



FURNITURE AND LANGUAGE
INNOVATIVE INTEGRATED LEARNING
FOR SECTOR ATTRACTIVENESS
AND MOBILITY ENHANCEMENT

Modulo 4

Macchine e strumenti

FLAME

FURNITURE AND LANGUAGE
INNOVATIVE INTEGRATED LEARNING
FOR SECTOR ATTRACTIVENESS
AND MOBILITY ENHANCEMENT

www.erasmusflame.com

Authors:



OGÓLNOPOLSKA
IZBA
GOSPODARCZA
PRODUCENTÓW
MEBLI

CENFIM
Home & Contract
furnishings



nt net translations

Mendel
University
in Brno

WARSAW UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES
SGGW

arnuebla cooperadora
empresarial



The present work, produced by the FLAME Consortium, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. Grant Agreement Reference: 2018-1-PL01-KA202-050703. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Modulo 4

Macchine e strumenti

FINALITÀ DEL MODULO

Questo modulo illustra gli aspetti inerenti il processo di taglio. Descrive le macchine e gli strumenti manuali, nonché le macchine e gli strumenti per la produzione in linea. Completano il modulo le informazioni sulla manutenzione di base. Le proprietà di lavorazione principali dei materiali da tagliare, del legno e dei pannelli a base legno che influenzano la lavorazione, sono chiarite all'inizio.

OBIETTIVI FORMATIVI

Conoscenze

tecniche di taglio e affilatura
attrezzi manuali
macchine per la lavorazione del legno
manutenzione di base

Abilità

utilizzare ed eseguire la manutenzione di base di strumenti e attrezzature
applicare rivestimenti fluidi e solidi con strumenti manuali
scegliere macchine per mansioni tecnologiche

PIANO DI APPRENDIMENTO

Unità 4.1 \ Materiali destinati ad essere trasformati nella produzione di mobili – pag. 4

Unità 4.2 \ Macchine portatili – pag. 9

Unità 4.3 \ Utensili per macchine portatili – pag. 15

Unità 4.4 \ Macchine per la produzione in linea – pag. 20

Unità 4.5 \ Utensili per la produzione in linea – pag. 26

Unità 4.6 \ Manutenzione di base di macchine e strumenti – pag. 31

PROFILI ESCO

7522 – Ebanisti e assimilati

7523 – Tool setters (misuratori di utensili) e operatori di macchine per la lavorazione del legno

7534 - Tappezzieri e assimilati

8172 – Operatori di impianti di lavorazione del legno

2141 – Ingegneri di manutenzione e riparazione (addetti alla manutenzione e alla riparazione di macchinari)

9329 – Manifattura generica - personale delle attività industriali non classificato altrove



Unità 4.1

Materiali destinati alla trasformazione nella produzione di mobili

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO	
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni		 Esercizi e giochi
				Materiali a base legno 6
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET		
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo		



Unità 4.1 Materiali destinati alla trasformazione nella produzione di mobili

La presente unità illustra i materiali destinati *alla lavorazione nella produzione di mobili*. Questi materiali sono divisi in due categorie:

- Materiali in legno massello
- Materiali a base legno

I materiali in legno massello destinati alla lavorazione nella produzione di mobili sono ottenuti dalla lavorazione di tronchi e delle loro parti più piccole. Le dimensioni dei materiali dipendono dalla successiva fabbricazione di manufatti finali. I materiali finali impiegati nella produzione devono essere seccati prima di essere utilizzati.

I materiali a base di legno (prodotti da legno) sono realizzati incollando insieme elementi in legno. Gli elementi in legno che dovrebbero essere incollati hanno dimensioni e forme diverse. I materiali ottenuti da essi differiscono nelle caratteristiche fisico-meccaniche. In generale, possono avere applicazioni diverse o le stesse di quelle della produzione di mobili.

Materiali in legno massello

Esistono due categorie di specie di legno massello:

- **Legno dolce (1)**
- Legno duro

Inoltre, le specie di legno duro sono suddivise in:

- **poroso-diffuso (2)**
- **con porosità ad anello (3)**

I tipi di legno poroso-diffuso hanno vari vasi sagomati sparsi su tutto il tronco. I tipi con porosità ad anello di solito hanno grandi vasi, che si formano all'inizio della stagione di crescita.

Le **specie di legno dolce (conifere)** hanno gli aghi e le **specie di legno duro (latifoglie)** hanno le foglie. Sono molto differenti nella struttura, così come nelle proprietà fisico-meccaniche. Alcuni di essi sono caratterizzati dalla presenza di solo alburno e alcuni dalla divisione del tronco in: alburno e durame. L'alburno trasporta l'acqua con sali minerali e raccoglie sostanze di supporto. Questo è lo strato esterno del tronco se l'albero ha un durame. Il durame è la parte interna di un tronco, che non ha cellule viventi, non svolge funzioni fisiologiche e non trasporta acqua.

Il legno è un composito naturale costituito principalmente da fibre sottili o tracheidi deposte lungo il tronco. Ciò divide il legno in tre direzioni anatomiche di base: longitudinale, tangenziale e radiale. Il legno differisce nelle sue proprietà fisiche e meccaniche lungo queste direzioni. Ciò comporta differenze molto significative in termini di resistenza durante la lavorazione, forma dei trucioli e aspetto della superficie finale. Pertanto, si possono distinguere tre direzioni di taglio: longitudinale, perpendicolare e tangenziale. Si ottengono superfici differenti a seconda della direzione in cui viene tagliato il legno ed hanno forme diverse, ed è importante considerare questi aspetti nella progettazione dell'arredamento.

Il legno è sensibile all'acqua, perché si restringe o si gonfia quando è esposto. Tuttavia, lo fa in misura diversa in base alla direzione anatomica. Questo è molto importante per la lavorazione destinata alla fabbricazione di arredi.

Il legno è un materiale difficilmente prevedibile a causa delle sue caratteristiche naturali. Certi tratti possono suggerire le sue proprietà, ma non possono essere una base per caratterizzare il legno come materiale costruttivo. Possiamo evidenziare i seguenti difetti nel legno: **orditura (4)**, torsione e crepature, **nodi crepati o cadenti (5)**, forma irregolare, canali in resina e legno duro rossastro/falso.

Materiali a base di legno

Diversi materiali a base di legno sono prodotti incollando insieme elementi: piccole tavole/assi, impiallaccature, schegge/fili, particelle e fibre. Di solito hanno la forma di una tavola, ecco perché i materiali a base di legno sono chiamati pannelli a base di legno o semplicemente pannelli.

