



Warmterecuperatie

voor toepassingen met warme lucht en warm water

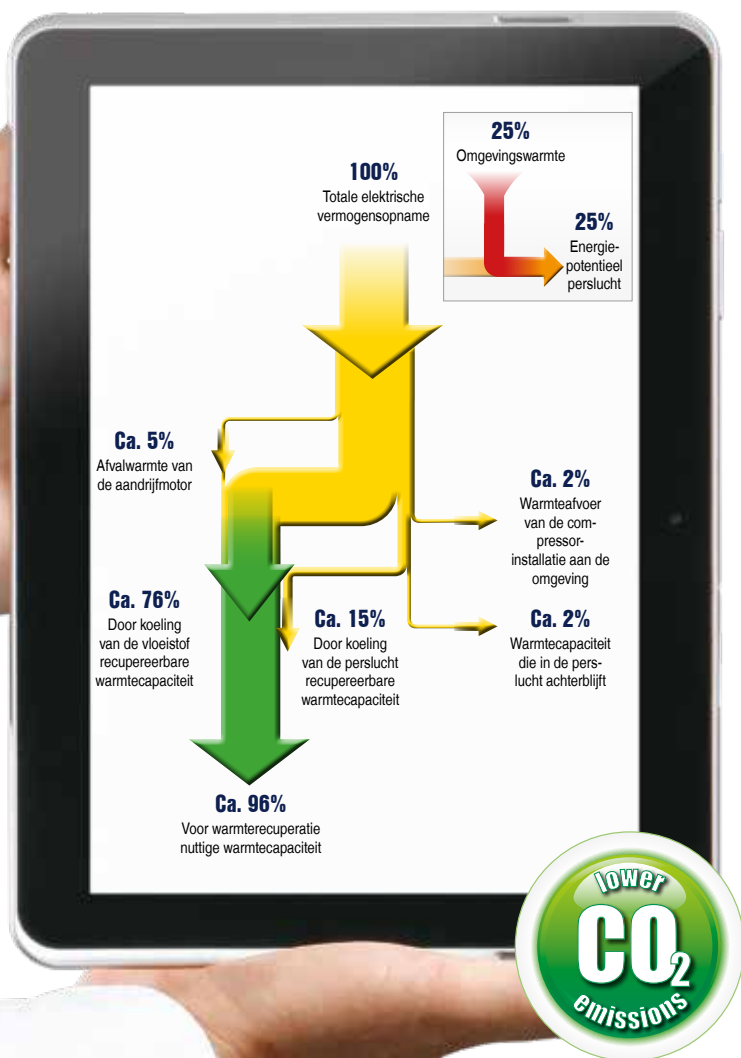
Waarom warmte recupereren?

Eigenlijk zou de vraag moeten zijn: waarom niet? Tenslotte zet iedere schroefcompressor de naar hem toegevoerde (elektrische) energie tot 100 procent om in warmte-energie.

Van deze energie kan tot wel 96 % worden teruggewonnen voor verwarmingsdoeleinden. Daardoor daalt het primaire energieverbruik en dat heeft een positieve invloed op de totale energiebalans.

Warmte in de compressor

Een schroefcompressor zet de toegevoerde elektrische aandrijfenergie voor 100 procent om in warmte-energie. Het warmtestroomdiagram (links) laat zien hoe deze energie in het compressorsysteem wordt verdeeld – en in welke mate deze kan worden teruggewonnen: ongeveer 96 procent is beschikbaar voor warmterecuperatie, twee procent blijft als warmte in de perslucht en twee procent wordt als stralingswarmte afgegeven. Waar komt die bruikbare energie in de perslucht dan vandaan? Het antwoord is eenvoudig en wellicht verrassend: tijdens het comprimeren en het omzetten van elektrische aandrijfenergie in warmte-energie laadt de compressor de door hem aangezogen lucht op met een energiepotentieel. Dit komt ongeveer overeen met 25 procent van het elektrisch opgenomen vermogen van de compressor. Dit wordt pas bruikbaar wanneer de perslucht op de plek waar het wordt gebruikt, zich ontspant en daarbij warmte-energie aan de omgeving onttrekt. Afhankelijk van druk- en lekverliezen in het persluchtsysteem kan meer of minder van deze energie worden gebruikt.



