

TECEL



FREMSTILLING

Forord. Tegl er som traditionelt byggemateriale trængt ind i vor bevidsthed. Det er materialet, vi anvender til vore bygninger – et materiale vi kender og er fortrolige med. Den fortrolighed vi nærer til teglet gør, at vi vel næppe tænker nærmere over, hvordan det fremstilles. Teglundstriens Tekniske Tjeneste har derfor taget dette emne op og vil i nærværende 1. pjece illustrere fremstillingen af tegl.

Teglbrændingen er et håndværk, en kunst om man vil, som kræver årelang erfaring. Nutidens omstilling af teglbrændingen fra håndværk til industri har krævet og kræver stadig en meget betydelig investering, som yderligere skærper kravet om kyndighed hos teglproducenten.

Denne ganske korte pjece er ikke nogen håndbog i teglfremstilling. Den nødtørftige gennemgang rækker vel heller ikke ud over den viden, som flertallet af teglværkernes kunder på forhånd besidder om emnet. Pjecens vigtigste formål er da også blot at give læserne et indtryk af teglets tilblivelsesproces.

Summary. Tiles and bricks have become our traditional building materials. They are what we use for our buildings – we know such materials and are familiar with the use of them. We have got so accustomed to tiles and bricks that we hardly think of how they are made. That is why The Technical Advisory Office of the Danish Tile- and Brick-Industry has taken up that subject and will in this 1st booklet illustrate how tiles and bricks are made.

Tile- and brick-burning is a craft, an art we might call it, which takes years of experience. Our days' change-over from handicraft to industry depended and still depends on large investments, a fact which has further intensified the demand for skill with the maker of tiles and bricks.

TEGLINDUSTRIENS TEKNISKE TJENESTE

TTT er oprettet af Kalk- og Teglværksforeningen af 1893 og er teglundstriens fælles informationskontor.

Adr.: Nørre Voldgade 34, København K, telf. MI 83 83.

Publikationsfortegnelse

1. Teglfremstilling
2. Vinterbyggeri
3. Murmål
4. Skoler
5. Tegl i haven
6. Tegltaget (en bygherrepejce)
7. Enfamiliehuset (en bygherrepejce)
8. Tegl i 800 år
9. Munkeforbandter
10. Tegls egenskaber
11. Kalk og tegl i dansk byggeri
12. Gulve i tegl

Planlagte pjecer

Tegl i landbruget
Sådan bruges Tegl
Tegl og akustik

August 1960. Ny, revideret udgave september 1972

Manuskript: laboratorichef, civilingeniør Carl Falk.

Tilrettelægning: T T T.

DK 666.7.

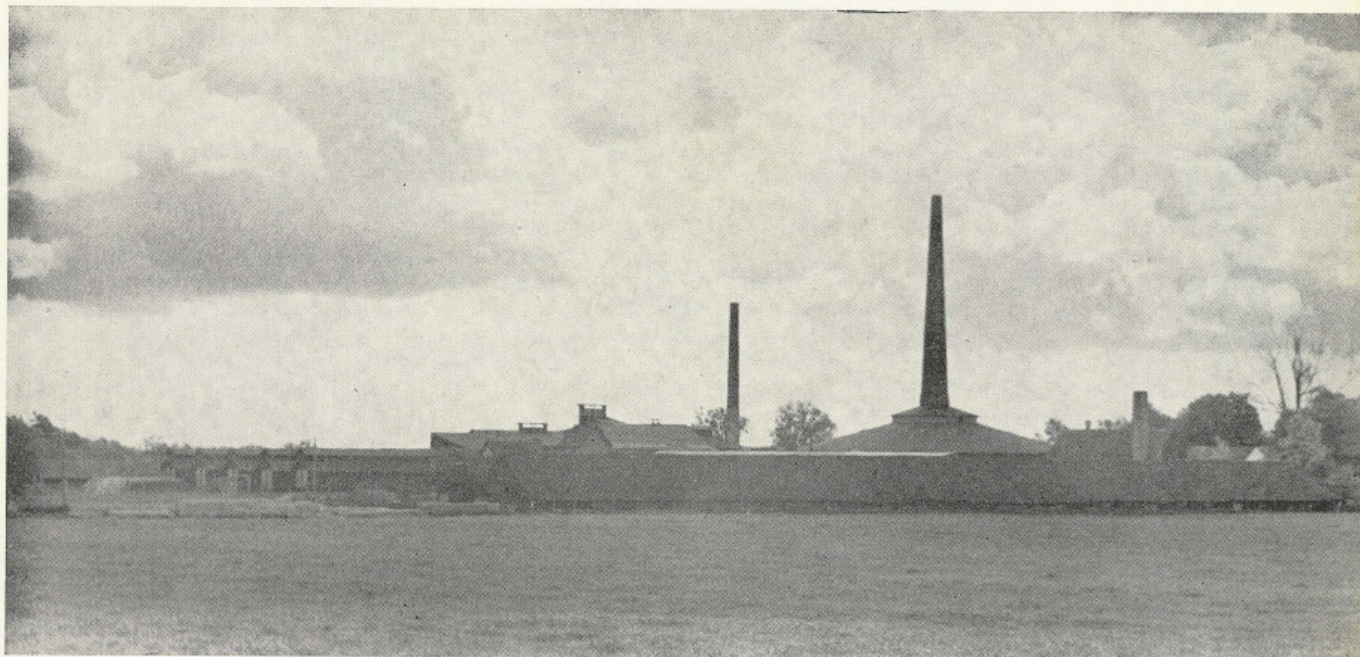
1. oplag: 10.000 eksemplarer. 2. oplag: 10.000 eksemplarer.

3. oplag: 5.000 eksemplarer.

Tryk: Elsangs Bogtryk.

Klicheer: kjøbke og colour-lith, Rødovre.

Sats: Accidens grotesk.



Indledning. I mere end 800 år har tegl været anvendt som byggemateriale her i landet. Fra Italien bragte munkene teglbrændingsteknikken og murerhåndværket med herop, og da leret fandtes i rigelige mængder og let tilgængeligt, afløste teglstenen snart de tunge og uhåndterlige kampesten som byggemateriale. Teglbrændingen foregik dengang under meget primitive former, som oftest i små murede ovne opført i nærheden af byggepladsen, hvor leret også blev opgravet, en metode, som har været anvendt på landet helt op til begyndelsen af dette århundrede. Det stadigt stigende behov for teglsten nødvendiggjorde permanente produktionssteder, og efterhånden opstod de første egentlige teglværker. Siden da har teglværkernes markante profil været kendt i landskabet i næsten alle egne af landet. Årsagerne til teglets store betydning som byggemateriale er mange. Teglstenen besidder som materiale

æstetiske værdier, der kan måle sig med de langt mere kostbare naturstens, og desuden har den som keramisk materiale på en gang stor trykstyrke forenet med porøsitet, ringe vægt og en god isoleringsevne over for kulde, varme og lyd. Når dertil lægges bestandigheden overfor det omskiftende danske vejrlig, har man billedet af et byggemateriale, som fuldt ud opfylder de meget vidtgående æstetiske og tekniske krav, som stilles til et konkurrencedygtigt produkt i dag.

Teglindustriens evne til at følge med byggeindustriens skiftende krav har ikke væsentligt påvirket produktionsprincippet, men ønsket om en rationel drift er for mange teglværkers vedkommende imødekommet ved, at de enkelte teglværker har specialiseret sig i fremstillingen af færre produkter, der er bestemt af de lokale lerforekomsters særlige beskaffenhed.

Leret er teglindustriens råmateriale. Næsten alle danske lersorter er fra tertiær- og istiden.

Leret er opstået ved forvitring af bjergarter. Det danske teglværksler indeholder: feldspat, glimmer, kvarts, forskellige jernforbindelser og kalk. Af disse materialer er det vigtigste feldspat, der er en betegnelse for en gruppe mineraler, som i kemisk henseende er dobbeltsilikater af aluminium og enten kalium, natrium eller calcium. Når feldspat udsættes for forvitningsprocesserne, kan det spaltes i en række forbindelser, der er opløselige og forsvinder i jorden, og i et uopløseligt, vandholdigt aluminiumsilikat (Al_2O_3 , $2SiO_2$, $2H_2O$), der bliver tilbage. Dette aluminiumsilikat (kaolin) udgør den rene lersubstans, hvis meget fine, som oftest plade- eller nåleformede partikler med største mål 2μ ($1 \mu = 1/1000$ mm) danner grundbestanddelen i al slags ler.

Lerets karakteristiske egenskab, der betinger dets anvendelse i teglindustrien, er dets plasticitet: det kan formes og beholde formen, hvis blot dets vandindhold ligger inden for et vist område, der varierer fra lersort til lersort. Hvad lerets plasticitet skyldes, er ikke klarlagt; men de enkelte partikler i en plastisk lermasse er omgivet af en vandhinde, og man regner med, at de plastiske egenskaber skyldes elektrokemiske kræfter mellem de mindste partikler. Man skelner på teglværkerne mellem »rødler« og »blåler« (»mergeller«), hvor den første gruppe ved brændingen giver røde og den anden gule teglprodukter. Om en lerart er rød- eller gulbrændende, afhænger af forholdet mellem indhold af ferrioxid og calciumkarbonat (jernetveilt og kulsur kalk). Hvis dette forhold er 1:3 eller derunder, regnes lerarten at være gulbrændende. De teglprodukter, der består af en gennemfarvet brun teglmasse, er fremstillet af rødbrændende ler tilsat et manganholdigt stof. Det rødbrændende ler ligger i naturen som regel over det gulbrændende, og dette skyldes, at de øvre, stærkt forvitrede og udvaskede lag er kalkfri.

Blandt de mest kendte lerarter fra tertiærtiden er **plastisk ler**, der er meget udbredt, men næsten overalt med undtagelse af visse kyststrækninger dækket af de senere istidsaflejringer. **Plastisk ler**, der er et rød-

brændende, fedt (næsten sandfrit) og i tør tilstand meget hårdt ler, bliver i våd tilstand sejt og klæbrigt og vanskeligt at bearbejde og tørre, hvorfor det ikke finder anvendelse i den almindelige teglproduktion; men det anvendes i stort omfang til fremstilling af opblærede teglklinker.

Glimmerleret er ligeledes fra tertiærtiden, og da det som regel er mere magert (har større sandindhold) end det plastiske ler, finder det i visse egne i Vestjylland, hvor det ikke er dækket af istidsaflejringer, ret stor anvendelse som teglværksler.

Moræneleret er fra istiden, det indeholder som regel større eller mindre mængder af sten og grus og må derfor underkastes en ret grundig behandling, før det kan æltes og formes. Det ler, der spiller den største rolle for teglværkerne, er det stenfri istidsler, der omfatter flere forskellige lersorter, f. eks. **yoldialeret**, hvis navn stammer fra, at der i leret findes skaller af en lille musling, der kaldes yoldia. Dette ler anvendes i udstrakt grad i Vendsyssel. Et andet stenfrit istidsler er **cyprinaleret** (indeholder skaller af cyprinamuslingen), der blandt andet findes i Sønderjylland. Endelig kan nævnes **drysleret** (efter istidsplanten dryas), der som regel er tydelig lagdelt og findes pletvis ud over hele landet i de »bassiner«, hvor leret er bundfældet i istiden. Et par af de vigtigste forekomster findes omkring Stenstrup på Fyn og Egersund i Sønderjylland, hvor der da også er en betydelig teglværksdrift.

