

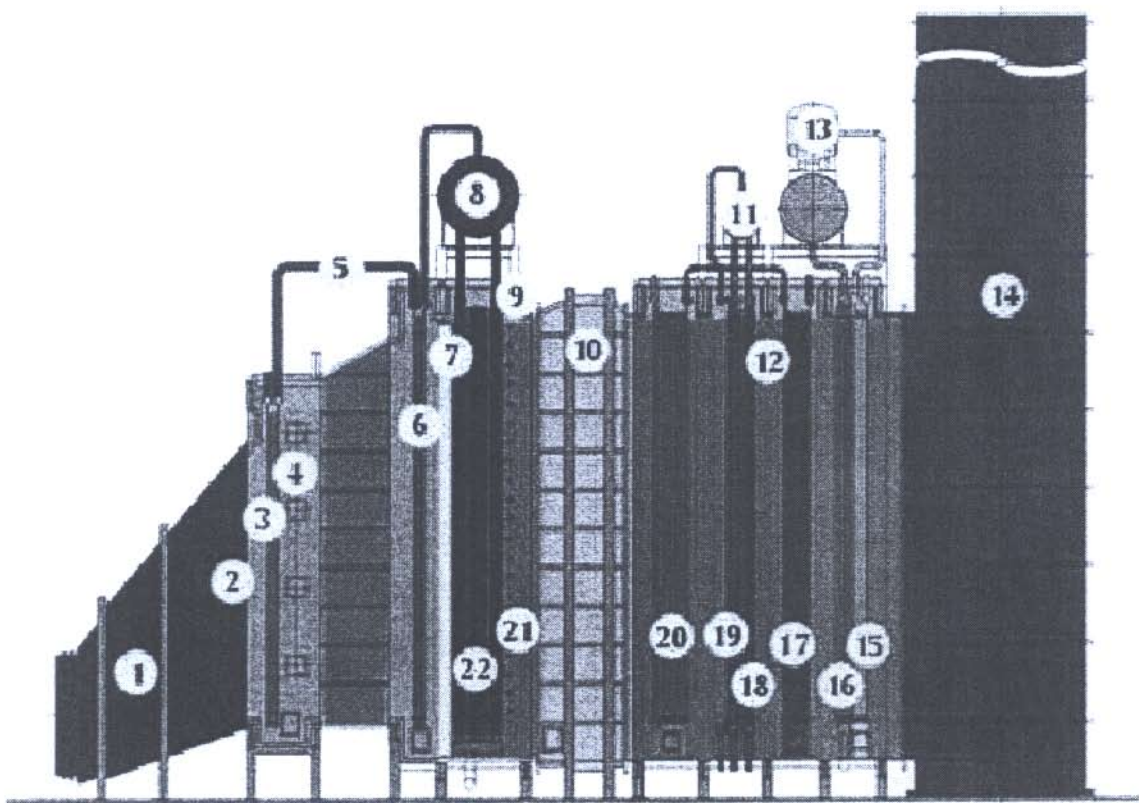
Tentissä saa käyttää laskinta ja h-S-piirrosta.

### Tehtävä 1 (vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin)

- Kattilahiötysuhteen laskenta menetelmät. (2 p)
- Ylikriittisen läpivirtauskattilan erityispiirteet. (2 p)
- Mainitse kaksi yleisintä leijupetimallia ja selitä niiden väliset erot. (2 p)
- Luettele lieriöön tulevat ja lähtevät virtaukset sekä lieriön sisältä yleensä löytyvät osat. (2 p)
- Ilman esilämmittimet (regeneratiivinen ja rekuperatiivinen). (2 p)

### Tehtävä 2

- Piirrä hiilipölykattilan poikkileikkaus ja merkitse kuvaan lämmönsiirrinten sijainti (2 p)
- Selvitä alla oleva kattilatyyppi ja nimeä kuvasta ainakin numerot 3, 4, 6, 8, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20 ja 22. (3 p)



### Tehtävä 3

Soodakattila ja sen ominaispiirteet.