Incollandosi insieme gli elementi a base di legno è possibile realizzare:

- **Tavolette/assi ► listellare** – i listellari possono essere fabbricati proprio a forma di **pannelli per mobili (6)** o rivestiti con **altri materiali (7)**. Se sono realizzati unicamente in elementi di legno, il legno da applicare deve essere di ottima qualità, in quanto sarà visibile. Per fabbricare pannelli listellari (pannelli listellari nobilitati), è possibile rivestirli con legno di qualità inferiore poiché il blocco sarà coperto con altri materiali con un'estetica più accattivante.
- **Piallacci ► multistrato (8)** – il multistrato si realizza incollando insieme un numero irregolare di piallacci. I piallacci sono così disposti con strati successivi di fibre ad angolo retto. In linea di principio, tutte le specie legnose possono essere utilizzate per produrre multistrato. Se si usano specie miste, devono essere disposte simmetricamente dal centro della tavola.
- **Schegge/fili ► Oriented Strands Boards (OSB) (9) e OSB-like Flakeboards** – queste tavole sono realizzate con trucioli di legno lunghi e piatti. Esistono vari tipi di questi pannelli. Sono tipicamente utilizzati nell'edilizia. Nella produzione di arredi vengono usati per la fabbricazione di mobili imbottiti. Tuttavia, nei nuovi progetti vengono utilizzati come materiale decorativo di base nella realizzazione di mobili.
- **Particelle ► pannelli truciolari (10)** – questo è il materiale più conosciuto nella fabbricazione di mobili. La sua popolarità è dovuta, ovviamente, al suo basso prezzo rispetto ad altri materiali a base di legno. Il prezzo ridotto dipende dal fatto di essere prodotto con legno di qualità più bassa o con materiali riciclati. Quindi i pannelli truciolari sono di qualità molto bassa. Ciò rende difficile usarli per fabbricare arredamenti ed inoltre limita il design dei mobili. Devono essere finiti con altri materiali per coprirli.

- **Fibre ► pannelli di fibre** – i pannelli di fibre sono molto conosciuti nella produzione di arredi, in particolare per la profilatura delle parti di mobili. L'impiego più popolare per le parti di mobili sagomate è nella produzione delle parti frontali di mobili, in particolare di fronti per mobili da cucina. A tale fine vengono utilizzati **pannelli di fibra a media densità (MDF) (11)**. I **pannelli di fibra ad alta densità (HDF) (12)** sono un altro tipo di pannelli di fibre ampiamente utilizzati nella produzione di mobili. Normalmente vengono impiegati per fabbricare il fondo dei cassetti o i pannelli posteriori dei contenitori (scocca, corpo).



MATERIALI IN LEGNO MASSELLO		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(1) Legno dolce	Legno di pino (<i>Pinus sylvestris</i>)	
(2) Legno duro poroso-diffuso	Legno di faggio (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	
(3) Legno duro con porosità ad anello	Rovere (<i>Quercus</i> L.)	
(4) Orditura del legno	Deviazione dalla planarità del legno in seguito a pressione asimmetrica e restringimento irregolare	 bow crook kink cup twist
(5) Nodo del legno	Legno crepato o nodo cadenti nel legno di pino	
MATERIALI A BASE DI LEGNO		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(6) Pannelli per mobili	Elementi in legno di alta qualità incollati insieme.	
(7) Pannelli listellari (pannelli listellari nobilitati)	Elementi di legno di bassa qualità incollati insieme, in seguito rivestiti con MDF, HDF o multistrato, per esempio.	

<p>(8) Multistrato</p>	<p>Quantità irregolare di piallacci incollati insieme ad angolo retto</p>	
<p>(9) Pannello a scaglie orientate (OSB)</p>	<p>Queste tavole sono realizzate con trucioli di legno lunghi e piatti.</p>	
<p>(10) Pannello truciolare</p>	<p>Truciolare a tre strati ricoperto da uno strato decorativo.</p>	
<p>(11) Pannello di fibra a media densità (MDF)</p>	<p>Fronte per mobili sagomato</p>	
<p>(12) Pannello di fibra ad alta densità (HDF)</p>	<p>Fondo dei cassetti</p>	

Unità 4.2

Macchine portatili

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO	
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni	 Esercizi e giochi	Macchine portatili 11
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET		
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo		



Unità 4.2 Macchine portatili

Macchine portatili

Le macchine portatili, comunemente conosciute come attrezzi elettrici, sono progettate per essere operate manualmente, dal momento che non sono fisse. Possono essere con cavo o senza (alimentate a batteria), e destinate all'industria della lavorazione del legno e alla lavorazione del legno fai-da-te. Normalmente vengono usate le unità elettriche, ad eccezione dei locali in cui esiste un elevato rischio di esplosione (a causa di polvere, solventi, ecc.). Questi attrezzi non sono in genere impiegati nella catena di produzione principale, ma sono ampiamente utilizzati per le regolazioni e la costruzione sul posto, per esempio dei mobili da cucina, accessori, boiserie ecc.

- L'attrezzo elettrico di base, impiegato per tagliare e scanalare legname e pannelli, è il seghetto circolare, chiamato **sega con guida a mano (13)** se dotato di una guida lineare. Questo seghetto viene di solito utilizzato con una varietà di lame, più frequentemente con lama seghettata, lama a croce e lama per pannelli (per compensato, truciolare, ecc.).
- Per i tagli inclinati la soluzione migliore è la **troncatrice (14)**. La troncatrice di solito è dotata di due indici, che consentono regolazioni accurate degli angoli di taglio orizzontale e verticale, insieme della profondità di taglio. Questo attrezzo viene generalmente impiegato per tagliare angoli a 90, 60, 45 e 30 gradi, tuttavia è possibile utilizzarne uno qualsiasi nell'intervallo 0-90 gradi. Le lame del seghetto più comunemente usate sono quelle per tagliare legno, metallo e plastica.
- Il **seghetto alternativo (15)** è un altro tipo di seghetto. Viene utilizzato per tagli trasversali, smussature, tagli obliqui, lineari e curvati a scorrimento in vari materiali, ma la finalità principale è quella di tagliare le sagome, poiché questi segchetti sono azionati a mano. Le lame del seghetto più comunemente usate sono disponibili in un'ampia varietà: per metallo, legno, materiali compositi e materiali più morbidi. Le lame sono facilmente intercambiabili.
- La **pialla (16)** serve per levigare la superficie del legno e per ridurre lo spessore del materiale. Con una profondità di taglio ridotta, le pialle possono inoltre essere impiegate per levigare la granulosità o eliminare i segni della sega. A volte, nei lavori di costruzione, le pialle vengono utilizzate anche per rastremare il legno oppure come *jointer*. Di solito le pialle basiche hanno da due a quattro lame rotanti. Queste normalmente servono solo per legno e sono realizzate in acciaio rapido, tuttavia sono disponibili anche lame in carburo di tungsteno per legni duri ad alta densità.
- Le **levigatrici a nastro (17)** vengono generalmente utilizzate per la carteggiatura ruvida, al fine di rimuovere grandi quantità di materiale. Normalmente l'attrezzo è costruito senza alcun tipo di limitatore, in quanto tale richiede una certa abilità per operarlo, poiché la guida e la pressione sono fornite a mano. Alcune levigatrici a nastro possono essere montate capovolte. In questo caso, il pezzo da carteggiare viene




