

**Hur påverkas lokaler av att verksamheter digitaliseras?**  
– Fokus lärmiljöer



## Offentliga fastigheter

Samarbetet Offentliga fastigheter består av organisationer som förvaltar många av Sveriges offentliga fastigheter. Tillsammans förvaltar vi skolor, myndighetsbyggnader, försvarsfastigheter, sjukhus och fängelser. I vårt nätverk finns en enorm bredd, inte bara av olika slags fastigheter utan också i form av olika slags erfarenheter. För att ta tillvara och utveckla vår breda kompetens har vi gått samman i Offentliga fastigheter.

Vi bedriver gränsöverskridande utvecklingsprojekt som bygger upp och sprider kompetens samt effektiviserar och förbättrar förvaltningen av våra gemensamma fastigheter. Projekten ska vara angelägna och väcka nya tankar. De ska visa på inspirerande exempel och erbjuda praktiska verktyg. Med andra ord projekt som inte bara gynnar oss själva utan också kan hjälpa och vägleda många fler.

Bakom Offentliga fastigheter står Sveriges Kommuner och Regioner, Fortifikationsverket och Samverkansforum genom Statens fastighetsverk och Specialfastigheter.

Mer information hittar du på [www.offentligafastigheter.se](http://www.offentligafastigheter.se)

## Förord

Just nu pågår en snabb digitalisering inom många verksamheter. En viktig fråga för de offentliga fastighetsorganisationerna är hur detta påverkar lokalerna och flera av dessa uttrycker osäkerhet över om de lokaler som idag byggs är de som kommer behövas i framtiden. Att bygga så rätt som möjligt från början är angeläget.

Verksamheternas ändrade behov kan komma att påverka både lokalernas utformning och de fastighetsteknik som behövs, t.ex. utökat behov av kyla, högre effektbehov, utbyggt fastighetsnät m.m. Då behoven och förutsättningarna skiljer sig mycket mellan olika verksamheter har vi i detta projekt valt att inrikta oss på lärmiljöer. Detta då lärmiljöer finns på ett eller annat sätt inom både kommunala-, regionala och statliga fastigheter. Avgränsningen är lämplig även för att visa på metodik för att belysa en verksamhets behov.

Syftet med projektet har varit att ta reda på hur den pågående och kommande digitaliseringen inom grundskola, gymnasieskola och högskola/universitet kommer påverka lokalernas utformning inklusive behov av fastighetstekniska lösningar. Rapporten avhandlar funktionalitet, pedagogik, utmaningar och möjliga framtida analysverktyg genom BIM, parametrisk design och simuleringar.

Projektet har initierats och finansierats av Offentliga fastigheter. Här ingår Sveriges Kommuner och Regioner, Fortifikationsverket samt Samverkansforum för statliga byggherrar och förvaltare genom Statens fastighetsverk och Specialfastigheter. Utredare och skribent har varit Louise Lindquist Sassene, Sweco, och Saija Thacker, Sveriges Kommuner och Regioner, har varit projektledare.

Stockholm i juni 2020

Gunilla Glasare

*Avdelningschef*

*Avdelningen för tillväxt och  
samhällsbyggnad*

Sveriges Kommuner och Regioner

Per-Arne Andersson

*Avdelningschef*

*Avdelningen för utbildning och  
arbetsmarknad*

# Innehåll

Offentliga fastigheter .....	1
Förord.....	2
Innehåll .....	3
Sammanfattning.....	4
1. Inledning .....	8
2. Omvärldsanalys .....	17
Undervisningslokaler och pedagogik i ett nutidssperspektiv.....	17
Lokalens betydelse för lärande - nu och i framtiden .....	20
Lokaler för lärande .....	24
Pedagogisk utveckling kopplat till aktiviteten i lokalen .....	25
Lokaler, inredning och installationer som stöttar aktiviteten.....	29
Exempel från verkligheten .....	38
Ekologisk hållbarhet, konstruktion och resiliens.....	45
Smarta byggnader .....	48
Framtida utmaningar och hållbarhetsaspekter .....	62
3. Intervjuer med enkätsvar.....	71
4. Workshop med verksamhetsföreträdare .....	84
5. Online seminarium och intervju avseende drift och förvaltning .....	89
Förstudie .....	89
Intervju med Thomas Ahlberg, teknikchef på Locum, Region Stockholm.....	95
6. Case, metoder att utvärdera lokaler .....	98
Case 1 - Simuleringar av energibehov.....	100
Case 2 - Fotgängarsimuleringar .....	107
Referenser .....	114
Ordlista.....	117
Litteratur .....	118
Rapporter .....	119

# Sammanfattning

## Syfte

Syftet med detta projekt är att ta reda på hur den pågående och kommande digitaliseringen inom grundskola, gymnasieskola och högskola/universitet kommer att påverka lokalernas utformning och behov av fastighetstekniska lösningar.

Målgrupp för projektet är offentliga fastighetsorganisationer som tillhandahåller pedagogiska lokaler i någon form. Projektets effektmål är mer hållbara lokaler som möter upp verksamheternas behov på ett bättre sätt.

Genom att belysa framtida behov för verksamheterna och alternativa lösningar, skapas förutsättningar för att de lokaler som byggs – inklusive de fastighetstekniska lösningar som krävs – byggs rätt från början.

Rapporten avhandlar funktionalitet, pedagogik, utmaningar och möjliga framtida analysverktyg genom BIM, parametrisk design och simuleringar.

## Huvudfrågeställningar

- Hur ser den digitala utvecklingen inom pedagogik ut framöver?
- Vad innebär den digitala utvecklingen inom pedagogiken för lokalerna?
- Vad är viktigt att tänka på vid val av fastighetstekniska system?
- Hur kan fastighetens digitalisering användas i pedagogiken?

## Metod

Rapporten avhandlar en omvärldsanalys och nulägesbeskrivning där organisation och pedagogik kopplas till tid, teknik, tekniska installationer, rum, rumssamband och byggnad.

Metoden som vi arbetat med kallas för triangulering vilket förenklat innebär att man mäter något på olika sätt. Det är ett sätt att kombinera en rad vetenskapliga metoder. Att använda flera olika metoder kan vara ett sätt att nyansera bilden av verkligheten och visa på att ett vetenskapligt problem består av många aspekter och påverkas av olika saker. Genom att undersöka ett fenomen, i vårt fall lärmiljön, på flera olika sätt fördjupar man förståelsen av problem och upptäcker att sambanden och lösningarna kanske inte är de man från början trodde.

I det här fallet undersöks byggnaden utifrån aktivitet och individ kopplat till byggnadsform, energieffektiviteten, rumslogistik, schemaläggning och rumsfunktion.

Tillvägagångssätt:

- Det första steget är att skaffa sig en överblick över forskningsläget inom ämnesområdet genom en omvärldsanalys. Det är egentligen inte någon metod men som ändå är ett viktigt steg i forskningsprocessen. Syftet är att analysera nuläget, kartlägga omfattningen, bedöma nyttan, identifiera lösningar, beakta risker och fastställa en struktur för rapporten.
- Det andra steget är kvalitativa intervjuer/enkät med forskare, verksamhetsföreträdare och elever i syfte att fastställa strukturen.

- Det tredje steget är workshops och ett online seminarium med intervju kopplat till verksamhets- och fastighetsföreträdare.

I workshoppen använde vi en strukturerad brainstorming med gruppövningar i fyra moment: klustring av nyckelfrågor, sortering av fem huvudfrågor, visionsskapande och visionerna kopplade till en tidsaxel. Detta för att kartlägga explicit och implicit kunskap genom *co-creation* dvs. samskapande kopplat till erfarenhet och kunskap. Workshop-formatet är idealt för att facilitera det kreativa mötet och skapa nya korskopplingar mellan de inbjudna deltagarnas infallsvinklar.

- Det fjärde steget var ett online seminarium då vi hade ett rundabordssamtal med teknikkunniga installationskonsulter. Detta kompletterades med en intervju med en representant från en fastighetsföreträdare i syfte att kartlägga de krav som man kan ställa på en byggnad utifrån ett fastighetsägar- och driftperspektiv.
- Det femte och sista steget utgjordes av två simuleringar kopplade till tre olika grundskolors BIM-modeller (digitala tvillingar): metoder att analysera dem utifrån olika givna parametrar:
  - dels energibehovet i relation till formfaktorn (byggnadens kompakthet) nu och vid förändrad användning som ökad digitalisering och nyttjandegrad,
  - dels genom fotgängarsimuleringar kopplat till schemaläggning för att se var trängsel uppstår vid givna tidpunkter och därmed kunna analysera var i planen det är lugnast och vilka platser som har flest utmaningar gällande trängsel och därmed också buller.

Syftet är att visa hur man med kompletterande digitala simuleringar kan genomlys vilken typologi (byggnadstyp) och planlösning som är mest hållbar ur ett ekologiskt och ett socialt perspektiv. Resultatet ska ses som ett test och en *teaser* i hur man kan analysera lösningar i befintliga eller kommande byggnationer utifrån givna parametrar genom en digital tvilling.

## Resultat

Den digitala utvecklingen inom pedagogiken kan ha fått en skjuts framåt av den pandemi som drabbade världen våren 2020. Men, vi ser alltjämt att utvecklingen drivs av ett fåtal eldsjälar och fastighetsorganisationer och en *digitisering* snarare än en digital pedagogisk utveckling. Man undervisar på samma sätt fast med inslag av digitala verktyg. Det saknas gemensamma plattformar, kunskapsutbyte och språk för fastighetsägare och skolhuvudmän att samnyttja den data sensorteknik i fastigheter ger: dels ur ett drift- och förvaltningsperspektiv, dels pedagogiskt. Den smarta skolbyggnaden eller lärmiljön är ett sätt att optimera resurshushållningen ur såväl ett ekonomiskt, ekologiskt som socialt perspektiv. Från skalskydd ned till klassrummet och lärsituationen. Det är viktigt att förstå och se sambanden.

Vi har fortfarande långt att gå. Vi kan göra skolans uppdrag möjlig genom teknik och IoT men lärarledd undervisning, vuxennärvaro och den fysiska platsen kommer alltjämt vara viktig – kanske till och med ännu viktigare nu och i framtiden då vi kommer se större skolor eller campus. Lärarnas arbetstid är en viktig resurs.

Likvärdighet innebär att tiden används optimalt. IoT i skolan kan allokera tid från närvarohantering och administration till pedagogisk verksamhet och utveckling.

Digitaliseringen i form av effektivisering och miljömässiga vinster med snabb uppkoppling och bra nät är en central fråga men även ägarskap av data, integritetsaspekter och juridik. Ägarskap och kontroll är centrala aspekter för digitaliseringen framöver. Idag ger vi bort information om exempelvis in- och utloggning till större internationella aktörer genom de lärplattformar och molntjänster som används. Det finns potential att använda informationen för att utveckla tjänsterna utifrån ett pedagogiskt perspektiv men då dessa företag äger datan finns osäkerhet om och i så fall hur tjänsterna kommer utvecklas.

Det är centralt att rektorerna driver på utvecklingen och skapar system där rätt effektmål och kravställan bottnar i det som gynnar lärande, arbetsmiljön och eleverna. Det är viktigt och förenat med utmaningar hur vi ser på, bedömer och förvaltar data samt kopplar dessa till lärsituationen och byggnaden på ett genomlyst vis. Både pedagogiken och byggnaden måste digitaliseras och vi måste försöka se och förstå hur de är sammanlänkade.

Om hårdvara var i fokus förr så är intresset för hur tekniken kan stötta pedagogiken nu det centrala. Tvärvetenskapliga infallsvinklar och samskapande är nyckeln till framtidens hållbara lokaler för digitaliserade verksamheter. Det betyder att helhetssynen är nyckeln. Det finns ett behov av att utvecklas snabbt samtidigt som man behöver standardisera. Man måste kunna manövrera dessa motstridiga system samtidigt. Det krävs synkronisering av viljan att samarbeta, samordna och spara på kostnader samtidigt som allt inom teknik är nytt och utvecklas snabbt. Det finns alltså ett behov att centralisera och decentralisera parallellt.

Genom att koppla upp byggnader får man ut bättre data från fastigheter för att kunna styra och effektivisera dessa på ett mer resurs- och energieffektivt sätt. Man kan mäta temperatur och fukt individuellt och bli mer proaktiv i stället för reaktiv. AI har lösningar som sparar både tid och pengar.

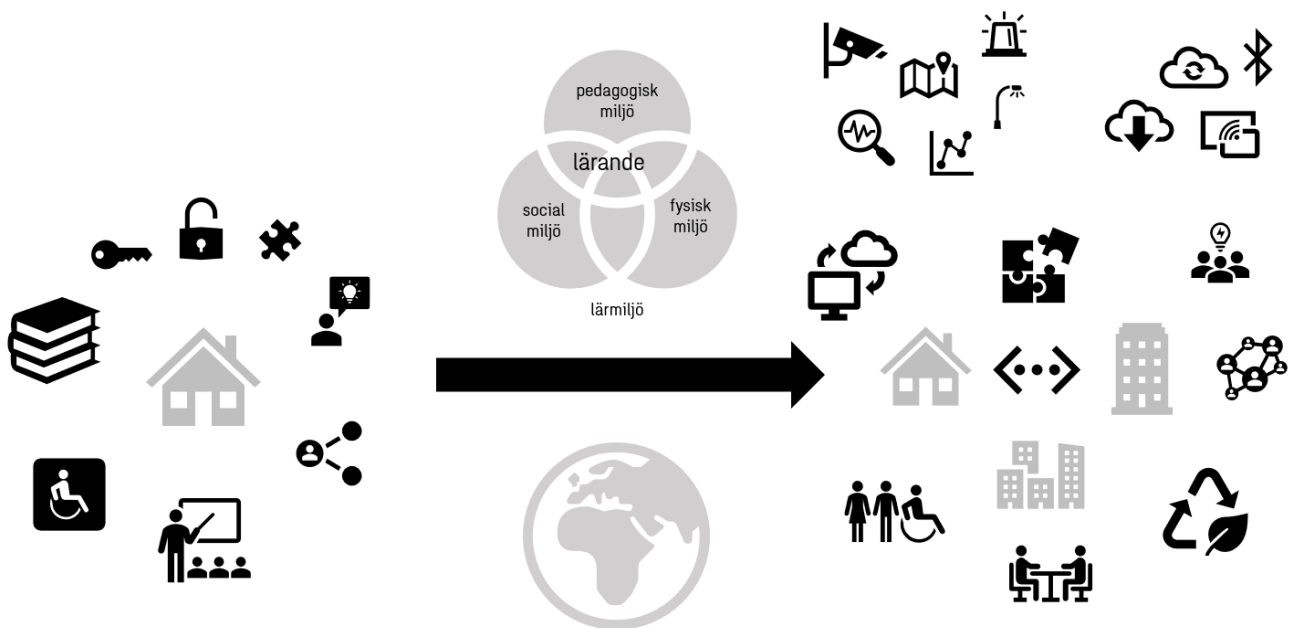
Skapas en homogen miljö med system som talar med varandra kan man plocka ut data på ett mer standardiserat sätt. Data kan användas till drift och underhåll men även pedagogiskt och administrativt. Idag spretar det. Processerna i klassrummet måste förändras. Systemen måste tala med varandra ner på lärarnivå.

Framtiden kommer medföra ekonomiska utmaningar. Sensortekniken kan hjälpa oss att anpassa byggnaden, lokalen och den specifika lärsituationen till rådande omständigheter så att miljön blir hållbar och så att lokalerna blir en resurs i samhället – dygnet runt, alla dagar i veckan. Tänk på kontor med bokningssystem som talar om för oss när lokalen är ledig och hur den bäst kan anpassas med ljus, ljud och luft eller möblering utifrån ett givet önskemål så att man väljer lokal efter aktivitet. Om man öppnar upp lokalplaneringen och vågar schemalägga löpande skulle man kunna öka yteffektiviteten och nyttjandegraden. Vi skulle också kunna lära oss vilka lokaler som inte används och varför. Att slippa stå med outnyttjade rum är den största vinningen jämfört med det traditionella hemklassrummet som utan aktivitet står tomt i dagens skolor.

Med en digital tvilling, en BIM-modell, kan man redan i planeringskedet göra simuleringar som utvärderar energieffektiviteten och logistiken. Det ger indikatorer på ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet. Sensorteknik finns i våra byggnader men används inte i pedagogiskt syfte i den utsträckning som är möjlig.

Nu när vi oftast ritat i 3D så är VR, *Virtual reality*, ett hjälpmedel man kan använda för att granska flöden och synintryck. Hur fungerar entrésituationen? Är det lätt att hitta? Behöver man röra sig genom stimmiga miljöer för att ta sig mellan undervisningsrum? Vilka synintryck finns i olika rum? En VR-simulering kan man titta på tillsammans med en referensgrupp bestående av till exempel rektor, pedagoger och elever. Man kan välja att ha en visning där man särskilt tittar på tillgänglighet. Det är avgörande att vi skapar rätt rum för rätt typ av aktivitet.

Svaret på hur man bygger rätt och hållbart i framtiden är mångtydigt men i rapporten finns underlag och analysmetoder för hur en fastighetsägare kan koppla på tvärvetenskapligt kunnande och basala krav kopplat till byggnaden och dess digitala tvilling (BIM-modellen) som svarar upp mot verksamhetslokalers digitalisering. Sensorteknik och AI är, och kommer att vara, en tillgång i såväl ett drift- och förvaltningsperspektiv som för det pedagogiska arbetet framöver.



*Illustration: Specialpedagogiska skolmyndighetens och Skolverkets definition av lärmiljö och utvecklingen av den – från auktoritärt och centraliserat till kollaborativt och digitalt.*



# 1. Inledning

För att ta reda på hur den pågående digitaliseringen inom grundskola, gymnasieskola och högskola/universitet kommer att påverka lokalernas utformning och behov av fastighetstekniska lösningar så måste man förstå vilka funktioner som en lärmiljö måste tillhandahålla. Såväl teknisk funktionalitet kopplat till rum och rumslogistik som vilken pedagogisk inriktning och organisation en verksamhet har, måste få resonans i byggnaden. För att vara både resilient och hållbar måste man dessutom beakta flexibilitet och byggtkniska egenskaper. Sensorteknik och optimering av drift- och installationer kan skapa hållbarhet ur såväl ett didaktiskt, socialt, ekologiskt som ekonomiskt perspektiv.

## Många olika lösningar

Rapporten syftar att framhålla aspekter man behöver beakta när man bygger nya lärmiljöer (eller bygger om äldre). Genom att kartlägga framtida behov med alternativa lösningar, är målsättningen att det skapas rätt förutsättningar för att bygga rätt med rätt fastighetstekniska lösningar som också är hållbara. Lokalerna - oavsett om det handlar om grundskola, gymnasieskola eller högskola beskrivs som lärmiljöer och det inbegriper klassrum, basrum, grupprum, hemvist och grupprum samlade kring öppna fritidslokaler.<sup>1</sup> Lärmiljö är enligt Skolverket och Specialpedagogiska skolmyndigheten den sociala, fysiska och pedagogiska miljö som sammantaget utgör plattformen för lärande. Lärande handlar både om att utveckla ämneskunskap och att utveckla förmågor. Och då kanske det inte är det traditionella klassrummet som bäst svarar upp mot alla behov. En av de viktigaste frågorna för oss som projekterar lärmiljö är hur den fysiska miljön kan uppmuntra till skapande och lusten att lära. Över hela landet finns stora behov av nya och förnyade lokaler för verksamheter. Kan vi med hjälp av arkitektur hjälpa barn och ungdomar att göra verklighet av sina idéer?

## Skolplikt

I Sverige gäller skolplikt enligt lag för alla personer som är bosatta i Sverige. Skolgång i grundskolan är sedan 1962 obligatorisk för alla barn i åldern sju till sexton år. Det betyder att man ska vara närvarande. Från 1997 har alla sexåringar i Sverige rätt att börja skolan. En lag infördes 1723 om att alla föräldrar skulle se till att deras barn lärde sig läsa. Skolplikt, dvs att skolgång är obligatorisk för varje barn, infördes med folkskolestadgan 1842 – då beslutade Sveriges riksdag att allmän folkskola skulle införas vilket i praktiken innebar att alla socknar på landet och församlingar i städerna inom fem år skulle ordna skollokaler och anställa lärare. En sexårig skolplikt fastställdes i Sverige 1882, och sjuårig skolplikt infördes 1936.

Grundskolan i Sverige är 10-årig och obligatorisk och det är för denna skolform som den nationella skolplikten gäller. Grundskolan regleras central av skollagen och läroplanen Lgr 11 vilka båda antogs år 2011. Den första läroplanen för grundskolan i Sverige var Lgr 62. Fram till 2018 var grundskolan 9-årig men efter ett beslut i riksdagen blev förskole-klassen obligatorisk från höstterminen 2018.

---

<sup>1</sup> de Laval S., Frelin A.& Grannäs J., (2019) *Utvärdering och erfarenhetsåterföring i fysisk skolmiljö, Ifous rapportserie 2019:2*, s. 45.

Grundskolan följs av gymnasieskolan, men den juridiska skolplikten gäller inte där. De flesta elever påbörjar dock även gymnasieutbildningen.<sup>2</sup>

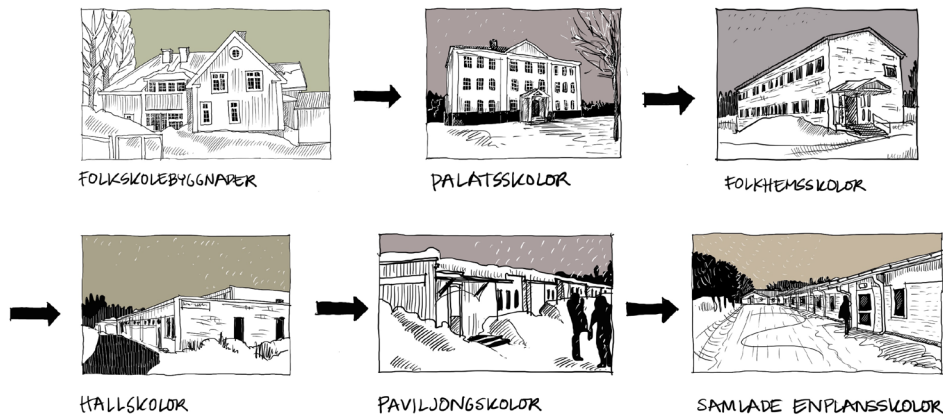


Illustration av Louise Lindquist Sassene: Lärmiljöer i ett historiskt perspektiv

## Utmaningar

I Sverige står vi inför utmaningar med ökad segregation, var fjärde elev i grundskolan har utländsk bakgrund, det vill säga är själv utrikesfödd eller har föräldrar som båda är födda i ett annat land. Men i skolorna fördelas eleverna ojämnt. Vi har också en urbaniseringstrend som gör att man lägger ned skolor i glesbygd och har svårt att hitta utbildad personal utanför storstadsregionerna.<sup>3</sup> Enligt SCB:s befolkningsprognoser kommer antalet barn i förskoleklasser och grundskola öka kraftigt på både kort och lång sikt beroende på högt barnafödande och hög invandring. Inte bara i storstäderna utan även ute i landet.<sup>4</sup> Det skulle behövas 1000 nya skolor på 10 år. Antalet grundskolelever kommer att öka med 250 000 elever fram till 2025.<sup>5</sup> Vi har i Sverige dessutom ett stort bestånd av skolor från 60-, 70- och 80-talen som behöver renoveras och som inte möter dagens pedagogiska behov inte minst avseende digitalisering eller arbetsmiljö. Sju av 10 kommuner är i akut behov av skollokalerna.<sup>6</sup>

<sup>2</sup> Wikipedia, Grundskola, *Wikipedia.org*, U.S.A. Wikipedia, 2020-03-10. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Grundskola> 2020. (Hämtad 2020-03-10).

<sup>3</sup> Granstrand, C., Här är de mest segregerade skolorna, *Dagenssamhalle.se*, Sverige, Dagens samhälle 2017-04-20, <https://www.dagenssamhalle.se/nyhet/haer-aer-de-mest-segregerade-skolorna-33206> (Hämtad 2020-04-23).

<sup>4</sup> SCB, Demografiska rapporter 2018:1 Sveriges framtida befolkning 2018-2070, Statistiska centralbyrån 2018.

<sup>5</sup> Skanska, 1 000 skolor på 10 år – Det krävs för att bygga bort Sveriges skolbrist, Skanska 2017, s. 12.

<sup>6</sup> Bergling, M., Sju av tio kommuner är i akut behov av nya skollokalerna, *Skolvärlden.se*, Sverige, Skolvärlden, 2020-02-19, <https://skolvärlden.se/artiklar/sju-av-tio-kommuner-ar-i-akut-behov-av-nya-skollokalerna> (Hämtad 2020-04-23).

## Lite nytt på 50 år

Vi står inför ett scenario där våra lärmiljöer sett ungefär likadana ut de senaste 50 åren samtidigt som vi ska förbereda våra barn för jobb som ännu inte finns kombinerat med rekryteringsutmaningar och klassrumsdominerande skolor som är anpassade efter den gamla samhällsordningen. Detta trots att nödvändiga framtidskompetenser är till exempel kritiskt tänkande, problemlösning, samarbetsförmåga, kreativitet och självständighet. Vi behöver dessutom bygga rekordmånga skolor. Hur kan vi med den kunskap vi har genom våra om-, tillbyggnads- och nybyggnadsprojekt medverka till ändamålsenliga undervisningslokaler som fungerar nu men också i framtiden? Kravet på flexibla långsiktiga lösningar ökar och det är många olika aktiviteter som ska bedrivas under en dag – såväl ute som inne. Vi vet att fysisk aktivitet bidrar till inläring och bättre studieresultat. Förutsättningarna finns inte alltid för befintliga eller nytillkomna skolor att tillhandahålla den optimala utemiljön av olika anledningar, som exempelvis vid omdaning av befintliga byggnader i tät bebyggelse till skolor, vid förtätning av befintliga stadsmiljöer eller i samband med hastigt förändrade demografiska förutsättningar, sk. generationsskiften, som har varit svåra att förutse. Det pedagogiska uppdraget blir allt viktigare men också mer komplext. Det finns lokaler som hjälper och sådana som stjälper. Skolan är också Sveriges största arbetsplats om man ser till antalet elever och personal. Det finns många olika aspekter som är viktiga för att skolan ska fungera bra. Digitaliseringen är central. Vilka är då de stora utmaningarna?

## Helheten och delarna – allt hänger ihop.

När man pratar om hur verksamheter påverkas av digitaliseringen måste man tänka på en byggnad som bestående av flera lager: skalet – väggarna och taket som ska skydda mot väder och vind men också vara hållbart och energieffektivt och kunna svara på, och dela information, rumslogistiken – som ska vara tydlig, flexibel och generell och svara upp mot verksamhetens organisation och pedagogik samt vara såväl tekniskt rätt utrustad som välkalibrerad gällande ljud, luft, ljus, värme och kyla och slutligen rummen och deras storlek så att de tillhandahåller den lärmiljö och de aktiviteter som framgår av läroplanen.

Slutanvändarna är pedagogerna och eleverna som i sin tur präglas av de tekniska prylar och lärplattformar som används av dem i den sociala, pedagogiska och fysiska miljön. En uppkopplad byggnad är en smart byggnad. Den kan kommunicera med andra byggnader men kan också lära av den och den kan i sin tur lära av alla individer som nyttjar den och bli ännu smartare. Rapporten beskriver bakgrunden och behovet som fastställer ramarna för den övergripande strukturen med prioriterade samband som i sin tur sätter ramverket för lokalerna. Uppdraget är avgränsat till att analysera den fysiska byggnaden, det beaktar inte lärmiljöns placering i staden, utemiljön eller filosofiska frågor – centrala frågor i sig, men inte aktuella för projektets omfattning.



Illustration: Komplexiteten gällande digitalisering av verksamhetens lokaler.

## Verksamheten och funktionsprogrammet

Skolans uppdrag enligt läroplanen är att främja lärandet. Skolbyggnaden och skolgården ska stödja och inspirera verksamheten.

De lagar, föreskrifter och allmänna råd som verksamheten *måste* följa är:

- barnrättslagen,
- skollagen,
- läroplaner,
- arbetsmiljölagen,
- miljöbalken,
- plan- och bygglagen (PBL),
- Boverkets byggregler samt
- lokala politiska beslut.

Hänsyn måste också tas till respektive kommunfullmäktiges långsiktiga strategival samt övergripande mål för skolans uppdragsplan.

Skollagen säger att utbildningen ska utformas på ett sådant sätt att alla elever tillförsäkras en skolmiljö som präglas av trygghet och studiero. Parallellt finns de mer kvalitativa funktionskraven som innebär att skolan ska vara både funktionell och säker.

Inför uppförandet av en ny skola eller vid en ombyggnation finns behov av att i ett dokument beskriva vad som avses med ändamålsenliga lokaler samt att tydliggöra de krav som ställs ur miljö- och hälsosynpunkt. Detta för att skapa lokaler som stödjer verksamheten och en smidig och snabb byggprocess vilket förutsätter att verksamhetens funktionskrav är kända.<sup>7</sup> Funktionsprogrammet är i många kommuner det styrande dokument som kan användas vid upphandling, byggnation, förvaltning och drift av skolor och andra pedagogiska miljöer.<sup>8</sup>

När grundskolor produceras eller byggs är funktionsprogrammet oftast en del av projekteringsanvisningarna.

Exempel på innehåll:

- Sambandskrav
- Hemvister
- Speciallokaler
- Gemensamma rum och funktioner
- Uthyrbarhet

Lokalyta tillsammans med de kvalitativa funktionskraven skapar den ändamålsenliga skolan. I funktionsprogrammet redovisas vilka tekniska och funktionella krav som verksamheten behöver och hur de ska utformas.

---

<sup>7</sup> Funktionsprogram för grundskola och fritidshem, 2016, Umeå kommun.

<sup>8</sup> Funktionsprogram för skollokaler, 2019, fullständig version, Stockholms stad.

Regler och riktlinjer:

- Myndighetskrav och gängse branschstandard ska alltid tillämpas.
- Kommunens/huvudmannens särskilda anvisningar ska beaktas.
- Tillgänglighet ska tillgodoses i enlighet med Boverkets byggregler.

Ett funktionsprogram kan innehålla kravställan på:

- Arkitektur
- Akustik
- Dagsljus och belysning
- Inomhusklimat
- Material och färg
- Tekniska installationer

Hållbarhet och hållbarhetsaspekter är också centralt i funktionsprogrammet så att man hushållar med mänskliga och materiella resurser på lång sikt.

I miljöbalken står det att när en verksamhet tar ett markområde i anspråk ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till verksamhetens ändamål, samtidigt som minsta möjliga olägenhet ska uppkomma för människors hälsa och miljö.<sup>9</sup>

Hållbarhetsaspekter i ett funktionsprogram kan redovisas så här:

- Social hållbarhet: Utformning för god tillgänglighet, trygghet och trivsel i både byggnad och yttre miljö.
- Ekologisk hållbarhet: Energieffektiva lösningar med minimerad påverkan på klimat och ekosystem.
- Ekonomisk hållbarhet: Effektiv användning av naturresurser samt ökad återvinning och återanvändning av material, energi och vatten.

## Likvärdighet

Likvärdiga förutsättningar avseende lärmiljö ligger till grund för behovet av ett funktionsprogram. Utgångspunkter för framtagande av ett funktionsprogram är värdegrunden beskriven i skollagen och läroplanen. Den tar hänsyn till lagkrav, riktlinjer och politiska beslut. Hur en lärmiljö utformas har stor inverkan på de aktiviteter och den verksamhet som bedrivs och utförs. Det handlar om människors sätt att vara, lära, mötas, kommunicera, röra sig, leka osv.<sup>10</sup>

## Process

Samverkan över olika kompetensområden är nödvändigt för att programmet ska vara förankrat i, och täcka alla, aspekter av utformningen av lärmiljöns lokaler. Kommunens utbildnings-, fastighets- och miljö- och hälsoavdelning föreslås i samverkan utarbeta ett funktionsprogram.

---

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Skolverket, Arbeta med skolans värdegrund, *Skolverket.se*, Sverige, 2020-01-22.

<https://www.skolverket.se/skolutveckling/inspiration-och-stod-i-arbetet/stod-i-arbetet/arbete-med-skolans-vardegrund> (Hämtad 2020-03-19).

Nyttan av funktionsprogrammet kan öka om det:

- fungerar som ett styrdokument och ett underlag för kommunikation mellan dem som berörs vid beställning, planering, utformning, upphandling och uppförande av lokaler ämnade verksamheten,
- kan läsas av alla intressenter samt öka förståelsen av lärmiljöns funktioner,
- kommunicerar värden, funktioner och målsättning med den verksamhet som ska bedrivas i lärmiljön,
- ger möjligt att forma lärmiljön med ett fastställt ramverk och slutligen,
- fungerar som ett diskussionsunderlag inom verksamheten för dess framtida utveckling.

Trots rapportens avgränsning måste man ändå adressera kravställen på den yttre miljön. Den bestämmer nämligen sambandet mellan byggnaden och den närliggande utemiljön och relationen till huvudentrén och entrén till eventuella hemvister.

Det finns ett genus- och skalperspektiv som är centralt för aktiviteter samt zoner för små- och storskalighet och samnyttjande. Lagen säger dessutom att det ska finnas tillräckligt stor friyta för lek och utevistelse på eller i närheten av tomten avseende förskola, grundskola eller fritidshem.<sup>11</sup>

## Barnrättslagen och barnhälsa

Det är väldokumenterat att den fysiska skolmiljön påverkar elevernas lärande på djupet. Skolutvecklingsprojekt föreslås få ett större fokus på hur miljön kan bidra till bättre fysisk och psykisk hälsa. Forskning visar att stillasittande under för många timmar per dygn för närvarande är ett stort hälsoproblem för unga och barn. Få når rekommendationen om 60 minuter daglig fysisk aktivitet. Fysisk aktivitet kopplat till folkhälsa och digitalisering är av centralt värde då vi vet att exempelvis barnfotma och försämrade inlärning direkt kan kopplas till ökat stillasittande. FN:s barnkonvention, som nyss blivit lag, säger att barn ska ges möjlighet att styra över sina miljöer och om vi lyssnar på barnen ökar våra möjligheter att sätta elevernas lärande och välbefinnande i första rummet. Att bygga smarta och bra skolor behöver inte vara svårt, men det kräver samarbete – helst med eleverna själva.

## Lokalkrav

Lärmiljö behöver ge fysiska förutsättningar för trygghet och arbetssätt. Lokalerna ska vara flexibla för att möta skolans olika behov men de ska samtidigt vara yteffektiva och hållbara över tid utifrån pedagogik, arbetssätt och förändringar i elevunderlaget och samhället. Funktionsprogrammet kan bidra till att säkerställa detta vid ny-, om- och tillbyggnad av lärmiljö. På så vis skapas ändamålsenliga lokaler med rätt förutsättningar idag och imorgon. Den inledande programbeskrivningen beskriver de kvaliteter som ska uppnås.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> PBL (2010:900) 8 kap, 11–12 §§, och 9 kap, 33 §.

<sup>12</sup> Funktionsprogram för skollokaler, 2019, fullständig version, Stockholms stad.

## Parametrar som föreslås finnas med

- *Trygghet* – funktioner som ger kontroll och skapar förutsättningar för detta och som skapar trivsel och lugn.
- *Rörelse* – de fysiska förutsättningar som finns för logistiken i lärmiljön i grupp eller enskilt. Det kan också gälla inredning och utrustning.
- *Effektivitet* – graden av användbarhet och förutsättningar för optimalt nyttjande av lokalen. En god lokaleffektivitet ger bra arbetsmiljö och goda studieresultat.
- *Flexibilitet* – att verksamheten med små medel kan förändra och anpassa miljön.
- *Omställbarhet* – förändring över tid kopplat till demografi och användning.<sup>13</sup>

Man bör beakta alla dessa parametrar kopplat till entréförhållanden, kommunikation, arbete, avkoppling och rast samt matsal, kultur och idrott.

## Material

För att säkerställa att bra material används och för att få långsiktiga bygg- och installationstekniska lösningar bör kommunen/huvudmannen välja en certifieringslösning, typ miljöbyggnad och byggvarubedömningen, samt se till att leverantören efterlever detta.

## Inomhusmiljöns betydelse

Det är mycket viktigt att beakta luft, ljus, ljud och termiskt inomhusklimat i planeringen. Dessa faktorer måste vara kontrollerade ur miljö- och hälsosynpunkt. Sett ur funktionalitet kopplat till installationer, akustik och leveranser/logistik är det bra om matsal, specialsalar, reception, expedition, mediatek, salar för praktiska estetiska ämnen och eventuellt idrott (när det är tekniskt möjligt) samlas nära huvudentrén. Det underlättar användning och uthyrning efter lektionstid. En central placering av elevhälsan skapar dessutom en större trygghet och vuxennärvaro.

## Kommunikation

Överblickbarhet och orienterbarhet är centralt. Digitala skärmar kan hjälpa oss att navigera i byggnaden. Lokalernas utformning ska ge tydliga signaler till kroppens sinnen. Kommunikationsvägar bör tillskapa platser för informella möten, temporär undervisning och utställning. Det är bra om de ger incitament för samverkan. Det ska vara möjligt att förflytta sig i lokalerna utan att störa de som verkar i dem. Alla förflyttningar ställer höga krav på schemaläggning för att undvika buller och trängsel.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> Ibid. s. 59.

## Entréförhållanden

Entrén utformas med fördel för att vara tydlig, trygg, välkomnande och fullt tillgänglig samt väderskyddad. Om det finns flera entréer blir överblickbarheten och säkerheten utmanande. Det ställer också krav på ett tydligt skyltsystem. Lås- och larmfunktioner förslås vara utformade så att personalen enkelt kan kontrollera att obehöriga inte kommer in i lokalen. Dörrarna ska motverka trängsel s.k. *crowding* dvs. trängsel som skapar stress. Entrén bör i möjligaste mån också förhindra att smuts kommer in i skolan och den måste dels möjliggöra användning efter stängning och dels att skolan upplåts till annan verksamhet. Även här kan sensorteknik underlätta såväl säkerhet som trygghet. Många skolor är idag utrustade med dörrautomatik som ofta går sönder och är kostnadsdrivande. Det är fördelaktigt om man kan förlägga leveranser och inlastning till en separat entré. Skofriskola kräver en väl genomtänkt logistik för att förhindra flaskhalsar och crowding. Här finns en stor potential för tekniska innovationer och förbättringar.<sup>15</sup>

## Skolrestaurang

Skolrestaurangen är ett rum med logistiska utmaningar som kräver god eftertanke. Är den för liten och inte utbyggbar kan en framtida expansion av verksamheten hindras. Kökets och diskrummets placering är låst och genererar mycket buller. Köket måste underlätta för god hygien och god arbetsmiljö. Matsalen måste placeras så att den kan nyttjas då servering inte pågår. Kan man dessutom förhindra tillträde till kök och andra delar av skolan kan matsalen hyras ut på kvällar och helger. Skolmåltiden är viktig såväl ur ett nutritionellt som ett pedagogiskt perspektiv. Med smarta devices/prylar och sensorteknik kan man exempelvis se hur lång kön är, hur många i klassen som har lågt blodsocker och koppla nutritionslära till en digital meny. Allt kan användas i ett pedagogiskt syfte. Bullersanering av kök och matsal är viktigt liksom intryckssanering avseende ljus och lukt samt optimering av förhållanden för logistik. Det bidrar till god arbetsmiljö och ideala förhållanden för dem med neuropsykiatriska funktionsnedsättningar.<sup>16</sup>

Idag har vi fått upp ögonen för hur vi bör arbeta med att begränsa sinnesintryck gällande fysiska miljöaspekter men inom en snar framtid måste vi forska mer i hur vi intryckssanerar den digitala världen eftersom allt sammantaget skapar skadlig stress inte minst i lokaler där många vistas samtidigt.

## Pedagogik och organisation året om

Verksamheters lokaler måste bygga på långsiktighet och klara morgondagens pedagogiska och organisatoriska utmaningar. Funktionsprogrammet fastställer fysiska förutsättningar för trygghet och variation i arbetssätt. Lokalerna ska stötta ett maximalt utbyte mellan elever och pedagoger samt en skola som ofta är organiserad i arbetslag. Det är också av nytta att se över nyttjandegraden över dagen, veckan och året så att lokalerna blir så effektiva som möjligt. Arbetar man med hemvister föreslås dessa medge samling för 30 personer samt arbete för mindre och större grupper i både

---

<sup>15</sup> Ibid. s. 50.

<sup>16</sup> de Laval S., Frelin A.& Grannäs J., (2019) *Utvärdering och erfarenhetsåterföring i fysisk skolmiljö, Ifous rapportserie 2019:2*, s. 51–52.



tyst och öppen miljö. Samtidigt föreslås en flexibilitet med en samling i en större grupp för genomgång och arbete. Hemvisten inhyser på många skolor typiskt lärosalar, allrum och grupprum, kapprum, hygienutrymme och personalarbetsplatser. Ofta ingår även fritidshem och fritidsgrupp.<sup>17</sup>

### Olika lösningar för olika organisationer

Olika organisationer är lämpliga för olika typer av lärmiljöer. Det finns inget facit. Men, det är viktigt att lokalerna är användbara som pedagogisk yta och att de är flexibla i bemärkelsen tillåtande mot olika organisationer, elevunderlag och arbetssätt för att inte skapa inlåsningseffekter som i längden genererar dyra ombyggnationer. Det kan handla om att välja rätt konstruktion som är lätt att bygga om och ut eller om att planera för en överkapacitet i kök och idrottshall för att slippa inlåsningssituationer.

### Digitaliseringens påverkan

Man ska kunna utföra arbete i olika gruppstorlekar. Variationen ska ge förutsättningar för elevers olika behov och utgöra ett stöd för elever med funktionshinder och behov av individuellt stöd. Det är fördelaktigt att kunna ändra hemvisten i takt med att elever blir äldre. Det kan handla om väggar, inredning, ljus och akustik som ger känsla av tillhörighet. Användningen av personliga och gemensamma mobila tekniska prylar som mobiler, surfplattor, pc och smartboards kommer att öka. Vi ser också en övergång till att dela upplevelser och arbete med hjälp av exempelvis *Augmented Reality* AR och *Virtual Reality* VR. Det kräver nya typer av rum med projektorer och mörkläggning samt kylning. Idag finns makerspaces, mediatek, black boxes – rumstyper med andra krav än vad vi som regel är vana vid.

Digitaliseringen skapar behov som ytor och volymer för projiceringar samt tekniska installationer som är kopplade till fiber, accesspunkter, öppna API: er, eluttag och justerbar styrning och reglering av ljus, luft, kyla och värme. Med teknikens hjälp kan vi förflytta och förstärka lärupplevelsen. (Föreställ dig till exempel ett fyrkantigt mörklagt rum med 360° filmprojicering från fyra projektorer i vilket man streamar en film från Afrikas savanner samtidigt som man höjer värmen i rummet). Tidsbundna scheman och klassen som organisatorisk struktur utmanas av nya digitala verktyg, plattformar, läromedel och pedagogik. Det vi ser är en ökad individualisering och möjlighet till ett lärande som inte är begränsat till ålder, tid och rum. Vi ser en trend mot ökad flexibilitet och rörlighet. Johan Skytteskolan, Kvibergs skolan, Glömsta-skolan och Skapaskolan är exempel på detta och omnämns i denna rapport.

### Summering

Digitaliseringen och hur vi tänkt använda oss av den i byggnaden, organisatoriskt, ur drift- och säkerhetssynpunkt men även ur ett didaktiskt, pedagogiskt perspektiv är aspekter som med fördel beskrivs i funktionsprogrammet.

---

<sup>17</sup> Ibid.

## 2. Omvärldsanalys

### Undervisningslokaler och pedagogik i ett nutidssperspektiv

I skrivande stund har Sverige drabbats av en pandemi. Hela världen står på paus och skolväsendet har fått anpassa sig till digital hemundervisning. Byggnader för gymnasier, universitet och högskolor är stängda och undervisning bedrivs på distans. Grundskolor och förskolor hålls ännu öppna för att samhällsviktiga yrkesgrupper ska kunna arbeta och av andra folkhälsorelaterade orsaker.

Givet detta scenario kan man fråga sig om det behövs en fysisk byggnad för en lärsituation men skolans demokratiska och kompensatoriska uppdrag blir samtidigt mycket tydligt i detta läge. Skolan som fysisk plats behövs särskilt i de yngre åldrarna för att ge trygghet och skapa struktur. Kanske är skolan också den plats som erbjuder ett mål mat och skydd från våld eller en orolig hemsituation. Och fast vi sedan länge arbetat med 1:1-lösningen i Sverige så har fortfarande inte alla barn en mobil, padda eller en dator.

Att läsa på distans kräver disciplin och stöd vilket är svårt att uppnå i socioekonomiskt utsatta grupper och distansundervisning riskerar att lämna mycket att önska gällande hjälp, social interaktion, trygghet och gemenskap samt är sårbar om tekniken inte fungerar.

Det pågår en digitalisering bland många av det offentliga fastighetsorganisationernas hyresgäster. Många nya lärmiljöer byggs och många ombyggnationer och renoveringar pågår och planeras. Flera offentliga fastighetsorganisationer uttrycker en osäkerhet över om de byggnader och lokaler som byggs idag är de som kommer behövas i framtiden. Det är ur ett såväl ekonomiskt som socialt och ekologiskt hållbarhetsperspektiv viktigt att i möjligaste mån bygga rätt från början.

Verksamheternas ändrade behov påverkar exempelvis:

- arkitektonisk utformning,
- fastighetstekniska installationer,
- effektbehov av exempelvis kyla och
- fastighetsnät.

Skolområdet är prioriterat och regeringen beslutade 2017 om en nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet. Detta resulterade i skriften *Nationell handlingsplan för digitalisering av skolväsendet #skolDigiplan*. Handlingsplanen är ett samarbete mellan SKR, Skolverket och näringslivet.<sup>18</sup>

Under coronakrisens tidiga skede i mars 2020 tog dessutom Skolverket, RISE, SKR, Swedish Edtech Industry och UR tillsammans med skolhuvudmän, lärare, rektorer, forskare och universitetsbibliotekarier fram riktlinjer för att skapa en samlingsplats – ”skolahemma.se”, för personal i skolan. Med hjälp av denna kan de förbereda sig och verksamheten för att kunna fortsätta bedriva undervisning i under komplexa om-

---

<sup>18</sup> A. Agélii Genlott, (2019), Rapport SKL /Nationell handlingsplan för digitalisering av skolväsendet, Sveriges Kommuner och Landsting.

ständigheter, till exempel under en pandemi, då vilken undervisningen sker digitalt i hemmiljö.<sup>19</sup>

I skrivande stund är Sverige ett av få länder som håller förskola och grundskola öppna. Skolverket har gjort en enkätundersökning som visar att till en övervägande del av eleverna följer schemat och det noteras till och med en förbättring av närvaron. Frågan är om det är en trend eller bara en effekt av nyhetens behag?

Parallellt med de skolstängningar som följer av coronapandemin söker svenska skolor efter sätt att organisera undervisningen. *Skolahemma.se* tittar på den forskning som finns om onlineundervisning och även på hur det fungerar för elever med funktionsnedsättning. Men, någon forskning kopplat till den extraordinära situationen finns ännu inte.

– Det har hänt mer med digitaliseringen av svensk skola på den här dryga veckan än det har hänt på fem år tidigare, sa Skolverkets generaldirektör Peter Fredriksson i Dagens Nyheter 2020-03-28.<sup>20</sup>

## Pedagogisk utveckling

Det vi ser är en utveckling där vi gått från skolhuset, boken och läraren till ett ständigt pågående lärande som inte är knutet till tid och rum. Pedagogiken har gått från ren kunskapsförmedling till delaktighet och kollaborativt och informationssökande arbete. Lärarens roll har blivit mer coachande och källkritiskt guidande. En förskjutning av inflytande har skett från läraren till de plattformar och system som äger och tillhandahåller data. Därför är frågan kring ägarskap och faktagranskning central i dagens lärande. Vi drunknar i data och hungrar efter insikter och vi har fortfarande lång väg att gå.

Annika Agélii Genlott verksam på Sveriges Kommuner och Regioner och vid Örebro universitet har arbetat med #skolDigiplan<sup>21</sup> och *Skolahemma.se* och hennes bild är att vårt land har *digiserats* men inte digitaliserats. Skillnaden ligger i att bedriva samma pedagogik fast med inslag av teknik jämfört med att använda ny digital pedagogik på ett gynnsamt vis. Hon menar att pedagogiken liksom den fysiska byggnaden har en bit kvar innan den blir digitaliserad i dess rätta bemärkelse.<sup>22</sup>

## Skolan i en digital värld

Vd för EdTech Sverige Jennie Jeppsson berättar följande vid seminariet "Skolan i en digital värld" arrangerad av SKL Kommentus Inköpscentral den 10 mars 2020 på Textilfabriken i Stockholm: "Gutenbergs press innebar en stor samhällsförändring. Man behöver kunna läsa, det blev kärnuppdraget. Det finns inga nya sätt att lära. Vi är

---

<sup>19</sup> *Skolahemma.se*, Sverige, Skolahemma.se, 2020. (Hämtad 2020-04-01).

<sup>20</sup> H. Rosén, Skolverket vill ha nya regler för gymnasieexamen, Dagensnyheter.se, Sverige, Dagens Nyheter, 2020. <https://www.dn.se/nyheter/sverige/skolverket-vill-ha-nya-regler-for-gymnasieexamen/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>21</sup> A. Agélii Genlott, (2019), Rapport / *Nationell handlingsplan för digitalisering av skolväsendet*, Sveriges Kommuner och Landsting.

