

Fastighet: **Torslandaskolan**
 Fastighetsägare: **Göteborgs Stad Lokalförsörjningen**
 Konsulter: **Bengt Dahlgren AB**



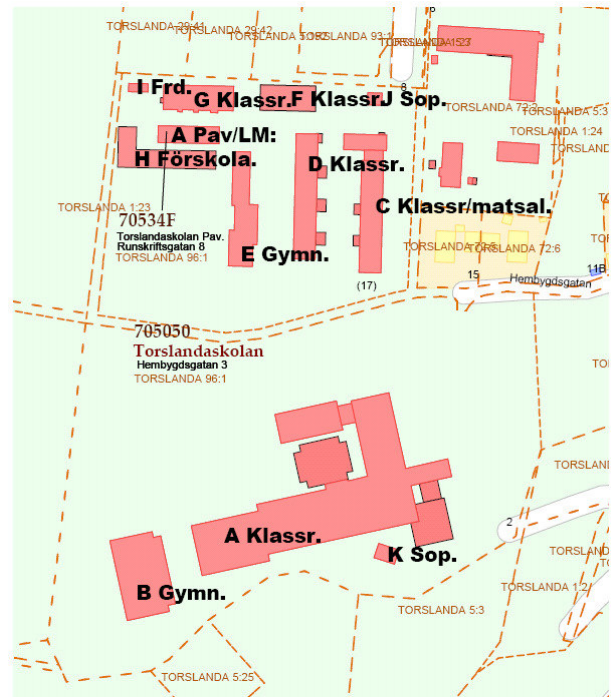
Totalskolor Etapp 1
 Val av energieffektiviserande åtgärder

Fastigheten

Byggår 1967.
Area: 8 byggnader, total area 11.200 m² A_{temp}
 Byggnad A Pav/LM har rivits. Samma planeras för norra delen av byggnad C (storkök/matsal).
 De mindre förråden/ sophusen I, J och Kingår inte heller.
Verksamhet: F – 9 skola, fritidshem idrottshallar, slöjdsalar (trä/textil) och matsal med tillagningskök.

Fastigheten ligger i stadsdelen Torslanda på Hisingen i Göteborg. Alla byggnader utom byggnad H är från 1967. Byggnad H är från 1990-talet.
 Husen är enplansbyggnader, ibland med källare, samt vanligen med aggregatrum på vinden.

Skolan värms huvudsakligen via en värmekulvert som försörjs från hus A via en pelletspanna (ca 75 % av värmen) som kompletteras med en naturgaspanna.
 Byggnaderna F och G är värmda via direktel. Dessutom används under sommartid husegna elpannor (hus A och B) för varmvattenberedning.



Krav

Inneklimatkrav

Termiskt inneklimat

LF kräver vid dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) en innetemperatur om minst 20°C i skolsalar och uppehållsrum samt minst 21°C i kontor. I korridorer och kapprum krävs minst 17°C. Natttemperaturerna i rum bör vara kring 16-17°C. På morgonen får rumstemperaturen inte understiga 18°C i skollokaler och 19°C i förskolelokaler.

Maximal tilluftstemperatur är 18°C och maximal lufthastighet i vistelsezonen är 0,15 m/s.

Lufikvalitet

LF kräver maximalt 1.000 ppm koldioxidhalt i alla, av människor använda, lokaler som inte är sammanträdesrum. Detta motsvarar i fortvaraktighetstillstånd ett uteluftsflöde om ca 8 liter per sekund och vuxen person vid ca 400 ppm koldioxidhalt utomhus.

Konsulten har bedömt att de befintliga uteluftsflödena är tillräckliga varför inget uppdriftningsförslag på ventilationssystemet har föreslagits.

De uppmätta uteluftsflödena per byggnad är:

Hus A	2,7 l/(s.m ²)
Hus B	0,7 l/(s.m ²) (gymnastiskal)
Hus C	2,0 l/(s.m ²)
Hus D	1,7 l/(s.m ²)
Hus E	1,5 l/(s.m ²) (gymnastiskal)
Hus F	2,7 l/(s.m ²) (förskola)
Hus G	1,8 l/(s.m ²) (förskola)
Hus H	1,6 l/(s.m ²) (förskola)

Ljus, ljud och belysning

Normalt rekommenderar LF moderna belysningsystem med närvarostyrning i form av frånvarosläckning via närvarogivare.