spostato sulla cinghia. In genere le levigatrici a nastro vengono impiegate solo per superfici molto ruvide e soprattutto nei lavori di costruzione per livellare le superfici, nonché per modellare e arrotondare.

- Una **levigatrice a disco (18)**, a volte chiamata levigatrice orbitale, ha una base tonda (o quadrata nel caso delle levigatrici orbitali) con un foglio di carta vetrata che si muove con movimento orbitale. Queste levigatrici vengono utilizzate per levigatura leggera, sabbatura di finitura, preparazione per la verniciatura e lavori di restauro. A volte questi attrezzi elettrici sono chiamati levigatrici per finitura, a causa del loro impiego.
- Uno degli attrezzi portatili più flessibili è il **pantografo (19)**, prevalentemente grazie al vasto numero di tipi di punte del pantografo e delle possibilità di utilizzo. L'impiego principale è quello di eseguire fori o scanalature nel materiale, anche bordi o profili piani e numerosi altri impieghi, in particolare nella costruzione di armadi.
- Lo strumento più popolare, presente in qualsiasi ambiente produttivo o domestico, è il **trapano (20)**. È disponibile nelle varietà con e senza cavo a seconda della potenza richiesta per l'impiego in questione. Questo elettroutensile funziona con un motore elettrico che fa girare il mandrino con punte da trapano montate o praticamente qualsiasi altra dotazione, come punte da cacciavite o adattatori per dadi.
- I compiti di falegnameria negli attrezzi elettrici sono spesso svolti con lo strumento più funzionale in questa situazione: il **lamello (21)**. Gli usi di questo attrezzo vanno dall'unione di due pezzi di legno fino a compiti abbastanza complessi. Oggi questi attrezzi sostituiscono i giunti a tenone e mortasa grazie alla loro semplicità e precisione. Il mercato offre un numero quasi illimitato di tipologie, tuttavia tutti hanno impieghi simili.



MACCHINE PORTATILI		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(13) Sega con guida a mano	Seghetto portatile utilizzato per tagli dritti, lineari e inclinati. Può essere operato in modalità guidata o manuale	
(14) Troncatrice	La troncatrice viene utilizzata per realizzare tagli trasversali, dritti e ad angoli, grazie alla sega montata su banco girevole e un braccio orientabile	
(15) Seghetto alternativo	Attrezzo elettrico utilizzato per eseguire tagli sagomati e smussati	

<p>(16) Pialla</p>	<p>Utensile elettrico portatile per la piallatura a filo (o a spessore) delle superfici di legno</p>	
<p>(17) Levigatrice a nastro</p>	<p>Levigatrici a nastro vengono utilizzate per la sagomatura e la smerigliatura del legno</p>	
<p>(18) Levigatrice a disco</p>	<p>Levigatrici a disco si utilizzano per il trattamento del legno prima di verniciare o levigare la vernice stessa</p>	

<p>(19) Pantografo</p>	<p>Pantografi sono utilizzati principalmente per intagliare scanalature o fori nel materiale solido; tuttavia il loro impiego è quasi illimitato</p>	 A Festool router tool kit is shown, including the router unit, its carrying case, and various accessories like bits and a wrench.
<p>(20) Trapano</p>	<p>Trapani sono più comunemente usati per forare e avvitare viti o dadi in fase di assemblaggio</p>	 A Festool cordless drill kit is displayed, featuring the drill, its case, two batteries, and a charger.
<p>(21) Lamello</p>	<p>Lamello è un sostituto rapido e preciso di giunto a tenone e mortasa realizzato manualmente</p>	 A Festool Lamello joiner kit is shown, including the joiner tool, its case, and various accessories like guides and a power cord.

Unità 4.3

Utensili per macchine portatili

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO	
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni		 Esercizi e giochi
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET		
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo		



Unità 4.3 Utensili per macchine portatili

Utensili per macchine portatili

Gli utensili per le macchine portatili (i cosiddetti utensili elettrici) devono essere particolarmente facili da sostituire. Possono essere riutilizzabili o di monouso, e quest'ultimi sono anche piuttosto economici. Quindi, non varrebbe la pena affilarli. Il processo di affilatura richiede diverse operazioni tra cui: pulizia, montaggio e regolazione dell'affilatrice, oltre a tempi e costi di manodopera. Gli utensili monouso sono destinati ai produttori che desiderano mantenere costanti le dimensioni del prodotto. Se sono simmetrici possono essere reversibili. Gli utensili per le macchine portatili sono realizzati in acciaio rapido (HSS) o carburi.

Gli strumenti portatili hanno l'etichettatura obbligatoria che fa riferimento alle certificazioni del prodotto, alla protezione personale e ai parametri di utilizzo. L'etichettatura di certificazione del prodotto è relativa al pericolo di scosse elettriche o incendi, nonché alla qualità del prodotto stesso. La protezione personale riguarda principalmente la protezione degli occhi e delle orecchie, nonché della respirazione. La descrizione dei parametri contiene principalmente informazioni sui materiali e sulla geometria dello strumento, nonché i valori dei parametri di lavorazione massimi che possono essere raggiunti. A causa della globalizzazione, le descrizioni sono spesso disponibili in diverse lingue.

