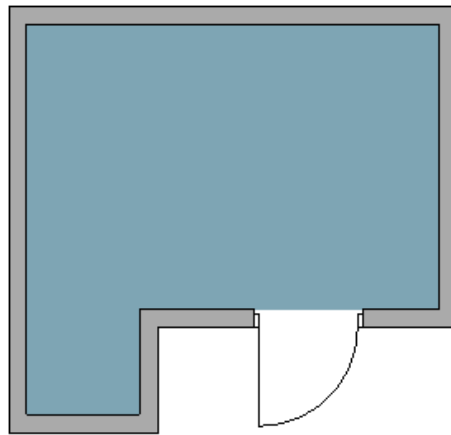


Tillgänglighet v. 2.05	
Projektname:	Kv Svanen
Projekt nr:	101
Datum:	20100501
Ansvarig person:	Jesper Bremme

Figur 1. Gränssnitt för kontroller.

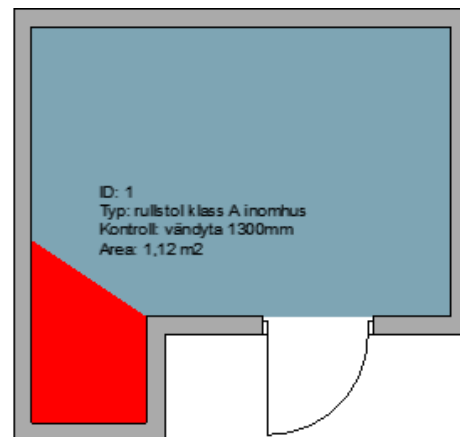
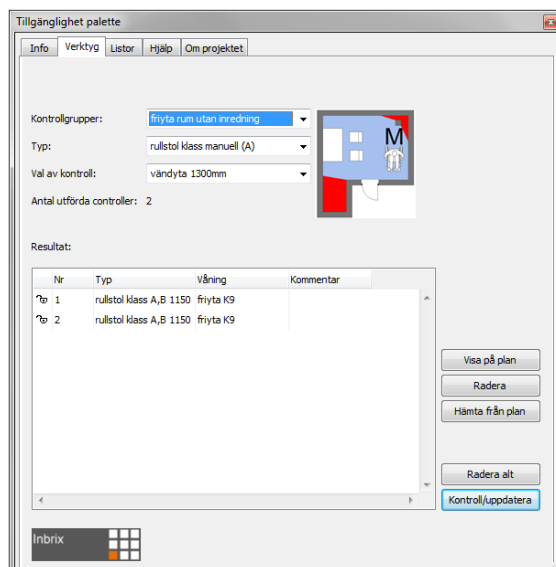
Friyta rum utan inredning

Rita en byggnad med väggar och dörrar/fönster samt zoner i utrymmen.



Figur 2. Planvy utan inredning.

Öppna paletten för Tillgänglighet och välj fliken "Verktyg", sätt inställningar – kontrollgrupper till "Friyta rum utan inredning" och typ till Rullstol Manuell eller Rullstol El klass B. Val av kontroll anger diameter på vändyta för respektive rullstol. Aktivera sedan kontrollen genom "Kontroll/uppdatera" och en röd yta visas om det finns ej tillgängliga ytor i modellen.

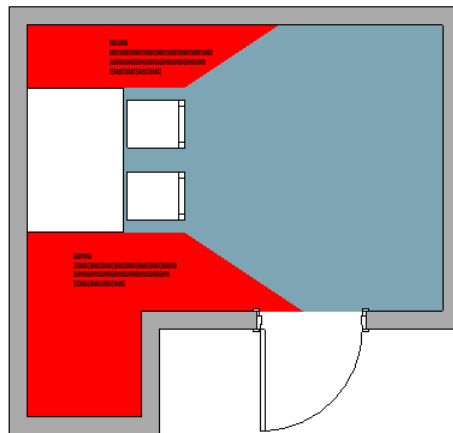


Figur 3. Gränssnitt för val av kontroll, samt resultat vid kontroll av friyta.

Kontrollerna listas och kan markeras samt visas på planritningen genom "Visa på plan". Det går också bra att markera ej tillgänglig yta på planritningen och aktivera "Hämta från plan" för att få den visad i listan. Genom "Radera allt" försvinner alla resultat från listan. I kommentarer kan respektive kontroll kommenteras genom att text matas in. Respektive kontroll kan också låsas vilket gör att den inte försvinner vid "Radera allt".

Friyta rum med inredning

Utöka modellen med inredning.

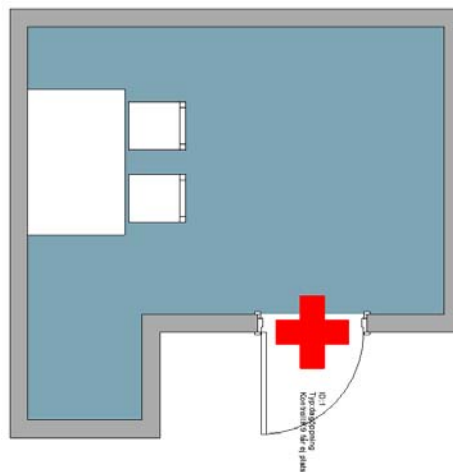


Figur 4. Planvy vid kontroll av friyta med inredning.

Öppna paletten för Tillgänglighet och välj fliken "Verktyg" och sätt inställningar – kontrollgrupper till "Friyta rum med inredning" och typ till Rullstol Manuell eller Rullstol El klass B. Aktivera sedan kontrollen genom "Kontroll/uppdatera" och en röd yta visas om det finns ej tillgängliga ytor i modellen.

Dörr dagöppning

Kontrollen av dörrar utförs på håltagningen i väggen dvs. dagöppningen.



Figur 5. Kontroll av dörr.

Öppna paletten för Tillgänglighet och välj fliken "Verktyg" och sätt inställningar kontrollgrupp till "dörr". Aktivera sedan kontrollen genom "Kontroll/uppdatera" och kryss placeras i dörröppningar i olika färger som avser:

- Rött, utrymme för K9 finns ej dvs. breddmått < 910
- Grönt, utrymme godkänt för K9 dvs. breddmått $\geq 910 < 1010$
- Blått, utrymme godkänt för K10 dvs. breddmått ≥ 1010

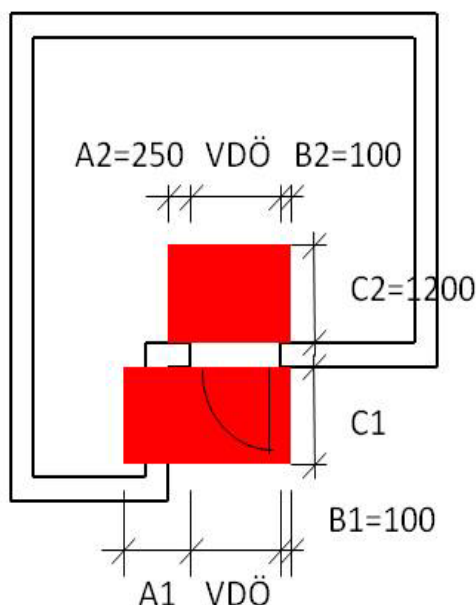
Friyta dörr utan/med inredning

Öppna paletten för Tillgänglighet och välj fliken "Verktyg" och sätt inställningar kontrollgrupp till "friyta dörr utan inredning" alternativt "friyta dörr med inredning" och välj kontroll av K9 eller K10. Aktivera sedan kontrollen genom "Kontroll/uppdatera".