Fastighetens nuvarande klimatsystem

Byggnader

Byggnadsskalen består av träregelväggar med 90 till 170 mm isolering. På vinden är isoleringen ca 200 mm. De flesta byggnaderna saknar isolering av grunden men de flesta husen har ursprungliga kopplade tvåglasfönster fönster men även nyare 2+1 glasfönster förekommer. Dessutom finns fönster med treglas isolerrutor.

Värmesystem, värmeförsörjning

Hela skolan värms med pellets, naturgas och elenergi. De flesta byggnaderna är sammankopplade via en värmekulvert.

Pelletspanna, naturgaspanna och vattenburet värmesystem:

Hus A, B, C, D, E och H

Direktelvärmda:

Hus F och G. Har även direktelbatterier till

luftbehandlingsaggregaten

Byggnad A har uppvärmning via fönsterapparater (original) medan övriga byggnader med vattenburet värmesystem har radiatorer.

Energi

Endast hela skolans elanvändning mäts via en totalemätare. Detta innebär att LF:s schablon för summan av verksamhetsel (hyresgästel) och fastighetsel delvis har använts. Dessutom mäts tillförd naturgas och avgiven värme från pannorna. Detta innebär att varje byggnads energianvändning för uppvärmning, varmvatten samt verksamhetsel och fastighetsel har beräknats.

Uppmätt energianvändning år 2008

I elenergin inkluderas verksamhetsel och fastighetsel. Energi till storkök/matsal i den rivna delen av Hus C har borträknats.

	Värme+elvärme kWh/(år·m ²) A _{temp}	Övrig el kWh/(år·m ²) A _{temp}	Totalt MWh/år
Hus A	104	63	1 037
Hus B	64	41	172
Hus C	99	52	110
Hus D	134	49	131
Hus E	103	48	87
Hus F	73	62	49
Hus G	76	54	53
Hus H	41	28	53
Kulvertförlust			119
Restpost			168
Totalt			1 980

Denna energi fördelas enligt beräkningar på följande användningsområden:

	MWh/år	
Övrig el (fast+verksam)	166	8 %
Kulvertförluster	120	6 %
Storkök	79	4 %
Tappvarmvatten	66	3 %
Ventilation (driftel)	181	9 %
Ventilation (värme)	306	15 %
Radiatorvärme	691	35 %
Belysning	209	11 %
Restpost	161	9 %
Totalt	1 980	

Ventilation

Alla hus har balanserad ventilation, vanligen med värmeåtervinning och normalt med flera aggregat per hus. Av totalt 20 luftbehandlingsaggregat saknar endast 4 värmeåtervinning, därav ett för storköket i hus A. De största aggregaten har följande uteluftsflöden enligt OVK-protokoll och mätningar genomförda av konsulten:

Hus A	LB01-LB06 Skolsalar, storkök	16,89 m ³ /s
Hus B	LB08 Gymnastiksal	1,16 m ³ /s
Hus C	LB01, LB05-06, Skolsalar	2,69 m ³ /s
Hus D	LB04, LB12, Skolsalar	1,35 m ³ /s
Hus E	LB03-03, Gymnastiksal	0,87 m ³ /s
Hus F	LB07-08, LB10-11, Förskola	1,01 m ³ /s
Hus G	LB09, Förskola	0,74 m ³ /s
Hus H	LB12, Förskola	0,90 m ³ /s

Belysning

I alla byggnaderna finns moderna belysningsystem med främst lysrörsarmaturer, typ T8. Hus A och hus H har delvis nya belysningsystem med T5 lysrör och högfrekvensdon.

I alla hus med skolsalar, förutom Hus C, finns manuell knäpptändning och "frånvarosläckning" via närvarodetektorer av belysningen.

I gymnastiksalarna tänds även belysningen via närvarodetektorer (ca 23 W/m²).

Installerad belysningseffekt är ca 12-15 W/m² i skolsalar och grupprum, samt ca 7-8 W/m² i korridorer.

Fastighetens status före åtgärder

Enligt BELOK:s riktlinjer skall endast energiåtgärder som motsvarar en energieffektivisering byggnadens energianvändning tas med i projekten. Därmed kan värmepumpslösningar för de två direktelvärmda

byggnaderna anses falla utanför åtgärdspaketet. Likaså faller solvärmte tappvarmvatten utanför åtgärdspaketet. Trots detta analyseras lönsamheten för dessa åtgärder.