Esistono varie macchine portatili, che sono più o meno ampiamente utilizzate nella produzione. Ci sono produzioni standard con macchine portatili diffuse o rare produzioni specifiche con macchine specializzate. Gli utensili sono divisi in tre categorie:

- quelli che incidono creando una fessura, quindi la lunghezza del tagliente è più corta della lunghezza del materiale da tagliare
- quelli che formano la superficie dei materiali; la loro lunghezza del tagliente è maggiore della larghezza del materiale da tagliare,
- carta vetrata.

Ci sono: seghe circolari, seghe alternative, lamelli, trapani, lame da tornio, lame per pialle e punte per pantografo. La carta vetrata costituisce una categoria separata.

Di seguito sono presentate ulteriori informazioni sugli utensili più comunemente utilizzati. Sono analogamente indicati e impiegati altri strumenti di simile costruzione:

- **Sega circolare (22)**

Le seghe circolari servono per dividere i materiali in due elementi e sono usate per tagli dritti. Hanno tre lame: una principale e due laterali. Le due lame laterali sono responsabili della qualità di lavorazione del legno. La lama principale è responsabile della separazione del materiale dalla parte anteriore della sega per effettuare il taglio. Le seghe circolari per le macchine portatili hanno un **limitatore di avanzamento (23)**, ad eccezione dei denti da taglio. Il limitatore di avanzamento è posizionato più in basso rispetto alla lama principale. Pertanto, il suo raggio di rotazione è minore del raggio di rotazione della lama principale. C'è un dislivello di circa 1,5 mm tra lama principale e limitatore di avanzamento. Si tratta del valore massimo di avanzamento per dente.

Tuttavia, l'operatore della macchina non può aumentare la velocità di avanzamento per la sicurezza dell'operatore stesso.

Sulla sega circolare è presente l'etichettatura di sicurezza standard. La protezione personale è riferita alla protezione degli occhi e delle orecchie oltre che della respirazione. La descrizione dei parametri riguarda: il materiale dell'utensile, il numero di denti, la geometria dei denti, la massima velocità di rotazione in giri al minuto, il diametro della sega circolare, il diametro del foro di serraggio sul mandrino e le certificazioni del prodotto. I denti della sega circolare sono affilati sui lati frontali del rastrello e del gioco.

- **Lame elettriche per pialle**

Ci sono pialle manuali e pialle elettriche. Oggi sono più popolari le pialle elettriche, che sono più veloci, più facili da regolare e non richiedono molta esperienza. Per questi motivi sono disponibili **le lame (24)** per pialle elettriche. Esistono lame riutilizzabili, **reversibili (25)** e monouso. Le **lame riutilizzabili (25)** e quelle monouso hanno una forma simile. Sono fissati con un tagliente. Le lame riutilizzabili sono affilate sul lato frontale del gioco. Le lame per pialle reversibili stanno diventando sempre più popolari. Sono simili alle lame monouso da un lato. Il loro vantaggio è ovviamente la presenza di due lame anziché una. Possono essere facilmente invertiti girando la lama.

- **Le punte del pantografo (26)**




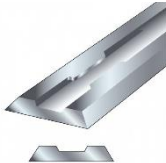

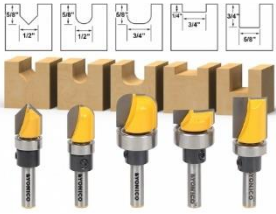
Le punte del pantografo (frese) hanno la più ampia varietà di forme tra questi utensili. Sono utilizzate per creare profili/sagome straordinarie su elementi di arredo. E' possibile progettare qualsiasi sagoma. Le punte del pantografo possono avere una lama singola o essere multilame. Sono affilate nella parte dentata.









- **Trapani**

I trapani vengono utilizzati per praticare fori nei materiali. Indipendentemente dalla forma dell'utensile con le sue lame, l'effetto sarà sempre lo stesso. Il meccanismo di lavorazione con il trapano è simile al meccanismo con le punte del pantografo che funziona solo lungo l'asse. Possiamo distinguere tra trapani per legno massello e per la foratura longitudinale e trasversale. Esistono tre formati di trapano principali: **cilindrico (27)**, principalmente per cerniere, **piano (28)** e di **lavorazione smussata (29)** per lavori stabili. Hanno strutture diverse ma il medesimo scopo o comunque molto simile.

- **Carta vetrata**

Ci sono carte vetrata a forma di **dischi (30)**, rettangolare, **nastri (31)** o **forme speciali (32)**. Le carte vetrata a disco e rettangolari sono strumenti destinati alle macchine portatili. Oltre al nastro abrasivo, la carta vetrata è fissata con il velcro. Questo è il modo più veloce per cambiare la carta. La granularità è spesso classificata come spessa (40-60), media (80-120), fine (150-180), molto fine (220-240) e super fine (da 280 in poi).

UTENSILI PER MACCHINE PORTATILI		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(22) Sega circolare	Sega circolare con un limitatore di avanzamento	
(23) Limitatore di avanzamento	Differenza di altezza tra il tagliente principale e il limitatore di avanzamento	
(24) Lama per la tagliente	Lame del tagliente singole	
(25) Lama reversibile della pialla	Ruotando la lama, è possibile utilizzare entrambi i lati senza affilare	
(26) Punta del pantografo	Varietà di forme	
	Punte del pantografo ed esempi di effetti da ottenere	

(27) Trapano cilindrico	Trapano frontale	
		
	Trapano per cerniere	
(28) Trapano piano	Per forature di grande diametro	
(29) Trapano per lavorazione smussata	Questo processo rende uniforme il foro	
(30) Disco di carta vetrata	Utilizzato per levigatrici semplici e oscillanti	
(31) Nastro abrasivo	Utilizzato per levigatura piana	
(32) Carta vetrata sagomata	Consente di levigare gli spigoli	

Unità 4.4

Macchine per la produzione in linea

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni	
 Esercizi e giochi			
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET	
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo	

Unità 4.4 Macchine per la produzione in linea

Macchine per la produzione in linea

Il legno tipico utilizzato nell'arredamento comprende varie specie di legno duro, truciolare e pannelli di fibre. Di solito, nel caso del legno, il materiale che entra in fabbrica è costituito da semplici lastre, con dimensioni casuali. Queste tavole devono essere bordate e tagliate nel numero di pezzi necessario delle giuste dimensioni. Il processo iniziale che prevede la bordatura e il taglio in lunghezza e larghezza si svolge in segheria.





