

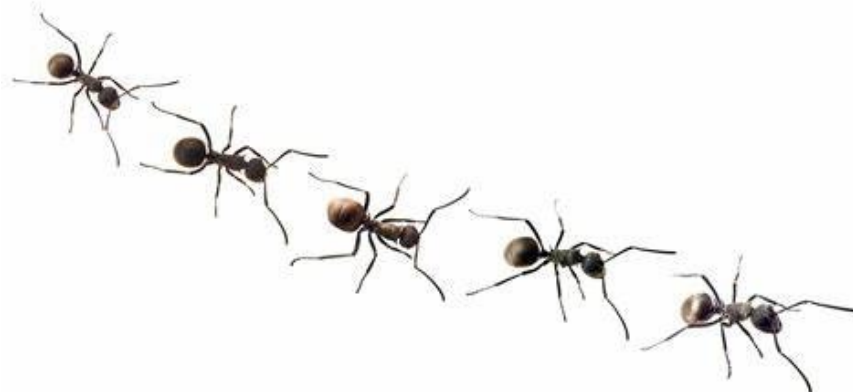
2022-12-01

BIP AI för VVS i tidiga skeden

SBUF projekt 14122 och 14020

Denna beskrivning består av

- Inledning, översikt
- Maskininläring ger en grund
- Analys för VVS-system
- Arkitektmodell
- Flera byggprojekt
- Utveckling
- Bilagor och hänvisningar
- Kontaktpersoner



**BIP AI för VVS
i tidiga skeden
- maskininläring,
rördragning**

**Exempel för:
Tappvatten
Tilluft**



A-MODELL GER VVS

Inledning, översikt

BIP AI spar tid för VVS-lösningar i byggnader

En arkitektmodell, A-modell, för en byggnad kan med BIP AI ge **mycket tidsbesparande lösningar för VVS** med hjälp av Artificiell Intelligens, AI, grundat på maskininlärning av erfarenheter från tidigare byggen.

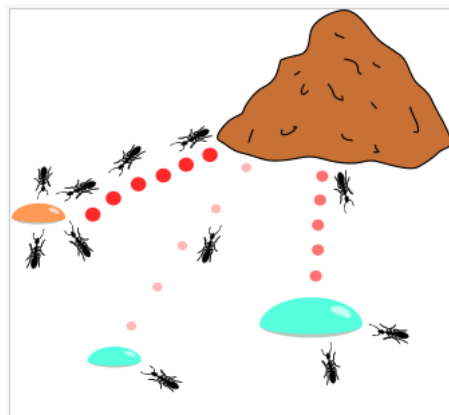
BIP AI har fritt tillgängliga algoritmer, beräknings sätt, ger bidrag till utformning av system för tappvatten och tilluft.

Vi har studerat arbete med utformning av byggnader i tidiga skeden för arkitekter och VVS-installationer.

Myror bidrar till röroptimering

Myrors beteende för att välja transportvägar till stacken har kartlagts av forskare, som skapat beräkningsmetoder för optimering av transportvägar. Detta ger en grund för optimala rördragningar mellan tappställen och schakt mm.

Mer information: https://en.wikipedia.org/wiki/Ant_colony_optimization_algorithms



BIP AI analyserar A-modell

BIP AI på www.bipkoder.se är en applikation med erfarenhetsdata som är gratis tillgänglig. A-modell utförd på lämpligt sätt läggs av användaren på bildskärmen, varpå en analys görs i användarens dator på relativt kort tid.

BIP, Building Information Properties är ett property set (egenskapsuppsättning) inom IFC, Industry Foundation Classes, en internationell standard som utvecklas och förvaltas av Building Smart <https://www.buildingsmart.org/>.