► Alle details voor de berekening van de mogelijke besparingen zie pagina 10 en 11.

Bespaart geld en is goed voor het milieu

Besparing

Verwarming op gas
€ 284 tot € 52.381/jaar

Verwarming op olie
€ 274 tot € 50.570/jaar

**Warmte-
recuperatie**

**Tot 96%
bruikbare
afvoer-
warmte**

Elektrisch vermogen



Voor platenwarmtewisselaarsystemen	Compressorformaten		
	"klein"	"middel"	"groot"
Compressortype	SM 15	BSD 83	FSD 475
Nominaal motorvermogen	9 kW	45 kW	250 kW
Jaarlijks besparingspotentieel voor stookolie	842 €	5.422 €	27.313 €
	3.826 kg CO ₂	24.644 kg CO ₂	124.138 kg CO ₂



Warmterecuperatie

Het primaire energieverbruik bij het verwarmen tot een minimum terugbrengen

Moderne schroefcompressoren die geheel ingekapseld zijn geconstrueerd zijn uitstekend geschikt voor warmterecuperatie.

Met name het directe gebruik van afvoerwarmte via een luchtkanaalsysteem maakt een hoog hergebruikpotentieel van 96% van de gebruikte energie mogelijk.

Dat is ongeacht of het om een compressor met fluidinjectiekoeling of om een olievrije schroefcompressor gaat.



Gebruik van afvoerwarmte kent alleen voordelen

Een compressor zet de toegevoerde elektrische aandrijf-energie voor 100 procent om in warmte-energie. Daarvan is tot 96 procent voor warmterecuperatie beschikbaar. Gebruik dit potentieel!



Verwarmen met warme lucht

Met de verwarmde koellucht van de compressor kunnen ruimten via luchtkanalen zeer effectief worden verwarmd. Zo kan tot 96 procent van het aan een compressor toegevoerde elektrische vermogen worden gebruikt voor verwarmen van een ruimte of als proceswarmte.



Verwarmen van naburige ruimtes

Bij het gebruik van afvoerwarmte voor warmeluchtverwarming voeren luchtkanalen de verwarmde koellucht gericht naar die plekken die moeten worden verwarmd. Zo kunnen bijvoorbeeld opslagruimtes of werkplaatsen worden verwarmd met warmte afkomstig van de compressor.

Het primaire energieverbruik bij het verwarmen van proces-, verwarmings- en fabriekswater tot een minimum terugbrengen

Warmtewisselaarsysteem PTG kan warm verwarmings- en fabriekswater tot 70 °C, indien zelfs tot 90 °C, maken van afvoerwarmte van een compressor.

Platenwarmtewisselaarsystemen PTG zijn geschikt voor het normale gebruik van afvoerwarmte voor het verwarmen van verwarmings- en fabriekswater.

Speciaal afgezekerde warmtewisselaars worden gebruikt, wanneer er geen verdere waterkringloop tussen geschakeld is, en de hoogste eisen aan de zuiverheid van het te verwarmen water worden gesteld, zoals bijvoorbeeld aan reinigingswater in de levensmiddelenindustrie.



Proces-, verwarmings- en fabriekswater

Met het warmtewisselaarsysteem PWT kan met afvoerwarmte van de compressor warm water met temperaturen tot 70 °C worden geproduceerd. Hogere temperaturen op aanvraag.



Warmte in verwarmingssystemen voeden

In verwarmingssystemen met warm water en installaties voor fabriekswater kan tot 76 procent van het aan een compressor toegevoerde vermogen worden gebruikt. Hiermee wordt de primaire energiebehoefte voor het verwarmen aanzienlijk verlaagd.



Platenwarmtewisselaar PTG

Waar met de afvoerwarmte van schroefcompressoren verwarmings- en fabriekswater of proceswarmte moeten worden gegenereerd, zijn hoogwaardige platenwarmtewisselaars de eerste keus.



Uitrusting

Warmterecuperatie uit warme lucht

Bij alle KAESER schroefcompressoren is de aansluiting van afvoerluchtkanalen voorzien. De kanalen worden ter plaatse gemonteerd. Met de verwarmde koellucht kunnen ruimtes worden verwarmd. Toepassingsgebieden: drogingsprocessen, verwarmen van hallen en gebouwen, luchtgordijnen, voorverwarmen van branderlucht.