- La prima operazione, di solito eseguita in segheria, prevede il taglio di tutti gli eventuali difetti del legno che potrebbero compromettere la qualità del materiale finale, come nodi, imperfezioni, spaccature, ecc. Ciò viene fatto nella linea di produzione con una **sega di ottimizzazione (33)**, chiamata anche ottimizzatrice o sega da taglio. Di solito viene eseguito manualmente, poiché l'operatore deve valutare se il difetto presente debba essere tagliato. Questa sega ha altre applicazioni, compreso il semplice taglio del legno su misura, che può essere fatto automaticamente.
- Dopo la sega di ottimizzazione, il legno viene normalmente tagliato nelle dimensioni richieste utilizzando una sezionatrice: una **troncatrice universale (34)** o **sezionatrice speciale (35)**. I pannelli di legno vengono tagliati nelle lastre richieste. Le sezionatrici possono avere una lama da sega principale, tuttavia sono dotate di una seconda lama incisore per tagliare insieme a quella principale i materiali a base di legno. La lama incisore viene utilizzata per realizzare scanalature su pannelli laminati e compensati al fine di evitare scheggiature. Per il legno massello vengono generalmente utilizzate le squadratrici più piccole, poiché le dimensioni delle materie prime sono variabili.
- Per preparare il legno per il raddrizzamento e la profilatura, il piano allo spessore e gli elementi del profilo degli spessori per mobili o altre strutture, non c'è niente di meglio della **piallatrice a quattro lati (36)**. Si tratta di macchine in continuo con mandrini in fila (da 4 a 12) per la lavorazione su quattro lati di pezzi mediante piallatura, taglio, profilatura, ecc.
- La macchina più versatile utilizzata nel processo di lavorazione è il **CNC (fresa a controllo numerico) (37)**. Queste macchine possono essere utilizzate per la sezionatura, fresatura, foratura, bordatura, lavorazione 3D e persino levigatura, in funzione degli aggregati speciali o degli utensili montati. Il compromesso per tale versatilità è l'efficienza relativamente bassa, che determina l'impiego di queste macchine soltanto nelle particolari operazioni che non sono realizzabili nelle macchine ad alto rendimento.
- Nel processo di fabbricazione di pannelli per l'arredamento, uno dei pezzi principale dell'attrezzatura è la **bordatrice (38)**. Poiché i pannelli a base di legno per arredamento sono normalmente laminati e rifiniti sui lati, questa macchina combina più operazioni per rifinire anche i bordi in un unico passaggio. Queste operazioni comprendono il taglio su misura, mentre il bordo viene fresato, la colla viene applicata, la faccetta del bordo viene talvolta riscaldata dal laser, la faccetta del bordo viene premuta sul pannello, quella in eccesso viene fresata, viene fatto il raggio e il bordo è raschiato,

livellato e smerigliato. Dopo queste preparazioni i pannelli non forati sono pronti per l'imballaggio.


- Per la lavorazione di pezzi bifacciali, in particolare per la profilatura di profili postforming, connessioni maschio-femmina, linguetta-mortasa e altri tipi di tenoni, viene utilizzata una **doppia (39) o singola squadatrice**. Come nel caso precedente, queste possono essere dotate di seghe da taglio, trapani con allargatore, aggregati di fresatura, incisione e persino levigatura, al fine di rendere un pezzo lavorato pronto per l'assemblaggio.



- La **macchina per la foratura e l'inserimento delle ferramenta (40)** per mobili assemblati in fabbrica è composta da tre aggregati principali: un trapano multimandrino, un dispositivo di iniezione della colla e un dispositivo di inserimento dei tasselli. Tale combinazione offre un'efficienza ineguagliata nel processo di preassemblaggio. Questa macchina può essere sostituita con un gruppo montato sul CNC, come aggregato separato, dotato di un caricatore di tasselli e un iniettore di colla, che inserisce i tasselli dopo la lavorazione delle facce/dei bordi.
- Per il legno grezzo o il prodotto a pannelli, è necessario utilizzare una macchina per levigare le superfici dei pezzi piatti. A seconda della configurazione, le **levigatrici a nastro largo (41)** possono essere dotate di più nastri abrasivi, platorelli, nastri trasversali, gruppi di spazzole e persino un mandrino di piallatura per piallare inizialmente le superfici.
- Per i pezzi verniciati, sono usate le **macchine per la verniciatura (42)** poiché si tratta dell'opzione più efficiente per tutti i processi. In base alla tipologia, le macchine per la verniciatura possono utilizzare un gruppo di laccatura a colata o, più comunemente, ugelli di nebulizzazione, a volte in combinazione con l'effetto elettrostatico per ridurre gli sprechi. I pezzi in lavorazione possono essere coperti con passaggio-attraverso, oppure nel caso di pezzi più complessi vengono utilizzate unità CNC robotiche aggiuntive.
- Per le operazioni di assemblaggio, i pezzi finiti vengono trasformati manualmente nel prodotto finale. Quando sono necessarie maggiore efficienza e precisione, i pezzi vengono assemblati in **strettoi (43)**. Questi gruppi di solito dispongono di numerosi morsetti pneumatici o idraulici, i quali consentono di posizionare correttamente il prodotto, con bordi e angoli diritti, durante il montaggio dei mobili. Per pezzi piatti, come le finestre, vengono utilizzati i tavoli di assemblaggio o di serraggio, anziché i tavoli con telaio o cassone.

MACCHINE PER LA PRODUZIONE IN LINEA		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(33) Sega di ottimizzazione	Macchina utilizzata per tagliare i difetti del legno dal legname grezzo, viene usata anche per tagliare a misura.	
(34) Squadratrice	Tavolo scorrevole con seghe operate manualmente usate per pannelli singoli o per tagliare il legno massello su misura.	
(35) Sezionatrice	Le sezionatrici vengono utilizzate per tagliare i pannelli in parti delle dimensioni richieste.	
(36) Piallatrice a quattro lati	Macchine a più mandrini in fila per la lavorazione del legno su quattro lati mediante piallatura, taglio, profilatura.	