<sup>22</sup> Sweco, webinariet: Digitaliseringens påverkan på lärmiljö, *Youtube.com*, Sverige, Sweco, 2020-04-28. <https://www.youtube.com/watch?v=8vf9oB5My-I>. (Hämtad 2020-04-28).

människor nu liksom förr. Globaliseringen, demografi och teknologisk utveckling kräver kompetensutveckling. Jordan har en enorm befolkningstillväxt. Det råder en global brist på skolor. I exempelvis Malaysia har man programmering i årskurs ett sedan länge. Tillväxttakten är hög. Pisaproven blir svårare år för år. Testet undersöker också digital källkritik som att skilja på en åsiktsartikel och en faktaartikel. I snitt är det 9 procent av dem som gör testet som kan det Sverige ligger på 13 procent. Samtliga länder som deltar ökar sina resultat.”

Jenny Jeppsson beskriver att det i Sverige finns 290 kommuner och mer än 500 fristående huvudmän. 14 procent av alla elever går i friskolor. 90 procent av alla elever har tillgång till internet/fiber. 9 av 10 har en egen device/pryl i åldersgruppen 13–18 år och en hög andel vårdnadshavare har en digital kommunikation med skolan. Idag toppar Estland Pisa-resultaten. Estland har snabbt blivit ett land i digitalframkant gällande all digital infrastruktur – så även inom skolan. De har full utbyggnad.

Hon refererar till vår historik kring verksamhetens digitalisering:

- 1980 kom Compis programmering.
- 1990, ITIS, ITI i skolan.
- 2017 Sverige har de mest digitala systemen i världen.
- 2018 Sverige sätter en nationell strategi.  
(Rektorsprogrammet är en del av den nationella digitala strategin).

I Sverige har digitaliseringen av skolan drivits av eldsjälarna och sedermera IKT-lärare. Detta har resulterat i en brist på likvärdighet och nationell strategisk kompetens. Det har också saknats nationella tekniska standarder samt en strukturerad kompetensutveckling. Den lösning som funnits har varit 1:1 dvs. att alla elever haft tillgång till en device/pryl per elev och fokus har legat på hårdvara och teknik, inte på pedagogik och innehåll. Jennie Jeppsson menar att det är ett hinder och måste förändras. Huvudmännen måste öka beställarkompetensen: ”beställer man en Nokia 3310 är det den teknik man står med”. Hon fortsätter; 5G är på gång men vi behöver bygga en gemensam bottenplatta. Leverantörer måste samverka. Molnet innebär att vi kan arbeta ihop från olika geografiska platser. AR innebär att vi kan flytta in i fiktiva miljöer i till exempel förskolan. Som ett exempel kan man bygga upp en kinesisk mur och sedan gå på den.

Alla kan skapa med hjälp av digitala verktyg – man kan programmera, arbeta källkritiskt och använda algoritmer. Innovativt tänkande måste man få med sig hela tiden. Entreprenörskap är inte riktigt lika viktigt nu som förr men väl följande egenskaper: kreativitet, nyfikenhet, självförtroende, problemlösning och att vara innovativ. Det är dessutom viktigt med pedagogiska modeller utifrån TPCK: *Teknologi, Pedagogik, Content och Knowledge*.

Det finns två institutioner med närvaroplikt och det är skolan och fängelset. Lärsituationen och lärande har på senare tid gått från skolhuset, boken och läraren som nyckel till kunskap, till att i dagens informationssamhälle vara något som alltid pågår oberoende av tid och rum.

För att kunna utforma och utrusta framtidens lärmiljöer måste man förstå vad som ska hända i dessa och hur verksamheten är organiserad. Annars sitter man med en stor investering som inte svarar mot behoven. Därför är det också viktigt att förstå

olika typer av pedagogisk verksamhet och hur dessa, och de digitala verktygen, påverkar det som sker i lärmiljön.

## Lokalens betydelse för lärande - nu och i framtiden

Man kan inte bygga rätt och hållbart för framtiden utan att beakta digitalisering kopplat till lokalerna och de aktiviteter som bedrivs i dessa. Därför bör man se över dels lokalernas ändamålsenlighet kopplat till drift och underhåll, dels till individ, aktivitet, pedagogik, organisation och samband. Det finns lärmiljöer som hjälper och de som stjälper. Följande passage är tänkt att uppmuntra till att förstå samband och synergieffekter.

### Lärmiljö som lär – "Clever classrooms"

I *Clever Classrooms* beskriver Peter Barrett byggnadens infrastruktur och rums påverkan på den lärande verksamheten. Detta är en av få liknande forskningsstudier. Det framgår att det finns en koppling mellan pedagogik och rum.

Peter Barrett menar att grundskolan är ett bra föremål för studier då man är ofta kvar på en plats, sitt hemklassrum.

Våra sensoriska system är en del i hans forskning. Man reagerar normalt på platser och rum intuitivt (arkitekter visar andra neurologiska reaktioner på rum). Forskarna menar att ett bra klassrum ger bättre resultat i skolan och påverkar elevernas resultat med 16 procent.

Ett klassrum mindre än 55 kvm är svåränvänt. Å andra sidan tappar man kontakten mellan varandra i allt för stora rum. Peter Barrett säger att lärare är *hoarders* (samlare) och det är en nackdel med avseende på intryckssanering. I snitt tar det 30 minuter innan luften blir dålig. Brist på syre har negativ inverkan på det kognitiva.<sup>23</sup>

Barrett beskriver vid ett möte i London i januari 2020 att vissa ytor i rum är svåränvända om man inte explicit har tänkt programmera dem för en viss aktivitet. Han menar att det är svårt att kombinera öppet och flexibelt och vikten av ägarskap i rum, dvs. att känna tillhörighet i det fysiska sammanhanget. Ur forskningssynpunkt är det lämpligt att titta på detta samt de årskurser som tillämpar hemklassrum. Han pratar om subjektifiering, dvs. att veta vem man är i en grupp men också ge plats för andra.

I *Clever Classrooms* står att läsa att det som mest påverkar hur smart en lärmiljö är (utan inbördes rangordning):

Naturlighet: ljus, temperatur och luftkvalitet påverkar lärande till hälften.

Det handlar om ljusintag, luft och ljud i klassrum kopplat till exempelvis wc, matos eller utblickar mot natur i den övriga skolan.

**Individualisering:** ägarskap och flexibilitet – påverkar lärandet med en fjärdedel. Det handlar om låg utrymmeäthet, fel skala, personifiering och flexibilitet i klassrummet och känslan av institution, massor av skärmar och lätt orienterbarhet i övriga delar av skolan.

---

<sup>23</sup> Barret, P. Föreläsning i London i januari 2020

**Simulering:** komplexitet och färg – påverkar lärandet med en fjärdedel. Det handlar om funktionell färgsättning, rätt balans mellan det öppna och privata och intryckssanering i klassrummen och begränsad utemiljö, rik textur och varierade lekmöjligheter i resten av skolan. Han framhåller att läraren med ganska små medel kan påverka lärsituationen som hur man möblerar rummet, hur man exponerar saker eller färgen på väggen.<sup>24</sup>

### Den tredje pedagogen

Den tredje pedagogen är ytterligare ett sätt att se på den fysiska lärmiljön och trots att den är framtagen för förskolan är den relevant att beakta. Begreppet den tredje pedagogen kommer från Reggio-Emiliapedagogiken. Det innebär att man skapar miljöer och erbjuder material som stimulerar, inspirerar, utmanar och uppmuntrar till utforskande och lärande, och som skapar möten, kommunikation och lek. Men det handlar inte bara om den fysiska miljön, materialen och verktygen utan också om hur man organiserar tid och rum så att hela organisationen kan fungera som ett viktigt verktyg för de värden och teorier man vill utgå ifrån.<sup>25</sup>

Barn har rätt till olika saker: till estetiskt inbjudande och genomtänkta miljöer som främjar vänskap, relationer, nyfikenhet, kreativitet och lärande.

Begreppet miljön som den tredje pedagogen omfattar idag såväl fysiska som sociala och kulturella miljöer, pedagogernas medvetna val och underliggande motiv, verksamhetens idé och organisationsfrågor, samt hur man sätter samman arbetslag och planerar tiden. Skolan måste innehålla rum som ger eleven hopp om utveckling.<sup>26</sup>

Böcker, bilder, teknisk apparatur och material som skapar den inspirerande miljö som utmanar eleven. Rum bär på och förmedlar kunskaper, erfarenheter, känslor och förväntningar som talar till barnen och ungdomarna. Ett rum kan underlätta lärande. Ett annat rum kan försvåra lärande.<sup>27</sup>

### Fysisk och digital miljö för framtidens kunskaper

Elever och studenter behöver förstå komplexiteten i den sammankopplade och digitala världen som utvecklas i snabb takt. Det gäller konsekvenserna för ekonomisk verksamhet, företag eller tjänster, såväl som för deras framtida karriär. Våra unga behöver lära sig nya metoder, ramverk och den senaste forskningen inom alla ämnesområden. De måste förvärva rätt attityder, interkulturell kommunikation och analytiska färdigheter för att förstå komplexa frågor och producera ny kunskap för den globala ekonomin.

Smidighet och anpassningsbarhet är avgörande kunskaper på den ständigt föränderliga arbetsmarknaden. Elever och studenter måste uppnå kritisk kulturell medvetenhet och förstå hur de fungerar i olika kontexter. Ett brett utbud av aktiva inlärningsaktiviteter och målinriktade interaktioner kommer att behöva organiseras

---

<sup>24</sup> Barret, P. Zhang, Y., Davies, F. & Barrett, L (2015) *Clever Classrooms, Summary findings of the Head Project* (Holistic Evidence and Design), Manchester, University of Salford.

<sup>25</sup> Ibid.

<sup>26</sup> Ibid.

<sup>27</sup> Ibid.

för att främja en inkluderingskultur för alla elever (oavsett deras kulturella bakgrund) som förberedelse för den globala arbetsmarknaden. Genom tekniken får eleverna en ny förståelse av världen och få praktisk kunskap om skillnader och likheter i de olika regionerna i världen. De lär sig att kommunicera effektivt med olika grupper, engagerar sig aktivt i andra kulturer med öppenhet och respekt, tar olika perspektiv i debatter och förstår de olika strategierna för konfliktlösning, beslutsfattande och kommunikation som helhet.

I högre utbildning finns många goda exempel på nya undervisnings- och inlärningsmetoder som används för att förbättra inlärningsprocessen, bland annat genom internationalisering och interkulturellt lärande. Ändå är dessa fortfarande alltför ofta begränsade till små experiment, även om det nu har blivit möjligt att tillämpa dessa i större skala genom användning av ny teknik.

Personliga inlärningsystem förändrar de traditionella sätten att lära och undervisa helt.<sup>28</sup>

## Samarbete och kollaboration

Samarbete låter enkelt, men traditionella klassrumsinställningar med läraren som står framför eleverna och pratar i en timme hindrar elevernas förmåga att engagera sig. Om du till exempel i ett rum där stolarna och borden är fixerade till golvet, säger till eleverna: "prata med din granne", och de inte kan flytta, så kommer de att göra det i några minuter, men efter fem eller 10 minuter arbetar alla ensamma igen. Möbleringen och möblerna måste likt rummet, stötta lärsituationen.

När eleverna flyttar sina stolar och bord förskjuter de samtidigt sina tankar. Att ha flexibilitet i ett klassrum, vilket ger läraren chansen att agera mer som tränare och coach är en stor sak. Det betyder att eleverna arbetar tillsammans och pratar tillsammans. De är aktiverade. De lämnar sin roll som lyssnare och blir aktiva människor. Den största förändringen hos eleverna i de nya klassrummen är att de blir skapare och inte konsumenter. Det är så enkelt.<sup>29</sup>

Samarbete är den viktigaste aspekten av kreativitet, avgörande för entreprenörskapens mjuka skicklighet. Det viktigaste för att bygga upp kreativitet är att lösa problem tillsammans med andra människor. Det betyder att vi måste erbjuda inlärnings-situationer där eleverna kan arbeta igenom problem och där människor med olika kunskaper möts. När det gäller hållbart entreprenörskap är kreativitet avgörande för innovation - en annan avgörande färdighet som elever behöver.

För universitet och utbildning i allmänhet kommer framtidens miljöer för lärande fortsätta att utvecklas och hela idén om rum kommer att vara mer genomtränglig: inom och utanför, det offentliga och privata utrymmet, kommer vara mycket mer sammanlänkade. Det kommer inte att göras någon strikt skillnad mellan formella och informella inlärningsutrymmen. En del tror att universitetet som det ser ut idag helt

---

<sup>28</sup> Steelcase, Building the Classroom of the Future, *Steelcase.com*, U.S.A., Steelcase, 2020. <https://www.steelcase.com/research/articles/topics/education/building-classroom-future/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>29</sup> N.Burquel & A. Busch, Welcome to the international classroom of the future, *Universityworldnews.com*, U.S.A, University World News, 2019. <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20190516094030872> (Hämtad 2020-04-24).

kommer att försvinna. Hela konceptet att utbildning måste äga rum i en separat anläggning kan vara föråldrad. Universitetet kanske blir en annan typ av plats än idag. Kanske blir universiteten mer av mötesplatser med en interaktion som mer liknar den gamla grekiska agoran än medeltidens kyrkskolor.

I informationssamhället ackumuleras kunskap överallt oberoende av det fysiska rummet, lärandet stannar inte av för att man lämnar lärmiljön. Men en viktig del av lärandet är den sociala miljön och vi kommer alltjämt behöva platser för social interaktion.

## Summering

Framtidens utmaningar innebär att såväl skolbyggnaden som pedagogiken behöver digitaliseras i långt större utsträckning än vad vi ser idag. Lärmiljön är en tillgång och kan, om den är rätt utformad, stötta undervisningen.

För att kunna utforma och utrusta framtidens lärmiljöer måste man förstå vad som ska hända i dessa och hur verksamheten är organiserad. Annars sitter man med en stor investering som inte svarar mot behoven. Därför är det också viktigt att förstå olika typer av pedagogisk verksamhet och hur den, och de digitala verktygen, påverkar det som sker i lärmiljön.



*Illustration: Alla olika frågor man måste kunna svara på.*



## Lokaler för lärande

### Grundskola och gymnasieskolan

Det traditionella klassrummet i föreläsningsstil med en svart tavla och läraren framför lämnar litet utrymme för kreativitet. Det bygger på lärarledd undervisning med "biosittning" - läraren leder undervisningen med hjälp av böcker och en tavla att skriva på. Merparten av svenska grundskolor och gymnasieskolor är uppbyggda på detta sätt trots ett mer aktivitetsbaserat arbetssätt och trots att viktiga framtida förmågor likt kreativitet behöver nya typer av lokaler.

Kreativitet behöver utrymme och rörlighet som du kan hitta i en nystartad eller modern kontorsbyggnad. Skolan bör sträva efter att spegla livet utanför skola/campus och uppmuntra eleverna att öva färdigheter som samarbete, kritiskt tänkande och digitalt medborgarskap, vilket är svårt i traditionell inlärningsmiljö.

I ett traditionellt klassrum med traditionella möbler är det väldigt svårt att bryta med en traditionell undervisningsstil. Genom att gå över från en traditionell skoluppställning till en realistisk, samarbetsvillig och produktiv miljö kan eleverna arbeta mot mål som är relevanta för dem i den verkliga världen.

Idag har nästan varje student sin egen mobila enhet/pryl, och tekniken påverkar hur lektioner är strukturerade. Integrering av teknik är avgörande för en skola som förväntas förbereda våra elever för den verkliga världen. Om vi inte lyckas med det är vi kvar i något gammalt och samhällsfrånvänt.

Den traditionella grundskolans planlösning bygger på klassrum om ca 60 kvm längs en korridor. Utöver det finns hemvister, ämnesrum för musik, bild, no-ämnen, hemkunskap, slöjd samt lokaler för idrott, mat, sammankomster, hygienrum, personal och bibliotek. Idag ser vi en övergång till mer yteffektiva och flexibla planlösningar som erbjuder fler lärsituationer än den traditionella. Korridorer tar plats och gruppum, miniaulor och gradänger behövs. Rummens arkitektur och inredning är extremt viktig. De måste tillåta att eleverna att prestera på ett annat, helt verklighetsförankrat sätt.

Integrationen av teknik i kombination med en mängd olika utrymmen för att studera, träffas och samarbeta utanför klassrummet, är det som kan göra ett helt skolcampus till en uppslukande inlärningsupplevelse. Detta genom att studenterna använder blandningen av utrymmen och kan välja den plats att vistas på mellan lektioner och under pauser som bäst passar deras behov.

Lärande blir flytande och efterliknar den verkliga världen. Med mobila enheter, mobila möbler och valet och kontrollen kan eleverna utforska ett ekosystem med utrymmen som främjar undervisning och lärande utöver den formella lärmiljön.

### Högskola/universitet

Internationaliseringen av högre utbildning har öppnat spännande möjligheter för högskolor att göra stora förändringar i deras undervisnings- och inlärningsprocess: exponering för olika kulturer expanderar avsevärt den typ av kunskap som levereras genom utbildningsprocessen, vilket ger nya perspektiv på klassrummet. Internationaliseringen erbjuder stora möjligheter för studentmobilitet genom utbyte, fri rörlighet, praktikplatser, studiebesök och sommarskolor.

Akademisk rörlighet förbättrar den internationella gödslingen av idéer för att främja kunskap för ny banbrytande sökning. Det finns många olika former av studentutbyte, mobilitet och initiativ för att tillföra internationella och interkulturella dimensioner till det allt mer varierande klassrummet som idag är mer interaktivt och digitalt.

Virtuella plattformar är utbredda som kunskapsförvar, för samarbetsprojektarbete och onlinekonversationer mellan studenter eller för samverkan mellan studenter och fakulteter. Samarbetet mellan universitet och deras akademiska partners över hela världen, deras internationella nätverk och externa intressenter hjälper till att utöka klassrummet långt utanför dess traditionella gränser. I dag utvecklas klassrummet ständigt när det gäller inlärningsutrymmen, teknik och inlärningsmetoder.

Fakulteten blir en *facilitator* dvs. den ska underlätta lärande, upptäcktsprocessen och samskapandet som sker i klassrummet. Användningen av teknik i det digitala klassrummet sprider sig snabbt. Smarta enheter integreras i undervisning och lärande. Enskilda studenter kan ha sina surfplattor eller bärbara datorer anslutna till whiteboards och interaktiva väggar och de kommer att använda 3D-skrivare eller virtuella och augmented reality headset mer och mer i framtiden. Personliga inlärningsystem förändrar helt de traditionella sätten att lära och undervisa.

## **Pedagogisk utveckling kopplat till aktiviteten i lokalen**

Vi ser att framtiden och digitaliseringen kommer att innebära och kräva nya sätt att arbeta och undervisa. Pedagogiken utvecklas och ämnesöverskridande arbetslag som samverkar kring undervisningen blir vanligare trots att mer traditionell pedagogik ännu är mest utbredd. Övergångar mellan analogt och digitalt samt mellan skola och hem efterfrågas och önskas vara sömlösa. Nedan ges exempel på ett par olika trender.

### **Studentcentrerat lärande**

Kärnan i lärandemodellen innebär att studenten är huvudpersonen till skillnad från lärlingsmodellen där handledaren visar och studenten gör likadant. Studenten tar eget ansvar för sitt lärande, söker aktivt kunskap och har direktkontakt med personer med olika behov i den aktuella verksamheten. Handledarens uppgift är att stimulera och stödja studentens lärande. Det vetenskapliga förhållningssättet till kunskap förstärks av ett problemorienterat och evidensbaserat arbetssätt.

Studenten förväntas att aktivt söka kunskap och problematisera denna utifrån de personer och deras speciella behov de möter under den verksamhetsförlagda utbildningen. Studenten har handledare med både ämneskompetens och pedagogisk kompetens. Handledaren står för struktur och vägledning och förväntas möta studenten där denne befinner sig i sitt lärande och med detta som grund stödja och utmana studentens lärande under VFU (verksamhetsförlagd utbildning). Handledaren ska följa studentens kunskapsutveckling genom att vara ett viktigt stöd och bidra till att studenten uppnår kursens lärandemål.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Rapport, *Lärandemodell för verksamhets integrerat lärande*, Centrum för klinisk utbildning, 2015. (Hämtad 2020-04-24).

I en akademisk lärmiljö sker ett nära samarbete mellan de ingående aktörerna och deras respektive resurser och ansvarsområden.

- Studenten ansvarar för sitt lärande.
- Verksamheten ansvarar för stöd och struktur.
- Lärosätet ansvarar för att studenten uppnår lärande- och examensmål.

För att på bästa sätt stödja studenters lärande behöver lärare ta hänsyn till flera olika faktorer. En gemensam princip som länge lyfts fram inom högskolepedagogisk forskning är att universitetslärare sätter studentens lärande i centrum. Detta påverkar också hur universitetslärare tänker i relation till uppgifter och läraaktiviteter under kursen, återkoppling och examination.<sup>31</sup>

### ALC – Active Learning Classroom, maktförskjutning i rummet

Peter Bergström, Maria Rönnlund och Åse Tieva vid Institutionen för tillämpad utbildningsvetenskap respektive Enheten för universitetspedagogik och lärandestöd vid Umeå universitet, har sedan hösten 2017 studerat undervisning och lärande i ett så kallat "Active Learning Classroom" (ALC). De har följt ett utvecklingsprojekt initierat av några lärare på en gymnasieskola. Lärarna upplevde bristande motivation och engagemang hos vissa elever, hög skolfrånvaro samt ett till stora delar passivt lärande under lektionerna. Mot denna bakgrund ville lärarna förändra sin undervisning och åstadkomma ett mer aktivt lärande hos eleverna.<sup>32</sup> Tidigt i utvecklingsarbetet kom lärarna över och såg potential i en metod och modell utvecklad i högre utbildning för att stödja samarbete mellan studenter/elever som kallas ALC (Baepler et al., 2016)<sup>33</sup>, och fick skolledningens stöd att designa ett rum med principer från ALC-modellen med avseende på möblering och IKT.

Forskarna har deltagit i lärarnas planerings- och utvärderingsmöten samt observerat och filmat den undervisning som tog form i det nya klassrummet. Under mötena har forskarnas roll varit att lyssna på lärarna och med hjälp av observationerna och filmsekvenser ställa frågor och komma med inspel av pedagogisk och didaktisk art. Samtalen har handlat om undervisningsmetoder samt hur den fysiska klassrumsmiljön och IKT nyttjas av lärare och elever.

Utvecklingsprojektet har genererat ett stort datamaterial och forskarna har arbetat med olika delstudier parallellt. I en av studierna har de analyserat klassrumspraktiken i det nya klassrummet avseende maktrelationer och kontroll. Ett rums design, möblering och utrustning ger signaler om förväntade maktförhållanden mellan lärare och elever, och forskarna intresserade sig för vad som skulle hända med maktförhållandena när lärare och elever flyttade in i det nya klassrummet. Resultaten från

---

<sup>31</sup> Scheja, M., Pedagogeeeks: Studentcentrerat lärande, Centrum för universitetslärarutbildning (CeUL) Stockholms universitet, 2017-02-07. <https://www.youtube.com/watch?v=pVGJYPYv1-4> (2020-04-24).

<sup>32</sup> Bergström, P, Rönnlund, M & Tieva, Å (2020) *Upper secondary school teachers' first encounter with the active learning classroom. What can we learn from a perspective of power and control?* In P Kommers, A Backx, N Viana, T Issa & P Isaiás (eds.) *Proceedings of the 7th international conference on Educational Technologies 2020. São Paulo*: IADIS Press, s. 57-64.

<sup>33</sup> Baepler, P. M., Walker, J. D., Brooks, C., Saichaie, K., Petersen, C., & Cohen, B. A. (2016). *A guide to teaching in the active learning classroom: history, research, and practice*.

delstudien visar att klassrummets design underlättade elevaktiva arbetssätt och elevgruppsarbeten. Eleverna fick större inflytande över klassrumsaktiviteten, vilket av lärarna kunde upplevas som att de själva förlorade lite av kontrollen. När lärarna började planera lektionerna med större fokus på tempo och sekvensering upplevde de ökad kontroll samtidigt som de tyckte att elevernas arbetsinsats och aktiva lärande ökade; eleverna arbetade mer fokuserat och aktivt med hjälp av lärarnas tydligare tempo- och sekvensstyrning.<sup>34</sup>

## Det flippade klassrummet – digitalt och analogt

Läxan först, lektionen sedan. Att vända på, eller ”flippa”, klassrummet blir allt populärare bland landets lärare. Det flippade klassrummet står för det omvända klassrummet. Enkelt uttryckt handlar det om att eleverna får hemuppgifter som förberedelse till en lektion, istället för det omvända. 2007 anses vara året då uttrycket ”Flipped classroom” myntades (i USA) och pedagogerna Jonathan Bergmann och Aaron Sams brukar räknas som de första ”flipparna”. De har tillsammans skrivit boken ”*Flip your classroom – reach every student in every class every day*”.<sup>35</sup>

”Förhandsläxan” kan exempelvis bestå i att titta på en filmsnutt, att läsa igenom ett stycke eller svara på frågor i ett onlineformulär. Syftet är att eleverna ska komma förberedda till lektionen och att undervisningstiden därmed kan användas på ett effektivare sätt. Bland fördelarna lyfts också fram att eleven kan gå igenom en filmad genomgång så många gånger denne behöver för att förstå. Det öppnar dörrar och gör att fler vågar räcka upp handen, men det är ingen mirakelmetod som passar för alla. Genom det flippade klassrummet får dock alla en förförståelse och kan vara med i diskussionen. Att låta eleverna sitta vid datorn fyller inget syfte i sig.<sup>36</sup>

Flipped classroom är än så länge inget väl utforskat fenomen, men Peter Karlberg, undervisningsråd på Skolverket, säger att blir finns en allmänt positiv effekt på elevernas resultat om läraren känner entusiasm och tror på sitt sätt att undervisa. Läraren kan då göra saker som kanske inte hanns med tidigare. Det är den professionella läraren som ska utveckla sin undervisning så att den blir så bra som möjligt.<sup>37</sup>

Som exempel kan man ta en grammatikgenomgång i franska som lagts ut på Youtube. Eleverna kan lyssna på grammatikgenomgången samtidigt som de tittar på en Powerpointpresentation.<sup>38</sup>

## Teknik och internationalisering

Teknik erbjuder betydande potential för att utöka internationaliseringen och gränsöverskridande utbildning. Att ha teknik till hands ger tillgång till kunskap och information från var som helst i världen vid varje givet ögonblick.

---

<sup>34</sup> Ibid.

<sup>35</sup> J. Bergmann & A. Sams *Flip YOUR Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*, (2012), International Society for Technology in Education.

<sup>36</sup> Skolvärlden, Flippat klassrum kan vända eleverna rätt, Skolvärlden.se, Sverige, Skolvärlden, 2013-02-27. <https://skolvärlden.se/artiklar/flippat-klassrum-kan-vanda-eleverna-ratt> (Hämtad 2020-03-19).

<sup>37</sup> Ibid.

<sup>38</sup> Ibid.

I virtuella klassrum lär elever från hela världen gemensamt och interagerar som i samma fysiska klassrum. *Virtual* och *Augmented Reality* – VR och AR – tar eleverna ett steg längre för att få internationella erfarenheter, i första hand i form av fullständig nedsänkning, d.v.s. virtuellt uppleva exempelvis platser. Hologram skapar klassrummet och kan i framtiden mycket väl erbjuda en möjligheten att kombinera nedsänkning och internationalisering hemma.

Tekniken erbjuder också verktyg för att anpassa utbildning och bättre integrera studenter med olika kulturell och internationell bakgrund. Som en onlineresurs hjälper det eleverna att förstå sin egen engagemangsnivå i sina studier såväl som sina kamrater, vilket signalerar potentiella risker för deras akademiska framgång.

Millennials och Generation Z har mycket olika behov av en klassupplevelse. De förväntar sig en meningsfull och interaktiv studentupplevelse, aktivt med sina kamrater i och utanför klassrummet.

## Summering

Vi ser en utveckling mot kollaborativt och internationellt arbete. Framtiden ställer nya krav på färdigheter och kompetenser. Vi behöver klara av övergångar mellan digitalt och analogt. Den fysiska lärmiljön kan stötta lärandet och lärsituationen. Tekniken erbjuder också verktyg för att anpassa utbildning och bättre integrera studenter med olika kulturell och internationell bakgrund.

Liksom användandet av digital media och teknik ökar demokratiseringen i samhället ser vi att det sker en maktförflyttning även i verksamhetens lärmiljöer ned på klassrumsnivå. Vi ser även en utveckling mot ämnesöverskridande arbetslag som kan behöva en annan typ av lokalresurs än den som finns i beståndet idag.

## Lokaler, inredning och installationer som stöttar aktiviteten

Den 1 januari 2015 skärptes diskrimineringslagen som numera klassar bristande tillgänglighet i skolan både i undervisning och lokaler som diskriminering. Detta ställer krav på våra lärmiljöer. Vi behöver lära oss mer om hur vi anpassar lokalerna utifrån elevers olika behov och hur vi ritar skolhus där byggnadens utformning inte utgör ett hinder för lärande.

Med hjälp av neurovetenskap vet vi idag betydligt mer om vår hjärna och om hur vi lär. Det går idag inte att bygga nya skolor utan att ta hänsyn till våra sinnen och hur de reagerar på intryck kopplat till ljus, ljud, syn och hörsel. Enligt Autism- och Aspergerförbundet har upp till fem barn i varje klass har så kallade neuropsykiatriska funktionsvariationer som gör att det blir svårt att sortera sinnesintryck och att hjärnan blir överbelastad. Vi vet att om vi utgår vi från de känsligaste eleverna så skapar vi god arbetsmiljö och studiero vilket i förlängningen ger bättre studieresultat, mindre sjukskrivningar, högre närvarotal och mindre skadegörelse.

Signalsubstanserna i hjärnan påverkas genom de sinnesintryck den fysiska miljön genererar. För det första bör man lyfta ämnets tillgänglighet tidigt i processen för att ha en möjlighet att sy ihop skolans organisation, pedagogik och lokaler till en helhet. Inkluderande lärmiljöer är ett samverkansprojekt som innefattar många olika kompetenser och det är en fördel om man kan jobba ihop som ett team med gemensamma mål.

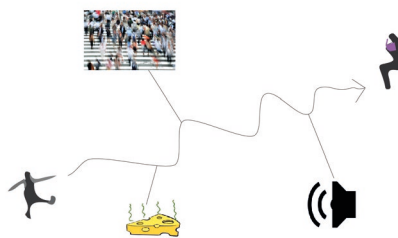
Genom att placera elevhälsan, administration och toaletter centralt och undvika korridorer och prång skapar man vuxennärvaro och överblickbarhet. Förstärkt av ett tydligt skyltsystem och en bra rumslogistik så blir lärmiljön tryggare.

Specialsalar och matsal, kök, bibliotek (enligt skollagen ska alla elever ha tillgång till ett skolbibliotek) och fritidsklubb klustras med fördel på bottenplan för att reducera buller, minska stomljudstransmiteringar, underlätta för leveranser och även öka uthyrningsbarhet. Det är också bra om man kan integrera elevskåp i klassrumsväggar eller i gemensamma studielandskap för att skapa trygghet och mindre spring. Detta är enklare i lägre klasser med hemklassrum.

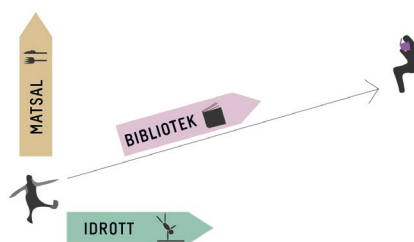
Genom att välja tillräckligt stora luftkanaler som inte transporterar ljud och större aggregat med lägre varvtal, minimeras risken för buller och lukt som transporteras i byggnaden. Brist på luft och lukt som stör påverkar koncentrationsförmågan.

När det gäller visuellt buller bör man intryckssanera geom att i möjligaste mån undvika plottriga väggar och mönster. Dova färger är lugnare för ögat än starka. Stora glaspartier bör gå att skärma av.<sup>39</sup>

### VISUELL MILJÖ: STRUKTUR & FLÖDEN



### VISUELL MILJÖ: STRUKTUR & FLÖDEN



<sup>39</sup> Ellingsen A., NPF-expert, arkitekt SAR/MSA på Sweco, intervju 2020-01-27.

Att ha olika platser för olika lärsituationer är vitalt för inläring. En flexibilitet i möbleringen är att föredra då många inte klarar att sitta stilla i en biosittning långa stunder. Avskärmade platser eller L-formade klassrum kan erbjuda studiero men ändå social samvaro för dem som behöver dra sig undan för att orka.

Rent pedagogiskt behöver läraren tillgång till en stor whiteboard och digitala verktyg. Ofta hjälper det att strukturera lektionen i moduler och att det står tydligt på tavlan vilka moment som ska genomföras och när under dagen. De digitala verktygen har visat sig bra för att de kan individanpassas och hjälper läraren att förstå exakt hur en elev lär sig och vilka svårigheter denne kan tänkas ha.<sup>40</sup>

Sammantaget skapar alla dessa faktorer ett bra underlag för social hållbarhet i en lärmiljö.

Peter Lippman forskare inom lärmiljö, säger att människor är det primära, det man ska göra tillsammans - sedan kommer den fysiska miljön. Finns de mänskliga relationerna och känner man varandra, och om sedan har platserna och verktygen finns där barnen är trygga kan man främja lärande. Rummens koreografi är a och o. Det betyder inte att det inte ska finnas väggar men som lärare måste man ha överblick över sina elever.<sup>41</sup>

#### BULLER : VISUELLT BULLER



## Ljus och belysning

Ljuset är viktigt i vår kultur, inte minst under vinterhalvåret. Ändå glömmar vi ibland detta när vi inreder och ljussätter och belysningen kan bli ful, flimrande och bländande. Bländande ljuskällor på förskolan gör exempelvis att barnet inte kan se pedagogens ansiktsuttryck då barnet tittar upp mot pedagogen. När barnet inte kan tolka pedagogens ansiktsuttryck hämmas den kontakten mellan barn och pedagog.<sup>42</sup>

Forskning visar att bristande tillgång till dagsljus i inomhusmiljöer, liksom undermålig belysning, kan bidra till psykisk ohälsa, stress, sömnproblem och koncentrations-svårigheter. Med undermålig belysning avses såväl för hög som för låg belysningsstyrka liksom för jämn eller ojämn ljusfördelning. Tre problem är särskilt framträdande: störande flimmer, bländning och avsaknad av dygnsrytmiskt ljus som tillgodoser hjärnans och kroppens fysiologiska behov. Icke-visuellt flimmer och bländning kan orsaka huvudvärk och stressymptom.<sup>43</sup>

---

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> B. Lindfors, A. Lowden, M. Aries, T. Laike, H. Hemphälä, S. de Laval & T. Hägg, Högtid att genomlysas ljuset i skolan, *Dagenssamhalle.se*, Sverige, Dagens samhälle, 2020, <https://www.dagenssamhalle.se/debatt/hog-tid-att-genomlysas-ljuset-i-skolan-30817> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>42</sup> Ibid.

<sup>43</sup> Ibid.

Utmaningen med belysning i den smarta byggnaden är momentan anpassning, det vill säga den sömlösa övergången mellan digitalt och analogt. Lärmiljön erbjuder olika pedagogiska situationer som pendlar mellan individuellt och kollaborativt arbete och lärande. Liket en kontorsarbetsplats måste även ljus i lärmiljö kunna individanpassas. Ibland använder man analoga arbetsmaterial och ibland digitala redskap. Dessa ställer specifika och ofta inbördes motstridiga krav på ljusmiljön för att undvika bländning, störande ljusreflektioner och för höga eller för låga kontraster som kan störa synen och koncentrationen.

#### BULLER : VISUELLT BULLER



Som ett exempel kan nämnas arkitekten och ljusdesignern Jonas Kjellanders observation vid ett undervisningstillfälle på Handelshögskolan i Stockholm under vilket man använde sig av smartboard, whiteboard och laptops samtidigt som flertalet elever antecknade analogt med papper och penna. Han menar att dagens enahanda belysning av lärmiljöer bara duger till städning, som bäst. Hans bedömning är att en kvalitetsbelysning blir billigare redan efter 3–4 år sett till energiförbrukningen.

Data från Stressforskningsinstitutet visar att hela 50 procent av alla som arbetar inomhus upplever trötthet, energibrist och försämrat humör under höst och vinter. I Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndighetens nyligen publicerade kunskapssammanställningar om dagsljusets påverkan på hälsa och prestation, understryks att inomhusarbete och minskad utomhusvistelse ökar ohälsan i arbetslivet och att elever som vistas i dagsljus under skoldagen har bättre hälsa än elever som inte gör det.<sup>44</sup>

Det är med andra ord viktigt att beakta ljusproblematiken ur fler aspekter än energibesparing. Man måste också tänka på kroppens behov och hur den påverkas av bristande eller felaktigt ljus. Barn med NPF (neuropsykiatriska funktionsvariationer som ADHD, ADD och autism) har en hög andel ljuskänslighet, så kallad *fotofobi*. Att beakta synergonomin är av yttersta vikt för att optimera förutsättningar för inläring oavsett åldersgrupp även om synen förändras<sup>45</sup>. Generellt kan man säga att vi har mycket att lära av förskola och moderna kontor. Den mindre och den större gruppen har nämligen olika behov. Jonas Kjellander framhåller slutligen en enkel tumregel för god belysning; Det dåliga ljuset är oftast det som från ljuskällan träffar ögat direkt och det goda ljuset är det som reflekterats mot något man vill varsebli

Kompetensen hos beställare av belysning i skolan måste öka samtidigt som man anammar och utvärderar ny teknik och kunskap för att undvika undermåliga ljusmiljöer som orsakar ohälsa och koncentrationssvårigheter. Aktörer i skolan behöver

---

<sup>44</sup> Ibid.

<sup>45</sup> Tilli, P., (2013) På ett annat sätt - mina erfarenheter av Aspergers syndrom - ett autismspektrumtillstånd  
Tilli, P. Autism, ADHD och fotofobi (extrem ljuskänslighet) Aspiration.nu, Sverige 2020-03-19.  
<https://blogg.aspiration.nu/autism-adhd-och-fotofobi-extrem-ljuskanslighet/>



verka för en genomtänkt analys av ljuset och för att ta fram handlingsplaner, med särskilt fokus på individer som har särskilda behov.<sup>46</sup>

En stor utmaning för kommunerna är att all ljusrörsbelysning nu ska fasas ut och bytas mot LED-belysning. Detta är problematiskt eftersom belysningen i många befintliga byggnader är planerade efter en möblering och ett arbetssätt som inte längre är aktuellt. Armaturerna är inte heller anpassade för den nya belysningen. Det är inte bara att byta. Att planera för armaturer i långa rader är kanske enkelt att projektera och kan tyckas rationellt men det blir fel och inte genomtänkt säger Jonas Kjellander.

Suzanne de Laval, arkitekt SAR/MSA, tekn.dr. instämmer med Jonas Kjellander och varnar för LED-tekniken och säger att den måste väljas med stor omsorg då åtskilliga LED-armaturer ger ett flimmer som kan störa och ge huvudvärk och irritation.<sup>47</sup>

Jonas Kjellander påpekar att lärmiljö i praktiken är likt ett kontor, dvs aktivitetsbaserad. Varför gör man då annorlunda? En varierad möblering innebär en varierad armatur. Slentrianmässig planering hjälper ingen, i en lärmiljö måste alla delar hänga ihop. Avslutningsvis tar Jonas upp frågan om upphandling och säger att kommunerna behöver hjälp med att upphandla med kvalitetsbeskrivningar (till exempel med avseende på synergonomisk upplevelse) och att de behöver upphandlingsunderlag från ljusdesigners och arkitekter så att man tänker rätt.

LED var revolutionerande för 15 år sedan, men AI kommer att förändra hur vi arbetar med belysning förutspår Johan Röklander i Belysningspodden.<sup>48</sup> Han tror att det kommer påverka hur vi arbetar med beräkningar och förstudier och att vi kommer se programmerare arbeta med detta. AI kommer att kunna göra helt nya uppgifter åt oss, som att beskriva upplevelser, flöden och upplevelsemönster och att ta LET-filer och placera dem på rätt ställen i en BIM-modell och digital tvilling. Fler system kommer att sammankopplas som ljusstyrning och Li-Fi (när belysning kopplas till geo-data till våra prylar t.ex.). Han tror att projektörens uppgift blir att beskriva det man vill uppleva och på vilket sätt kopplat till flöden. Här blir det centralt att olika system pratar med varandra så att man enklare kan byta ägare av fastigheten. Idag äger den som äger byggnaden också det mesta av belysningen och sedan betalas elen av den som hyr fastigheten. Det ger dåliga incitament för att hyra sin belysning så framtiden kanske kommer innebära nya typer av kontrakt eller byggnader som inte hyrs ut med belysningen. Det skulle driva på utvecklingen enligt Johan.<sup>49</sup>

## Ljud

En god rumsakustik ska ha lugnande effekt på eleverna och samtidigt medge en god taluppfattbarhet. Det har utförts ett flertal undersökningar som pekar på att en tyst miljö med god taluppfattbarhet underlättar inläringen och minskar stressen. Om en

---

<sup>46</sup> Ibid.

<sup>47</sup> Byggtjänst, Så påverkas vi av osynligt flimmer från LED, Byggtjänst.se, Sverige, Byggtjänst, 2018-11-07. <https://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/artiklar/2018/november/sa-paverkas-vi-av-det-osynliga-flimret-fran-led/> (Hämtad 2020-05-05).

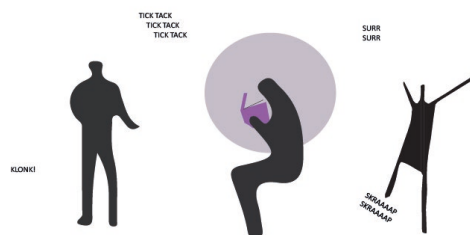
<sup>48</sup> J. Röklander, Vad innebär revolutionen med AI för ljusdesignbranschen? *Acast.com*, Belysningspodden, Sverige, 2019-02-13. <https://play.acast.com/s/belysningspodden/ai-ar-den-stora-kommande-revolutionen-johan-rokklan?autoplay> (Hämtad 2020-02-01).

<sup>49</sup> Ibid.

stor del av hjärnkapaciteten måste användas för att sortera bort störande ljud minskar inlärningsförmågan. Dessutom är det uttröttande att bibehålla koncentrationen på skolarbetet och lärarens röst under bullriga förhållanden. Akustiken i större föreläsningssalor eller aulor måste specialstuderas för att få maximerad taluppfattbarhet. Korridorer och entréhallar ska akustikbehandlas för att ge en lugn stämning och inramning av skolan som helhet.<sup>50</sup>

En god ljudmiljö är en viktig del av en välfungerande skola. Ljud som stör undervisning beskrivs ofta som ett problem. Det kan vara ljud inne i klassrum eller från utrymmen i anslutning till klassrum. Även skolrestauranger är en utsatt miljö när det gäller störande ljud. En stökig miljö bidrar till otrygghet och kan leda till en mer negativ skolupplevelse.

#### BULLER : LJUDMILJÖ



När Ulrica Kernen, tekn. dr. i akustik, intervjuas berättar hon att 2–3 i varje klass har svårt med hörseln. Det är ofta en särskild utmaning i matsalar. Hon säger att ett sätt kan vara att skapa mindre matrum kopplade men avskärmbara till den större matsalen. En annan utmaning är entréhallar med dubbel takhöjd och entréer som flyter in i matsalen.

Troligen ökar behovet av ljuddämpning i klassrummen med ökat kollaborativt arbete kring digitala verktyg. Men detta behöver forskas på. I stora klassrum bör 10 procent av väggen ha absorbenter och i små grupprum 15 procent. Maximal efterklangstid får vara 0,5. Här är SISAB i Stockholm en före-gångare.

Avseende ljudisolering så är ljud mellan rum en central fråga. Musiksalar, slöjdsalar och storkök ska helst samlas i bottenvåningen så att de inte ligger rakt under eller precis intill ett klassrum. Kernen beskriver att man kan arbeta med biutrymmen runt omkring och att detta är särskilt relevant för gymnastiken som förr alltid bedrevs i en egen byggnad men numer ofta samlokaliseras.

Ulrica beskriver hur man kan arbeta med bland annat betonglock ovanför exempelvis kök när resten av konstruktionen är av trä. Hon framhåller också att en bra planlösning bidrar till goda ljudegenskaper och att det rör sig om 4–5 dB skillnad mellan ett fullt isolerat och ett oisolerat i ett klassrum. Hon säger dock att en planlösning som passar somliga kan vara mindre bra för andra och nämner som exempel Soldalaskolan i Södertälje som har en planlösning som en solfjäder.

Ulrica säger att om två grupper arbetar i samma rum kan skärmar vara ett alternativ men att mindre grupprum alltid är att föredra.

Man ska eftersträva max 0,5s efterklangstid i ett klassrum och se till att minimera installationsbuller. Kanalerna måste vara tillräckligt stora: ökar du flödet blir det mer turbulens och därmed mer installationsbuller. Hellre stora don och så lite tryckfall över don som möjligt. För att minimera ljud via konstruktionen är det viktigt att

<sup>50</sup> Akustik.nu, Skolor och Undervisningslokaler, *Akustik.nu*, Sverige, 2020. <https://www.akustik.nu/index.php/projektering/skolor-och-undervisningslokaler> (Hämtad 2020-04-24).

kanalsystemen inte transporterar ljud mellan rum. Överhörning är en utmaning särskilt i koppling till musikrum. Ju större ventilationsaggregat desto lägre varvtal och desto mindre ljud säger Ulrica Kernen.

Avslutningsvis har hon ett medskick gällande möblering. Absorbenter nära källan ger nämligen bättre effekt. Man kan arbeta med bord med tyst (golv)skiva vilket reducerar exempelvis slammer av bestick och det finns stolar som inte låter när de dunsar mot golvet.<sup>51</sup>

Medskicket till dem som vill göra rätt från början är att se till att man arbetar med ljudabsorbenter i såväl tak som på väggar samt nära källan – i exempelvis möbler, samt att ha en bra och genomtänkt planlösning. Har man en träkonstruktion ska man till exempel inte ha ventilationsaggregat och slöjd högt upp i byggnaden för det ger stomljuds vibrationer.

Förutom att undervisningsrum ska ha en god rumsakustik är ljudisolering mot angränsande lokaler mycket viktig. Att klara krav på ljudisolering vid besiktning handlar inte bara om att föreskriva rätt väggtyp. Man måste arbeta med ett helhetstänk där alla byggnadstekniska detaljer såsom tex flanktransmission, ljudspridning i stomme, ventilationsöverhörning, schakt etcetera vägs in.<sup>52</sup>

Digitaliseringen kombinerat med kollaborativt lärande kommer snarare öka behovet av goda akustiska egenskaper i lärmiljön än tvärtom, men mer forskning i ämnet behövs.

## Möblering och designad lärmiljö

Just nu tar alla leverantörer fram nya möbler för lärmiljö. Och de har en sak gemensamt, ingen integrerar möbler med belysning trots att de är nära sammankopplade. Här finns en stor utvecklingspotential. På kontor ser vi redan hur man med AI och sensorteknik kan individanpassa arbetsplatserna. Behoven i lärmiljön är de samma men ändå saknas aktivitetsanpassad belysning. Här kan lärmiljö lära av modern förskolemiljö och kontorsmiljö.

Digitaliserad verksamhet ställer också krav på möblering och ergonomi. Man ska se och sitta bra men också kunna variera arbetsposition över dagen. Möbler måste vara specifika för olika lärsituationer och de måste kunna individanpassas. Vårt stillasittande ökar och liksom en bok väger olika mycket så väger också våra tekniska prylar olika. Arbete på tangentbord är inte detsamma som penna och papper, utan höjd och vinkel behöver individanpassas. Skolbänk och skolstol fungerar ganska dåligt ergonomiskt, särskilt om det är det enda alternativet.

In en intervju med Malin Valsö, leg. psykolog, påminner hon oss om skollagen: vi ska anpassa miljön inte individen. Hon är utifrån forskning skeptisk till att psykisk ohälsa har ökat som följd av digitaliseringen har ökat och ifrågasätter vilka frågor som ställs när man kartlägger psykisk ohälsa.

Elever vid alla typer av skolor omfattas i huvudsak av arbetsmiljölagen från och med förskoleklasserna men saknar skyddsombud. Man måste kunna arbeta både

---

<sup>51</sup> Kernen, U., tekn. dr. i akustik på Sweco, intervju 2020-03-28.

<sup>52</sup> Akustik.nu, Skolor och Undervisningslokaler, *Akustik.nu*, Sverige, 2020. <https://www.akustik.nu/index.php/projektering/skolor-och-undervisningslokaler> (Hämtad 2020-04-24).

individuellt och i grupp. Hon nämner Elmeskolan i Älmhult som exempel på hur man kan möblera aktivitetsbaserat. I mitten av klassrummen finns en samlingsplats utrustad med saccosäckar framför en whiteboard för uppstart, genomgångar och instruktioner och längs väggarna arbetsstationer med avskärmade platser för att arbeta enskilt eller för arbete två och två. Det finns också soffor där man kan sitta och läsa.

Hon fortsätter med att framhålla att problemlösning är ämnesspecifik och att vi behöver viss grundläggande kunskap. Arbetsminnet kan komma ihåg 5–9 enheter (tänk telefonnummer) när vi laborerar. När vi frågar Siri så belastar vi arbetsminnet med den information Siri ger oss, men har vi kunskap i långtidsminnet behöver vi inte belasta arbetsminnet. För att klara laborationer och problemlösning behöver vi därför baskunskaper. Malin betonar vikten av att avlasta arbetsminnet och intryckssanera den digitala miljön. Det kan finnas flera lösningar på samma problem men man måste alltid ha fokus på lärandet, kunskap och förmågor.

Enligt Malin har digital text ingen rumslighet och hon frågar sig när det är gynnsamt med digitalisering? När ska vi genomföra undervisningen digitalt? Hon framhåller att detta är lärarens dilemma, balansgången mellan det som är kunskapsdrivet och det samhälle man vill ha. Hon påminner oss om att har man sett något på *Youtube* får man se mer av samma sak och att skolan också har ett demokratiuppdrag. Vi riskerar att få en förstärkt verklighet istället för en problematiserad världsbild. Det är viktigt att veta vad som är techdrivet.