EKSEMPEL PÅ LERANALYSE

		Rødbrændende ler	Gulbrændende ler
Kiselsyre	(SiO_2)	63,2 %	49,6 %
Lerjord	(Al_2O_3)	17,9 %	14,2 %
Jernetveilt	(Fe_2O_3)	7,1 %	5,1 %
Kalk	($CaCO_3$)	0,5 %	19,8 %
Magnesia	(MgO)	1,3 %	1,4 %
Alkalier		2,9 %	2,9 %
Kemisk bundet vand og organiske stoffer		7,1 %	7,0 %



Gravning. Al teglfabrikation begynder med gravning af leret. Også bestræbelserne for en høj kvalitet af det færdige produkt begynder i lergraven. Foruden valget af lerart eller blandingen af lerarter er selve gravningsteknikken af betydning for lerets homogenisering, formbarhed uden lagdeling, tørring uden for stor risiko for revnedannelse o.s.v.

Til lergravning anvendes gravemaskiner og da ofte en type, hvis graveanordning fyldes ved at skrælle leret af over en passende strækning, hvorved man opnår, at der ved uensartede, f. eks. lagdelte lerforekomster sker en vis blanding og bearbejdning, når der graves i retning tværs på lagene.

De bedst egnede og oftest anvendte gravemaskinetyper er først og fremmest spandkædemaskiner, men også skegravemaskiner og maskiner med slæbeskovl anvendes i betydeligt omfang og med godt resultat. Efter gravningen transporteres leret til teglværket, og denne transport, der tidligere i udstrakt grad foregik med tipvogne, foregår i vore dage, hvor leret ofte hentes mange kilometer fra teglværket, næsten udelukkende med lastvogne. Gravning og transport af råleret blev tidligere altid udført af teglværkets egne folk; men i den senere tid har der – både i udlandet og herhjemme – været en tydelig tendens til at lade entreprenørfirmaer med en stor park af moderne grave- og jordbearbejdningmaskiner overtage dette arbejde.

Lagring. På enkelte teglværker køres leret direkte fra lergravene til bearbejdningsmaskinerne, men langt de fleste teglværker lagrer leret, før det anvendes i produktionen.

Lagringen foregår enten under åben himmel eller oftest i overdækkede gruber, de såkaldte sumphuse, hvoraf de største kan rumme ler til flere måneders forbrug.

Der findes to hovedårsager til, at teglværkerne kører leret sammen i lagre.

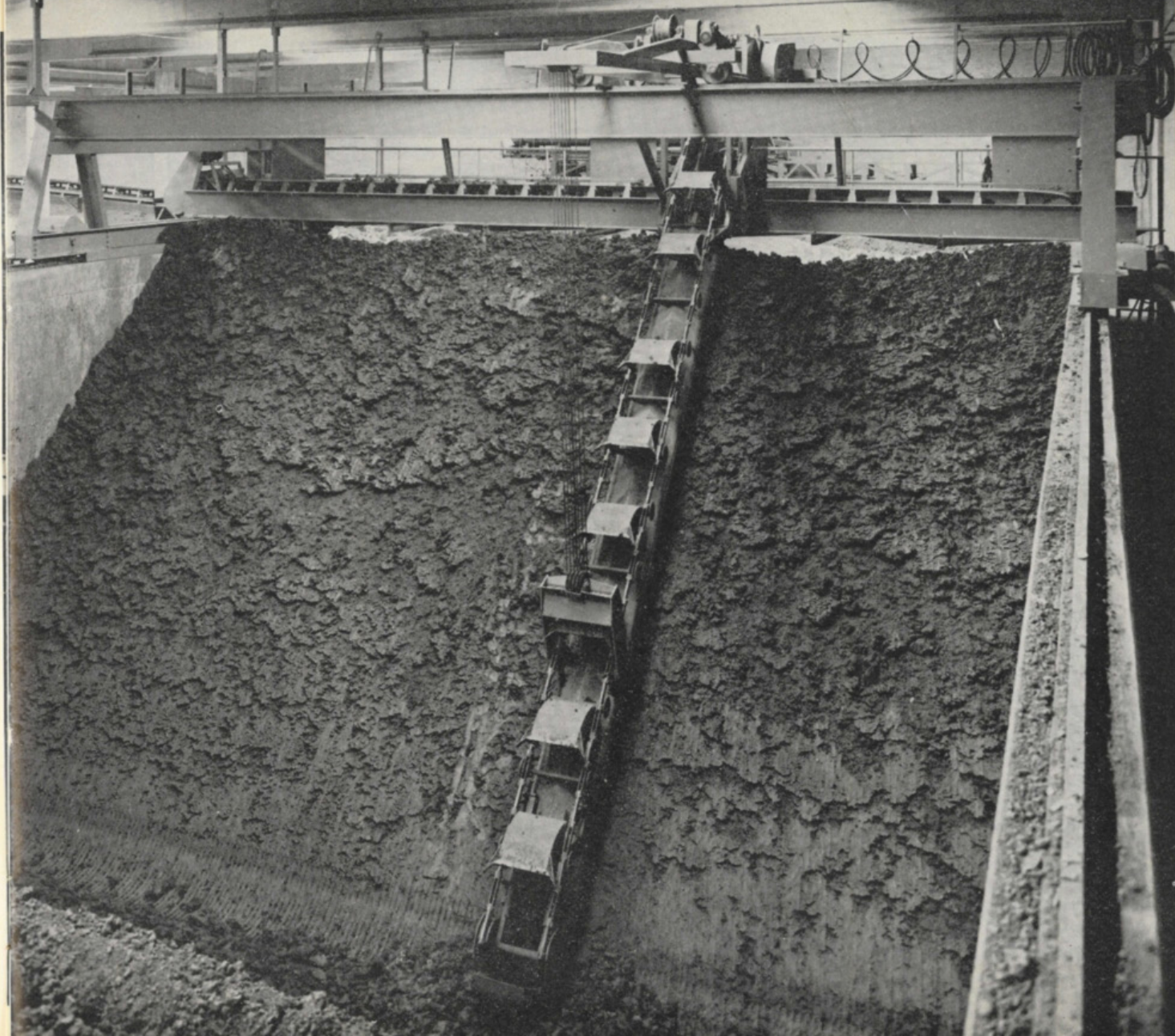
For det første opnår man, at produktionen bliver uafhængig af vejrforholdene. Tidligere måtte arbejdet på et teglværk ofte standse i vintermånederne og i regnrige perioder, når det var vanskeligt eller umuligt at grave leret og transportere det fra lergraven til teglværket.

For det andet kan teglværkerne ved anvendelse af et lertilager opnå dels, at eventuelle variationer i det gravede lers vandindhold udlignes under lagringen dels en vis blanding af råleret. Er leret i lergravene lagdelt, sker der som nævnt under lerets gravning en første grov blanding og bearbejdning, når gravningen foregår i retning tværs på lagene, og fordeles det gravede ler i lag i lertilageret, vil man, når leret graves i lageret for transport til bearbejdning og presning, atter kunne opnå en vis blanding ved igen at grave i retning tværs på de udlagte lag.

På en del teglværker gives leret iøvrigt en delvis eller fuldstændig maskinel bearbejdning, før det lagres.

I de overdækkede gruber – sumphusene – foretages fordelingen af leret i lag i gruben – sumpen – ofte ved mekanisk afslyngning fra et transportbånd, og skal et bestemt ler blandes med et andet ler, eller skal leret tilsættes f. eks. sand eller savsmuld, kan tilsætningsmaterialerne indgå som lag i sumpen. Der findes mange forskellige typer og størrelser af sumphuse, hvor anlægget til fyldning og tømning er mere eller mindre mekaniseret, og i de nyeste sumphuse styres alle processer automatisk.





Bearbejdning. Som nævnt er der store variationer i de danske lerforekomster, og dette er en af årsagerne til, at teglværkernes anlæg for bearbejdning og formning af leret er meget forskellige.

Når leret enten fra lergrav – som regel med lastvogn – eller fra lertilager føres til den egentlige bearbejdning, indledes denne oftest i en forælter, der som regel er et ca. 5 m langt, åbent trug med én eller to langsgående, langsomt roterende aksler med tætsiddende, skrånede knive, hvor leret bearbejdes ved, at knivene dels skærer sig gennem leret, dels trækker det med rundt samtidig med, at knivene skubber det fremad fra ifyldningstragten ved den ene ende til udtømningsstedet ved den anden. I forælteren kan lermassens konsistens reguleres enten ved tilsætning af vand eller, hvad der oftere er tilfældet, ved tilsætning af tørt lerpulver, der som regel er fremstillet ved knusning af tørre, rå sten. Skal der tilsættes andre stoffer, kan dette, hvis det ikke allerede er sket, også foretages ved forælteren.

Er leret fra lergraven eller fra lertilageret ikke egnet til at gå direkte i forælteren, indskydes der ofte før forælteren såkaldte kassefødere, der er aflange kasser. I kasseføderens bund løber et transportbånd, der kan føre forskellige lersorter (f. eks. groft og fint ler), savsmuld eller andet tilsætningsmateriale til forælteren. Skal f. eks. to lersorter blandes, er det meget almindeligt at anvende to kassefødere – én til hver lersort – til opnåelse af det ønskede blandingsforhold.

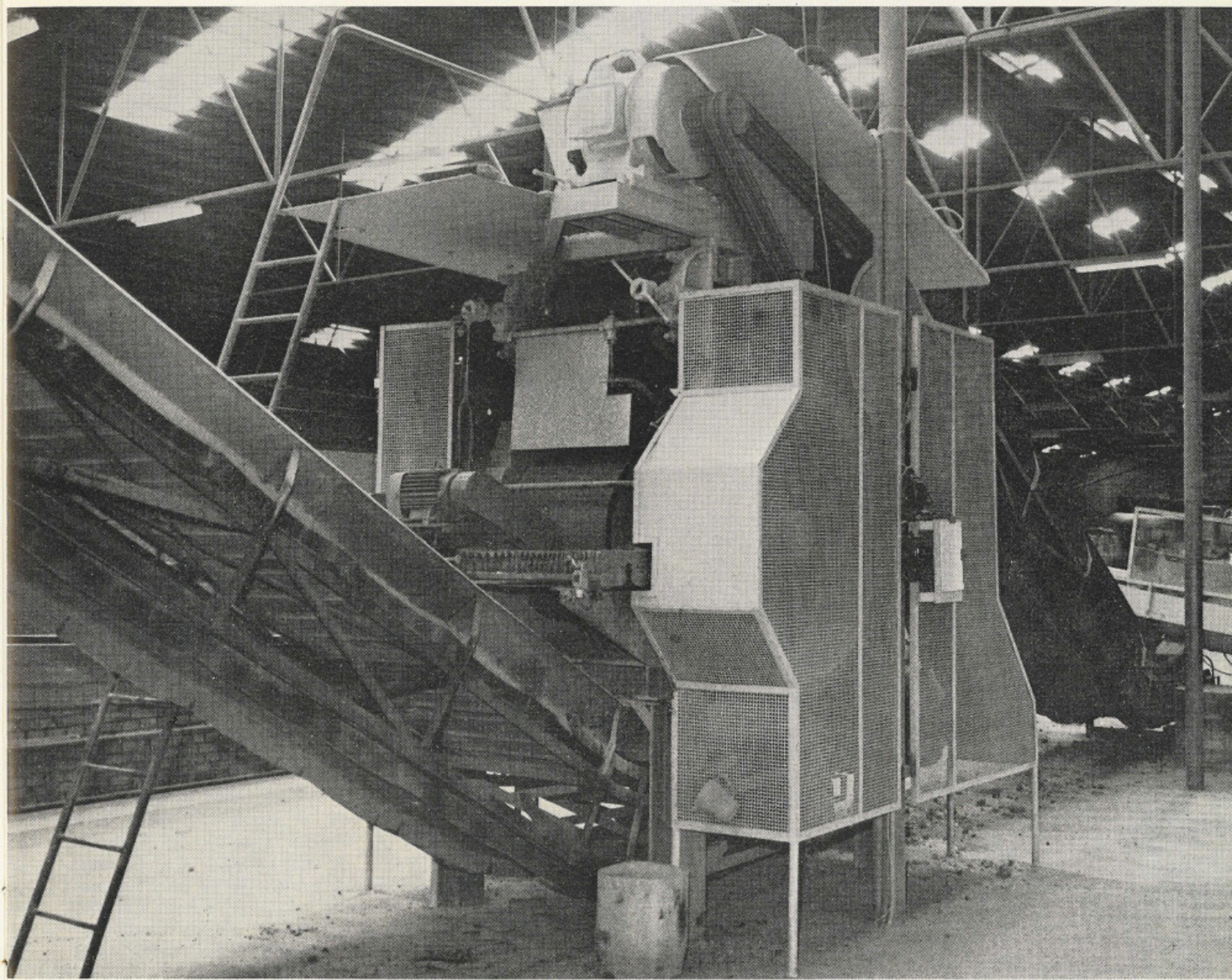
Fra forælteren føres leret som regel til et valseværk, der kan have ét eller flere par stålvalser. Et af valseparrene kan være stenuddskillende, det vil sige forsynet med lave, skrueformede forhøjninger eller gænger, der skyder sten, som ikke kan passere mellemrummet mellem valserne, ud til siden. For at gøre bearbejdningen mere virkningsfuld kan valserne rotere med forskellig hastighed. Passerer leret mere end ét par valser, er det sidste par som regel glatte valser, finvalser, der kan indstilles med så ringe afstand, at mindre sten eller kalkkorn knuses. Fra valseværket går leret ofte direkte til formning. Inden formningsprocessen omtales, skal det