<p>(37) CNC Mill</p>	<p>Il sistema più versatile, dotato di controllo numerico, per quasi tutte le operazioni di lavorazione.</p>	
<p>(38) Bordatrice</p>	<p>Le bordatrici vengono utilizzate per il dimensionamento e la bordatura dei pannelli con bordi in plastica o naturali.</p>	
<p>(39) Doppia squadratrice</p>	<p>Questa macchina esegue le operazioni di taglio longitudinale e trasversale, sagomatura, profilatura e scanalatura del pannello.</p>	
<p>(40) Macchina per la foratura e l'inserimento delle ferramenta</p>	<p>Dispositivo per forare, iniettare colla e inserire tasselli (o qualsiasi altro raccordo) nei fori.</p>	

<p>(41) Levigatrice a nastro largo</p>	<p>Le levigatrici servono per levigare superfici ampie per prepararle alla finitura, per esempio laminazione o verniciatura.</p>	
<p>(42) Macchina per la verniciatura</p>	<p>Le macchine e i robot per la verniciatura sono utilizzati per la primerizzazione e la verniciatura di elementi d'arredamento e di porte/finestre.</p>	
<p>(43) Strettoio</p>	<p>Gli strettoio vengono utilizzati per fornire la forma finale agli armadi, offrendo una forza di assemblaggio adeguata e un allineamento corretto</p>	

Unità 4.5

Utensili per la produzione in linea

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni	
 Esercizi e giochi			
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET	
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo	



Unità 4.5 Utensili per la produzione in linea

Utensili per la produzione in linea

Gli utensili per la produzione in linea hanno costruzioni leggermente diverse rispetto agli utensili per le macchine portatili, sebbene i meccanismi del processo di lavorazione siano gli stessi. Le principali differenze riguardano i parametri di sicurezza e di processo, nonché le impostazioni del processo:

- Durante la lavorazione su macchine per la produzione in linea, gli operatori devono mantenere una certa distanza dalla zona di lavorazione, anche se la vita e la salute dell'operatore non sono direttamente soggetti a rischio. Le macchine dispongono di sistemi di allarme che arrestano l'intera linea se un operaio si avvicina all'area di lavorazione.
- I parametri di lavorazione dei sistemi per la produzione in linea sono ovviamente molto più elevati. Al giorno d'oggi, la velocità di spostamento e rotazione è praticamente illimitata. Ci sono fresatrici che hanno una velocità di avanzamento nell'intervallo di 300 m/min. In questo caso, il problema è l'impossibilità per gli strumenti di resistere a questi parametri di processo.
- Anche se un operatore ha una presa salda su una macchina portatile sopra elementi stabili, la macchina non sarà considerata completamente fissata al suolo. Le macchine di produzione sono dotate di sistemi e fissaggi per garantire la completa stabilità degli utensili e dei pezzi in lavorazione, indipendentemente dal fatto che siano fissi o mobili.

Gli utensili per la produzione in linea sono realizzati in acciaio rapido (HSS), carburi e diamanti.

Le principali differenze tra gli utensili per la produzione di linea e gli utensili per le macchine portatili sono:

- **Seghe circolari**
Pannelli laminati, truciolari e in MDF sono i materiali più popolari nella fabbricazione di mobili modulari. Sono rivestiti da strati molto duri ma fragili. Per questo motivo sono necessarie due **seghe circolari (44)** per tagliarli. Pertanto, vi è una **sega circolare principale (45)** e una **lama incisore (46)**. La sega principale ha un gruppo di denti. Uno è di forma conica e il secondo ha un tagliente principale dritto. I denti conici sono più alti di quelli con i bordi dritti. Ciò significa che i denti conici agiscono prima nel processo, quindi i denti con il tagliente dritto concludono il lavoro. I denti conici rimuovono il materiale tagliato corrispondente allo spessore della lama. I denti con i bordi dritti rifiniscono elemento tagliato.

Se la sega principale viene a contatto con la parte inferiore del laminato, il laminato si romperà. Quindi, questa parte del pannello deve essere elaborata per prima in modo che non ci sia contatto. Questo è il compito della lama incisore. Una lama incisore (CWF) gira in senso contrario alla lama principale che taglia (CAF). La lama incisore ha

un minore diametro perché taglia pochi millimetri di materiale, solo il laminato e un minimo del pannello. La larghezza del tagliente della lama incisore è leggermente più ampia del tagliente della sega principale. Ciò garantisce che la sega principale non tocchi lo strato inferiore del laminato. Questo significa che le impostazioni della larghezza dell'incisore devono essere molto precise. Esistono due modi per garantire questa precisione. Un'opzione è relativa ai denti conici della lama incisore. Regolando l'altezza della lama, la larghezza del tagliente può essere determinata accuratamente.

La seconda opzione è di regolare la distanza tra le due lame che compongono una lama incisore. Questa costruzione della lama incisore ha denti alternati.

- **Lame per pialla**

In linea generale, le lame per pialla con tagliente stretto per le macchine per la produzione in linea sono molto simili alle lame per pialla elettriche. Le differenze appaiono nelle lame per pialla nella produzione in linea quando il coltello da taglio non è posizionato dritto lungo l'intera testa. Un semplice esempio è la testa con un **tagliente a spirale (47)**. In questo caso il coltello è formato da una serie di punte in carburo di dimensioni ridotte. Queste punte hanno quattro taglienti. La loro rotazione a 90 gradi offre la possibilità di avere 4 nuovi taglienti affilati senza effettuare l'affilatura.

- **Fresa (48)**




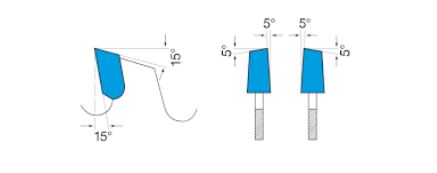


Esistono diverse tipologie di frese. Possiamo distinguere le frese con denti dritti, scanalate o frontali. Differiscono principalmente per la forma dei denti, la loro posizione, il modo in cui sono attaccati e il metodo di lavoro. Le frese frontali agiscono lungo un mandrino, invece le altre frese agiscono perpendicolarmente al mandrino. Le frese sono realizzate in un solo materiale o con diverse lame da taglio separate montate sulla testa. Possono essere monouso o affilati per il riutilizzo. Normalmente sono affilati sulla faccia del rastrello.

- **Nastri per taglio (49)**

Le seghe a nastro portatili sono usate raramente. Sono molto difficili da operare e hanno poche applicazioni. La lama della sega a nastro è montata tra due ruote rotanti, una delle quali si sposta in avanti. Ha la forma di un nastro infinito. Questa sega viene utilizzata per tagliare linee rette e anche curve. Le lame della sega a nastro sono affilate dalle facce del rastrello e del gioco.