Byggnader med vattenburet värmesystem har i regel äldre termostatventiler och kräver en ny injustering och nya termostatkroppar. Värmesystemen har tryckstyrda pumpar med frekvensomformare och med pumpstopp sommartid.

Luftbehandlingsaggregaten är i regel från 1990-talet. Undantag är fyra äldre aggregat med vätskekopplad

värmeåtervinning i hus A. I de två husen med direktvärme har även aggregaten direktvärmebatterier. De flesta aggregaten har specifika fläkteffekter mellan 2,3 till 3,2 kW/(m³/s). Fastigheten har ett något äldre överordnat styr- och övervakningssystem.

Identifierade åtgärder

Totalt identifierades 32 energieffektiviseringsåtgärder. Det är något tveksamt om dels värmepumpsåtgärderna i de direktvärmade byggnaderna, dels solvärmte varmvatten sommartid skall tillhöra åtgärdspaketet. Av

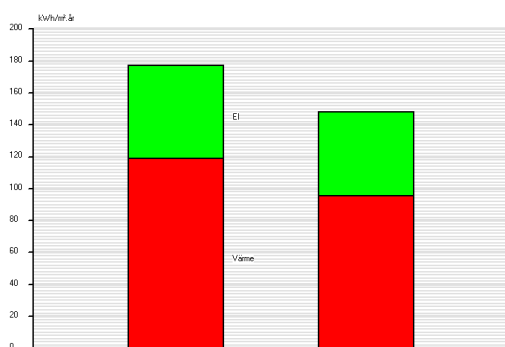
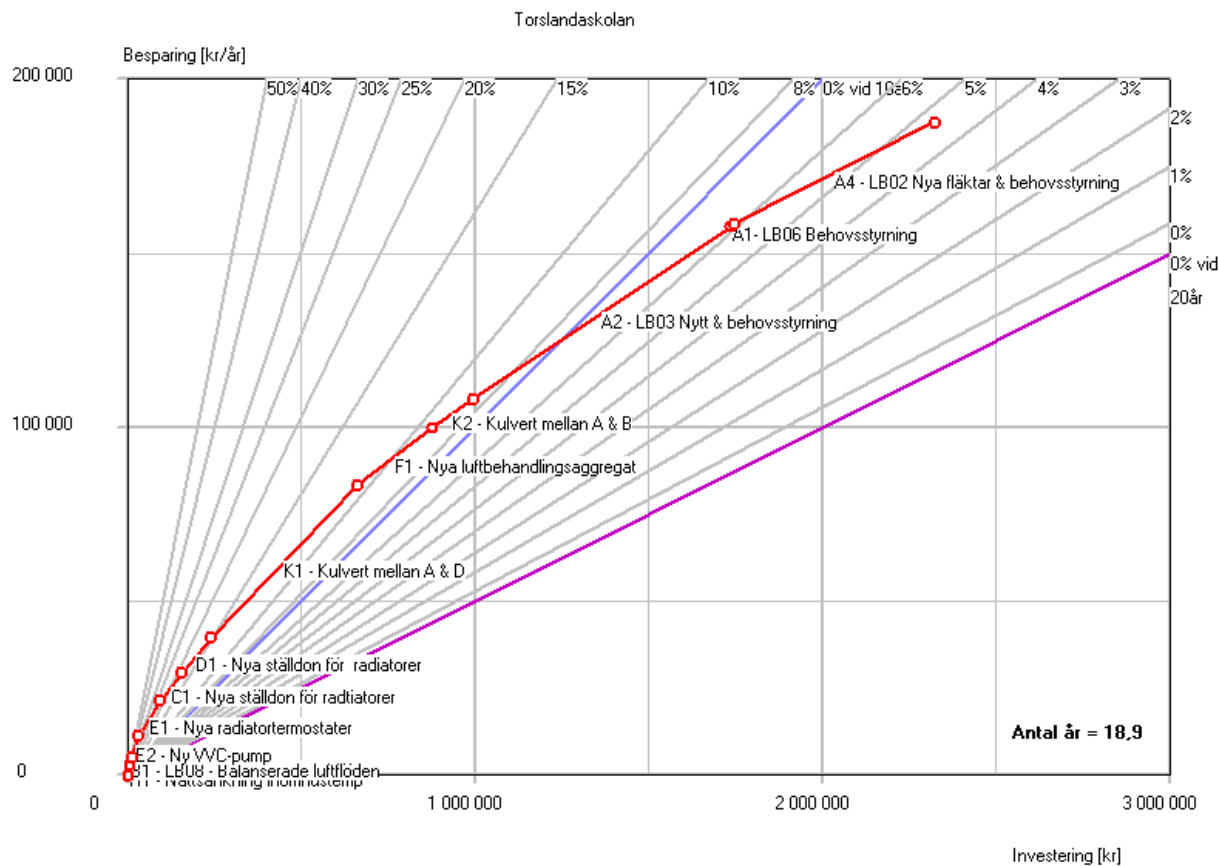
de 32 åtgärderna är 12 lönsamma, d.v.s. de faller inom åtgärdspaketets totala reala kalkylränta på 4 %. Åtgärdspaketets investeringsvägda brukstid är 18,9 år.

