

D.1.2.1

**Analisi degli
impatti del
cambiamento
climatico sulla
filiera foresta-
legno e
strategie di
adattamento**

MARZO 2026

D.1.2.1

***Analiza vplivov
podnebnih
sprememb na
gozdno-lesno
verigo in
strategije
prilagajanja***

MAREC 2026



WoodInnovate

Affrontare le sfide climatiche attraverso la valorizzazione del legno danneggiato dalle calamità naturali nella regione Alpino-Adriatica.

WP 1: Analisi e valutazione

Attività 1.2: Impatto dei cambiamenti climatici sulla filiera foresta-legno in tre scenari futuri.

Autori del report:

Gozdarski inštitut Slovenije: Polona Hafner, Jožica Gričar, Peter Prislán, Luka Krajnc
Univerza v Ljubljani (Biotehniška fakulteta): Miha Humar, Boštjan Lesar, Eli Krežič
Lesarski grozd: Bernard Likar, Erika Valentinčič
Legno Servizi Forestry Cluster FVG: Michele Missoni (Dottore Forestale), Eleonora Provenzale
Cluster Legno, Arredo e Sistema Casa FVG SRL Consortile: Stefania Silvestri

WoodInnovate

Naslavljanje podnebnih izzivov preko valorizacije lesa poškodovanega v ujmah v Alpsko-Jadranski regiji

WP1: Analiza in ocena

Aktivnost 1.2: Vpliv podnebnih sprememb na gozdno-lesno verigo v treh prihodnjih scenarijih

Avtorji poročila:

1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Le foreste e il settore forestale svolgono un ruolo economico, ambientale e sociale di primaria importanza in Slovenia e Friuli Venezia Giulia, dove la trasformazione del legno rappresenta un pilastro rilevante dello sviluppo regionale. Negli ultimi anni, i cambiamenti climatici hanno progressivamente influenzato gli ecosistemi forestali a causa di tempeste, schianti da vento, infestazioni di bostrico tipografo e altri eventi estremi, generando ingenti volumi di legname danneggiato e alterando filiere ben consolidate. Il legname derivante da tali eventi presenta molto spesso proprietà tecnologiche alterate e una riduzione del valore di mercato, generando criticità sia per la gestione forestale sia per le imprese di trasformazione del legno.

Il progetto WoodInnovate affronta tali sfide promuovendo un utilizzo più efficiente del legname danneggiato in seguito ad eventi di disturbo e rafforzando la resilienza della filiera foresta-legno. Il progetto mira a migliorare le conoscenze sulle caratteristiche del legno danneggiato e a sviluppare approcci che ne consentano l'integrazione nei differenti processi produttivi. Attraverso la combinazione di competenze nei settori della gestione forestale, della scienza del legno, delle tecnologie di trasformazione e del design, WoodInnovate favorisce la cooperazione interdisciplinare e transfrontaliera tra i partner dall'Italia e dalla Slovenia.

1. PREDSTAVITEV PROJEKTA

Gozdovi in gozdno-lesni sektor imajo v Sloveniji in Furlaniji - Julijski krajini ključno gospodarsko, okoljsko in družbeno vlogo, pri čemer lesno-predelovalna industrija predstavlja pomemben steber regionalnega razvoja. V zadnjih letih podnebne spremembe vse izraziteje vplivajo na gozdne ekosisteme s pojavi vetrolomov, prenamnožitve škodljivih organizmov in drugih ekstremnih dogodkov, kar posledično povzroča velike količine poškodovanega lesa ter motnje v ustaljenih dobavnih verigah. V ujmah poškodovan les pogosto izkazuje spremenjene lastnosti in zmanjšano tržno vrednost, kar predstavlja izzive tako za gospodarjenje z gozdovi kot tudi za lesnopredelovalna podjetja.

Projekt WoodInnovate se na te izzive odziva s podporo učinkovitejši rabi lesa, prizadetega zaradi ekstremnih dogodkov, ter s krepitvijo odpornosti gozdno-lesne vrednostne verige. Cilj projekta je izboljšati poznavanje značilnosti v ujmah poškodovanega lesa ter razviti pristope, ki omogočajo njegovo uporabo v proizvodnih procesih. S povezovanjem znanj s področij gozdarstva, lesarstva, tehnologije in oblikovanja WoodInnovate spodbuja interdisciplinarno in čezmejno sodelovanje med partnerji iz Slovenije in Italije.

Nell'ambito del progetto, vengono condotte analisi sulle condizioni delle foreste, dei fattori di rischio e delle proprietà del materiale legnoso, unitamente alla valutazione dei processi tecnologici in grado di migliorarne le prestazioni. Sulla base dei risultati ottenuti, vengono sviluppati e testati, in applicazioni operative, prototipi di prodotti realizzati con assortimenti a minor valore commerciale. I risultati saranno direttamente applicabili e trasferibili ai contesti produttivi reali.

WoodInnovate contribuisce alla riduzione delle perdite di materiale, al supporto della gestione forestale sostenibile e al rafforzamento della capacità di risposta ai disturbi causati dai cambiamenti climatici, la cui frequenza risulta in progressivo aumento. Attraverso lo scambio di conoscenze e dimostrazioni applicative, il progetto sostiene lo sviluppo di un settore basato sulle risorse forestali più resiliente e sostenibile nella regione Alpe-Adria.

2. PANORAMICA ATTIVITÀ 1.2

L'Attività A1.2 è finalizzata all'analisi delle modalità con cui i cambiamenti climatici e gli eventi meteorologici estremi influenzano la filiera foresta-legno nella regione Alpe Adria. L'attività affronta le crescenti pressioni esercitate sugli ecosistemi forestali da disturbi naturali quali tempeste, nevicate eccezionali, infestazioni di parassiti e altri eventi causati dai cambiamenti climatici, che incidono in misura crescente sulla qualità del legname, sulla disponibilità della risorsa e sulla stabilità dei mercati.

V okviru projekta poteka analiza stanja gozdov in ekstremnih dogodkov, analiza lastnosti v ujmah poškodovanega lesa ter ocena tehnoloških procesov, ki lahko izboljšajo uporabne lastnosti lesa. Na podlagi ugotovitev se razvijajo prototipi izdelkov iz lesa z nižjo tržno vrednostjo, ki bodo preizkušeni v praksi. Rezultati bodo uporabni in prenosljivi v realna proizvodna okolja.

WoodInnovate prispeva k zmanjševanju izgub lesa kot surovine, podpira trajnostno gospodarjenje z gozdom ter stremi k boljši pripravljenosti na vse pogostejše ujme. Z izmenjavo znanja in praktičnimi demonstracijami projekt podpira bolj odporno in trajnostno gozdno-lesno panogo v alpsko-jadranski regiji.

2. PREGLED AKTIVNOSTI 1.2

V okviru A1.2 so bili analizirani vplivi podnebnih sprememb in ekstremnih vremenskih dogodkov na gozdno-lesno verigo v alpsko-jadranski regiji. Obravnavani so bili naraščajoči pritiski na gozdove zaradi vetroloma, žledoloma, izjemnih snežnih padavin, prenamnožitve škodljivih organizmov in drugih ujm, ki vse pogosteje vplivajo na kakovost lesa, razpoložljivost lesa kot surovine in stabilnost trga.

Nell'ambito dell'attività è stata condotta una valutazione strutturata dei potenziali sviluppi futuri mediante l'analisi di tre scenari di riferimento rappresentativi di differenti condizioni climatiche e gestionali. Tali scenari hanno costituito il quadro analitico per la valutazione dei possibili impatti sulle risorse forestali, sui flussi di legname e sul funzionamento complessivo della filiera foresta-legno. L'analisi ha consentito di individuare i principali fattori di rischio, i colli di bottiglia e le aree di vulnerabilità, nonché di evidenziare le condizioni in cui il settore potrebbe sviluppare una maggiore capacità di adattamento.

Un elemento centrale dell'attività è stato il coinvolgimento diretto delle imprese operanti lungo la filiera foresta-legno in Friuli Venezia Giulia e Slovenia. Attraverso un'indagine mirata, gli stakeholder hanno condiviso esperienze operative, percezioni degli impatti e pratiche di adattamento adottate in risposta agli eventi estremi. Tali contributi hanno fornito un'importante integrazione alla valutazione basata sugli scenari, garantendo un allineamento con le condizioni operative reali del settore.

Sulla base di un'analisi integrata, l'attività ha contribuito all'identificazione di indirizzi strategici orientati al rafforzamento della resilienza del sistema, al supporto di modelli di gestione forestale più sostenibili e al consolidamento di approcci di valorizzazione del legname coerenti con l'evoluzione delle condizioni climatiche. I risultati costituiscono una base conoscitiva di riferimento per le industrie e per i decisori politici chiamati ad affrontare le

Pomemben del aktivnosti je bila analiza izkušenj podjetij, ki delujejo vzdolž gozdno-lesne verige v Furlaniji - Julijski krajini in Sloveniji. Z usmerjeno anketo so deležniki predstavili svoje izkušnje z ekstremnimi dogodki, znane vplive na poslovanje ter obstoječe prakse prilagajanja. Ti podatki ponujajo praktičen vpogled v delovanje podjetji v obdobju ujm, dopolnjujejo scenarijsko analizo in zagotavljajo usklajenost z dejanskimi razmerami v sektorju.

Izvedena je bila presoja možnega prihodnjega razvoja na podlagi treh referenčnih scenarijev, ki odražajo različne podnebne scenarije in načine gospodarjenja z gozdom. Scenariji so služili kot okvir za vrednotenje možnih vplivov na gozdne vire, tokove lesa in delovanje gozdno-lesne vrednostne verige. Analiza je bila usmerjena v prepoznavanje ključnih tveganj, kritičnih ozkih grl in ranljivih področij ter hkrati v opredelitev pogojev, v katerih bi se sektor lahko učinkoviteje prilagajal.

Aktivnost predstavlja podlago za opredelitev strateških usmeritev za krepitev odpornosti, podporo trajnostnemu gospodarjenju z gozdovi ter izboljšanje pristopov k valorizaciji lesa v pogojih podnebnih sprememb. Rezultati predstavljajo strokovno podlago za deležnike iz gospodarstva in oblikovalce politik pri obravnavi prihodnjih podnebno pogojenih izzivov v gozdno-lesnem sektorju.

future sfide climatiche del settore foresta-legno.

3. ANALISI DEL MERCATO DEL LEGNAME A SEGUITO DI EVENTI ESTREMI

Comprendere gli effetti che gli eventi estremi hanno sul settore forestale rappresenta un elemento fondamentale per lo sviluppo di strategie orientate al rafforzamento della resilienza e della sostenibilità di lungo periodo del comparto. Al fine di acquisire elementi conoscitivi diretti dagli operatori del settore, sono state condotte interviste strutturate con imprese di trasformazione del legno in Slovenia e Friuli Venezia Giulia (FVG). L'obiettivo dell'indagine è stato quello di valutare gli effetti di eventi catastrofici (schianti da vento, tempeste di neve e gelicidi, pullulazioni di bostrico tipografo) sull'approvvigionamento di legname, sulle operazioni di trasformazione e sulle condizioni di mercato. L'analisi si è concentrata sull'individuazione non solo delle vulnerabilità strutturali, ma anche delle opportunità di rafforzamento della competitività e della capacità di adattamento lungo l'intera filiera foresta-legno.