Platenwarmtewisselaarsysteem PTG

Schroefcompressoren vanaf serie SM (vanaf 5,5 kW) kunnen met PTG systemen worden uitgerust. Afhankelijk van de grootte van de installatie wordt het PTG systeem in de compressor ingebouwd of extern geïnstalleerd. Toepassingsgebieden: voeden van centraleverwarmingssystemen, wasserijen, galvaniek, algemene proceswarmte, reinigingswater in de voedingsindustrie, zwembadverwarming, warm water voor badkamers en wasruimtes.

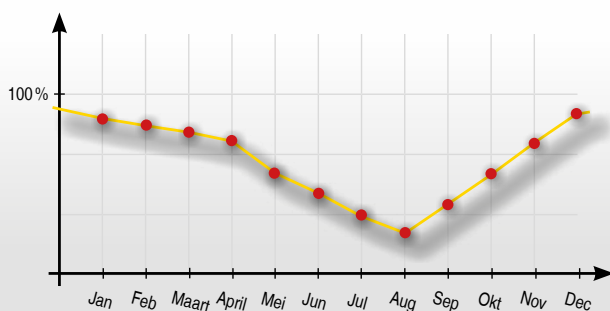


Buizenwarmtewisselaar

Voor watergekoelde installaties zijn, afhankelijk van de aanwezige waterkwaliteit, naar keuze geïntegreerde platen- of buizenwarmtewisselaars beschikbaar. Onze persluchtspecialisten kunnen u adviseren welke uitvoering voor uw speciale toepassing de juiste keuze is.

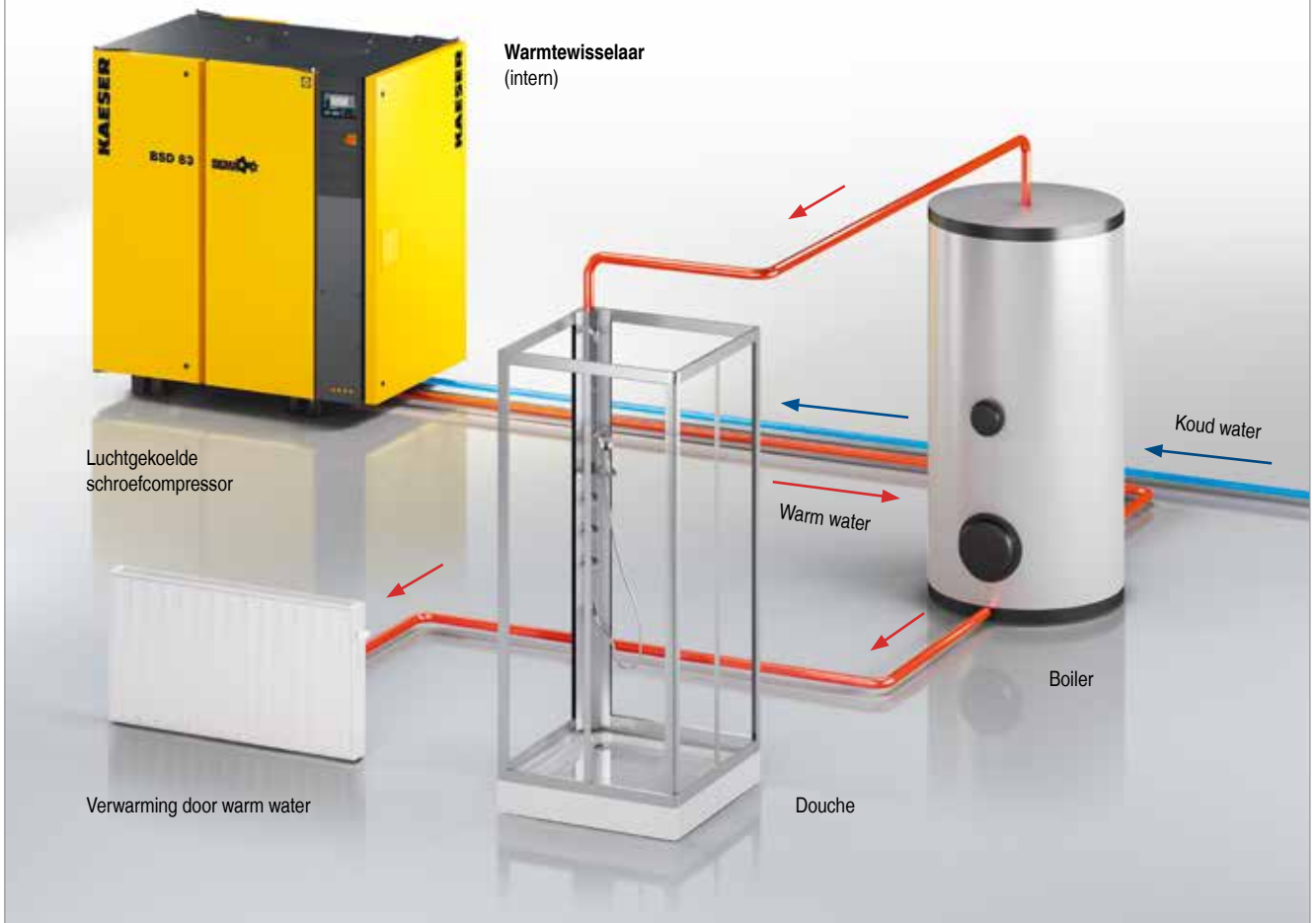
Benodigde verwarmingsenergie gedurende het jaar