- **Carta vetrata (50)**

Le carte vetrata per macchine per la produzione in linea sotto forma di dischi o nastri sono più grandi di quelle utilizzate nelle macchine più piccole. Le principali differenze riguardano le teste rettificatrici. Possono essere utilizzati per la rettifica di profili o strati.

UTENSILI PER LA PRODUZIONE IN LINEA		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(44) Set di taglio	Incluse una sega da pannello principale e una lama incisore	
(45) Sega circolare principale	Questa sega è chiamata sega principale per tagliare laminati, truciolare e MDF	
(46) Lama incisore	Questa lama incisore ha dei denti conici	
	Denti conici superiori alternati della lama incisore	
(47) Testa per pialla	Tagliante a spirale formato da una serie di punte in metallo duro	
(48) Fresa	Fresa a denti dritti	

	Fresa scanalata	
	Fresa frontale	
(49) Nastro per taglio	Lama a nastro in carbonio flexback	
(50) Carta vetrata	Carta vetrata per rettificare i profili	

Unità 4.6

Manutenzione delle macchine di base e degli utensili

APPROCCIO DIDATTICO			CONTENUTO	
 Libro di testo	 Testi aggiuntivi	 Link esterni		 Esercizi e giochi
VALUTAZIONE	DURATA	ECVET		
 Quiz (alla fine del modulo)	1 ORA	0.04 Crediti / 0.24 totale del modulo		

Unità 4.6 Manutenzione delle macchine di base e degli utensili

Manutenzione delle macchine di base e degli utensili

La manutenzione di macchine e utensili è uno dei fattori chiave per il successo di un'azienda dedita alla lavorazione del legno, e forse il più trascurato in termini di pianificazione, costi e tempi richiesti. Le procedure di manutenzione sono relativamente semplici (almeno quelle che possono essere eseguite in situ, senza ricorrere a un servizio specializzato) e possono essere riassunte in alcuni punti di seguito.

- **Pulizia.** Prima di tutto, i macchinari funzionano generalmente in un ambiente polveroso, quindi tutte le macchine sono incline alla raccolta di polvere, in alcuni casi, per evitare un eccessivo accumulo di polvere i gruppi di lavoro sono collocati in involucri. Tuttavia, tutti i gruppi di lavoro e le guide meccaniche devono essere pulite regolarmente seguendo le linee guida di manutenzione della macchina. Per mantenere le macchine pulite sarà quindi necessario rimuovere la polvere, soffiandola via con una **pistola ad aria compressa (51)** o aspirandola. Soffiare via la polvere è il metodo più semplice e tutte le fabbriche ed i laboratori artigianali hanno un impianto di aria compressa, rendendo così più semplice la procedura. Quest'ultima opzione è preferibile perché il danno si verifica spesso quando viene soffiata polvere fine nei cuscinetti della macchina e nelle vie di scorrimento. **L'aspirazione (52)** impedisce l'accumulo di polvere fine nei cuscinetti e nelle guide, pertanto questo è il metodo preferenziale. Questo metodo protegge anche i polmoni della squadra di manutenzione, quindi è altamente preferito l'uso di **aspirapolveri industriali (52)**, tipicamente vengono utilizzati estrattori di polvere industriali. Oltre a ciò, la pulizia di tutte le apparecchiature elettriche è una misura di sicurezza contro l'incendio e l'esplosione, in quanto le particelle di polvere di legno sono esplosive. Le levigatrici e le seghe di solito richiedono più manutenzione: quando si segano o si carteggiano specie di conifere, l'accumulo di polvere deve essere rimosso con i mezzi di spazzolatura, aria compressa o aspirazione. La polvere con resina di legno forma grossi blocchi di materia dura e deve essere rimossa meccanicamente. La manutenzione degli utensili deve affrontare gli stessi problemi. L'accumulo di polvere con resina su tutti gli strumenti di lavorazione del legno causa la perdita dei loro parametri, la perdita dell'equilibrio e un notevole aumento delle temperature di funzionamento (coefficiente di attrito). In ogni caso, praticamente tutti gli strumenti per la lavorazione del legno richiedono una pulizia regolare, con l'uso di **detergenti appositamente formulati (53)**. In caso di accumulo più duro o di forma molto complessa dell'utensile, ovvero con canali di raffreddamento interni, vengono utilizzati **pulitori ad ultrasuoni (54)**.
- **Lubrificazione.** Innanzitutto, i punti da lubrificare includono utensili pneumatici, morsetti e qualsiasi altra attrezzatura ad aria. Queste unità sono generalmente azionate da pistoni e ciò richiede lubrificazione su base giornaliera, utilizzando **lubrificatori ad aria (55)**. Il problema con questo tipo di lubrificazione è che anche l'aria deve essere pulita per poter essere utilizzata nell'aerografo o in altre apparecchiature; ciò richiede l'impiego e il controllo periodico dei **separatori d'aria (56)**. Per lubrificare le parti



meccaniche, non si usa più periodicamente rimballare e lubrificare i cuscinetti, questi sono solitamente imballati e sigillati a vita, quindi questa azione non è necessaria. Tutto il resto richiede un'accurata pulizia: a tale scopo vengono usati numerosi tipi di **ingrassatori (57)** con vari adattatori.



- **Taratura e affilatura.** Come accennato in precedenza, i cuscinetti moderni sono generalmente sigillati a vita e non richiedono alcuna manutenzione, tuttavia è necessario verificare l'usura di tutte le parti rotanti, che si manifesta con un gioco eccessivo, quindi questo è un punto da considerare. Ciò può essere ottenuto controllando periodicamente le parti con un semplice calibro meccanico o un **manometro elettrico (58)**. Gli strumenti devono essere affilati e allineati praticamente ogni giorno. Le lame possono anche essere allineate con un quadrante, ma questa attività richiede tempo ed è soggetta a errori di installazione, e viene generalmente eseguita con **morse di allineamento speciali (59)**. Gli strumenti devono anche essere **affilati periodicamente (60)**, ciò può essere fatto in situ, tuttavia gli strumenti moderni non possono sempre essere affilati con una semplice rettifica; in alcuni casi è necessaria una macchina per elettroerosione. Indipendentemente dal metodo, una smerigliatrice per utensili è un pezzo necessario dell'attrezzatura per la manutenzione della produzione. Se una fabbrica utilizza utensili diamantati durevoli, per l'affilatura serve una **macchina a elettroerosione (61)**.