Malin Valsö menar att visuellt stöd i klassrummet – *att det ser likadant ut för igenkänning* – ska varadett samma för alla och att rektor borde kräva att läraren visar på en möblering med utgångspunkt i vilken undervisning som ska bedrivas. Som hjälp kan man göra en gåtur och okulärbesiktning av miljön inför terminsstarten med återkoppling i lärarlaget. Kollaboration är bra men gruppbord behöver bord med skärmar. Man behöver utgå från kvantitativ forskning och tvärvetenskaplig forskning som studerar ögonmotorik och ergonomi. Kropp och ögon måste få utvecklas. Idag blir det IKT-läraren och försteläraren som tvingas uppfinna hjulet eller själva läsa in sig på forskning, i stället för att skolmyndigheterna tillhandahåller information om när digitalisering gynnar respektive hämmar lärandet.

L-formade klassrum kan vara bra ur ett ljudperspektiv men är en utmaning om elever tvingas stå bakom andra elever vid genomgång, eftersom de inte ser smartboarden eller läraren när de sitter på sina platser. Det behövs rum och inredningar som stöttar det relationella. Med för många elever blir det inte bra. Vi behöver först tryggheten i den lilla flocken för att sedan kunna bli trygga i den stora gruppen.

Långsiktigt måste vi fokusera på att skraddarsy lärsituationen. Moderna läromedel kan indikera när det är dags för till exempel repetition, men risken på kort sikt är att det saknas nationella riktlinjer och därför behövs en kvalitetssäkring. Vi måste ha kontroll över vilka *monsters* (bovar) och *boosters* (kickar) som finns när vi ska lära oss saker. Det kan handla om flikar och viseringar eller ”second-hand-screening”, dvs. att kolla på grannens skärm. Malin säger att vi måste ha vuxennärvaro och det lärarledda för att läsa av lärande. Distraction är problematiskt.

Malin Valsö framhåller att vi måste skapa en likvärdig skola och aldrig glömma att ”skolan har ett kompensatoriskt uppdrag”. Vi måste skapa klassrum där alla har en bra bas och ge alla en chans. Att så långt som möjligt ha ett klassrum som fungerar för

alla. Likvärdighet måste vara a och o och att inte behöva bygga om så fort det kommer en ny läroplan.

Hon avslutar med att vi måste parkoppla lärande och hälsa - mot psykisk ohälsa, självmordsförsök, kriminalitet, arbetslöshet, missbruk, som alla har starka kopplingar till möjligheten att klara av skolan. Hennes medskick är att ha följande faktorer i åtanke inför inköp: relationer, när det är en lärsituation och vad som kan vara ett hjälpmedel, hur hjärnan fungerar i relation till kunskap och minne. Att kartlägga vad vinsten är med just den här digitala satsningen samt att göra en riskanalys av hur riskgrupper kommer påverkas.

Rummet ska i sig stötta lärsituationerna som beskrivs i läroplanen. Sett till möbler och digitalt arbete kan man tänka så här:

1. *enskilt arbete* – att ha en avskärmbar plats att sitta och arbeta, lyssna i lurar eller läsa vid, det kan vara en bänk med en stol med skärmar kring, ett litet grupprum eller fåtölj med god avskärmbarhet. Varierbara sittytor, höj- och sänkbara bord, laddstationer, belysning och ergonomi bör beaktas. Det ska finnas en fredad plats, utan distraherande ljus eller rörelser i synfältet, men inom trygg radie från pedagog. Använd ståbord och matta.
2. *att göra* – att ha ett grupprum med whiteboard, en stor skärm och exempelvis ett höjbart bord och stolar eller soffor att sitta i, vid eller kring (det finns till exempel whiteboard-bord man kan rita på och vinkla upp). Rum som minner om makerspaces skulle kunna underlätta för denna typ av grupperingar. Ergonomi, akustik, varierbar höjd, belysning bör beaktas. För att pedagoger tryggt ska kunna planera i laborationer och praktiska övningar krävs framförallt tåliga ytor och oömma miljöer utan exempelvis känsliga textilier. Planera för svängrum, arbetsbord i ståhöjd, diskbänkar osv.
3. *att ta in och presentera* – att samlas kring en whiteboard eller en projektion kräver smidiga förflyttningar och sittmöbler. Sacco-säckar och pilatesbollar (rekommenderas inte generellt, fungerar bara i vissa verksamheter) kan vara ett sätt att lösa det eller platsbyggda gradänger. Det är viktigt är att beakta placeringen av en whiteboard eller en projektor så att rummet inte blir enkelriktat. En lagom vinklad sittning underlättar samtal och feedback. Området kring denna yta bör ha extra absorbenter på väggarna. Möjlighet att öppna upp mellan rum kan skapa miniaulor där större grupper samlas. Mycket viktigt är att dessa samlingsplatser inte störs av ljud och rörelser, vilket bryter koncentrationen och stör känsliga elever som kanske har svårt att våga prata inför grupp.
4. *att samarbeta* – grupprum i anslutning till lär arenor av olika storlek med olika typer av möblering som är justerbar och kopplad till en gemensam större skärm eller en whiteboard med laddstationer är av stor vikt. Dessa grupprum måste ha extra absorbenter i väggarna och justerbar och differentierad belysning (bra överallt).

Platsbyggda lösningar är bra om de genomförs med omsorg om lärsituationen. Exempelvis så kan djupa fönsternischer erbjuda studiero för sittandes i nischen eller arbetande vid en bänk med naturligt ljus mot fönster och fasad. Gradänger är bra om man ska presentera eller titta på saker men måste utplaceras och byggas med omsorg.

Att individanpassa arbetsplatser och belysning är inte svårt med dagens sensorteknik och applikationer i våra prylar. Det görs redan på våra kontor. Vill man bygga rätt från början måste man utgå från att pedagogiken utvecklats från lärarcentrerad till kollaborativt arbete. Det ställer krav på hur vi möblerar och med vad vi möblerar samt hur vi belyser platserna vi möblerat. Bäst blir det om formen på rummet, belysningen, akustiken och inredningen fungerar i samklang med pedagogiken oavsett om den är digital, analog eller en blandning av båda.

Lösningarna på samma problem kan dock se olika ut.

## Summering

Lär miljöerna måste vara inkluderande och neurovetenskapen ger nycklar till hur vi kan optimera sinnesintryck kopplat till aktivitet. Lärsituationer i utbildningsmiljö påminner mer och mer om kontorsmiljöer och då de är aktivitetsbaserade måste verksamheternas lokaler också ta hänsyn till olika aktiviteter.

Ljus kan kalibreras digitalt och kopplas till aktivitet och möbler. Kollaborativt arbete ställer krav på goda ljudförhållanden såväl analogt som digitalt och rätt inredda kan rummen stötta inlärning.

God lärmiljö kräver intryckssanering gällande ljus, ljud och visuellt buller. Vi ser också att den digitala miljön behöver intryckssaneras samt att man behöver kunna göra övergångar mellan analogt och digitalt arbetssätt i realtid. Genomtänkt möblering och ljussättning ger god ergonomi och synergonomi. Rumssamband och tydlighet med rätt installationer skapar trygghet och studiero.

## Exempel från verkligheten

För att illustrera hur man arbetar med verksamheters lokaler i nybyggnader från skal till individ, ges avslutningsvis ett par exempel från grundskolan, gymnasier och högskolan.

### Elmeskolan f-6, ett passivhus med aktivitetsbaserade klassrum

Elmeskolan invigdes 2018 och är byggd som ett passivhus vilket innebär att man är noga med att minimera köldbryggor. Ett passivhus är en energisnål byggnad, som kan liknas vid en termos där det finns särskilda krav på hur mycket värme som får läcka ut. Det är kroppsvärmen från skolans elever och personal, belysning och solstrålning som värmer upp byggnaden under större delen av året. Byggnaden är i två plan och rymmer både en internationell förskola och skola och en grundskola från förskoleklass till årskurs sex. Värmebehovet för skolan ligger på under 15 kWh/m<sup>2</sup> år.

All belysning utförs med LED-teknik för att hålla nere energiförbrukningen. Tillskottsvärme kommer med bergvärme. Sommartid används borrhålen för att förkyla uteluften. När många barn vistas i ett rum behövs det inte mycket värme, barnen värmer själva upp rummet – men ventilation kommer alltid att behövas. Under de kallaste dagarna på året kommer tillskottsvärmen från borrhålen. Under resten av tiden värms skolan upp av solen, människorna som vistas i byggnaden och belysningen. Temperaturen kan variera något men ambitionen är att den ska ligga på stabilt 21 grader. Kommunen kommer även att installera solceller med en effekt på 75 000 kW per år.

När Elmeskolan byggdes var det fokus på miljön. Materialet som användes i byggprocessen var godkänt enligt BASTA-listan. BASTA är en webbaserad loggbok där leverantörer och tillverkare av bygg- och anläggningsprodukter dokumenterar och följer upp produktval i alla steg.<sup>53</sup>

Rektorn har infört kontorslandskap i miniatyr i klassrummen istället för den vanliga uppställningen av skolbänkar som står riktade mot läraren och tavlan. Lärarna har byggt kontoren och eleverna på skolan fick svara på om de ville sitta ensamma, två och två eller i grupp i sina miniatyrkontor.

Genomgångarna i skolans klassrum sker på en gemensam yta där man har ställt upp en soffa och så kallade saccosäckar framför klassrumstavlan. Det är bara någon meter framför tavlan och läraren. När eleverna sedan i sin egen takt har förstått uppgiften får de gå till sina kontor och börja arbeta individuellt. De elever som inte riktigt förstått uppgiften får sitta kvar framför tavlan och läraren för att få mer vägledning.

Om man behöver extra arbetsro finns det hörselkåpor man kan använda för att få arbetsro. Eleverna utvärderar om de tycker att konceptet är bra.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Älmhults kommun - Barn och utbildningsförvaltningen, [Almhult.se](http://almhult.se), Sverige, Älmhults kommun, 2020. <https://www.almhult.se/sv/barnutbildning/grundskolaochfritidshem/elmeskolan> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>54</sup> Heppich, M., Mer studiero i klassrummet – här har varje elev ett eget kontor, [Svt.se](http://svt.se), Sverige, Sveriges television, 2019-02-13. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/smaland/klassrummen-i-almhult-blev-kontorslandskap> (Hämtad 20-04-24).

Psykologen Malin Valsö är positiv till Elmeskolans modell. Hon säger:

– Det är viktigt att skolor börjar utformas mer efter kunskaper om hur hjärnan fungerar än efter pedagogiska idéer.<sup>55</sup>

### Johan Skytteskolan, f-9

Johan Skytteskolan från 2019 i Älvsjö har varken klassrum eller klasser. Bland inglasade lokaler i den tre våningar höga skolan arbetar elever i låg- och mellanstadiet tillsammans med lärare på öppna ytor. De inglasade lokalerna är tänkta att föra elever och lärare närmare varandra. Varje årskurs tillhör en hemvist och man slipper trängas i smala korridorer. Här har barnen mycket plats att röra sig på. Huvudmålet är att skapa en undervisningsmiljö som inte exkluderar barn i närområdet, oavsett nivå och svårigheter. I de öppna ytorna är många i skolpersonalen allierade, och finns alltid nära för att ge stöd. Man har också möjlighet att flytta mellan olika grupper, både som lärare och elev. Är det så att man har behov av mer matematik, har man möjlighet att gå med i två mattegrupper. I hemvisten kan barn sitta utspridda och arbeta självständigt med sina datorer på höga stolar. Man kan också sitta på små miniläktare och studera med hjälp av läsplattor. Eleverna och lärarna ser alltid varandra och enligt rektorn ökar det känslan av trygghet. Enligt trygghetsundersökningar är kapprum och korridorer platser där särskilt många utsätts för mobbning. Genom att plocka bort dessa utrymmen upplever Johan Skytteskolans lärare att man eliminerar en del av otryggheten. Barnen har tilldelats olika färger som namn på grupperna i skolans hemvist. Både elever och lärare beskriver att de öppna ytorna bidrar till en ny form av gemenskap.<sup>56</sup>

Eleverna vistas en stor del av skoltiden i basrummen som liknar hemklassrum. Ämnen som matematik, engelska och svenska undervisas i de mer traditionella salarna, men den öppna ytan används också allt mer. Arbetssättet bygger på ett större förtroende för eleverna och att de själva klarar att skapa en struktur. Årskurser står inte längre i fokus, i stället kallar man det för arbetsgrupper. För att bibehålla en fungerande studiemiljö utan klassrum, menar rektorn att man måste ha en tydlig bild av vad man ska göra. Rektor Stig Gisslén anser att Johan Skytteskolan ger goda förutsättningar för mötet mellan modern och traditionell pedagogik, samtidigt som den möter elevers olika förutsättningar. Han säger: "Lokalerna är inte det allra viktigaste i en skola. Det är eleverna, pedagogerna och skolledningen. Det är med den kvalitet man utför det pedagogiska och sociala arbetet som ger resultat oavsett lokalens utformning."<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> Andersson, I., Experten om Elmeskolans nya elevkontor: "Uppfriskande", *Svt.se*, Sverige, Sveriges television, 2019-02-14. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/smaland/experten-om-elmeskolan-uppfriskande> (Hämtad 20-04-24).

<sup>56</sup> Sundbeck, J. Här är skolan som varken har klasser eller klassrum, *DN.se*, Sverige, Dagens Nyheter, 2020-02-11. <https://www.dn.se/sthlm/har-ar-skolan-som-varken-har-klasser-eller-klassrum/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>57</sup> Herold, L., Omdebatterad skola utan klassrum invigd i Göteborg, *DN.se*, Sverige, Dagens Nyheter, 2019-10-21. <https://www.dn.se/nyheter/omdebatterad-skola-utan-klassrum-invigd-i-goteborg/> (Hämtad 2020-04-24).



## Kvibergsskolan i Göteborg, åk 4–9

Kvibergsskolan i Göteborg är en skola utan klassrum och traditionell katederundervisning. Den har åldersblandade grupper i olika storlekar med elever som förbereds för en framtid i digitaliseringens tecken. På Kvibergsskolan kallas lektionerna för arbetspass. Kvibergsskolans pedagogiska idé är att ha åldersblandade grupper, varierade lärmiljöer och digitala verktyg i fokus. Några traditionella klassrum ska inte finnas, katederundervisning är omodern, den nya skolan är byggd i digitaliseringens tidevarv. På skolans bottenvåning, i den så kallade *kreativa arenan*, ryms *slöjdsalar*, *musikstudior*, *bibliotek* och ett *makerspace* – en digital verkstad som ännu inte är i bruk. 3D-skrivaren som ska stå här har inte levererats än. Stora skärmar monterade på vagnar finns i flera av rummen. Det är viktigt att man kan flytta på dem. Målet har varit att inte skapa en digital kateder. Katederundervisning innebär att läraren pratar och eleven lyssnar, men det finns så många andra sätt att undervisa på. Undervisningen påminner om Montessoripedagogik.<sup>58</sup>

Varje arbetspass ska hållas i den gruppstorlek som läraren anser vara bäst anpassad efter ämnet och aktiviteten. För skolpersonalen står inte årskurser i fokus, utan arbetsgrupper. Varje elev på skolan är del av en temagrupp, en fokusgrupp och en mentorsgrupp. Digitala verktyg är centrala i undervisningen på Kvibergsskolan. Hur det kommer att påverka skolresultaten är svårt att säga, enligt docenten Catarina Player-Koro. Hon har forskat på digitalisering i den svenska skolan och säger att det är svårt att se ett tydligt samband mellan införandet av ny teknik och lyckad undervisning. Catarina Player-Koro menar att det är viktigt att först fråga sig vad man ska uppnå med undervisningen, och därefter fundera på vilka digitala verktyg som kan bidra till att nå målet. De gånger man ser positiva resultat är det alltid kopplat till en god pedagogisk idé, bra lärare och ett bra lektionsupplägg, säger hon.<sup>59</sup>

Barnen uppskattar att det finns så många ställen att sitta på. Vilka lärosalar som används under ett visst arbetspass varierar. Skolan rymmer *flexrum* med plats för en handfull elever, *minibasrum* med plats för femton och två *läktare* riktade mot projektorer. Några traditionella klassrum finns inte, däremot så kallade basrum med plats för trettio elever. När lärare försökt möblera om så har man fått ställa tillbaka och hålla sig till konceptet.<sup>60</sup>

Alla elever i årskurs 4–6 har sin egen surfplatta och eleverna i årskurs 7–9 har var sin dator. Det är smidigt att snabbt kunna slå upp saker på surfplattan men det är många som smygspelar på lektionerna. Elever i klass fyra och fem är överens om att det finns både för- och nackdelar med digitala verktyg. Läxor som är uppladdade på nätet kan man inte tappa bort men ibland krånglar programvaran och man riskerar att loggas ut.

---

<sup>58</sup> Migliani, A., How to Stimulate Children's Autonomy Through Architecture and the Montessori Method, *Archdaily.com*, U.S.A, Archdaily.com, 2020-01-06. <https://www.archdaily.com/930510/how-to-stimulate-childrens-autonomy-through-architecture-and-the-montessori-method>. (Hämtad 2020-04-24).

<sup>59</sup> Herold, L., Omdebatterad skola utan klassrum invigd i Göteborg, DN.se, Sverige, Dagens Nyheter, 2019-10-21. <https://www.dn.se/nyheter/omdebatterad-skola-utan-klassrum-invigd-i-goteborg/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>60</sup> Ibid.

## Sundsta-Älvkullegymnasiet

Som ett exempel på en ny modern gymnasieskola kan nämnas Sundsta-Älvkullegymnasiet i Karlstad. Det är en kommunal skola med 2000 elever som ersatte två gamla korridorskolor från 50–60-talet. Byggnaden står helt klar 2021 och under byggnationen har delar hela tiden varit igång. Den består av 4 likadana kvadratiska hus förbundna av vad man kallar det ”sociala stråket”. Det sociala stråket har inga skåp utan är en torglik yta med sittplatser för samvaro eller grupparbete.

Till grund för programmet låg en inkluderande process – en designdialog, där alla aktörers kompetens omhändertogs. Man arbetar med ämnesöverskridande arbetslag och en årskurs har ett eget plan vilket innebär att man i hög utsträckning är schema-lagd på respektive våning samtidigt som planlösningen är densamma våningsvis. Det skapar igenkänning och orienterbarhet och konceptet bygger på att det ska vara lika överallt för att få flexibilitet.

ITK-pedagogen Thorbjörn Lindström har upphandlat tekniken. Han valde tidigt att ha fokus på datorn och tröskellösa molntjänster. Han lyfte frågan om vilka funktioner ett klassrum ska ha och testade teknik på lärare och elever som fick utvärdera. Smarta skärmar och smartboards skalades bort. Man såg till att det fanns whiteboards från vägg till vägg som inte reflekterar och bländar i varje klassrum, minst 4,5 löpmeter (utan att sätta en specifik riktning i rummet – att rikta undervisningen åt ett håll kan vara begränsande) och man satte tre meter i takhöjd. Detta för att kunna göra projektioner mot vägg och slippa krångel med dukar som ska rullas ned. Projektorn är installerad så nära som möjligt. Detta passar inte minst matematikundervisning. Dessutom har kombisalar på 70 kvm skapats för att man sett att den storleken passar lite äldre elever och där kan man bedriva undervisning för två klasser samtidigt. För att klara ljudet har man textilmatta i klassrummen och lampor med ljudfilt på (förutom i rummen på 70 kvm som har plastmatta). Ingen teknik är låst.

IT-pedagogen Thomas Lindström berättar att efter den 17 mars 2020 då all gymnasieundervisning förlades till hemmet i pandemins kölvatten, svängde organisationen på en sekund. Övergången var enkel och närvaron ökade då man hade kommit väldigt långt med digitalisering redan innan *lock down*. De arbetar med Teams och plattformen *Its learning* (lärplattformen).

I ett arbetslag är man från 5–6 till 8–10 lärare. Gymnasiet har bara teoretiska ämnen. Thorbjörn berättar att det är en årskurs på ett plan med en generell planlösning och laborationer på en våning i C-huset. Det är emellertid förberett för, och finns möjlighet att göra, enklare laborationer på varje våningsplan. Det sociala stråket har närhet till bibliotek och kafeteria.

Det finns bara två ingångar till huset och man kommer alltid in via det sociala stråket. De ämnesöverskridande arenorna innehåller alla sorters rum från det traditionella klassrummet till små grupprum. Det finns en gradäng per våningsplan och ett kombirum som fungerar som en miniaula för 72 elever. Det finns ingen korridor någonstans och man kan sitta och studera överallt.

Överallt finns laddstolpar i taket som man kan flytta efter behov. När det gäller accesspunkter arbetade man med täckningskartor och bandbredd som ska vara så bra att man klarar en anstormning av elever. Det sitter 250 elever per våningsplan i normalläget. Totalt har skolan 160 pedagoger.

Eleverna får logga in en gång i nätverket och får på så sätt access till all tv, Samsung-flip (digital skrivyta som är smidigare än en smartboard) - allt i nätverket är öppet med öppna API:er. Thorbjörn beskriver en skola där eleverna aldrig vill gå hem. Larmet går på klockan 21 och många elever sitter kvar länge. Det har blivit en skola som man inte vill lämna och det pågår lärande överallt.

Thorbjörn fick stor frihet att välja teknik. Hans fokus har varit användarvänlighet vilket lett till att han fått med sig pedagogerna och därmed är hela personalstyrkan med på digitaliseringen. Han har sett till att man testat tekniken innan den köpts in. Thorbjörns medskick är att tekniken ska upphandlas efter att man kartlagt syftet med den. Han säger att nr.1 är att pedagogiken, miljön och dess möblering och tekniken ska gå ihop. Arbetsgrupper har prövat och testat såväl möbler som teknik. "Du måste få prova ut att det passar dig" så att du inte nyttjar 1/3 av ett system säger Thorbjörn. De har testat allt från var man står och presenterar, vilka möbler undervisningen behöver och var styrpanelerna bör sitta.<sup>61</sup>

## Intervju om hur det är att studera på distans

Sara Kernen går i andra ring på tekniska programmet på Tumba gymnasium. Hon beskriver skillnaden mellan att gå till en fysisk skola och distansundervisning och utmaningar kopplat till hennes dyslexi och koncentrationssvårigheter.

Vanligen brukar lektionerna bestå av 40 minuter teoretisk undervisning och instruktion. De flesta klassrummen är utrustade med smartboards och whiteboards i en blandning. Man arbetar inte i moduler, det är alltid väldigt mycket som ska gås igenom under lektionstid. Man arbetar inte heller med flippat klassrum. Återkopplingen sker i kursplanen som finns digitalt. Sara tycker att feedback sker för sällan och att nuvarande en gång per termin inte räcker. Olika lärare fyller i ämnesmatrisen olika mycket digitalt och olika mycket över tid. Vanligen är hon i skolan kl. 8-16 eller 12-15. Generellt är lektionerna 60–90 minuter.

Sara har 4 estetiska kurser. Vanligen pågår arbete i en verkstad kring ett runt bord. Då ser man vilken fas de andra är i. De jobbar då i halvklass. Man arbetar inte med programmering. Sara säger att klassrummen borde förbättras med avseende på ljud som studsar. Luften tar slut och möblerna gnisslar. De är 32 i klassen och man sitter i biosittning. Det finns två grupperum i biblioteket som alltid är upptagna och det behövs fler.

Sedan 17:e mars i år går Sara i skolan hemifrån. Lektionerna börjar som vanligt. Hon saknar att göra sig i ordning och förflytta sig till en annan plats. Hon har fått en dator från skolan. Alla lärare arbetar med olika plattformar för kommunikation. "V-klass" är lärplattformen som skolan använder men några lektioner är på *Discord*, några på *Google meets* och några på *Google chatts*. Hon gillar *Discord* (egentligen en spelplattform) bäst och den används för matematik och CAD. Matematikundervisningen

---

<sup>61</sup> Lindström, T., it-pedagog på Sundsta-Älvkulle gymnasiet i Karlstad, intervju 2020-03-18.

löper på precis som vanligt. I fysiken har man slagit ihop 60 elever i Google chatt. Det går inte att ställa frågor och lärarna hänvisar till filmer på Youtube. Under en vanlig lektion kan man ställa frågor men nu hänger man inte med. Sara säger att det hade varit bättre om man arbetat med mindre klasser i Google meets eller allra helst Discord. Lärarna förstår inte att man inte hinner anteckna till de filmklipp man hänvisas till. Generellt är det viktigt att man använder en och samma plattform. Sara säger att lärare som är vana att arbeta digitalt inte har problem med övergången till fjärrundervisning men att de som inte var digitala från början har stora problem.

Avslutningsvis säger hon att skolan som social mötesplats är viktig, att åka dit skapar ett fokus. Distansundervisning passar dem med disciplin och fördröjningen i undervisningen med mejl och att invänta svar när man behöver hjälp, gör att det inte fungerar så bra att plugga ensam hemma. Hon säger att hon mår bättre av att gå i den "riktiga" skolan och att det flesta av hennes vänner delar den åsikten.<sup>62</sup>

### Exempel från universitet och högskola

Robert Ramberg som är professor vid Stockholms universitet beskriver att distansundervisning fungerar men att det är svårt att nå studenter som hamnat på efterkälken. Självstudier kräver självdisciplin. I vanliga fall sitter Robert Ramberg i nya och moderna lokaler på Institutionen för data- och systemvetenskap vid Stockholms universitet. Han säger att de lokaler som är bäst och mest eftertraktade är grupprum och stora undervisningsrum som kan ta ett par hundra elever. Mellanstora rum är inte lika användbara.

Robert säger:

- Jag är ju ingen schemaläggare och kan bara utgå från erfarenheter jag gjort i min undervisning, men grupprum och stora undervisningsrum är mest bokade. Självfallet finns inte så många stora föreläsningssalar vilket förklarar att de oftast är bokade. Mellanstora rum är bra för seminarier och workshops av olika former.<sup>63</sup>

Ekonomikums nya läsesal på Uppsala universitet är ett prisbelönt exempel på hur man kan bygga en läsesal utan direkt solljus. Den är byggd i ett skyddsrum under marken och man skapar arbetsro och koncentration med mörka ytor och noggrant placerade ljuskällor. Här kan ett hundratal elever sitta och studera.

Jonas Kjellander som är arkitekt och ljussakkunnig säger att för att lyckas kan man inte slarva med detaljerna. Det är 500 lux som gäller i det närmaste arbetsområdet, 300 lux strax utanför och högst 100 lux i övrigt.

Han har lagt stor vikt vid ett spel mellan riktade ljuskällor och mörker för att skapa ett rofyllt rum och möblerat det med olika typer av möbler. I mitten finns 14 specialritade fåtöljer runt en gasbrasa och längs väggarna finns sittskåp för avskildhet och studiero.

---

<sup>62</sup> Kernen, S., tredjeårselev på tekniska programmet på Tumba gymnasium, intervju 2020-03-20.

<sup>63</sup> Ramberg, R., professor vid Institutionen för data- och systemvetenskap på Stockholms universitet, intervju 2020-03-19.

Arkitekterna Åsa Machado och Jonas Kjellander arbetar just nu med att rita om en högskola där pedagogiken blandar digitalt och analogt, vilket i sin tur blir en utmaning gällande möblering, ljus och akustik. De ser även en brist på grupprum och Åsa Machado säger att det är en typ av rum som det aldrig finns nog många av.<sup>64</sup>

## Summering

Det finns många lösningar för en modern skola som klarar framtidens krav. Elmeskolan har möblerat sina klassrum som aktivitetsbaserade kontor, Johan Skytteskolan är en klassrumslös skola med arbetslag som samsas om öppna inglasade ytor och få traditionella klassrum och Kvibergsskolan är en digital skola utan klassrum och traditionell katederundervisning. Den har åldersblandade grupper i olika storlekar och lektionerna kallas för arbetspass. På skolans bottenvåning, i den så kallade *kreativa arenan*, ryms *slöjdsalar*, *musikstudior*, *bibliotek* och ett *makerspace* – en digital verkstad.

På Sundsta-Älvkullegymnasiet har man generella planlösningar årskursvis med ett socialt stråk som förbinder fyra likadana byggnader. Det finns en gradäng och en miniaula på varje våningsplan och man kan studera precis överallt. Klassrummen är riktninglösa och man har whiteboards från vägg till vägg. Det har blivit en plats där man dröjer sig kvar till dess att larmet går på kvällen. Tekniken har pedagogerna själva fått vara med och bestämma om och man är uppkopplad mot öppna nätverk överallt mot alla prylar.

På högskolan ser man utmaningar i att växla mellan analogt och digitalt. Mellanstora rum är svåränvända, stora rum och små grupprum är alltid uppbokade.

---

<sup>64</sup> Machado, Å., skolexpert och arkitekt på Sweco, intervju 2020-04-14.

## Ekologisk hållbarhet, konstruktion och resiliens

En byggnad ska kunna stå minst 50 år och 2030 har Sverige byggt det som behöver byggas. Fram till dess behövs ca 1000 nya skolor. Vi behöver beakta samnyttjande och omställbarhet mellan olika verksamheter och förvaltningar ur ett försvarbart hållbart perspektiv. Resiliens betyder kapaciteten hos ett system, vare sig det är en byggnad eller en ekonomi, att hantera förändringar och fortsätta att utvecklas. Det handlar alltså om både motståndskraft och anpassningsförmåga samt om förmågan att vända chocker och störningar, som en finanskris eller klimatförändringar, till möjligheter till förnyelse och innovativt tänkande. Resilienstänkande omfattar lärande, mångfald och framför allt insikten att människor och natur är så pass starkt kopplade att de bör uppfattas som ett helt sammanvävt socialekologiskt system. Trots en enorm teknisk utveckling och stora framsteg, är våra ekonomier och samhällen fortfarande helt beroende av att ekosystemen ger oss ett stabilt klimat, rent vatten, mat, fibrer och många andra varor och tjänster. Resilienstänkande är en viktig del av lösningen, eftersom det strävar efter att bygga flexibilitet och anpassningsförmåga istället för att försöka uppnå en stabil optimal produktion och kortsiktiga ekonomiska vinster. *Bottom-up*-lösningar på kriser är en central del i allt detta. Det finns en enorm potential för lärande och innovation som ofta blir synlig i stunder av kris. Faktum är att många av de bästa och mest konstruktiva innovationerna kommer från katastrof-drabbade samhällen. Det är dags för ett nytt socialt kontrakt för global hållbarhet grundat på en förändrad uppfattning – från att människor och natur betraktas som separata delar till att ses som av varandra beroende socialekologiska system. I detta finns spännande möjligheter till en samhällsutveckling som samarbetar med biosfären; en global hållbarhetsagenda för mänskligheten. Vi behöver adaptiv styrning: styrningssätt som bygger på samarbete, flexibilitet och lärande och som förlitar sig på nätverk av individer och organisationer på flera nivåer.<sup>65</sup>

I byggnader handlar det om att alla discipliner inkluderas innan beslut tas i byggprocessen. Inkluderande processer betyder att rätt beslut fattas vid rätt tidpunkt och på rätta grunder. Det handlar om att välja en lämplig miljömärkning kopplat till giftfria miljöer, energieffektivitet, fuktsäkerhet, god och hälsosam innemiljö, hållbara tillverkningsprocesser och hållbart skogsbruk, låg energiförbrukning och återanvända material och att tänka på att göra en livscykelanalys (LCA) gällande tekniskt utförande och system.

LCA är en metod för att bedöma och redovisa miljöpåverkan. Syftet är att ge en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts livscykel. Från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen. Inklusivt alla transporter och all energiåtgång i mellanleden. Med andra ord från vaggan till graven.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> Moberg, F., & Hauge Simonsen, S., Rapport / Vad är resiliens? En introduktion till forskning om social-ekologiska system, Albaeco/Stockholm Resilience Centre och Stockholm Resilience Centre, *Stockholmresilience.org*, Sverige, 2009.  
[https://www.stockholmresilience.org/download/18.bc93e6614373c93508e98/1459560235322/SU\\_SRC\\_vadarresiliens\\_\\_low.pdf](https://www.stockholmresilience.org/download/18.bc93e6614373c93508e98/1459560235322/SU_SRC_vadarresiliens__low.pdf). (Hämtad 2020-04-24).

<sup>66</sup> Göteborgs kommun - Hoppet - ett innovationsprojekt för fossilfri byggnation, *Goteborg.se*, Sverige, Göteborgs kommun, 2019.  
<https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/hoppet-ett-innovationsprojekt-for-fossilfri-byggnation/> (Hämtad 2020-04-24).

Exempel på ett innovativt projekt är förskolan Hoppet i Göteborg. Förskolan Hoppet är intressant då man kopplar aktuell forskning och innovation till det pågående projektet. Det är Sveriges första fossilfria byggprojekt. Det innebär att inga fossila ämnen ska ha använts som råvara i materialet och produkten. Inte heller vid utvinning, under transporter eller i arbetsmaskiner. Slutligen ska energi från fossila källor inte ha använts i tillverkningsindustrin eller på byggarbetsplatsen.

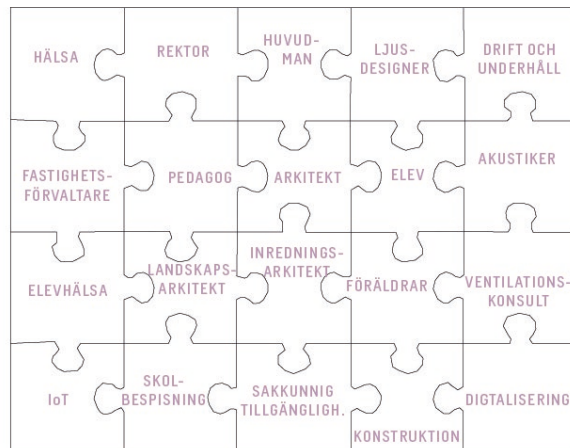


Bild: Allt som ska falla på plats

Fossilfritt innebär också minimal klimatpåverkan, vilket i sin tur innebär att det även omfattar övriga utsläpp av klimatpåverkande växthusgaser, till exempel koldioxid som frigörs när kalk omvandlas till cement. Med fossilfritt beaktar man även driften i projektet. Material och produkter som innehåller fossil olja som råvara undviks, det handlar om plaster i rör, kablar och VVS-ledningar men även komponenter i färger och limmer.

Det dyraste som också är kopplat till stort klimatavtryck är grundläggningen av hus. Det är framför allt betong vars klimatpåverkan till stor del kommer från cementtillverkningen där koldioxid frigörs vid omvandlingen av kalk, men också från den stora mängd värmeenergi som krävs för processen. Tillverkningen av stål är också en energikrävande process som har en relativt stor klimatpåverkan. Om betongen byts ut mot trä bidrar den stora mängden trä också till stor klimatpåverkan, inte minst om man väljer massivträelement med långväga fossilbränsle drivna transporter.

## Konstruktion

Det är viktigt att inkludera konstruktören tidigt i processen säger Anna Nilhav som är konstruktör på Sweco Structures. Hon fortsätter med att hon ofta ser lite för stora ändringar lite för sent i projekten och att enda lösningen på det är att förbättra processen: göra den inkluderande och ta fram en riktigt bra program- och systemhandling.

Följande bör beaktas gällande konstruktion:

1. Gör en klimatanalys innan val av stomsystem.
2. Välj ett flexibelt stomsystem för att framtidssäkra och välj rätt placering av tekniktunga rum kopplat till detta så att man inte skapar inlåsningseffekter eller bygger in problematik.

*Exempel 1. Inlåsningseffekter är exempelvis när man inte kan bygga ut kök och matsal i en skola. Kapaciteten och konstruktionen avgör om skolan kan expandera. Är man då låst av bärande ytterväggar blir ombyggnaden dyr och komplicerad men har man pelare med utfackningsväggar blir det lättare och billigare.*

*Exempel 2. Man väljer att bygga en skola i massivträ och placerar ventilationsaggregatet på vinden. Följden blir att hela huset drabbas av stomljudsvibrationer.*

3. Genomlys tillverkningsprocessen och transportererna kopplat till hela byggprocessen till och med driftperspektivet.
4. Kontrollera materialvalen med exempelvis Byggvarubedömningen.
5. Beakta fuktproblematiken och byggtiden vid val av material.  
*Exempel. Man lägger en plastmatta på en betongplatta som inte torkat ur och får giftiga emissioner som följd.*

Anna Nilhav avslutar med att grundläggningen alltid är lokal beroende på olika geotekniska och geografiska förutsättningar och därför alltid svår att göra klimatneutral.<sup>67</sup> Byggskedet och materialval är viktigare än väntat för en byggnads klimatpåverkan under sin livscykel. Enligt en ny studie kan 70–80 procent av en byggnads klimatpåverkan hänföras till hela byggprocessen, förutsatt att energitillförseln i driftsskedet kommer från förnybara bränslen. Driftsfasen står för en mindre del.<sup>68</sup>

Den absoluta största delen av klimatpåverkan står tillverkningen av produkter för (inklusive transporter till återförsäljare). Resten av transporter och arbetet på själva byggplatsen står för en relativt liten del. Detta är utgångsläget. Det går redan idag att minska klimatpåverkan inom alla dessa delar. Men för att minimera klimatpåverkan behövs en hel del nya metoder, processer och material, inte minst att fossila material och bränslen byts ut mot biomaterial och biobränslen.<sup>69</sup>

## Summering

Sätt klimatmål och fastställ konstruktion tidigt i processen för att inte skapa inlåsningseffekter och för att kunna nå kravställen. Nyttja en byggnads BIM-modell och testa den parametriskt mot väder, vind, sektionering för brand och hot eller andra identifierade utmaningar. Gör en LCA-analys.

---

<sup>67</sup> Nilhav, A., konstruktör på Sweco, intervju 2020-03-19.

<sup>68</sup> Melin Lundgren, M., Ny studie om byggandets klimatpåverkan, *Byggindustrin.se*, Sverige, Byggindustrin, 2016-06-23. <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/ny-studie-om-byggandets-klimatpaverkan-23546> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>69</sup> Göteborgs kommun - Hoppet - ett innovationsprojekt för fossilfri byggnation, *Goteborg.se*, Sverige, Göteborgs kommun, 2019. <https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/hoppet-ett-innovationsprojekt-for-fossilfri-byggnation/> (Hämtad 2020-04-24).



## Smarta byggnader

Följande avsnitt handlar om sensorteknik och IoT i skolan. Traditionellt sett har sensortekniken kopplats till drift och underhåll men sensorteknik kan även kopplas till pedagogik och lärande. I nuläget är IoT i skolan, dvs. hur man är behjälpt av sensorteknik i undervisningen, relativt outforskat men om fem till tio år är det mycket möjligt att vi använder tekniken till långt mycket mer än idag. Följande text beskriver system, kravställan, möjligheter och sammankopplingar mellan förvaltning och brukare.

### System som är proaktiva istället för reaktiva

En smart byggnad innebär att den genom sina tekniska system och sensorteknik sitter på en massa data. Data som är användbar ur ett drift- och förvaltningsperspektiv, dels som enskild byggnad, dels som del i ett fastighetsbestånd i vilket man kan samköra data och dela system och därmed få bättre överblick och en effektivare skötsel. Genom sensorteknik kan man reglera skalskydd och larm, se över nyttjandegrad och optimera schemaläggning och koppla drift, underhåll, städning och leveranser till en optimal tidpunkt. Ur ett hållbarhetsperspektiv kan man kalibrera luft, värme och kyla och på så vis skapa ett idealt inomhusklimat med lägre klimatpåverkan.

Genom ett fibernätverk som är kopplat till sensorer i ett fastighetsbestånd kan man överblicka trender och fel som man måste agera manuellt på. Målet är att samla och dela data. Men frågan är hur man kan skapa nytta av all information och hur mycket man ska samla och dela. Målet måste vara att skapa nytta så att datainsamlingen inte bara blir en serverkostnad. Här handlar det om att förädla och addera, ha kontroll och rätt fokus på strömmarna och algoritmerna i realtid: att liksom handel med aktier kunna förutse för att få bästa möjliga nytta och liksom försvaret ligga steget före och misstänka vad som kan gå fel. Från exempelvis energianalysmodeller får man ut signaler som kombinerat med data gällande energitaxa och väder ger indikationer om energiförbrukningsmönster och om man är på väg åt fel håll.

Här handlar det om att dirigera informationen till rätt ställe, ett arbetssätt som utgår från att ligga steget före.

### Byggnader med data som ger mer

Idén bakom den smarta byggnaden är att samla in tillgängliga data från detektorer, sensorer och teknisk utrustning, och analysera denna centralt för att hitta kreativa lösningar och optimera drift och underhåll. 20 procent av livscykelkostnaden för en fastighet kopplas till byggandet. 80 procent kommer från drift och underhåll. Det man vet är att det som är mest kostsamt är att inte göra något alls. Förebyggande arbete är mer lönsamt. Alternativkostnaden för att åtgärda saker när skadan väl är skedd eller mer slumpmässigt är högre än för att utföra underhåll när data indikerar att det behövs.<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup> Siemens, Framtidens smarta byggnader är redan realitet, *Siemens.se*, Sverige, Siemens, 2020. <https://tema.storynews.se/siemens/> (Hämtad 2020-04-20).

Lysgården är ett exempel på en smart kontorsbyggnad i Norge. Den vet vem och var du är, den vet också hur du vill ha det baserat på hur du tidigare nyttjat lokalerna. Du öppnar dörren i byggnaden via en app i din smarta telefon, samma app visar vart i byggnaden du ska ta dig med en karta, den du ska träffa får en geoposition och vet var du befinner dig. Mötesrummet förbereds med rätt temperatur, ljus och luftmängd och du kan styra presentationen på en skärm från din telefon. Appen visar också vilka platser som är lediga när du kommer till kontoret. Arbetsstationen vet att det är du som kommer till den och anpassar sig efter dig så att även den har rätt temperatur, luft och belysning. Lokaliseringsteknologi lokaliserar dina kollegor och när det är optimal tidpunkt för lunch eller kaffe i matsalen. Appen visar också dagens meny.

När dagen är slut försätts huset i dvala. Till och med strömmen till elkontakter stryps. Byggnaden styrs med ny teknik kallad *Mind sferes* från Siemens. Den kopplar ihop data från alla husets maskiner, prylar och sensorer. När en ny dag kommer anpassas hela huset efter dagens alla prognoser: väder, vind, partikelhalter, elpriser, trafikförseningar osv. Lysgården kan koppla historik till prognos och kommunikation. Lysgården är ett samarbete mellan Veidekke, Siemens, Bravida, Kjeldsberg, IUS, Bravida och Sweco. Byggnaden är certifierad enligt BREEM excellent med en energiförbrukning på 40 kWt per m<sup>2</sup>.

De flesta moderna byggnader är redan fulla av smart potential. De är utformade med sensorrika miljöer och kan fungera mer effektivt och hållbart än någonsin tidigare och reagera i realtid på invånarnas behov. Att uppnå dessa fördelar och bli en riktig smart byggnad är dock inte lika enkelt som att trycka på en strömbrytare. Det som saknas idag är standarder och utbildad driftspersonal. Smarta byggnader kräver tekniker som klarar att drifta byggnaden.<sup>71</sup>

Förutom att eliminera spärren för ägandet av data för att få insikt i smarta byggnadsfördelar, måste fastighetsägare ta itu med ett viktigt kommunikationsproblem. Olika byggsystem skapar silos, löser uppgifter oberoende inom sina system och bygger datamodeller, och därmed kan inte värdefulla system kombineras eller utbytas maskin-till-maskin eller byggnad-till-byggnad. Att utföra de integrationer som krävs för att möjliggöra smarta byggnadsfördelar är ett dyrt och tidskrävande jobb. Kostnaderna multipliceras varje gång något förändras i det underliggande systemet eller datamängden ökar. Att ha ett gemensamt språk är ett kritiskt steg i den smarta byggnadens omvandlingsprocess. När maskiner och byggnader har ett gemensamt språk blir utbyte av data över system och byggnader mycket enklare och mer pålitligt, och de smidfunktionella, smarta applikationerna som byggare och ägare har drömt om blir äntligen möjliga att använda.<sup>72</sup>

---

<sup>71</sup> Veidekke ASA, Lysgården - verdens mest moderne kontorbygg, Youtube.com, U.S.A., Veidekke, 2018-02-18. [https://www.youtube.com/watch?v=BckyAja8Ikc&utm\\_source=DN.se\\_framtidsmedia&utm\\_medium=Desktop&utm\\_content=1](https://www.youtube.com/watch?v=BckyAja8Ikc&utm_source=DN.se_framtidsmedia&utm_medium=Desktop&utm_content=1) (Hämtad 2020-04-01).

<sup>72</sup> Hellberg, H., Gemensamt språk effektiviserar branschen, *Forvaltarforum.se*, Sverige, Förvaltarforum, 2018-06-13. <https://forvaltarforum.se/2018/06/13/gemensamt-sprak-effektiviserar-branschen/> (Hämtad 2020-04-24).

## Standarder

Ett gemensamt språk finns redan. I början av 2000-talet infördes ett språk för att skriva webbontologier kallat *Resource Description Framework* (RDF) av *World Wide Web Consortium*. En RDF-beskrivning, dvs. metadata, gör det möjligt att beskriva resurser som webbplatser tillsammans med innehållet på ett standardiserat sätt. Detta vanliga språk gör det möjligt för maskiner att kommunicera med varandra och utbyta information konsekvent och formellt. En ensam RDF räcker emellertid inte för att uppnå affärsvärdet och nyttan i och av smarta byggnader. För att ta byggnaden till nästa standardiseringsnivå behöver maskiner tillgång till ramar och ordförråd som är specifika för byggverksamheten. Byggt på RDF är ontologier specifika för fastighets-handeln nyckeln till att smarta byggnader ska fungera. Två framstående exempel är de öppna källkodsontologierna *Brick Schema* och *RealEstateCore*.

Brick Schema ger standardiserade beskrivningar av tekniska byggtillgångar. Detta ger byggnadsägare en integrerad överföringsöversikt över de olika delsystemen i en byggnad - som värme och ventilation, belysning och säkerhetssystem - samt förhållandena mellan dem. Sömlös integrering med befintliga verktyg och databaser hjälper Brick att sänka kostnaderna och att förenkla en utveckling relaterad till distribution och underhåll av analyser och intelligenta kontrollapplikationer.

RealEstateCore beskriver de koncept och relationer som uppstår i data som genereras från byggsystem - till exempel byggnadsstrukturer, ägande, invånare, tekniska system, sensorer och händelser. I huvudsak fungerar det som det tekniska limmet och strukturen som gör det möjligt att skapa ett användargränssnitt. Och det här användargränssnittet gör det möjligt för fastighetsägare att ansluta sina byggnader till nya tjänster i stor skala utan att oroa sig för byggnads- eller tekniskspecifika implementeringsdetaljer och format.<sup>73</sup>

## Nya och förbättrade tjänster baserade på aggregerade datalager

En strategi för att kunna erbjuda nya och förbättrade tjänster baserade på aggregerade datalager är att inte all data från underliggande system lyfts till datalagret i bilden nedan, utan enbart data som är relevant för aktuella tillämpningar. Den data som aggregeras från organisationens systemflora kommer med största sannolikhet inte att vara samordnad och enad, utan de olika systemen lever i olika kontext där olika standarder råder (AFF, Belok, CoClass, BSAB, KKS, etc.). Med hjälp av RealEstateCore och begrepp som *Same As* och *Comparable To* är det möjligt att skapa en delad ”verklighet” där de olika informationssystemen kan samexistera.

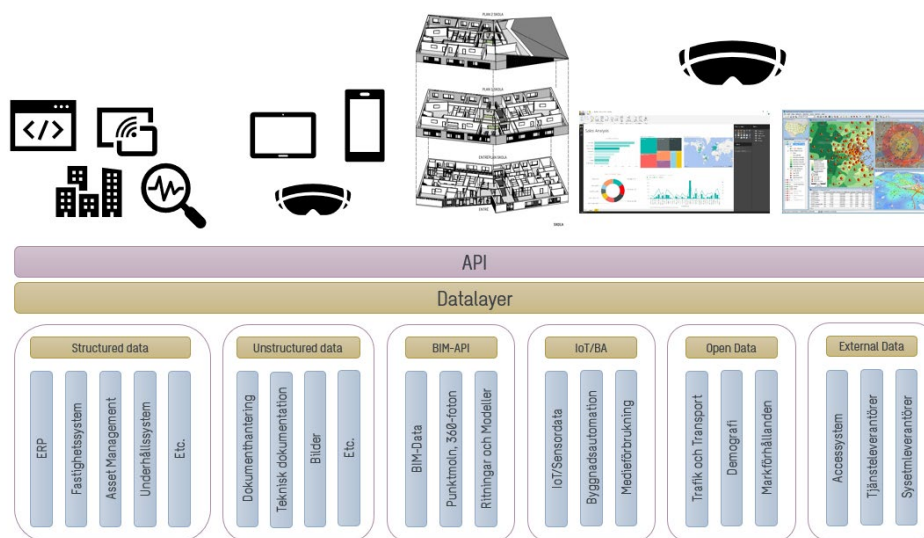
Sweco har som ett exempel tagit fram en BIM-plattform som utgör den del av bilden nedan som betecknats ”BIM-API”. Genom att bryta ner BIM-modeller till objekt, egenskaper och geometrier som lagras i en databas och tillgängliggörs via ett BIM-API får man tillgång till byggnadsdata i det ovan nämnda ekosystemet, och det kan kombineras med olika typer av affärs- och drift-/sensordata. Detta ger kunden möjlighet att bädda in Swecos zero-footprint BIM-viewer i sina webbaserade applikationer där det går att tända och släcka samt färglägga objekt utifrån korrelationer med affärs-

---

<sup>73</sup> Jonasson, S., teknikkonsult på Sweco Position som arbetar med en rapport för Boverket om hur man kan göra ”Betsy” digitalt, intervju 2020-03-17.

och/eller sensordata. Det är ett sätt att slå samman *Building, Business* och *Operations* och genom att kombinera dessa världar skapas en digital tvilling av objektet. Detta ger kunderna möjlighet att, naturligtvis avhängigt den data man knutit samman, färglägga rum eller objekt i en byggnad utifrån data som temperatur och CO<sub>2</sub>-nivåer, eller i kombination med felanmälningar, resultat/produktivitet, närvaro, bokningar, nyttjandegrad, etc. Naturligtvis finns all teknisk information i BIM-modellerna också tillgänglig för till exempel beräkningar av CO<sub>2</sub>-ekvivalenta avtryck eller återbrukspotential, etc.