Kontroll av friyta vid dörr sker genom att kontrollera definierad yta på respektive sida om dörren avseende konflikter med andra objekt. Vid krock visas normen för den fria ytan enligt nedan.

Kontrollen kan göras dels för enskilda kombinationsmått, dels för alla mått samtidigt som markerar ifall ingen av måttkombinationerna är hinderfri. Kontroller finns för rullstol EI klass B och Manuell rullstol (måttuppgifter inom parentes) enligt följande, se även Fig. 6.:

Friyta_300	A1=300	C1=2000 (1800)
Friyta_550	A1=550	C1=1700 (1600)
Friyta_700	A1=700	C1=1500 (1400)
Friyta_1150	A1=1150	C1=1200 (1200)
Friyta_alla_mått		



A1= fri bredd vid öppningssida
B1= fri bredd vid dörrblad öppningssida
C1= fritt djup vid öppningssida
A2= fri bredd vid insida
B2= fri bredd vid dörrblad
C2= fritt djup vid insida
VDÖ= väggdagöppning

Figur 6. Mått vid kontroll av friyta vid dörr.

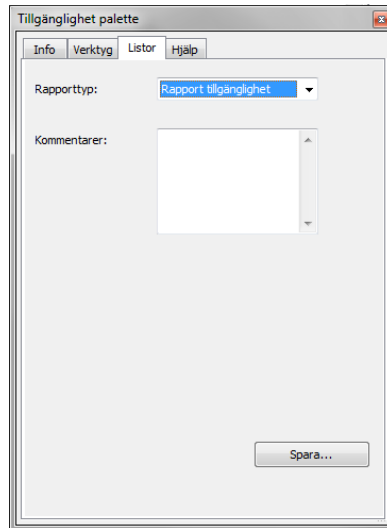
För alla gäller att $A2 = 250$, $B2 = 100$, samt att $C2 = 1200$. $A1$ är lika för kontroll av K9 och K10. $B1=100$. $C1$ följer kravet i SS 91 42 21 för entrédörr och innerdörr (mått inom parentes). Det som skiljer mellan kontroll av K9 och K10 är väggdagöppning (VDÖ) K9 = 910, och K10 = 1010.

Friyta på entrésidan, dörren öppnas mot besökaren, beräknas utan hänsyn till de särskilda krav som föreligger vid trappa/ramp.

Friyta på motsatt sida av entrésidan, dörren öppnas från besökaren, skall vara 1200 x 1360 (K10) alt. 1200x1260 (K9). Detta baseras på att måttet tas från väggens dagöppning vid hängningssidan med tillägg på 250 mm.

Rapporter

Resultatet av kontrollerna i listan kan exporteras som Excelfil för vidare bearbetning.



Figur 7. Gränssnitt för rapport till Excel.

Öppna paletten för Tillgänglighet och välj fliken "Listor" och skriv in eventuella kommentarer samt aktivera "spara" då Excel öppnas med listan.

Alternativa mått

Bifogad textfil kan öppnas i Excel och andra mått kan anges. Spara med samma filnamn som originalet dvs. accesstypes.txt och glöm inte att ta en kopia på tidigare fil. Stäng addon-fönstret i ArchiCAD och starta det igen och de nya typerna finns i listan som val.

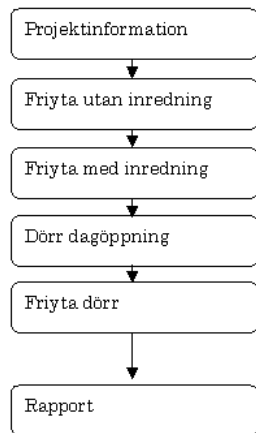
Appendix 3 Enkät Tillgänglighets CAD – test av prototyp

Detta är en prototyp för ett program som en grupp forskare och programmerare håller på att utveckla inom ramen för forskningsprojektet "Tillgänglighet och CAD-verktyg". Målsättningen är att göra ett program som kan användas av projektörer i olika skeden av en projekteringsprocess för att kontrollera om projektets utformning överensstämmer med de olika föreskrifter och rekommendationer som finns för tillgänglighet. För närvarande finns bara denna prototyp med applikation på bostadsprojekt men avsikten är att även andra typer av byggnader/verksamheter skall kunna granskas på motsvarande sätt.

I nuvarande form kan programmet användas för att kontrollera utrymmen med avseende på vänddiameter för rullstolar i en byggnad, byggnadens dörrbredder, friytor vid dörrar, samt passagemått med och utan inredning. Det finns möjlighet att välja olika typer av rullstolar (klass A=manuell eller liten eldriven rullstol för inomhusbruk, klass B= eldriven rullstol för begränsad utomhusanvändning). Efter varje kontroll kan en rapport skrivas ut där samtliga avvikelser från regelverket och genomförda korrigeringar registreras.

Vi skulle vilja be dig att testa programprototypen på ett bostadsprojekt gärna i ett tidigt skede av projekteringsprocessen. Följ hjälptexterna i programvaran under fliken "Hjälp". Notera om möjligt hur lång tid du behöver för de olika deluppgifterna. Besvara därefter den bifogade enkäten och skriv gärna egna kommentarer. Om utrymmet i enkäten inte räcker till kan du komplettera den med en egen bilaga. Skicka enkätsvar och evt. bilaga till Anders Ekholm, Projekteringsmetodik, LTH, e-postadress anders.ekholm@caad.lth.se. Bifoga om möjligt den cadfil som testats.

Arbetsgång



1. Studera hjälptexten genom att klicka på ett av områdena
2. Fyll i projektinformation
3. Välj kontrollgrupp och typ av kontroll
4. Välj vilken kontroll du vill utföra
5. Studera resultatet på din ritning och i kontrollistan
6. Justera eventuella fel och utför ny kontroll
7. Skapa en rapport om du vill förtydliga problemen, detta görs i Excel.

Om du har några frågor om programmets användning eller testet kan du kontakta Anders Ekholm telefon 046-2224163, e-post anders.ekholm@caad.lth.se.

Tack för hjälpen!

Enkät för test av Tillgänglighets CAD

Besvara enkäten genom att ta ställning till nedanstående påståenden. Komplettera med egna kommentarer och reflektioner. Siffror i fälten anger hur de svar som inkommit fördelat sig på antal för respektive kategori, 4 svar har inkommit.

	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Jag förstod intuitivt hur programmet skall användas					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Hjälptexten gav mig värdefull information					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Det finns programfunktioner som inte behövs					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Det finns kontroller som jag vill göra som inte finns i programmet					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Det tar för lång tid att göra de olika kontrollerna					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5