Resultat grundade på maskininlärning visas på bildskärmen:

Predikerade resultat baserad på maskininlärning från tidigare BIP-projekt



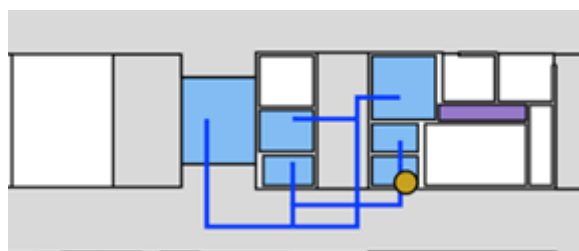
Visa resultat

Detaljer för rör i Excelark med summeringar av rörlängder per schakt, våning och flöden per dimension mm.

Råa mängder

Våning	Normflöde	Sannolikt flöde	Längd på rör	Rördimension	Hastighet
Plan 02 - före avstick	11	0.46067916472867165	3	22	1.4663873249202724
Plan 02 - efter avstick	7	0.40064177446878757	0.6400000000000006	22	1.275282376316317
Plan 03 - före avstick	7	0.40064177446878757	3	22	1.275282376316317
Plan 03 - efter avstick	5	0.37061874342087037	0.47000000000000064	22	1.1797161003587677
Plan 04 - före avstick	5	0.37061874342087037	3	22	1.1797161003587677
Plan 04 - efter avstick	3	0.3406280000000000000	0.53000000000000011	22	1.0841216412532726

Bilder visar placering av rör, schakt och rum med tappställen i våningsplan:



Excelark med detaljer för tappställen ger grund för detaljutformning:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Rumsnum	Rumsnam	Area	Våning	ML Lower	ML Upper	ML Flöde	Hard flow	Flöde
2	2-1330	RWC		5 Plan 02	0,1	0,3	0,232397		0,232397
3	3-1470	FRD		3 Plan 03					
4	3-1460	STÄD		3 Plan 03	0,2	0,2	0,2		0,2
5	3-1450	WC		2 Plan 03	0,1	0,2	0,198	0,2	0,2
6	3-1480	RWC		5 Plan 03	0,1	0,3	0,232397		0,232397
7	3-1490	WC		2 Plan 03	0,1	0,2	0,198	0,2	0,2
8	3-1220	SAMTAL 2		3 Plan 03					
9	3-1230	SAMTAL 2		3 Plan 03					
10	2-2250	WC		2 Plan 02	0,1	0,2	0,198	0,2	0,2
11	2-1170	RWC		5 Plan 02	0,1	0,3	0,232397		0,232397

Snabbare utformning av VVS-system

Utformningen av tappvattensystem med tappställen och speciellt rördragningar kan göras avsevärt snabbare än med traditionellt arbetssätt.

Spara 85 – 95% arbetstid

Vi sparade ca 85% till 95% av arbetstiden i ett byggprojekt. En potential finns för stor nytta om man följer arbetssätt och krav nedan. Mer indata från tidigare projekt via maskininlärning behövs.

Smartare lösningar

Smartare lösningar med bättre rördragningar och bättre dimensionering kan sänka åtgången av tid och material. Detta minskar tid, kostnad och miljöbelastning.

Kostnaden för installationer är en stor del i byggprojekt. Det finns goda möjligheter till besparingar genom effektivisering och materialbesparingar med beskrivna arbetssätt.

BIM-modeller i 3D är inte nödvändiga för att använda BIP AI. Men dessa ger möjligheter till effektivare arbete under projektering och produktion samt bättre överlämning till förvaltning.

Nytta för Byggherren, installatörer, konsulter

Byggherren och arkitekten kan tillsammans med VVS-installatör och/eller -projektör lättare studera alternativa lösningar i tidiga skeden, till exempel placeringar av schakt, rörstråk mm.

Begränsningar i detta exempel Vi hanterar i detta exempel analyser av placering och flöden för tappställen, rör och tilluft för att undersöka hur maskininläring och artificiell intelligens kan ge installatörer mervärden.

Programvarorna har använts av användare med goda IT-kunskaper. Det krävs vidare utveckling för att de ska bli mer användarvänliga.