dog nævnes, at mange teglværker med vanskelig bearbejdeligt ler ud over de foran omtalte almindelige bearbejdningsmaskiner har en række mere specielle maskiner, hvoriblandt kan nævnes kollergangen, der i princippet består af to tunge hjul, der drejes rundt på en vandret, cirkulær plade. En kollergang kan indrettes såvel til knusning af tørre sten som til æltning af ler.

Man har på en del teglværker i de senere år indført damptilsætning til leret under bearbejdningen. Tilsætningen af damp foregår som regel i forælteren og bevirker bl. a., at lermassens temperatur hæves, hvorved formbarheden øges. At lermassens temperatur kan hæves ved tilsætning af damp bevirker også, at de nyformede produkter hurtigere og lettere kan tørre, og det er vel nok dette forhold, der har haft størst betydning på de teglværker, hvor damptilsætning er indført.

Den øgede formbarhed i forbindelse med damptilsætning har dog også vist sig at have andre fordele, blandt hvilke kan nævnes et lavere kraftforbrug i murstensmaskinen og mulighed for at forme produkter med et mere kompliceret tværsnit end ved formning uden damp. Ved damptilsætning fortættes imidlertid en del af dampen til vand i råleret, og dette kan være en ulempe. Er vandindholdet i råleret før damptilsætningen tilstrækkeligt eller måske endda lidt større end ønskeligt, kan fortætningen af vanddamp skabe formgivningsproblemer. Leret bliver for vådt.

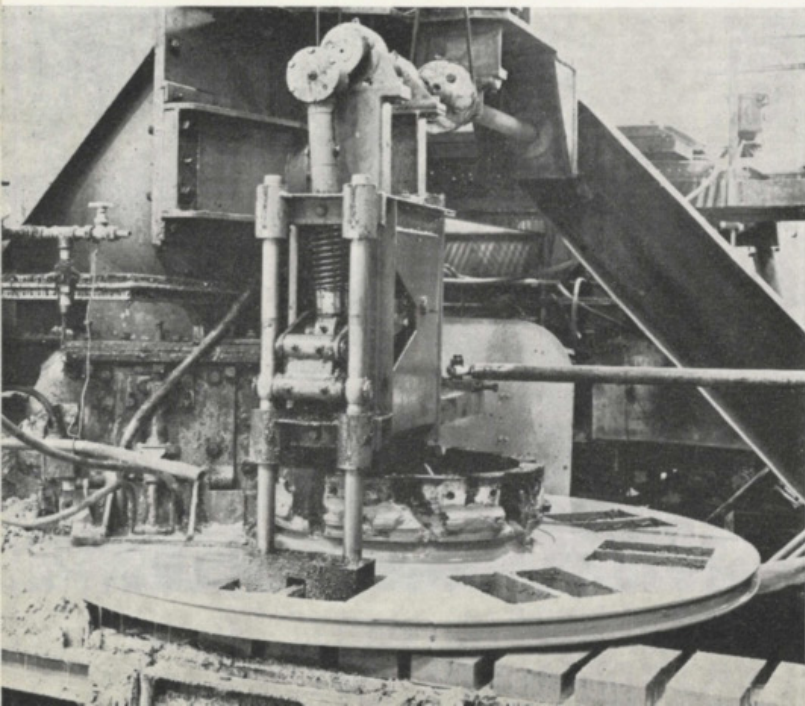
At leret ved dampopvarmning kan blive for vådt, er én af årsagerne til, at man på de fleste af de værker, hvor man opvarmer leret, er gået over til at opvarme råleret ved hjælp af gasbrændere, hvis flamme rettes direkte mod leret f. eks. i forælteren. Ved gasopvarmning af råleret opnås en række af de samme fordele som ved dampopvarmning, men gasopvarmningen betyder yderligere, at der på grund af fordampning sker en lille formindskelse af rålerets vandindhold, og dette kan have stor betydning på teglværker, hvor råleret er så vådt, at formgivningen ellers kun kan gennemføres med et tilfredsstillende resultat ved tilsætning af vandbindende materiale, f. eks. tørret, knust råler eller brændt kalk.



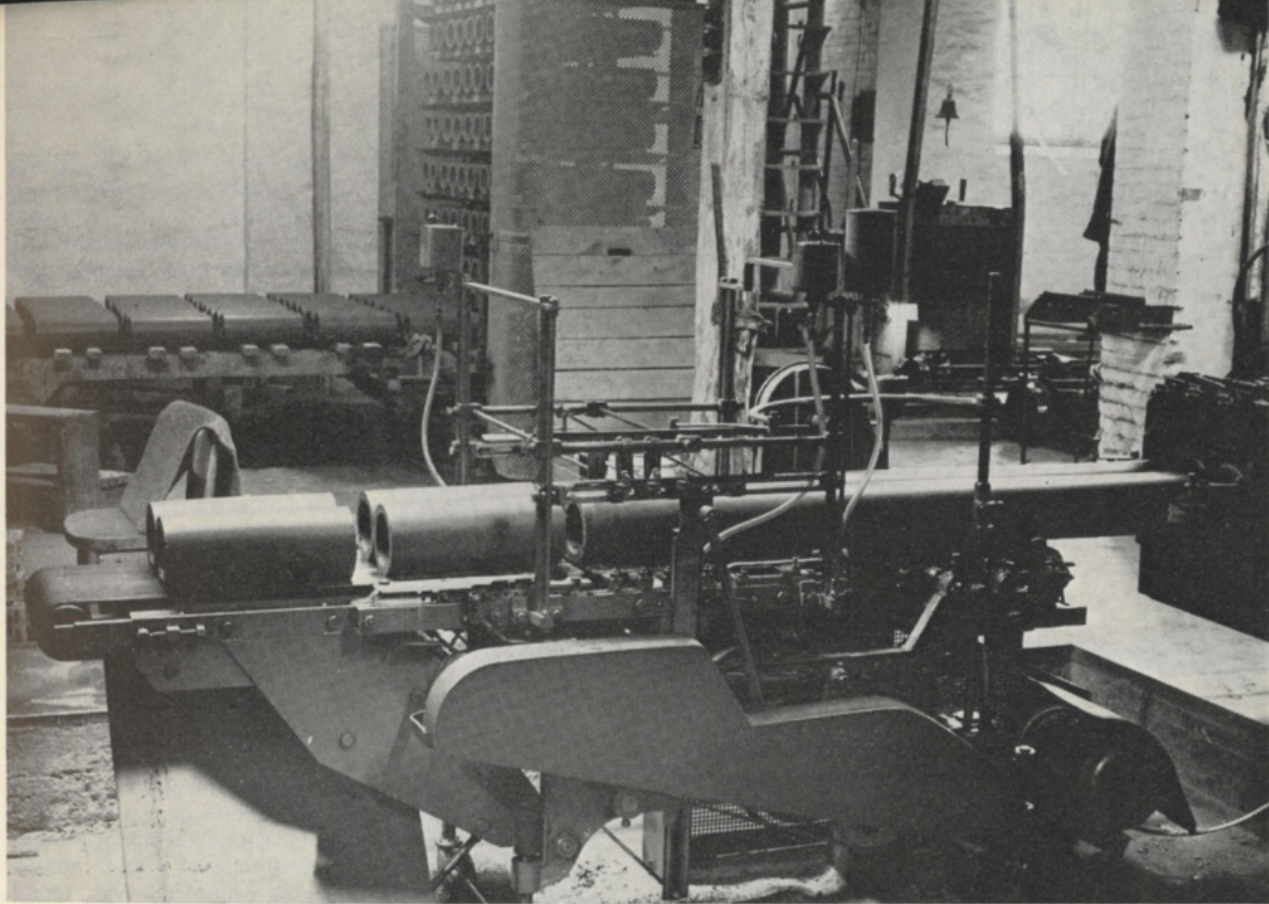


Formning. Teglprodukterne formes ved en af de i det efterfølgende omtalte fremgangsmåder, nemlig håndstrygning, blødstrygning eller strengpresning.

Håndstrygning. I vore dage er det kun en yderst ringe del af teglprodukterne, der formes ved håndkraft. Håndstrøgne mursten er dog stadig en gængs handelsvare, og håndstrøgne tagsten fremstilles også, men kun i ringe mængde. Ved fremstilling af håndstrøgne mursten anvendes ler æltet med forholdsvis meget vand. En klump af leret klaskes med hænderne ned i en forud fugtet fyrretræsramme, der er anbragt på et arbejdsbord og som regel har plads til 2 sten. Derefter stryges det overflødigde ler bort med en lineal, og rammen vendes på et bræt og løftes af, hvorpå stenene på brættet er klar til tørring. Håndstrøgne stens synsflader bliver på grund af fremstillingsmåden aldrig glatte, men får de såkaldte vandlæg hist og her, hvor leret ikke helt har udfyldt formen, og dette er sikkert årsagen til, at den håndstrøgne sten er yndet som facadesten.

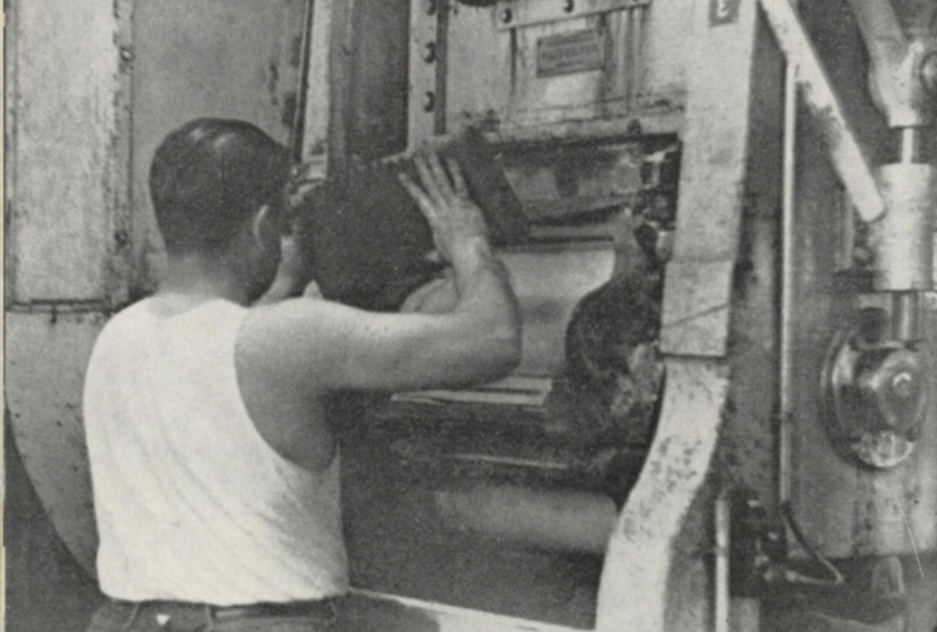


Blødstrygning. Den store efterspørgsel efter håndstrøgne sten har da også bevirket, at man nu i stor udstrækning fremstiller »håndstrøgne sten« på maskiner, hvor håndstrygningen efterlignes ved, at stempler trykker leret ned i forme og derefter afsætter det formede ler på stålplader, på små brædder eller på lægter, som automatisk transporteres bort fra maskinen. De anvendte maskiner, hvoraf der findes flere forskellige typer, kaldes blødstenspresser, og de på disse maskiner fremstillede sten betegnes blødstrøgne sten.