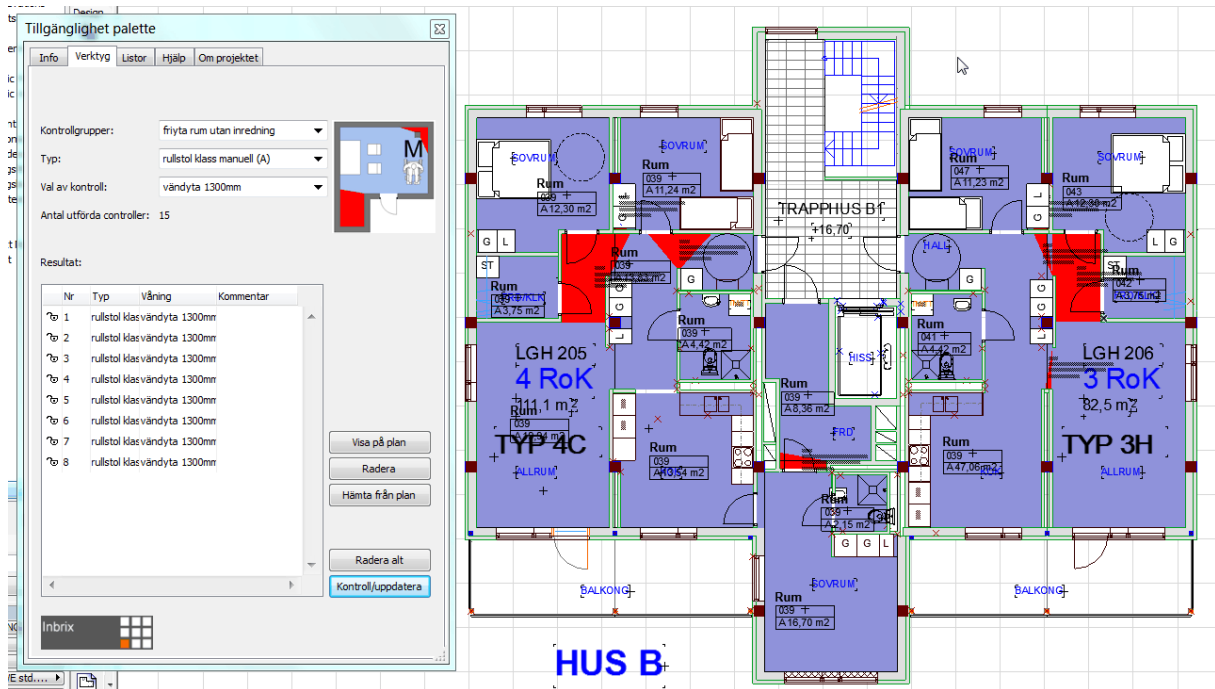
De kontroller som kan göras med programmet är relevanta					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Den här typen av kontrollprogram behövs inte					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Det är viktigt att byggnader görs tillgängliga för människor med funktionshinder					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Programmet är svårt att använda					
Kommentar:					
	instämmer inte alls				instämmer helt
	1	2	3	4	5
Programmet tar för lång tid att lära sig					
Kommentar:					

Övriga frågor

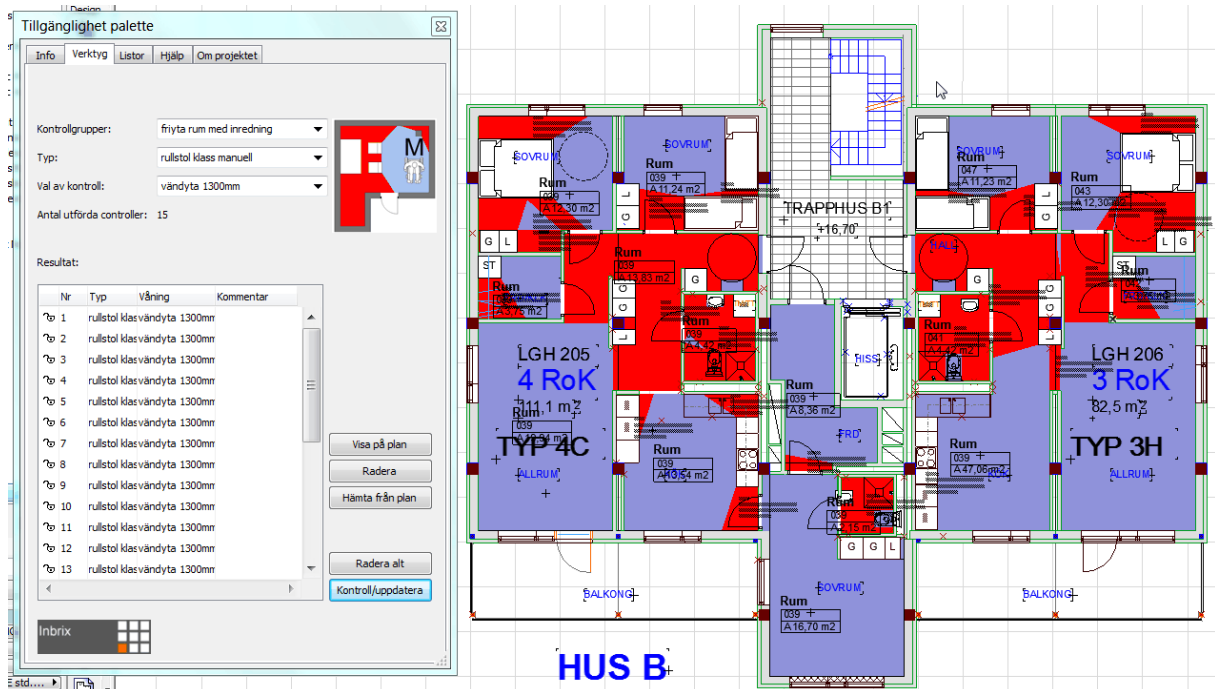
Var det någon uppgift som du tycker var speciellt svår att genomföra? Vilken?

Saknar du instruktioner? När det gäller vad i så fall?