BIM-modeller omvandlas till data som nyttjas tillsammans med andra datakällor för att ta fram nya och förbättrade tjänster.<sup>74</sup>



Källa: Björn Skoogh, affärsområdeschef, Sweco Position

## Öppna API:er

All sensorteknik, alla maskiner och smarta prylar i en skolbyggnad kan också komma till gagn för skolan, lärsituationen, pedagogiken, pedagoger och sist men inte minst för eleverna. Därför är diskussionen om öppna API:er central. Öppna data är när den offentliga sektorns institutioner eller företag delar med sig av data som de tror att andra kan ha nytta av. För att det ska vara öppna data måste det göras utan kostnad och utan begränsningar som till exempel upphovsrätt. Det rör sig inte om data om individer. De två huvudsakliga anledningarna till att använda öppna data är dels att skapa insyn och delaktighet, dels att det ska leda till innovationer som skapar socialt och ekonomiskt värde. För offentliga institutioner är det också en del i att uppfylla krav från EU-kommissionen om att offentlig information ska bli mer tillgänglig.

Ett API eller applikationsprogrammeringsgränssnitt, av engelskans *Application Programming Interface*, är en specifikation av hur olika applikationsprogram kan använda och kommunicera med en specifik programvara, som vanligen utgörs av ett

<sup>74</sup> Skoogh, B., affärsområdeschef, Sweco Position, intervju 2020-03-19.

dynamiskt länkat bibliotek och som därmed blir en mjukvarukomponent i applikationen. API:et är ett gränssnitt mellan applikationen och biblioteket. Biblioteket blir en mjukvarukomponent i applikationen och utgörs vanligen av en uppsättning funktioner som är tillgängliga för applikationen att anropa, variabler som den kan läsa och/eller ändra samt datatyper och klasser som den kan använda. Dessa funktioner kan i sin tur använda funktioner, variabler och så vidare, som inte har gjorts tillgängliga från externa program, utan har kapslats in bakom API:et.<sup>75</sup>

Varför data och öppna data i skolan? Öppna data är data som vem som helst fritt får använda när de utvecklar nya digitala tjänster. I det digitaliserade samhället kommer en ökad insamling och bearbetning av data – i små och stora mängder, i många olika syften och i allt från Excel till avancerade algoritmer – innebära att större krav ställs på brukaren. Detta ger ett ökat behov av förmågan att förstå, använda och förhålla sig kritiskt till data (engelskans “data literacy”) för att ta del av nyhetsinformation, och att förstå hur exempelvis Facebook hanterar ens data eller som en del av sin framtida profession.<sup>76</sup> Detta kommer att bli allt viktigare, både ur ett professionellt och ett demokratiskt perspektiv.

Om man ser till de senaste läroplanerna för såväl grundskola som gymnasium så ryms “data literacy” bl.a. i förmågan att “använda modern teknik som ett verktyg för kunskapssökande, kommunikation, skapande och lärande” men även inom flertalet av ämnenas kursplaner.

Dessa öppna data utgör ett källmaterial av potentiell nytta för skolan. Det kan handla om att:

- eleverna gör egna analyser av de offentliga institutionernas data
- eleverna använder olika visualiseringsverktyg
- eleverna ges möjlighet att använda tillgängliggjort bildmaterial

Öppna data kan relateras till flertalet av skolans ämnen beroende på dels det underliggande datasetet och dels vad man gör med det. Användandet av öppna data kan kopplas till Lgr11 och Lgy11.<sup>77</sup>

Användandet av öppna data blir än mer relevant om man ser till möjligheten att använda öppna data som ett sätt att föra in programmering i ämnen där det vanligtvis inte används, exempelvis SO. Detta är en möjlighet att tillgängliggöra programmering för elever som inte har så stort teknikintresse och som inte faller för tekniken för teknikens skull.<sup>78</sup>

---

<sup>75</sup> Wikipedia, Application Programming Interface, *Wikipedia.org*, U.S.A. Wikipedia 2020-04-24. [https://sv.wikipedia.org/wiki/Application\\_Programming\\_Interface](https://sv.wikipedia.org/wiki/Application_Programming_Interface) (Hämtad 2020-04-24).

<sup>76</sup> Gustafsson Friberger, M., Varför data och öppna data i skolan? *Oppnadataiskolan.se*, Sverige, Öppna data i skolan, 2015-10-04. <http://oppnadataiskolan.se/2015/10/varfor-data-och-oppna-data-i-skolan/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>77</sup> Ibid.

<sup>78</sup> Ibid.

Det kan handla om att koppla färdigheter i att:

- ge exempel på datakällor,
- hitta datakällor,
- använda öppna data kopplat till läroplanen,
- visualiseringsverktyg,
- arbeta med dataset med elever,
- dokumentera körning av data på expedition med gymnasieklass,
- hur öppna data kan användas gestaltande och i praktiska ämnen,
- hitta problem med reduktionism och att ljuga med statistik,
- samla in och dela egna dataset och att
- utmanas i att använda öppna data i undervisning, vad man bör tänka på, etc.

Ett sätt att använda öppna data är med hjälp av visualiseringar, där man kan skapa överblick, se skeenden över tid och koppla helheten till det lokala. Man kan jobba med visualiseringar i exempelvis *Gapminder*, *Google Fusion Tables*, eller varför inte med hjälp av maträtter.<sup>79</sup>

## IoT generellt

*Internet of Things* (IoT) kan i skolan användas för att samla data på en mängd olika sätt. Data om temperatur, koldioxidnivå, vibrationer, ljud och luftfuktighet i undervisningslokaler har till exempel kopplingar till elevers prestationer.

Ansiktsgeometri kan användas för att automatisera närvarokontroll och man kan också samla data om lärares och elevers rörelsemönster i klassrummet för att se hur det relaterar till lärande och undervisning.<sup>80</sup>

De positiva effekterna av IoT anses av projektet kunna tillhöra två huvudkategorier:

1. effektivisering av användandet av skolans resurser i form av arbetstid,
2. bättre förståelse för de pedagogiska processerna i syfte att underlätta inlärning.

IoT, Internet of Things, syftar på hur vanliga vardagsföremål kopplas upp och kan kommunicera över internet och andra nätverk. Detta betyder att de kan lämna ifrån sig data om sig själva och annat i sin miljö, och denna data kan sedan lagras, aggregeras och användas. Ett exempel kan vara hur hundratals temperatursensorer kan lagra temperaturvärden i samma databas. En bred definition är att IoT är en global nätverksinfrastruktur, som kopplar samman unikt identifierade fysiska och virtuella objekt, saker och enheter genom utnyttjande av datainsamling samt kommunikations- och manövreringsförmåga. IoT handlar dock inte bara om saker, *things*, utan även om människors relation till dessa.<sup>81</sup>

---

<sup>79</sup> Ibid.

<sup>80</sup> Lingman, L., Så ska IoT bidra till den svenska skolans utveckling, *Iothub.se*, Sverige, RISE, 2019-05-09. <https://www.ri.se/sv/press/sa-ska-iot-bidra-till-den-svenska-skolans-utveckling> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>81</sup> Michelsen, J. & Johansson, M. (2019) *Arbetsrapport arbetspaket 3:2. April 2019. / IoT i skolan Kartläggning och beskrivning av behov*, RISE - Research Institutes of Sweden.

Analysen av data kan utföras manuellt genom att till exempel presentera grafer och andra visualiseringar för användaren, eller automatiskt, där en dator väljer vad som ska göras beroende på vilka värden den får. I det senare fallet blir det allt vanligare att artificiell intelligens (också kallat maskininlärning) används för att tolka och fatta beslut utifrån stora mängder information, ofta från flera olika sorters sensorer samtidigt. Ett exempel på det senare är där flera olika typer av sensorer, som inpasseringskontroll, övervakningskameror, avståndssensorer, vågar med mera används för att noggrant spåra kunders rörelser och handlingar i Amazons Amazon-Go-butiker i USA. Detta möjliggör för dessa butiker att förstå exakt vad kunderna plockat på sig, och automatiskt debitera för detta när kunderna lämnar butikerna<sup>82</sup>.

## IoT i skolan

Än så länge finns det inte särskilt mycket forskning kring IoT i skolan. Det saknas också tydliga exempel på hur man kan använda den här typen av teknik för att stödja den pedagogiska utvecklingen. Flera studier diskuterar potentiella och hypotetiska möjligheter, men det har ännu inte gjorts någon utvärdering av det pedagogiska värdet. Behovsinventeringen visar att ganska stora delar av skolans administrativa arbete skulle kunna underlättas och effektiviseras med olika IoT-lösningar. Det rör sig om alltifrån schemaläggning och bokning och upplåsning av lokaler till registrering av elevernas närvaro. Här är det viktigt att lyfta fram frågor som rör säkerhet, integritet och etik, eftersom det ibland kan handla om hantering av känsliga personuppgifter. Hit hör bland annat användning av biometriska data, exempelvis ansiktigenkänning, som kan användas för att automatiskt registrera elevernas närvaro. Det gäller att följa lagar och regler och att utgå ifrån vad som är bäst för eleverna.<sup>83</sup>

I nya teknikplattformar som skolan tar fram för Internet of Things kommer funktionalitet för att tillgängliggöra öppna data finnas inbyggd i systemarkitekturen redan från start. Dessa teknikplattformar kommer exempelvis att användas för att hantera stora dataflöden från uppkopplade sensorer i lärmiljön.

Huvudmannen och rektor skapar förutsättningarna för skolans arbete. Det är viktigt att poängtera att man på huvudmannanivå och som rektor måste bidra och leda med ett aktivt stöd och deltagande i denna typ av omfattande utvecklingsarbete om det ska få avsedd effekt. Om lärare ska arbeta mer systematiskt med exempelvis formativ bedömning så måste de *"låna tid från framtiden"* av sina skolledningar och huvudmän.<sup>84</sup>

Rektorer behöver prioritera att arbeta med kollegialt lärande och skapa förutsättningar i organisationen för att lärare ska kunna utveckla skolan tillsammans. Även skolans huvudmän har en viktig roll att spela, oavsett om de är kommuner, friskoleorganisationer eller ledning för enskilda friskolor. Huvudmännen måste låta lärarna arbeta regelbundet och långsiktigt med att diskutera och utveckla undervisningen men även ge rektorn ett mandat att driva detta utvecklingsarbete. För att säkerställa att

---

<sup>82</sup> McFarland, M., I spent 53 minutes in Amazon Go and saw the future of retail, CNN.com. U.S.A, CNN, 2018-10-03. <https://edition.cnn.com/2018/10/03/tech/amazon-go/index.html> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>83</sup> Iothub, Tre rapporter, Iothub.se, Sverige, RISE, 2019-05-08. <http://iothub.se/tre-rapporter/> (Hämtad 20-04-24).

<sup>84</sup> Minten, E., & Kornhall, P., (2013) Rapport / Forskning för klassrummet Vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet i praktiken, Skolverket. <https://www.skolverket.se/getFile?file=3095> (Hämtad 2020-04-24).

barn och elever får den utbildning de har rätt till bör dessa områden samverka. När detta sker skapas goda förutsättningar för att nå god kvalitet, bättre resultat och likvärdighet.<sup>85</sup>

### Pedagogiskt perspektiv på IoT

I rapporten "IoT i skolan, State-of-the-art kring undervisning och lärande" av Patrik Hernwall och Robert Ramberg, Institutionen för data- och systemvetenskap, Stockholms universitet tillsammans med Vinnova, RISE, Formas och Energimyndigheten, utgår man från ett pedagogiskt perspektiv på IoT i skolan. Man fokuserar på hur introducerandet av IoT/sensorer kan stödja verksamheten istället för molntjänster och molndata. Detta är en relevant utgångspunkt eftersom informationen och nyttjandet av denna är något som leverantören, till exempel Google eller Natur och Kultur, och skolan respektive läraren styr helt över. Rapporten är en av få i sitt slag – det finns ganska lite dokumenterad forskning om hur IoT i skolan genererar ett pedagogiskt värde. Och alltid när man pratar om IoT i skolan uppstår frågor som rör etik, integritet och juridik. Man behöver policy och man behöver hantera såväl möjligheter som problem med sensorteknik.

### Bedömning och IoT

Med all data som kan samlas in från specifika lärsituationer måste vi också beakta vad som bedöms och på vilka grunder. Man skulle kunna mäta hur aktiv läraren och eleverna är i en given situation och sedan värdera den utifrån exempelvis ett studieresultat. Redan nu tyngs skolväsendet av rapporteringskrav och bedömningskriterier. Därför är frågan hur man har nytta av IoT så att det inte blir tvärtom.

Syftet med den svenska skolan är i grund och botten att barn och unga ska "inhämta och utveckla kunskaper och värden".<sup>86</sup> Det innebär att de kunskapsmässigt ska kvalificeras för livet efter skolan och socialiseras in i de normer och värden som vårt demokratiska samhälle bygger på.

För såväl normer och värden som kunskaper finns övergripande mål beskrivna i läroplanen, och för varje skolämne finns specifikt innehåll beskrivet. Oavsett årskurs handlar lärande i skolan inte om vilket lärande som helst, utan om lärande med en specifik inriktning. Lärarna finns där för att undervisa och på olika sätt möjliggöra lärande, och säkerställa att varje elev lämnar skolan rustad för vad livet innebär ur såväl kunskaps- som värderingshänseende. Mot denna bakgrund är det nödvändigt och oundvikligt att lärare - oavsett skolform och årskurs - ägnar sig åt bedömning. De bedömningar som lärare gör är mer eller mindre formella. De mindre formella pågår kontinuerligt, och ofta reflekterar man som lärare inte ens över att det är fråga om bedömningar. Det är dock viktigt att vara medveten om att det är just det de är,

---

<sup>85</sup> Ibid.

<sup>86</sup> Hirsh, Å., (2017) *Bedömning i skolan – vad och varför?* Jönköping University och Göteborgs universitet, Skolverket, 2017.



eftersom det handlar om att analysera och värdera elevernas kunskap och utveckling i förhållande till ett specifikt innehåll och uppsatta mål.<sup>87</sup>

## Robotar och sensorer i undervisningen

Sensorer finns i de digitala verktyg och prylar som vi nyttjar exempelvis datorer, surfplattor, kameror och smarta telefoner. De berättar om vad vi gör, hur vi gör det och var vi befinner oss. De kan också registrera hur länge och vilka applikationer vi använder.

En del sensorteknik finns redan i skolan, en del används inte till fullo och ny sensorteknik kommer att introduceras. Det som är intressant för lärmiljön är hur de kan användas ur ett pedagogiskt-didaktiskt perspektiv inom ramen för skolans uppdrag i formella och informella lärsituationer.

Det handlar om allt från robotar i klassrummet till sensorer som mäter lärarnas rörelser under lektionen. Vid bedömning utifrån sensorteknik måste vi vara klara över bedömningskriterier och effektmål innan data inhämtas så att det kommer eleverna till gagn i form av snabbare feedback och bredare bedömningsgrund än enskilda provtillfällen. Det finns inte många konkreta exempel förutom ansiktsgenkänning för närvaroregistrering, men det finns indikationer på att vi med hjälp av sensorer till exempel ska kunna ta reda på hur elever tar till sig lärande i olika undervisnings-situationer.

## Osynlig teknik

En utmaning med IoT är att tekniken i stor utsträckning är osynlig. Den är inte alls lika uppenbar som en dator eller en mobil. En sensor eller en liten kamera i taket tänker man för det mesta inte på. Men om eleverna börjar jobba med olika tillämpningar av IoT i klassrummet, blir de uppmärksamma på hur tekniken ser ut och fungerar. Att börja lära känna den här teknikens för- och nackdelar är en viktig del av att bli en medveten medborgare i ett alltmer digitaliserat samhälle. Det bästa är om IoT både kan bli ett moment i undervisningen och genomsyra vardagen i skolan.

Som experiment kan man till exempel mäta luftkvaliteten i ett klassrum och på webben jämföra med hur det ser ut i andra delar av världen. Jämförelsen kan sedan användas i undervisningen.

## Smarta byggnader och pedagogik

Att korsbefrukta byggnadsteknik med pedagogik hör inte till vanligheterna men styr- och reglerteknik kan möta inlärning och kreativitet. SISAB, Skolfastigheter i Stockholm, har ett sådant koncept där styr- och reglerteknik som möter inlärning och kreativitet blir till hållbara lekar för barnen.

Förutom hållbarhetstanken vid bland annat materialval har man byggt in ett kretsloppstänkande när det gäller tillagningsköken och sett till att torkrummen är maximalt energieffektiva. Riktigt smart blir det när det gäller fastighetsautomationen.

---

<sup>87</sup> Hernvall, P. & Ramberg, R. (2019) *IoT i skolan, State-of-the-Art kring undervisning och lärande*, Arbetsrapport arbetspaketet 3:1. Januari 2019. Institutionen för data- och systemvetenskap, Stockholms universitet.

Värme och ventilation styrs efter fastighetens och verksamhetens behov. Temperatur och luftkvalitet mäts kontinuerligt och lufttillförseln regleras utifrån detta. Fastighetens hela energianvändning loggas, inklusive kökskylan, och analyseras i realtid för att åtgärda avvikelser snabbt. Utebelysningen styrs av en ljusgivare och tänds bara när det blir mörkt. Belysningen inomhus anpassar sig efter dagsljuset så att ljusstyrkan i rummet är konstant och släcks när rummet är tomt. En ytterligare finess är att de tekniska systemen är uppkopplade via eget datanät till styr- och övervakningssystemet *SISABOnline*, vilket man kan läsa om på deras webbplats.<sup>88</sup>

## Geografi och tid

Undervisning som bygger på IoT ger möjlighet att i realtid samarbeta och lära över stora geografiska avstånd vilket gör att en fysisk plats och tiden på dygnet blir mindre viktig. Det kvarstår dock stora utmaningar kring säkerhet, integritet och etik samt avsaknad av kompetens. Vi är inte heller i hamn när det gäller behandling och lagring av data eller *interoperabilitet* (att olika tekniska plattformar/verktyg kan/ska kunna "prata med varandra", dvs. att de talar samma programspråk).

Idag är inte bara diskussionen kring IoT i skolan central, utan även den om IoT och robotar som stöd i språkundervisning, utveckling av sociala färdigheter och som stöd för barn med särskilda behov. AR kan också kopplas till sensorteknik.

Ett besök på BETT-mässan i London i januari 2020 visade att teknikutvecklingen och erbjudandena till våra lärmiljöer är oändliga. Frågan är var brytpunkten mellan lärarledd undervisning och teknik går? Frågorna vad, hur och i vilket syfte man ska använda IoT i praktiken måste adresseras och besvaras av verksamheten. Sensortekniken kan användas för att jämföra data mellan verksamheter i olika kommuner – exempelvis jämförelser mellan studieresultat över tid kopplat till en grupp, klass eller skola. Ett exempel på ett sådant verktyg är *Conexus Insight*.

## Sömlösa övergångar

IoT i skolan handlar alltså om den grundläggande infrastrukturen för datahantering i skolan ned till individnivå i alla givna situationer, i skolmiljö och hemmiljö oberoende av tid på dygnet och under veckans alla dagar. Fokuserar vi på den fysiska skolan och en given lärsituation, kan videodata och annan data analyseras för att ta reda på hur elever lär i exempelvis samarbetssituationer. Det kan vara i ett labb, en verkstad eller under en workshop. Videodata kan ge en mer holistisk bild av lärsituationen och läroprocessen eftersom rörelse och interaktivitet i ett givet rum kan analyseras. Det handlar även om förflyttningar och brist på förflyttningar kopplat till lärare och elever. På så vis får man en överblick över vad som händer i ett klassrum eller en lärsituation. Det svåra är på vilka grunder och med vilka parametrar iakttagelsen ska utvärderas. Man kallar detta för multimodal LA, learning analytics, (MM-LA - rörelse/förflyttning, tal etc. + annan data).

---

<sup>88</sup> Lindselius, Eva., Styr och regler teknik möter inlärning och kreativitet, Hallbartbyggande.se, Sverige, Hållbart byggande, 2015-03-26. <https://hallbartbyggande.com/overvakad-skola-for-miljons-skull/> (Hämtad 2020-04-24).

## En återblick och framåtblick

Skolan har ett halvt sekels erfarenhet av teknikstödd undervisning. Från COMPIS-datorer, DIS- och DOS-projekt, Fyrtornsprojekt, datorkörkort och PIM till 1 till 1-satsningar. Varje satsning skapar en förskjutning i vad som anses vara teknikens erbjudande och skolans behov. Det vi ser nu är satsningar på IoT/sensorer och LA – *learning analytics*. LA innebär att man analyserar studieresultat och lärande kopplat till olika lärplattformar via molntjänster. Frågan är vad som fungerar bra eller mindre bra ur ett lärandeperspektiv? LA kan ligga till grund för undervisningsstrategier och kursupplägg samt indikativt klargöra att lärare behöver förändra det som händer i klassrummet eller vid undervisningstillfället för att stödja studenters lärande. Stora datamängder analyseras för att förstå och kartlägga hur vi lär.

## Multimodalt lärande

Multimodalt lärande innebär att man gör något på flera sätt samtidigt eller i en direkt följd. Tänk dig att du ser en text på en projektyta, du läser texten och lär dig något om vad som står i texten. Detta är i någon mening unimodalt, en produktionsmodalitet används, då det enbart handlar om en text. Unimodalt lärande är att lära genom att göra något på ett sätt. Ett multimodalt lärande är typiskt att visa en projicerad bild, använda gester för att peka ut delar på bilden och för att visa hur saker rör sig, och genom att använda rösten för att säga ord och markera viktiga begrepp. Det är lärande genom att göra på flera sätt. Den som gör är den som designar för lärande, inte den som lär sig.

Att vara den som lär sig multimodalt är att lära genom att processa på flera sätt. Det som processas är sinnesinformation. Det man uppfattar via synen processas till en visuell upplevelse medan det man uppfattar via hörseln processas till en auditiv upplevelse. Information processas alltså på minst två sätt och om det uppstår ett lärande genom dessa processer kan vi tala om multimodalt lärande.

Det finns forskning om hur man kombinerar mänskliga resurser med tekniska resurser. Forskningen är starkt empiridriven och det finns tydliga principer som vägleder hur man kan tänka och designa sitt framförande. Principerna hänger ihop med våra sinnesmodaliteter och mänsklig kognition.

Det pågår mycket forskning i utvecklingen av sensorteknik. Det finns också ett intresse för att med stöd i sensorteknik försöka identifiera och känna igen olika typer av mänskliga aktiviteter. Frågan är vilka som kan vara intressanta och relevanta i ett skolsammanhang. Det skulle kunna handla om att detektera icke-önskvärd beteende eller mobbning eller uppmuntra dess motsatser. Att tänka på vad ansikts-, tal- och gestigenkänning kopplat till aktiviteter i skolan, skulle kunna innebära för lärmiljön och nyttjandet av platsen är både fascinerande och skrämmande. Vi skulle kunna uppmuntra till fysisk aktivitet kopplat till indata om mat och rörelse och vi skulle kunna bedöma och utvärdera lärare och elever i givna situationer. Kina har redan ett liknande system som utvärderar alla dess medborgare med ett rapporterings- och poängsystem.

## Gamification

Gamification av skolan där belöning utdelas kan göra skolan roligare och oftare ge positiv återkoppling, men rapporteringssystem och ”new-public-management” hämmar också utvecklingen av skolan. Samtidigt kan data utveckla lärprocesserna och skapa mer underlag för självreflektion och individanpassning. På så vis finns argument för att IoT i skolan skapar en större likvärdighet i och med att man har en bättre överblick över bruk av lärarresurser, tid, fokus, flöden och kalibrering av lektioner och lärmoment. Om detta kopplas till data om var det finns lärarnärvaro, lediga platser, luftkvalitet, temperatur ooch biodata kan man optimera förutsättningarna för elevens lärande. Man kan exempelvis se samband mellan var en elev sitter vid ett givet undervisningstillfälle kopplat till resultat och lärarinteraktion. Kritiskt lärande, moral och etik är dock alltså inte mätbart.

## IoT kopplat till rum, rumslogistik, schemaläggning och administration

IoT kan visa var i klassrummet, i relation till läraren, ljud, ljus och luft, som man har optimal inlärningsförmåga. Man kan också se om kön till matsalen är lång, om det finns lediga lokaler som klassrum och grupprum kopplat till automatisering av närvaro. Det blir enklare att övervaka och kontrollera inomhusklimatet och se till att luften inte tar slut och koncentrationen därmed bibehålls.

Behovsinventeringar visar att ganska stora delar av skolans administrativa arbete skulle kunna underlättas och effektiviseras med hjälp av olika IoT-lösningar. Det rör sig om alltifrån schemaläggning och bokning och upplåsning av lokaler till registrering av elevernas närvaro.

Här är det viktigt att lyfta fram frågor som rör säkerhet, integritet och etik, eftersom det ibland kan handla om hantering av känsliga personuppgifter. Hit hör bland annat användning av biometriska data, exempelvis ansiktsgenkänning, för att automatiskt registrera elevernas närvaro.

Vilken är utgångspunkten för förändring av skolan i samhället? Vill man konservera och stödja befintliga strukturer eller vill man utmana och förändra? Det borde vara en självklarhet att skolan och elevernas förutsättningar för lärande fortsätter att utvecklas.

## IoT och koldioxid, temperatur, ljus och ljud

Det är förhållandevis enkelt att använda sensorer för att se till att koldioxidhalt, temperatur, ljus och ljud ligger på bra nivåer. Om en lärare får indikationer på att koldioxidhalten börjar bli alltför hög, är det enkelt att vädra och be eleverna att ta en kort rast. Att mäta luftkvalitet i klassrummen är därför en bra sak att börja med – det är lätt att komma igång och se nyttan.<sup>89</sup>

---

<sup>89</sup> Rise, Första testcasen till skolorna, Iothub.se, Sverige, RISE, 2019-05-07. <http://iothub.se/forsta-testcaset-till-skolorna/> (Hämtad 2020-04-24).

## Digitalisering som lyfter skolan

En dåligt genomförd digitalisering slösar tid för lärarna och skapar distraktion bland eleverna. Sensordata kan utöka förståelsen för vad som händer i en given situation och kan stötta elevers behov av stöd samt användas i rent administrativt syfte. Samma data måste också vara ”inspekterbar” dvs. begriplig och användbar för lärare, elever och beslutsfattare. Den behöver presenteras i ett lämpligt format, till exempel visualiseras.

Håkan Fleischer och Helena Kvarnsell har skrivit boken *Digitalisering som lyfter skolan* som inriktar sig på lärares förhållningssätt kopplat till digitaliseringen. Boken tar upp när teori möter praktik och författarna representerar var sitt perspektiv: Håkan kommer in från forskarens håll och Helena från lärandets. Boken har klar koppling till läroplanen i arbetet med digitaliseringen och en mycket bra definition av vad digital kompetens är.<sup>90</sup>

En definition som är väl värd att beakta: *”En förmåga att använda IT på ett kreativt, utvecklande och kritiskt sätt, såväl för att fördjupa och bredda (inte minst ur ett kulturellt och socialt perspektiv) ämneskunskaper som för att förstå de villkor med vilka kunskapsbildning sker i datoriserade miljöer. Digital kompetens inrymmer både den praktiska användningen av specifika och relevanta verktyg och en generell förståelse för informationsteknikens möjligheter och begränsningar.”*<sup>91</sup>

Boken framhåller fyra viktiga fundament i undervisningen: elevens motivation, målorientering, reflektion och socialt samspel och låter det som kallas *stretchad kunskap* innebära just detta. Digitala verktyg kan fungera förstärkande inom respektive område.

Fleischer och Kvarnsell för avslutningsvis en diskussion kring frågan om IT i skolan innebär en förändrad yrkesroll men de menar att svaret är nej. Det framhålls istället att viktiga delar i lärarrollen *inte* är direkt kopplade till digitaliseringen, som att bygga förtroendefulla relationer med sina elever, att jobba målorienterat, att som pedagog alltid reflektera över sin undervisning osv. IT kan däremot vara en enorm tillgång i lärarrollen: ”IT använt på rätt sätt ger dig däremot den fantastiska möjligheten att äntligen vara den där läraren du alltid velat vara.”<sup>92</sup> Pedagogiska/didaktiska tankar kan förstärkas med användande av digitala verktyg.

## Summering

Smarta byggnader utrustade med sensorteknik är kostnadseffektiva och kan generera data som när den analyseras kan förutse drift och underhåll samt anpassa allt från fasaden till installationer, aktiviteter och individer i lokalen för optimala förhållanden. I skolan kan sensortekniken dels underlätta administration och närvarohantering och skydd, dels analysera den specifika lärsituationen och aktiviteten på en given plats i ett givet rum i byggnaden. I undervisningen kan man lära sig av byggnaden i realtid.

---

<sup>90</sup> <http://www.iktpedagogerna.se/digitalisering-som-lyfter-skolan/> (Hämtad 20-04-24)

<sup>91</sup> Fleischer, H., & Kvarnsell, H., (2015) *Digitalisering som lyfter skolan: teori möter praktik* s.29

<sup>92</sup> *Ibid.* s.169

Öppna API:er och system som pratar med varandra samt tekniskt kunnig drifts-  
personal är viktiga framgångsfaktorer. Man behöver även koppla på juridiska och  
etiska aspekter samt beakta den personliga integriteten.

Vid insamling av data och bedömningar utifrån sensorteknik måste någon ansvara för  
ramverket och ägarskapet så att detta är tydligt.



*Illustration: Allt hänger ihop.*

## Framtida utmaningar och hållbarhetsaspekter

2019 lanserades en digital plan för skolan och nu pratar vi mer om *hur* istället för *om*. Huvudmännens finansiering är en stor fråga. Nedan följer en lista över samhällsliga utmaningar att beakta.

### Ekonomi

När den här rapporten började skrivas var Sverige på väg in i en lågkonjunktur efter ett drygt decennium av uppåtgående kurvor och högkonjunktur. I och med coronapandemin har denna process accelererats. Konjunkturinstitutet förutspår en synnerligen djup lågkonjunktur i spåren av covid-19. Hur djup den blir är i nuläget svårt att bedöma, men klart är att kommunerna och huvudmännen kommer att påverkas av detta.

2018 gick 54 procent av grundskolans totala kostnader till det som i SCB:s statistik betecknas som "undervisning". Det är en ökning med 3 procentenheter jämfört med 2014. Kostnaderna för lokaler och inventarier har under samma period minskat sin andel med 3 procentenheter, från 19 till 16 procent.

Enligt SKR såg man redan i maj 2019 att kostnaderna för välfärden ökade i snabbare takt än intäkterna i kommuner och regioner. Exempelvis redovisade 69 av 290 kommuner ett underskott, vilket är det högsta antalet på tio år. Flera planerade skolor och förskolor riskerar att pausas på grund av ekonomisk kris. Möjliga finansiella lösningar för framtida lokalbehov kan, förutom att bygga och förvalta i egen regi, vara att förhyra pedagogiska lokaler och att bygga om eller på befintligt bestånd. Generellt ökar de offentliga utgifterna kraftigt under 2020.

Konjunkturinstitutet räknar med att svensk BNP faller med drygt 6 procent det andra kvartalet 2020. Den ekonomiska politiken har redan lagts om i en kraftfullt stödjande riktning. Fokus ligger på att stödja näringslivet, och kommuner och regioner, i syfte att motverka en våg av konkurser och massarbetslöshet. Arbetslösheten mot slutet av 2020 uppskattas öka till omkring 9 procent.<sup>93</sup>

Investeringar inom offentlig sektor är på en hög nivå och kommer att fortsätta vara det under 2020 och 2021. En del investeringsprojekt bedöms förskjutas något fram i tiden då offentlig sektor har fullt upp med att hantera följderna av att många insjuknar i covid-19. Investeringarna kommer dock ändå att öka som andel av BNP 2020 och 2021 eftersom BNP faller kraftigt 2020 och endast delvis återhämtar sig 2021.

Investeringar i vägar, skolor och äldreboenden ligger på en jämförelsevis hög nivå.<sup>94</sup> Skolan har stor betydelse för hela kommunen. Lokalkostnader är den näst största kostnaden för skolan. Samtidigt står skollokalerna tomma flera timmar om dygnet.

Nya skolor bör därför byggas för samutnyttjande, vilket skapar stora samhällsvinster och ger skolan en bredare roll i närområdet.

---

<sup>93</sup> Konjunkturinstitutet, Synnerligen djup lågkonjunktur i spåren av Covid-19, Konj.se, Sverige, Konjunkturinstitutet 2020-04-01, <https://www.konj.se/publikationer/konjunkturlaget/konjunkturlaget/2020-04-01-synnerligen-djup-lagkonjunktur-i-sporen-av-covid-19.html> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>94</sup> Ibid.

Enligt Skolverket 2015 var kostnaderna för en grundskoleelev respektive en gymnasieelev fördelade enligt följande:

- Gymnasieskola: elevhälsa 2,0 %, måltider 3,7 %, lärverktyg 6,7 %, lokaler 14,7 %, övrigt 22,5 %, undervisning 50,4 %
- Grundskola: elevhälsa 4,3 %, måltider 6,5 %, lärverktyg 3,1 %, lokaler 17,9 %, övrigt 15,7 %, undervisning 52,5 %

Dessa siffror indikerar att gymnasieskolan är mer tekniktyngd medan grundskolan har större lokaler och fler lärare.<sup>95</sup>

Planera för flexibla skolor och skapa samhällsnytta. Genomsnittskommunen har varje år cirka 66 miljoner kronor i lokalkostnader för sina grund- och gymnasieskolor. Om vi kan öka nyttjandegraden kan kommunerna öka medborgarnytan och skapa mötesplatser i samhället.

Skolbeståndet i Sverige är stort. Totalt uppgår ytan i landets alla förskolor, grundskolor och gymnasier till cirka 24 miljoner kvadratmeter. Värdet av 10 procentenheter högre nyttjandegrad innebär 6,6 miljoner kronor för genomsnittskommunen. Skollokaler och hur de är utformade har stor effekt på elevernas lärande. Samtidigt är en stor del av kommunernas resurser bundna i just skollokaler. Trots det nyttjas inte skollokaler optimalt. Driftskostnader såsom värme, el, vatten och ventilation kostar dygnet runt och året om, men många skollokaler står tomma stora delar av dygnet.<sup>96</sup>

1. Bjud in skolledningens, pedagogernas, lärarnas samt fastighetsorganisationens och marknadens kompetenser tidigt i processen.
2. Planera för flexibla skolor och skapa samhällsnytta.
3. Ställ rätt krav och välj rätt upphandlingsform. Tillgänglighet efter skoltid skapar samhällsnytta.

Skolbristen i Sverige råder under skoltid, mellan klockan 08.00 och 16.00. Efter skoltid står många skollokaler tomma samtidigt som driftskostnaderna finns kvar.

Att skapa tillgänglighet efter skoltid innebär bland annat att planera och utveckla skollokaler så att de kan samutnyttjas med andra verksamheter. Det kan handla om idrottshallen som hyrs ut under kvällar och helger, men det kan också handla om matsalar som blir möteslokaler för det lokala föreningslivet eller undervisningssalar som används för vuxenutbildning på kvällstid. Detta sker redan i dag men nya smarta tekniska och arkitektoniska lösningar skapar mötesplatser och samhällsnytta. Man kan redan i planerandet och utvecklandet av dessa skollokaler öka den framtida nyttjandegraden genom att göra dem mer lättillgängliga.

Det kräver flexibilitet vad gäller skalskydd och larm, särskilt utformade låssystem men även innovativa lösningar för hur lokalerna ska vara så attraktiva som möjligt för uthyrning. På så sätt kan skollokaler nyttjas fler timmar per dygn och behöver inte stå tomma efter skoltid.

---

<sup>95</sup> Skanska, Rapport/Smartare skolor Tillsammans bygger vi smartare skolor, Skanska.se, Sverige, Skanska, 2017. [https://www.skanska.se/49f522/siteassets/om-skanska/press/rapporter/smartare-skolor/smartare\\_skolor\\_skolrapport-skanska.pdf](https://www.skanska.se/49f522/siteassets/om-skanska/press/rapporter/smartare-skolor/smartare_skolor_skolrapport-skanska.pdf) (Hämtad 2020-04-24).

<sup>96</sup> Sydsvenskan, Ledare: Skolans främsta problem ändå inte brist på pengar, Sydsvenskan.se, Sverige, Sydsvenskan, 2019-11-07. <https://www.sydsvenskan.se/2019-11-07/skolans-framsta-problem-anda-inte-brist-pa-pengar> (Hämtad 2020-04-24).



I en kommun med flera traditionella skolor kan en nybyggd, flexibel skola agera buffert för framtida svängningar i elevkullar.

### Från investeringskostnader till livscykelkostnader

Att etablera nya skolor kostar mycket pengar. Det är naturligt att såväl kommuner som privata beställare fäster stor vikt vid kalkyler och kostnader kopplade till uppförandet av en ny skola. Leverantörerna har ett stort ansvar för att bidra till tydlighet och transparens kring kostnader eftersom detta är fundamentet för investeringsbeslut. I ljuset av detta ser vi också ett behov av att vidga perspektivet. Det är lätt att drifts- och underhållskostnader ägnas för lite uppmärksamhet och tillmäts för liten betydelse i planeringsfasen. Detta är kostnader som, sett över en skolbyggnads fulla livslängd, är större än investeringskostnaden.<sup>97</sup>

En något högre investeringskostnad kan ge en kvalitetsvinst som mer än väl väger upp merkostnaden. På samma sätt kan valet av en billig lösning ofta visa sig slå tillbaka i framtiden. Därför är det både lönsamt och ansvarsfullt att tillämpa ett livscykelperspektiv på investeringen i en ny skola. Detta är ytterligare ett argument för att ta in den kompetens som finns på marknaden så tidigt som möjligt. Då skapas optimala förutsättningar för att fatta bästa möjliga beslut sett ur ett livscykelperspektiv.<sup>98</sup>

### Demografi

Samtidigt som vi blir fler, om åtta år är vi fler än 11 miljoner invånare i Sverige, sker även en kraftig demografisk förändring där andelen yngre och äldre ökar. Med det uppstår ett större behov av skolor. Ekonomin i kommuner och regioner blir allt kärvare. Utöver att kommuner och regioner behöver effektivisera verksamheten ser vi att staten också måste ta ett större ansvar för att möta de demografiska behoven. Fram till 2028 kommer åldersgruppen 6–19 år att öka med 17,2 procent.

Den demografiska utvecklingen med allt fler barn, unga och äldre gör att behoven av skola, vård och omsorg ökar. Om tio år kommer äldre över 80 år ha ökat med cirka 47 procent, medan den yrkesverksamma befolkningen i åldern 20–64 år enbart har ökat med fem procent.<sup>99</sup>

2016 konstaterade man att två av tre kommuner hade akut brist på skollokaler. Detta kommer framöver innebära att klasser blir större och elever undervisas i modulhus och andra lokaler än skollokaler. 2019 uppgav man att 80 procent av kommunerna behövde fler skolor. Kommuner i ekonomisk kris kan innebära en risk för lärmiljön och stora brister i lokalerna. I förlängningen kan det påverka trygghet, studiero och resultat.<sup>100</sup>

---

<sup>97</sup> Skanska, Rapport/Smartare skolor Tillsammans bygger vi smartare skolor, Skanska.se, Sverige, Skanska, 2017. [https://www.skanska.se/49f522/siteassets/om-skanska/press/rapporter/smartare-skolor/smartare\\_skolor\\_skolrapport-skanska.pdf](https://www.skanska.se/49f522/siteassets/om-skanska/press/rapporter/smartare-skolor/smartare_skolor_skolrapport-skanska.pdf) (Hämtad 2020-04-24).

<sup>98</sup> Ibid.

<sup>99</sup> Grossman, D. Stort behov av fler skolor och äldreboenden, Fastighetstidningen.se, Sverige, Fastighetstidningen, 2018-06-18. <https://fastighetstidningen.se/stort-behov-av-fler-skolor-och-aldreboenden/> (Hämtad 2020-04-24).

<sup>100</sup> Granstrand, C., Två av tre kommuner har akut brist på skollokaler, Dagenssamhalle.se, Sverige, Dagens samhälle, 2016-06-23. <https://www.dagenssamhalle.se/nyhet/tva-av-tre-kommuner-har-akut-brist-pa-skollokaler-26004> (Hämtad 2020-04-24).

## Läraryrket

Läraryrket märks redan av i skolan och den kommer sannolikt att förvärras under de kommande åren. Därför gäller det att vi börjar arbeta smartare och tar hjälp av tekniken där den kan ersätta eller komplettera en människa. Det har varit brist på lärare i Sverige i flera år och det kommer att saknas cirka 45 000 behöriga lärare och förskollärare om 15 år. Jämfört med Skolverkets förra läraryrket innebär det att den beräknade framtida bristen minskar, men läget är fortsatt bekymmersamt.<sup>101</sup>

Behovet för skolor och förskolor att rekrytera nya lärare och förskollärare kommer även fortsättningsvis vara stort, framförallt de närmaste fem åren. Antalet elever per lärare i grundskolan har under åren 2014–2018 legat i princip stilla på 12,1 enligt skolverket.se. Journalister på Sveriges Radio frågade drygt 200 kommuner i augusti 2019 om de har tillräckligt med lärare. Fler än hälften svarade att de inte har tillräckligt många lärare till grundskolorna. De största rekryteringsbehoven finns i förskolan och grundskolan – framförallt i högstadiet. Särskilt lärare i matematik och naturvetenskapliga ämnen.

Regeringen har därför initierat en rad satsningar, som lärarassistenter, fler vägar in i läraryrket och en utredning om lärarutbildningen. Många kommuner har också liksom Skolverket lärarförsörjningen som ett prioriterat område.

Välutbildade och kompetenta lärare är avgörande för att alla elever ska få en bra utbildning. Stora skillnader i tillgången till behöriga lärare innebär att alla elever inte ges samma förutsättningar. I läraryrketens spår finns det också en risk att välmeriterade lärare söker sig bort från skolor i utsatta områden. Läraryrket riskerar att spå på den bristande likvärdigheten i skolan.<sup>102</sup>

## Treterminssystem

Ett treterminssystem är genomförbart med rådande lagar och regler för skolan, men huvudmän har inte rätt att förlägga någon undervisning i juli månad. Länder som Storbritannien, Frankrike, Portugal och Japan har liknande system. Vi lever inte längre i ett bondesamhälle där barnen behöver hjälpa till i jordbruket. Tvärtom har yrkesverksamma föräldrar svårt att få ihop scheman med långa sommarlov då de flesta endast har fyra veckors semester.

Tre terminers läsår och kortare sommarlov kan lösa problemet med skolsegregation och stora skillnader i betyg mellan olika områden. Det kan också vara bättre för barn med neuropsykiatriska funktionsvariationer som på så vis slipper uppehåll och får fortsatt regelbundenhet och struktur.

Tre terminer innebär att lärare tvingas sätta betyg på eleverna tre gånger per år, istället för två. Farhågan är ökad arbetsbelastning. Å andra sidan skulle nyttjandegraden av verksamhetens lokaler kunna öka, beroende på hur lektionsplaneringen sker och om alla elever är på plats samtidigt. Idag används skolor i regel 178 dagar av året

---

<sup>101</sup> Skolverket, Ny prognos: Fortsatt mycket stort behov av fler lärare, Skolverket.se, Sverige, Skolverket 2019-12-09. <https://www.skolverket.se/om-oss/press/pressmeddelanden/pressmeddelanden/2019-12-09-ny-prognos-fortsatt-mycket-stort-behov-av-fler-larare> (Hämtad 2020-04-05).

<sup>102</sup> Sveriges radio, Många skolor har brist på lärare, Sverigesradio.se, Sverige, Sveriges radio 2019-08-15. <https://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=4916&artikel=7281165> (Hämtad 2020-04-05).

och står tomma 187. Energiförbrukningen och slitaget i byggnaden skulle sannolikt öka samtidigt som lokaleffektiviteten ökar.

## Upphandlingsutmaningar

Skolhuvudmän kan välja att själva bygga för eget ägande och förvaltning alternativt att hyra lokaler. SKR:s FoU-fond för kommunernas fastighetsfrågor har tagit fram två fördjupade skrifter om detta ”Gäller LOU vid hyra av lokal?”<sup>103</sup> och ”Äga eller hyra verksamhetslokaler”<sup>104</sup>.

Upphandlingsmyndigheten verkar på flera sätt för en ökad dialog mellan upphandlande myndigheter och leverantörer. I nära samarbete med representanter för olika verksamheter och organisationer har de tagit fram praktiskt inriktat stöd för dialog. Myndigheten har identifierat sex vanliga myter om dialog i samband med inköp och upphandling.<sup>105</sup> Upphandlingsmyndigheten har fått regeringens uppdrag att samarbeta med Boverket kring upphandlingsfrågor kopplade till arkitektur och gestaltad livsmiljö.<sup>106</sup>

Funktionsupphandling handlar om att formulera krav utifrån vad som ska uppnås, och inte på hur det ska uppnås. Genom att använda funktionskrav får leverantörerna möjlighet att offerera nya lösningar som kanske är okända för köparen, men som kan vara både effektivare och billigare. Om en upphandling söker innovativa lösningar på komplexa problem, kan funktionskrav även vara en förutsättning för att lyckas. Funktionskrav går utmärkt att utvärdera. Det är dock viktigt att i förväg ha tänkt igenom hur de offererade lösningarna ska bedömas och vilka bevis som ska lämnas in. I uppföljningen av funktionskrav mäts hur leverantörens faktiska lösning tillgodoser funktionen. I avtalet regleras vad som händer om resultatet inte uppnås. Uppföljning av funktionskrav är inriktad på att mäta resultatet av den levererade lösningen. Det kan exempelvis handla om att mäta om energiförbrukningen blivit lägre.<sup>107</sup>

Det kan ofta vara nödvändigt att blanda funktionskrav och detaljerade krav. Det kan finnas ett antal förutsättningar som måste beskrivas i detalj. Utan krav kanske lösningen inte är praktiskt genomförbar. Det kan exempelvis vara krav på en it-anslutning till befintlig hård- eller mjukvara. När både funktionskrav och detaljerade krav används gäller det dock att vara uppmärksam så att inte ett detaljerat krav utestänger funktionen. Ställ rätt krav och välj rätt upphandlingsform. Beroende på projekt passar olika upphandlingsformer olika väl. För att möta den allvarliga skolbristen och den ekonomiska utmaning som många kommuner kommer att ställas inför kan olika upphandlingsformer användas.<sup>108</sup>

---

<sup>103</sup> SKR, Gäller LOU vid hyra av lokal? <https://webbutik.skr.se/sv/artiklar/galler-lou-vid-hyra-av-lokal.html>

<sup>104</sup> SKR, Äga eller hyra verksamhetslokaler. <https://webbutik.skr.se/sv/artiklar/aga-eller-hyra-verksamhetslokaler.html>

<sup>105</sup> Upphandlingsmyndigheten, 6 myter om dialog i offentlig upphandling Information från Upphandlingsmyndigheten, Upphandlingsmyndigheten.se, 2019. [https://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/broschyer/broschyr-6-myter\\_uhm.pdf](https://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/broschyer/broschyr-6-myter_uhm.pdf) (Hämtad 2020-04-24).

<sup>106</sup> Regeringskansliet. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/06/kvalitetsfragor-inom-arkitektur-och-gestaltad-livsmiljo-ska-starkas-i-offentlig-upphandling/>

<sup>107</sup> Ibid.

<sup>108</sup> Ibid.

## Kvantifierad samhällsnytta

Enligt nationalekonomen Ingvar Nilssons rapport *Är du lönsam lille vän?* består varje årskull i Sverige av ca 110 000 elever, varav ca 13 000 vare sig arbetar eller studerar några år efter det att de slutat gymnasiet. Det kostar samhället 6 mdr kr per år i förlorade produktionsvärden, kostnader för olika samhällsinsatser och försörjningskostnader. Om denna årskull kvarstår livslångt i utanförskap uppgår den totala förlorade samhällsintäkten till 155 miljarder kronor. Genom att sprida projektresultaten brett bland alla Sveriges skolor, förbättra elevers språkkunskaper, öka deras motivation och lärande, och minska antalet icke-godkända elever strävar projektet mot att från år 2023 aktivera 1300 ungdomar per årskull, dvs reducera utanförskapet med 10 procent. Det leder till årliga samhällsvinster på 600 miljoner kr och långsiktiga samhällsvinster på 16 miljarder kronor.<sup>109</sup>

Projektets resultat utvärderas regelbundet mot de kvantitativa effektmålen:

Motivationen att skriva och tilltron till sin egen skrivförmåga ökar för >85 procent av alla skolans elever. Lärare får stöd att skapa och genomföra en formativ, språkutvecklande och vägledande undervisning i alla ämnen, så att 100 procent av eleverna regelbundet arbetar med både själv- och kamratrespons. Antal icke godkända elever minskar med 20 procent. Elever i behov av särskilt stöd skriver med högre kvalitet, skriver >30 procent längre texter, höjer sitt meritvärde med i snitt 10 poäng. Flerspråkiga elever får en tydlig struktur för att snabbare utveckla svenska språket. Studietiden kortas med 25 procent.