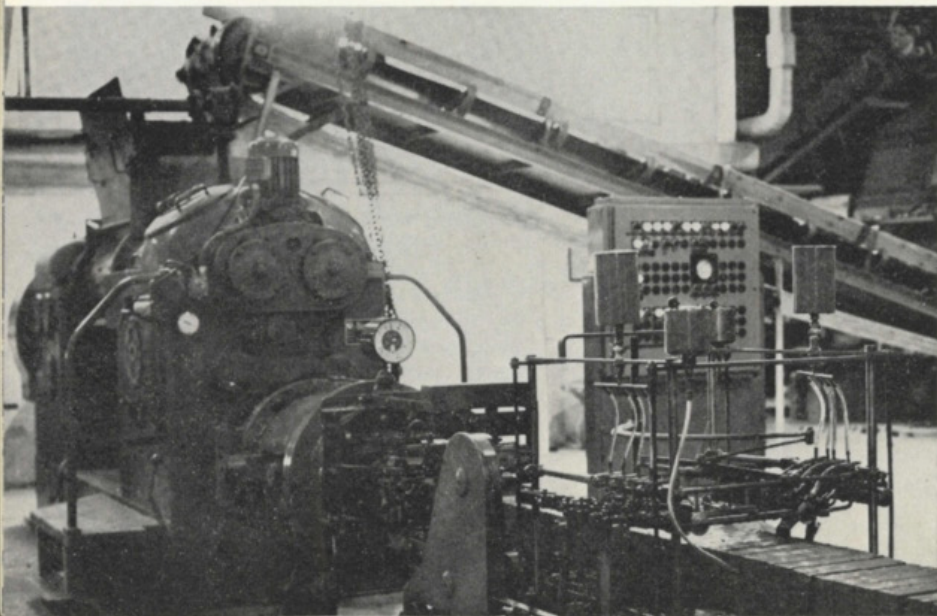


Strengpresning. De fleste teglværksprodukter formes dog på de såkaldte strengpresser. I princippet består strengpressen af en aksel med en snegl, der er indesluttet i en cylindrisk stålkappe. Fra indløbet presses leret, hvis vandindhold er mindre end ved hånd- og blødstrygning, af sneglen frem mod udløbet, der som regel er mindre end stål cappens tværsnit og forsynet med et mundstykke. Dette mundstykke – formen – har en åbning, som, hvis det er almindelige mursten, der presses, i bredden svarer til stenens længde og i højden til stenens bredde, dog med tillæg til begge mål

for det svind, der opstår ved tørring og brænding. Den sammenhængende lerstreng, der af sneglen presses ud af mundstykket, bliver på et såkaldt afskærebord skåret i skiver, hvis tykkelse svarer til en murstens højde plus tillæg for svind. På afskærebordet løber lerstrengen på ruller eller på et transportbånd, og afskæringen, der foregår med ståltråde udspændt i en stålramme, sker som regel automatisk og således, at en eller flere sten afskæres ad gangen. Før leret presses ud gennem formen, passerer det som regel et såkaldt vakuumkammer, der er sat i forbindelse med en pumpe,



Tagstenspressen – den såkaldte revolverpresse – har to halvforme, der trykkes mod hinanden og former falstagsten af lerplader, som er fremstillet i en almindelig strengpresse.



Fra strengpressens mundstykke – midt i billedet – går lerstrengen til afskærebordet, hvor afskæringen foretages. Stenene vandrer videre, placeres på to lægter og fortsætter på disse til tørreanlægget.

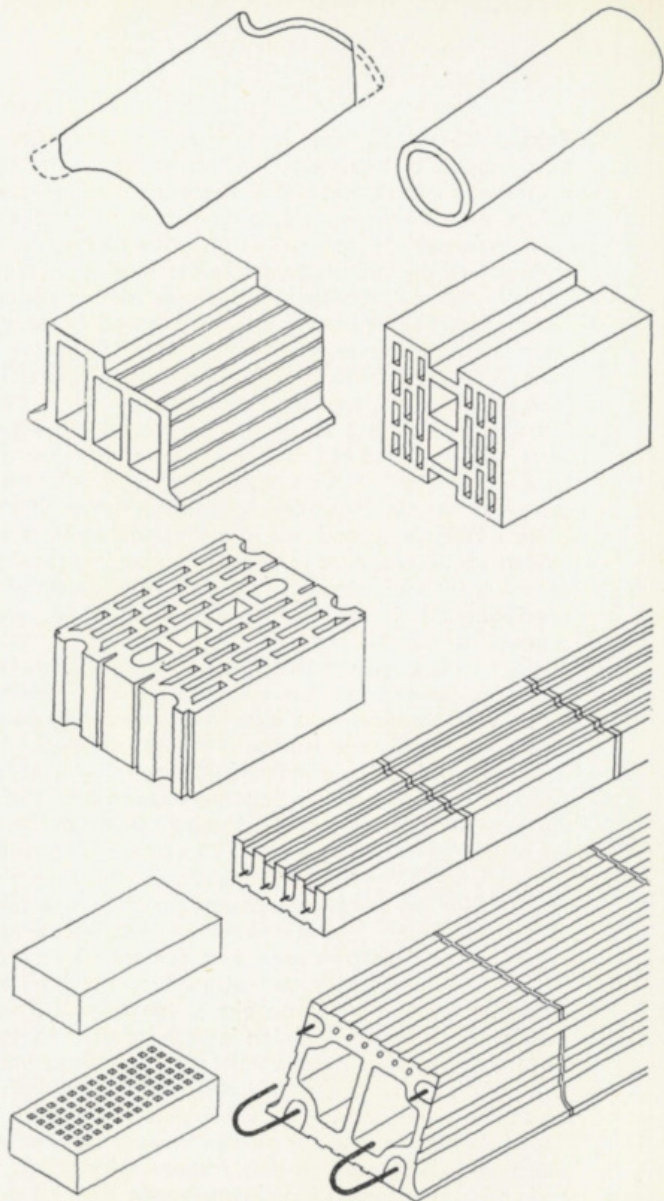
som suger luft og vanddamp ud af leret. Ved passagen gennem vakuumkammeret øges lerets formbarhed betydeligt, hvilket særligt har betydning, hvor der arbejdes med magre (sandholdige) lersorter.

Det nævnte mundstykke kan skiftes ud med andre mundstykker, afhængigt af, hvilke produkter der skal presses. Ved produkter med huller i tværsnittet (mangehulssten, etageadskillelsesblokke m. m.) anvendes specielle mundstykker, hvori der er fastspændt såkaldte kerner, der danner huller i lerstrengen. Hvad de strengpressede stens overfladekarakter angår, kan den varieres på mangfoldige måder, og det gøres som regel ved at give overfladen af lerstrengen, når den presses ud af mundstykket, en speciel behandling f. eks. besanding, chamottering, børstning, rivning, prægning m. m.

Ved fabrikation af drænrør anvendes et mundstykke med en åbning som en cirkelring, og fremstillingen af drænrør med stor diameter foregår med lerstrengen i lodret nedadgående retning, da rørene ellers ikke ville kunne holde den cirkulære form under afskæring og transport i våd tilstand. Skal der fabrikeres vingetagssten, anvendes et mundstykke, hvis åbning er en buet spalte af form som tværsnittet af en tagsten.

Det er – af tagsten – i øvrigt kun vingestenen, der fremstilles ved strengpresning. Falstagsten derimod formes i specielle tagstenspresser, og det ler, der anvendes, har som regel i forvejen passeret en almindelig strengpresse, hvor det formes og afskæres i plader eller klodser, der har en noget større længde, bredde og tykkelse end en færdigformet tagsten. I tagstenspressen, hvad enten det er en såkaldt revolverpresse eller svingpresse, formes disse plader eller klodser ved at blive anbragt mellem to halvforme, der trykkes mod hinanden, således at formen fyldes ensartet og helt, og det overskydende ler presses ud.

De nævnte halvforme er af gips og må vædes, før pressningen påbegyndes. Holdbarheden af disse forme er imidlertid ret ringe, og man eksperimenterer derfor til stadighed med fremstilling af forme af andet materiale, som kan vise sig mere egnede.



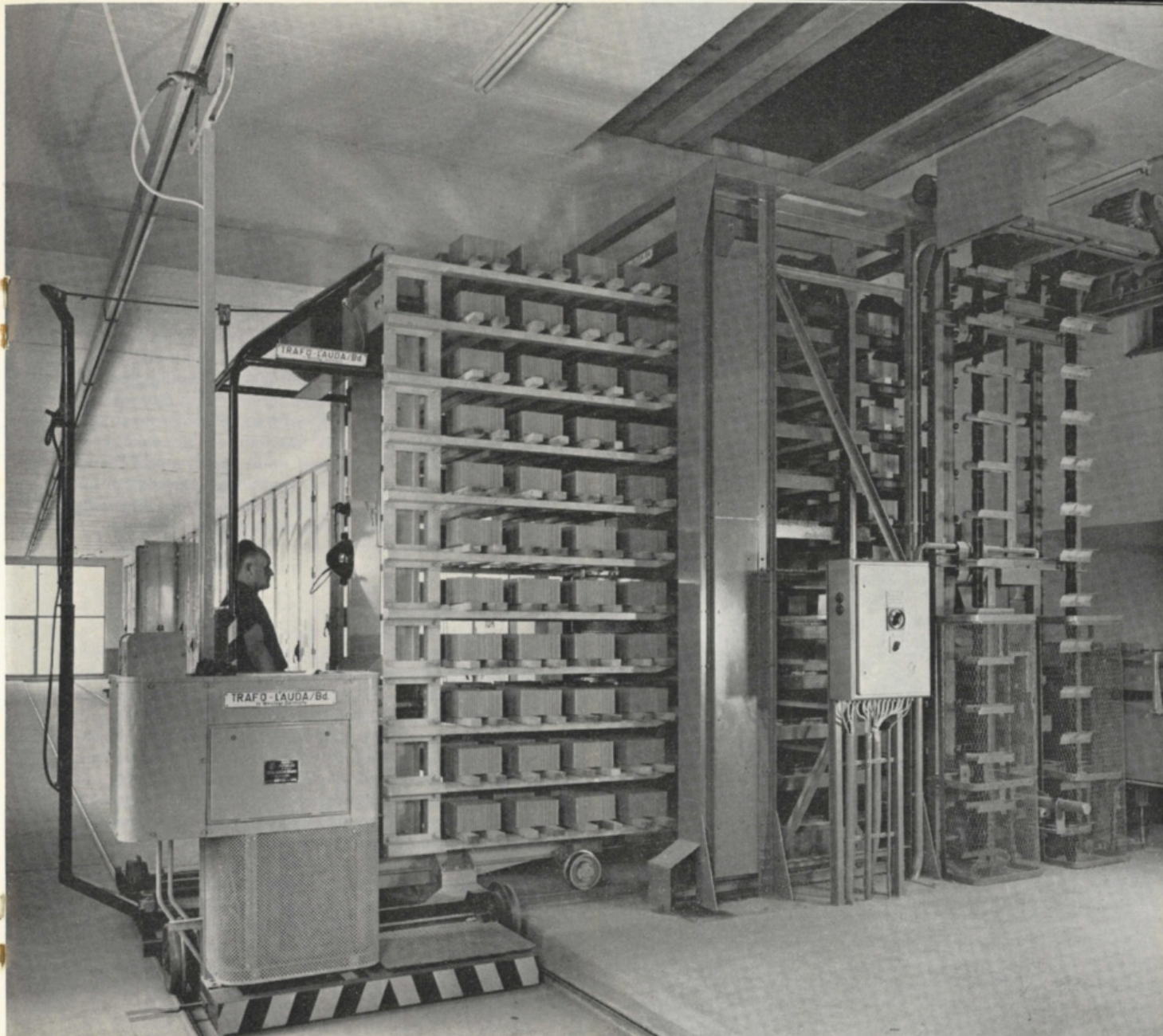
Tørring. Når produkterne er formet, skal de tørres, og på de moderne teglværker er transporten fra formgivningssted til tørringsstedet i større eller mindre grad automatiseret og foregår som regel ved, at stenene fra formningsmaskinen automatisk afsættes på lægter, der igen automatisk anbringes på hylder oven over hinanden i en såkaldt afsætterstol. Når der ikke er plads til flere hylder i stolen, løftes alle hylderne på én gang af en såkaldt afsættervogn, der betjenes af én mand, og som en sporvogn kører mellem afsætterstol og tørringssted, hvor alle hylderne med sten afsættes på én gang. For at kunne formes og samtidig være så stift, at det bevarer formen, må et bestemt ler – som foran omtalt – have et vandindhold, der ligger inden for ret snævre grænser. For de forskellige danske lersorter varierer dette vandindhold med lersorten og med fremstillingsmåden, idet f. eks. hånd- og blødstrykning kræver større vandindhold end strengpresning. I almindelighed er vandindholdet i nyformede produkter 20–30 vægtprocent.