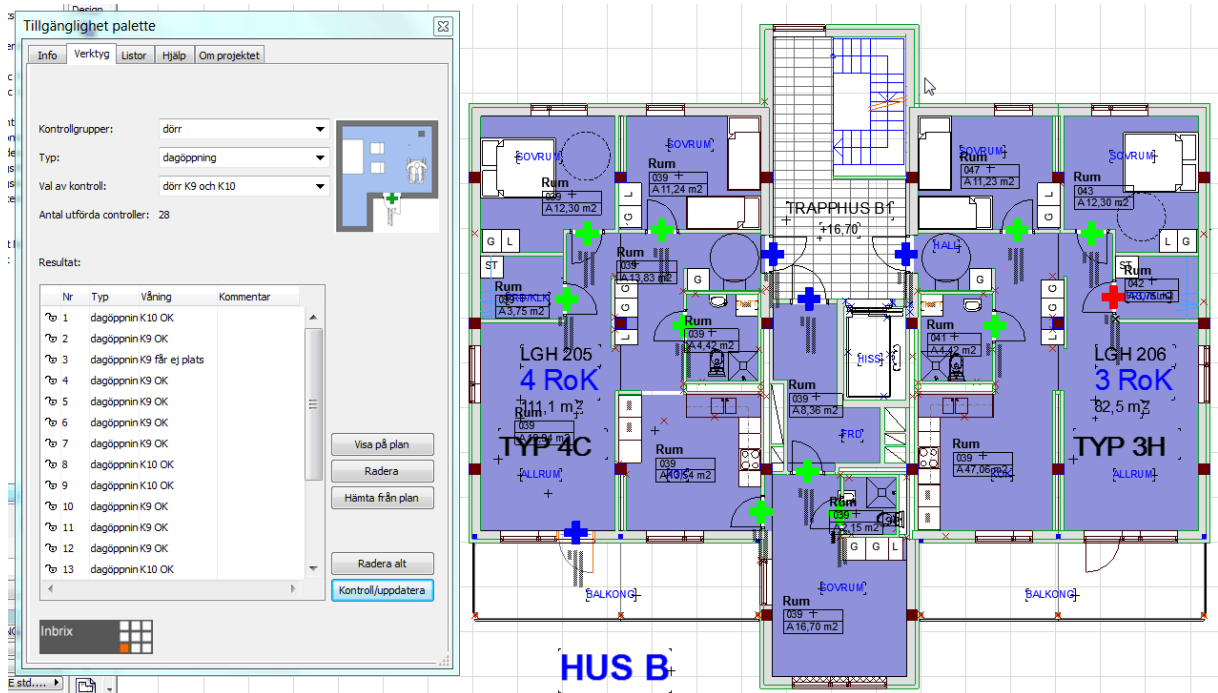
Appendix 4 Testexempel



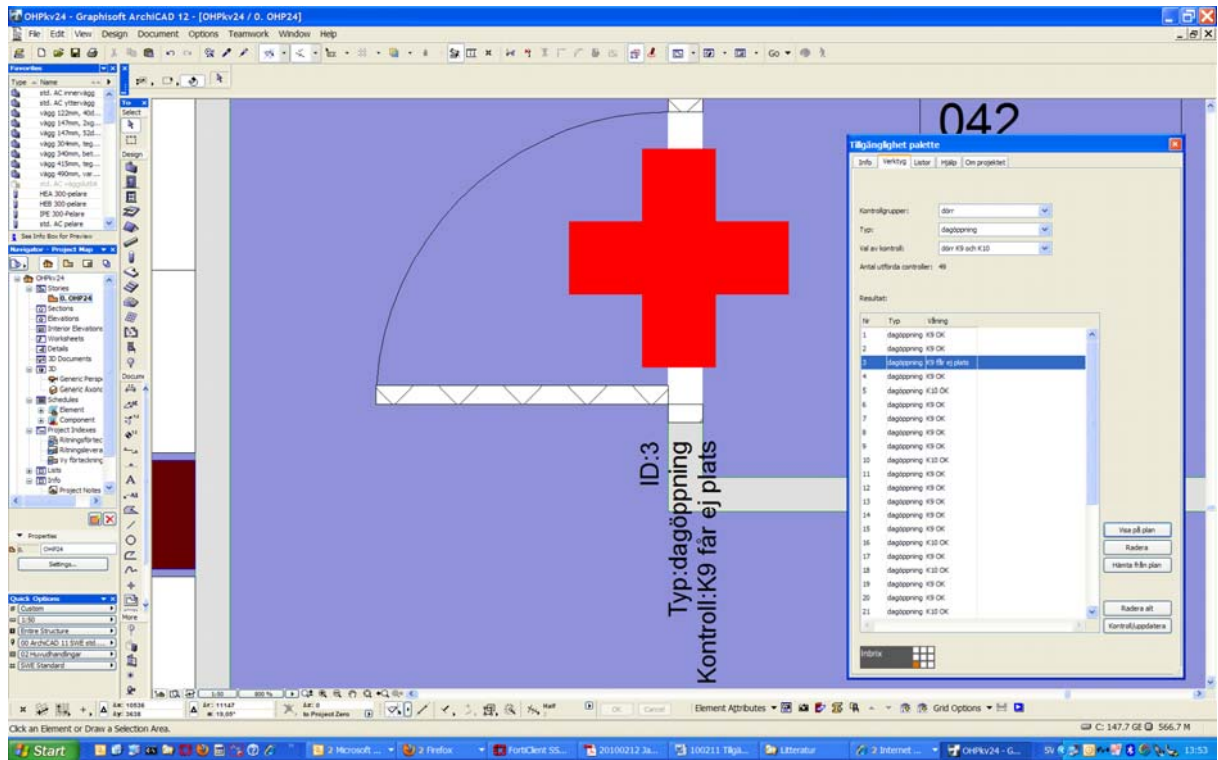
Figur 1. Test rullstol manuell, friyta rum utan inredning.



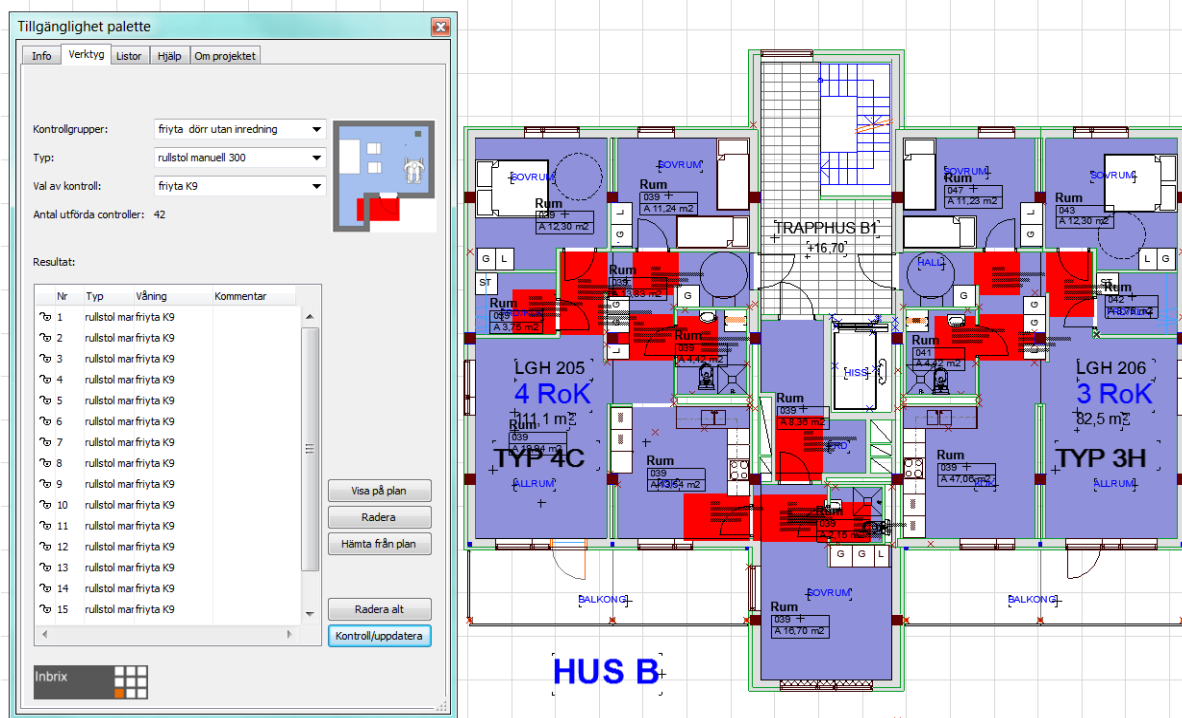
Figur 2. Test rullstol manuell, friyta rum med inredning.