Dessa mål sätts i relation till kontrollgrupper som inte nyttjar den universella digitala pedagogik och de skrivverktyg som utvecklas i projektet. Mätningar av projektets måluppfyllnad genomförs av några av Sveriges främsta skolforskare som en del av projektets följeforskning.<sup>110</sup>

## Samhällsutmaningar

Skolor är ofta öppna miljöer och det är i dagsläget ovanligt att ha ett inpasserings-system för att förhindra att obehöriga får tillträde till lokaler. Samtidigt är det en del av skolans ansvar att tillhandahålla en trygg miljö för lärare och elever. En del av detta ansvar handlar om att ha viss kontroll över vilka som vistas i skolans lokaler. Idag handlar det ofta om att anställda försöker hålla uppsikt men detta fungerar ofta bristfälligt och det är långt ifrån alla i personalen som är bekväma i rollen att behöva ifrågasätta individers rätt till tillträde.

Fysisk och psykisk trygghet är en förutsättning för en fungerande skolverksamhet. De begränsningar som detta krav leder till i form av låsta delar av skolan, larmsystem och övervakning med mera är ofta en källa till extraarbete och irritation. Att behöva låsa upp dörrar för elever till grupprum eller andra lokaler samt larma på och av är exempel på extraarbete detta medför. Stölder av skolmateriel och elevers egendom

---

<sup>109</sup> Nilsson, I. (2011), *Är du lönsam lille vän? En socioekonomisk analys av unga, skolmisslyckanden och arbetsmarknaden/SEE*

upplevs som ett problem på vissa skolor. Särskilt problematiskt blir stölder på vissa yrkesutbildningar där dyr utrustning ibland försvinner.<sup>111</sup>

Vid brand eller annan utrymning är det svårt att med tillräcklig säkerhet kontrollera att alla verkligen tagit sig ut. Nycklar, passerkort och taggar som ger olika nivåer av tillgång till lokaler existerar i nästan alla verksamheter. Detta är mest problematiskt i äldre lokaler med föråldrade lösningar där det kan behövas många nycklar och där administration av nycklar och låsbyten är dyrt och tidskrävande. I Sverige är rädslan för skolskjutningar eller liknande dåd låg och inte heller upplevs detta hot som ständigt närvarande eller direkt påverkande för verksamheten. Denna typ av rädsla har annars varit en pådrivande kraft för utökad övervakning genom bland annat IoT i skolor i andra länder.<sup>112</sup>

## Pandemier och terrorattentat

För att nå längre i arbetet med en trygg och välfungerande skolmiljö behöver personalen förståelse för hur elever använder skolans område och lokaler. Övervakning i form av kameror inne och ute används på skolor mot våld och skadegörelse. I skollagen finns krav på att bedriva ett systematiskt kvalitetsarbete både på huvudmannanivå och på skolenhetsnivå. Det finns även krav på systematiskt arbetsmiljöarbete i arbetsmiljölagstiftningen. Sensorteknik är ett hjälpmedel.

Barn och elever i alla skolformer har rätt till en trygg och säker miljö. Arbetet med säkerhet och krisberedskap blir framgångsrikt när det sker systematiskt och är en del av den ordinarie verksamheten.

- Personalen måste se till att barnen och eleverna inte kommer till skada.
- Huvudmannen är skyldig att försäkra sig om att elever och personal har en trygg och säker arbetsmiljö. Huvudmannen är till exempel kommunen eller huvudmannen för en fristående skola.
- Det är viktigt att varje rektor i grundskola och förskola känner till arbetsmiljölagstiftningens krav på att kartlägga risker i verksamheten. I skollagen finns krav på systematiskt kvalitetsarbete.

Det kan inträffa händelser som hotar att försvåra eller helt lamslå skolans verksamhet.

Exempel på händelser som kan leda till kris är:

- Väpnat våld i skola.
- Skolbränder.
- Stor olycka utanför skolan som drabbar barn och vuxna.
- Pandemi som till exempel influensa A(H1N1), även kallad svininfluensan, och nu corona eller covid-19. Om många smittas på samma gång kan det påverka

---

<sup>111</sup>Tiberg, M., Effektmål: En kvantifiering av projekts syfte, Allakanskriva.se, Sverige, Alla kan skriva, 2015-02-15. <http://www.alla-kan-skriva.se/forskning--utveckling/maetbara-effektmaal>. (Hämtad 2020-05-05).

<sup>111</sup>Skolverket, Öka säkerheten och krisberedskapen, Skolverket.se, Sverige, Skolverket, 2020. <https://www.skolverket.se/skolutveckling/leda-och-organisera-skolan/systematiskt-kvalitetsarbete/sakerhet-och-krisberedskap-i-skola-och-forskola>. (Hämtad 2020-04-24).

<sup>112</sup>Buntz, B., A High Tech-Solution to School Shootings, Iotworldtoday.com, U.S.A. IoT World Today, 2016-07-28. <https://www.iotworldtoday.com/2016/07/28/high-tech-solution-school-shootings/> (Hämtad 2020-04-24).

hela samhället. När en smittsam sjukdom på kort tid drabbar många människor i ett land uppstår en epidemi. Sprids smittan mellan flera länder kallas den pandemi.

Det är viktigt att all personal på förskolan och skolan har god kännedom om lokalerna, till exempel nödutgångar, flyktvägar och eventuella larm. Det är bra att kartlägga om det finns möjlighet att låsa rum och salar. Om det finns olika byggnader, olika ingångar och flera våningsplan är det en fördel om dessa är tydligt märkta, exempelvis med olika bokstäver eller symboler. Applikationer för att överblicka kan kopplas till en BIM-modell som varnar, visar trygga platser eller liknande.<sup>113</sup>

## Inrymning, utrymning och utestängning

Inrymning innebär att barn, elever och personal stänger in sig i rum eller salar. En avgörande faktor för hur inrymning fungerar är lokalernas utformning. Eftersom varje skola och förskola har unika lokaler och verksamhet är det viktigt att ha funderat över den enskilda byggnadens utformning och hur en inrymning skulle kunna fungera på den aktuella förskolan eller skolan.<sup>114</sup>

Utrymning innebär att barn, elever och personal lämnar lokalerna för att söka skydd. Utrymning kan vara en lämplig metod när byggnaden av någon anledning inte ger bästa skyddet, exempelvis på grund av hur lokalerna är utformade. Då kan det vara bättre att ta sig ut och söka skydd. För att underlätta krishanteringen efter den akuta fasen är det önskvärt med en gemensam återsamlingsplats.<sup>115</sup>

Ytterligare en metod som kan användas under vissa omständigheter är att stänga ute gärningspersoner från hela byggnaden. När det väpnade våldet pågår på gården, kan det vara effektivt att stänga dörrar till byggnaden samt hålla barn, elever och personal inomhus medan gärningspersonerna utestängs. Det är viktigt att inga barn och elever utestängs ihop med gärningspersoner.<sup>116</sup>

## Summering

Effektmål bör upprättas för det aktuella skolprojektet. De prioriteringar och vägval som görs ska kunna motiveras med dessa. Målen uttrycker det som arkitekter, byggare och övriga konsulter ytterst ska leverera på.<sup>117</sup>

Det handlar om övergripande mål som skolprojektet ska bidra till att förverkliga, hur lärmiljön ska upplevas och vilka högre värden den ska bidra till att förverkliga samt hur lärmiljön ska vara organiserad baserat på en verksamhetsbeskrivning och behovsanalys. Målen styr vilka funktioner och ytor som ska finnas i skolan, deras inbördes

---

<sup>113</sup> Skolverket, Öka säkerheten och krisberedskapen, Skolverket.se, Sverige, Skolverket, 2020. <https://www.skolverket.se/skolutveckling/leda-och-organisera-skolan/systematiskt-kvalitetsarbete/sakerhet-och-krisberedskap-i-skola-och-forskola>. (Hämtad 2020-04-24).

<sup>114</sup> Ibid.

<sup>115</sup> Ibid.

<sup>116</sup> Ibid.

<sup>117</sup> Codedesign, Effektmål Brogårdaskolan, Bjuv.se, Sverige, Bjuvs kommun, 2017. <https://www.bjuv.se/Global/Barn%20och%20utbildning/Ny%20Brog%C3%A5rdaskola/Effektm%C3%A5l%20Brog%C3%A5rdaskolan.pdf> (Hämtad 2020-04-24).

relationer och egenskaper samt gränsvärden och krav för ljud, ljus, luft, hållbarhet och tillgänglighet etc.

Standard och system för installationer gällande sensorteknik och skalskydd måste fastställas tidigt i projektet ur såväl ett drift- och förvaltningsperspektiv som ur ett organisatoriskt och pedagogiskt perspektiv.

Vi har inte råd att slösa med resurser i form av personal och lokaler. Samnyttjande och effektivt nyttjande av digital teknik höjer nyttjandegraden och hållbarheten och kan vara till nytta för undervisningen framöver.

### 3. Intervjuer med enkätsvar

Följande frågor har ställts till 10 svarande verksamhetsföreträdare och annan i lärmiljö verksam personal.

1. Hur kan den digitala lärmiljön gynna elevers lärande och/eller vilka förmågor utvecklar elever med hjälp av en digital lärmiljö?
2. Hur kommer lärarnas förändrade (mer digitala) arbetssätt påverka eleverna - socialt, kompensatoriskt, motivation, ur trygghetssynpunkt?  
  
Hur kan den fysiska miljön stödja ett digitalt arbetssätt?
3. Vad händer när/om en större del av undervisningen sker via digitala medier, vem ser till att det blir bra särskilt för de känsligaste eleverna kopplat till lärarbrist och lärmiljön?
4. Vilket processtöd behövs för att en likvärdig digitaliserad skola ska bli verklighet? (Kopplat till *stakeholders* – sakägare, och pedagogiska förkunskaper).
5. Vad skulle införandet av ny/annan sensorteknik i skolan innebära för lärande och undervisning kopplat till lärande i formella/informella lärsituationer inom ramen för skolans uppdrag? (Hur skulle det påverka den fysiska miljön).
6. Nyttjandegrad och flöden är en central fråga för dem som bygger och förvaltar lärmiljö. Skulle till exempel tre-terminssystem och modulärt lärande med fokus på *peer-to-peer learning* i mindre grupper vara en lösning på effektivisering av nyttjandegraden och optimering av schemaläggning?

#### Summering av svar

##### **1. Hur kan den digitala lärmiljön gynna elevers lärande och/eller vilka förmågor utvecklar elever med hjälp av en digital lärmiljö?**

- Det beror på hur den digitala lärmiljön är utformad och vilken syn på lärande och kunskap som ligger bakom designen. Vissa digitala tjänster har enbart funktionen av att lagra information för en användare medan andra tjänster har funktionen att kunna dela med flera användare.

- Förmågorna som utvecklas beror på hur läraren utformar undervisningen: en del lärare transformerar katederundervisning till den digitala lärmiljön och andra lärare använder olika digitala verktyg för ett mer elevaktivt lärande.

- Från forskningen har vi sett olika förhållningssätt till den digitala lärmiljön där IKT kan bli lärarens verktyg eller elevens verktyg. Förmågor som elever utvecklar utifrån debatten kan jag tycka går mot s.k. 21st Century skills t.ex. kreativitet, problemlösning, kritiskt tänkande osv.

- Med exempelvis VR som tekniskt hjälpmedel för lärare kan vi skapa meningsfulla utbildningssituationer som samtidigt kan attrahera och engagera en bred majoritet av dagens och morgondagens elever. Med VR är det fortfarande läraren som styr och håller ihop pedagogiken, men tekniken bakom VR ger möjligheter till nya unika upplevelser.



- Stärkt förmåga att lösa problem, och omsätta idéer på ett kreativt sätt med hjälp av digitala verktyg. Stärkt förmåga att förhålla sig till medier och information på ett källkritiskt sätt. Förståelse för hur digitaliseringen påverkar individ och samhälle. Utveckla kunskaper som främjar entreprenörskap och innovationstänkande med den nya teknologin.
- Kritiskt tänkande tror jag är en av de viktigaste förmågorna att utveckla när det handlar om att söka information. En digital miljö kan ju också handla om att skapa set designs som stödjer en specifik aktivitet och då utvecklas bland annat den kreativa förmågan. Den digitala miljön öppnar hela världen, så förmågan att kommunicera, ofta på engelska, kommer sannolikt utvecklas.
- Med en tydlig idé och genomförande finns det vinster där elever och pedagoger har en större, mer individualiserad bredd och djup att utgå ifrån. Självklart beror det på förkunskaper av pedagogisk digitalisering, elever som måste lära in detta förlorar tid (som är så viktig i ex dagens gymnasium med tidsbestämda kurser) och riskerar att halka efter.
- Lärmiljön är en stark katalysator för lärprocessen, den påverkar enormt mycket, den påverkar genom att lära våra barn/ ungdomar att det finns olika sätt att lära sig på, att vi inte kommer göra alla uppgifter då AI kommer att ta över vissa delar som datainsamling och dess bearbetning mm.
- Om eleverna får bra handledning kan de lära sig söka information via internet. Faktagranskning en viktig faktor dock. Med digital teknik kan vi röra oss ut i världen och ta del av till exempel föreläsningar typ Ted talks etc. Det ger vidgade vyer. Kan ge bättre språklig förmåga.
- De är vana vid det digitala, därför naturligt för dem. Digitalisering kan kännas som utvecklande när siffror och bokstäver tydliggörs och det blir enklare att se sina misstag. Läsförståelse kan utvecklas genom exempelvis att lyssna samtidigt som man läser.
- Kan öka intresse och deltagande. Använda sig av digitala artefakter såsom mobiltelefon eller surfplatta som eleverna använder hemma, skapa igenkänning och - ett lustfyllt lärande (spel, snabbare belöningar m.m.).
- Kompensatoriska verktyg blir till alla och envar, istället för något särskiljande. Multimodala möjligheter både i att ta in på olika sätt, och presentera/dokumentera/redogöra för sina kunskaper.
- Utgå från det mänskliga avseende processen. När jag startade ville jag tänka bortom "förmedlingspedagogik". När man är aktiv så ökar synapser i hjärnan - man mår bra, och känner sig behövd. Ta memorerande till producerande dvs. ett skapande lärande. Värdeskapande lärande leder till något för någon annan. Man gör nytta.
- Faktorer som påverkar är ålder, NPF och socioekonomi samt tillhörande stress. Detta lägger grunden för den pedagogik som kan bedrivas. Detta ligger till grund innan man gör ett verktyg för alla. Vilken pedagogik ska gynna alla? Innehållet och lärarledningen är central.
- Viktigt att veta vem eleven är. Med digital undervisning kan man ha direkt-återkoppling på moment. Hela tiden. Och man kan återkoppla mellan hem och skola och föräldrar kan också få snabb feedback igen, snabbt.

- Vi måste ju börja med att fundera på det vi menar med lärande. Vi kan oavsett redskap alltså styra beteenden så vi kan styra handlingar ganska hårt beroende på hur vi väljer att använda oss av det.

- Det finns ingenting i styrdokumentet i skolans dokument som säger att eleven är tvungen att lära sig någonting. Det finns det inte – det finns betygskriterier. Det som finns är att läraren har skyldighet att främja individens lärande. Men ett barn har ingen skyldighet att lära sig någonting alls, utan bara att egentligen ha varit på plats. Och det är en jätteintressant grundförutsättning för skolans verksamhet. Hur kan man stimulera dem och relevansgöra dem? Och där tror jag då att de digitala redskap vi har kan stimulera elever och inte minst lärare att fundera på hur kan vi motivera? Inspirera? Relevansgöra utifrån där individen är. Alla ska lära sig från sina egna förutsättningar. Man lär sig av allting.

- I debatten idag har man missat att beakta barnperspektivet: man gör inte verksamheten utifrån barnperspektivet eller barnets behov. Det är styrning av verksamhet för måluppfyllelse för att kunna ta med den mätbarheten. Det är en mätbarhet man är ute efter.

- Den stora utmaningen eller risken också med digitalisering för vi kommer kunna mätas ofantligt mycket mer, samtidigt som användandet ska tilltala beslutsfattare, är att då måste beslutsfattarna ha kompetens nog och förmåga att förstå barns behov. Mätbarhet måste vara mer än en siffra liksom. För att någon beslutsfattare ska få ett sifferunderlag som man sedan tar ett beslut utan att ha med några slags andra parametrar. Vad ska vara mätbarhetens produktivitet?

## **2. Hur kommer lärarnas förändrade (mer digitala) arbetssätt påverka eleverna - socialt, kompensatoriskt, motivation, ur trygghetssynpunkt? Hur kan den fysiska miljön stödja ett digitalt arbetssätt?**

- Jag skulle nog säga att flexibilitet i lärmiljön kan stödja många typer av digitala arbetssätt dvs. både lärarcentrerad undervisning och elevaktiv och projektorienterad undervisning. Ett digitalt arbetssätt kan skapa möjligheter att studera på andra sätt än vi tänker på i ett klassrum då information ofta finns att tillgå var eleven än befinner sig (t.ex. molntjänster).

- Ofta tänker man på ett digitalt arbetssätt där eleverna är producenter, då ser jag att i den fysiska lärmiljön behövs t.ex. *greenscreen* väggar, utrymmen för projektarbete i grupp, många skärmar för att kunna visa många elever samtidigt på olika platser, ljud och ljus, tanke. Det vill säga ska elever samarbeta måste man kunna samtala utan att störa andra, när stolar flyttas får det inte bli bullrigt, många och långa whiteboardytor, skapa break-out spaces på ett flexibelt sätt.

- Det nätbaserade lärandet innebär inte med automatik att du befinner dig på andra platser än campus, tvärtom använder dessa studenter ofta universitetets lokaler. Då behövs lokaler och teknik som stödjer både det enskilda arbetet och arbetet i grupp. Du kanske behöver den lilla fysiska platsen som gör att du kan kommunicera i det stora sammanhanget, med hela världen. Det stora flexibla rummet med både manuella och digitala skriv-/ritytor och inredning på hjul stödjer det aktiva lärandet och minimerar behovet av grupprum.

- Du kan med teknikens hjälp mötas på distans, erbjuda interaktion med lärare och möjlighet till grupparbeten i digitala rum. Utbildningar som bedrivs till 100 procent på nätet kan fungera utmärkt, men kräver att man jobbar medvetet med att lära känna varandra.

- Lärare kommer att anta utmaningen att utveckla sin undervisning i en digitaliserad skola. De måste dock få tid att utveckla, experimentera och reflektera över sin undervisning, både enskilt och i grupp. Lärares användning av digital teknik kan möjliggöra än mer dynamiska presentationer av ämnesinnehåll. Elever kommer i kontakt med andra källor som lärare behöver förklara. Det är när lärare interagerar med eleverna som den digitala tekniken öppnar upp för nya lärsituationer och källkritisk diskussion.

- Om man kan sitta/stå två eller fler bekvämt runt en dataskärm och lösa uppgifter tillsammans kan läraren också lätt ansluta runt skärmen. Med *skflippade lektioner* kan läraren gå igenom ett kursmoment digitalt och eleverna kan se det om och om igen hemma, då kan lektionen då man ses tillsammans användas till fördjupad diskussion och man kan sitta lite friare runt om i rummet.

- Många eluttag placerade invid sittgrupper för laddning av telefoner, iPads och laptops behövs. Vägghasta soffor med eluttag är vanligt i universitetsmiljö. Varför inte i skolan också? Många soffor, hållbara och vägghasta.

- Det kan skapa en bättre brygga mellan elever som inte är bekväma med traditionell social interaktion. En lärare möter en elev på "elevens planhalva" om eleven är tekniskt intresserad. När teknik är ett så vanligt inslag i barn och elevers vardag, kan en lärare nå eleverna på ett nytt sätt, och på så sätt göra dem tryggare och ge dem mer motivation. En fysisk miljö med digitala inslag kan underlätta administrativa moment.

- Förenkling för lärarna genom att med bilder, tal och instruktioner få en ytterligare vinkling på undervisningen. Fler sinnen används. Den fysiska miljön behöver utformas så utrymme finns för samarbete och samtidigt en lugn miljö för det enskilda arbetet. Motivationen främjas och tryggheten behöver läraren kontrollera.

- Personal som vet vad den gör och varför, miljö som fungerar, stöttar och är förändringsbar ger tillgång till didaktisk bredd samt blir trygg utifrån ett rättvise- och förväntansperspektiv.

- Den fysiska miljön måste bli mer öppen och flexibel för olika slags aktiviteter. Våra barn lär sig inte enbart i en sal utan överallt. Lärmiljön måste anpassa sig till de aktiviteter vi vill göra.

- Bra lärmiljö innebär att fler elever ges möjlighet kommunicera bortom tal i klassrum.

- Förut hade alla samma bok. I det digitala finns lösningar på det. Idag kan matteboken aldrig ta slut. I traditionell undervisning tillgodoses hälften av eleverna i klassrummet. 25 procent ligger under snitt gällande utmaningar och resultat och några har inte utmanats alls. Socialt innebär digitaliseringen att man är fast i sina "devices". Skolan ska bygga relationer och det är bra om det är mobilfritt i relationellt syfte. Plus att man rör sig mer och det blir mindre stillasittande.

- Det bästa lärandet idag skapar mer ljud. Man har lärandedialoger som högläsning, man kollar på eller spelar in film och allt det skapar ljud. Ljud som också måste tas omhand. Lärande ska vara aktivt, synligt och digitalt. Tidigare skrev man av tavlan och läste tyst. Lärmiljö idag måste kunna dela upp, reducera eller ta bort ljud.

- Det är svårt för privata aktörer då investeringsmomsen åläggs dem, skolor som byggs i kommunal regi bygger på gamla redan avbetalade fastighetsportföljer.
- Idag är man social i spelens värld. Man socialiserar och interagerar i den digitala världen. Blandningen är lösningen. Diktamen till exempel kan skapa lugn och ro.
- Det som man klarar i den digitala miljön är att se varje elev och kan ge extra anpassningar. Man kan se nivåer. Och ge extra undervisning till dem som behöver det. Rent kompensatoriskt är det bra.
- Om man överstiger 25 personer i ett fjärrundervisningssammanhang så börjar lärsituationen mer likna en föreläsning. Bättre att dela upp i små grupper. Eleven måste känna sig trygg även digitalt.
- Tror på det sociala uppdraget. Lunch och idrott. Viktigt. Slöjd och bild. Viktiga delar i det mänskliga. Att klara av att socialisera och tänka runt hörnet. Skolan måste kunna lära ut. Demokratisk värdegrund och empati. Detta är extremt viktigt i de kommande skolbyggnaderna som är modifierbara utifrån behov: just nu för den här terminen, klassen, rektorn och komma bort från inläsning.
- Att designa lärandeaktiviteter där digitala verktyg ingår och som stödjer det man eftersträvar ligger i lärarens händer.
- Beroende på vilka verktyg som tillåts på en skola och på hur bekant läraren är med de här verktygen så påverkar det naturligtvis i vilken utsträckning de kan användas i lärarens undervisning. På mer eller mindre kreativa sätt.
- Mobilen kan hämma den sociala interaktionen. Men hur kan den fysiska miljön stödja? Du har det digitalas egenskaper så att säga. Ett par sådana saker är frigörelse från tid och rum. Det blir ett problem i hemmiljö för barnen kan sitta och göra saker 24/7. Det är en stor kontrast mot tidigare generationer. Den tillgängligheten kommer bara att öka samt utsuddningen mellan det privata och offentliga. Vi rör oss på andra sätt idag. I det blir lärandet också 24/7.
- Allt är tillgängligt för alla genom olika medier. I det vad är unikt för skolans fysiska kvaliteter, jo det är en fysisk plats. Vad är det då vi kan göra här i skolan? Som stöttar och hjälper individen vidare utifrån vad individen har för kunskap när den kommer hit (till skolan). I det perspektivet är det inte mobilförbud som är intressanta utan det är ju snarare så att man skapar en situation där vi tar med oss de erfarenheterna och så lyfter vi det här för att göra någonting här som är nytt. Vi har ett uppdrag att stötta individen, dess unika värden och kompetenser och skapa livsvärden.
- Om skolan ska vara en fysisk plats som man förflyttar sig till och som ska finnas kvar så är det de sociala värdena som lyfts fram. Och så pratar vi om hemmasittarna som kan få hjälp i att komma till ett socialt möte med hjälp av tekniken. Den eleven som varit sjuk länge eller som har undervisning i ett modersmål som t.ex. inte undervisas på till exempel Skapaskolan är helt avhängig digitalisering. Via robotar kan man skapa ett socialt möte i klassrummet. Vi måste hitta ett sätt att använda språket och göra avgränsningar också. Robotar kan hjälpa till men är inte lösningen.
- Bara hur vi ställer borden i ett rum signalerar något till eleverna. Hur de ska positionera sig, längst fram eller bak. Det handlar om klimatet i rummet. Att använda sig av sensorer/ IoT för att mäta detta. Och hur ska det spelas tillbaka mot verksamheten? Allt från att lärare får reda på att syrenivån är låg så nu ska vi ut och springa

två varv till att ljudvolymen är så stark nu att vi sänker belysningen så att vi faktiskt tar det lugnt en stund. Det är en del av arkitekturen, en del av det fysiska rummet.

- Juridiken är konstant 5 år bort. 5G och den tekniken vi bär kommer innebära enorma mängder data. Men också att vi implementerar den tekniken i den fysiska miljön.

- Utan att vi vet vad all data ska användas till blir det bara tjänster som äger oss. Om skolan istället tar ansvar för data så blir det en del av skolans myndighetsutövande och så har vi som medborgare rätt till tillgången till data på ett sätt som vi inte haft tidigare. Och det är en grund i sig för att juridiken borde säga att nu ska vi börja mäta, nu ska vi börja ta ansvar för det här för barnen har redan smarta telefoner och klockor. Företagen vet att de sitter i skolan på vilken tid. Så denna data kan de aggregera upp. Det görs redan nu. Även om de inte kollar exakt dig men genom skolplattformar och molndata. Det är en demokratifråga. Använder du dig av Microsofts 365 molndata så delar man redan. Allt är molndata. Staten, skolan och myndigheter ska ta ansvar för detta.

- Låt skolan kravställa, det är de som måste ta "lead". Och de har mandat att göra det. Det står i styrdokumentet redan idag med avseende på digitaliseringen att de verk-samma i skolan ska vara kravställare på tekniken. Och det handlar inte bara om man ska använda lärplattformar eller pryl x eller y. En mycket stor utmaning.

### **3. Vad händer när/om en större del av undervisningen sker via digitala medier, vem ser till att det blir bra särskilt för de känsligaste eleverna kopplat till lärarbrist och lärmiljön?**

- Mötet mellan lärare-student och mellan student-student kommer vara viktigt i den allt mer digitala lärandemiljön. Framgångsfaktorer hos lärare som når goda resultat är förmågan till närvaro och följsamhet, kanske blir det extra viktigt i framtiden? Kunskap är ingenting som överförs, utan någonting som utvecklas i individen i samspel med omgivningen, därför är studentaktivt lärande en framgångsrik metod.

- Kanske dataprogrammen behöver utvecklas åtskilligt för att tillgodose mänskliga behov. Nu är de mestadels utformade för att tekniken ska fungera, dvs mycket fyrkantigt. Sociala aspekter behöver arbetas in i programmen.

- Rummen, klassrummen behöver erbjuda olika typer av hörnor som både kan övervakas diskret och samtidigt ge den avskildhet som känsliga elever kan behöva. Hörnorna behöver ge möjlighet till laddning av telefon, iPad och laptop.

- Från våra studier ser vi bland annat att lärare använder IKT för att kunna individualisera undervisningen där det material som ska förvärvas kan tas in genom många olika kanaler (text, ljud, film). Samtidigt är det en pedagogisk fråga där IKT kan användas för att frigöra tid för läraren att arbeta mer med de elever som kanske har behovet.

- Återigen, lärmiljön kan facilitera ett mer individualiserat arbetssätt.

- En svår fråga. Här behöver lärare få bra stöd av någon som känner sig trygg som får huvudansvar. Jag tror att det är mycket viktigt att lärare vågar använda det digitala, men också kan ställa frågor ofta, särskilt i uppstartsfasen, till den med huvudansvar.

Workshops är ett bra sätt att själva få testa på tekniken i sammanhangen de ska användas.

- Ett problem kan vara att eleverna fokuserar mer på teknikens funktion än på själva lärandet. Traditionella metoder ofta mer framgångsrika. Lärarens roll viktig för alla elever men digitala hjälpmedel kan öka intresse för lärande.
  - Ingen skillnad då de kontrollerar detta idag, tyvärr, men det borde det kunna vara. För lärarbristen är den digitala miljön en tillgång men den kan, felanvänd, även bli ett alibi för ekonomisk skolgång.
  - Det kommer aldrig att ske. Vi är människor och vi är de som tillsammans kan ta de kloka besluten när AI:n i digitala läromedel t.ex. tar fram och väger ihop vad vi människor ska göra ihop.
  - Det är inte svårt att växla till det analoga vid behov. Till exempel kan eleverna, de känsliga, vara uppkopplade med lärardator och därmed få kontinuerlig feedback.
  - Ökade möjligheter för de som behöver förberedelse och/eller repetition. Härvaro/närvaro blir utmanande.
  - Det behövs lika mycket lärarstöd oavsett vilka medier man använder sig av.
  - Att studenter visualiserar sin kunskap (digitalt eller på whiteboard) ger läraren möjlighet att identifiera ev. kunskapsluckor
  - Lärarna tycker att det känns som att det blir "mindre show" och att man mer verkar som processledare i lärsituationen. Skolan vi byggde på 1800-talet byggde på följande data: "skolan, läraren och boken". Idag är det inte så. Läraren vet inte allt. Vill man veta något kan man fråga Siri eller Google.
  - Numer har vi en vattendelare i handen - mobilen. Läraren behöver inte längre kunna allt och kan istället gå runt och leda undervisningen. Känsliga elever behöver krypin och att det är viktigt att skapa en naturlig levande variation av rumslighet – rum i rum.
  - Elever med omfattande behov skiljer sig inte. Vuxennärvaro i den digitala miljön. Den pedagogiska vuxennärvaron finns där. Leda över nätet, vem ser till att det leds? Vi har lärarbrist men vi kan ge digital närvaro genom "lärarledda" lektioner.
- När vi pratade med en gymnasieskola igår så sa vi: Så länge du har en struktur där elever går från rum till rum och byter ämne och lärare, lektion till lektion då är det strukturella ofrånkomligt, då är det strukturen som skapar en situation där vi använder möjliga digitala redskap för att kompensera för de brister som redan finns i systemet. Tror jag. Vi fastnar i vår egen föreställning om vad en skola är. Och ska vara och vi upprätthåller allt från den fysiska strukturen till didaktik och beteendemönster. Nu ägs data och liknande av globala storföretag utan att vi har insyn. De är redan där.
- De kommer att trycka ut matematikstöd och språkinläring. Då skapas en situation som blir en designfråga för lärarna där de måste fråga sig hur ska jag designa min undervisning där de här verktygen ingår. Så att man inte går miste om det unika med skolan dvs. det sociala sammanhanget. Annars kan man lika gärna sitta hemma.
  - Labb och "Maker space" skulle det kunna göra att man inte behövde byta fysiskt rum. På ett plan så tar man en Maker space som är en sak utanför skolan till skolan skulle något gå förlorat för skolan är en institution och det är inte "Maker-rörelsen". Då blir det formaliserat och då handlar det igen om saker som ska vara mätbara.

- Labb och "Maker space" skulle det kunna göra att man inte behövde byta fysisk rum. På ett plan så tar man en Maker space som är en sak utanför skolan så tar man den till skolan skulle ta den skolan skulle något gå förlorat för skolan är en institution och det är inte "Maker-rörelsen". Då blir det formaliserat och då handlar det igen om saker som ska vara mätbara.

- Ju äldre barn blir i skolan, desto mer hemlösa blir de. De reduceras till ett skåp. Det vore fint om de fick mer tillhörighet. Hemmabas – tanken är väldigt viktig.

- Lärarna behöver inte kunna hantera all teknik men de utforskar den och tar med den i sin pedagogiska gärning. Det är för stort spann mellan dem som bemästrar tekniken och de som inte gör det.

- De lärarna som kan den digitala tekniken – sättet att förhålla sig och kombinera teknik, pedagogik plus uppdraget, måste vi värna om. De blir någon slags "maker apostlar". Man försöker genom till exempel tjänster som "förstelärare" som ska vara exempel på innovation osv. men de strukturer vi har i skolan stödjer inte den lärarens behov av att sprida den här kunskapen och det här arbetssättet. Skolan behöver se signifikant annorlunda ut. Tiden begränsar utvecklingen och lärarens möjlighet. Då beskär lärarens utrymme, självständighet och kreativitet, idag måste du till och med vara på plats när du planerar din tid och undervisning. Tid blir en bov.

- Systemen genererar så oerhört mycket administration. Alla huvudmän i våra workshopar säger att den administrativa bördan ökar och att det är det som stjälar tid från innovation och utveckling. I de behovsinventeringarna som vi gjort gällande önskad förändring är att man rapporterar närvaro och tyngs av administration. Du måste rapportera varje elev vid varje lektion.

- Belöning, om man arbetar i moduler, mätbarhet kan i det perspektivet vara positivt, kan vara bra. Lärandeprocessen och spelbaserat lärande som är kontextualiserat kan vara bra för feedback och positiva effekter av mätbarhet. Vad är det som gör att fler spelar spel och hur kan man använda det i skolan?

#### **4. Vilket processtöd behövs för att en likvärdig digitaliserad skola ska bli verklighet? (Kopplat till stakeholders och pedagogiska förkunskaper).**

- En ganska betydande mängd forskning indikerar att det handlar mer om grundläggande frågor om kunskap och lärande än specifikt om digitala verktyg. Processtödet handlar om hur man gör transformationen från en tidigare tradition av undervisning och lärande till en "ny" (digital) tradition för undervisning och lärande. Det kan även handla om organisatoriskt hur man ser på hur skolan organiseras i termer av resurser (människor) och tid.

Det kräver en annan typ av processtöd, som kanske handlar om att gå från ensamarbete till lagarbete, att gå från "mina elever" till "våra elever" osv.

- Det finns ofta early adopters som ligger i framkant, utmaningen är ofta att få en stor spridning. Det behövs ett pedagogiskt och tekniskt stöd för att ställa om sin undervisning och inte minst tid. Neutrala "learning labs" skulle kunna utgöra trygga test-miljöer för pedagogisk och teknisk utveckling. Att samla metoder kopplade till specifika moment i en digital bank kan också vara ett sätt att dela erfarenheter och kunskap.

- Mycket bättre dataprogram som är utformade med utgångspunkt i elevernas behov av stöd; socialt, tekniskt, kunskapsmässigt och ur uppföljningssynpunkt. Lärare behöver också bättre digitala hjälpmedel utformade för undervisning. De kontrollsystem som vederbörligen skälls ut i media är troligen den sämsta varianten av digitalisering. Den stjälar tid och uppmärksamhet från skolans/lärares uppdrag.
- Behovet av kompetensutveckling för landets grundskollärare och gymnasielärare är stort vad gäller hur man kan använda digital teknik som hjälpmedel i undervisningen.
- Fortbildning av ledare i skolan, inga val ska ges att delta. Detta måste ske och då kommer ledarna skapa förutsättning för digitaliseringen av organisationen.
- Likvärdigt med pengar i kommunerna, lärarfortbildning inom digitalisering, fokus på digitaliserade läromedel.
- Fungerande infrastruktur, adekvata verktyg och kompetensutveckling som hänger med och hänger ihop: delande, öppenhet, vision och krav.
- Hur kan vi samarbeta i tidiga faser? ”Jag vill jobba med lärmiljöer professionellt, baserat på allt vi lärt oss, det är en svår roll som konsult. Man vill vara i partnerskap med byggbolag så att man kan vara med i det långa racet”.
- Processtöd på alla nivåer. Huvudmän, pedagoger ska veta vad vi ska uppnå. Digitalisering synliggör vilka som ligger efter. Digitala nationella prov synliggör och kan ge underlag för politiska insatser snabbt. Idag är det inte likvärdigt. Digitala extra anpassningar ska sättas in direkt och rektorer får därigenom direkt hjälp.
- Pedagogiska förutsättningar behöver inte mer än att vara lärare. Det ska vara lätt. Sociala kontakten är det övergripande: du ska känna att du träffat din lärare. Inte det enkla svaret på lärarbristen och arbetsmiljön.
- Man måste se till att det finns resurser att bedriva ett förändringsarbete på ett kvalitetsmässigt bra sätt.
- Ge lärarna mandat att vara experter i sitt område och i ett sammanhang där vi pratar om digitalisering där vi förväntar oss att det sker en snabb förändring, snabb utveckling så om det finns en eller en grupp som vill lära sig det här skulle det vara värdefullt att göra, implementera, testa, utforska så då måste vi tillåta dem att göra det. Det måste finnas andra strukturer. En annan modell som är genomförbar. Lärarna måste ha mandat att vara experter i sitt område. Det måste vara tillåtande.
- Skolan måste få lov att kravställa. Annars blir det dåligt. Det finns risk att tiden går, att driftiga innovatörer slutar. Och så blev det en tummetott av det som var experten. Micael Dahlen sa att ca 2025 så kommer vi ”peaka” i kunskap, nästa generation har alltid haft mer kunskap än generationen innan men 2025 då kommer det vara ”Peak-kunskap”, sedan tar AI/maskinerna över. Vad blir lärarens roll i framtiden? Hen kommer kanske inte kunna tävla med AI men måste vara duktig på pedagogik och designa sitt lärande med de digitala verktygen. Designa lärande aktiviteter där alla de här digitala verktygen kommer till pass.
- Lärarna har mer kunskap i pedagogik, inte så mycket i didaktik. Lärarna behöver lära sig mer om detta. Att öka förståelse från eleverna. Det är det vi måste adressera. 2040, 2045 ska de vi utbildar ha ansvar för det samhälle som vi bygger idag. Baserat på SIRI-kunskapen (och de som ligger bakom henens kunskap) som vi har i dag så måste vi få 25 barn i en klass att förstå världshistorien. Vi måste ha med den tidshorisonten och hantera den typen av utmaningar redan idag. Vi står och stampar.



- Det är svårare att bedöma den pedagogiska nivån på VFU studenter, det didaktiska är mer svåröverblickbart. Läraren ges inte möjlighet att kravställa. Det är Google och Amazon och Apple som tillhandahåller lärarens verktyg som hen blir en expert på att hantera och blir tilldelad. Idag kan man se på det hela dystopiskt. Det borde vara läraren som ställde krav.
- På gymnasiet och högskolan kommer 25–250 elever med en massa förkunskap. Läraren måste ha kompetens att ha kritiskt tänkande och källkritik – detta är djupare än så. Men om lärarkollegiet och eleverna inte är överens om kunskapsbasen blir det snabbt en demokratifråga.
- Trycka på det pedagogiska uppdraget och lärarens mandat. Diskuterar vi det alls idag? Bilden av skolan är att den ska förmedla den korrekta kunskapen men vad är det för kunskap vi ser som fakta idag. Det handlar om demokrati. Bilden av att skolan ska förmedla den korrekta kunskapen håller inte längre.

**5. Vad skulle införandet av ny/annan sensorteknik i skolan innebära för lärande och undervisning kopplat till lärande i formella/informella lärsituationer inom ramen för skolans uppdrag? (Hur skulle det påverka den fysiska miljön).**

- Om sensorer ska övervaka oss får vi ett kusligt samhälle. De sensorer vi känner till är emellanåt otrevliga och till exempel släcker ner ljuset om man inte rör sig tillräckligt mycket inom ett specifikt område. Det är viktigare att lärare själva kan styra belysning, ventilation och solavskärmning och att styrsystemen är enkla, robusta och begripliga. Så att alla som vistas i ett rum kan förstå hur tekniken kan styras. Här finns oerhört stor utvecklings- och innovationspotential.
- Det skulle vara till hjälp vid "provtryckning" av miljöer för att kunna utläsa var man väljer att vara beroende på hur rummet/inredningen och andra miljöskapande faktorer är designade.
- Mer skulle bli automatiserat. Man kan exempelvis generera data/statistik med hjälp av mätningar och sensorer och kanske koppla ihop dessa med elever, klassrum, rumsbokningar mm.
- Det skulle påverka positivt ur ett effektiviserings-, trygghetsperspektiv. Men det finns etiska och moraliska perspektiv på detta.
- Fördel att modernisera skolan. Missa inte att lokalerna måste hänga med i moderniseringen.
- Frågade om detta för 5 år sedan. Man måste gå tillbaka till användar-case. 2 olika linjer= internet of things, mobilisering och miniatyrisering (små flytbara saker). Smarta kylskåp måste man tänka in redan här i byggnaden.
- Central grundprocess – elevens lärande när man samlar data. Lärarens subjektiva omdöme som matas in i digitaliserade lärplattformar. Vi behöver objektiva data. Då kan vi bygga läromedel på ett bättre sätt.
- Kommuner och skolhuvudmän måste vara tydliga. De kan inte vara drivande. Läromiljöpartner -> hjälpa skolhuvudman att kunna formulera sina behov och visioner. Stöttning som användare.

- Man kan titta på hur pupillerna rör sig och på ämnesomsättningen. Hur och vad man ätit. Ja, jag tror på det, man kan anpassa svårighetsgrader. Syresättning och ljus efter när på året det är. Detta är en fantastisk möjlighet. Kan digitaliseringen anpassas så att det är bra för mig just nu: win.

- Om man bortser från juridik och etik – kan man fästa sensorer på elever och lärare kan man få data om vilka som är närvarande var och när. Läraren får på så sätt perspektiv på hur hen rör sig i klassrummet under och mellan lektioner. De flesta elever placerar sig på samma plats osv.

- Med stöd i AL – learning analytics, är lokalisering, placering av elev i klassrummet kopplat till prestation och resultat? Finns det en korrelation mellan betyg och trivsel. Lärare är som sensorer men utan förmåga att lagra information. Vilken ny typ av nya data skulle de vara betjänta av i sin undervisning? För att utveckla sin pedagogiska verksamhet. Samla in data är inte svårt. Sätt upp kameror och rörelsesensorer. Så fort ansiktsgenkänning är tillåtet vet vi massor. Hur ska den data man samlar in stödja och utveckla undervisningen för elever och lärare? Det är en relaterad fråga. Data är tillgänglig även för den som ger lön. Ska en lärare som står still få sämre lön?

- Korrelationer och snygga visualiseringar av data är enkelt att göra men detta är en etiskt säkerhetsjuridisk fråga. Trivsel och icke-trivsel. Vilka ska ha tolkningsföreträde? Relevansgörandet av korrelationerna är centralt. Dagspressen använder data om till exempel skolvalet som egentligen säger väldigt lite om kvaliteten.

- Det handlar mer om att checka boxar. Att det kommer att styra verksamheten. Om till exempel hastigheten är det viktigaste kommer alla att springa. Man pratar mycket om att upprätthålla uppmärksamhet idag, det ska ju bedömas och är en viktig indikator. Det ihop med rättviseperspektivet gör att alla elever borde få 2,5 min var av uppmärksamheten? Men om den ena frågan är: vad ska vi göra och den andra är vad betyder detta så är frågorna inte jämbördiga eller rättvisa. De ska behandlas olika. Vi har olika typer av hjärnor dessutom. Ska man då bara jämföra med tiden och närvaro så blir det snabbt skevt.

- Vi värjer oss för de svåra frågorna.

## **6. Nyttjandegrad och flöden är en central fråga för dem som bygger och förvaltar lärmiljö. Skulle till exempel tre-terminssystem och modulärt lärande och fokus på peer-to-peer learning i mindre grupper vara en lösning på effektivisering av nyttjandegraden och optimering av schemaläggning?**

- Det låter som bra idéer att testa, helst i liten skala först och utvärdera. Peer-to-peer learning är en pedagogisk metod och kanske inte ska tvingas in som ekonomisk effektivisering, det blir väldigt krasst i stället för att gynna eleven/människan.

- Finns definitivt fog att utvärdera sådant men att inte förglömma är att mognad är en viktig del av den pedagogiska gärningen. Det vi inför måste vara mognadsmässigt genomförbart. Små grupper är i princip alltid bättre än stora grupper gällande inlärning men det är en mognads-, penning-, motivations- och (inte minst) ansvarsfråga.

- Med hjälp av mätning (sensorer, värmekamera etc.) kan vi mäta närvaro och ta reda på beläggningsgrad, vilket i sin tur kan underlätta effektivisering av lokaler. Särskilt om vi adderar ett mjukt lager och tar reda på varför en sal används mycket eller litet.

- Nja, däremot möjlighet till varierande gruppstorlek. Avgränsade hemvister ger möjligheter till teamlärarskap - tillsammans är det nya svarta.
- Tänker att treterminssystem vore bättre för lärandet. För långt uppehåll på sommaren. Det finns 20 andra svar på detta som skulle kunna nå framgång. Likvärdigheten skulle förbättras. Skolan som hälsfaktor skulle vara verkningsfullt och säkert av godo. Lovet är för långt. Passar inte dagens samhälle. 4-5 veckors ledighet räcker.
- Det modulära lärandet är framtiden. 10 minuters block. Vi ska kunna facilitera båda. Svårt med fasta raster och scheman. Vissa elever klarar grupp, en del inte. Måste leda gruppdynamiken, måste bygga ledande, det kräver vuxennärvaro. Man kan screena eleven för att bedöma hur pass mogen eleven är för att klara arbete i grupp.”
- Laborera med schemaläggning men ta inte bort den sociala interaktionen mellan elever. Skolan är viktig som mötesplats. Mänskliga drivkrafter kommer göra revolutionen.
- Man måste ha en trygg skoldag hela vägen. Anpassa, anpassa. Det är bra att kunna bygga om rummen efter behov. Intryckssanera: ingen utsikt mot gata om man har till exempel ADHD. Rätt insatser för kunskap för alla. Lyfta jaget och kunna tillgodogöra sig lärande. Utåtagerande är kopplat till självkänsla. Det är för mycket korvstoppning idag.
- Läraren ska känna hela klassen och anpassa, entusiasmera och leda alla framåt. Finns stress så är man körd. Det finns mycket stress kopplat till korridoren, till exempel Glömstaskolan som inte har korridorer är fantastisk upp till åk 6 men för åk 7-9 är det uselt, man mår dåligt av att alla alltid har överblick. Du vet vem som har en ful klocka osv. På högstadiet finns egna hierarkier. Svårt att få pedagoger att ha makt och det blir en spelplan för mobbing.
- En akademisk tanke: kan vi hitta ett sätt att komma runt tanken om att likvärdighet betyder "lika mycket" vilket ofta är fallet. Vi har idén om undervisningstid dvs. hur många ämnestimmar vi har till förfogande. Om vi tittar på de kompetenser som vi vill ha och ha kvar tanken om ett möte mellan individer – så har vi redan där förutsättningar för att ha en mindre yta men större nyttjandegrad av den ytan.
- Vi är där när vi behöver vara där men har man en skola som envisas med att skicka hem arbetsuppgifter på fritiden genom läxor - den skolan kan lika gärna skicka hem mer. Att komma till skolan och någon säger till att man ska sitta och vara tyst är fel. Idag kan man sitta en hel lektion utan att få hjälp när bordsgrannen kan svaret men hindras berätta det för att han ska vara tyst.
- Det är bättre att vi gör saker som är bra för samtal i skolan. Varför ska man vara där? Det handlar bara om disciplinering. Elever med långvarig frånvaro går in för det som de är intresserade av. Skolan ska enligt styrdokumentet sätta betyg och ta hänsyn till allt du vet om individen. Man får inte sätta de högsta betygen men närvaron är inte avgörande utan elevens förmåga, kapacitet till kritiskt tänkande. Du har rätt att sätta ett betyg på en elev för det den kan även om den inte varit i den fysiska byggnaden skolan. Det har du rätt till.
- Lärarna är hämmade av styrdokumentet. Lärarna måste relevansgöra verksamheten – även den fysiska miljön. Man måste förändra strukturer och fundera på vad det är för förmågor som vi ska utbilda våra barn i.

## Summering

Idag pågår lärande dygnet runt. Molndata och exempelvis Google och Amazon vet var vi sitter geografiskt och hur vi lär oss. Det som är unikt med skolan är den fysiska platsen. På universitetet är mycket av undervisningen redan digitaliserad men inget tyder på ett minskat behov av en fysisk plats. Vi har alltjämt närvaroplikt i grundskolan. Vi bedöms och registreras dagligen. Men det är inte längre kunskapen som är central utan de färdigheter som vi lär oss där i att omsätta kunskapen till något användbart. Vi behöver alla känna att vi gör något som är meningsfullt.

Idag kommer vi till skolan med information och ett lärande som inte är begränsat till skolans öppettid men vi behöver hjälp att processa och validera den.

Grupparbete och digitalt arbete tränar oss i språk, kommunikation, socialisering och samarbete. I skolan måste man tillåtas vara kreativ och man behöver flexibla anpassningsbara lokaler där man kan arbeta tillsammans utan att störa andra. Man behöver laddstationer och rum för kollaborativt arbete.

Skolan som social mötesplats med lärarledd undervisning är viktig. Undervisningen ska utveckla de förmågor som vi behöver i framtiden. I skolan ska man arbeta i grupp och få prata, tyst repetition kan man ägna sig mer åt hemma. Fokus bör vara på kvalitet och inte kvantitet avseende likvärdighet. Att något är likvärdigt behöver inte betyda lika mycket.

Idag har böcker inget slut, gamification, flippat klassrum och multimodalt lärande kan stötta pedagogiken. Man kan se hur man lär sig och tar vid där man slutade och lärsituationen individanpassas.

Sensortekniken och videokameror är den enkla delen. Vi har mobiler, datorer och tekniska system i en byggnad som registrerar var vi är och vad vi gör. Detta kan avlasta administration och närvarohantering som annars tar tid från lärande och hindrar utveckling av lärmiljön men hur kan vi använda den data som i dagsläget ägs av internationella företag som tillhandahåller digitala plattformar? Skolan borde istället äga informationen. Vi måste också veta vad vi ska använda data till och hur vi ska analysera den så vi inte skapar mer administrativ tyngd.

I framtiden kommer informationshantering, ägarskap av data och processhantering bli centralt. Pedagogiken blir viktigare än själva ämneskunskapen. Idag finns ett stort glapp bland lärare i digital kunskap och utveckling måste ges tid och prioriteras.