L'indagine è stata condotta nei mesi di settembre e ottobre 2025, coinvolgendo complessivamente 18 imprese - 7 in Slovenia e 11 in Friuli Venezia Giulia. Le attività di raccolta dati hanno incluso questionari somministrati via posta

3. ANALIZA TRGA PO EKSTREMNIH DOGODKIH

Razumevanje vplivov ekstremnih dogodkov na gozdno-lesni sektor je ključno za razvoj strategij, ki krepijo njegovo odpornost in dolgoročno vzdržnost. Z namenom pridobitve vpogledov deležnikov iz industrije, so bili izvedeni strukturirani intervjuji z lesnopredelovalnimi podjetji v Sloveniji in Furlaniji - Julijski krajini (FJK). Cilj je bil oceniti učinke katastrofalnih dogodkov (vetrolom, snegolom in žledolom, prenamnožitev podlubnikov) na oskrbo z lesom, predelovalne procese in tržne razmere. Analiza se je osredotoča na prepoznavanje strukturnih ranljivosti ter priložnosti za krepitev konkurenčnosti in prilagoditvene sposobnosti vzdolž gozdno-lesne vrednostne verige.

Anketiranje je potekalo septembra in oktobra 2025 ter je zajelo 18 podjetij - 7 iz Slovenije in 11 iz FJK. Zbiranje podatkov je vključevalo vprašalnike po elektronski pošti, telefonske intervjuje in osebne pogovore. V ta namen je bil pripravljen prilagojen vprašalnik, strukturiran v štiri tematske sklope: profil

elettronica, interviste telefoniche e incontri diretti. A tal fine è stato sviluppato un questionario specifico, articolato in quattro sezioni tematiche: profilo e attività aziendale, esperienze con eventi estremi, reti di filiera e grado di preparazione rispetto a futuri disturbi naturali. Il questionario completo è riportato in appendice.

I risultati presentati nelle sezioni successive forniscono un quadro analitico del modo in cui il mercato del legname risponde agli impatti dei cambiamenti climatici e costituiscono la base per l'elaborazione di raccomandazioni operative e politiche basate su evidenze reali.

3.1 Friuli Venezia Giulia (FVG)

3.1.1 Profilo aziendale, contesto operativo e posizionamento nella filiera

L'indagine ha coinvolto un campione di 11 imprese operanti all'interno della filiera foresta-legno in Friuli Venezia Giulia. La maggior parte delle imprese intervistate rientra nella categoria delle imprese forestali principalmente impegnate nelle utilizzazioni forestali (incluse le operazioni di abbattimento, allestimento ed esbosco), con produzione prevalente di topi da sega. Un gruppo più ristretto opera nel comparto industriale del legno e principalmente si tratta di segherie con differenti livelli di specializzazione, orientate alla produzione di semilavorati. Una delle imprese combina la produzione di segati con la realizzazione di prodotti in legno ingegnerizzato per

podjetja in dejavnosti, izkušnje z ekstremnimi dogodki, povezave v vrednostni verigi ter pripravljenost na prihodnje motnje. Celoten vprašalnik je priložen v prilogi.

Ugotovitve, predstavljene v naslednjih poglavjih, podajajo razumevanje odzivanja trga lesa na ujme ter predstavljajo podlago za oblikovanje na priporočil za oblikovalce politik in odločevalce.

3.1 Furlanija – Julijska krajina (FJK)

3.1.1 Profili podjetij, značilnosti poslovanja in položaj v vrednostni verigi

Anketa je zajela vzorec 11 podjetij, ki delujejo v gozdno-lesni vrednostni verigi v FJK. Večina intervjuvanih podjetij sodi med gozdarska podjetja, katerih osnovna dejavnost je izvajanje gozdarskih del (vključno s sečnjo, izdelavo gozdnih lesnih sortimentov in spraviлом) ter pridobivanje okroglega lesa. Manjši del podjetij deluje v lesnopredelovalni industriji, predvsem kot žagarska podjetja z različno stopnjo specializacije, usmerjena v proizvodnjo polproizvodov iz lesa. Eno podjetje združuje proizvodnjo žaganega lesa in konstrukcijskih lesenih proizvodov za gradbeništvo, vključno s CLT/XLAM, s čimer se umešča v naprednejši segment gozdno-lesne vrednostne verige.

l'edilizia, inclusi pannelli CLT/XLAM, collocandosi pertanto in un segmento più avanzato della filiera produttiva.

Dal punto di vista geografico, le imprese risultano prevalentemente localizzate in piccoli comuni delle aree montane della regione, con cinque imprese situate in Val Canale e tre in Carnia, nonché nelle aree pedemontane, con un'impresa localizzata nella provincia di Pordenone e due nella provincia di Udine. Tale distribuzione riflette la concentrazione spaziale delle risorse forestali nel territorio regionale.

Con riferimento ai volumi annui di lavorazione, le imprese esaminate evidenziano un'elevata variabilità. I volumi di lavorazione annui variano da circa 450 m³ a circa 13.000 m³, con un valore medio compreso tra 5.000 e 6.000 m³ annui. La dimensione della forza lavoro varia da un singolo addetto fino a un massimo di 22 addetti, con una media di circa sette addetti per impresa, confermando la predominanza di piccole imprese nel contesto regionale.

In termini di specie legnose lavorate, la maggior parte delle imprese opera prevalentemente con abete rosso, in linea con la maggiore domanda di mercato per tale specie, spesso in combinazione con abete bianco e larice. Tra le latifoglie, il faggio rappresenta la specie maggiormente utilizzata.

I prodotti immessi sul mercato differiscono in funzione del posizionamento delle imprese lungo la filiera foresta-legno. Le imprese forestali forniscono principalmente tronchi e legna da ardere,

Z vidika prostorske razporeditve so podjetja pretežno locirana v manjših občinah gorskega območja regije, pri čemer jih pet deluje v Val Canale in tri v Carniji, dodatno pa v predgorskem območju, z enim podjetjem v pokrajini Pordenone in dvema v pokrajini Udine. Takšna razporeditev odraža prostorsko koncentracijo gozdnih virov v regiji.

Glede letnih količin predelave lesa se med anketiranimi podjetji kaže precejšnja razpršenost. Letne količine predelanega lesa se gibljejo od približno 450 m³ do približno 13.000 m³, povprečno med 5.000 in 6.000 m³ na leto. Število zaposlenih se giblje od enega do največ 22 zaposlenih, s povprečjem približno sedmih zaposlenih na podjetje, kar potrjuje prevlado mikro in malih podjetij v regionalnem gozdno-lesnem sektorju.

Večina podjetij pretežno obdeluje smreko, skladno s prevladujočim tržnim povpraševanjem, pogosto v kombinaciji z jelko in macesnom. Med listavci je najpogosteje zastopana bukev.

Proizvodni program podjetij se razlikuje glede na njihovo umeščenost v vrednostni verigi. Gozdarska podjetja večinoma tržijo okrogli les in drva, pri čemer ločujejo med industrijskim lesom za žagarsko predelavo ter lesom slabše

distinguendo tra assortimenti destinati all'industria della segagione e materiale di qualità inferiore destinato agli usi energetici (cippato, pellet e legna da ardere). Le segherie, invece, producono una gamma più ampia di semilavorati, inclusi elementi strutturali, pannelli e componenti per imballaggi. Una delle imprese ha inoltre segnalato la produzione di legno lamellare e pannelli CLT/XLAM per impiego strutturale.

L'approvvigionamento della materia prima risulta prevalentemente basato su legname di provenienza nazionale. Quasi tutte le imprese hanno dichiarato che la principale fonte di approvvigionamento è costituita da legname locale-regionale, proveniente sia da foreste pubbliche sia da proprietà forestali private. Questo forte radicamento territoriale favorisce lo sviluppo di una filiera corta basata sull'utilizzo delle risorse locali. Parallelamente, la limitata capacità del sistema regionale di assorbire ingenti volumi di legname a seguito di disturbi naturali comporta la necessità di riallocare i volumi eccedenti verso mercati esterni caratterizzati da filiere meglio strutturate.

Le vulnerabilità strutturali sono percepite principalmente sul lato dell'approvvigionamento, in particolare in relazione alla futura disponibilità di legno "verde" di elevata qualità, all'accesso ai lotti di utilizzazione e alla frammentazione della proprietà forestale. Un'ulteriore criticità rilevante riguarda la disponibilità di manodopera qualificata, con numerose imprese che evidenziano crescenti difficoltà nel reperimento di operatori specializzati sia per le operazioni forestali sia per le

kakovosti za energetska rabo (lesni sekanci, peleti in drva). Žagarska podjetja na drugi strani proizvajajo širši nabor polproizvodov, vključno s konstrukcijskimi nosilci, ploščami in elementi za embalažo. Eno podjetje je navedlo tudi proizvodnjo lepljenega lameliranega lesa in CLT/XLAM plošč za gradbene namene.

Oskrba s surovino pretežno temelji na domačem lesu. Skoraj vsa podjetja so navedla, da je njihov glavni vir oskrbe lokalni oziroma regionalni les, tako iz javnih kot zasebnih gozdov. Takšna močna teritorialna vpetost podpira razvoj kratkih dobavnih verig, ki temeljijo na lokalnem lesu. Hkrati omejena zmogljivost regionalnega sistema za prevzem in obdelavo velikih količin lesa po ekstremnih dogodkih povečuje potrebo po preusmerjanju presežnih količin na zunanje trge, kjer je vrednostna veriga bolj strukturirana.

Strukturne ranljivosti so zaznane predvsem na strani oskrbe z lesom, zlasti v povezavi s prihodnjo razpoložljivostjo kakovostnih »zelenih« hloedov, dostopom do sečišč ter razdrobljeno strukturo gozdne posesti. Dodatno kritično vprašanje predstavlja razpoložljivost usposobljene delovne sile, saj so številna podjetja izpostavila vse večje težave pri pridobivanju kvalificiranih delavcev tako za izvajanje gozdarskih del kot za žagarsko dejavnost.

attività nelle segherie/industrie di trasformazione.

Nel complesso, il campione del FVG descrive un settore foresta-legno fortemente radicato nel territorio locale, dominato da piccole imprese forestali e segherie e caratterizzato da una marcata dipendenza dalle risorse di legname di abete rosso disponibili a livello di scala regionale. Tale configurazione consente la valorizzazione diretta del legname locale, ma rappresenta al contempo un limite strutturale in condizioni di particolari condizioni, quando il sistema regionale non è in grado di gestire e lavorare simultaneamente elevati volumi di materiale legnoso.