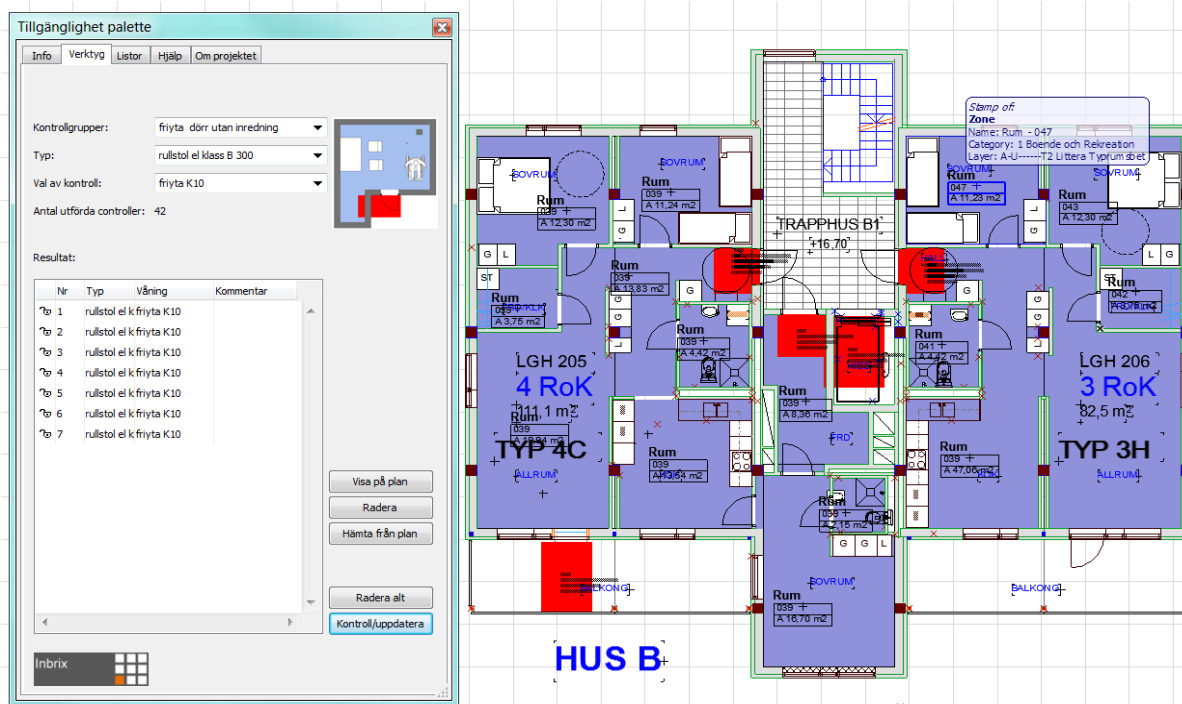
Figur 3. Test dagöppning dörrar K9 och K10.



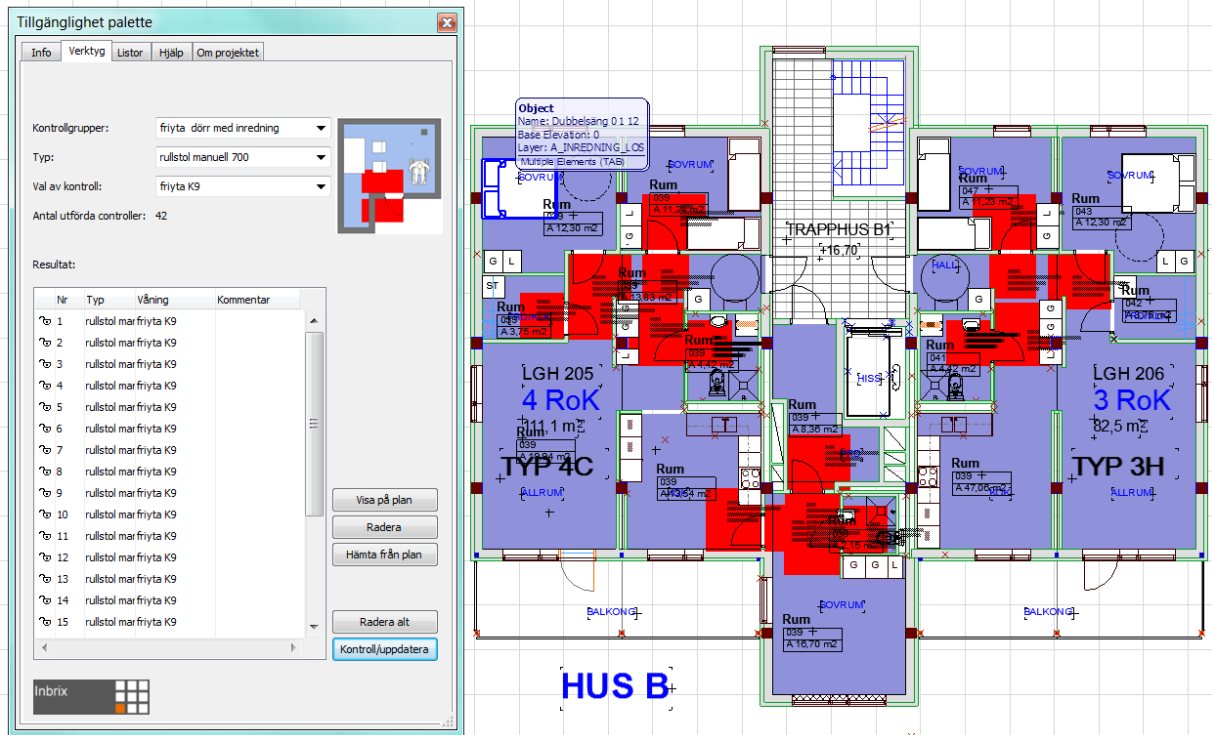
Figur 4. Test dagöppning dörrar K9 och K10, visa på plan.



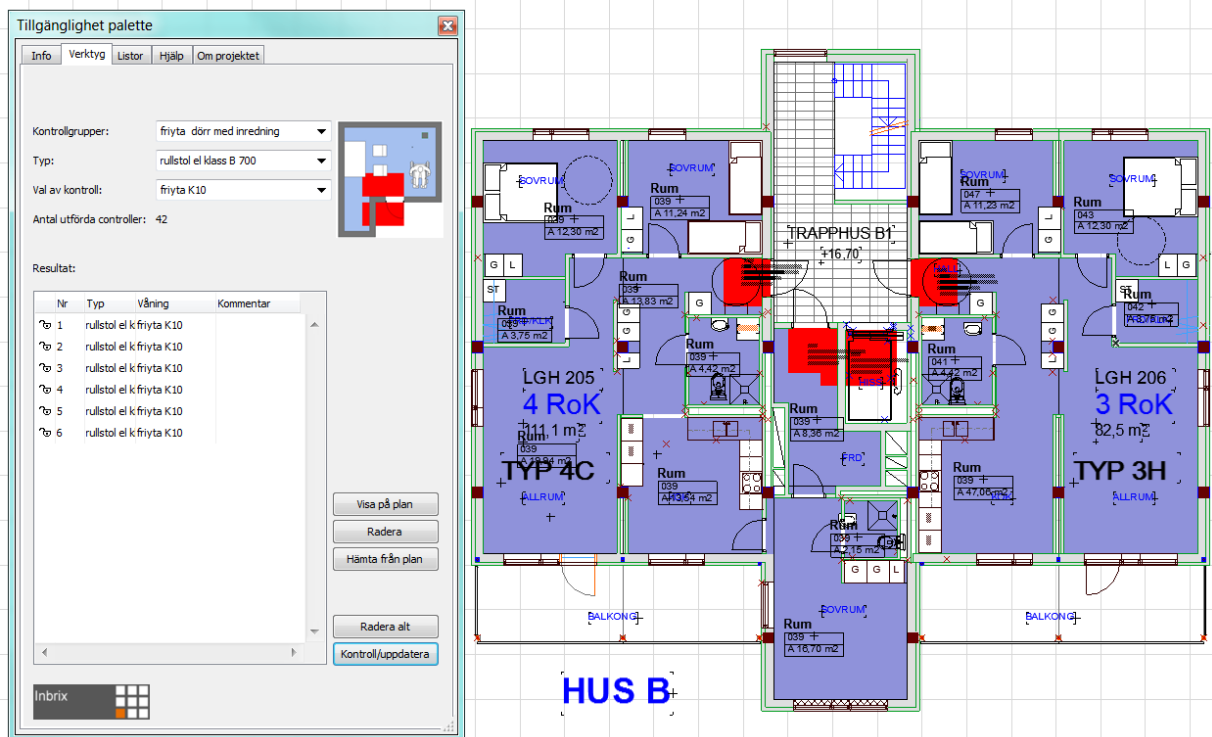
Figur 5. Test friyta vid dörr utan inredning K9, A=300, B=1800.