Nr	Åtgärder i lönsamhetsordning	Investering (merkostnad) kkr	Årlig Besparing kkr/år
	<i>Åtgärder i paketet som uppfyller lönsamhetsakravet</i>		
1	H1 – Nattsänkning av inomhustemperaturen	5,0	3,1
2	B1 – Balansera luftflödena i LB08	5,0	2,3
3	E2 – Installation av ny VVC-pump	21,0	6,0
4	E1 – Nya radiatortermostater	62,0	10,1
5	C1 – Nya ställdon till radiatorer	61,0	8,0
6	D1 – Nya ställdon till radiatorer	85,0	10,1
7	K1 – Ny kulvert mellan hus A och D	422,0	43,8
8	F1 – Nya luftbehandlingsaggregat	215,0	16,5
9	K2 – Ny kulvert mellan hus A och B	120,0	8,2
10	A2 – Behovsstyrning & nytt aggregat LB03	741,0	49,7
11	A1 – LB06 Behovsstyrning	10,0	0,7
12	A4 – Nya fläktar & behovsstyrning för LB02	576,0	29,2
	<i>Åtgärder som faller utanför det lönsamma paketet</i>		
13	A3 – Behovsstyrning & nya aggregat LB01 & LB04	2 192,0	97,2
14	B2 – Ny VVC-pump	10,0	0,5
15	G1 – Utluftsvärmepump VRF-system	674,0	28,4
16	F2 – Utluftsvärmepump VRF-system	413,0	17,0
17	E3 – Solvärme för tappvarmvatten	364,0	14,6
18	A6 – Nytt radiatorsystem	1 503,0	58,6
19	A5 – Solvärme för tappvarmvatten	151,0	5,1
20	B3 – Solvärme för tappvarmvatten	146,0	4,9
21	D2 – Behovsstyrning & nytt aggregat LB04	587,0	19,6
22	C2 – Behovsstyrning & nytt aggregat LB05	505,0	15,4
23	A7 – Behovsstyrning & nytt aggregat LB05	576,0	14,5
24	B4 – Tilläggsisolering av vind ovan trapphus	562,0	8,3
25	A8 – Tilläggsisolering av vind	562,0	8,3
26	A9 – Ersätta befintliga kopplade tvåglasfönster	2 113,0	28,0
27	C3 – Ersätta befintliga kopplade tvåglasfönster	238,0	3,1
28	E4 – Nytt ventilationssystem	621,0	3,9
29	D3 – Ersätta befintliga kopplade tvåglasfönster	358,0	3,4
30	A2 – Behovsstyrning & nytt aggregat LB03	741,0	49,7
31	D4 – Tilläggsisolering av tunna fasader	712,0	2,3
32	C4 – Tilläggsisolering av tunna fasader	478,0	1,5

Resultatet sammanställt

Som väntat är berör de lönsamma energiåtgärderna de tekniska systemen.
Behovsstyrning och nya luftbehandlingsaggregat faller inom åtgärds paketet i ett par fall men utanför i de flesta.

Genomförs exempelvis åtgärd 13, Nya LB01 och LB04 och behovsstyrning av blir hela pakets lönsamhet endast ca 2 %.



Staplarna visar energianvändningen före och efter energieffektiviseringsåtgärder. Den samlade energieffektiviseringen är knappt 17 % med en investering på ca 205 kr per m² A_{temp}

Referenser

Jönsson, Henrik, Hessam Tabrizi.

Energiutredning Totalskola Torslanda, Torslanda 96:1, Göteborg – Göteborgs Stad LFF. Bengt Dahlgren AB
Göteborg. 2009-10-26