Exempel för att stimulera branschen Vi visar idéer och **exempel på effektivisering** med maskininläring och Artificiell Intelligens, AI, för VVS i tidiga skeden för några VVS-system.

De lösningar som presenteras i detta SBUF-projekt kan användas nu av personer med bra kunskaper. De borde kunna vidareutvecklas för fler områden genom samverkan i branschen. Förslag presenteras i slutet av denna skrift.

Maskininläring ger en grund

Underlag från tidigare VVS-projektering Projekt där VVS-system modellerats med CAD-system på ett bra sätt kan ge underlag av stort värde för framtida projekt. Användning av BIP i modellerna ger en struktur som är lätthanterlig för både projektörer och installatörer.

IFC-filer till BIP AI Se instruktioner i bilaga nedan: **IFC export till Excel för BIP AI**.

1. CAD-systemen ska lämna IFC-filer för VS, Ventilation och Space.
2. De bearbetas i Solibri före inläggning i DropBox.
3. En fil kan sedan läsas in i BIP AI. Den lagras anonymt, så att ingen obehörig kan spåra ursprunget, tillsammans med resultat från andra projekt.

Den algoritm för maskininläring som vi använt beskrivs på https://en.wikipedia.org/wiki/Random_forest

Bilaga Se bilaga: **IFC Export till Excel 2021-12-06-rev.docx**

Analys för VVS-system

Arkitektmodell A-modell En IFC-fil från en arkitektmodell, A-modell, placeras på en ruta i BIP AI på www.bipkoder.se
Det måste vara IFC-filer med Spaces, dvs utrymmen, våningsvis etcetera som uppfyller krav enligt nedan under rubriken **Arkitektmodell**.

BIP Systematik Vi rekommenderar användning av BIP för beteckningar av installationssystem och komponenter i dessa. Se www.bipkoder.se

I BIP systembeteckningar finns motsvarande begrepp i BSAB96, AFF och CoClass. I BIP produktbeteckningar finns motsvarande begrepp i BSAB96 som AMA96 och senare använder. Koder för BSAB 83 finns för bygg.

Analys av VVS Visa nytta av AI Det som idag finns på BIP AI är en grund för att analysera några funktioner i VVS-system för att visa hur man kan ha nytta av Maskininläring och AI.
Det är inte en programvara som kan användas brett av alla ännu. För detta krävs systemutveckling.

Beräkning för VVS BIP AI beräknar behov av VVS-installationer. Resultatet presenteras i användarens dator våningsvis, dels som Excelark, dels som bilder på bildskärmen. Se inledning ovan.

Justera vid behov

De värden som visas för flöden i Excelarken kommer från tidigare byggprojekt via maskininläring.

I Excelarken kan man själv ange värden på rader i kolumner, till exempel 'hard flow' för att styra flöden som behöver anpassas till regelverk som BBR, Boverkets Byggregler, eller andra speciella krav.

VVS-kunnig person

En VVS-kunnig person bör granska arbetet från start till och med resultat. Det finns felkällor i indata av olika slag som kan behöva korrigeras.

Tappställen

Resultat visas i Excelark våningsvis per rum med rumsnummer, rumsnamn, area, flöden - max och min och medelvärde. Se sid 2.

På bild visas våningsvis rum med tappställen markerade med blå färg på sätt som för rördragning.

Vid studier av resultat i verkliga byggprojekt stämmer placeringarna av tappställen och värden på flöden mycket väl med verkligheten.

Rördragning

För automatisk presentation av rördragning behövs viss anpassning i A-modellen. Plats för vattentillförsel till byggnaden och schakt anges som indata till analyser. Material för rör väljs, till exempel koppar eller plast etcetera.

Notera att det inte är en komplett projektering av alla rör, utan ett underlag för att optimera rördragning på våningsplanen och eventuellt hjälp för placering av schakt.