3.1.2 Esperienze con il legname danneggiato: lavorazione e impatto sul mercato

Gli eventi estremi (in particolare la tempesta Vaia e le infestazioni di bostrico tipografo) hanno inciso in modo significativo sull'intera filiera foresta-legno del Friuli Venezia Giulia. Nella fase immediatamente successiva all'evento di disturbo è stato osservato un marcato incremento dell'offerta di legname sul mercato, costituito prevalentemente da legname danneggiato, perlopiù abete rosso, a cui è seguita una progressiva riduzione della sua disponibilità negli anni successivi. Per alcune imprese, l'aumento dei volumi ha riguardato principalmente i tronchi, mentre per altre si è tradotto in ingenti quantitativi destinati ad usi energetici.

Celoten vzorec iz FJK opisuje gozdno-lesni sektor, ki je močno ukoreninjen v lokalnem prostoru, kjer prevladujejo manjša gozdarska in žagarska podjetja, ter ki je izrazito odvisen od lokalno razpoložljivosti smreke. Takšna struktura omogoča neposredno valorizacijo lokalnega lesa, hkrati pa predstavlja strukturno omejitev v razmerah izrednih dogodkov, ko regionalni sistem ni zmožen hkratnega obvladovanja in predelave velikih količin lesa.

3.1.2 Izkušnje s poškodovanim lesom: vplivi na predelavo in trg

Ekstremni dogodki (zlasti vetrolom zaradi neurja Vaia in prenamnožitev podlubnikov) so izrazito vplivali na celotno gozdno-lesno vrednostno verigo v Furlaniji - Julijski krajini. V obdobju neposredno po motnjah je bilo zaznati izrazito povečanje ponudbe lesa na trgu, ki je bil v pretežni meri sestavljen iz poškodovanega lesa, predvsem smreke, temu pa je v naslednjih letih sledilo postopno zmanjševanje razpoložljivih količin. Pri nekaterih podjetjih se je povečanje nanašalo predvsem na količine okroglega lesa, pri drugih pa na večje količine lesa za energetska rabo.

Gli effetti sulla qualità del legname risultano strettamente correlati alla tempistica di utilizzazione ed esbosco del materiale danneggiato. Qualora il legname viene recuperato e lavorato rapidamente, esso può essere trasformato con modalità analoghe a quelle del legname fresco, presentando caratteristiche qualitative e tecnologiche equiparabili ai tronchi ottenuti da piante sane. In caso contrario, si osservano alterazioni cromatiche, incremento dei difetti e maggiori perdite nei processi di trasformazione. Per le imprese orientate alla produzione di elementi strutturali, tali condizioni determinano rilevanti limitazioni nell'impiego del legname danneggiato e la conseguente necessità di approvvigionarsi di materiale fresco per le produzioni principali.

La quota di legname lavorata proveniente da tagli fitosanitari (associati a infestazioni di bostrico) varia tra 0% e 70%, con un valore medio pari a circa il 28%, evidenziando, rispetto al passato, una tendenza all'aumento.

Le criticità operative rilevate riguardano sia aspetti logistici sia qualitativi. Gli interventi di utilizzazione forestale si svolgono frequentemente in condizioni stazionali complesse, caratterizzate da pendenze moderate ed elevata accidentalità, con significativi rischi per la sicurezza, principalmente legati all'instabilità degli alberi secchi morti in piedi o schiantati. Nel caso specifico dell'abete rosso attaccato da bostrico, vengono segnalate problematiche sia di natura estetica (alterazioni cromatiche associate ai funghi dell'azzurramento) sia di natura tecnologica, riconducibili al deterioramento

Vplivi na kakovost lesa so tesno povezani s časom spravila in nadaljnje predelave poškodovanega materiala. Če je les pravočasno spravljen iz gozda in vključen v predelavo, ga je mogoče predelovati podobno kot neprizadet sveže posekan les, pri čemer so njune kakovostne in tehnične lastnosti primerljive; v nasprotnem primeru pride do barvnih sprememb, povečanja napak ter večjih izgub pri predelavi. Za podjetja, ki proizvajajo konstrukcijski les, to pomeni pomembne omejitve pri uporabi poškodovanega lesa ter potrebo po zagotavljanju svežih hlodov za osnovni proizvodni program.

Uporaba lesa iz sanitarne sečnje (zaradi podlubnikov) se giblje od 0 do 70 %, s povprečno vrednostjo približno 28 %, pri čemer je v primerjavi s preteklim obdobjem zaznati trend naraščanja.

Težave se pojavljajo tako na področju organizacije in izvedbe del kot na področju kakovosti lesa. Sečnja in spravilo pogosto potekata na strmih in razgibanih terenih, ob povečanih tveganjih za varnost pri delu, predvsem zaradi nestabilnosti suhih in poškodovanih stoječih dreves. Pri smreki, prizadeti zaradi napada podlubnikov, se težave odražajo tako v spremenjeni barvi lesa zaradi modrivosti kot tudi v degradaciji lesnega tkiva, kar se kaže v zmanjšanem volumenskem izkoristku pri razžagovanju hlodovine ter v znižani kakovosti žaganih sortimentov.

della struttura fibrosa del legno, con conseguente riduzione della resa di segazione e della qualità del prodotto finale.

Gli adeguamenti tecnologici adottati risultano complessivamente limitati e prevalentemente di natura operativa (introduzione di nuove misure di sicurezza e riorganizzazione dei processi di lavoro), senza modifiche strutturali degli impianti. Una delle imprese ha segnalato l'impiego di trattamenti termici preventivi del legname quale possibile strategia di adattamento, finalizzata alla mitigazione delle problematiche connesse alla presenza di larve di insetti xilofagi.

Con riferimento allo stoccaggio del legname, nessuna impresa ha riportato un incremento della capacità di deposito. In presenza di volumi eccedenti, il materiale è stato frequentemente collocato sul mercato a prezzi significativamente ridotti o destinato all'esportazione, principalmente verso Austria e Slovenia.

Dal punto di vista economico, gli effetti risultano differenziati tra le imprese, ma complessivamente negativi in termini di redditività. In numerosi casi sono stati osservati incrementi dei costi di produzione e contrazioni dei margini di profitto, riconducibili alla riduzione del valore commerciale del legname danneggiato. Anche nei casi di relativa stabilità dei margini, il legname danneggiato è stato raramente percepito come una reale opportunità economica. Tutte le imprese hanno segnalato una marcata volatilità dei prezzi, con riduzioni nelle fasi di sovrapproduzione post-evento e successivi

Tehnološke prilagoditve so bile omejene ter pretežno organizacijsko-operativne narave (uvedba dodatnih ukrepov za varnost in zdravje pri delu ter prilagoditve delovnih procesov), medtem ko posegi v tehnološko opremo oziroma predelovalne linije niso bili evidentirani. Eno izmed podjetij je kot možno prilagoditveno rešitev navedlo preventivno toplotno obdelavo lesa, namenjeno zmanjševanju tveganj, povezanih s prisotnostjo ličink ksilofagnih insektov v lesu.

Na področju skladiščenja lesa podjetja niso povečevala skladiščnih zmogljivosti. Ob pojavu presežkov je bil les odprodan po zelo nizkih cenah ali preusmerjen na izvozne trge, predvsem v Avstrijo in Slovenijo.

Z ekonomskega vidika se učinki med podjetji razlikujejo, vendar so v celoti negativno vplivali na poslovno uspešnost. V več primerih je bilo zaznано povečanje proizvodnih stroškov ter zmanjšanje dobičkonosnosti, predvsem zaradi znižanja tržne vrednosti poškodovanega lesa. Tudi v primerih, ko so marže ostale razmeroma stabilne, poškodovan les praviloma ni bil prepoznan kot dejanska razvojna ali tržna priložnost. Vsa podjetja so poročala o izraziti cenovni nestabilnosti, z znižanjem cen ob povečani ponudbi po ekstremnih dogodkih ter z naknadnim zvišanjem cen ob zmanjšani razpoložljivosti kakovostnih sortimentov.

incrementi in presenza di contrazione dell'offerta di assortimenti di elevata qualità.

Le dinamiche di mercato risultano fortemente dipendenti dal segmento produttivo. La commercializzazione di biomassa ad uso energetico o di materiale di qualità inferiore risulta generalmente possibile, seppur con una riduzione del suo valore commerciale. Al contrario, per i produttori di elementi strutturali e di prodotti in legno ingegnerizzato, il legname danneggiato risulta frequentemente non compatibile con i requisiti di classificazione e con le aspettative della clientela, determinando una limitata propensione all'impiego di tale materiale.

In generale, il settore forestale regionale ha registrato negli ultimi anni un inevitabile incremento dei volumi di legname di conifere danneggiato, con un contributo significativo derivante dai tagli sanitari. Le risposte delle imprese si sono prevalentemente orientate verso strategie di breve periodo, basate sulla rapida immissione sul mercato dei volumi eccedenti. Le principali criticità non risultano direttamente connesse ai processi di trasformazione, bensì alla gestione dei volumi e alla tempistica di recupero del legname danneggiato, che continuano a rappresentare i principali elementi di vulnerabilità della catena del valore regionale.

3.1.3 Percezione del rischio e strategie di adattamento future

Tržna razmere so odvisne od posameznega segmenta predelave. Odkup in prodaja lesa za energetske namene oziroma lesa nižjih kakovostnih razredov sta praviloma mogoča, vendar ob občutno nižji tržni vrednosti. Pri proizvajalcih konstrukcijskega lesa ter lepljenih konstrukcijskih elementov pa poškodovan les pogosto ne izpolnjuje zahtev standardov za razvrščanje po kakovosti niti tehničnih specifikacij kupcev, zaradi česar je njegova vključitev v proizvodni proces omejena.

V zadnjih letih je gozdno-lesni sektor v Furlaniji - Julijski krajini zabeležil povečanje količin poškodovanega lesa iglavcev, pri čemer pomemben delež predstavljajo sanitarne sečnje. Odziv podjetij je bil pretežno kratkoročen in je temeljil na pospešeni odprodaji presežnih količin. Ključne ranljivosti regionalne vrednostne verige niso neposredno povezane s samo predelavo, temveč predvsem z obvladovanjem količin ter s časovno dinamiko spravila poškodovanega lesa, ki ostajata osrednja dejavnika tveganja.

3.1.3 Ocena tveganj in prihodnje usmeritve prilagajanja

Le imprese operanti in Friuli Venezia Giulia mostrano atteggiamenti differenziati rispetto ai rischi connessi ai cambiamenti climatici. Una parte delle aziende intervistate considera gli schianti da vento e le pullulazioni di bostrico tipografo come fenomeni riconducibili alla dinamica forestale ordinaria, esprimendo pertanto un livello di preoccupazione limitato. Altre imprese manifestano invece una maggiore attenzione, correlando gli eventi perturbativi recenti a un generale incremento dell'instabilità climatica, alla crescente frequenza degli eventi estremi e all'aumento dell'incertezza dei mercati. Tali differenze di percezione risultano influenzate anche dalla tipologia di attività svolta e dal grado di dipendenza dalle risorse forestali locali.