(5 p)

**Tehtävä 4**

Kattilan tuorehöyryn lämpötila on  $540^{\circ}\text{C}$  ja paine 120bar. Lieriön paine on 122bar. Ekolle tuleva vesi on  $120^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. Syöttövesipumpun paineen noston aiheuttamaa entalpian muutosta ei tarvitse huomioida. Ekolla syöttövesi lämpeää kylläiseen lämpötilaan asti. Ekossa ei tapahdu painehäviötä. Luvolla lämmitetään palamisilmaa  $41,5\text{kg/s}$  lämpötilasta  $25^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan  $130^{\circ}\text{C}$ . Ilman ominaislämpökapasiteetti Luvon lämpötila-alueella on riittävän tarkasti  $1,05\text{kJ/kgK}$ . Kattilan savukaasujen massavirta on  $45\text{kg/s}$ . Adiabaattinen palamislämpötila tulipesässä on  $1877^{\circ}\text{C}$ . Savukaasut saavuttavat tulistinpinnat  $1277^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa = ns. nokan lämpötila.

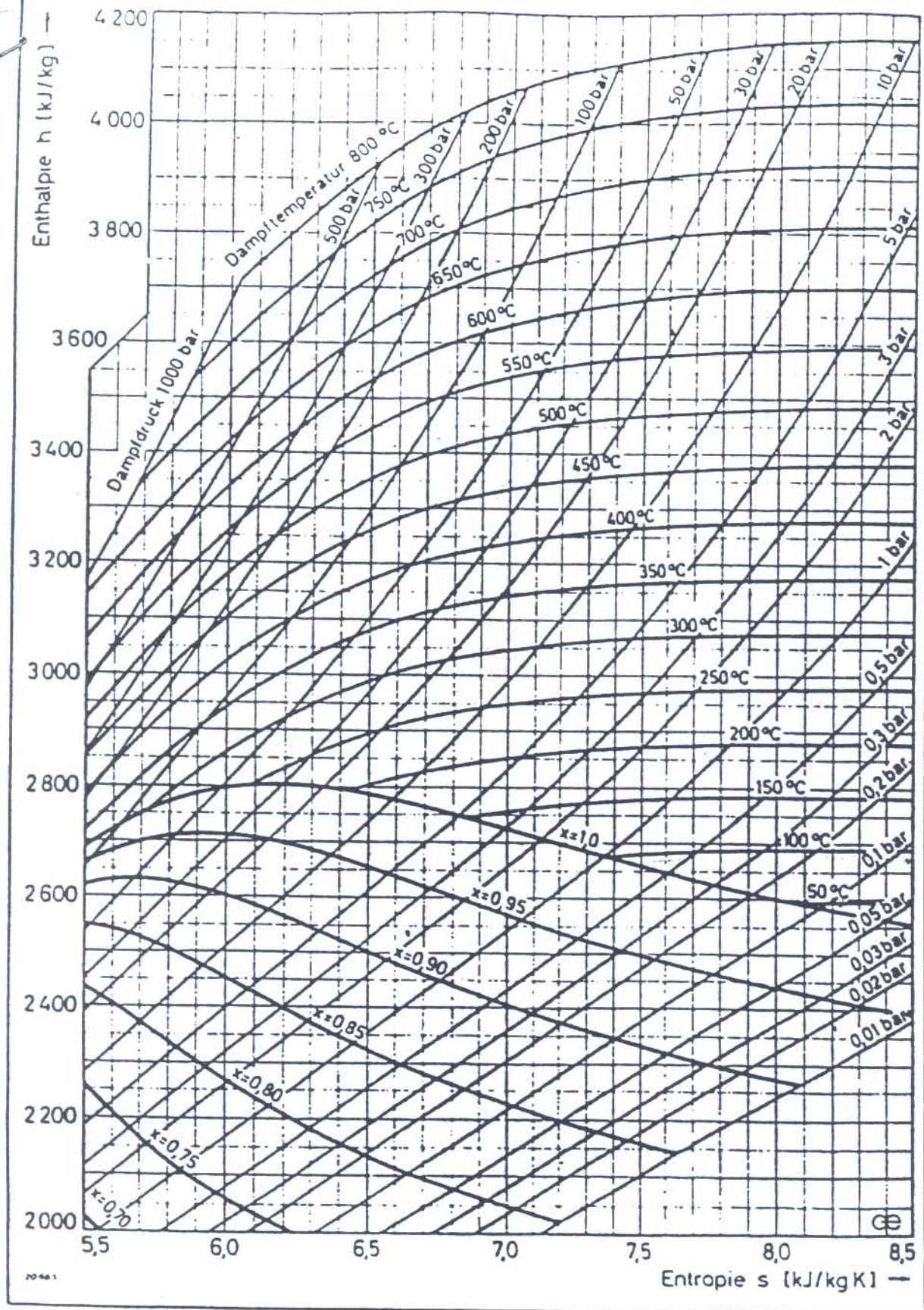
Liitteenä savukaasun entalpiataulukko.