Resultat visas i Excelark per schakt, våningsvis rör före respektive efter avstick med flöden, rörlängder och dimension. Dessa summeras också totalt för byggnaden.

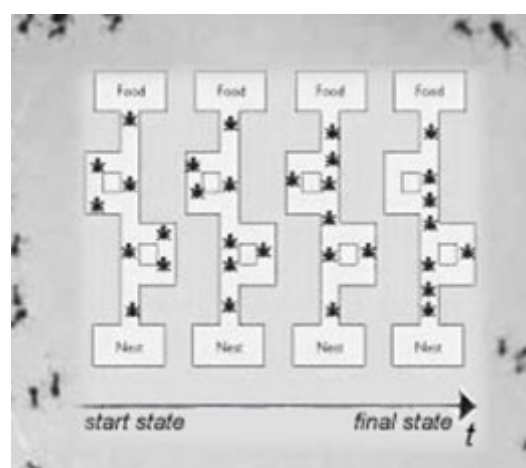
På bild visas våningsvis vattentillförsel till byggnaden samt placering av schakt och rörens placering samt rum med tappställen. Exempel på resultat visas på sidan 1 och 2.

Myror bidrar till röroptimering

Myrors beteende för transportvägar till stacken har kartlagts av forskare, som skapat beräkningsmetoder för optimering av transportvägar. Detta ger en grund för optimala rördragningar mellan tappställen och schakt mm.

Datorsystemet söker optimal placering av rör mellan schakt och tappställen med hjälp av iterativa beräkningar.

Vid studier av resultat i verkliga byggprojekt stämmer beräkningarna mycket väl med verkligheten.



Ant Colony Optimization (ACO) är en teknik för att lösa problem inom "pathfinding", dvs hitta optimala rutter. Tekniken är inspirerad av hur myror navigerar i naturen. Myror är beroende av att hitta den enklaste vägen mellan myrstack och matställe. Detta löser de

Arkitektmodell

Arkitektens modell	Arkitekten skapar en BIM-modell våningsvis i sitt CAD-system, oftast med ArchiCAD eller Revit, som kan exportera IFC-filer.
Tidiga skeden	BEAst rapport, Modellerings teknik i tidiga skeden, SBUF-projekt 13 914 ger en allsidig ledning för utformning av modeller. Se https://www.sbuf.se/search/?q=13914 Se även www.beast.se/projekt/ Vårt SBUF-projekt har fokus på hur man skapar VVS-installationer i A-modeller. Det kompletterar arbetssättet enligt rapport från BEAst.
A-modell skapar VVS-system	Underlag för VVS-system skapas från arkitektens modell, A-modell, via BIP AI som innehåller erfarenheter från maskininlärning för några typer av VVS-installationer i olika byggprojekt. IFC-filer från A-modellen läggs på BIP AI på www.bipkoder.se - klicka på övre flik AI. som skapar resultat i Excel och bilder. Enligt sid 1, 2 och 4.
Krav på A-modellen	Krav på A-modellen. Flera är normalt förekommande krav – inte bara för BIP AI: <ul style="list-style-type: none">- Dela in våningsvis- Använd och exportera 'Spaces'- Ange rumsbeteckningar - använd vanligt förekommande- Placera installationsschakt- Ge plats för rörstråk Generellt gäller att modellen ska visa byggnaden på ett korrekt sätt. Exempelvis ska dubletter inte finnas. Öppna utrymmen med flera funktioner kan behöva kompletteras med markering av tappställen mm.
Kompletterande indata till analyser	Ange plats för vattentillförsel till byggnaden.
Begränsningar idag	Algoritmen i BIP AI fungerar endast med rektangulära planer i dagsläget. En vidareutveckling kan göras.
Kontroll av A-modell	I våra analyser har man behövt justera indata manuellt i viss, ganska liten, omfattning. Motsvarande rutiner behövs nog även i framtiden.