La maggior parte delle imprese dichiara di non adottare procedure formalizzate di gestione del rischio, affrontando le situazioni critiche secondo un approccio prevalentemente reattivo, basato sull'esperienza operativa e su soluzioni organizzative di breve periodo. Solo un numero limitato di aziende menziona misure più strutturate, principalmente riconducibili alla sicurezza operativa, alla gestione delle emergenze o al controllo fitosanitario del legname stoccato. Nel complesso, le azioni intraprese risultano prevalentemente orientate alla continuità operativa nel breve termine, piuttosto che a strategie di adattamento di natura strutturale e di lungo periodo.

Analizzando i rischi secondo differenti orizzonti temporali, le imprese individuano diverse criticità. Nel breve periodo, le principali preoccupazioni riguardano la

Podjetja v Furlaniji - Julijski krajini izkazujejo različno stopnjo zaznave podnebno pogojenih tveganj. Del anketiranih podjetij vetrolome in prenamnožitve podlubnikov obravnava kot sestavni del naravne dinamike gozdnih ekosistemov, zato izraža razmeroma nizko stopnjo zaskrbljenosti. Druga podjetja pa nedavne motnje razumejo kot pokazatelj širšega porasta podnebne nestabilnosti, pogostejšega pojavljanja ekstremnih vremenskih pojavov ter povečane negotovosti na trgu gozdnih lesnih sortimentov. Razlike v presoji tveganj so povezane z njihovo dejavnostjo v okviru gozdno-lesne vrednostne verige ter s stopnjo odvisnosti posameznih podjetij od lokalno razpoložljivih gozdnih virov.

Večina podjetij navaja, da nima vzpostavljenih formaliziranih postopkov upravljanja tveganj ter da se s kritičnimi situacijami sooča reaktivno, predvsem na podlagi izkušenj in kratkoročnih organizacijskih prilagoditev. Le manjši delež podjetij omenja bolj opredeljene ukrepe, ki so večinoma povezani z zagotavljanjem varnosti pri delu, ukrepanjem v izrednih razmerah ter fitosanitarnim nadzorom skladiščenih gozdnih lesnih sortimentov. Na splošno so ukrepi usmerjeni predvsem v zagotavljanje kratkoročne operative kontinuitete, medtem ko je sistematično in dolgoročno strateško prilagajanje podnebno pogojenim tveganjem manj izraženo.

Pri obravnavi tveganj v različnih časovnih obdobjih podjetja izpostavljajo več ključnih vidikov. Kratkoročno so glavne skrbi cenovna nestabilnost, nenadne spremembe v

volatilità dei prezzi, le variazioni improvvise nella disponibilità di legname e la possibilità di nuovi eventi estremi. Nel medio periodo, l'attenzione si concentra su una potenziale contrazione dei mercati del legname, su una riduzione della domanda in specifici segmenti del mercato e su una progressiva diminuzione dell'accessibilità alle risorse forestali. Nel lungo periodo emergono problematiche di natura più strutturale, quali la carenza di manodopera qualificata, la continuità delle attività economiche nelle aree montane e la limitata presenza di ricambio generazionale. I cambiamenti climatici vengono raramente citati in modo esplicito, risultando prevalentemente percepiti attraverso i suoi effetti indiretti sui mercati e sulla disponibilità delle risorse forestali.

Le aspettative rispetto alla domanda futura di legname risultano, nel complesso, moderatamente positive, in particolare per il legname destinato agli usi strutturali, considerato un materiale sostenibile con buone prospettive di sviluppo. Parallelamente, diverse imprese evidenziano un crescente squilibrio tra l'aumento della domanda di assortimenti di elevata qualità e la limitata disponibilità di tronchi ricavati da piante sane di abete rosso, con conseguente rischio di incremento dei prezzi e vincoli nell'approvvigionamento. Le imprese orientate alla produzione di legna da ardere prevedono generalmente una domanda stabile, sostenuta dall'utilizzo energetico delle biomasse.

Le strategie di adattamento a lungo termine riportate dalle imprese risultano diversificate e, in molti casi, ancora in una

razpoložljivi količini gozdnih lesnih sortimentov ter možnost pojava novih ekstremnih dogodkov. Srednjeročno je pozornost usmerja na morebitno krčenje trga lesa, upad povpraševanja v posameznih segmentih ter postopno zmanjševanje dostopnih gozdnih virov. Dolgoročno se kot pomembna pojavljajo strukturalna vprašanja glede pomanjkanje usposobljene delovne sile, zagotavljanje neprekinjenega delovanja podjetij v gorskih območjih ter skrbe glede generacijske obnove nosilcev dejavnosti. Podnebne spremembe so redko izrecno omenjene, pretežno so zaznane preko njihovih učinkov na tržne razmere in razpoložljivost gozdnih virov.

Pričakovanja glede prihodnjega povpraševanja so na zmerino pozitivna, zlasti za gradbeni les, ki se obravnava kot trajnosten material z dobrim razvojnim potencialom. Hkrati več podjetij opozarja na naraščajoče neskladje med povečevanjem povpraševanja po kakovostnih gozdnih lesnih sortimentih in omejeno razpoložljivostjo sveže smrekove hlodovine, kar predstavlja tveganje za rast cen in omejitve v oskrbi. Podjetja, usmerjena v proizvodnjo drv, praviloma pričakujejo stabilno povpraševanje, podprto z rabo lesne biomase v energetske namene.

Dolgoročne strategije prilagajanja podjetji vsebinsko raznolike in v številnih primerih še v začetni fazi oblikovanja. Nekatera podjetja

fase preliminare. Alcune aziende fanno riferimento alla differenziazione delle attività, mentre altre menzionano sperimentazioni con specie alternative al fine di ridurre la dipendenza dall'abete rosso. Diverse imprese stanno valutando investimenti in macchinari più moderni e nello sviluppo di nuove linee di produzione per il settore delle costruzioni. Altri operatori dichiarano esplicitamente l'assenza di una strategia strutturata di lungo periodo, prevedendo un adattamento principalmente attraverso aggiustamenti progressivi e incrementali. Con riferimento al supporto delle politiche pubbliche, le imprese individuano prioritaria la semplificazione burocratica, in particolare per quanto concerne la concessione delle autorizzazioni per le utilizzazioni forestali e le procedure di pianificazione. Viene inoltre sottolineata la necessità di sostegno finanziario per investimenti in macchinari, infrastrutture e capacità di stoccaggio, soprattutto nelle aree montane caratterizzate da maggiori svantaggi strutturali. Ulteriori esigenze riguardano il rafforzamento delle attività formative e delle misure per attirare nuova forza lavoro, inclusi interventi a supporto delle soluzioni abitative. Viene altresì richiesto il miglioramento della viabilità forestale e il potenziamento degli interventi selvicolturali finalizzati alla riduzione del rischio di futuri eventi di disturbo naturale. In generale, le imprese mostrano una chiara consapevolezza dei principali rischi emergenti, a fronte di una capacità ancora limitata di sviluppare strategie di adattamento strutturate e di lungo periodo. Le principali opportunità risultano associate al crescente utilizzo del legno nelle costruzioni, all'innovazione di

izpostavljajo širitev in razpršitev dejavnosti, druga navajajo uvajanje predelave alternativnih drevesnih vrst z namenom zmanjšanja odvisnosti od smrekove hlodovine. Več podjetij preučuje naložbe v posodobitev strojne opreme ter v razvoj novih proizvodnih programov za področje gradbeništva. Del anketiranih pa navaja, da nima jasno opredeljene dolgoročne usmeritve in da se bo na prihodnje razmere odzival predvsem z manjšimi, postopnimi prilagoditvami.

V zvezi z podporo odločevalcev podjetja kot ključno prednostno nalogo izpostavljajo poenostavitev administrativnih postopkov, zlasti pri izdaji dovoljenj za sečnjo ter pri postopkih gozdnogospodarskega načrtovanja. Poudarjajo tudi potrebo po finančni podpori za naložbe v strojno opremo, infrastrukturo in skladiščne zmogljivosti, predvsem na manj razvitih gorskih območjih. Dodatno izpostavljajo pomen usposabljanja in privabljanja delovne sile, vključno z zagotavljanjem ustreznih bivalnih pogojev za zaposlene. Podpora pričakujejo tudi na področju izboljšanja gozdnih prometnic ter pri izvajanju gojitvenih ukrepov, usmerjenih v zmanjševanje tveganja prihodnjih motenj. Podjetja se zavedajo ključnih tveganj v prihodnosti, vendar je njihova zmožnost za načrtno in dolgoročno prilagajanje še vedno omejena. Med glavnimi priložnostmi izpostavljajo povečano uporabo lesa v gradbeništvu, razvoj novih proizvodnih rešitev ter učinkovitejšo rabo lokalnih gozdnih virov. Med osrednje omejitvene dejavnike pa uvrščajo majhen obseg podjetij, pomanjkanje ustrezno usposobljenega kadra, izrazito izpostavljenost podnebnim vplivom in cenovni nestabilnost ter regulatorno okolje, ki ga zaznavajo kot administrativno zahtevno.

prodotto e a una più efficiente valorizzazione delle risorse locali. I principali vincoli rimangono invece la ridotta dimensione aziendale, la carenza di manodopera qualificata, l'elevata esposizione alla volatilità dei prezzi e un quadro normativo percepito come complesso.

3.2 Slovenia

3.2.1 Profilo aziendale, contesto operativo e posizionamento nella filiera

L'indagine ha coinvolto un campione di sette imprese di trasformazione del legno operanti in Slovenia, rappresentative di differenti segmenti della filiera foresta-legno. Le tipologie aziendali includono segherie, produttori di pannelli MDF e imprese specializzate nella lavorazione delle latifoglie. I modelli operativi variano da configurazioni verticalmente integrate (utilizzazioni forestali e trasformazione) a imprese specializzate su specifiche fasi all'interno della filiera.

Dal punto di vista geografico, le imprese risultano distribuite sull'intero territorio sloveno, con approvvigionamento di materia prima proveniente da molte aree, inclusi flussi transnazionali da Croazia e Italia. Una quota minoritaria delle imprese è orientata prevalentemente verso mercati extra-UE (ad esempio paesi arabi). La maggior parte delle aziende è localizzata in aree montane o pedemontane, in coerenza con la distribuzione delle risorse forestali nazionali.

3.2 Slovenia

3.2.1 Profili podjetij, značilnosti poslovanja in položaj v vrednostni verigi

V anketa je bilo zajetih sedmih lesnopredelovalnih podjetij, ki delujejo v Sloveniji in predstavljajo različne segmente gozdno-lesne vrednostne verige. Med njimi so žagarska podjetja, proizvajalci MDF plošč ter specializirani predelovalci listavcev. Poslovni modeli segajo od vertikalno integriranih sistemov (sečnja in primarna predelava) do specializirane nadaljnje predelave v nižjih členih vrednostne verige.