Benodigde verwarmingsenergie (%)



Warmte - niet alleen als het winter is

Dat er in de winter verwarming nodig is, spreekt voor zich. In de aanloop tot de winter is er echter vaak ook verwarming nodig: per jaar is er zo'n 2000 uur aan verwarmingsenergie nodig.



Afb.: Schema warmterecuperatie. Toepassingen voor drinkwater enkel in verbinding met veiligheidswarmtewisselaar mogelijk.



Afb.: Binnenopstelling van een compressor – systeem bestaande uit platenwarmtewisselaar, thermostatische ventiel en compleet leidingwerk

Technische gegevens

Besparingen dankzij warmterecuperatie van warme lucht

Type	Bij max. werk-druk bar	Nominiaal motor- vermogen kW	Maximaal beschik- bare warmte- capaciteit		Bruikbare hoeveelheid warme lucht m³/h	Koel- luchtver- warming K (circa)	Besparingspotentieel stookolie			Besparingspotentieel aardgas				
			kW	MJ/h			Stookolie l	CO ₂ kg	Besparing op verwarmings- kosten €/jaar	Aardgas m³	CO ₂ kg	Besparing op verwarmings- kosten €/jaar		
SX 3	8	2,2	2,7	10	1000	8	456	1244	Besparingspotentieel bij 1500 h	274,-	378	756	Besparingspotentieel bij 1500 h	284,-
SX 4		3	3,4	12	1000	10	575	1568		345,-	476	952		357,-
SX 6		4	4,4	16	1000	13	744	2029		446,-	616	1232		462,-
SX 8		5,5	6,0	22	1300	14	1014	2765		608,-	840	1680		630,-
SM 9	8	5,5	6,8	25	2100	10	1149	3133	Besparingspotentieel bij 1500 h	689,-	952	1904	Besparingspotentieel bij 1500 h	714,-
SM 12		7,5	9,0	32		13	1521	4148		913,-	1261	2522		946,-
SM 15		9	11,8	43		17	1994	5438		1.196,-	1653	3306		1.240,-
SK 22	8	11	13,2	48	2500	16	2231	6084	Besparingspotentieel bij 1500 h	1.339,-	1849	3698	Besparingspotentieel bij 1500 h	1.387,-
SK 25		15	16,5	59	3000	17	2789	7606		1.673,-	2311	4622		1.733,-
ASK 28	8	15	18,4	66	4000	14	3110	8481	Besparingspotentieel bij 1500 h	1.866,-	2577	5154	Besparingspotentieel bij 1500 h	1.933,-
ASK 34		18,5	22,8	82	4000	17	3854	10510		2.312,-	3193	6386		2.395,-
ASK 40		22	26,8	96	5000	16	4530	12353		2.718,-	3754	7508		2.816,-
ASD 35	8,5	18,5	20,2	73	3800	16	4552	12413	Besparingspotentieel bij 2000 h	2.731,-	3772	7544	Besparingspotentieel bij 2000 h	2.829,-
ASD 40		22	23,8	86	3800	19	5363	14625		3.218,-	4444	8888		3.333,-
ASD 50		25	28,3	102	4500	19	6378	17393		3.827,-	5285	10570		3.964,-
ASD 60		30	34,9	126	5400	19	7865	21448		4.719,-	6517	13034		4.888,-
BSD 65	8,5	30	35,2	127	6500	16	7932	21631	Besparingspotentieel bij 2000 h	4.759,-	6573	13146	Besparingspotentieel bij 2000 h	4.930,-
BSD 75		37	43,4	156	8000	16	9780	26670		5.868,-	8105	16210		6.079,-
BSD 83		45	52,0	187	8000	20	11718	31955		7.031,-	9711	19422		7.283,-
CSD 85	8,5	45	50	179	9400	16	11223	30605	Besparingspotentieel bij 2000 h	6.734,-	9300	18600	Besparingspotentieel bij 2000 h	6.975,-