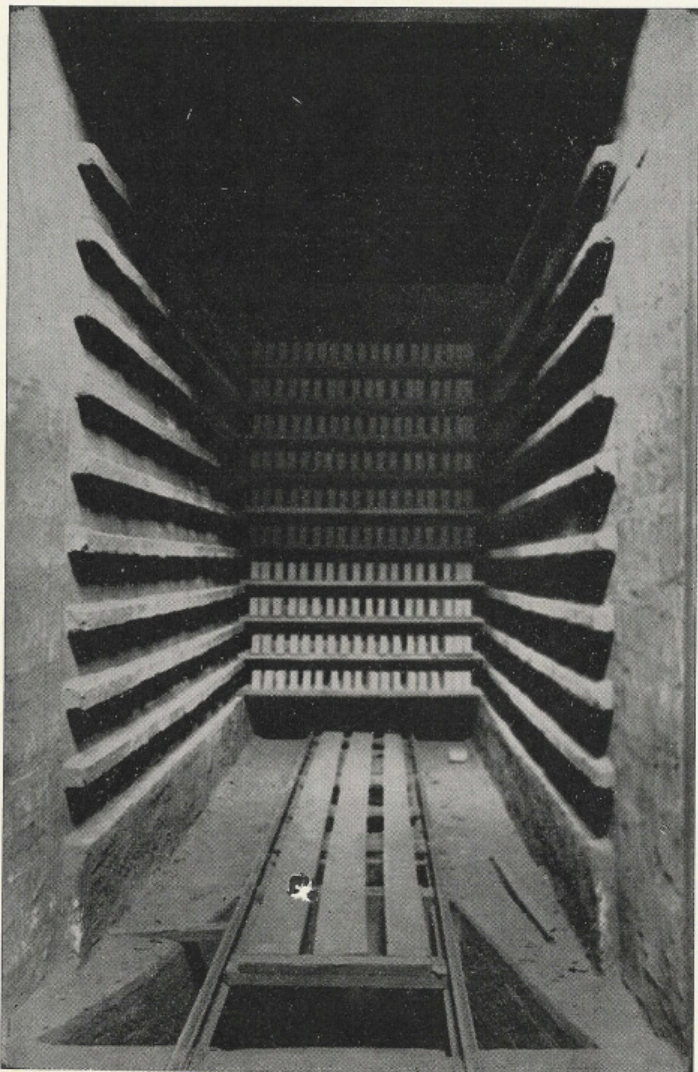
Denne vandmængde må fjernes ved tørring af produkterne før brændingen. De enkelte partikler i nyformet ler er lejret således, at hele lermassen er porøs, og ved de i porerne virkende kapillære kræfter er vandet blevet jævnt fordelt i hele massen. Hver partikel i leret er omgivet af en vandhinde, og mellemrummene mellem vandhinderne er fyldt med frit vand. Desuden har de mindste partikler (den egentlige lersubstans) absorberet vand, hvoraf en del er bundet i nydannede, kemiske forbindelser, og resten er opsuget i partiklernes porer. Vandet må fjernes, inden produkterne kan brændes, og teoretisk kan tørringen regnes at forløbe på følgende måde: først fordampes vandet mellem vandhinderne. Derved nærmer partiklerne sig til hinanden, og leret svinder proportionalt med den forsvundne vandmængde. Det næste der sker er, at vandhinderne omkring partiklerne går bort, hvorved partiklerne lejres endnu tættere, og et lille svind opstår. Når vandhinderne er borte, går det af de porøse partikler opsugede vand ud i mellemrummene i dampform, og hele massen svinder lidt. Endelig går vanddampen i mellemrummene bort, og dette

sker, uden at lermassen svinder. De forskellige danske teglværkslers lineære tørringssvind ligger hovedsageligt i intervallet fra ca. 2 til ca. 7 procent. De beskrevne teoretiske led i tørringsprocessen er dog i praksis ikke skarpt adskilt, men griber ind over hinanden.

Når friskformede produkter anbringes til tørring, vil vandet i lermassens overflade fordampe, og de kapillære kræfter vil føre vand fra lerets indre frem til overfladen. Når tørringsbetingelserne er de bedst mulige, er der nøje overensstemmelse mellem den vandmængde, der fordampes fra lermassens overflade, og den største hastighed, hvormed vand kan føres frem til overfladen. Er fordampningen fra overfladen større end vandtransporten til overfladen, vil der let opstå større svind i overfladen end i produkternes indre, og de derved fremkaldte spændinger kan resultere i ødelæggelse af produkterne i form af revnedannelser. Er fordampningen mindre end den mulige tilførsel af vand til overfladen, er der ikke fare for, at der opstår revner; men de optimale tørringsbetingelser er så heller ikke til stede.

De optimale tørringsbetingelser, der ikke alene er stærkt varierende fra lersort til lersort, men også varierende under selve tørringsprocessen, søger man at skabe i store tørreanlæg på de moderne teglværker. Denne form for tørring betegnes i daglig tale som »kunstig tørring«, og i et sådant tørreanlæg er der mulighed for under hele tørringsprocessen at regulere de tre faktorer – temperaturen, luftens fugtighedsgrad og luftens hastighed – der er bestemmende for tørringens forløb, således at produkterne kan tørre på den kortest mulige tid, uden at der opstår revner. Inden disse anlæg omtales, må det dog nævnes, at en del danske teglværker for blot få år siden endnu tørrede de nyformede produkter i de karakteristiske, velkendte tørrelader, hvor produkterne – beskyttet mod nedbør og sol – tørredes af »vind og vejr«. Foruden afhængigheden af vejrforholdene – den største ulempe – havde friluftstørringen yderligere den mangel, at man ikke – selv under de bedste betingelser – kunne komme under et vandindhold på 5–8 vægtprocent i produkterne. Ved den såkaldte »kunstige tørring« kan man derimod i de bedste





anlæg komme ned på et vandindhold på under 2 vægtprocent og er samtidig uafhængig af det lunefulde danske klima.

Der findes mange typer af tørreanlæg bl. a. anlæg, hvor man på et par timer eller mindre kan tørre tyndvægede produkter. De mest anvendte typer kan deles i to hovedgrupper, tunneltørreanlæg og kammertørreanlæg.

Tunneltørreanlæg, der ikke er særlig almindelige i Danmark, er i princippet en lang tunnel med rektangulært tværsnit. De nyformede, våde produkter anbringes på vogne, som gennem en sluseanordning føres ind ved tunnelens ene ende og kommer ud ved den anden, tørre og klar til brænding. I de nyeste tunneltørreanlæg er fyldning og tømning samt regulering af tørringsbetingelserne programstyret.

Kammertørreanlæg er absolut dominerende indenfor dansk teglindustri. Der findes mange forskellige typer, men i princippet består et kammertørreanlæg af en række ca. 10 m lange, ca. 1½–2 m brede og ca. 2–3 m høje kamre, der ligger side om side. I hvert kammer er der mulighed for – manuelt eller via programstyring – at regulere de foran nævnte faktorer, der bestemmer tørringsbetingelserne, og som regel har man et sådant antal tørrekamre, at man året rundt kan forsyne teglloven med tilstrækkelige mængder af tørrede produkter.

Den varme, der benyttes i et kammertørreanlæg, hvor produkterne – afhængig af lersort og udformning – som regel kan tørres på 1–3 døgn, produceres på specielle varmeanlæg; men ofte anvendes også en del af over-skudsvarmen fra ovnens kølezonen til tørringsprocessen.

Brænding. Når produkterne er tørret, skal de brændes, og under brændingen foregår der i lermassen en række fysiske og kemiske processer, hvorved leret omdannes til tegl. Når produkterne anbringes i teglovnen, indeholder de ud over det kemisk bundne vand endnu større eller mindre mængder af hygroskopisk vand (vand bundet af porerne). Mængden af hygroskopisk vand er som regel størst, hvis leret er fedt, og kan ikke påregnes at være helt forsvundet, før produkterne har nået en temperatur på 200–300°C. Det kemisk bundne vand vil forsvinde ved forskellige temperaturer, afhængigt af, hvilke mineraler vandet er bundet til; men ved temperaturer på omkring 500°C kan man regne med, at det meste kemisk bundne vand er forsvundet. Foruden de nævnte vandafgivelser vil der under lerets brænding foregå en lang række kemiske reaktioner, afhængigt af lerets mineralske sammensætning. Det kan blandt andet nævnes, at der med den kvarts, som findes i større eller mindre mængder i de fleste lersorter, vil ske en pludselig rumfangsændring i temperaturintervallet 570–575°C. Når dette temperaturinterval passerer i opvarmningsperioden, får kvartsen en pludselig rumfangsforøgelse på ca. 1 procent, og under afkøling foregår en tilsvarende rumfangsformindskelse i samme temperaturinterval. Disse såkaldte »kvartsspring« bevirker, at man – særlig under afkølingen – for en del lerarters vedkommende må være forsigtig i det nævnte temperaturinterval, således at de på grund af rumfangsændringer opståede spændinger kan udlignes. I modsat fald risikerer man revner i materialet.

Under brændingen vil desuden eventuelle organiske bestanddele i leret omdannes på samme måde, som det sker ved ophedning af kul og træ, og forskellige iltning- og spaltningsprocesser vil foregå.

Herved nedbrydes og omdannes de i leret forekommende mineraler, men processens forløb er afhængig af atmosfæren i ovnen.