Geografsko so podjetja razpršena po celotnem območju Slovenije, pri čemer večina oskrbo z lesom zagotavlja iz različnih koncev Slovenije, vključno s čezmejno nabavo iz Hrvaške in Italije. Manjši delež podjetij je izvozno usmerjen predvsem na trge zunaj Evropske unije (npr. arabske države). Večina podjetij deluje v gorskih ali predgorskih območjih, skladno z razpoložljivostjo lesa iz okoliških gozdov.

Le capacità produttive presentano una significativa variabilità, con volumi annui di lavorazione compresi tra 5.000 m³ e 400.000 m³, riflettendo la presenza di imprese sia di piccola dimensione sia di più ampia scala. La dimensione della forza lavoro risulta coerente con la capacità produttiva, variando da microimprese (13 addetti, parzialmente esternalizzati) a imprese di maggiore dimensione (fino a 155 addetti).

Le specie legnose lavorate riflettono scelte strategiche e orientate al mercato. Le principali specie trasformate sono le conifere, in particolare abete rosso e abete bianco. Diverse imprese risultano specializzate esclusivamente nella lavorazione delle latifoglie (ad esempio faggio e latifoglie nobili), mentre altre operano su un ampio spettro di specie, con esclusione di specifiche essenze. La lavorazione di tali specie risulta correlata alla percezione della vulnerabilità rispetto a differenti tipologie di disturbi naturali.

La gamma di prodotti evidenziano un'elevata eterogeneità e comprendono segati essiccati artificialmente, pannelli MDF/HDF, semilavorati, traversine ferroviarie ed elementi piallati a maggior valore aggiunto. I mercati di destinazione influenzano significativamente i requisiti qualitativi e la sensibilità alle variazioni nella disponibilità della materia prima.

Tutte le imprese dichiarano una dipendenza prevalente dal legname di provenienza nazionale, con percentuali comprese tra il 90% e il 100% nella maggior parte dei casi, sebbene alcune aziende integrino l'approvvigionamento mediante

Predelovalne zmogljivosti se med podjetji izrazito razlikujejo. Letne količine predelanega lesa se gibljejo od 5.000 m³ do več kot 400.000 m³, kar odraža zastopanost tako manjših podjetij kot večjih industrijskih obratov. Število zaposlenih je sorazmerno s kapacitetami in se giblje od mikro podjetij (približno 13 zaposlenih, delno z uporabo podizvajalcev) do večjih delodajalcev (do 155 zaposlenih).

Nabor drevesnih vrst za predelavo odraža strateške usmeritve podjetij ter zahteve ciljnih trgov. Med najpogostejše predelovanimi vrstami prevladujejo iglavci, predvsem smreka in jelka. Posamezna podjetja so specializirana izključno za listavce (bukev, plemeniti listavci), druga pa vključujejo skoraj vse drevesne vrste z izjemo določenih (npr. brez kostanja).

Proizvodni programi so med podjetji raznoliki, med glavnimi proizvodi so sušene žagane deske, MDF/HDF plošče, žagan les, železniški pragovi ter skobljani elementi z višjo dodano vrednostjo. Namembnost proizvodov in ciljni trgi pogojujejo kakovostne zahteve ter vplivajo na izpostavljenost podjetij motnjam v oskrbi z lesno surovino.

Podjetja večinoma zagotavljajo lesno surovino iz slovenskih gozdov (v pretežnem deležu med 90 % in 100 %), pri čemer nekatera del količin dopolnjujejo z uvozom. Osredotočenost na domačo oskrbo pomeni, da so podjetja v veliki

importazioni. Tale concentrazione dell'offerta nel mercato domestico implica una comune esposizione ai disturbi naturali che interessano il patrimonio forestale nazionale.

Le relazioni all'interno della filiera risultano tendenzialmente localizzate e strutturate attorno alle foreste statali (SiDG), ai proprietari forestali privati e alle segherie locali, che operano frequentemente sia come fornitori sia come clienti. Le vulnerabilità strutturali emergono lungo l'intera filiera: le imprese segnalano instabilità dell'approvvigionamento, frammentazione delle utilizzazioni forestali e vincoli logistici quali criticità principali. Vengono inoltre evidenziate asimmetrie di potere, in particolare nelle relazioni commerciali, con alcuni acquirenti che mostrano resistenza agli adeguamenti di prezzo anche in seguito ad eventi di disturbo.

Il livello di consapevolezza rispetto alle differenze regionali nella disponibilità di legname o nella dinamica forestale appare complessivamente limitato, sebbene emergano percezioni divergenti. Alcune imprese non rilevano differenze significative, mentre altre segnalano variazioni rilevanti, in particolare nel confronto tra il contesto sloveno e quello dell'Europa occidentale. Tale quadro riflette un livello di scambio interregionale di conoscenze ancora contenuto, ma presente.

meri izpostavljena motnjam v slovenskih gozdovih.

Povezave v vrednostni verigi so večinoma lokalne ter oblikovane okoli državnih gozdov (SiDG), zasebnih lastnikov gozdov in lokalnih žagarskih podjetij, ki pogosto nastopajo tako v vlogi dobaviteljev kot tudi odjemalcev. Strukturne ranljivosti so prisotne vzdolž celotne vrednostne verige. Podjetja kot ključne izzive navajajo nestabilnost oskrbe z gozdnimi lesnimi sortimenti, razdrobljenost gozdne posesti ter logistične omejitve. Omenjena so tudi neravnotežja v pogajalski moči, zlasti v odnosih s kupci, saj nekateri odjemalci tudi v obdobjih motenj ne pristajajo na prilagoditve cen.

Podjetja praviloma ne opažajo regionalno pogojenih razlik v razpoložljivosti lesa in stanja gozdov, pri čemer se posamezne ocene med njimi razlikujejo. Del podjetij sicer izpostavlja opazne razlike, zlasti pri primerjavi slovenskih razmer z razmerami v zahodnoevropskih državah. Podjetja regionalne razlike večinoma presojujejo na podlagi lastnih izkušenj in poslovnih povezav, ne pa na podlagi sistematičnih primerjalnih analiz.

3.2.2 Esperienze con il legname danneggiato: lavorazione e impatto sul mercato

Le imprese intervistate hanno segnalato che eventi di disturbo naturale quali schianti da vento, tempeste di neve e infestazioni di bostrico tipografo hanno inciso sulle rispettive attività operative, sebbene l'entità e la natura degli impatti risultino fortemente variabili in funzione del profilo aziendale, delle specie legnose lavorate e delle tipologie di prodotto.

La maggior parte degli intervistati ha registrato un incremento significativo dei volumi di legname di conifera danneggiato durante i periodi di massima incidenza degli eventi di disturbo, seguito da una riduzione della disponibilità negli anni successivi. Diversi operatori hanno evidenziato che l'effetto principale delle calamità naturali non si limita all'immissione improvvisa di materiale legnoso alterato, ma include anche l'interruzione delle ordinarie attività di utilizzazione. Come riportato da una delle imprese, "a causa dei tagli fitosanitari nelle aree forestali danneggiate, le utilizzazioni ordinarie non vengono effettuate". Tale riallocazione delle priorità di prelievo determina condizioni temporanee di sovrapproduzione di assortimenti di qualità inferiore e una contestuale riduzione della disponibilità di legname di elevata qualità, elemento essenziale per molte imprese orientate a produzioni standardizzate e a rigorose specifiche tecniche. Per le imprese specializzate nella lavorazione di latifoglie nobili, tali dinamiche comportano implicazioni dirette. Il legno danneggiato risulta frequentemente non conforme ai

3.2.2 *Izkušnje s poškodovanim lesom: vplivi na predelavo in trg*

Anketirana podjetja navajajo, da so naravne motnje, kot so vetrolomi, snegolomi in prenamnožitve podlubnikov, vplivale na njihovo poslovanje, pri čemer pa se obseg in značilnosti teh vplivov bistveno razlikujejo glede na profil podjetja, predelovane drevesne vrste in tip proizvodov.

Večina anketirancev je v obdobjih intenzivnih motenj zaznala povečane količine poškodovanega lesa iglavcev, ki jim je v naslednjih letih sledilo zmanjšanje razpoložljivosti lesa. Več podjetij je poudarilo, da glavni učinek naravnih ujm ni zgolj nenaden dotok poškodovanih gozdnih lesnih sortimentov, temveč tudi prekinitev rednih sečenj. Kot je navedlo eno izmed podjetij: »zaradi sanitarne sečnje v poškodovanih gozdovih se redna sečnja ne izvaja«. Takšna sprememba prioritet pri izvajanju sečenj povzroča začasno presežno ponudbo sortimentov nižjih kakovostnih razredov ter hkrati zmanjšanje razpoložljivosti kakovostne hlodovine, na kateri številna podjetja temeljijo svojo stabilno, specializirano proizvodnjo. Za podjetja, ki so usmerjena v predelavo plemenitih listavcev, ima to neposredne posledice: poškodovan les praviloma ne dosega kakovostnih zahtev za proizvodnjo žaganega lesa ali konstrukcijskih elementov. Takšna podjetja se zato uporabi tovrstne surovine večinoma izogibajo. Na splošno je delež lesa iz sanitarnih sečenj v njihovi predelavi nizek in znaša približno 10 %.

requisiti qualitativi richiesti per la produzione di segati essiccati artificialmente o per applicazioni strutturali. Tali imprese tendono pertanto a escludere completamente questo materiale, evidenziando una sostanziale incompatibilità tra i requisiti di approvvigionamento e la composizione dell'offerta di legname successiva agli eventi di disturbo. In generale, l'utilizzo di materiale proveniente da tagli forzosi risulta limitato, attestandosi mediamente intorno al 10%.

Le imprese caratterizzate da maggiori capacità produttive o da processi di lavorazione più flessibili, in particolare quelle operanti nella produzione di pannelli MDF o materiali a base di fibre, hanno segnalato una maggiore capacità di adattamento. Tali operatori risultano più in grado di integrare legno danneggiato, purché il livello di degradazione non sia eccessivamente avanzato. Tuttavia, viene evidenziato che il legname interessato da infestazioni di bostrico richiede una trasformazione tempestiva e che la carenza di adeguate infrastrutture di stoccaggio o essiccazione può determinare perdite significative in termini di utilizzabilità. Nel caso del faggio, la criticità risulta ulteriormente accentuata: come osservato da un intervistato, "il legname di faggio presenta un'elevata deperibilità", rendendolo inadatto a periodi prolungati di stoccaggio in ambiente esterno. In tali condizioni, solo le imprese dotate di immediata capacità di lavorazione o di adeguate strutture di deposito coperto risultano in grado di valorizzare efficacemente il materiale derivante da eventi estremi.