CSD 105		55	62	223	9400	20	13972	38102		8.383,-	11578	23156		8.684,-
CSD 125		75	75	270	10700	21	16902	46092		10.141,-	14006	28012		10.505,-
CSDX 140	8,5	75	84	302	11000	23	18930	51622	Besparingspotentieel bij 2000 h	11.358,-	15686	31372	Besparingspotentieel bij 2000 h	11.765,-
CSDX 165		90	101	364	13000	23	22761	62069		13.657,-	18861	37722		14.146,-
DSD 145	9	75	82	295	11000	22	18479	50392	Besparingspotentieel bij 2000 h	11.087,-	15313	30626	Besparingspotentieel bij 2000 h	11.485,-
DSD 175	8,5	90	96	346	13000	22	21634	58996		12.980,-	17927	35854		13.445,-
DSD 205	8,5	110	120	432	17000	21	27043	73746		16.266,-	22409	44818		16.807,-
DSD 240	8,5	132	145	522	20000	22	32676	89107		19.606,-	27077	54154		20.308,-
DSDX 245	8,5	132	143	515	21000	20	32226	87880	Besparingspotentieel bij 2000 h	19.336,-	26704	53408	Besparingspotentieel bij 2000 h	20.028,-
DSDX 305		160	176	634		25	39662	108158		23.797,-	32866	65732		24.650,-
ESD 375	8,5	200	221	796	30000	22	49803	135813	Besparingspotentieel bij 2000 h	29.882,-	41270	82540	Besparingspotentieel bij 2000 h	30.953,-
ESD 445		250	254	914	34000	22	57240	156093		34.344,-	47432	94864		35.574,-
FSD 475	8,5	250	274	986	40000	21	61747	168384	Besparingspotentieel bij 2000 h	37.048,-	51167	102234	Besparingspotentieel bij 2000 h	38.375,-
FSD 575		315	333	1199		25	75043	204642		45.026,-	62185	124370		46.639,-
HSD 662	8,5	360	21	74	10000	6	4642	12659	Besparingspotentieel bij 2000 h	2.785,-	3847	7694	Besparingspotentieel bij 2000 h	2.885,-
HSD 722		400	23	82		7	5116	13951		3.070,-	4239	8478		3.179,-
HSD 782		450	25	88		7	5521	15056		3.313,-	4575	9150		3.431,-
HSD 842		500	26	94		8	5904	16100		3.542,-	4893	9786		3.670,-

Besparingsvoorbeeld voor ASD 35

Voor stookolie	
Maximaal beschikbare warmtecapaciteit:	20,2 kW
Calorische waarde per liter stookolie:	9,861 kWh/l
Rendement stookolieverwarming:	0,9
Prijs per liter stookolie:	€ 0,60/l (1 kW = 1 MJ/h x 3,6)
Kostenbesparing:	$\frac{20,2 \text{ kW} \times 2000 \text{ h}}{0,9 \times 9,861 \text{ kWh/l}} \times € 0,60/l = € 2.731 \text{ per jaar}$

Voor aardgas	
Maximaal beschikbare warmtecapaciteit:	20,2 kW
Warmtegevend vermogen per m³ aardgas:	10,2 kWh/m³
Rendement aardgasverwarming:	1,05
Prijs per m³ aardgas:	€ 0,75/l (1 kW = 1 MJ/h x 3,6)
Kostenbesparing:	$\frac{20,2 \text{ kW} \times 2000 \text{ h}}{1,05 \times 10,2 \text{ kWh/m}^3} \times € 0,75/l = € 2.829 \text{ per jaar}$

Opmerking: de mogelijke besparingen hebben betrekking op bedrijfswarme compressoren met 8/8,5/9 bar max. werkdruk. Andere drukken kunnen resulteren in andere waarden.