MANUTENZIONE DI BASE DI MACCHINE E STRUMENTI		
Parola chiave	Descrizione	Immagine
(51) Pistola ad aria compressa	Le pistole ad aria vengono utilizzate per eliminare la polvere in eccesso dai macchinari.	
(52) Aspirapolvere	Gli aspirapolveri utilizzati nella manutenzione sono spesso un versione industriale di un comune estrattore di polvere.	
(53) Detergente	Fluido usato per pulire le lame circolari, le frese, le teste di taglio e le punte da trapano.	

<p>(54) Pulitore ad ultrasuoni</p>	<p>Un pulitore ad ultrasuoni viene utilizzato per la pulizia di strumenti più complessi.</p>	
<p>(55) Lubrificatore ad aria</p>	<p>Unità utilizzata per lubrificante ad aria per elettroutensili pneumatici.</p>	

<p>(56) Separatore d'aria</p>	<p>Unità utilizzata per pulire l'aria dalla lubrificazione, al fine di utilizzarla per la verniciatura a spruzzo, ecc.</p>	
<p>(57) Ingrassatore</p>	<p>Gli ingrassatori vengono utilizzati per lubrificare le parti mobili della macchina.</p>	

<p>(58) Manometro</p>	<p>Utilizzato per determinare la precisione meccanica e il funzionamento delle parti mobili.</p>	
<p>(59) Morsa di allineamento</p>	<p>Strumento utilizzato per allineare le lame nelle teste di taglio.</p>	

<p>(60) Affilatrice</p>	<p>Macchina utilizzata per affilare meccanicamente utensili per la lavorazione del legno.</p>	 A white and black mechanical tool grinding machine, model Vindex 800 by Vollmer. It features a large grinding wheel and a control panel with a monitor on the right side.
<p>(61) Macchina a elettroerosione</p>	<p>Macchina utilizzata per affilare utensili diamantati, con metodo di elettroerosione</p>	 A white and black electroerosion machine, model Vindex 800 by Vollmer. It has a large grinding wheel and a control panel with a monitor on the right side.

Bibliografia

[Ricerca pagine web: Novembre - Dicembre 2019]

Unità 4.1 / Materiali destinati ad essere trasformati nella produzione di mobili

- <https://www.diy.com/departments/building-supplies/timber-sheet-materials/DIY763398.cat>
- <http://tnzassociate.com/block-boards.html>
- <https://www.cutmyplastic.co.uk/wood-sheets/ply/>
- <https://pl.kronospan-express.com/pl/products/view/kronobuild/osb/osb-4/osb-4-700#c=1214>
- <https://www.awi-wa.com/products/sheet-products/particleboard/>
- <http://monraf.eu/fronty-frezowane-mdf>
- <https://drewno.fordaq.com/fordaq/srvAuctionView.html?AucTId=18263984>
- https://najpiekniejszemeble.com/probnik?id_manufacturer=16
- <https://laplander.pl/product-pol-7943-Drewno-Stabilizowane-Dab-X-Cut-bloczek.html>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Wood_warping
- https://www.drewnorzezba.eu/fenyo_leiras.html
- <https://www.gumtree.com/p/sheet-materials/x2-hardboard-high-density-fibreboard-sheet-3mm-w-1220mm-l-2440mm/1336307976>

Unità 4.2 / Macchine portatili

- <https://tooltime.txdi.org/handpowertools>
- <https://toolconsult.com/>
- <https://www.festool.com/>

Unità 4.3 / Utensili per macchine portatili

- <http://elektrosystemy.pl/?p=11234>
- <https://dedra.pl/pl/products/info/473/pily-tarczowe-z-plytkami-weglikowymi-do-drewna-z-ogranicznikiem-posuwu-wzmocnione-zeby.html>
- <http://www.pilana.com/pl/pily-tarczowe-do-ciecia-drewna>
- https://www.kelkegoods.com/index.php?main_page=product_info&products_id=760266
- <https://www.agamafd.com/other-products/router-bits>
- <https://www.precisionbits.com/trim-router-bit-set-1-4-shank-5-bit-pattern-template.html>
- <https://irwin24.pl/blue-groove-6x/5307-wiertlo-do-drewna-blue-groove-6x-22-mm-dlugosc-150-mm-5706915066234.html>
- <https://specnarzedzia.pl/krete-wiertla-do-drewna/884-m-wiertlo-do-drewna-15mm.html>
- <http://www.kontakt.pl/papier-cierny-do-drewna-125mm-gr100-bosch-p-2216.html>
- <https://blog.scieramy.pl/szlifowanie-drewna-papierem-sciernym-czesc-1/>
- <https://www.kma-maszyny.pl/katalog-produktow/tasma-szlifierska-holzmann-do-psm-3-sbpsmk150.html>



Unità 4.4 / Macchine per la produzione in linea

- <https://www.homag.com>
- <https://wtp.hoechsmann.com>
- <https://www.felder-group.com>

Unità 4.5 / Utensili per la produzione in linea

- <https://www.toolstoday.com/saw-blades/panel-and-scoring-saw-blades.html>
- <http://www.lanchertools.com/m/ProductShow.asp?ID=92>
- <https://www.indiamart.com/proddetail/conical-scoring-saw-blade-14107793591.html>
- <https://www.walter-saegen.de/en/products-usa/42-panel-saw-blades>
- <https://www.km-maszyny.pl/produkt/wal-spiralny-do-minimax-cu-410e-5-x-15-x-25-mm-410-mm-66-nozy-551-0433/>
- <https://www.amazon.com/KEO-Milling-05300-Straight-Diameter/dp/B072K5X9NJ>
- https://www.tungaloy.com/pl/press-release/slotmill_series_radius/
- <http://www.dolfamex.com.pl/en/produkty/face-milling-cutters-22027>
- <https://www.dolphintooling.co.uk/?product=carbon-flexback-bandsaw-blade-to-suit-dewalt-dw876-3-8-width>
- <https://drewno.fordaq.com/fordaq/srvAuctionView.html?AucTlid=17994902>

Unità 4.6 / Manutenzione di base di macchine e strumenti

- <https://www.woodshopnews.com>
- <https://www.festool.com>
- <http://www.globus-wapienica.com>
- <http://www.skymenultrasonic.com/>
- <https://castex.pl>
- www.mitutoyo.com
- <https://facom.com.pl>
- <https://www.infinitytools.com>
- <https://www.vollmer-group.com>