Flera byggprojekt

SBUF-projekten	SBUF-projektets syfte var att visa hur BIP AI kan påverka arbetet med utformning av VVS-installationer i tidiga skeden och följande processer. Vi har studerat nyttan av maskininlärning för tappvatten och tilluft samt en vidareutveckling för optimering av rördragning i flera byggprojekt för att se effekterna av användning av BIP AI. Framför allt studerades kontor, sjukhus och laboratorier. Nyttan för bostäder verkar vara mindre. Den som vill studera hur projekten genomfördes kan studera rapporten på www.sbuf.se . Sök på 14122 med hänvisningar.
-----------------------	--

Fortsatt utveckling

Vi vill stimulera branschen	<p>Vi vill stimulera vidare utveckling och användning inom flera områden hos olika aktörer i bygg- och fastighetssektorn i samverkan.</p> <p>BIP AI är gratis tillgängligt för alla.</p>
VVS och andra discipliner	<p>Vi har fokuserat på tillämpningar inom VVS. Vi tror att även andra discipliner kan använda våra resultat för liknande utveckling.</p>
Utveckling	<p>För att sprida denna teknik behövs en vidare utveckling av programvarorna för bättre effektivitet och användarvänlighet:</p> <ul style="list-style-type: none">- Bättre användargränssnitt- Inspelning av demonstrationer- Mer utvecklade funktioner i programvaran- Flera typer av installationssystem- Samla in större antal projekt för bättre erfarenhetsdata i samverkan med fastighetsägare och VVS-projektörer. <p>- Kanske finns möjligheter för andra områden än installationer?</p>
Mer indata behövs	<p>Fastighetsägare och VVS-konsulter bör bidra med mer indata, helst i samverkan. Data behövs från fler projekt för att få mer heltäckande indata och därmed säkrare analyser.</p> <p>Presentationer av möjligheter och arbetssätt behövs för många berörda.</p>
Programvaran är inte helt klar	<p>Vid testningar i nya projekt har smärre fel upptäckts. Olika justeringar har gjorts, till exempel en lista med ett fåtal värden som "skriver över" resultat från maskinlärningen.</p> <p>De problem som upptäckts är små. Programvaran i dagens skick ger mycket bra underlag för att skapa VVS-system för tappvatten och tilluft.</p> <p>Användargränssnitt behöver utvecklas för att underlätta för olika discipliner och individer.</p>
Använd dagens system som grund	<p>Dagens programvara kan användas som grund för andra företags initiativ i branschen.</p>

Bilagor och hänvisningar

Bilaga	<p>Export till Excel för BIP AI är en bilaga till SBUF projekt 14020. https://sbuf.se/Projektsida?project=2e7ba4d1-353c-44c6-94e0-463873242471</p>
Hänvisningar	<p>AI och maskininlärning för installatörer, SBUF projekt 14020 är bakgrunden till detta projekt.</p>
Installatörsföretagen www.in.se kompletterar	<p>Arbete med BIM och BIP för VVS i flera SBUF-projekt beskrivs på IN.se, Installatörsföretagens hemsida, under Företagare / Digitalisering https://www.in.se/foretagare/digitalisering/#/</p> <p>Detta ger en sammanfattning av rekommenderat arbetssätt med information från flera SBUF-projekt. Se även www.sbuf.se</p>

Tidiga Skeden BEAst rapport, Tidiga skeden, SBUF projekt 13914 ger ledning. Se <https://www.sbuf.se/search/?q=13914>

Kontaktpersoner

Kontakt- personer

Per Ström, Avantec har skapat de system som använts i detta projekt.

Alexander Näslund och Andreas Udd, VRA har studerat byggprojektet.

Hans Söderström, Installatörsföretagen företräder branschen.

Jan Back, Afry och **Sölve Harr, Sweco** har i föregående SBUF-projekt skapat verktyg för att ge indata till maskininläsning av data från tidigare byggprojekt.