Treterminssystemkan vara av godo för barnen. Gamification och modulärt lärande med feedback-loopar likaså. Anpassning av lärmiljön ned på individnivå är centralt.

## 4. Workshop med verksamhetsföreträdare

### Upplägget för workshopen

För att kartlägga och göra en behovsanalys genomfördes en workshop med verksamhetsföreträdare från grundskola, gymnasium och högskola/universitet.

I workshopen använde vi oss av fyra moment. Detta för att kartlägga explicit och implicit kunskap genom *co-creation* dvs. samskapande kopplat till erfarenhet och kunskap. Workshop-formatet är idealt för att facilitera det kreativa mötet och skapa nya korskopplingar. Totalt var det ca 30 personer som medverkade (deltagarlista finns längst bak i dokumentet).

### Metod

Metoden vi utgick ifrån var en strukturerad brainstorming<sup>118</sup> i följande 4 moment:

1. Klustring. En gemensam strukturerad brainstorming med nyckelfrågor för digitalisering av lärmiljöer inför framtiden: bred spaning med klustring av fem prioriterade frågor som mynnade i en samlad verbal vision genom mindmapping-postit-övning.

KLUSTRING Framtagande av idéer till krav och behov (från fråga)					GRUPP <u>Eva</u>
					TOP 5
Smarta skolhuset:	Content / tillgång	Skolans sociala uppdrag:	Skolan som social samhälls-	Variande utbildningsmiljö:	
Läs - säkerhet	Inspelade lektioner	Sociala rum	surs:	AR/VR	1 Öppningar mot lokal-
Tider, scheman, säkerhet, läs	Sensorstyrda kameror	Sociala plattform -	Ökad individualisering	360 - rum	samhället
Bra ventilation	Bibliotek av lektioner	kompensatoriskt uppdrag	Integration	Flexibla lösningar	
Energieffektiv	Arkiv?	Olika typer av salar, samarbete	Ownership - äga tekniken	Mångsidig	2 Utbyte
Möjlighet till hemstudier	Spara och återanvända undervis-	Sociala samverkansmöjligheter		Mer varierad möblering	
Styrd besynsning	ning	Övriga behov: rörelse, baskun-		Färre platser för rena föreläs-	
Touch - väggar och skärmar	Server lokalt?	skaper, "life science".		ningar	
Ljud / akustik	Inspelning			Koppling: skola organisation	
Ansiktigenkänning	Kunskapsdatabas			<-> skola byggnad	
Distansnärvaro				Även lärarens (olika) roller kan	3 Samutnyttjande
Bra uppkoppling				påverkas -> olika personer gör	
				olika saker	
				Parallell undervisning	
				Olika "output" samma lokal?	
					4 interaktion mellan
					elev och lärare
					5 Orädda pedagoger/-
					vägledning

Bild: Exempel från ett bildprotokoll från en av grupperna

<sup>118</sup> Ranhagen, U., Sweco Architects, metodiksakkunnig och metodutvecklare. (Metodiken som vi delvis använde i WS 1 – rapporten 4 stora och 20 små steg kan laddas ner på [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)).

2. En sakfråga från varje kluster/kategori av närbesläktade frågor valdes ut från respektive kolumn och listades i topp fem kolumnen med huvudfrågor. Dessa huvudfrågor lyftes vidare i nästa moment.
3. Vision. De fem huvudfrågorna som man utkristalliserat formar tillsammans en vision. (Framtidsbilden och den rumsliga vision för framtidens skola 2050 där behov kan tillgodoses - görs utifrån steg 1 och 2).

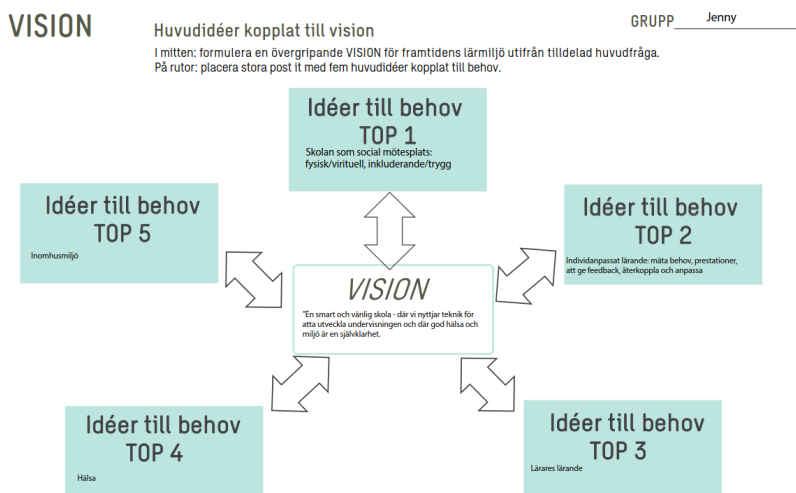


Bild: Exempel på bildprotokoll från en av grupperna

4. Actions. Framtagande av tre steg på vägen mot framtidsbilden och styrmedel för att övervinna hinder identifierades (tidshorisont för olika typer av styrmedel, juridiska, administrativa etc).

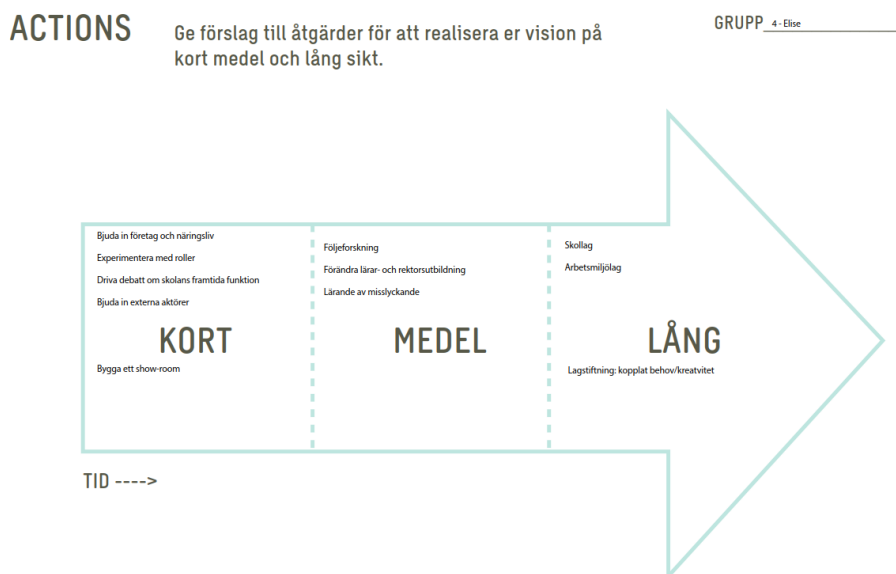


Bild: Exempel på bildprotokoll från en av grupperna

## Resultatet kopplat till behovsanalysen

De huvudfrågor som formade de fem visionerna var följande:

- skolan som social mötesplats
- lärandets lärande
- individanpassat lärande
- hälsa i fokus
- god inomhusmiljö
- öppningar mot lokalsamhället
- samutnyttjande
- interaktion mellan lärare och elev
- orädda pedagoger och vägledning
- fysisk lärmiljö: fysisk aktivitet inbyggt, flow i byggnad, rum man kan förändra utifrån behov
- digitalmiljö: fjärundervisning, tillgång till anpassade hjälpmedel
- möta förändring genom generalitet
- samarbeta med näringslivet
- trygghet, inkluderande miljö, lugna rum för återhämtning
- närhet till utgång/toa
- grundförutsättningar, kompetens utv. av lärare, fungerande teknik 1:1/Wi-Fi
- variation / anpassning i fysisk miljö (t.ex. maker space)
- sociala dimensioner tillit / flocken
- metoder
- lärarens kompetens
- resurser organisation
- teknik i framkant
- producerande miljö inne/ute
- människan i centrum – ledarskap - bottom up
- torget i samhället 24/7
- bollhavet: där vill jag vara

De visioner som mynnade ur huvudfrågorna var följande:

1. **”En smart och vänlig skola - där vi nyttjar teknik för att utveckla undervisningen och där god hälsa och miljö är en självklarhet”** – en lärmiljö som social mötesplats: fysisk/virtuell och inkluderande/trygg med individanpassat lärande för att mäta behov, prestationer, ge feedback, återkoppla och anpassa. En lärmiljö som lär med god inomhusmiljö som ger god hälsa.
2. **”Den aktivitetsbaserade skolan”** – där aktivitet är inbyggt i skolan och det finns ett flow i byggnaden: variationsrika rum som kan förändras vid behov. En miljö där man möter förändring genom generalitet som fungerar digitalt och som skapar trygghet genom inkludering - lugna vrår, närhet till utgång och wc.
3. **”Survival of the fittest - NOT”** – där man utgår från att det som passar de sköraste eleverna är bäst inte bara för dem utan för alla. Den smarta skolan med en tillgänglig innehållsdatabas, multimodalt lärande och flexibla utbildningsmiljöer som uppnår skolans sociala uppdrag och som har en autentisk betydelse för det lokala samhället.
4. **”Medvetet gränssnitt mellan analogt och digitalt”** – där det finns variation/anpassning i fysisk miljö (jmf. *maker space*) och bra förutsättningar för sociala dimensioner - tillit/flocken. Det förutsätter metoder och en organisation med resurser som stöttar läraren.
5. **”Samhällstorget 24/7”** – en fysisk miljö som är en mötesplats för alla alltid, en lärande miljö där vi integrerar och tränar olika förmågor och där vi möter teknik. Med människan i centrum – ledarskap - bottom up, producerande miljö såväl ute som inne och teknik i framkant.

Nedan möjligheter och hinder kopplat till den tidsaxel som visionerna förutsätter. Förslag till åtgärder för att realisera visioner på kort, medel och lång sikt.

#### Kort sikt:

- utbildning av lärare
- att utreda behovsförutsättningar
- hitta inspiration
- att skapa förståelse för möjligheter
- att göra pilotprojekt och datainsamling
- inspelning och dokumentering av verksamhet
- databaser
- tillgång
- fiber
- infrastruktur
- ägandeskap
- pedagoger med kunskaper och utbildning
- planera i tid
- kompetensutveckling i NPF för dem som bygger.
- ”En till en” och fungerande Wi-Fi i alla skolor.
- avgränsningsbara rum
- styra upp och åtgärda alla hygienfaktorer i alla landets skolor gällande ljud, ljus och luft
- specificera vad poängen är
- hitta nästa nivå för både lärare och elever
- utvecklat programarbete
- bjuda in företag och näringsliv
- experimentera med roller
- driva debatt om skolans framtida funktion
- bjuda in externa aktörer
- bygga ett *showroom*, testlabb med lärmiljö

#### Medellång sikt:

- datainsamling
- analysera verksamheten
- driftoptimering
- lokaloptimering
- styrsystem för ljud, ljus och luft
- teknik på plats
- bygga framåtsyftande utifrån vision
- skapa digitala möjligheter i alla rum för att bygga för variation
- plattform för samarbeten - internationellt och på distans (Typ MET)
- nationell databank för verksamheter
- följeforskning
- förändra lärar- och rektorsutbildning
- lärande av misslyckande
- se över finansieringsmodell (skolpengen)

#### Lång sikt

- den smarta och vänliga skolan med flexibilitet och olika typer av rum
- dela med sig av information
- våga vidga perspektiven: vad är en skola?
- kombinera byggnad med distansundervisning
- nyttjande av ”sambandsfastigheter” för effektivisering och kvalitetsutveckling
- samnyttjande: ”hela samhället nyttja som skola”
- samnyttjade: ”hela samhället nyttja som skola”
- en generell utformning av fysiska och digitala lärmiljöer som möter så många behov som möjligt med så få anpassningar som möjligt
- börja med de mest sårbara eleverna
- skollag i förändring
- arbetsmiljölag i förändring
- lagstiftning: kopplat behov/kreativitet



## Summering av behovsanalys

Verksamheter behöver lokaler som fungerar som social mötesplats – gärna dygnet runt. Lokalerna ska vara trygga, inkluderande och uppkopplade med en generalitet i planlösningen och flexibilitet i rum och möblering som minner om en aktivitetsbaserad arbetsmiljö och som möter så många behov som möjligt med så få anpassningar som möjligt. Luft, ljud och ljus ska kunna kalibreras med tekniska system så att man mår bra.

Verksamheten måste ha tekniska system med öppna API:er och god uppkoppling för att kunna arbeta multimodalt och få sömlösa övergångar mellan fysisk undervisning och distansundervisning.

Rektorerna har en central roll i att utbilda sin personal, tillsätta rätt resurser och lära från misstag kopplat till digitalisering. Föräldrar måste vara med på tåget och ägarskapet av data är centralt. Det gäller information kopplat till lärande men även till lokalerna.

Slutligen bör verksamhetens lokal ses som en resurs, integrerad lokalt i samhället och sammankopplad med näringsliv och forskning så att verksamheten utvecklas parallellt och så att lagstiftning och myndigheter hänger med.

På övergripande nivå är det också nödvändigt med fortsatt forskning och utvärdering kopplat till lärmiljö – gärna redan i projekteringsfasen, och att satsa på skolan. Man behöver riktlinjer för generell utformning.

## 5. Online seminarium och intervju avseende drift och förvaltning

### Förstudie

Det ursprungliga ramverket för workshop 2 var egentligen att göra en behovsanalys med fastighetsföreträdare inklusive tekniskt kunnig personal inom el/tele. Detta har under rådande omständigheter inte varit möjligt (Covid-19 pandemin).

Istället ligger ett onlineseminarium med SWECO:s referensgrupp och en intervju med Thomas Ahlberg, Teknikchef på Locum, Region Stockholm till grund för följande behovsanalys och funktionskrav som kan ses som hygienkrav att studera vidare. Nedan redogörs för resonemanget kring installationsfunktionalitet.

### Fastighetstekniska installationer i digitaliseringens fotspår

I samband med den ökande digitaliseringen i skolan och kravet på mer anpassningsbara lokaler, ställs ett mer utökat krav på de fastighetstekniska installationerna samt de som projekterar dessa. Kortfattat kan man säga att mycket av tekniken flyttar ut från teknikrummen och in i lokalerna, även om den fortfarande inte syns och märks.

Fastighetssystemen arbetar tillsammans för en optimal upplevelse och studiemiljö genom att anpassa temperatur och luftkvalitet till korrekta värden för det optimala inneklimatet.

Generellt i valet av samtliga fastighetstekniska system bör man tänka på:

- låg energiförbrukning och miljöpåverkan
- enkelt att installera och använda
- driftsäkra system
- automatisk backup
- flexibelt och utbyggbart
- fjärrstyrning via webbläsare och mobil
- licensfritt, inga problem vid ägarbyten
- kostnadseffektiva och framtidssäkra system

### Det nya digitala språket

Nya digitala språk för att samla de fastighetstekniska systemen har uppkommit, ett utav dessa är REC (RealEstateCore) som har utvecklats just för att möjliggöra kommunikation med och mellan fastigheter och ses som en viktig del i arbetet med att uppnå den smarta fastigheten och därigenom den smarta staden. REC är ett digitalt språk och ett verktyg för att hantera data från olika källor och knyter samman domänerna BIM, Internet of Things samt styr- och reglerteknik.

Detta nya verktyg gör det möjligt att mappa befintliga standarder till varandra på ett pragmatiskt sätt så att man kan dra nytta av all slags data som förekommer i ett fastighetsbolag – hyreskontraksdata, finansiella data, tekniska data, rumstyper, sensordata, installationer och även externa datakällor som väderprognoser, trafikdata med mera.

Det eller likvärdiga digitala lösningar kan och bör användas i uppbyggnaden av nya högeffektiva lärmiljöer.

## Styr och övervakning

Med nya krav ökar kraven på styr- och övervakningsinstallationerna, som ligger i toppen av de olika fastighetstekniska systemen. Man bör eftersträva en modernisering samt en förenklad struktur för hård- och mjukvara, förbättrad IT-säkerhet, enhetlig användarmiljö samt ökad flexibilitet för systemanvändare.

Detta går under samlingsnamnet BMS (Building Management System) som i sin tur är uppbyggt i tre nivåer.

Informationsnivå: här finns SCADA-systemet (Supervisory Control And Data Acquisition). SCADA-systemet är ett så kallat multikompatibelt system vilket ska fungera oberoende av befintliga och framtida DDC:er (Direct Digital Control). Systemet ska vara byggt med öppna standardiserade gränssnitt för säker och effektiv kommunikation, funktionalitet och dataöverföring. Tekniken ska medge öppenhet, enkelhet, skalbarhet och stabilitet. Underliggande styrenheter och andra fastighetstekniska system i byggnader ska vara oberoende av det överordnade systemet för autonom drift. SCADA används för all automationsövervakning, styrtillämpning och övervakning av andra i fastigheten ingående tekniska installationer.

Exempel på SCADA-funktioner är:

- kontrollera fastighetens tekniska system och tjänster,
- grafiskt användargränssnitt
- realtidsövervakning av fastighetens användning och prestanda,
- trendning och loggning för fastighetens användning och prestanda,
- schemaplanering för fastighetens tekniska system,
- felhantering och larm för felsökning,
- användarstyrda händelser,
- parameterstyrda händelser,
- energiövervakning och rapporter,
- datautbyte med andra system,
- trender för alla sensorer, mätare och andra relevanta parametrar av vikt för uppföljning av driftdata, energianvändning, avvikelser och andra analyser,
- mätning av all relevant energiförbrukning för debitering, uppföljning och optimering,
- grafiskt användargränssnitt till hjälp för driftpersonalen och
- systemet ska ha möjlighet att hantera tillagda funktioner, exempelvis väderprognosstyrning.

Några exempel på SCADA-system är *EcoStruxure*, *WinCC/OA*, *iFIX*, *Web Port* och *Citect*. I förlängningen kan SCADA-systemet kopplas upp mot en AI via en eller flera öppna API:er (Application Programming Interface).

Processnivå: här finner du DDC:erna, rumskontrollerna och övriga styrenheter. All styrutrustning med kommunikationsmöjligheter återfinns här. DDC:erna ska använda sig av öppna standardiserade gränssnitt i sin kommunikation med varandra och uppåt mot SCADA-systemet. DDC:er ska vara fullt autonoma och klara sig utan kontakt med SCADA-systemet.

Komponentnivå: består av rumsenheter, mätare, sensorer och övriga yttre komponenter som ska styras eller som levererar den data som krävs av styrenheterna för att utföra en process. Uppbyggnaden av dessa ska vara anpassningsbara utifrån lokalens krav, och utifrån krav på ombyggnadsmöjligheter. Sensorer kan vara direktkopplade mot DDC eller vara en del av ett IOT-nätverk, eller ett eget Mesh-nätverk.

Just sensordata behöver kunna delas mellan processer och fastighetsförvaltning, för att kunna se hur lokaler används och om det finns problemområden som kan åtgärdas.

## Fastighetstekniska system

Värme och energi är en av de största utgifterna för varje fastighetsägare. De stora delarna av systemen är fortfarande kvar i fläktrummen och undercentralerna, dock är de nya systemen energieffektiva och anpassade för att fungera optimalt utifrån den projekterade belastningen. Genom att styra värme, ventilation och kyla med hänsyn till varandra effektiviserar driften av fastigheten, vilket gynnar både ekonomi och miljön genom lägre energiförbrukning.

## Ventilation

Fokus hos systemen i fysisk lärmiljö ligger på att skapa inomhusklimat som inte orsakar hälsoproblem och som möjliggör fullständig fysisk och mental förmåga. Detta innebär att luftbehandlingsaggregatet samt den utrustning som påverkar eller påverkas av detta ska väljas på ett sådant sätt att funktionskedjan är uppfylld från luftbehandlingsaggregat till rumsstyrning. Detta ska sedan injusteras och optimeras för korrekt antal brukare i rum samt följas upp kontinuerligt.

Sammanfattningsvis kan man säga att energieffektiv lufthantering med uteluft inte bara minskar skolans energibehov, utan också höjer elevernas potential i skolarbetet.

## Värmesystem

Det man kan säga på rak arm är att direktverkande el inte ska användas. Vid fjärrvärmecentral ska dimensionering utföras enligt fjärrvärmeleverantör. Värmemängdsmätare ska finnas på varmvatten, fjärrvärme och värmesystem för energimätning. Flödesmätning ska finnas på kallvatten. Dimensioner och injustering ska utföras för att harmonisera med värmebatterier till luftbehandling, varmvatten och värmesystem. Om kylmaskin finns bör det utredas om varma sidan från kylmaskinskretsen kan användas till att förvärma varmvattnet.

Vid värmepumpscentral gäller samma energimätningsskrav som vid fjärrvärme, samt att den ska vara utrustad med minst två kompressorer alternativt vara varvtalsreglerad och/eller uppdelade på flera värmepumpar så att driftsförutsättningarna optimeras.

För värmesystem gäller det att radiatorsystem normalt ska dimensioneras 50–35°C, ventilationskretsar för 50–30°C. I övrigt kan system väljas utifrån fastighetens krav.

## Kylsystem

En skolmiljö kan ur energi- och hållbarhetssynpunkt inte använda sig av komfortkyla. Uppkommer krav på komfortkyla bör frikyla alternativt fjärrkyla väljas i första hand. Vid planeringen av installationer föreslås kravet på låg energiförbrukning ges hög prioritet. Varukyla och köskyla bör projekteras utifrån låg energiförbrukning och så att värmeåtervinning blir möjlig.

## Rumsstyrning

Genom att flytta mycket av styrfunktionerna ner till rumsnivå får man flexibla och energieffektiva rum. Genom att kunna kombinera flertalet funktioner på ett smidigt sätt gör man det enklare för rumsanvändarna att minska energianvändningen och uppnå en optimal arbetsmiljö. En rumsstyrenhet kan exempelvis styra ventilationen, värmen, belysningen och eventuell solinstrålningsskydd. En väl utförd rumsstyrning ger maximal komfort och låg energianvändning.

## Belysning och solljus

Smarta systemlösningar med LED-teknik ger möjlighet att styra belysningen så att vi får rätt ljus på rätt plats vid rätt tid. Den stora vinsten är bättre förutsättningar att må bra, samtidigt som det ger möjligheter att spara mycket energi. Smart belysning är i dag ett kostnadseffektivt verktyg för en bättre skolmiljö så att den blir mer funktionell och mindre stressande. Med tids- och närvarostyrd belysning undviker man att belysningen är igång när lokalerna inte används, till exempel under helger och nätter.

Använd dagsljuset. Takfönster i annars mörka korridorer är ett bra sätt att tillföra ljus utan att behöva använda el. Med dagsljusreglerad belysning släcks eller dimmas det artificiella ljuset vid tillräckligt dagsljus i lokalen. Fundera även på var solavskärmning kan behövas för att skapa en jämnare belysning. Om det är väldigt ljust i delar av rummet riskerar övriga delar att uppfattas som mörka och då tänder man lampor utan att det egentligen behövs. Vid solinstrålning kan en väderstation användas för att ge signal om att exempelvis markiser ska gå ner.

## Solceller

Om möjligt bör byggnaden förses med solceller.

## Inbrottslarm och skyddsfunktioner

Byggnaden förses med inbrottslarmssystem, passerkontrollsystem och kameraövervakningssystem. Dessa system rekommenderas utföras med öppna gränssnitt så att de kan kommunicera med varandra och med BMS. Med dessa system får man full kontroll på passage in och ut i fastigheten, möjlighet att låsa och öppna utvalda dörrar via olika styrfunktionslägen samt kameraövervakning av händelseförloppet. Systemet bör vara uppbyggt på ett sådant sätt att personal vid intrång på skolan även under öppettid kan aktivera skyddsläge, vilket låser valda dörrar och påverkar system på ett sådant sätt att intrång fördröjs. Utanför lokalens öppettider fungerar det som ett vanligt larmsystem och larmar vid intrång samt stänger av inkommande vatten som sabotageskydd. Vid brand öppnas det inkommande vattnet igen.

## Brandfunktioner

Brandfunktionerna inom en fastighet är aldrig likadana utan varierar beroende på byggnadens utformning och verksamhetens art samt krav på brandskyddslösning. På nästa sida finns en bild med exempel på hur brandlarmsystemet kan samverka med övriga fastighetstekniska installationer.

Syftet med en brandfunktion kan exempelvis vara att begränsa rök- och brandspridning, varna för att ett brandtillbud har uppstått, förhindra att man använder hissar vid ett brandtillbud, aktivera släckanläggningar i vissa utrymmen eller att aktivera brandgasventilation och liknande.

## Detektorer, värmesensorer och larm

Ett effektivt heltäckande centralt brandlarm detekterar snabbt brandrök, skickar signal om att brandrök har detekterats och stänger berörda brandspjäll och berörda aggregat, såvida det inte är ett fläktar i drift-system. En detektor i tilluften fångar även upp rök utifrån. Värmesensorer kan användas för övervakning av brand utifrån genom att installeras på ett sådant sätt att de detekterar brand runt byggnadens fasad. Vid brandsignal tänds all belysning upp.

## Sprinklersystem

I Styrelsen för brandforskning, nuvarande Brandskyddsföreningens, skrift *Anlagda skolbränder går att förhindra* står: "När det gäller sprinklersystem visar forskarnas analyser att sådana är mindre lönsamma för den mindre skolbyggnaden. Det beror på att den maximala skade-kostnaden är lägre än vad som gäller för en stor skolbyggnad, vilket får stor betydelse när kostnaden för installation av systemet jämförs med dess nytta."<sup>119</sup>

## Värmekameror

Värmekameror som avslöjar om människor rör sig i lokalerna eller runt omkring byggnaden, kan vara ett sätt att förebygga avsiktlig antändning av fastigheten.

## Service och underhåll

Service och underhåll är viktigt för att en fastighet ska fungera som det är tänkt. När man investerat i en anläggning är det ekonomiska alternativet att utföra service och underhåll på ett välplanerat sätt för att slippa driftstopp och förlänga anläggningens livslängd.

I en byggnad finns många installationer som måste fungera bra för att lokalerna ska fungera på bästa sätt. Helst ska de olika tekniska systemen samverka optimalt och använda så lite energi som möjligt, både på kort och på lång sikt.

Framtiden behöver system som har ett komplett signalutbyte mellan varandra så att allt underhåll går att planera synkroniserat.

## Nätverk

I dagens skola är ofta nätverket och datakommunikationen ett eftersatt område. Med ny teknik och nya krav på högre prestanda krävs det att man från början planerar och projekterar uppbyggnaden av datakommunikationen inom fastigheten för att få hög prestanda och full Wi-Fi täckning.

För att uppnå detta i stora byggnader används ett flertal accesspunkter i kombination med trådbundet nätverk. Detta byggs upp anpassat utifrån byggnadens utformning samt verksamhetens behov.

---

<sup>119</sup> Styrelsen för brandforskning, *Anlagda skolbränder går att förhindra*, Sverige 2009, s.11  
[https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/blandade-pdf/er/anlagda-skolbrander\\_brandforsk.pdf](https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/blandade-pdf/er/anlagda-skolbrander_brandforsk.pdf)

Stationära enheter i nätverket bör använda sig av trådbundet nätverk för att avlasta det trådlösa nätverket. Fastighetstekniska installationer ska vara skyddade från det övriga nätverket.

### Trådlöst nätverk

Uttag för trådlösa accesspunkter bör utföras med ett minimum om två uttagsdon var 10:e meter. Uttag placeras i första hand inom korridorer och allmänna ytor. Förtätning och placering av uttag ska beaktas för att uppfylla krav på system som ska installeras samt beroende på verksamhetsart och behov.

Exempel på sådana system är:

- Trådlöst nätverk (Wi-Fi)
- Positionering (triangulering) av utrustning via trådlösa accesspunkter

Accesspunkter bör vara *PoE* (Power over Ethernet)

### Trådbundet nätverk

Fasta arbetsplatser eller platser som ur ett fastighetsperspektiv i framtiden kan ses som arbetsplatser bör förses med ett minimum om två uttagsdon beroende på verksamhetsart och behov. SISAB skriver såhär i sin anvisning: ”Datauttag ska istället utföras enligt utbildningsförvaltningens ”anvisning för datakommunikationsnät i skolor” av senaste version, som erhålles av lokalenheten på utbildningsförvaltningen.” Och Locum skriver att de ”bygger det anpassat utifrån verksamhetens krav och behov”.<sup>120</sup>

---

<sup>120</sup> Bergström, P., uppdragsledare fastighetsautomation, Sweco Systems, författare.

## Intervju med Thomas Ahlberg, teknikchef på Locum, Region Stockholm

### Ansvar för installation kopplat till att äga och förvalta

Thomas Ahlberg beskriver att mer och mer ansvar för installationer som tidigare legat hos vårdgivare för sjukhus eller skolverksamhet hamnar på den som äger eller förvaltar byggnaderna: skolverksamheten vill ägna sig åt undervisning istället, detsamma gäller för vården som vill vårda patienter istället för att hantera system som är kopplade till fastighetsdrift.

### Viktigt med skalskydd och uppkoppling

Det är stort fokus på skalskydd och passageanläggningar, Wi-Fi, accesspunkter för trådlösa nätverk samt leverantörer av logiska nätverk. Detta låg tidigare på vården eller skolan. Numera fokuserar man på sin *core-business* – kärnverksamhet, och fastighetsägaren får ombesörja drift och tekniska installationer. Locum har som exempel numer hand om alla nätverksinstallationer (koppar och fiber). Genom de tekniska installationerna kan man utläsa hur många som är uppkopplade till fastighetens accesspunkter och kan anpassa värme och luft efter detta. Vet man hur många som rör sig och när på dygnet vet man till exempel när man ska städa toaletter osv.

### Sensorteknik som samlar data

Sensortekniken som Locum använder sig av, SCADA-system (styr) "citect" – (data används av energicontrollers) samlar en mängd data. Detta system liknar många andras. Tekniken finns lokalt på sjukhuset och är uppkopplad mot en mängd sensorer och givare för kyla, värme, ljus och ventilation. På 70-talet fanns det tryckgivare och en värmegivare men idag är det mycket mer avancerat. Ett modernt belysningsystem innebär att är det tänt så är någon där, dvs. det kan även användas för att indikera närvaro.

### Optimering för drift via AI

Med AI:s hjälp kan man få optimeringssystem gällande drift och underhåll, värme, kyla – energioptimering. Framöver kommer det bli ännu mycket mer data och en struktur för vad man ska titta på som är viktigt. I framkant gällande dessa system ligger Vasakronan, Stockholm stad, SISAB och Locum. (Enligt Thomas är Niklas Dahlgrip på SISAB den som först började se över och samordna installations- och driftsidan i fastighetsbeståndet kopplat till datahantering redan för sex-sju år sedan).

### Digitala tvillingar

Som ett exempel har hissar så mycket som 50 datapunkter som ger data idag: hur dörren går, hastighet, vilka våningsplan etc. Digitala tvillingar används dvs. en numerisk tvilling och inte en visuell. Man kan analysera all information, om det t.ex. finns skräp i tröskellisten som gör att dörren tar två sekunder extra att stänga kan man bli uppmärksam på detta.



## Faktainsamling

Ansiktsigenkänning kan ge effektivt nyttjande av lokaler. Detta kan vara användbart i kommunikation med politiken. Man kan till exempel ställa sig frågan varför man behöver så många operationssalar och varför man inte använder dem i tre skift (dygnet runt). Sensortekniken kan visa på hur det faktiskt ser ut och fungerar när vi ska nyttja resurserna på rätt sätt. Förvaltningarna vill kunna styra fastigheten genom AI: komfort eller energieffektivitet samt skalskydd, system för värme, luft och energioptimering.

## Dra nytta av samlade data

Det behövs extremt mycket kablar för ett trådlöst nätverk. Gällande Wi-Fi finns 4–5 accesspunkter per normalstor vårdavdelning (300kvm / Huddinge sjukhus). Fibernätverk bör finnas i alla verksamheter utrustade med sensorer och en driftcentral som får signal om fel och agerar utifrån detta. Strategin borde vara att samla och dela data. Det är viktigt att skapa nytta med data så det inte bara är lagring av data, säger Thomas.

## Analysera adekvat data med hjälp av BIM

Man måste också kunna förädla och fördela data genom algoritmer efterföljt av dataanalyser. Man bör ha autonom behandling av data med algoritmer och plocka ut data och lägga in dessa i BIM-modeller. Data sorterar, resultat analyseras och skickas till rätt ställe. Med energidata, utsignaler, väderstationer, optimeringsmodeller kopplat till en BIM-modell kan man alltid ligga steget före. Formeln stavas = energi + ekonomi + matematik = ett kraftfullt verktyg. Aktiva komponenter ger snabba resultat.

## Systematik för att ligga steget före

Man bör ha ett systematiskt samordnat arbets sätt för att ligga steget före och automatisera data. Då kan man fokusera på förebyggande arbete. Målet bör vara att ha en enda samlad strategi. Det är viktigt att kunna förutse och analysera ungefär som man gör när man handlar med aktier på börser. Man kan bearbeta utsignaler från systemen och lägga på data som enegitaxa och väderdata. Eller så kan man tänka som försvaret: kartlägga saker som man misstänker kan gå fel genom att kartlägga energiförbrukningsmönster.

## Utbilda drifttekniker

Thomas säger att avseende driften krävs det mer teknisk kompetens och mer kvalificerade personer. Det är kostsamt, men dyrast är att inte göra något alls. Tid är alltid pengar. Förebyggande arbete är mer lönsamt. Systemet talar om när det är läge för underhåll. Alternativkostnaden om man gör saker på känn är större. Steget efter detta är *machine learning* och artificiell intelligens dvs. att (datorn) systemen varnar och agerar utifrån samlade data och historiska data.

## Kartlägga nytta och effektmål

Thomas Ahlbergs rekommendation är uppkoppling och fibernätverk för alla fastigheter – ett och samma system kopplat till sensorer för att kunna se trender och fel som man manuellt måste agera på.

Han lyfter frågor som man bör kunna svara på:

- Hur mycket data kan man samla och dela?
- Kan man skapa nytta av data eller blir det bara en serverkostnad?
- Hur skapar man kontroll och fokus genom att förädla och addera?
- Hur mycket kontroll har man på sin fastighet?

## Summering

- Man bör eftersträva en modernisering samt en förenklad struktur för hård- och mjukvara, förbättrad IT-säkerhet, enhetlig användarmiljö samt ökad flexibilitet för systemanvändare.
- Förvaltningarna vill kunna styra fastigheten genom AI: komfort eller energieffektivitet samt skalskydd, system för värme, luft och energioptimering.
- Man bör ha ett och samma system kopplat till sensorer för att kunna se trender och fel som man manuellt måste agera på.
- Kunnig driftspersonal krävs för att kunna hantera och avläsa systemen – fel är ofta kopplat till den mänskliga faktorn.
- Ha kontroll: se till att veta vilken data som samlas in och varför, sammankoppla effektmål med syfte (glöm inte att beakta verksamheten).

## 6. Case, metoder att utvärdera lokaler

Det finns ingen universell utvärderingsmetod för vad som är en perfekt lärmiljö. Vi behöver fler metoder att genomlysna en lärmiljö för att kunna se vad som är bra, mindre bra och utvecklingsbart. Från skal ned på individnivå. Vissa aspekter av lärmiljö är mätbara numeriskt som ljus, ljud och luft medan andra bygger på upplevelse och okulär besiktning (visuell bedömning). Det viktiga när man analyserar en lärmiljö är att genomlysna den på flera sätt. Det som exempelvis upplevs bra kanske är förkastligt ur energiperspektiv och vice versa.

Tekn. dr. Suzanne de Laval arbetar med bland annat arkitekturanalys och har utvecklat *gåturmetoden* i vilken det finns en systematik i hur man utvärderar miljön och för dem som utvärderar okulärt. Denna metod kan användas vid studiebesök i befintlig miljö för utvärdering men skulle kunna användas i en BIM-modell med VR-teknik.

I Ifous projektrapport *Skolmiljöer, Utvärdering och erfarenhetsåterföring i fysisk skolmiljö*, som har skrivits av Suzanne tillsammans med Anneli Frelin och Jan Grannäs från Högskolan i Gävle, beskrivs tre typer av skolor: korridorsskolan, streetspaceskolan och commonskolan..

*Korridorsskolan* är som det låter – klassrum och grupprum som ligger längs en korridor med skåp.

*Streetspaceskolan* är en korridorsskola med flera utvidgningar med sittgrupper och flera *commons* – öppna rum där samlingar och fritidsverksamhet kan pågå.

*Commonskola* - är en skola där ingången till hemvisten är från en central trapphall och klassrummen ligger grupperade runt en gemensam yta som kan användas på många olika sätt (lärarna har ett par ankarpunkter i mitten där de har överblick).

Vi använder deras begrepp men inte deras metod i rapportens case A. Vi har fokuserat på simuleringar.

I den här rapporten redovisar vi två digitala metoder att utvärdera en skolbyggnad utifrån simuleringar kopplat till en BIM-modell. Vi har gjort en energibehovs-simulering och en fotgängarsimulering och kopplat dem till olika scenarier för nyttjandegrad, digitalisering och schemaläggning.

Den här typen av analyser kan man göra då man har en BIM-modell – en digital tvilling. Genom olika analyser ger oss modellen indikatorer som stärker och stödjer en byggnads hållbarhetsmål och planlösning. Vi kan exempelvis se att en viss byggnadsform ger ett mindre klimatavtryck och var det är lugnast respektive mest tryck och risk för *crowding* i en planlösning. Det ger oss värdefull information till alla system och installationer som man kan koppla till från skalet/fasaden ned till individnivå. Man skulle kunna fördjupa analysen och dra slutsatser kring vilken typologi (korridor, streetspace eller common) som är mest hållbar ur ett ekonomiskt, ekologiskt och ett socialt hållbarhetsperspektiv.

De tre grundskolor som vi jämfört i Case 1 och 2 är:

**Duveds skolan** f-9 - 600 elever, en klassisk korridorskola med hemklassrum på 60 kvm för 30 elever och hemvister.

**Skapaskolan** f-6 – 540 elever, en typ av *commonskola* - en digital skola med kollaboration och kreativitet i fokus, skolan har istället för hemklassrum en lärstudio innehållande 5 olika lärmiljöer för 54 barn och som nås från en central trapphall.

På Skapaskolan finns fem olika studios för olika lärsituationer: två bås, ett stort rum med en gradäng, ett mindre grupprum och en plats utanför ”klassrummet”. De är överblickbara så att man som lärare kan se vad som pågår. Man behöver kunna stänga en dörr med bibehållen sikt. Man kan säga att det är som en blandning av klassrum och hemvist – och man använder även den plats som finns utanför klassrummet.

(När man byggde Skapaskolan så jobbade man med prototyper under designprocessen. Det var ett intensivt arbete med bland annat Peter Lippman, inredningsbyråen Wolfgang, Marge arkitekter och Space Monkey. Målet var att *co-create*, samskapa).

**Glömstaskolan** f-9 – 720 elever, en annan variant på *commonskola* med ämnesarenor för 90 barn där man har ingång från en central trapphall till en gemensam hemvist runt vilken den gemensamma ytan kan användas för att stötta de 4 lärsituationerna (och erbjuda lugna vrår för återhämtning): 1. enskilt arbete, 2. att göra, 3. att ta in och presentera och 4. att samarbeta. Två klassrum är ca 60 kvm, ett är mindre och ett är betydligt större och kan samnyttjas med intilliggande hemvist. Det finns en hörna med gradäng och soffhörna och varje hemvist är också utrustat med 5 små grupprum som ligger i anslutning till den gemensamma öppna ytan. (Skolan är organiserad i team och lärarna ingår oftast i två eller ett team för det/de ämnen de undervisar i (skolan byggs till en 6–9 verksamhet) och ett team för den årskurs de arbetar i.

(Glömstaskolan är ritad av arkitekt Åsa Machado och Origo Arkitekter i samarbete med Huddinge kommun).

## Case 1 - Simuleringar av energibehov

I framtiden finns det möjlighet att bygga skolor med mycket varierande form, som ändå stödjer en flexibel pedagogik.

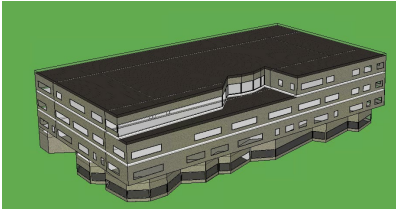
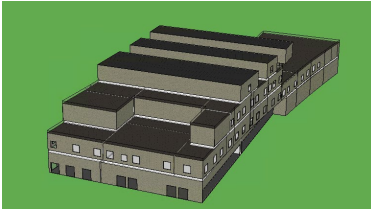
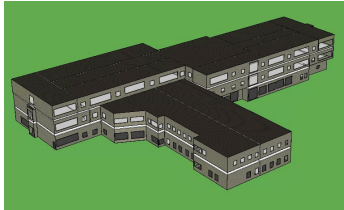
Olika form leder till olika energibehov. Även en ökad digitalisering och ett ökat lokalutnyttjande kan påverka energianvändningen. Här har simulering av energibehov för tre olika skolbyggnader genomförts. Den energimängd som behöver tillföras byggnaden under drift för att skapa eftersträvat inomhusklimat har beräknats.

Som grundfall för dessa tre olika byggnader används brukarindata enligt Boverkets BFS 2017:6 BEN 2 för innetemperatur, solavskärmning, tappvarmvattenanvändning och internlast, förutom värmeavgivning från personer (antal elever).

Antalet elever per skola är hämtat från arkitekternas respektive planer för skolorna. Resultaterande energianvändning för byggnaderna presenteras som en jämförelse mellan antalet kWh/elev samt kWh/m<sup>2</sup> för de olika byggnaderna.

Beräkningar har genomförts med klimat- och väderfiler från Stockholm. Observera att skillnaden i uppvärmnings- och kylbehov mellan de olika byggnaderna kan variera på olika orter och med olika U-värden på klimatskalet. Här har klimatskalet antagits ha samma energieffektivitet för samtliga tre skolbyggnader, oavsett hur de i realiteten är byggda, eftersom det är andra faktorer som undersökts.

Exempelvis har hänsyn inte tagits till att Skapaskolan i verkligheten är utformad med passivhusstandard. Beräkningarna är gjorda i det dynamiska simuleringsprogrammet IDA ICE, där 3 förenklade byggnader modellerats. Bilder på modellerna, antal elever samt information om byggnadernas ytor visas i figur 1.

GLÖMSTASKOLAN	SKAPASKOLAN	DUVEDS SKOLAN
		
720 elever	540 elever	600 elever
Formfaktor $A_{om}/A_{temp} = 0,9$	Formfaktor $A_{om}/A_{temp} = 1,4$	Formfaktor $A_{om}/A_{temp} = 1,2$
$A_{temp} = 9200 \text{ m}^2$	$A_{temp} = 5100 \text{ m}^2$	$A_{temp} = 8400 \text{ m}^2$
$\text{m}^2/\text{elev} = 12,8 \text{ m}^2$	$\text{m}^2/\text{elev} = 9,4 \text{ m}^2$	$\text{m}^2/\text{elev} = 14 \text{ m}^2$

Figur 1. Presentation av de tre simulerade skolorna. Bilderna visar modellerna i IDA ICE.

### Formfaktor

En byggnads formfaktor är ett mått på hur kompakt den är. Formfaktorn definieras som byggnadens omslutande area (tak, ytterväggar, grund) i förhållande till dess golvyta ( $A_{temp}$ ). En stor omslutande area i förhållande till innervolymen gör att mycket värme kan transmittas ut till omgivningen och uppvärmningsbehovet blir högre. De tre skolorna i figur 1 har olika formfaktor, som varierar mellan 0,9 till 1,4.

## Scenarier för förändrad användning

Alla de tre skolorna kan dessutom användas på olika sätt. Det förutspås att mer elektronisk utrustning kommer att användas i undervisningen i framtiden. Det kan också bli så att lokalerna behöver utnyttjas mer effektivt, då skollokaler står tomma många av dygnets timmar och alla lov. Här har ett grundfall samt två scenarier med förändrad användning simulerats för varje skola.

**Grundfall:** Indata enligt BEN 2, som beskriver schablonanvändning för energiberäkning av svenska skolor med antal personer enligt arkitekternas angivelser.

**Ökad digitalisering:** Med en ökad digitalisering följer mer internlaster från elektrisk utrustning som till exempel datorer eller andra digitala medier. Beräkning har genomförts med antagandet att varje elev har en bärbar dator som används under 50 procent av skoltiden. Övrig indata enligt grundfallet.

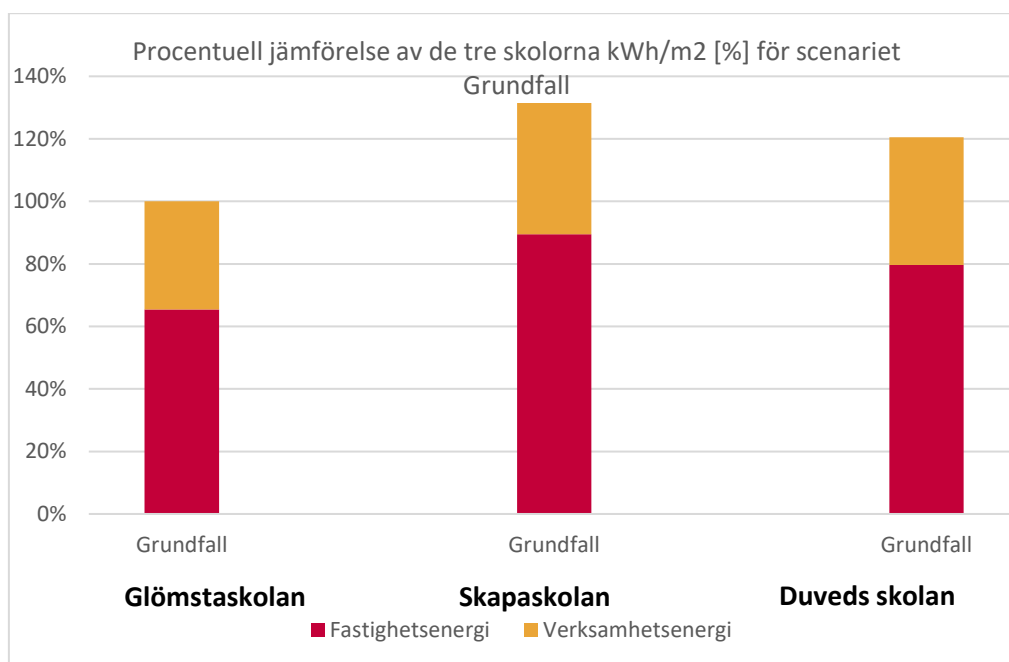
**Ökat lokalutnyttjande:** Ett möjligt framtida scenario är att lokalutnyttjandet på skolorna ökar. Istället för 6h skoldag (enligt BEN 2) antas att skoldagen blir 4h för två grupper elever, så att några klasser har lektioner under förmiddagen, medan andra har lektioner under eftermiddagen. För att ändå uppnå tillräckligt antal timmar på ett skolår läggs en tredje termin till under sommaren. Övriga indata enligt grundfallet.

Observera att verksamhetsenergin i BEN 2 är kopplad till antalet kvadratmeter i lokalen och anges i W/m<sup>2</sup>. Detta innebär att verksamhetsenergin procentuellt är ungefär samma för alla byggnaderna om man jämför energitalet kWh/m<sup>2</sup>. Detaljer om indata till de olika scenarierna finns i Bilaga A.

## Resultat

Simulerad energianvändning har delats upp i verksamhetsenergi och fastighetsenergi. Fastighetsenergi avser den energi som används för byggnadens behov, till exempel pumpar, fläktar, uppvärmning och kyla. Belysning i lärosalar, datorer och annan utrustning som används i skolan räknas som verksamhetsenergi.

Figur 2 visar energianvändning per m<sup>2</sup> för de tre olika skolorna.

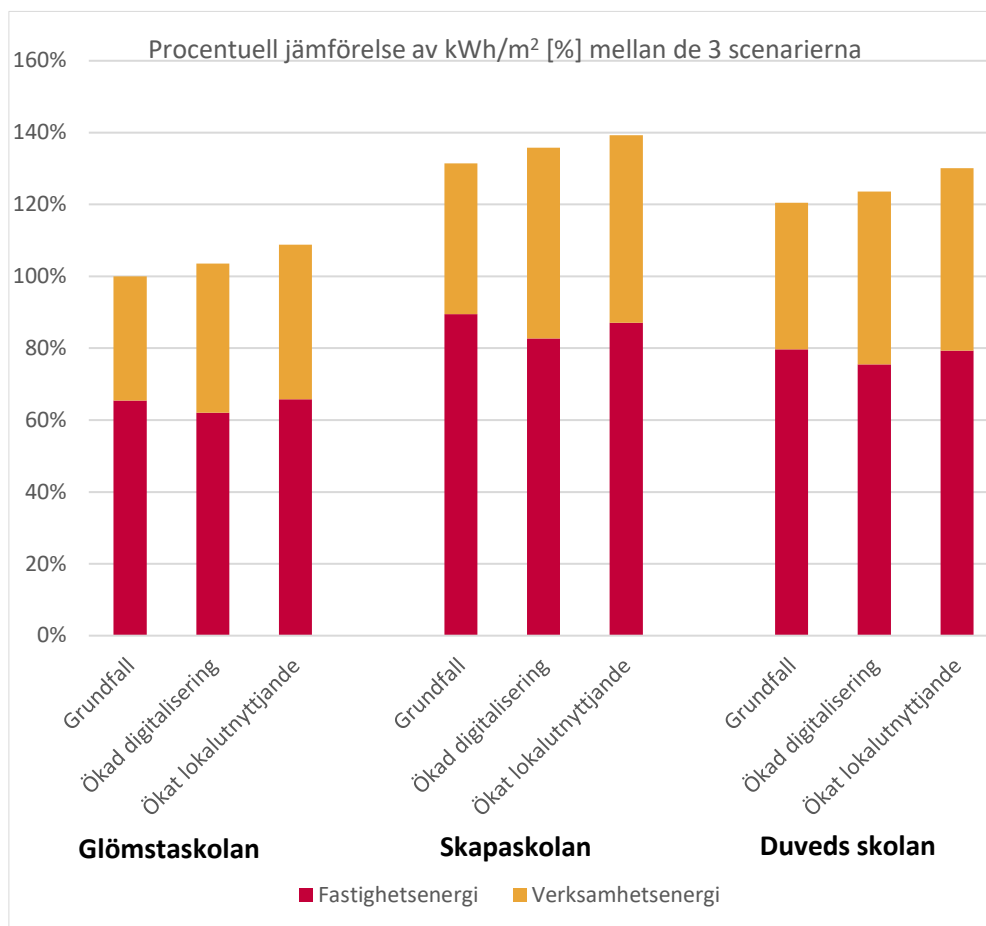


Figur 2. Resultande energianvändning per kvadratmeter för de tre olika skolbyggnaderna vid deras grundfall. Orange stapel visar verksamhetsenergi och röd stapel visar fastighetsenergi.