Når temperaturen under brændingen er steget til omkring eller over 900°C, vil der – afhængig af lerets sammensætning – i de punkter, hvor partiklerne i lermassen berører hinanden, kunne dannes nye stoffer,



der smelter (sintrer) og sammenkitter partiklerne, og denne sammenkitningsproces bevirker, at der opstår et svind. Øges temperaturen yderligere, vil nye sintringer foregå i partiklernes berøringsflader, og et yderligere svind vil opstå, og det kan f. eks. godt tænkes, at de mindste partikler i lermassen er sintret på et tidspunkt, hvor de grove kun er sintret i overfladen. Man vil af dette forstå, at poreforholdene i materialet stadig vil ændres under brændingsprocessen, og ved opvarmning til en temperatur, hvor også de største partikler i massen smelter, vil materialets porer lukkes, og produktet har sit maksimale brændingssvind og vil da som oftest være blevet deformeret. Ved fortsat temperaturstigning kan der, når produkterne er stablet tæt sammen, ske sammensmeltninger. Almindeligt dansk teglværksler smelter som regel mellem 1000 og 1100° C, og da brændingen afsluttes, før smeltepunktet er nået, ligger de fleste danske lersorters brændingstemperatur i intervallet 950–1050° C.

Under brændingen har man ikke alene mulighed for at regulere temperaturen, også ovnatmosfæren kan styres, og dette udnyttes på mange teglværker til f. eks. at fremkalde specielle farvespil på stenenes synsflader ved i kortere eller længere tid at lade brændingen foregå med underskud af ilt (reducerende brænding). Som nævnt under omtalen af råleret kan man regne med, at et ler er gulbrændende, hvis vægtmængden af calciumkarbonat (CaCO_3) er mindst tre gange vægtmængden af ferrioxid (Fe_2O_3).

Fyringen skete tidligere kun med kul. I dag er brænding med olie helt dominerende, men gasfyring har i de senere år vundet stærk udbredelse i store dele af Europa, og det må betragtes som givet, at gas i løbet af få år vil blive det vigtigste brændstof til teglbrænding. I midten af 1972 var 10 danske teglovne gasfyrede.

Anvendes der olie ved brændingen, tilføres ovnen olien gennem et antal brændere, hvorfra olien med korte mellemrum sprøjtes ind i ovnen (impulsfyring). Ved denne type anlæg, der er de mest anvendte, er det muligt at regulere både oliemængde, tryk og interval mellem olieafgivelse fra hver enkelt eller fra en mindre gruppe af

brændere. Ved gasfyring anvendes ofte samme princip som ved olieimpulsfyringsanlæg.

Brændstofftilførslen er som regel automatisk styret ved hjælp af temperaturmålere (pyrometre) i ovnen, og brændingens forløb overvåges fra et kontrolrum med temperaturskrivere.

I Danmark gennemførtes brændingen indtil 1959, da den første tunnelovn blev bygget her i landet, udelukkende i ringovne, som arbejder kontinuerligt med vandrede ildzone, men efter 1960 har tunnelovnen, hvor det i modsætning til ringovnen ikke er ilden, men godset, der vandrer, for alvor holdt sit indtog i den danske teglindustri. I foråret 1972 var ca. 50 tunnelovne i drift i Danmark.

Ringovnen, der som regel er opmuret af teglsten, består af en ringformet, oftest aflang kanal, en brændkanal, der foroven er afgrænset af en hvælving. I denne kanal stables (sættes) de tørrede produkter efter et bestemt system, der giver mulighed for det nødvendige træk i ovnen under brændingsprocessen. Sætningen i en teglovn varierer ikke alene med produkternes art, men også fra den ene ringovn til den anden, idet brændkanalens længde og tværsnit som regel er forskellige fra ovn til ovn. I en almindelig dansk ringovn er længden som regel 80–90 m, medens bredden foroven kan være f. eks. 3 m og højden i midten f. eks. 2½ m.

Indbygget i ovnmurværket findes foruden en røgkanal med forbindelse til skorstenen som regel også en smøgekanal, og i murværkets yderside findes med bestemt mellemrum en række lave porte, hvorigennem der er adgang til brændkanalen. Selv om der i selve brændkanalen ikke findes tværvægge, kaldes rummet inden for hver port et kammer, og i en almindelig ringovn findes som regel 16–20 porte og dermed også 16–20 kamre. Når der brændes i en ringovn, holdes mindst 2 porte ved siden af hinanden åbne, og kamrene bag disse porte kaldes arbejdskamre, fordi der fra det ene kammer foregår en transport af brændt gods ud af ovnen, medens der transporteres tørret gods til brænding ind i det andet kammer. Når et kammer er fyldt med sten, lukkes det som regel med en tværvæg af

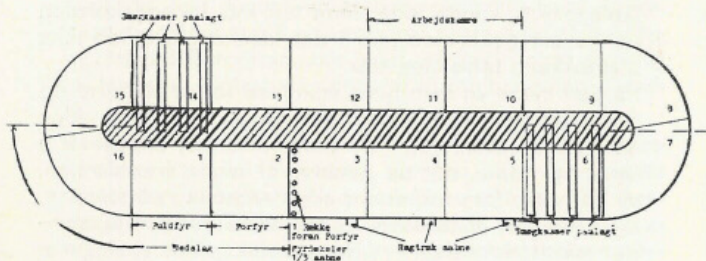


papir (et såkaldt skot), som tvinger den luft, der kommer ind gennem de åbne ovnporte, til at søge mod ovnens ildzone, der altid findes på diametralt modsat sted af arbejdskamrene. Fyringen sker gennem huller i hvælvingen, og brændslet er som nævnt i de fleste tilfælde olie, men gas og i enkelte tilfælde kul anvendes også.

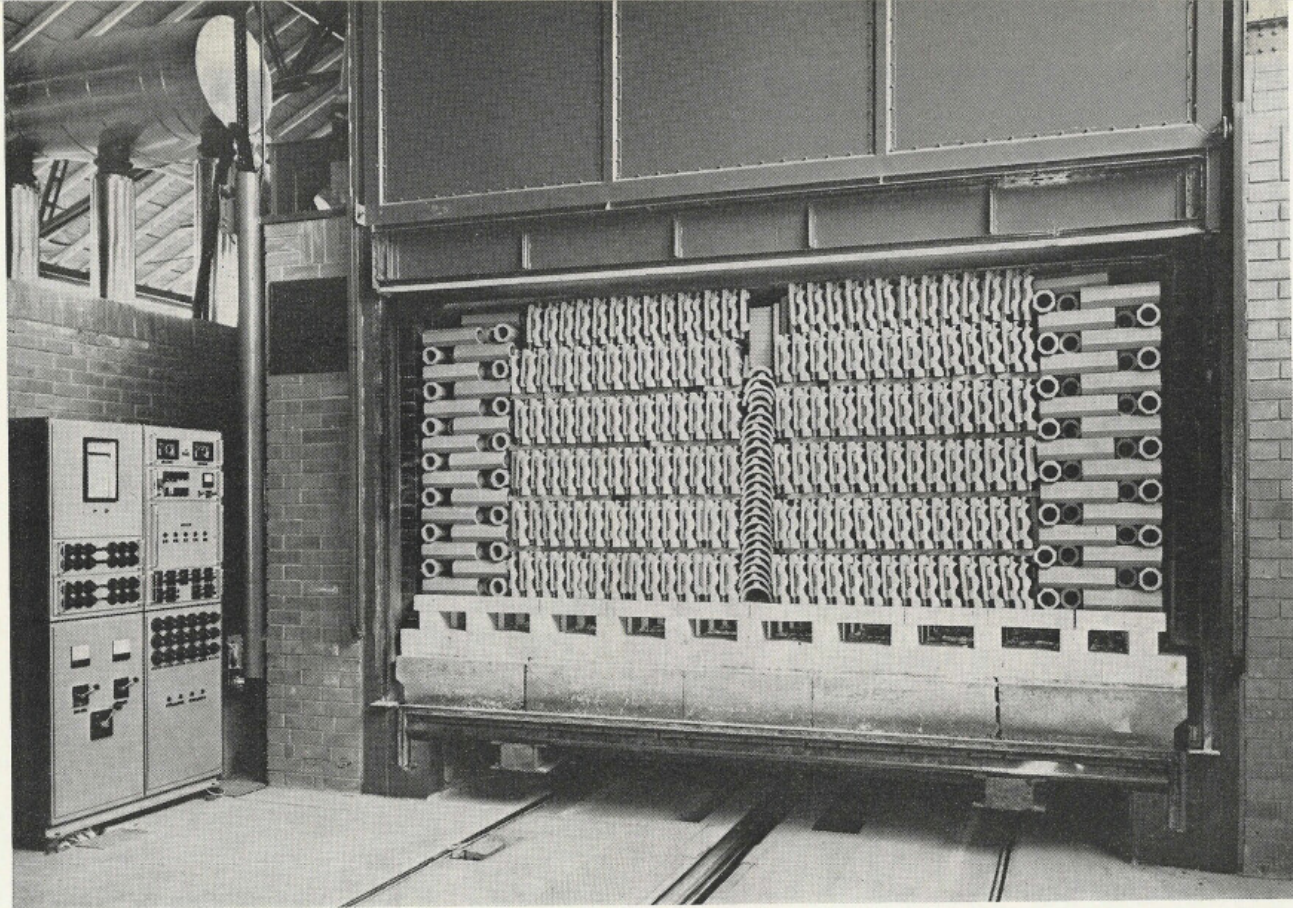
Som tidligere nævnt er der i ringovnens murværk foruden røgkanalen ofte indbygget en smøgekanal. Hvis det af en eller anden grund er nødvendigt at sætte ikke tilstrækkelig tørre sten i ovnen, vil man fra den del af brændkanalen, hvor ilden netop har passeret, og hvor

det flere hundrede grader varme gods skal afkøles (kølezonen), kunne lede varm luft ind i smøgekanalen og fra smøgekanalen ned i det kammer, hvor de ikke tilstrækkelig tørre sten står.

På den måde vil man have mulighed for at sluttørre og opvarme disse sten, inden først røgen og senere ilden når frem til kammeret. Hvis stenene ikke er tilstrækkelig tørre og varme, når de rammes af røgen fra ildzonen, vil der være fare for, at der sker fortætning på stenene, og dette kan undertiden – specielt hvis røgen indeholder svovlforbindelser – give anledning til alvorlig misfarvning af stenene.