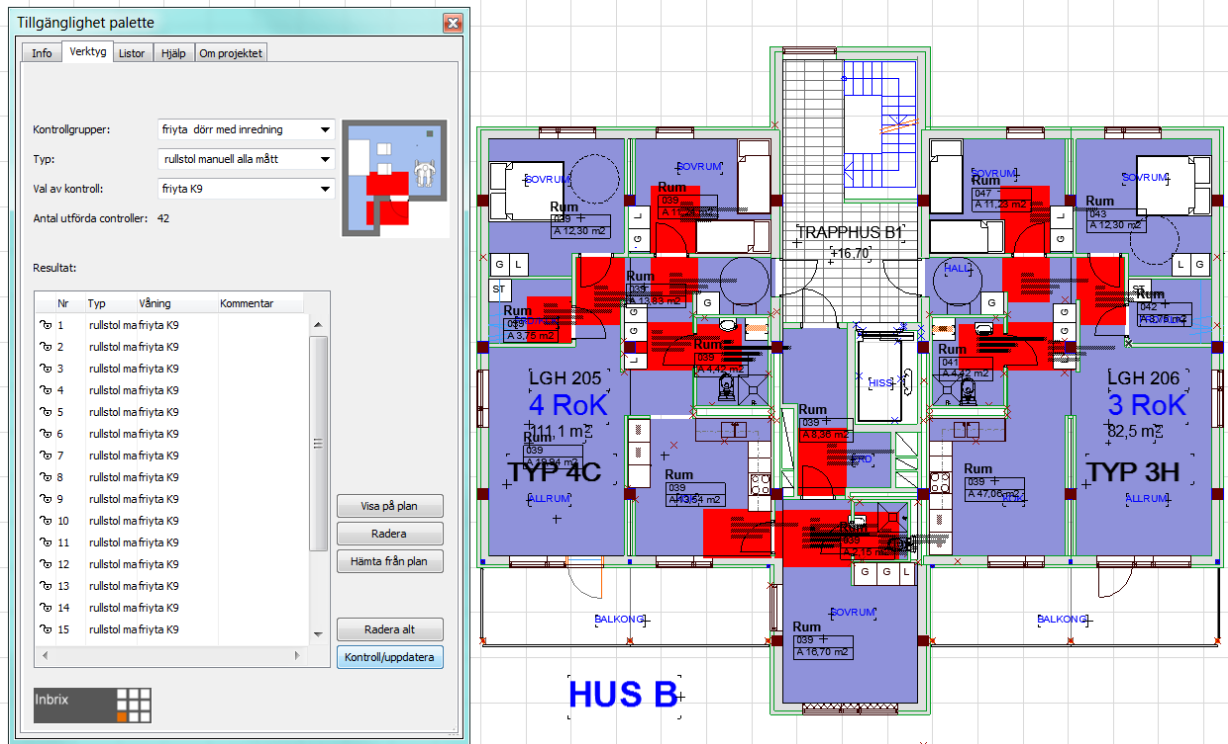
Figur 6. Test friyta vid dörr utan inredning K10 A=300, B=2000.



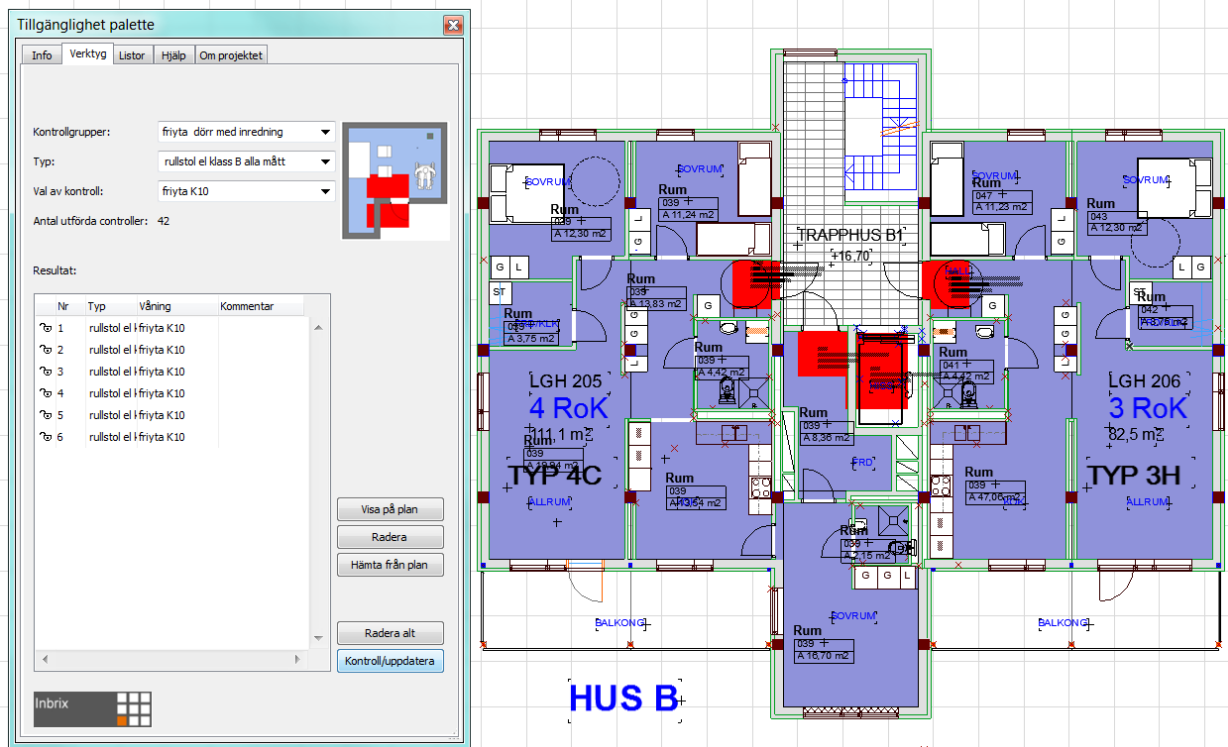
Figur 7. Test friyta vid dörr med inredning K9, A=700, B=1400.



Figur 8. Test friyta vid dörr med inredning K10, A=700, B=1500.



Figur 9. Test friyta vid dörr med inredning K9, alla mått.



Figur 10. Test friyta vid dörr med inredning K10, alla mått.

Tabell 1. Resultat av kontroll av dörrar som tabell

Projektnamn: ohp24
 Projektnr: 24
 Ansvarig: AE
 Datum: 20111112
 Kommentar:

Resultat			
Nr	Typ	Varning	Kommentar
1	dagöppning	K9 OK	
2	dagöppning	K9 OK	
3	dagöppning	K9 får ej plats	
4	dagöppning	K9 OK	
5	dagöppning	K10 OK	
6	dagöppning	K9 OK	
7	dagöppning	K9 OK	
8	dagöppning	K9 OK	
9	dagöppning	K9 OK	
10	dagöppning	K10 OK	
11	dagöppning	K9 OK	
12	dagöppning	K9 OK	
13	dagöppning	K9 OK	
14	dagöppning	K9 OK	
15	dagöppning	K9 OK	
16	dagöppning	K10 OK	
17	dagöppning	K9 OK	
18	dagöppning	K10 OK	
19	dagöppning	K9 OK	
20	dagöppning	K9 OK	
21	dagöppning	K10 OK	
22	dagöppning	K9 OK	
23	dagöppning	K9 OK	
24	dagöppning	K9 OK	
25	dagöppning	K9 OK	
26	dagöppning	K9 OK	
27	dagöppning	K10 OK	
28	dagöppning	K9 OK	
29	dagöppning	K9 OK	
30	dagöppning	K9 OK	
31	dagöppning	K9 OK	
32	dagöppning	K9 OK	
33	dagöppning	K9 OK	
34	dagöppning	K9 OK	