Figur 2 visar att skolan med lägst formfaktor också har lägst fastighetsenergi per m<sup>2</sup>. Mellan Duvedsskolan och Skapaskolan skiljer inte formfaktorn mycket men den högsta formfaktorn ger högst energianvändning. Skolan med högst formfaktor har dock bäst lokalutnyttjande med minst yta per elev.

En jämförelse mellan skolornas energianvändning i kWh/m<sup>2</sup> för de tre olika scenarierna presenteras i figur 3.

En ökad digitalisering ökar användningen av verksamhetsenergi i form av el till de extra datorerna, och trots att värmeavgivningen från dessa apparater minskar värmebehovet i form av fjärrvärme ökar den totala energianvändningen. Ett ökat lokalutnyttjande ökar energianvändningen ännu mer, eftersom skolan används under fler timmar per dygn och därmed kräver mer ventilation, mer belysning etc.

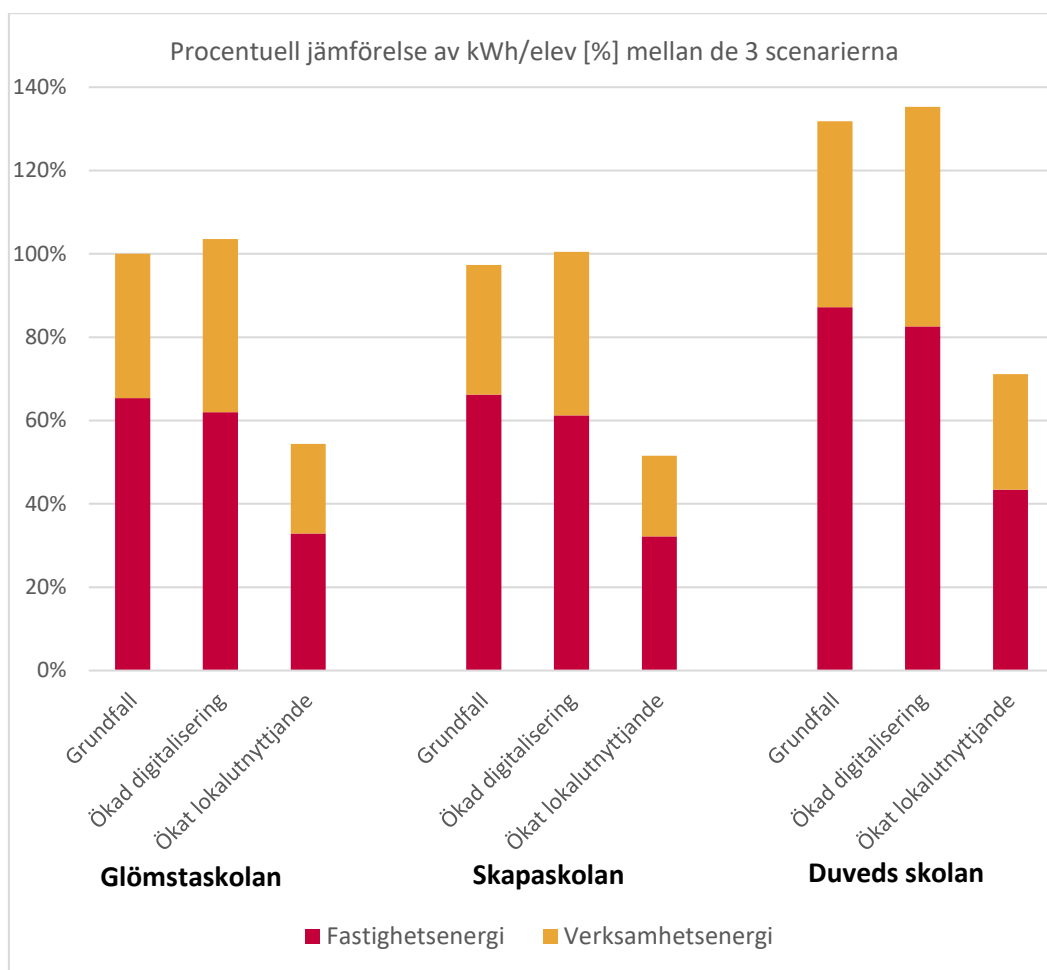


Figur 3. Resulterande energianvändning per kvadratmeter för tre scenarier i tre olika byggnader. Orange stapel visar verksamhetsenergi och röd stapel visar fastighetsenergi.

Ett ökat lokalutnyttjande innebär att samma yta kan användas till fler elever.

Det gör att energianvändningen kan slås ut på fler elever, och Figur 4 visar skolornas energianvändning i kWh/elev för alla tre verksamhetsscenarier. Här är det tydligt att undervisa fler elever per befintlig m<sup>2</sup> ger en lägre energianvändning per elev.





Figur 4. Resultande energianvändning per elev för tre scenarier i tre olika byggnader. Orange stapel visar verksamhetsenergi och röd stapel visar fastighetsenergi.

## Diskussion

En byggnads formfaktor är ett mått på hur kompakt en byggnads klimatskal är, och jämför byggnadens tempererade yta,  $A_{temp}$ , med klimatskalets yta  $A_{om}$ .

Måttet beskriver hur lätt det är att uppnå låga förluster genom väggar, tak och golv, i förhållande till den tempererade golvytan i byggnaden. Det är alltså enklare att bygga en energieffektiv byggnad om formfaktorn är låg. Av de tre skolorna har Glömsta-skolan den lägsta formfaktorn (0,9), och det beräknade grundfallet visar att denna skola har den lägsta energianvändningen per kvadratmeter. Högst formfaktor (1,4), har Skapaskolan som även har den högsta beräknade energianvändningen per kvadratmeter. Högst energianvändning per elev har Duvedsskolan som också har det sämsta lokalutnyttjandet med störst yta per elev.

En ökad digitalisering innebär en ökning i den verksamhetsenergi som används i skolorna i form av el till datorer, vilket i viss mån även påverkar fastighetsenergin. Med ökad intern värmeavgivning från apparater i lokalerna kan energianvändningen till uppvärmning minskas. Det är dock viktigt att komma ihåg att värmen inte kan tas tillvara året om eftersom inget värmebehov finns om utomhustemperaturen är tillräckligt hög, och att dessa effekter därför inte går jämnt ut.

Hur mycket behovet av komfortkyla ökar på grund av ökade internlaster beror av utomhustemperaturen under året, alltså på var skolan är placerad geografiskt. Denna simulering är genomförd med väderfiler från Stockholm, och dessa tre effekter sammantaget ökar energianvändningen för ökad apparatanvändning i Stockholm.

Ökat lokalutnyttjande ökar energianvändningen för den aktuella byggnaden eftersom både ventilation och verksamhetsenergi behövs under fler av dygnets timmar, även om de ökade verksamhetstimmarna med internlast under vinterhalvåret minskar behovet av tillförd värme totalt. Användning under sommaren ökar dessutom behovet av komfortkyla. Men byggnaderna har transmissionsförluster genom klimatskalet även under tider då skolan inte används, som helger, kvällar och nätter, vilket kan slå ut på fler elever i detta scenario, vilket gör att energianvändningen per elev ungefär halveras. Trots att byggnaderna totalt kräver mest energianvändning per kvadratmeter i detta scenario, blir det mindre driftenergi per elev som går på skolan.

Detta kräver dock att det finns ett elevunderlag som kan flyttas till den aktuella skolan. Att extra elevgrupper kan gå på skolan, istället för att fler skolbyggnader ska hållas i drift eller byggas ger nyttor som inte syns i dessa beräkningar.

Utöver utebliven driftenergi från en potentiell extra byggnad kan kanske materialanvändningen vid byggprojekt minskas. Behöver istället elever flyttas från en redan byggd skola måste man ta hänsyn till vad som händer med den skola som blir över. Ska den drivas, underhållas eller rivs så krävs i alla dessa fall resurser som inte redovisas här.<sup>121</sup>

---

<sup>121</sup> Lindberg, M. & Joelsson, A., Hållbar fastighetsutveckling, Sweco Systems, simuleringar i mars 2020.

## Slutsatser

- Byggnadens form spelar roll för energianvändningen och formfaktorn bör hållas så låg som möjligt.
- En ökad digitalisering med fler elektriska apparater i byggnaderna ökar den totala energianvändningen.
- Ett ökat lokalutnyttjande med fler elever per yta minskar energianvändningen per elev, även om skolorna används under en sommartermin.

## Case 2 - Fotgängarsimuleringar

För att analysera planlösningarna på Duveds skola, Skapaskolan och Glömstaskolan kan man använda fotgängarsimuleringar. De indikerar vart i planen det är lugnast och mest studiero samt vilka *hot spots* som finns – dvs. där det är risk för köbildning och trängsel. För att studera planen har vi tittat på momentana övergångar i schemat. De tidpunkter som simuleringen visar är när man kommer på morgonen, lunchrast och hemgång.

### Simuleringstyper

#### **Ankomst**

Simulering där alla barn anländer vid huvudentrén samtidigt och fortsätter direkt till sina respektive klassrum.

#### **Lunch**

Simulering där alla barn lämnar sitt respektive klassrum vid en viss tid enligt schema (måndag), fortsätter till matsalen, äter lunch i en halvtimme och sedan lämnar skolan via huvudentrén.

#### **Hemgång**

Simulering där alla barn lämnar sitt respektive klassrum samtidigt och lämnar via huvudentrén.

Hemgångs- och ankomstssimuleringar genomfördes för alla tre skolorna.

*Lunchsimuleringar gjordes bara för Glömstaskolan och Skapaskolan. Med Duvedskolan var det bara 2: a och 3: e våningarna som simuleras - där finns ingen matsal. (Pga. komplexiteten av att simulera en tredje våning så fanns inte utrymme för detta).*

### Kartförklaring

Bilderna visar resultaten av simuleringen i form av en värmekarta.

### Cumulative High Density (CHD)

Denna karta visar hur länge olika områden på en plats har registrerade tätheter större än en specificerad gräns. Färgområdet representerar tiden.

Kartan liknar en "temperatur"-karta: områden som har upplevt hög densitet under en lång tid verkar röda, de som har upplevt kortare täthetsperioder verkar blå.

Denna karta används bäst för att identifiera *hot spots* på en plats: områden där höga nivåer av täthet upprätthålls.

Det ställer frågorna "skapar denna design ständigt obekväma publiktätheter?"

Och "bör det ändras för att lindra dessa problem?"

## Cumulative Maximum Density (CMD)

Dessa kartor visar de maximala nivåerna för densitet som är registrerad i ett område från början av uppspelning till nuvarande ögonblick. De används vanligtvis i kombination med värdegränser som motsvarar allmänt använda servicenivåer.

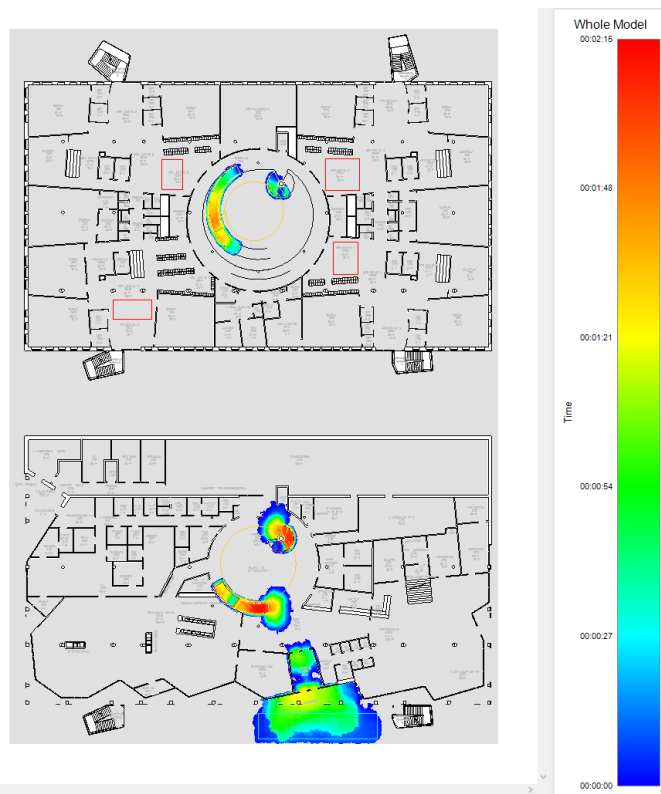
De används bäst för att mäta prestanda på en plats mot förutbestämda standarder eller krav såsom "den genomsnittliga densiteten i en rymdenhet får inte överskrida Fruins servicenivå x", osv.

## Space Utilisation (SU)

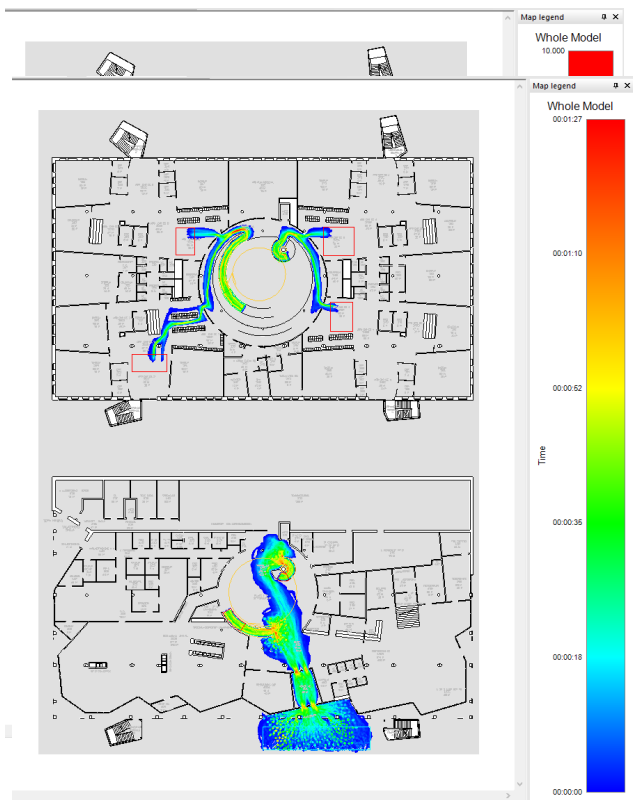
Kartan för rymdanvändning visar hur mycket utrymme som används på en webbplats. Den registrerar platsen för varje steg i varje enhet under simuleringens varaktighet. Du kan tänka på detta som en ren golvyta som blir långsamt mörkare i förhållande till användningen: hårt använda områden är vanligtvis röda, lätt använda områden, blå. Områden i simuleringen som inte används förblir vita.

*I rapporten redovisas simuleringen gällande Glömstaskolan med kompletterande simuleringar av Skapaskolan och Duveds skolan i Bilaga B.*

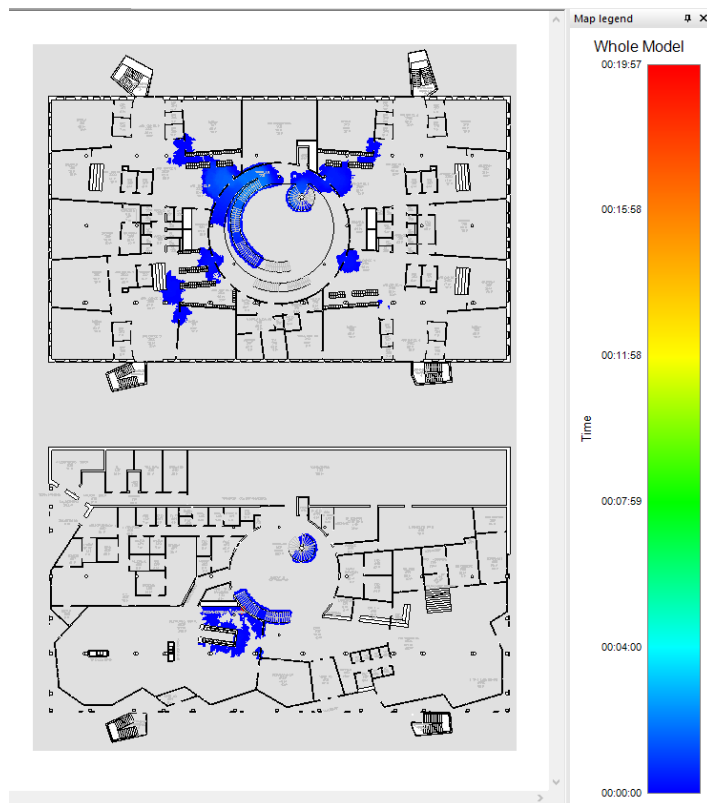
## Glömstaskolan - ankomstsimuleringar



*Cumulative High Density karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan*

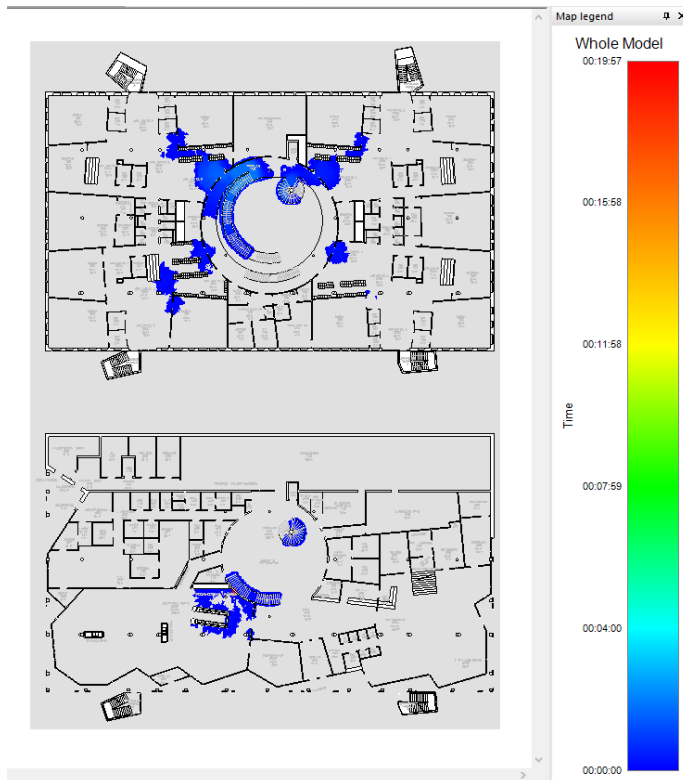


*Cumulative Mean Density karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan*

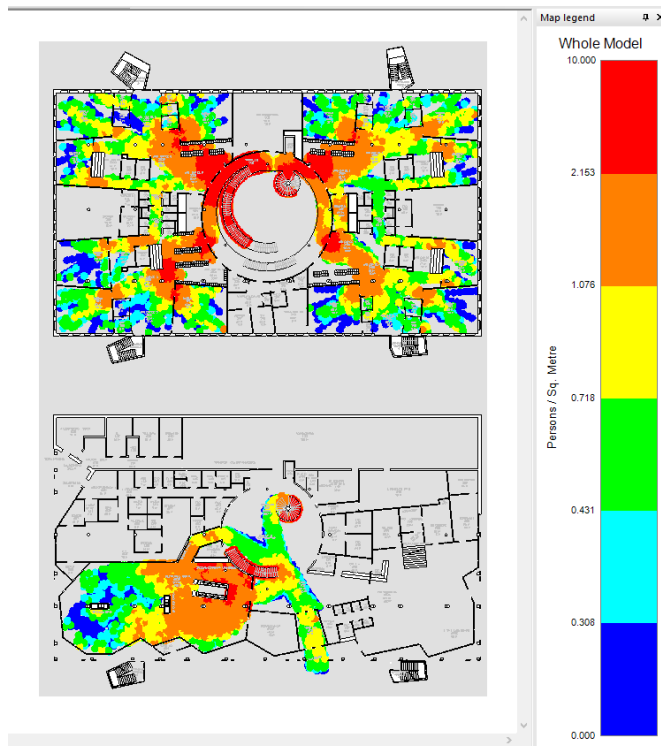


*Space Utilisation karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan*

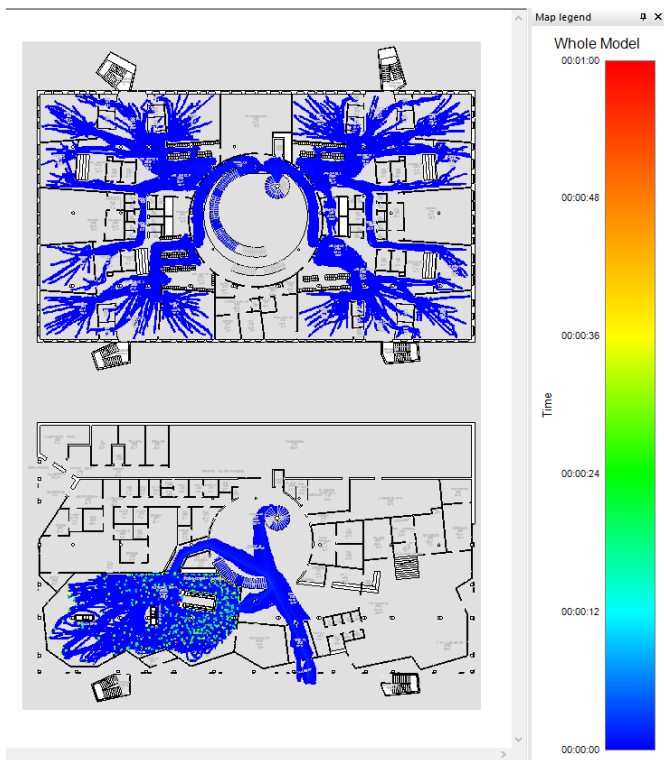
## Glömstaskolan - lunchsimuleringar



*Cumulative High Density karta, lunchsimulering, Glömstaskolan*

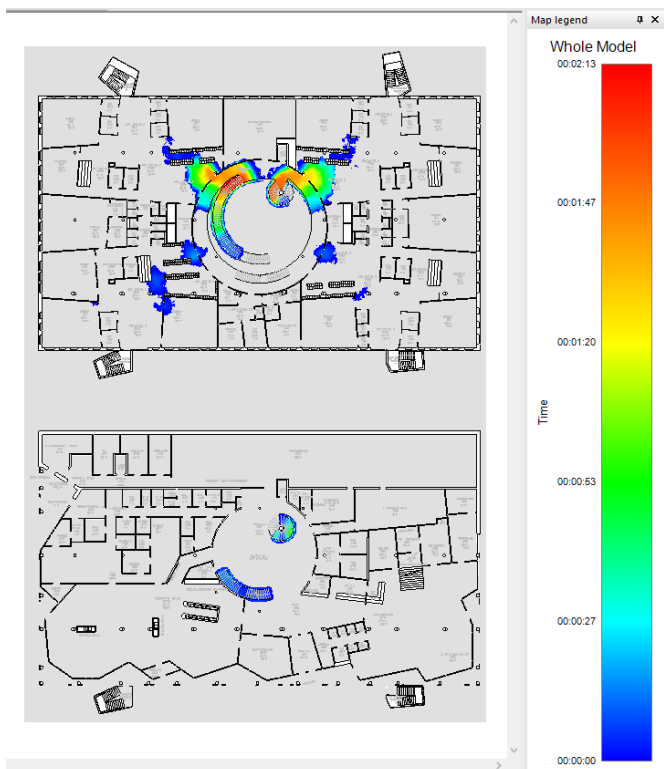


*Cumulative Mean Density karta, lunchsimulering, Glömstaskolan*



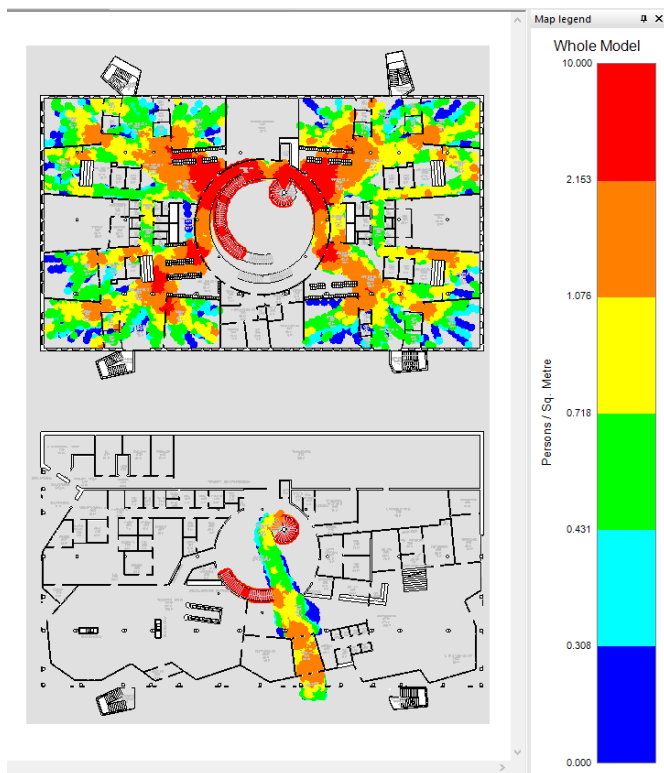
Space Utilisation karta, lunchsimulering, Glömstaskolan

### Glömstaskolan, hemgåendesimuleringar

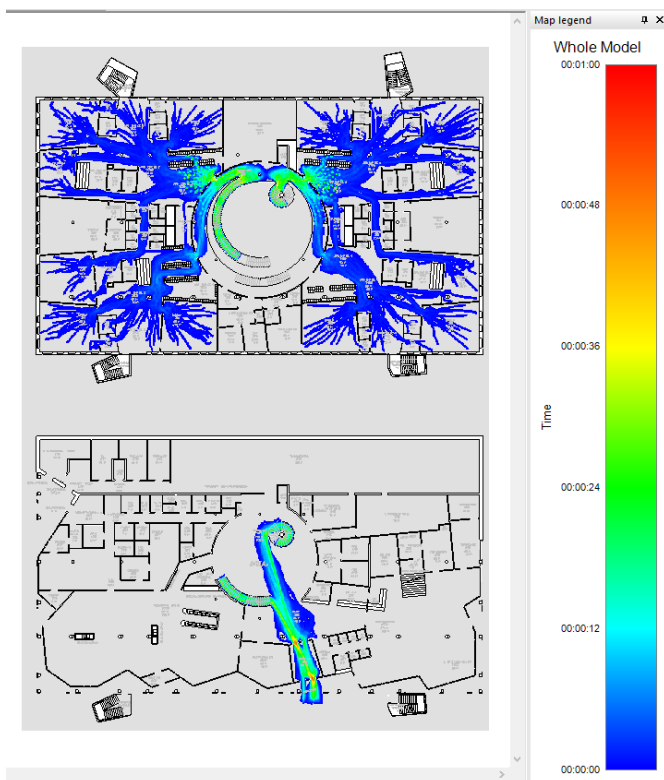


Cumulative High Density karta, hemgåendesimulering, Glömstaskolan





Cumulative Mean Density karta, hemgändesimulering, Glömstaskolan



Space Utilisation karta, hemgändesimulering, Glömstaskolan

## Slutsatser

- Byggnadens form spelar roll för var i byggnaden man ska placera klassrum, i Glömstaskolan ligger de i hörnen vilket även är det minst störda och mest tysta läget i byggnaden.
- Kommunikationsytor blir snabbt och ofta röda. Här finns risk för trängsel. I Glömstaskolan ligger trapporna som ett nav i mitten istället för att spridas ut i byggnaden som i en korridorskola.
- Vi ser att entréerna till hemvisterna är orange och verkar som en buffertzona mot trapphuset.
- Vi ser att klassrum och grupprum för undervisning är gröna och blå vilket betyder att de är minst stimmiga och bäst för undervisning.

Sammantaget kan dessa aspekter ses som indikatorer som talar för och emot lösningar. Det är ett av många exempel som, på ett grovt och förenklat men ändå visuellt begripligt vis, förklarar hur man kan trycktesta en planlösning på en BIM-modell efter givna parametrar med eftersökt effektmål.<sup>122</sup>

*Resterande simuleringar redovisas i Bilaga B.*

---

<sup>122</sup> Manfield, J. & Stark, A. Sweco Architects, simuleringar mars 2020.

# Referenser

## **Bilaga A. Energisimulering**

## **Bilaga B. Fotgängarsimulering**

### **Rapport:**

Lindquist Sassene Louise. Sweco Architects

### **Referensgrupp SWECO:**

Ranhagen Ulf, Sweco Architects, professor emeritus

Ellingsen Anna, Sweco Architects

Machado Åsa, Sweco Architects

Grosse Elise, Sweco Architects

Näll Mathias, Sweco Architects

Carlstedt Jenny, Sweco Position

Sandgren Eva, Sweco Systems

Sävås Nicholaisen Charlotte, Sweco Society

### **Enkät svar:**

Sangwill Anna, gymnasielärare på GTI:s gymnasieskola i matematik och NO

Andersson Charlotta, arkitekt, lärandemiljöer Akademiska Hus

de Laval Suzanne, tekn. dr. Arkitekturanalys

Hadenius Annika, resurslärare Lidingö kommun

Blixt Magnus, verksamhetsutvecklare kommunal grundskola, Uppsala kommun

Vestberg Patrick, rektor vid Stockholm Science & Innovation School (SSIS)

Bergström Peter, universitetslektor vid pedagogiska institutionen, Umeå universitet

Drinic Stojanka, bitr. rektor Nya Elementar i Bromma

Alvarsson Johannes, vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Hafström Torvid, rektor och VD på Learnox i Stockholm

Ramberg Robert, professor vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Hervall Patrik, lektor vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Holger Christer, grundare och VD på Skapaskolan i Huddinge

Roupe Ruben, förstelärare i samhällsvetenskapliga ämnen Adolf Fredriks musikklasser i Stockholm

**Intervjuer:**

Nilhav Anna, konstruktör, Sweco Structures

Kernen Ulrica, tekn. dr. akustiker, Sweco Environment

Valsö Malin, leg. psykolog, skolutvecklare, författare

Jonsasson Sara, konsult, Sweco Position

Kernen Sara, gymnasiestudent teknisk linje, Tumba gymnasium

Kjellander Jonas, arkitekt och ljussakkunnig, Sweco Architects

Hafström Torvid, rektor och VD på Learnox i Stockholm

Holger Christer, grundare och VD på Skapaskolan i Huddinge

Hernvall Patrik, lektor vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Ramberg Robert, professor vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Lindström Thorbjörn, IKT-pedagog, Sundsta-Älvkullegymnasiet i Karlstad kommun

**Workshop, deltagare:**

Andersson Charlotta, arkitekt, lärandemiljöer Akademiska Hus

Anclair Magnus, Forum Bygga Skola

Frelin Anneli, professor i didaktik vid Gävle högskola

Grannäs Jan, docent vid Gävle högskola

Hafström Torvid, rektor och VD på Learnox i Stockholm

Nobel Pauline, process- och projektledare Stockholms stad

Holger Christer, grundare och VD på Skapaskolan i Huddinge

Kennerö Tonner Elinor, rektor Källbrinkskolan, Huddinge kommun

Engström Axel, student vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Alvarsson Johannes, student vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Hernvall Patrik, lektor vid Institutionen för data och systemvetenskap, Stockholms Universitet

Rundquist Anders, grundare Growing Places

Bergström Peter, universitetslektor vid pedagogiska institutionen, Umeå universitet

Romanus Simon, CEO Wonderworld VR

Johansson Örjan, nationell enhetschef skola, ATEA

Vestberg Patrick, rektor vid Stockholm Science & Innovation School (SSIS)

de Laval Suzanne, tekn. dr. Arkitekturanalys

Roupe Ruben, förstelärare Adolf Fredriks musikklasser i Stockholm

Vinkestijn Louise, affärsutvecklare projekt på Stenvalvet

Andersson Charlotta, utvecklare och arkitekt på Akademiska Hus  
Drinic Stojanka, bitr. rektor Nya Elementar i Bromma  
*samt Swecos referensgrupp*

**Online seminarium och intervju:**

Skoogh Björn, Sweco Position

Sandberg Eva, Sweco Systems

Bergström Patrik, Sweco Systems

Textförfattare: *Fastighetstekniska installationer i digitaliseringens fotspår*,  
Bergström P.

Ahlberg Thomas, Locum AB

**Case 1, energisimulering:**

Lindberg Maria, Hållbar fastighetsutveckling, Sweco Systems

Joelsson Anna, Hållbar fastighetsutveckling, Sweco Systems

**Case 2, fotgängarsimulering:**

Manfield James, Sweco Architects

Stark Alexander, Sweco Architects

**Mässor och seminarier:**

BETT i London, januari 2020

Fokus - Skolan i en digital tid, arrangerat av SKL:s inköpscentral, mars 2020

**Illustrationer och diagram:**

Anna Ellingsen och Sweco.

## Ordlista

**ALC** - Active learning classroom, ett klassrum där undervisningen är designad att stötta elevmedverkan

**API, applikationsprogrammeringsgränssnitt** - är en specifikation av hur olika applikationsprogram kan använda och kommunicera med en specifik programvara

**AI** – Artificiell intelligens

**AR** – Augmented Reality, teknik som förstärker verkligheten

**BIM-modell** – en digital tvilling, bygginformationsmodeller

**Black box** – en multiarena som man kan anpassa till aktivitet

**Clever classrooms** – lärmiljö som lär, ett begrepp myntat av Peter Barrett

**Flippat klassrum** – läxan först och sedan undervisning, med hjälp av digital teknik

**Formfaktor** – en byggnads formfaktor är ett mått på hur kompakt den är

**Gåturmetoden** – en metod att okulärt utvärdera lärmiljö

**IKT** – Informations- och kommunikationsteknik

**IoT** – Internet of Things, tingens internet

**Kollaborativt lärande** - en situation där två eller fler personer lär sig eller försöker lära sig något tillsammans

**LCA-analys** – Livscykelanalys, ett verktyg att bedöma miljöpåverkan

**Learning Analytics** - är mätning, insamling, analys och rapportering av data om elever och deras sammanhang, för att förstå och optimera inläringen och de miljöer där det inträffar

**Makerspace** – en digital verkstad

**Multimodalt lärande** - flera sätt att göra något eller flera sätt att processa något  
Machine learning - metoder för att med data "träna" datorer att upptäcka och "lära" sig regler för att lösa en uppgift, utan att datorerna har programmerats med regler för just den uppgiften

**NPF** – Neuropsykiatriska funktionsnedsättningar

**Okulär analys** – en analys gjord utifrån seende

**Parametrisk design** – att designa digitalt utifrån givna parametrar

**Pryl** – mobil, padda, dator

**Sensorteknik** - Internet of Things sammanlänkar sensorteknik och byggnadsverk via bygginformationsmodeller BIM

**Triangulering** – metod att mäta saker på flera olika sätt

**VR** – Virtual Reality, virtuell verklighet

## Litteratur

de Laval S., Frelin A. & Grannäs J., (2019) Utvärdering och erfarenhetsåterföring i fysisk skolmiljö, Ifous rapportserie 2019:2 (ISBN 978-91-985535-0-5).

Barret, P. Zhang, Y., Davies, F. & Barrett, L (2015) Clever Classrooms, Summary findings of the Head Project (Holistic Evidence and Design), Machester, University of Salford.

Valsö, M. & Malmgren, F., (2019) Fysisk lärmiljö, Optimera för trygghet, arbetsro och lärande.

de Laval S., (2017) Skolans nya rum, En antologi om samspelet mellan pedagogik och arkitektur, Arkus #75 (ISBN 978-91-980422-6-9).

Palmquist, A., (2019) Det digitala klassrummet, (ISBN 978-91-44-12618-0).

Fleischer, H., & Kvarnsell, H., (2015) Digitalisering som lyfter skolan: teori möter praktik, (ISBN 978-91-88-09935-8).

Nyström Holm, M., Härfast, H., Ekwall, D., Moberg, O., Heed, R & Stark, H (2019) Gäller LOU vid hyra av lokal? (ISBN 978-91-7585-737-4)

Berggren, H., Texell P., Halldén M., Jehrén, F., Waller, P. & Nyström, H. (2019) Äga eller hyra verksamhetslokaler (ISBN 978-91-7585-810-4)

## Rapporter

Hernvall, P. & Ramberg, R. (2019) IoT i skolan, State-of-the-Art kring undervisning och lärande, Arbetsrapport arbetspaketet 3:1. Januari 2019. Institutionen för data- och systemvetenskap, Stockholms universitet.

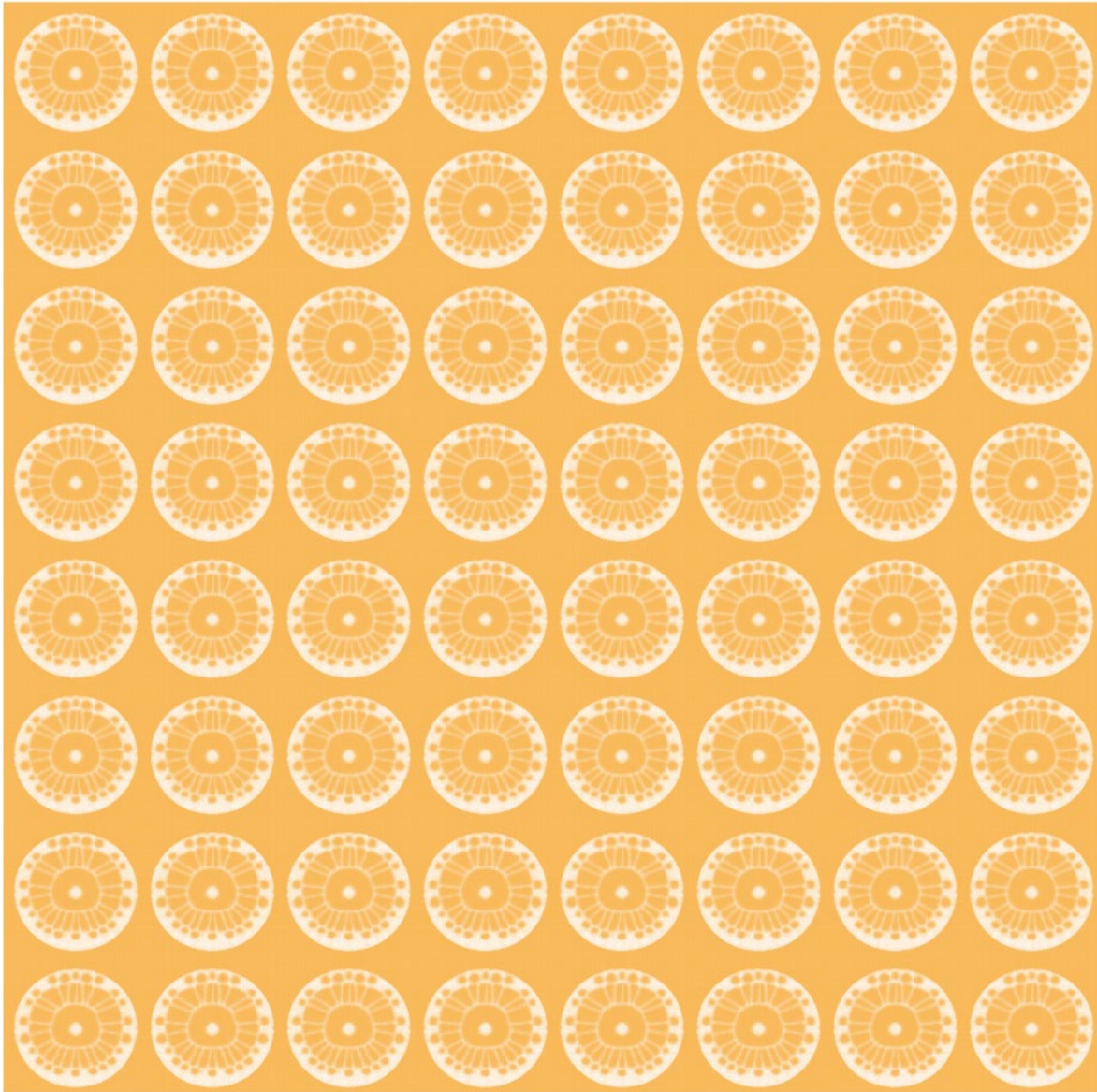
Agélii Genlott, A., (2019) #skolDigiplan, Nationell handlingsplan för digitalisering av skolväsendet, Sveriges Kommuner och Landsting, (ISBN: 978-91-7585-773-2).

Fleischer, H. & Kvarnsell, H., (2015) Digitalisering som lyfter skolan: teori möter praktik.

Coskun, F. & Hallgren, J., (2019) Inkluderande lärmiljöer, En ARQ-rapport, Arkitekturforskningsstiftelsen AQR och White Arkitekter.

Bergström, P, Rönnlund, M & Tieva, Å (2020) *Upper secondary school teachers' first encounter with the active learning classroom. What can we learn from a perspective of power and control?* In P Kommers, A Backx, N Viana, T Issa & P Isaías (eds.) *Proceedings of the 7th international conference on Educational Technologies 2020. São Paulo: IADIS Press.*





# **Bilaga A**

## **Energisimulering**



## Offentliga fastigheter

Samarbetet Offentliga fastigheter består av organisationer som förvaltar många av Sveriges offentliga fastigheter. Tillsammans förvaltar vi skolor, myndighetsbyggnader, försvarsfastigheter, sjukhus och fängelser. I vårt nätverk finns en enorm bredd, inte bara av olika slags fastigheter utan också i form av olika slags erfarenheter. För att ta tillvara och utveckla vår breda kompetens har vi gått samman i Offentliga fastigheter.

Vi bedriver gränsöverskridande utvecklingsprojekt som bygger upp och sprider kompetens samt effektiviserar och förbättrar förvaltningen av våra gemensamma fastigheter. Projekten ska vara angelägna och väcka nya tankar. De ska visa på inspirerande exempel och erbjuda praktiska verktyg. Med andra ord projekt som inte bara gynnar oss själva utan också kan hjälpa och vägleda många fler.

Bakom Offentliga fastigheter står Sveriges Kommuner och Regioner, Fortifikationsverket och Samverkansforum genom Statens fastighetsverk och Specialfastigheter.

Mer information hittar du på [www.offentligafastigheter.se](http://www.offentligafastigheter.se)

## Indata grundfall

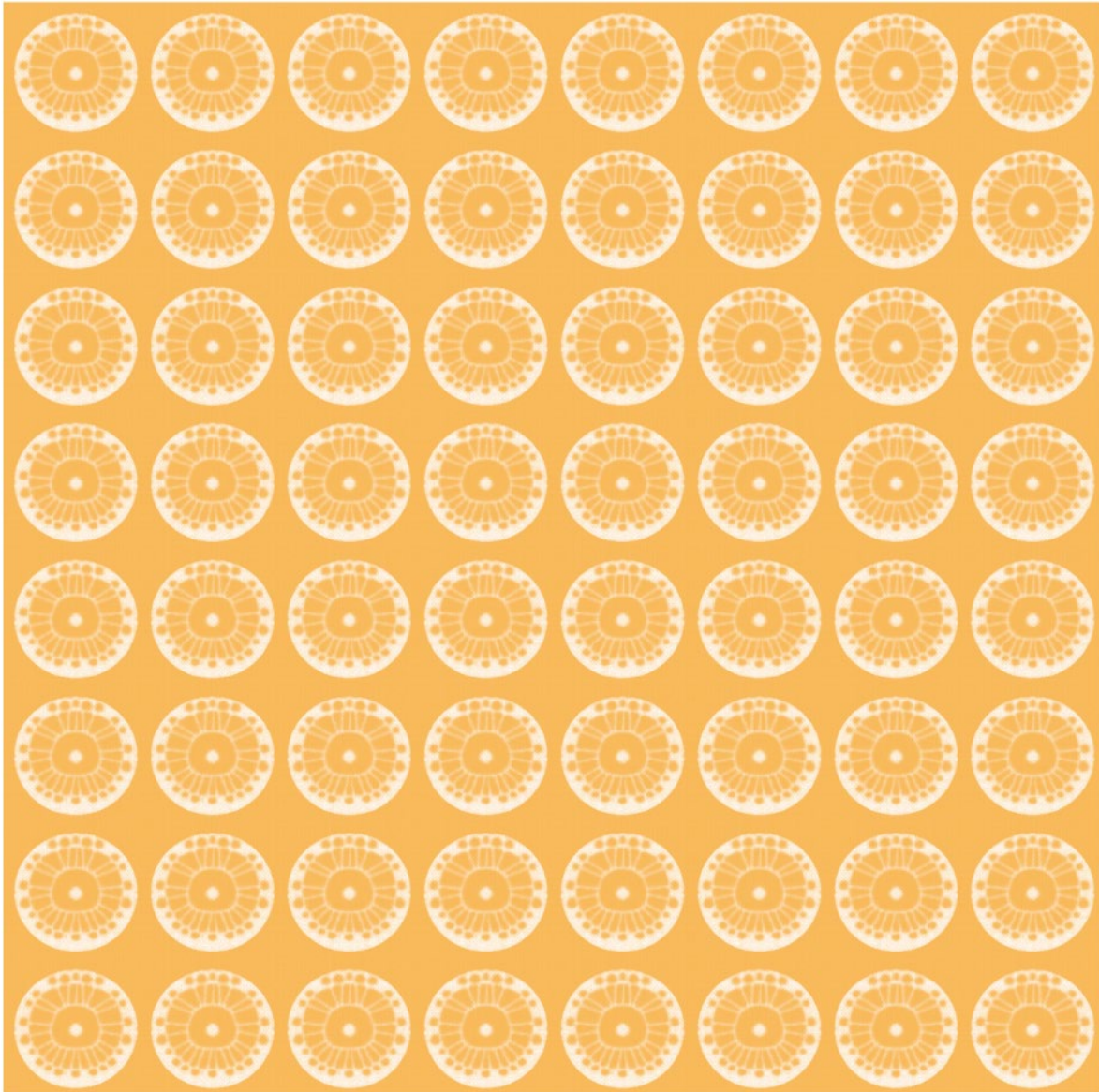
Indata enligt Boverkets BEN 2, tabell 2:6 *Brukarindata för grund- och gymnasieskolor* för innetemperatur, solavskärmning, tappvarmvattenanvändning och internlast är använda i beräkningarna, förutom värmeavgivning från personer (antal elever). Övriga indata presenteras i tabellen nedan.

Indata	Värde	Kommentar
Värmeförsörjning	Fjärrvärme	Antaget
Inblåsningstemperatur luft	18°C	Antaget
U-värde, yttervägg	0,23	Antaget
U-värde, tak	0,17	Antaget
U-värde, golv mot mark	0,2	Antaget, exklusive markens tröghet
U-värde, fönster	1,0	Antaget
g-värde, fönster	0,55	Antaget
Infiltration	0,3 l/(s*m <sup>2</sup> utvändig yta)	Vinddriven vid tryckskillnad 50 Pa
Vindprofil	Tätort (ASHRAE 1993)	Antaget
Köldbryggor	20 %	Schablon
SFP ventilationsaggregat	1,5	Antaget
VVX verkningsgrad	80 %	Antaget
COP komfortkyla	3	Antaget
Klimatfil	Stockholm Arlanda (IW2)	Antaget
Effekt bärbar dator	50 W	Antaget
Värmetillägg slussar/vädning	4 kWh/m <sup>2</sup>	BEN 2
Övrig fastighetsel	3 kWh/m <sup>2</sup>	Antaget
Pumpar	2 kWh/m <sup>2</sup>	Antaget
Hiss	5500 kWh/år, hiss	Sveby brukarindata Kontor

### Internlaster och ventilationsschema för de olika scenarierna

I tabellen nedan presenteras antalet timmar per dag, samt antalet veckor per år, som personer beräknas vistas i byggnaden och belysning samt utrustning som är igång. Även drifttider för ventilation presenteras.

Personvärme	Schema (h/d/v)	Källa
Grundfall	6/5/44	BEN 2
Ökat lokalnyttjande	9/5/50	Antagen ändring
Ökad digitalisering	6/5/44	BEN 2
Belysning	Schema (h/d/v)	Källa
Grundfall	10/5/44	BEN 2
Ökat lokalnyttjande	11/5/50	Antagen ändring
Ökad digitalisering	10/5/44	BEN 2
Utrustning	Schema (h/d/v)	Källa
Grundfall	10/5/44	BEN 2
Ökat lokalnyttjande	11/5/50	Antagen ändring
Ökad digitalisering	10/5/44	BEN 2
Drifttid ventilation	Schema (h/d/v)	Källa
Grundfall	10/5/44	Antaget
Ökat lokalnyttjande	11/5/50	Antaget
Ökad digitalisering	10/5/44	Antaget



## **Bilaga B**

# **Fotgängarsimulering**



## Offentliga fastigheter

Samarbetet Offentliga fastigheter består av organisationer som förvaltar många av Sveriges offentliga fastigheter. Tillsammans förvaltar vi skolor, myndighetsbyggnader, försvarsfastigheter, sjukhus och fängelser. I vårt nätverk finns en enorm bredd, inte bara av olika slags fastigheter utan också i form av olika slags erfarenheter. För att ta tillvara och utveckla vår breda kompetens har vi gått samman i Offentliga fastigheter.