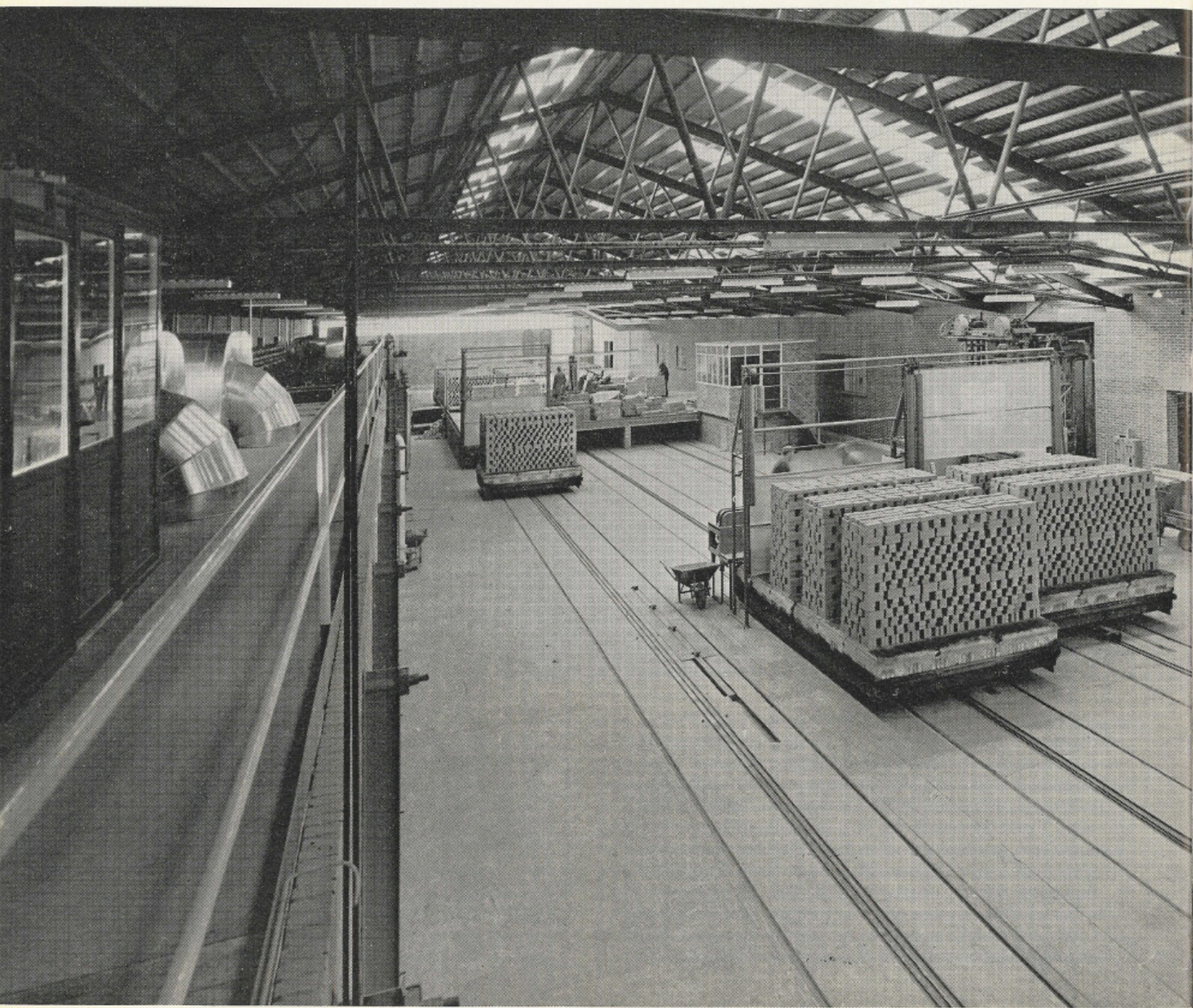
I en ringovn står godset fast, medens ildzonen bringes til at vandre ved, at man stadig flytter røgaftrækket, d.v.s. brændkanalens forbindelse med røgkanalen, fremad. Brændkanalen er den kanal, hvori godset er indsat til brænding. I passende afstand bag ilden er arbejds-kamrene, d.v.s. den del af brændkanalen, hvor de brændte produkter tages ud, og de tørre sættes ind. Indgangen hertil sker gennem en åbning, som mures til, når kammeret er fyldt. Fyringen i ovnen sker ved, at brændsel tilføres ildzonen gennem de såkaldte fyrhuller. Fyrhullerne er jævnt fordelt i brændkanalens hvælving og som regel ordnet i tværrækker med 3-5 huller i hver.

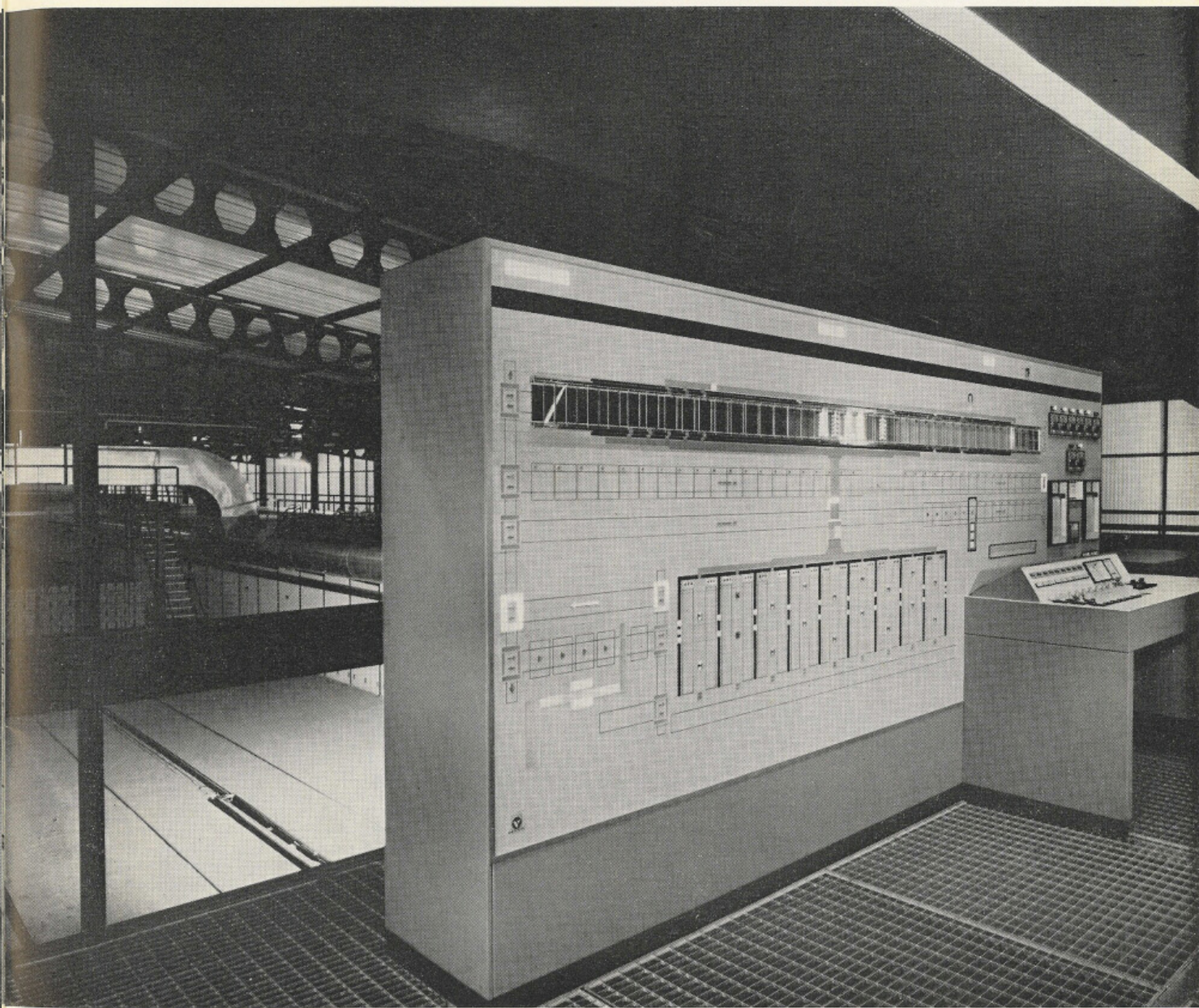


Tunnelovnen består af en lang kanal med rektangulært tværsnit. De teglprodukter, der skal brændes, stables på specielle vogne, som i en ubrudt række føres gennem tunnelovnen fra den ene ende til den anden. I den første del af ovnen opvarmes produkterne; derefter passeres ovnens faste ildzone, hvor brændingen finder sted, og endelig bliver produkterne på det sidste stykke i ovnen afkølet, før de forlader den. Ovnens dimensioner må bl. a. afpasses efter de produkter, der skal brændes, og efter de brændingstekniske egenskaber for det råler, der er til rådighed.

Ovenstående ses de færdige produkter – i dette tilfælde drænrør og tagsten – køre ud af en tunnelovn, og på det følgende billedopslag ses på venstre side sporanlægget.

Stablingen af tørrede sten på tunnelovnsvogne ses til højre i billedet, medens der bagest i hallen sker tømning af vogne med færdigbrændte sten og pallettering. Billedet til højre viser kontrollavler og -pulte. Øverst på kontrolltavlen kan man følge vognenes passage gennem tunnelovnen. Midt i billedet ses sporanlægget og for nede tørringsanlægget.