Nekatera podjetja z večjimi kapacitetami ali z možnostjo predelave različnih drevesnih vrst, zlasti proizvajalci MDF ali vlaknenih plošč, poročajo o večji prilagodljivosti. Takšna podjetja lahko v proizvodni proces vključijo tudi poškodovan les, če ta še ni preveč degradiran. Ob tem opozarjajo, da zaradi podlubnikov poškodovan les zahteva hitro predelavo ter da neustrezne skladiščne ali sušilne zmogljivosti povzročajo izgubo uporabne vrednosti. Pri bukovini je izziv še večji. Eden od anketirancev je poudaril, da je »bukovina hitro pokvarljiva«, zato ni primerna za daljše skladiščenje na prostem. V razmerah povečane razpoložljivosti poškodovanega lesa so tako hlodovino lahko učinkovito izkoristila le podjetja z razpoložljivimi predelovalnimi kapacitetami ali z zadostnimi pokritimi skladiščnimi površinami.

Sebbene l'operatività sia generalmente proseguita in seguito ad eventi di disturbo, le imprese hanno segnalato criticità nella pianificazione delle utilizzazioni e nella gestione logistica. Nessuna impresa ha riportato sospensioni complete delle attività, ma numerosi operatori hanno evidenziato interruzioni nei flussi di approvvigionamento e una ridotta prevedibilità nella disponibilità della materia prima. Alcune imprese, in particolare quelle caratterizzate da una maggiore diversificazione delle fonti di approvvigionamento o da adeguate scorte, hanno registrato impatti limitati. Altre hanno invece riportato carenze temporanee di assortimenti idonei o difficoltà di accesso a specifiche classi dimensionali. Nei mesi successivi agli eventi di disturbo, diverse imprese hanno osservato dinamiche di elevata volatilità dei prezzi, caratterizzate da iniziali riduzioni dovute a condizioni di sovrapproduzione, seguite da incrementi una volta esauriti i volumi immediatamente disponibili. Sebbene alcuni operatori abbiano interpretato tali dinamiche come opportunità temporanee (ad esempio in termini di riduzione dei costi di approvvigionamento), la maggior parte delle imprese le considera una fonte di incertezza, con effetti negativi sulla pianificazione e sulla redditività.

Le dinamiche di mercato mostrano differenze rilevanti tra i segmenti produttivi. Le imprese orientate alla produzione di assortimenti di qualità inferiore o di biomassa per fini energetici segnalano generalmente minori criticità commerciali. Al contrario, i produttori di beni a maggior valore aggiunto evidenziano difficoltà

Čprav proizvodnja v obdobjih motenj večinoma ni bila prekinjena, so podjetja poročala o oteženem usklajevanju sečenj, spravila in transporta lesa. Nobeno podjetje ni navedlo popolne zaustavitve obratovanja, več pa jih je opozorilo na motnje v oskrbnih tokovih ter zmanjšano zanesljivost pri načrtovanju nabave gozdnih lesnih sortimentov. Del podjetij je posloval brez izrazitejših prekinitev, predvsem tista z razpršenimi dobavnimi viri ali z zadostnimi zalogami. Druga so poročala o začasnem pomanjkanju uporabne hlodovine ali omejeni razpoložljivosti določenih dimenzijskih razredov. V obdobju po motnjah je več podjetij zaznalo izrazita cenovna nihanja: sprva znižanje cen zaradi presežne ponudbe poškodovanega lesa, nato pa rast cen ob zmanjšanju razpoložljivih količin kakovostnih sortimentov. Za le redka podjetja je taksšno stanje pomenilo poslovno priložnost (npr. nižji nabavni stroški), večina pa je izpostavila negativne učinke na stabilnost poslovanja in dobičkonosnost.

Prodajna dinamika se je med podjetji razlikovala. Proizvajalci sortimentov nižjih kakovostnih razredov ter lesa za energetske namene praviloma niso zaznali večjih tržnih ovir. Nasprotno pa so se proizvajalci izdelkov z višjo dodano vrednostjo soočali s težavami pri usklajevanju ponudbe poškodovane hlodovine z zahtevami proizvodnega procesa

nell'allineamento tra le caratteristiche del legname danneggiato, i requisiti di prodotto e le aspettative della clientela. In tali contesti, il legno danneggiato presenta un ruolo limitato o nullo nei processi produttivi. Alcuni operatori segnalano inoltre una limitata disponibilità del mercato ad accettare incrementi di prezzo associati all'aumento dei costi di approvvigionamento o trasformazione nei periodi successivi ai disturbi. L'adattamento tecnologico volto alla lavorazione del legno danneggiato risulta complessivamente contenuto. Solo una delle imprese ha menzionato investimenti in nuove capacità produttive, mentre la maggior parte degli operatori non ha segnalato modifiche sostanziali agli impianti o ai processi esistenti. Gli adeguamenti risultano prevalentemente di natura operativa piuttosto che strutturale, includendo variazioni nelle strategie di approvvigionamento, nell'organizzazione del lavoro o nello stoccaggio temporaneo, senza investimenti rilevanti in nuove tecnologie dedicate.

Analogamente, non emergono pratiche di stoccaggio specificamente dedicate al legname degradato. Alcune imprese utilizzano depositi temporanei in prossimità delle aree di utilizzazione, mentre altre si affidano a strutture interne. Diversi operatori dichiarano di procedere alla trasformazione immediata del materiale, escludendo la necessità di infrastrutture aggiuntive. Nel complesso, il livello di adattamento tecnologico e infrastrutturale risulta pertanto limitato. In sintesi, le risposte raccolte evidenziano che l'impatto del legno danneggiato sulle attività aziendali risulta strettamente

in pričakovanji kupcev. V takšnih primerih poškodovan les v njihovem proizvodnem programu ni imel pomembnejše vloge oziroma ga ni bilo mogoče vključiti. Posamezni anketiranci so opozorili tudi na zadržanost kupcev pri sprejemanju povišanj cen, tudi kadar so te utemeljene z višjimi stroški nabave ali predelave lesa..

Tehnološke prilagoditve za predelavo poškodovanega lesa so omejene. Eno podjetje je navedlo tekoče naložbe v nove kapacitete, medtem ko večina anketiranih ni poročala o prilagoditvah obstoječe strojne opreme ali tehnoloških postopkov. Prilagoditve so se nanašale predvsem na organizacijske ukrepe, kot so preusmeritev nabave, organizacija delovnega časa ali začasno skladiščenje, brez pomembnejših vlaganj v specializirano opremo za ravnanje s poškodovano hlodovino.

Nobeno izmed anketiranih podjetij ni navedlo vzpostavitve posebnih načinov skladiščenja v ujmah poškodovanega lesa. Nekatera podjetja so uporabljalačasne skladiščne deponije v bližini sečišč, druga so se zanašala na lastne skladiščne površine. Posamezna podjetja so navedla, da les predelajo takoj po prevzemu in zato ne potrebujejo dodatnih skladiščnih zmogljivosti. Skupno gledano je tehnološko prilagajanje ostalo minimalno. Vpliv poškodovanega lesa na poslovanje podjetij je tesno povezan s tem, katere drevesne vrste lesa predelujejo, stopnjo prilagodljivosti predelovalnih procesov ter proizvodno-tržnim usmeritvam podjetij.

correlato alla composizione specifica, alla flessibilità dei processi produttivi e al segmento del mercato di riferimento. Le imprese operanti prevalentemente con conifere e materiali a uso industriale mostrano una maggiore capacità di integrazione del materiale derivante da tagli fitosanitari, mentre le imprese specializzate nella lavorazione delle latifoglie e degli assortimenti di elevata qualità risultano maggiormente vincolate. Eventi quali il gelicidio del 2014 e le successive pullulazioni di bostrico continuano ad essere dei riferimenti significativi, non solo per gli effetti immediati, ma per il ruolo che hanno avuto nel plasmare le attuali percezioni relative alla stabilità dell'approvvigionamento e ai rischi di mercato.

3.2.3 Percezione del rischio e strategie di adattamento future

Le percezioni dei rischi di natura climatica e le strategie di adattamento future evidenziano una marcata eterogeneità tra le imprese di trasformazione del legno oggetto dell'indagine. Alcune imprese manifestano una crescente attenzione rispetto all'aumento della frequenza e della severità degli eventi meteorologici estremi, mentre altre mostrano un coinvolgimento limitato rispetto alla pianificazione del rischio e alle strategie di adattamento di lungo periodo.

Una parte delle imprese esprime un moderato livello di preoccupazione in relazione agli effetti degli eventi di disturbo causati dai cambiamenti climatici, in particolare alla luce delle criticità sperimentate in passato in termini di

Podjetja, usmerjena v predelavo iglavcev in večjih količin standardiziranih proizvodov, so izkazovala večjo sposobnost vključevanja lesa iz sanitarnih sečenj, medtem ko so bila podjetja, specializirana za listavce ali za proizvodnjo kakovostnih iglastih sortimentov, izraziteje omejena. Dogodki, kot sta žledolom leta 2014 in kasnejše prenamnožitve podlubnikov, še vedno predstavljajo pomembno referenčno točko, ne le zaradi neposrednih posledic, temveč tudi zaradi njihovega vpliva na oblikovanje trenutnih zaznav stabilnosti oskrbe z lesom in tržnih tveganj.

3.2.3 Ocena tveganj in prihodnje usmeritve prilagajanja

Ocene podnebno pogojenih tveganj in pristopi k prihodnjemu prilagajanju se med anketiranimi lesnopredelovalnimi podjetji precej razlikujejo. Nekatera podjetja opozarjajo na vse pogostejše in intenzivnejše ekstremne vremenske pojave, večina pa dolgoročnemu obvladovanju tveganj in načrtovanju prilagoditev namenjajo manj pozornosti.

Del podjetij je izrazil zmerno zaskrbljenost zaradi vplivov podnebnih sprememb, predvsem na podlagi preteklih izkušenj z motnjami v oskrbi z lesom in nihanji cen. Druga podjetja so zavzela bolj zadržano stališče; eno izmed njih je navedlo, da »ni

disponibilità del legname e instabilità del mercato. Altri operatori adottano invece un atteggiamento più passivo; una delle imprese ha dichiarato di “non essere preoccupata, poiché le calamità causate dai cambiamenti climatici sono rare”. Tale divergenza nei livelli di percezione del rischio appare correlata alla dimensione aziendale, al grado di flessibilità delle fonti di approvvigionamento e al livello di specializzazione produttiva.

L'adozione di procedure formalizzate di gestione del rischio o di piani di contingenza risulta complessivamente limitata. Diverse imprese hanno ammesso l'assenza di piani strutturati, indicando un adattamento prevalentemente informale in seguito ad eventi di disturbo. Solo un'impresa ha menzionato misure specifiche volte alla gestione della volatilità dei prezzi mediante la pianificazione temporale degli approvvigionamenti e l'adeguamento delle strategie di acquisizione del materiale legnoso. Nel complesso delle risposte non emergono evidenze relative all'impiego di strumenti quali pianificazione per scenari, valutazioni formalizzate del rischio o simulazioni di eventi di disturbo.