Vi bedriver gränsöverskridande utvecklingsprojekt som bygger upp och sprider kompetens samt effektiviserar och förbättrar förvaltningen av våra gemensamma fastigheter. Projekten ska vara angelägna och väcka nya tankar. De ska visa på inspirerande exempel och erbjuda praktiska verktyg. Med andra ord projekt som inte bara gynnar oss själva utan också kan hjälpa och vägleda många fler.

Bakom Offentliga fastigheter står Sveriges Kommuner och Regioner, Fortifikationsverket och Samverkansforum genom Statens fastighetsverk och Specialfastigheter.

Mer information hittar du på [www.offentligafastigheter.se](http://www.offentligafastigheter.se)

# Fotgängarsimuleringar

## Simuleringstyper

### Ankomst

Simulering där alla barn anländer via huvudentrén samtidigt och fortsätter direkt till sina respektive klassrum

### Lunch

Simulering där alla barn lämnar sina respektive klassrum vid en viss tid enligt schema (måndag), fortsätter till matsalen, äter lunch i en halvtimme och sedan lämnar skolan via huvudentrén.

### Hemgång

Simulering där alla barn lämnar sina respektive klassrum samtidigt och lämnar via huvudentrén.

"Hemgång" och "ankomst" simuleringar genomfördes för alla de tre skolorna. "Lunch" - simuleringar genomfördes också med Glömstaskolan och Skapaskolan. För Duvedsskolan var det bara 2:a och 3:e våningarna som simulerades då ingen av dem hade en mathall. Som ett resultat av detta gjordes ingen "Lunch"-simulering på grund av tidsbegränsningar och komplexiteten i att simulera en tredje våning.

## Kartförklaring

Bilderna visar resultaten av simuleringen i form av en värmekarta.

### Cumulative High Density (CHD)

Denna karta visar hur länge olika områden på en plats har registrerade tätheter större än en specificerad gräns. Färgområdet representerar tiden. Kartan liknar en "temperatur" -karta: områden som har upplevt hög densitet under en lång tid verkar röda, de som har upplevt kortare täthetsperioder verkar blå.

Denna karta används bäst för att identifiera "hot spots" på en plats: områden där höga nivåer av täthet upprätthålls. Det ställer frågorna "skapar denna design ständigt obekväma publiktätheter?" Och "bör det ändras för att lindra dessa problem?"

### Cumulative Maximum Density (CMD)

Dessa kartor visar de maximala nivåerna för densitet som är registrerad i ett område från början av uppspelning till nuvarande ögonblick. De används vanligtvis i kombination med värdegränser som motsvarar allmänt använda servicenivåer.

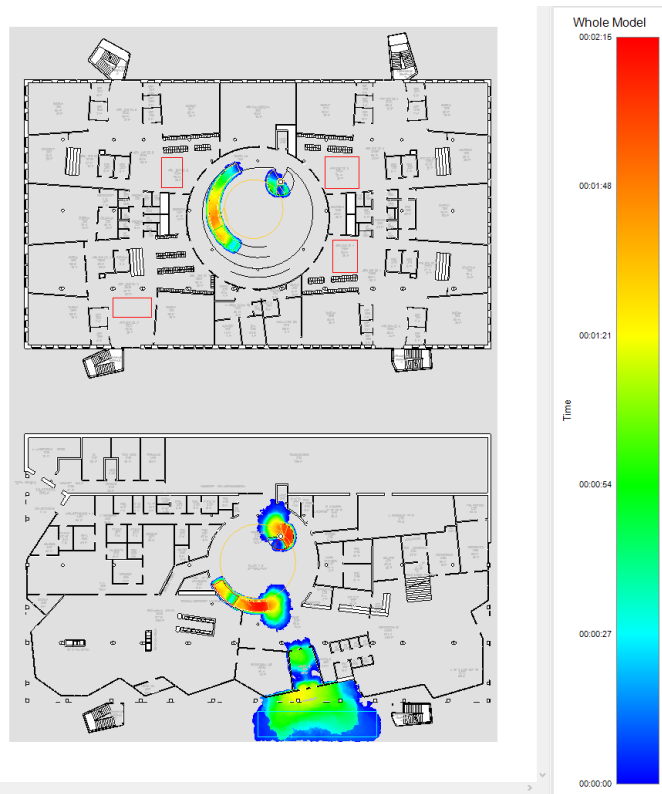
De används bäst för att mäta prestanda på en plats mot förutbestämda standarder eller krav såsom "den genomsnittliga densiteten i en rymdenhet får inte överskrida Fruins servicenivå x", osv.

### Space Utilisation (SU)

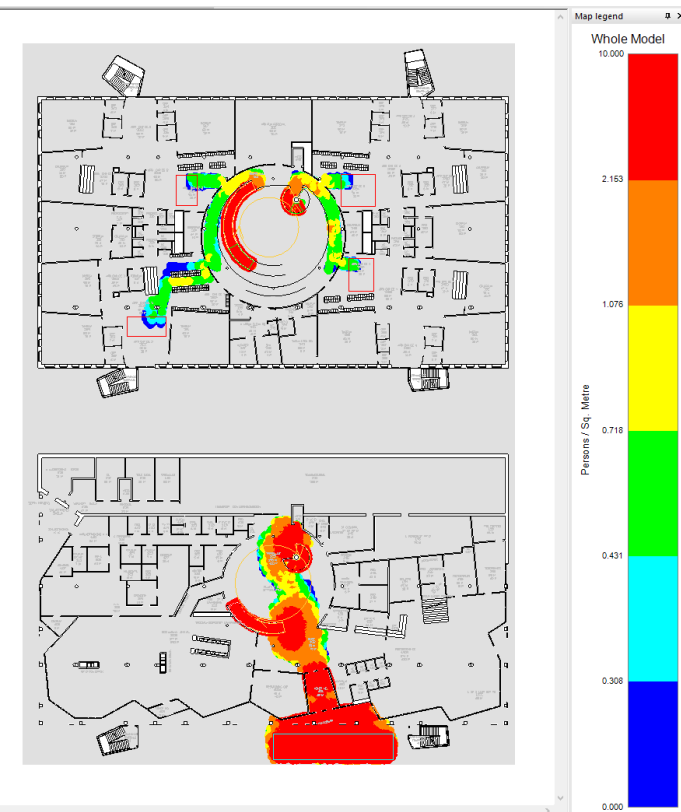
Kartan för rymdanvändning visar hur mycket utrymme som används på en webbplats. Den registrerar platsen för varje steg i varje enhet under simuleringens varaktighet. Du kan tänka på detta som en ren golvyta som blir långsamt mörkare i förhållande till användningen: hårt använda områden är vanligtvis röda, lätt använda områden, blå. Områden i simuleringen som inte används förblir vita.

# Glömstaskolan

## Ankomstsimuleringar

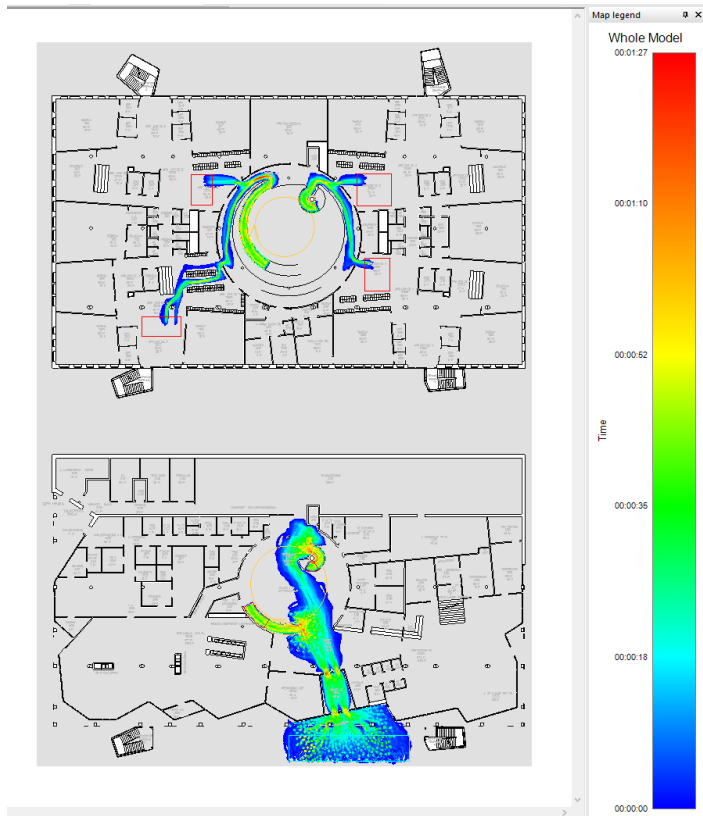


Cumulative High Density karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan



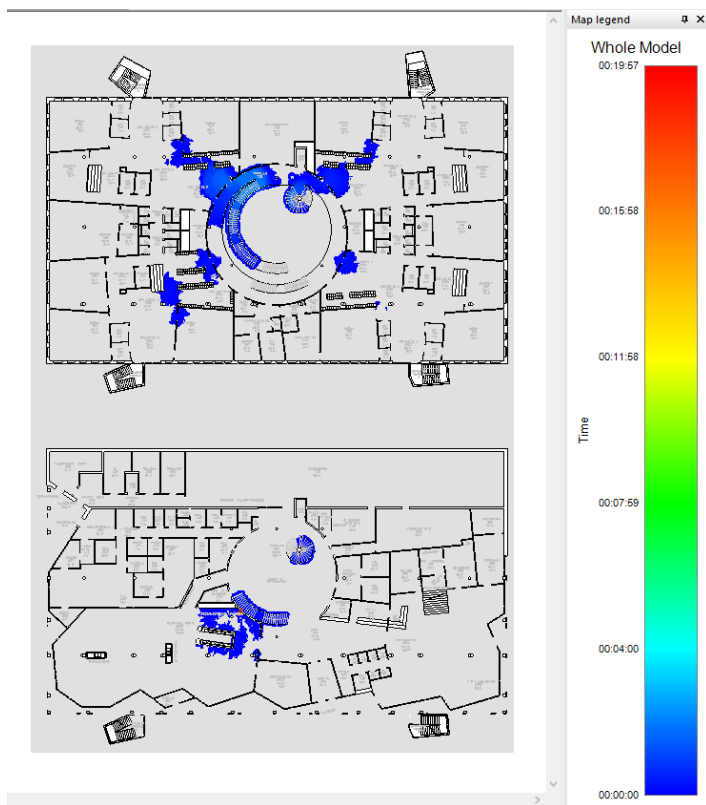
Cumulative Mean Density karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan



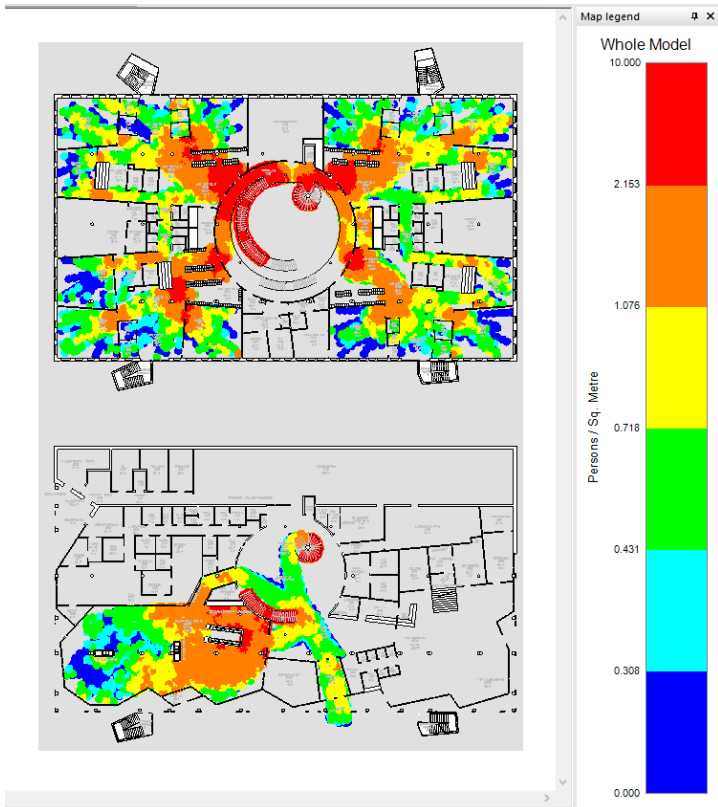


Space Utilization karta, ankomstsimulering, Glömstaskolan

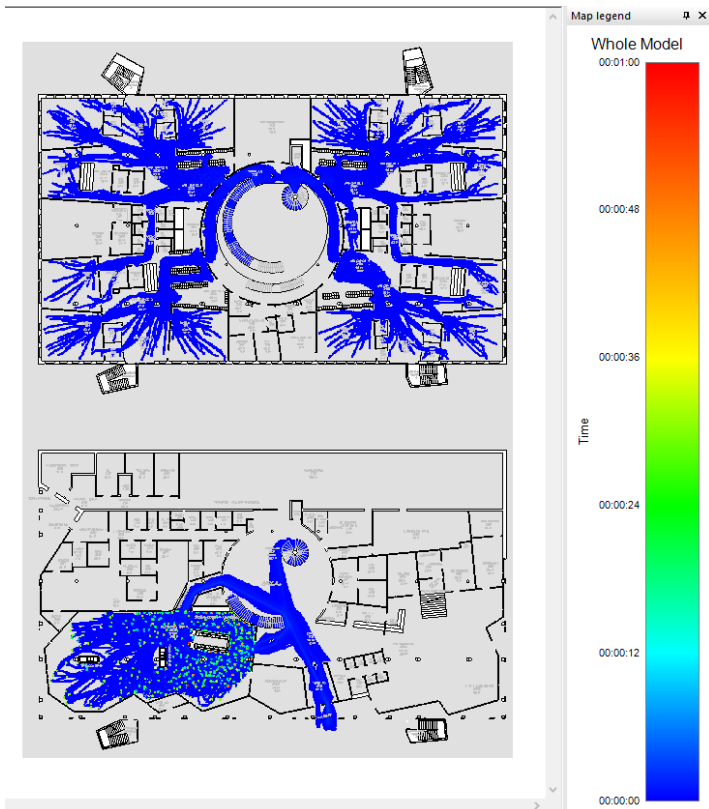
## Lunchsimuleringar



Cumulative High Density karta, lunchsimulering, Glömstaskolan

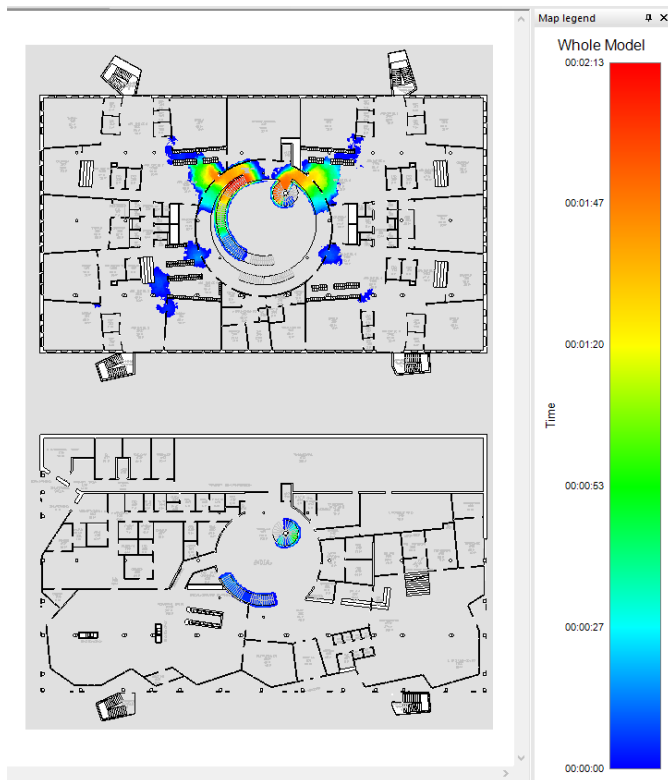


Cumulative Mean Density karta, lunchsimulering, Glömstaskolan

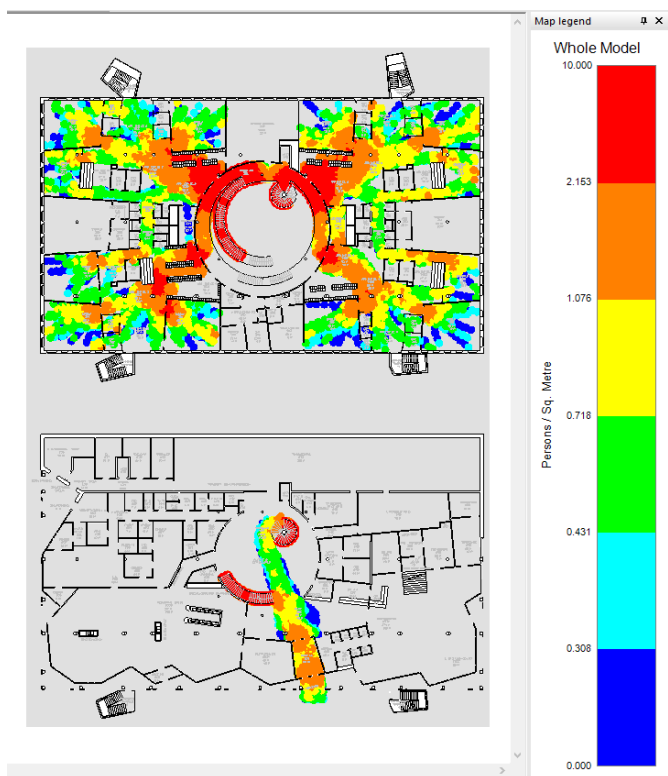


Space Utilisation karta, lunchsimulering, Glömstaskolan

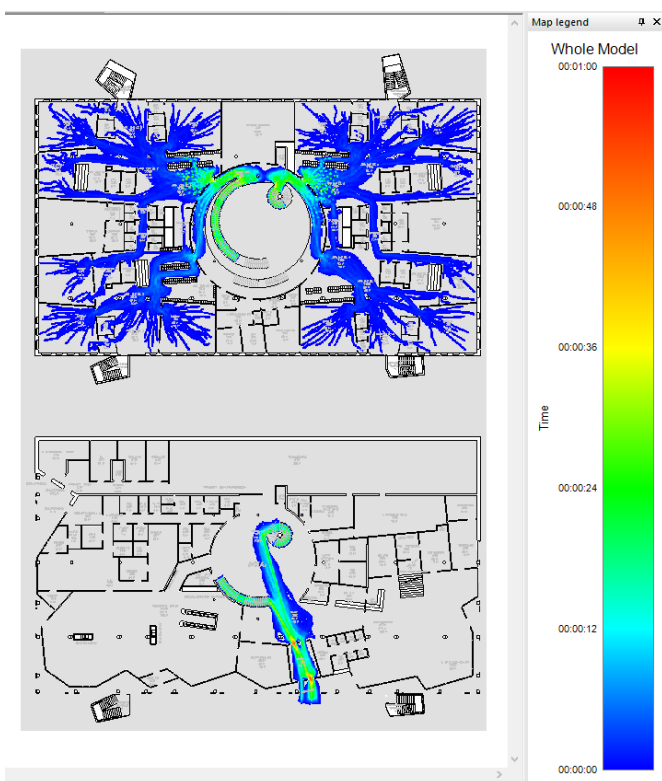
# Hemgångssimuleringar



Cumulative High Density karta, hemgångssimulering, Glömstaskolan



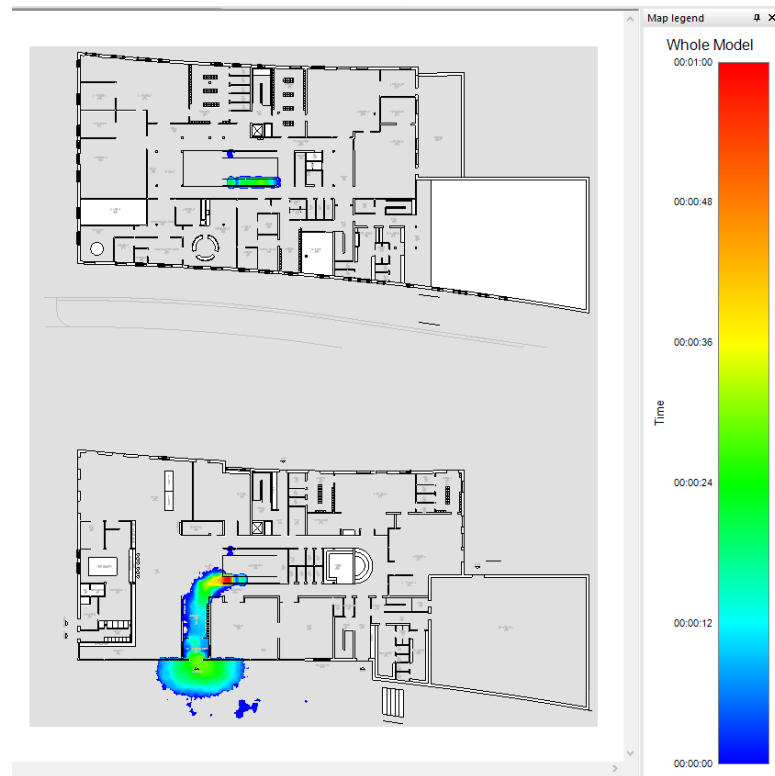
Cumulative Mean Density karta, hemgångssimulering, Glömstaskolan



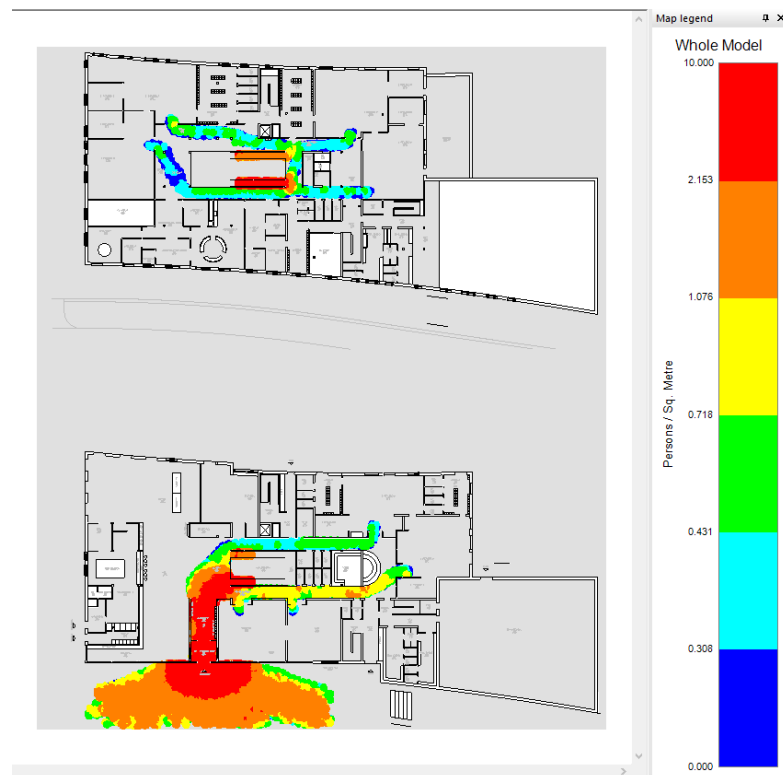
*Space Utilisation karta, hemgångssimulering, Glömstaskolan*

# Skapaskolan

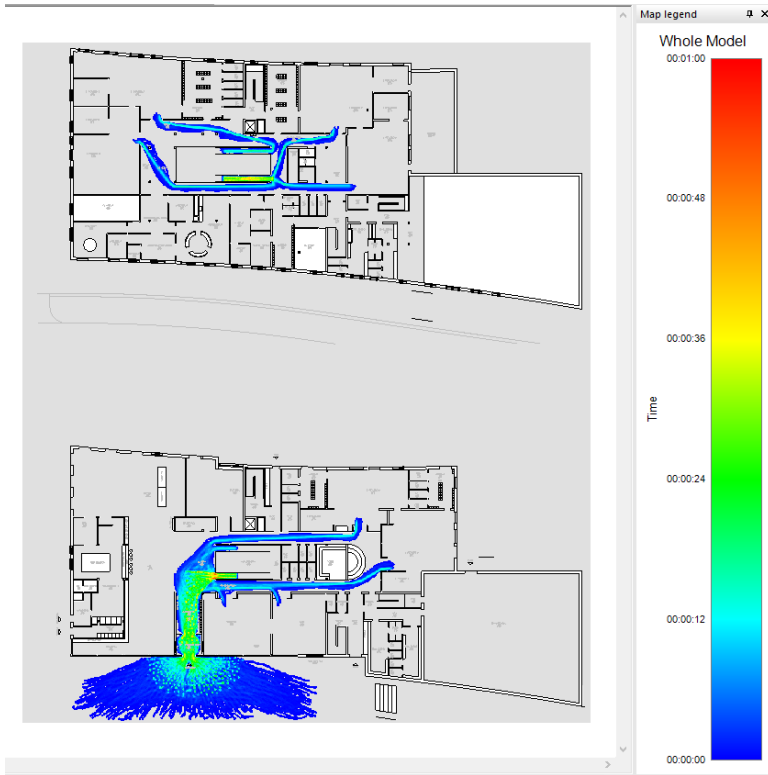
## Ankomstsimuleringar



Cumulative High Density karta, ankomstsimulering, Skapaskolan

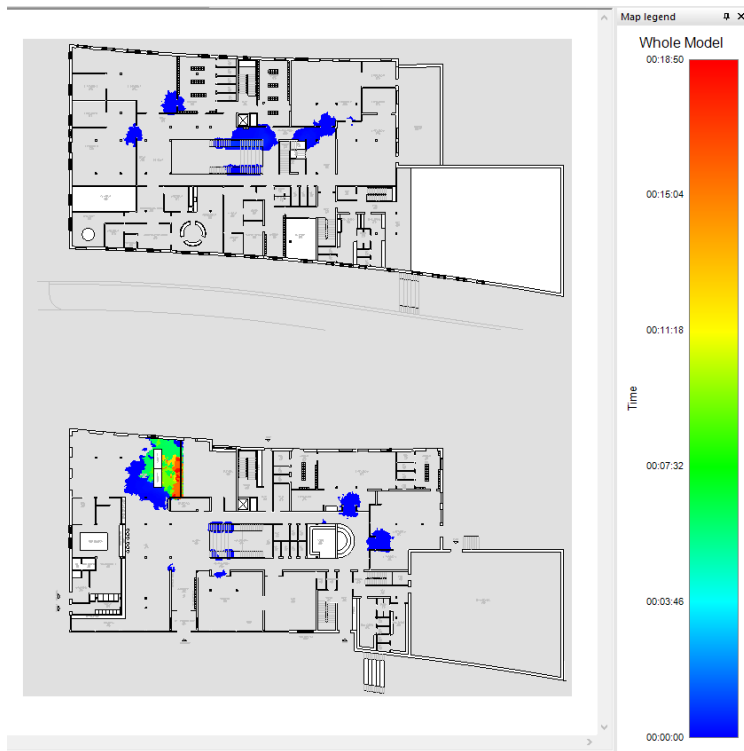


Cumulative Mean Density karta, ankomstsimulering, Skapaskolan

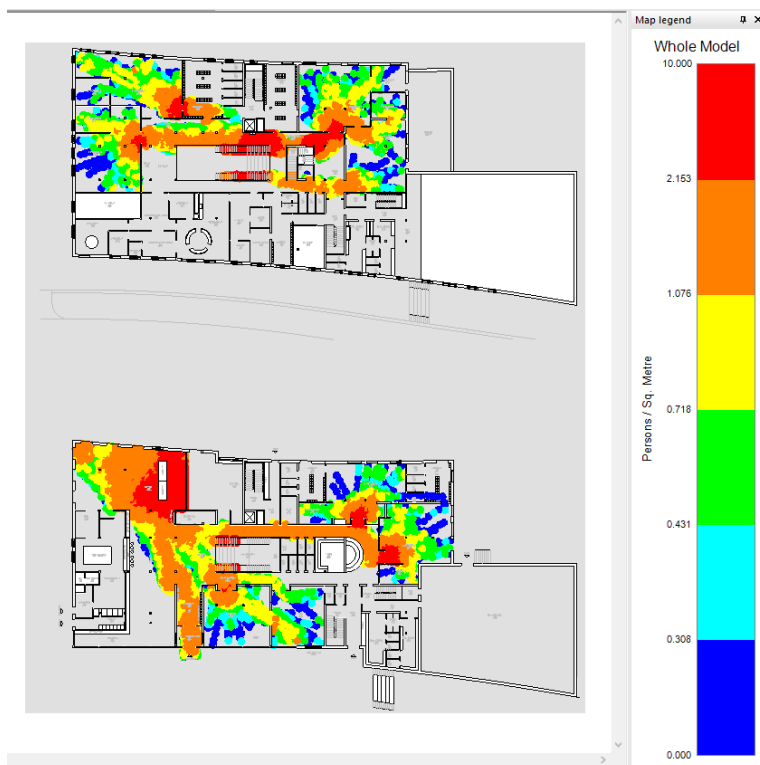


*Space Utilisation karta, ankomstsimulering, Skapaskolan*

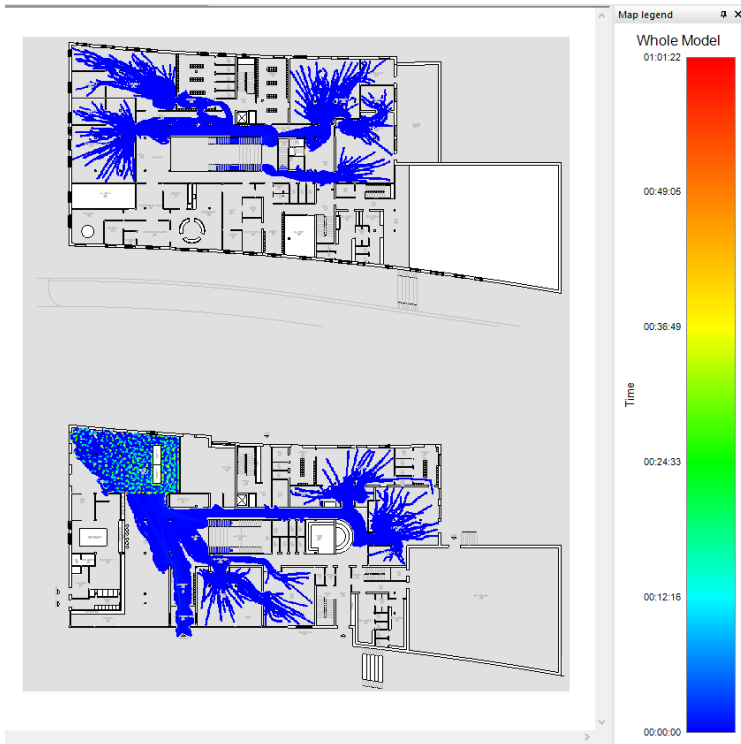
# Lunchsimuleringar



Cumulative High Density karta, lunchsimulering, Skapaskolan

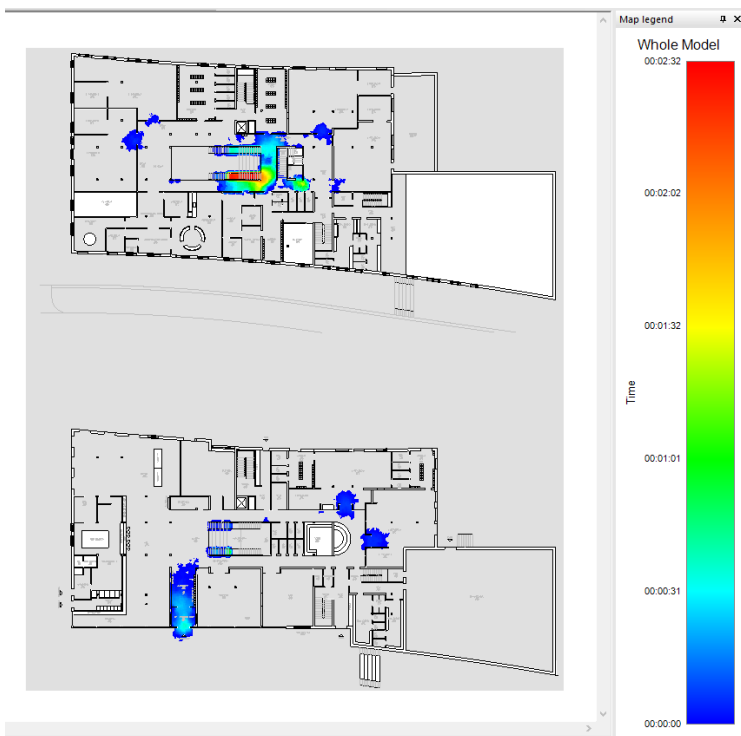


Cumulative Mean Density karta, lunchsimulering, Skapaskolan



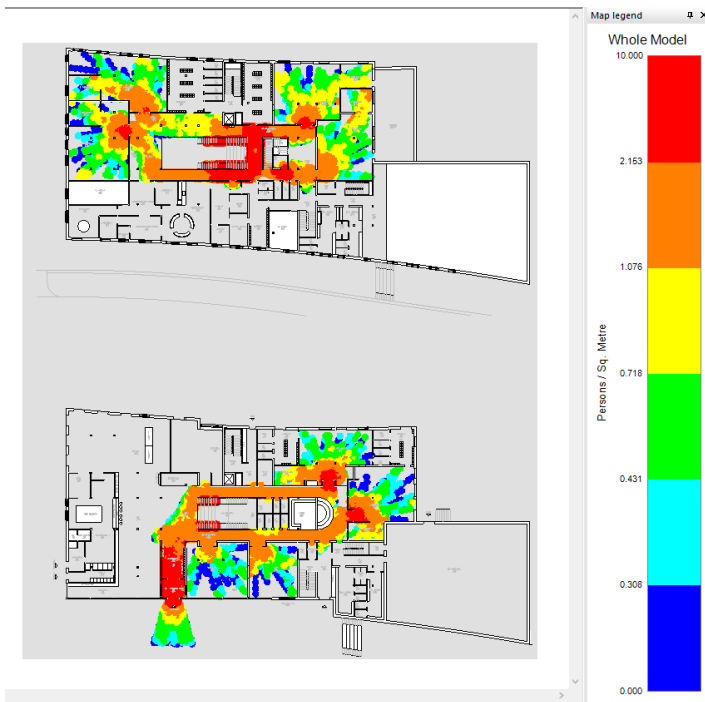
*Space Utilisation karta, lunchsimulering, Skapaskolan*

## Hemgångssimuleringar

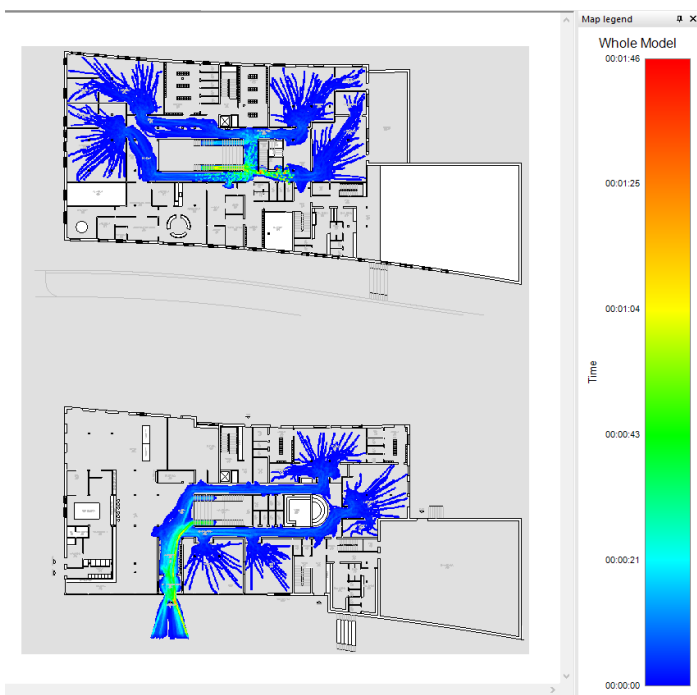


*Cumulative High Density karta, hemgångssimulering, Skapaskolan*





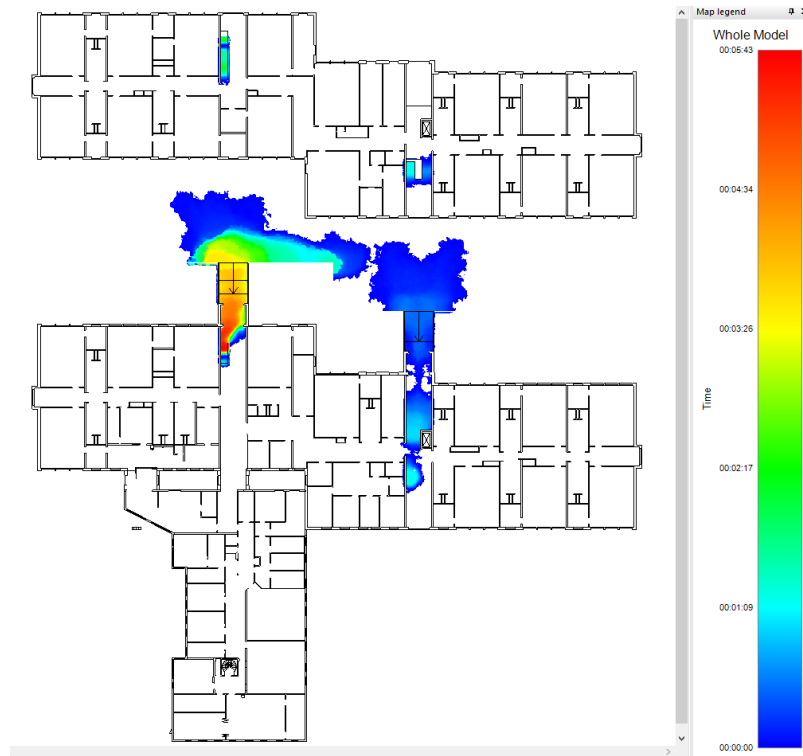
*Cumulative Mean Density karta, hemgångssimulering, Skapaskolan*



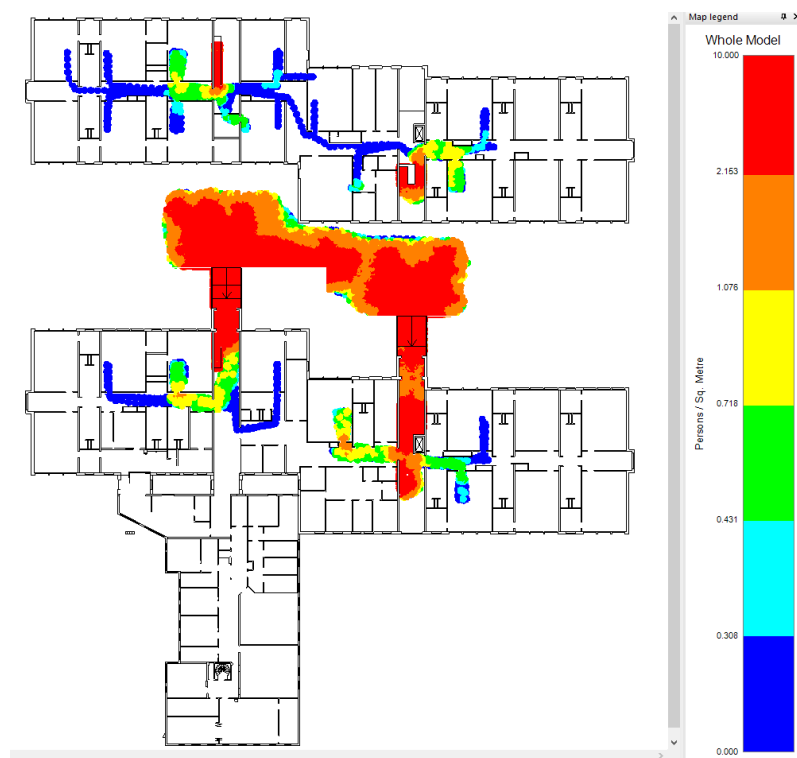
*Space Utilisation karta, hemgångssimulering, Skapaskolan*

# Duvedsskolan

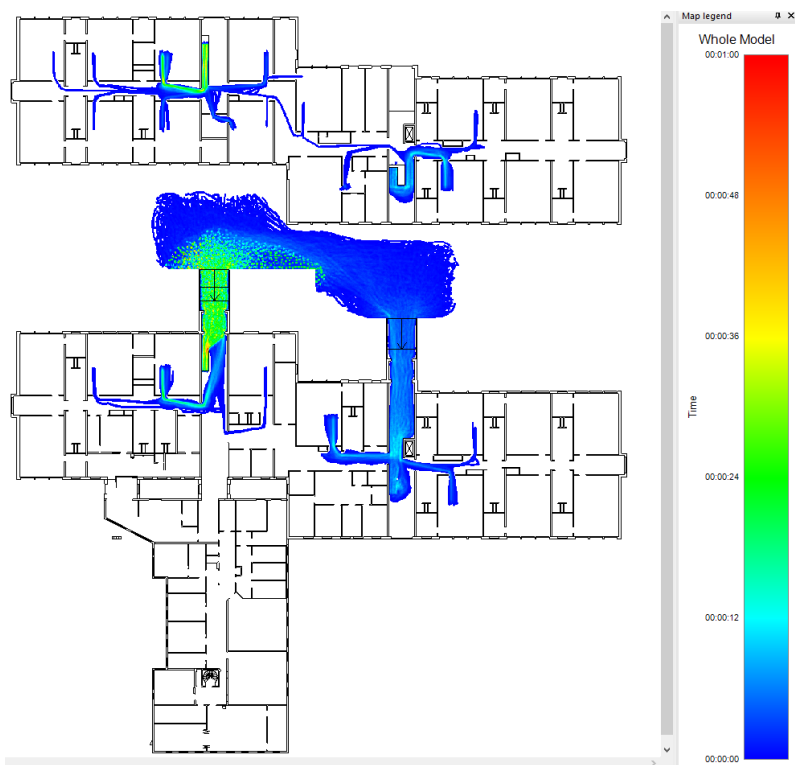
## Ankomstsimuleringar



Cumulative High Density karta, ankomstsimulering, Duvedsskolan

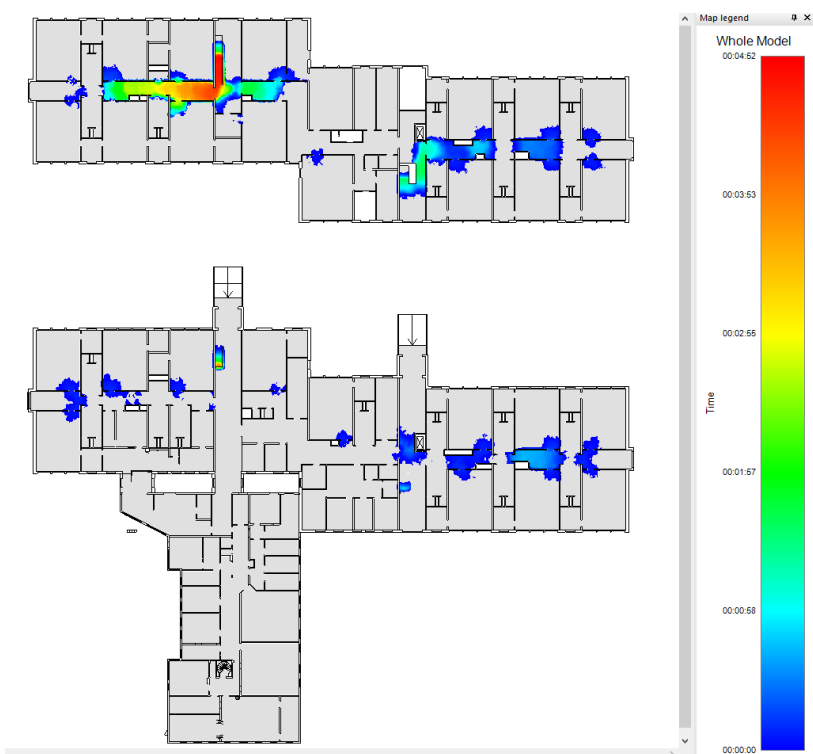


Cumulative Mean Density karta, ankomstsimulering, Duvedsskolan

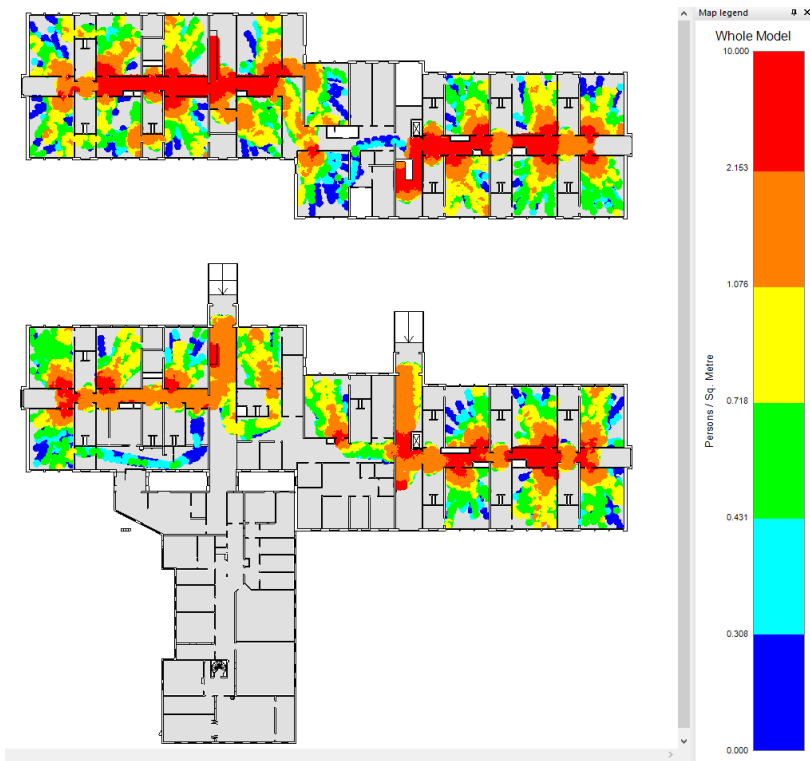


Space Utilisation karta, ankomstsimulering, Duvedsskolan

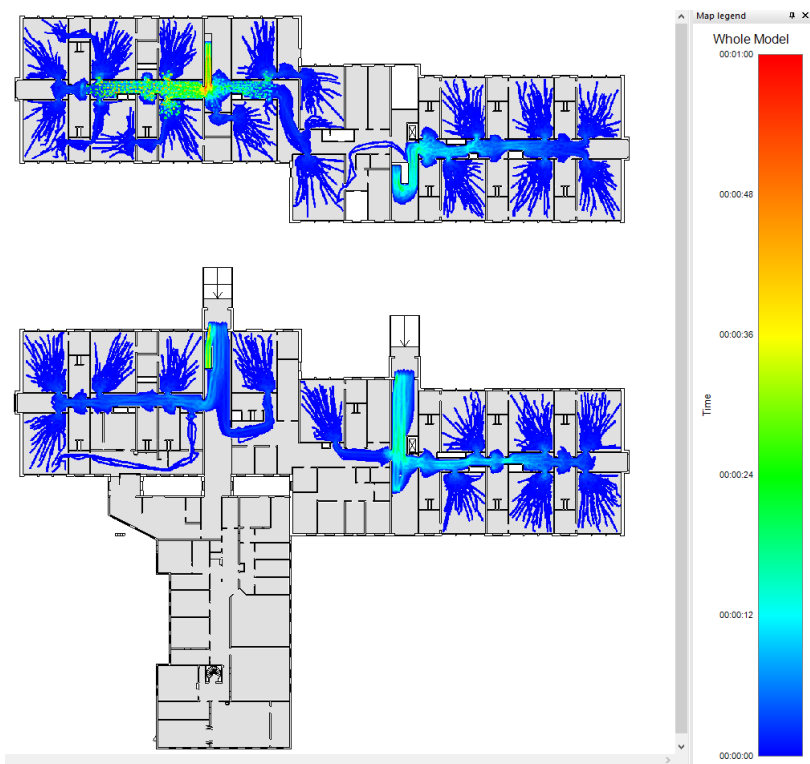
### Hemgångssimuleringar



Cumulative High Density karta, hemgångssimulering, Duvedsskolan



Cumulative Mean Density karta, hemgångssimulering, Duvedsskolan



Space Utilisation karta, hemgångssimulering, Duvedsskolan

# Hur påverkas lokaler av verksamheters digitalisering?

## – Fokus lärmiljöer

Den digitala utvecklingen inom pedagogiken kan ha fått en skjuts framåt av den pandemi som drabbade världen våren 2020. Men, vi ser alltjämt att man undervisar på samma sätt, fast med inslag av digitala verktyg. Den data som sensorer i fastigheter ger kan användas mer: dels ur ett drift- och förvaltningsperspektiv, dels pedagogiskt. Den smarta skolbyggnaden och lärmiljön är ett sätt att optimera resurshushållningen ur såväl ett ekonomiskt, ekologiskt som socialt perspektiv. Från skalskydd ned till klassrummet och lärsituationen. Det är viktigt att förstå och se sambanden.

Svaret på hur man bygger rätt och hållbart i framtiden är mångtydigt, men i rapporten finns underlag och analysmetoder för hur en fastighetsägare kan koppla på tvärvetenskapligt kunnande och basala krav kopplat till byggnaden och dess digitala tvilling (BIM-modellen) som svarar upp mot digitaliseringen. Sensorteknik och AI är, och kommer att vara, en tillgång i såväl ett drift- och förvaltningsperspektiv som för det pedagogiska arbetet framöver.

Rapporten avhandlar funktionalitet, pedagogik, utmaningar och möjliga framtida analysverktyg genom BIM, parametrisk design och simuleringar.

Upplysningar om innehållet  
Saija Thacker, saija.thacker@skr.se

© Sveriges Kommuner och Regioner, 2020  
ISBN: 978-91-7585-885-2  
Text: SWECO  
Illustration/foto: SWECO  
Produktion: SKR