Besparingen dankzij platenwarmtewisselaarsysteem van het type PTG

Type	Bij max. werkdruk bar	Nominiaal motorvermogen kW	Maximaal beschikbare warmtecapaciteit		Hoeveelheid warm water Verwarming tot 70 °C		Plaatsing PTG-systeem int./ext.	Besparingspotentieel stookolie			Besparingspotentieel aardgas			
			kW	MJ/h	(ΔT 25 K) m³/h	(ΔT 55 K) m³/h		Stookolie l	CO ₂ kg	Besparing op verwarmingskosten €/jaar	Aardgas m³	CO ₂ kg	Besparing op verwarmingskosten €/jaar	
SM 9	8	5,5	4,6	17	0,16	0,07	extern	777	2119	Besparingspotentieel bij 1500 h	466,-	644	1288	483,-
SM 12		7,5	6,2	22	0,21	0,10		1048	2858		629,-	868	1736	651,-
SM 15		9	8,3	30	0,29	0,13		1403	3826		842,-	1162	2324	872,-
SK 22	8	11	9,4	34	0,32	0,15	extern	1589	4333	Besparingspotentieel bij 1500 h	953,-	1317	2634	988,-
SK 25		15	12,0	43	0,41	0,19		2028	5530		1.217,-	1681	3362	1.261,-
ASK 28	8	15	13,6	49	0,47	0,21	intern	2299	6269	Besparingspotentieel bij 1500 h	1.379,-	1905	3810	1.429,-
ASK 34		18,5	16,9	61	0,58	0,26		2856	7788		1.714,-	2367	4734	1.775,-
ASK 40		22	19,8	71	0,68	0,31		3347	9127		2.008,-	2773	5546	2.080,-
ASD 35	8,5	18,5	15,2	55	0,52	0,24	intern	3425	9340	Besparingspotentieel bij 2000 h	2.055,-	2838	5676	2.129,-
ASD 40		22	18,1	65	0,62	0,28		4079	11123		2.447,-	3380	6760	2.535,-
ASD 50		25	21,6	78	0,74	0,34		4868	13275		2.921,-	4034	8068	3.026,-
ASD 60		30	26,6	96	0,92	0,42		5994	16346		3.596,-	4967	9934	3.725,-
BSD 65	8,5	30	27,1	98	0,93	0,42	intern	6107	16654	Besparingspotentieel bij 2000 h	3.664,-	5061	10122	3.796,-
BSD 75		37	33,5	121	1,15	0,52		7549	20586		4.529,-	6256	12512	4.692,-
BSD 83		45	40,1	144	1,38	0,63		9037	24644		5.422,-	7488	14976	5.616,-
CSD 85	8,5	45	38,6	139	1,33	0,60	intern	8699	23722	Besparingspotentieel bij 2000 h	5.219,-	7208	14416	5.406,-
CSD 105		55	48,4	174	1,67	0,76		10907	29743		6.544,-	9038	18076	6.779,-
CSD 125		75	59,0	212	2,03	0,92		13296	36258		7.978,-	11018	22036	8.264,-
CSDX 140	8,5	75	66	238	2,30	1,03	intern	14873	40559	Besparingspotentieel bij 2000 h	8.924,-	12325	24650	9.244,-
CSDX 165		90	80	288	2,80	1,25		18028	49162		10.817,-	14939	29878	11.204,-
DSD 145	9	75	61	220	2,10	0,96	intern	13747	37488	Besparingspotentieel bij 2000 h	8.248,-	11391	22782	8.543,-
DSD 175	8,5	90	71	256	2,40	1,11		16000	43632		9.600,-	13259	26518	9.944,-
DSD 205	8,5	110	88	317	3,00	1,38		19831	54079		11.899,-	16433	32866	12.325,-
DSD 240	8,5	132	107	385	3,70	1,68		24113	65756		14.468,-	19981	39962	14.986,-
DSDX 245	8,5	132	105	378	3,60	1,64	intern	23662	64526	Besparingspotentieel bij 2000 h	14.197,-	19608	39216	14.706,-
DSDX 305		160	130	468	4,50	2,04		29296	79890		17.578,-	24276	48552	18.207,-
ESD 375	8,5	200	162	583	5,6	2,54	intern	36507	99555	Besparingspotentieel bij 2000 h	21.904,-	30252	60504	22.689,-
ESD 445		250	187	673	6,4	2,93		42141	114919		25.285,-	34921	69842	26.191,-
FSD 475	8,5	250	202	727	7,0	3,16	intern	45522	124138	Besparingspotentieel bij 2000 h	27.313,-	37722	75444	28.292,-
FSD 575		315	246	886	8,5	3,85		55437	151177		33.262,-	45938	91876	34.454,-
HSD 662	8,5	360	291	1048	10,0	4,56	intern	65578	178831	Besparingspotentieel bij 2000 h	39.347,-	54342	108684	40.757,-
HSD 722		400	323	1163	11,1	5,06		72790	198498		43.674,-	60317	120634	45.238,-
HSD 782		450	348	1253	12,0	5,45		78423	213860		47.054,-	64986	129972	48.740,-
HSD 842		500	374	1346	12,9	5,86		84283	229840		50.570,-	69841	139682	52.381,-