Appendix 5 Test med mått enligt danska krav

Lagar och vägledningar

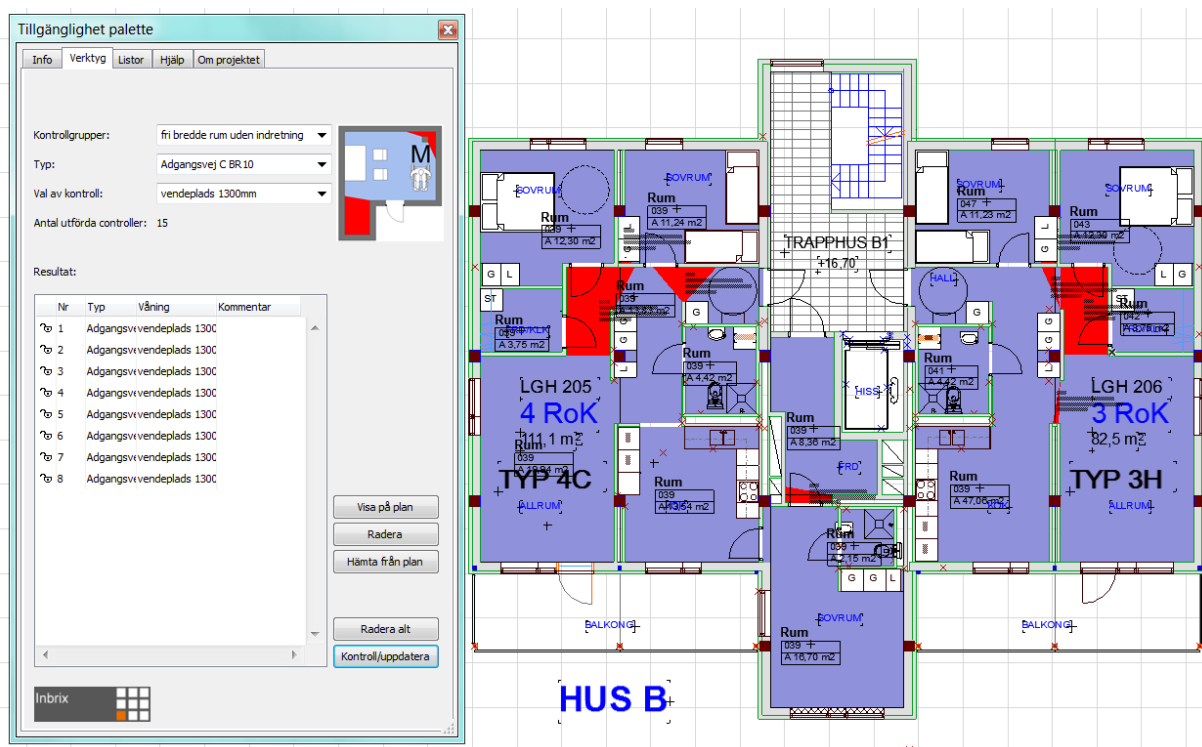
I Danmark regleras krav på tillgänglighet i Byggningsreglementet 2010

(http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_02/0/42). Tillämpningsanvisningen "SBI-anvisning 230" utges av Statens Byggeforskningsinstitut SBI

(http://anvisninger.dk/Publikationer/Sider/Anvisning_om_Byggningsreglement_2010.aspx#0c21ec185c2c480a0025794b005a9afa).

Kontroll av friyta i rum och passager

Entrétytor till bostäder skall enligt BR 2010 ha en minsta bredd om 1,3 m i kvalitetsnivå C och 1,5 m i kvalitetsnivå B. Inom bostaden ställs krav på 1,3 m bredd innanför entrén, och i bad/wc krävs plats för vänddiameter 1,5 m. Se exempel på test i Fig. 1. Andra mått är också möjliga att välja genom att ändra i textfilen accesstypes.txt.



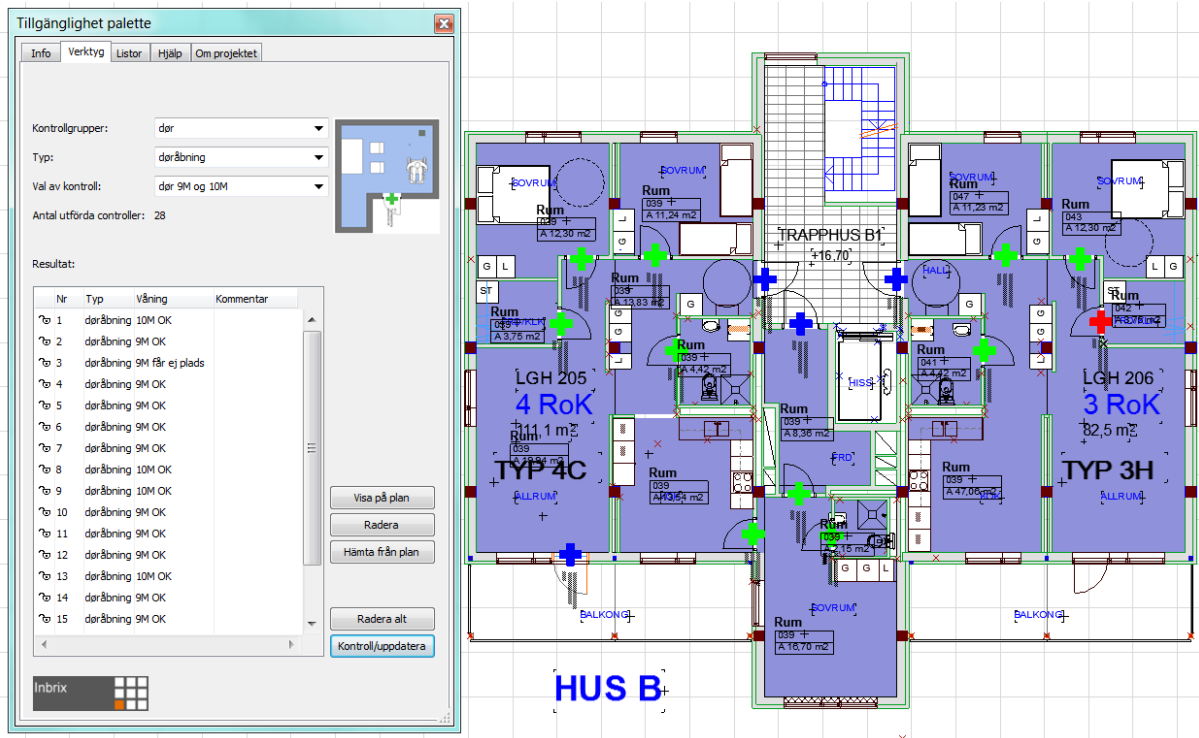
Figur 1. Test av adgangsvej uden indretning, 1,3 m vänddiameter.

Kontroll av dörrar

Entrédörrar skall uppfylla kravet på fri bredd på 0,77 m (dörrbredd 9M) mellan dörrblad öppnat 90° och karm. Detta motsvarar kvalitetsnivå C enligt BR 2010. Möjlighet att använda drivringarna i dörröppningen ges om den fria bredden är 0,87 m (dörrbredd 10M) vilket motsvarar kvalitetsnivå B i BR 2010.