Nonostante la limitata preparazione formale, la maggior parte delle imprese esprime una visione positiva o cautamente ottimistica rispetto alla domanda futura. Gli operatori citano la crescente attenzione verso la sostenibilità, l'interesse per i materiali naturali e gli orientamenti delle politiche pubbliche favorevoli alle risorse rinnovabili. Parallelamente, alcune imprese evidenziano criticità connesse alla sensibilità del mercato ai prezzi, osservando che i clienti finali, pur

zaskrbljeno, saj so vremenske ujme redke. Raven zaznanega tveganja je povezana z velikostjo podjetja, prilagodljivostjo pri oskrbi z lesom ter obsegom specializacije proizvodnega programa.

V anketranih podjetjih so načrti za obvladovanje tveganj prej izjema kot pravilo. Več podjetij je navedlo, da nimajo strukturiranih načrtov, temveč se na motnje odzivajo sproti in neformalno. Le eno podjetje je omenilo ukrepe za obvladovanje nihanja cen in sicer predvsem preko usklajevanja časovnice nabave ter prilagajanja obsega odkupa stoječega lesa. V odgovorih ni bilo zaznati uporabe scenarijskih analiz, sistematičnih kratkoročnih ali dolgoročnih presoj tveganj niti modeliranja izrednih dogodkov.

Kljub omejeni formalni pripravljenosti večina podjetij izraža pozitivna oziroma zmerno optimistična pričakovanja glede prihodnjega povpraševanja. Navajajo večje zavedanje o trajnosti, povečano zanimanje za naravne materiale ter usmeritve politik v podporo obnovljivim virom. Hkrati pa podjetja opozarjajo na občutljivost trga na cene, pri čemer poudarjajo, da končni kupci sicer podpirajo trajnostna načela, vendar niso pripravljeni plačevati višjih cen.

riconoscendo l'importanza della sostenibilità, mostrano una limitata disponibilità a sostenere incrementi di costo.

Con riferimento alle strategie di lungo periodo, le imprese forniscono risposte frammentarie o limitate. Nei casi in cui tali strategie risultano presenti, esse appaiono prevalentemente orientate alla diversificazione produttiva, alla maggiore flessibilità delle fonti di approvvigionamento o all'incremento delle capacità di stoccaggio, piuttosto che a trasformazioni strutturali dei modelli di business. L'assenza di approcci condivisi all'adattamento riflette sia la ridotta dimensione di numerose imprese sia la percezione di un limitato supporto, in termini di incentivi politici o finanziari, agli investimenti in processi di cambiamento.

Alla richiesta di indicare le tipologie di supporto ritenute utili per favorire l'adattamento, le imprese segnalano la necessità di incentivi finanziari, strumenti di sostegno agli investimenti, semplificazione normativa e miglioramento dei servizi informativi. Una delle imprese ha evidenziato che gli investimenti necessari per l'adeguamento delle capacità di trasformazione e stoccaggio eccedono le proprie possibilità finanziarie, sottolineando la necessità di meccanismi mirati di cofinanziamento. Tali indicazioni evidenziano l'importanza delle condizioni esterne favorevoli per il rafforzamento della capacità di adattamento a scala settoriale.

Na vprašanje o dolgoročnih strategijah so podjetja podala razdrobljene in vsebinsko omejene odgovore. Kjer strategije obstajajo, se nanašajo predvsem na razpršitev proizvodnega programa, večjo prilagodljivost pri nabavi lesa ali povečanje skladiščnih zmogljivosti, ne pa na temeljito preoblikovanje poslovnih modelov. Pomanjkanje usklajenih prilagoditvenih strategij je povezano tako z majhnostjo številnih podjetij kot tudi z znanim pomanjkanjem sistemskih in finančnih spodbud za vlaganja v prestrukturiranje.

Na vprašanje o podpornih mehanizmih, ki bi olajšali prilagajanje, so anketiranci izpostavili potrebo po finančnih spodbudah, investicijski podpori, poenostavitvi regulativnih postopkov ter izboljšanju informacijskih storitev. Eden izmed njih je poudaril, da naložbe v predelovalne in skladiščne kapacitete presegajo njihove finančne zmožnosti, kar kaže na potrebo po ciljno usmerjenih mehanizmih sofinanciranja. Ti odgovori potrjujejo pomen ustreznih zunanjih spodbudnih pogojev za učinkovito prilagajanje sektorja.

4. ANALISI DEGLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

I cambiamenti climatici rappresentano un processo in atto che si è progressivamente accentuato nel corso dell'ultimo secolo, principalmente a causa delle pressioni di origine antropica (Boisvenue & Running, 2006; Vertačnik et al., 2018). In Slovenia, la temperatura media dell'aria ha registrato un incremento pari a 0,36 °C per decennio negli ultimi cinque decenni, mentre le precipitazioni hanno evidenziato una riduzione media di circa il 3% per decennio (de Luis et al., 2014).

In base alle tendenze attuali, diversi scenari di cambiamento climatico descrivono possibili evoluzioni delle condizioni ambientali fino alla fine del secolo (IPCC, 2014). Gli scenari maggiormente considerati includono uno scenario ottimistico (RCP2.6), uno scenario moderatamente ottimistico (RCP4.5) e uno scenario pessimistico (RCP8.5) (ARSO, 2018). Nello scenario RCP2.6, la temperatura media annua in Slovenia è prevista in aumento di circa 1,3 °C entro il 2100, mentre nello scenario RCP8.5 l'incremento potrebbe raggiungere i 4,1 °C. Per quanto concerne le precipitazioni annue, lo scenario RCP2.6 prevede valori complessivamente prossimi agli attuali livelli, mentre gli altri due scenari indicano possibili incrementi fino al 20% (ARSO, 2018).

4. ANALIZA VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB

Podnebne spremembe so dolgoročen proces, ki je v zadnjem stoletju zaradi antropogenih vplivov postal vse izrazitejši (Boisvenue & Running, 2006; Vertačnik idr., 2018). V Sloveniji se je povprečna temperatura zraka v zadnjih petih desetletjih povečala za 0,36 °C na desetletje, količina padavin pa se je zmanjšala za približno 3 % na desetletje (de Luis idr., 2014).

Na podlagi dosedanjih trendov je bilo oblikovanih več scenarijev podnebnih sprememb do konca tega stoletja (IPCC, 2014). Najpogosteje obravnavani so optimistični (RCP2.6), zmerno optimistični (RCP4.5) in pesimistični (RCP8.5) scenarij (ARSO, 2018). Po scenariju RCP2.6 se pričakuje, da se bo povprečna letna temperatura v Sloveniji do leta 2100 povečala za 1,3 °C, medtem ko bi se po scenariju RCP8.5 lahko zvišala za 4,1 °C. Letna količina padavin naj bi po scenariju RCP2.6 ostala blizu sedanjih vrednosti, medtem ko druga dva scenarija nakazujeta povečanje do 20 % (ARSO, 2018).

L'aumento delle temperature e le variazioni nella disponibilità delle risorse idriche influenzano la frequenza e l'intensità degli eventi meteorologici estremi. Seidl et al. (2017), prevedono un incremento dei disturbi naturali in Europa, includendo fenomeni quali schianti da vento, diffusione di organismi patogeni e insetti in contesti più caldi e umidi, nonché eventi di siccità, incendi e pullulazioni di insetti in condizioni più calde e aride.

Tali alterazioni determinano effetti diretti sulla disponibilità della risorsa legnosa, sia attraverso cambiamenti graduali delle condizioni di crescita degli alberi — che incidono su produttività, rinnovazione e mortalità — sia mediante eventi di disturbo su ampia scala che alterano significativamente l'offerta di legname nel breve periodo. Gli effetti derivanti dalle variazioni delle condizioni di crescita si riflettono sul mercato con un significativo ritardo temporale, coerentemente con i lunghi cicli produttivi dei popolamenti forestali, che in Slovenia superano frequentemente i 100 anni (Kotar & Batič, 2005). Al contrario, eventi meteorologici estremi e calamità naturali possono determinare incrementi improvvisi dei volumi di legname immessi sul mercato, principalmente a seguito di tagli sanitari o utilizzazioni di recupero.

Nella sezione seguente vengono sintetizzati i risultati di uno studio sugli effetti del cambiamento climatico sulle foreste e sulla disponibilità di legname in Slovenia, condotto da Arnič (2023; Tesi di dottorato) mediante l'utilizzo del Machine Learning Forest Simulator (MLFS). Il modello MLFS,

Naraščanje temperatur in spremembe v vodnem režimu vplivajo na pogostost ter intenzivnost ekstremnih vremenskih dogodkov. Seidl idr. (2017) za Evropo napovedujejo porast vpliva vetra, patogenih organizmov in žuželk v toplejših ter bolj vlažnih okoljih ter povečanje pojavnosti suš, požarov in žuželk v toplejših in sušnejših razmerah.

Posledice teh sprememb se neposredno odražajo v razpoložljivosti lesa, bodisi zaradi postopnih sprememb rastnih razmer, ki vplivajo na prirastek, pomlajevanje in umrljivost dreves, bodisi zaradi obsežnih motenj, ki v kratkem času povzročijo izrazite spremembe v količini poseka. Učinki dolgoročnih sprememb rastnih razmer se na trgu kažejo z zamikom zaradi dolge proizvodne dobe gozdnih sestojev, ki v Sloveniji pogosto presega sto let (Kotar & Batič, 2005). Nasprotno pa lahko ekstremni vremenski dogodki in naravne ujme povzročijo nenadne povečane količine lesa zaradi sanitarnih ali izrednih sečenj.

V nadaljevanju so povzeti rezultati raziskave o vplivu podnebnih sprememb na gozdove in razpoložljivost lesa v Sloveniji, ki jo je izvedel Arnič (2023; doktorska disertacija) z uporabo modela Machine Learning Forest Simulator (MLFS). MLFS je model rasti in donosa gozdov, razvit na Gozdarskem inštitutu Slovenije,

sviluppato dall'Istituto Forestale Sloveno, rappresenta un modello di accrescimento e produzione forestale basato su dati empirici, calibrato su aree permanenti dell'Inventario Forestale Nazionale (NFI). Il simulatore integra algoritmi di apprendimento automatico con dati forestali osservati al fine di simulare dinamiche di accrescimento, mortalità e rinnovazione in differenti scenari climatici e gestionali.

4.1 Cambiamenti climatici e scenari di gestione forestale

Arnič (2023) ha definito dieci scenari di simulazione differenziati in funzione dell'intensità della gestione forestale, dell'entità degli impatti del cambiamento climatico e della frequenza e severità dei disturbi naturali (Tabella 1). Sono stati considerati due scenari climatici, RCP 4.5 e RCP 8.5, rappresentativi rispettivamente di traiettorie evolutive moderate e pessimistiche. Secondo Bertalanic et al. (2017), lo scenario RCP 4.5 assume un incremento medio della temperatura pari a circa 2 °C rispetto al periodo di riferimento 1981–2010, mentre lo scenario RCP 8.5 prevede un aumento di circa 4 °C entro il 2100. In entrambi gli scenari, le precipitazioni annue complessive mostrano variazioni limitate; tuttavia, si osservano modificazioni nella distribuzione stagionale, con un incremento previsto nei periodi invernali e primaverili e una riduzione estiva fino al 20%. L'intensità delle precipitazioni è inoltre prevista in aumento significativo, con incrementi delle precipitazioni estreme fino all'80%, mentre i periodi siccitosi

kalibriran na podatkih trajnih ploskev Nacionalne gozdne inventure. Model združuje metode strojnega učenja z empiričnimi gozdarskimi podatki za simulacijo rasti, mortalitete in pomlajevanja ob različnih scenarijih gospodarjenja ter podnebnih sprememb.