Besparingsvoorbeeld voor ASD 35

Voor stookolie		Voor aardgas	
Maximaal beschikbare warmtecapaciteit:	15,2 kW	Maximaal beschikbare warmtecapaciteit:	15,2 kW
Calorische waarde per liter stookolie:	9,861 kWh/l	Warmtegevend vermogen per m³ aardgas:	10,2 kWh/m³
Rendement stookolieverwarming:	0,9	Rendement aardgasverwarming:	1,05
Prijs per liter stookolie:	€ 0,60/l (1 kW = 1 MJ/h x 3,6)	Prijs per m³ aardgas:	€ 0,75/l (1 kW = 1 MJ/h x 3,6)
Kostenbesparing:	$\frac{15,2 \text{ kW} \times 2000 \text{ h}}{0,9 \times 9,861 \text{ kWh/l}} \times € 0,60/l = € 2.055 \text{ per jaar}$	Kostenbesparing:	$\frac{15,2 \text{ kW} \times 2000 \text{ h}}{1,05 \times 10,2 \text{ kWh/m}^3} \times € 0,75/l = € 2.129 \text{ per jaar}$

Opmerking: de mogelijke besparingen hebben betrekking op bedrijfswarme compressoren met 8/8,5/9 bar max. werkdruk. Andere drukken kunnen resulteren in andere waarden.

Thuis over de hele wereld

Als één van de grootste compressorfabrikanten en persluchtsysteemaanbieders is KAESER KOMPRESSOREN wereldwijd vertegenwoordigd:

in meer dan 140 landen garanderen filialen en partnerfirma's dat gebruikers over uiterst moderne, efficiënte en betrouwbare persluchtinstallaties kunnen beschikken.

Ervaren vakkundige adviseurs en ingenieurs bieden uitgebreid advies en ontwikkelen individuele, energie-efficiënte oplossingen voor alle toepassingsgebieden van perslucht. Het wereldwijd vertakte computernetwerk van de KAESER groep stelt de knowhow van het bedrijf aan alle klanten over heel de wereld ter beschikking.

De hooggekwalificeerde verkoop- en serviceorganisatie met een wereldwijd netwerk garandeert waar ook ter wereld de hoogst mogelijke beschikbaarheid van alle KAESER producten en diensten.



KAESER KOMPRESSOREN BVBA

Heiveldekens 7A – B-2550 Kontich

Tel: +32 (0)3/326 39 62 – Fax: +32 (0)3/326 39 73 / Tél: +32 (0)4/222 95 41 – Fax: +32 (0)4/222 95 42
info.belgium@kaeser.com – www.kaeser.com