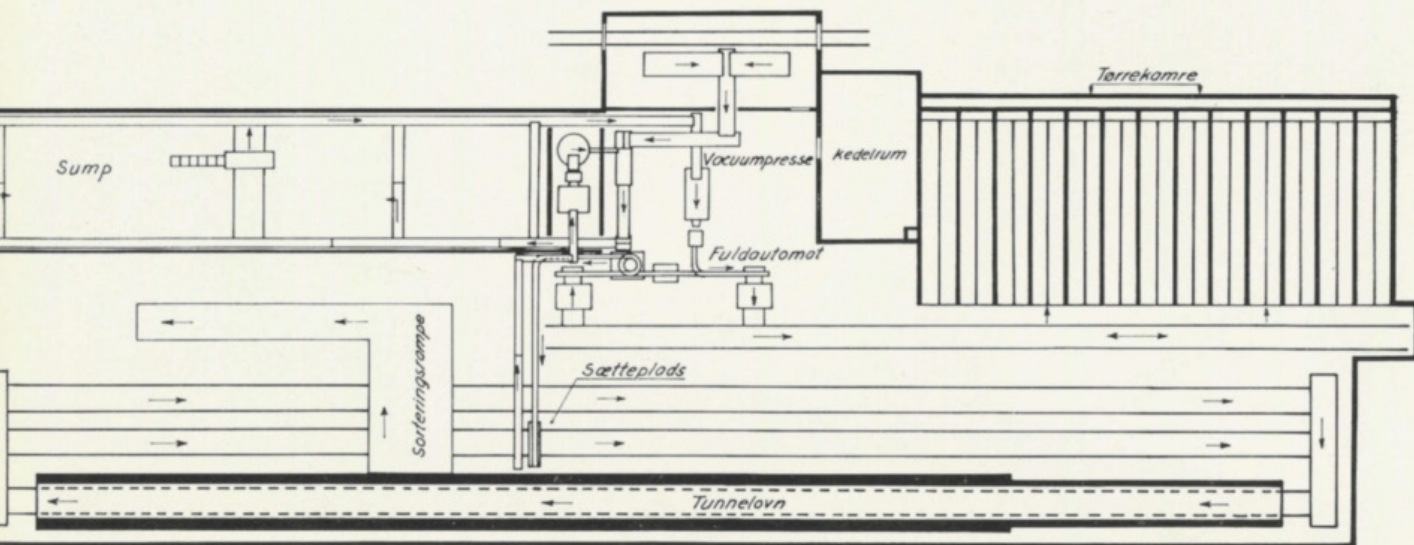


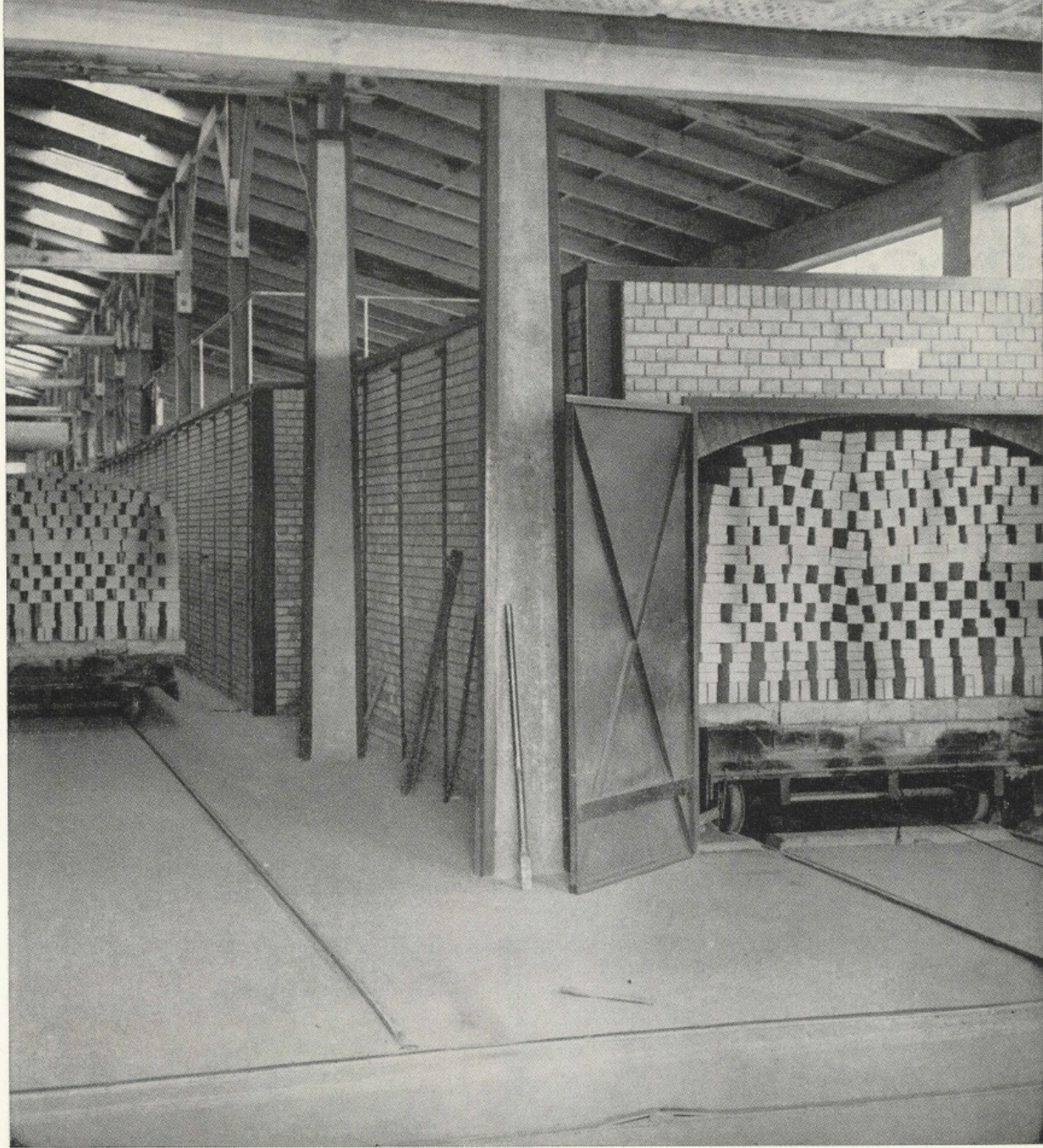
For øvrigt kan det som et kuriosum nævnes, at verdens sandsynligvis første tunnelovn, der virkede efter samme princip som nutidens, blev opfundet af en dansk teglværksejer, Hans Jordt fra Flensborg, der i 1839 ansøgte det danske Commerce-Collegium («handelsministeriet») om eneret på konstruktion og bygning af tunnelovne. Efter nogle års forsøg hører man imidlertid ikke mere om Jordts ovn, og først i vore dage er tunnelovnen blevet den dominerende ovntype indenfor den europæiske teglindustri. Årsagen til denne udvikling skal ikke alene søges i, at man ved tunnelovnsdrift har mulighed for en kvalitetsforbedring, men også i, at man på et tunnelovnsværk slipper for de ubehageligheder, der kan være forbundet med at skulle arbejde i en undertiden meget varm og støvet ringovn. Endvidere kan det nævnes, at tunnelovnsdrift giver bedre muligheder for oprettelse af kontinuerlig brænding i weekenden, og at tunnelovnen giver langt større mu-

lighed for en fuldstændig automatisering af brændingsprocessen end ringovnen.

Hosstående ses en tunnelovnsvogn med færdigbrændte teglsten.

Nedenstående ses grundplanen med maskinarrangement af samme tunnelovnsværk, som er vist på billedet til højre. Pilene i billedets nederste del viser, hvorledes vognene cirkulerer til venstre gennem ovnen og til højre, hvor de færdigbrændte produkter aflæsses på sorteringsrampen, medens vognene fortsætter for på sættepladsen at få tørrede sten påstablet. Foroven til højre i billedet ses tørrekamrene og umiddelbart herunder sporanlægget for afsættevognen.







Hovedparten af teglprodukterne palleteres eller pakke-
teres. Billedet øverst til venstre illustrerer anvendelsen
af krympefolie, og nedenunder vises læsning med gaf-
feltruck.

Hosstående ses det komplicerede fyrringsanlæg, der er
installeret over en tunnelovn.

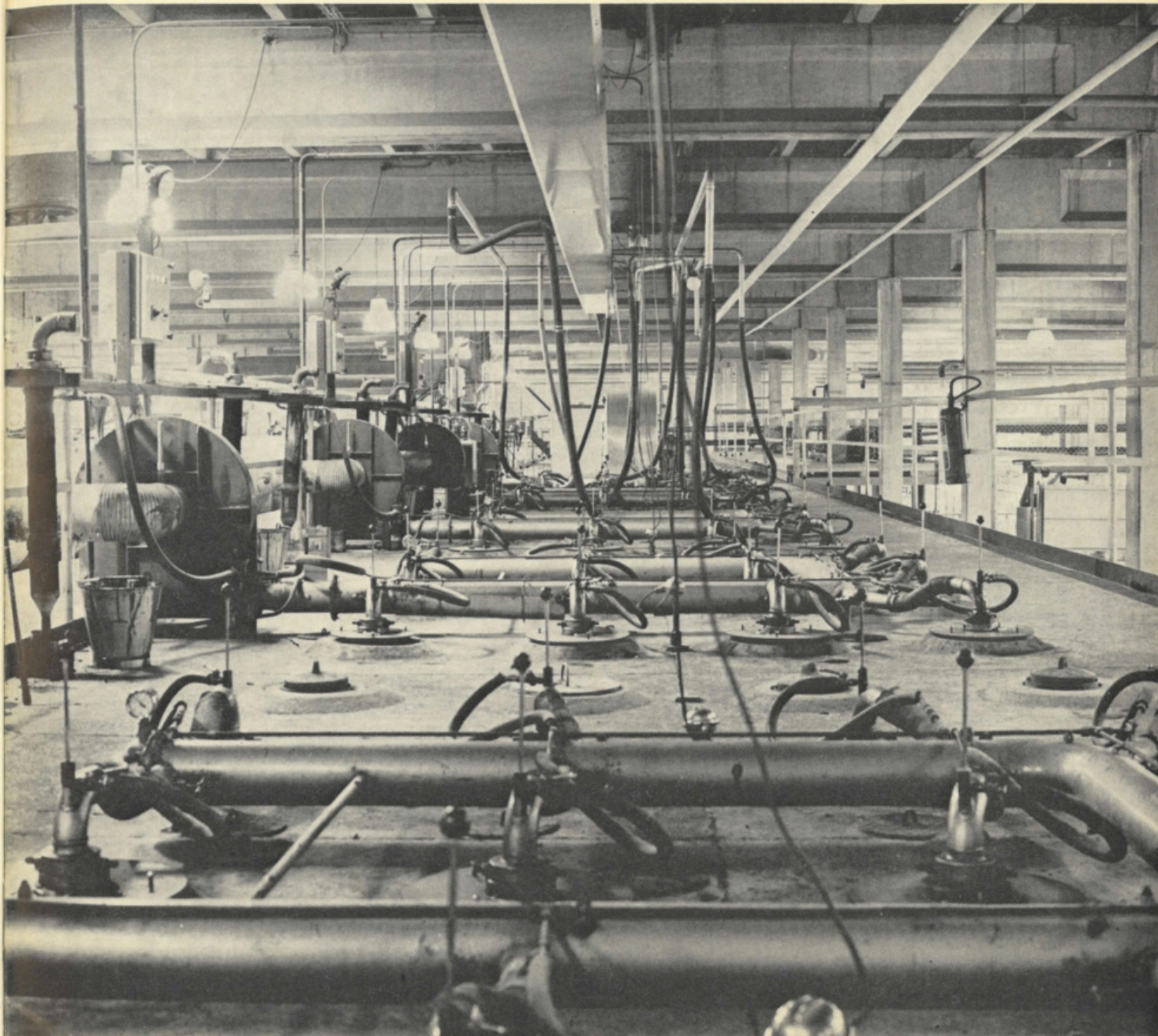
Tegl i tal

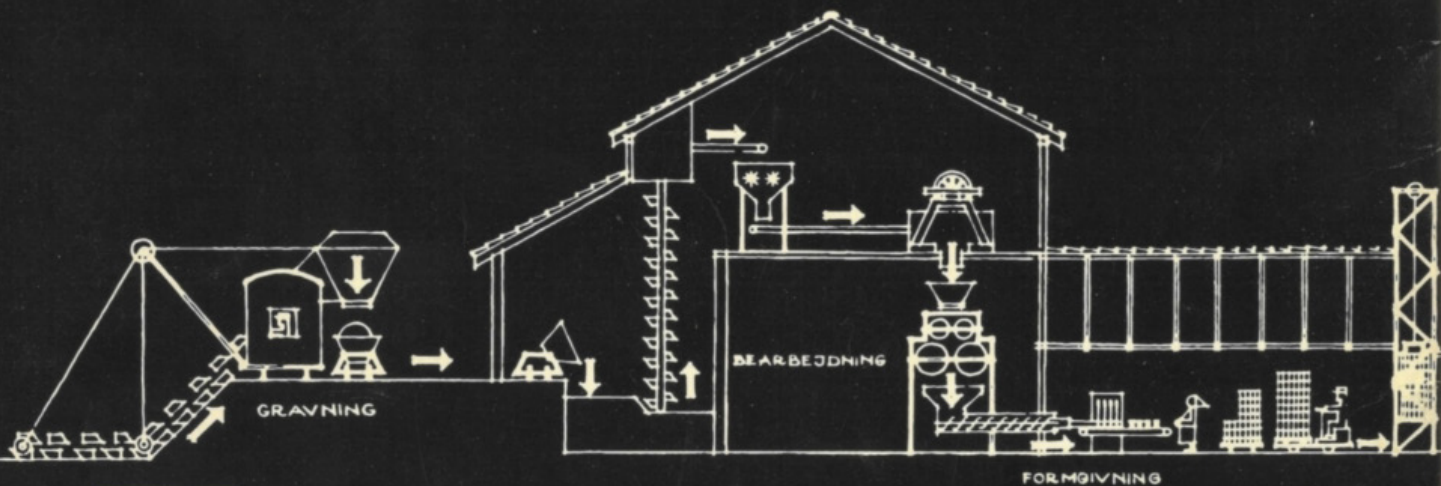
Teglindustrien har siden 1960 været inde i en udpræget
ekspansionsperiode, idet der i denne periode er byg-
get ca. 50 tunnelovne samt adskillige tørringsanlæg
og sumphuse samt komplette teglværker. Foruden den
kvalitetsforbedring og de øgede muligheder for hel-
årsbeskæftigelse, som disse investeringer har medført,
er der på trods af nedlægning af mange urentable
teglværker ikke sket en nævneværdig ændring af pro-
duktionskapaciteten. En stærk øgning af produktiviteten
har – som det fremgår af nedenstående tal baseret på
erfaringerne fra de i dag mest rationelle værker – fundet
sted.

	1960	1966	1972
Antal arbejdstimer ved fremstillingen af 1.000 mursten ..	10	5	4
Antal enheder pr. arbejder pr. år ..	200.000	400.000	500.000
Antal mandtimer pr. indexlejlighed (indirekte arbejdskraftforbrug) ..	100	80	65

Produktion/salg af teglprodukter i hele landet 1961–1971
(i mill. stk.)

	1961	1971
Antal teglværker ..	220	110
Facadesten ..	390	460
Bagmursten ..	356	204
Molersten ..	46	95
Tagsten ..	9	13
Drænrør ..	36	16
Etageadskillelsesblokke ..	6	0,3





TEGLINDUSTRIENS TEKNISKE TJENESTE

PRIS KR. 5-