Kontroll av dörrar sker genom uträkning av passagemått med utgångspunkt från öppning i vägg för placering av dörr. Alla dörrar som inte uppfyller utrymmeskrav för 9M (K9) får röd markering, alla

som uppfyller 9M men inte 10M (K10) får grön markering, och alla som uppfyller 10 M får blå markering, se Fig. 2.



Figur 2. Test av døre 9M och 10M.

Kontroll av friyta vid dörr

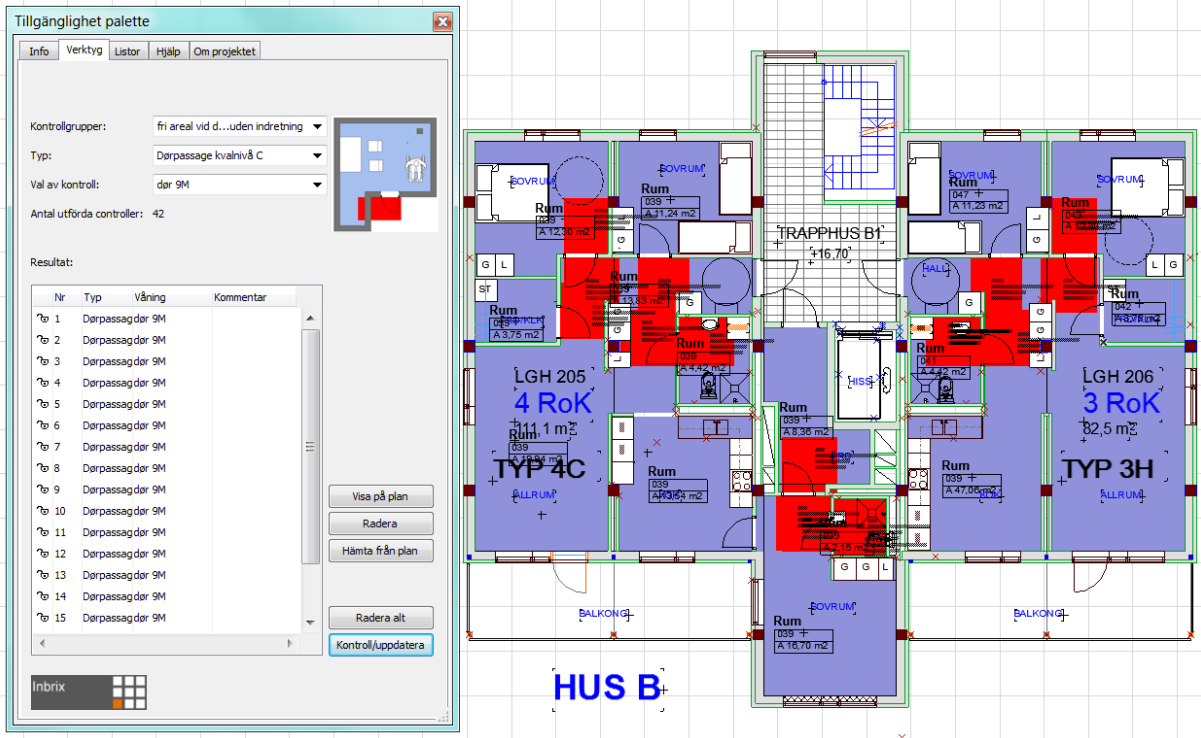
Kontroll av friyta vid dörr, både för manövrering av själva rullstolen men också för att komma åt reglage till t ex dörröppnare, sker genom att kontrollera definierad yta på respektive sida om dörren avseende konflikter med andra objekt. Vid krock visas en röd rektangel enligt normen för den fria ytan enligt Byggningsreglementet BR10

(http://www.ebst.dk/byggningsreglementet.dk/br10_02_id52/0/42).

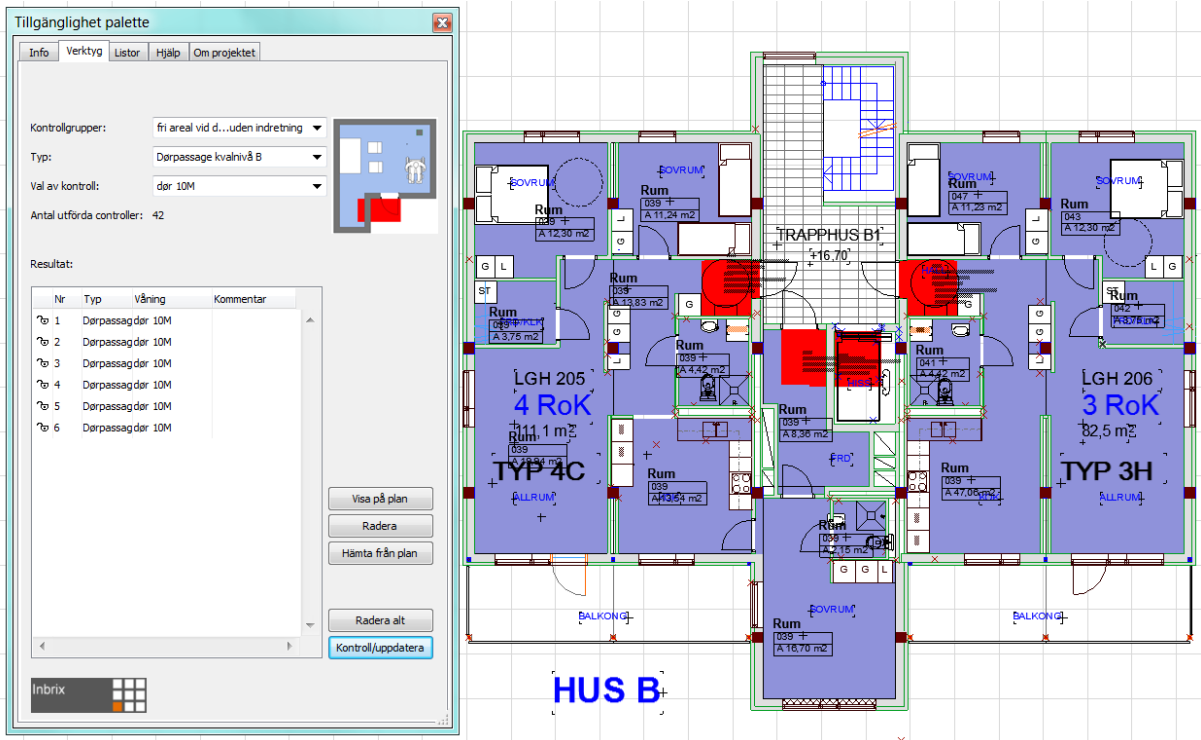
Friyta på entrésidan, dörren öppnas mot besökaren, skall enligt BR 2010 vara 1500 x 1700. Om dörren öppnas från besökaren skall friytan på entrésidan vara 1500x1500. Måttet tas från väggens dagöppning vid hängningssidan. Friyta på entrésidan, dörren öppnas mot besökaren, beräknas utan hänsyn till de särskilda krav som föreligger vid trappa/ramp. Friyta på motsatt sida av entrésidan, dörren öppnas från besökaren, skall vara 1500 x 1500. Måttet tas från väggens dagöppning vid hängningssidan.

Se exempel på test Fig. 3 och 4.

Kontroll av tillgänglighet skall utföras aktivt av projektören. Felaktigheter dokumenteras genom markeringar i planvy och 3D, och i en kontrollista i Excelformat.. Den grafiska redovisningen kan också sparas ner i IFC format.



Figur 3. Test fri areal ved dør 9M uden indretning.



Figur 4. Test fri areal ved dør 10M uden indretning.