Laske:

- a) Tuorehöyryn massavirta (1 p)
- b) Kattilan lämmönsiirtopintojen tehot (2 p)
- c) Savukaasun lämpötilat lämmönsiirrinten välissä ja lopussa sekä hahmottele kattilan T,Q-diagrammi (2 p)

LIITE Savukaasun entalpiataulukko

T K	h CO2 MJ/kg	h SO2 MJ/kg	h N2 MJ/kg	h H2O MJ/kg	h O2 MJ/kg	h SK MJ/kg
298,15	0	0	0	0	0	0
300	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002
350	0,045	0,033	0,054	0,097	0,048	0,055
400	0,091	0,066	0,106	0,192	0,095	0,109
450	0,139	0,101	0,158	0,287	0,142	0,163
500	0,189	0,136	0,211	0,384	0,19	0,219
550	0,24	0,173	0,264	0,483	0,239	0,274
600	0,293	0,211	0,317	0,583	0,289	0,330
650	0,348	0,25	0,372	0,684	0,339	0,388
700	0,403	0,289	0,426	0,788	0,391	0,445
750	0,46	0,33	0,481	0,893	0,442	0,504
800	0,518	0,37	0,537	0,999	0,495	0,563
850	0,577	0,411	0,594	1,108	0,548	0,624
900	0,637	0,453	0,65	1,218	0,601	0,684
950	0,698	0,495	0,708	1,33	0,655	0,746
1000	0,759	0,537	0,766	1,443	0,709	0,808
1050	0,821	0,58	0,825	1,559	0,764	0,871
1100	0,884	0,623	0,884	1,676	0,819	0,934
1150	0,947	0,666	0,943	1,795	0,874	0,998
1200	1,011	0,709	1,003	1,915	0,93	1,062
1250	1,075	0,753	1,064	2,038	0,986	1,127
1300	1,14	0,797	1,125	2,162	1,042	1,193
1350	1,205	0,841	1,186	2,287	1,089	1,258
1400	1,27	0,885	1,247	2,414	1,155	1,324
1450	1,336	0,929	1,309	2,543	1,212	1,391
1500	1,402	0,974	1,371	2,673	1,269	1,458
1550	1,469	1,018	1,433	2,804	1,326	1,525
1600	1,535	1,063	1,496	2,937	1,383	1,593
1650	1,602	1,108	1,559	3,071	1,441	1,661
1700	1,67	1,153	1,622	3,206	1,499	1,730
1750	1,737	1,198	1,685	3,342	1,557	1,798
1800	1,805	1,243	1,748	3,48	1,615	1,866
1850	1,873	1,288	1,812	3,619	1,673	1,936
1900	1,941	1,333	1,876	3,758	1,732	2,005
1950	2,009	1,379	1,94	3,899	1,79	2,074
2000	2,078	1,424	2,004	4,04	1,849	2,144
2050	2,146	1,470	2,068	4,183	1,908	2,214
2100	2,215	1,515	2,133	4,326	1,968	2,284
2150	2,284	1,561	2,197	4,471	2,027	2,354
2200	2,353	1,607	2,262	4,616	2,087	2,425



Entropie ( $s$ ) und Enthalpie ( $h$ ) des flüssigen Wassers im Sättigungszustand bei  $0^\circ\text{C}$  sind zu Null angenommen. Als Enthalpieeinheit wurde das Joule ( $\text{kJ}$ ) benutzt.  $1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ}$ . Umrechnung von spezifischen Enthalpiedifferenzen  $\Delta h$  in Strömungsgeschwindigkeiten nach der Gleichung  $w = \sqrt{2 \Delta h}$ , die die Geschwindigkeit  $w$  in  $\text{m/s}$  ergibt, wenn man  $\Delta h$  in Joule/ $\text{kg}$  einsetzt.

Das Diagramm ist ein Ausschnitt aus dem vollständigen Diagramm der VDI-Wasserdampf-tafeln von E. Schmidt. Springer-Verlag 1969.

Mollier- $h,s$ -Diagramm zur Bestimmung des Wärmeinhaltes von Wasserdampf und des Wärmegefälles