4.1 Scenariji podnebnih sprememb in gospodarjenja z gozdovi

Arnič (2023) je določil deset simulacijskih scenarijev, ki se razlikujejo po intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi, obsegu vplivov podnebnih sprememb ter pogostnosti in resnosti naravnih motenj (Tabela 1). Analiza vključuje dva podnebna scenarija, RCP 4.5 in RCP 8.5, ki predstavljata zmeren in pesimističen prihodnji razvoj. V scenariju RCP 4.5 se predvideva dvig povprečne temperature za približno 2 °C glede na referenčno obdobje 1981–2010, v scenariju RCP 8.5 pa dvig za približno 4 °C do leta 2100 (Bertalanic idr., 2017). Skupna letna količina padavin naj bi se v obeh scenarijih le malo spremenila, spremenila pa se bo njihova sezonska razporeditev. Količina padavin naj bi se povečala pozimi in spomladi ter poleti zmanjšala do 20 %. Intenzivnost padavinskih dogodkov se bo verjetno znatno povečala. Količina ekstremnih padavin se lahko poveča do 80 %, sušna obdobja pa se lahko podaljšajo za do 18 dni v primerjavi z obdobjem 1981–2010 (Bertalanic idr., 2017).

potrebbero estendersi fino a 18 giorni aggiuntivi rispetto al periodo 1981–2010 (Bertalanic et al., 2017).

Al fine di rappresentare gli effetti potenziali dei disturbi naturali, Arnič (2023) ha ipotizzato eventi ciclici distribuiti lungo l'intero periodo di simulazione: con periodicità pari a 18 anni nello scenario RCP 4.5 e a 12 anni nello scenario RCP 8.5. Sono state modellate due tipologie di disturbi: siccità associata a pullulazioni di bostrico tipografo ed eventi di gelicidio. La frequenza e l'intensità di tali disturbi variano in funzione dello scenario climatico.

Nello scenario RCP 4.5, ciascun evento determina un prelievo equivalente al 100% dell'incremento annuo, con una composizione degli assortimenti pari al 90% di conifere e al 10% di latifoglie nel caso della siccità, e pari al 65% di conifere e al 35% di latifoglie nel caso del gelicidio. Nello scenario più severo RCP 8.5, l'intensità dei disturbi aumenta fino al 145% dell'incremento annuo, mantenendo invariati i rapporti di composizione specifica.

L'intensità della gestione forestale è stata rappresentata mediante tre livelli di ripresa pianificata: P50, P65 e P80, corrispondenti rispettivamente al 50%, 65% e 80% dell'incremento annuo. Lo scenario P50 riflette le attuali pratiche di gestione forestale ("business as usual"), P65 rappresenta un'intensificazione moderata della gestione, mentre P80 corrisponde al livello massimo di prelievo consentito nel rispetto dei criteri di sostenibilità adottati a scala nazionale. La mortalità naturale è stata fissata all'1,8% della provvigione

Za opredelitev potencialnih vplivov naravnih motenj je Arnič (2023) predvidel ciklične dogodke, ki se pojavljajo skozi celotno obdobje simulacije: na vsakih 18 let v okviru scenarija RCP 4.5 in na vsakih 12 let v okviru scenarija RCP 8.5. V model sta bila vključena dva tipa motenj: suša, povezana s prenamnožitvijo podlubnikov, ter žledolom. Pogostnost in jakost motenj sta bili odvisni od izbranega podnebnega scenarija.

V scenariju RCP 4.5 je posamezen dogodek povzročil zmanjšanje lesne zaloge v obsegu 100 % letnega prirastka, pri čemer je bila sestava poseka 90 % iglavcev in 10 % listavcev pri suši ter 65 % iglavcev in 35 % listavcev pri žledolomu. V scenariju RCP 8.5 se je intenzivnost motenj povečala na 145 % letnega prirastka, razmerja med drevesnimi vrstami pa so ostala enaka.

Intenzivnost gospodarjenja je bila modelirana na treh ravneh dovoljenega poseka: P50, P65 in P80, kar pomeni 50 %, 65 % oziroma 80 % letnega prirastka. P50 predstavlja obstoječo prakso gospodarjenja z gozdovi (»business as usual«), P65 zmerno povečano intenzivnost poseka, P80 pa maksimalni dopustni posek v okviru smernic trajnostnega gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji. Naravna mortaliteta je bila v rednih razmerah določena na 1,8 % skupne lesne zaloge, v letih z naravnimi motnjami pa povečana na 4 %, v skladu s podatki

legnosa in condizioni ordinarie e incrementata al 4% negli anni caratterizzati da eventi di disturbo, in coerenza con i dati dell'Inventario Forestale Nazionale (Skudnik et al., 2021a).

Nacionalne gozdne inventure (Skudnik idr., 2021a).

Tabella 1: Caratteristiche degli scenari considerati che influenzano la disponibilità di legname proveniente dalle foreste slovene, differenziati in funzione dell'intensità della gestione forestale e di scenari di cambiamenti climatici simili.

Tabella 1: Značilnosti izbranih scenarijev, ki vplivajo na razpoložljivost lesa iz slovenskih gozdov, pri čemer se scenariji razlikujejo glede na način (intenzivnost) gospodarjenja in scenarije podnebnih sprememb.

ID	RCP	INT	Mortality	Type of natural disaster	Cyclicity of natural disaster	Intensity of natural disaster	Tree composition weights
1	4.5	50%	1.8%	–	–	–	–
2	4.5	65%	1.8%	–	–	–	–
3	4.5	80%	1.8%	–	–	–	–
4	8.5	50%	1.8%	–	–	–	–
5	8.5	65%	1.8%	–	–	–	–
6	8.5	80%	1.8%	–	–	–	–
7	4.5	50%	1.8% (regular) 4% (natural disasters)	Drought	18 years	100 %	90% CON 10% DEC
8	4.5	50%	1.8% (regular) 4% (natural disasters)	Sleet	18 years	100 %	65% CON 35% DEC
9	8.5	50%	1.8% (regular) 4% (natural disasters)	Drought	12 years	145 %	90% CON 10% DEC
10	8.5	50%	1.8% (regular) 4% (natural disasters)	Sleet	12 years	145 %	65% CON 35% DEC

RCP – scenario climatico; INT – percentuale di utilizzazione dell'incremento annuo in condizioni di gestione ordinaria; mortalità – percentuale della provvigione legnosa soggetta a mortalità naturale; intensità dei disturbi naturali – percentuale dell'incremento annuo prelevata a seguito dell'evento di disturbo; peso della composizione specifica sulle utilizzazioni – distribuzione della composizione specifica del prelievo in presenza di disturbi naturali. Le percentuali sono riportate per conifere (CON) e latifoglie (DEC).

RCP - podnebni scenarij; INT - delež letnega prirastka, posekan v okviru rednega gospodarjenja; mortaliteta - delež celotne lesne zaloge, ki odmre; intenzivnost naravne motnje - delež letnega prirastka, realiziran kot posek zaradi naravne motnje; uteži drevesne sestave poseka – struktura drevesne sestave poseka ob naravnih motnjah. Deleži so podani za iglavce (CON) in listavce (DEC).

4.1.1 Machine learning forest simulator

Per la valutazione degli scenari sopra descritti, Arnič (2023) ha utilizzato il Machine Learning Forest Simulator (MLFS), un modello di dinamica forestale basato su algoritmi predittivi di apprendimento automatico e su dati derivanti da inventari forestali campionari (Jevšenak et al., 2023). Il modello è composto da diversi moduli che consentono la previsione di: (1) accrescimento (altezza, fusto e volume), (2) ingresso di nuove specie arboree, (3) mortalità e (4) utilizzazioni.

Le simulazioni vengono eseguite mediante passi temporali discreti corrispondenti all'intervallo tra le ultime due misurazioni dendrometriche effettuate sulle aree campionarie. Il periodo modellato si estende dal 2018 al 2060 e comprende sette livelli di simulazione. Una descrizione dettagliata della struttura del modello MLFS, degli algoritmi e delle procedure di validazione è riportata in Jevšenak et al. (2023).

4.2 Valutazione della disponibilità di tronchi

Arnič (2023) ha utilizzato il Machine Learning Forest Simulator (MLFS) per stimare la disponibilità di tronchi in differenti scenari climatici e gestionali. Il simulatore opera a livello di singolo albero, con ciascuna area dell'Inventario Forestale Nazionale (NFI) rappresentativa di circa 1.600 ha di superficie forestale a

4.1.1 Model razvoja gozdov na osnovi strojnega učenja

Za oceno navedenih scenarijev je Arnič (2023) uporabil Machine Learning Forest Simulator (MLFS), model razvoja gozdov, zasnovan na napovednih algoritmičnega strojnega učenja ter podatkih iz vzorčnih gozdnih inventur (Jevšenak idr., 2023). Model vključuje več modulov, ki omogočajo napoved (1) rasti (višina, prsni premer, prostornina), (2) vraščanja dreves, (3) mortalitete ter (4) poseka.

Simulacije potekajo v diskretnih časovnih korakih, ki ustrezajo intervalu med zadnjima meritvama dreves na vzorčnih ploskvah. Simulirano obdobje zajema leta od 2018 do 2060 in obsega sedem simulacijskih korakov. Podrobna predstavitev strukture modela MLFS, uporabljenih algoritmov ter postopkov validacije (Jevšenak et al, 2023).

4.2 Ocena razpoložljivosti okroglega lesa

Arnič (2023) je z modelom Machine Learning Forest Simulator (MLFS) ocenil razpoložljivost okroglega lesa v različnih scenarijih gospodarjenja in podnebnih sprememb. Simulator deluje na ravni posameznega drevesa, pri čemer vsaka ploskev Nacionalne gozdne inventure (NGI) predstavlja približno 1.600 ha gozdov na ravni države. Na podlagi

scala nazionale. Mediante tale fattore di espansione, i risultati ottenuti a livello di area campionaria sono stati estrapolati su scala nazionale.

L'analisi si è concentrata sul volume di legname utilizzato, sulla sua distribuzione per classi diametriche e sulla quota di assortimenti di qualità superiore (toppi da sega) e di qualità inferiore (legna da ardere e pasta di cellulosa). Considerato che la maggior parte del legname trasformato in Slovenia proviene, tra le conifere, da abete rosso e abete bianco, e tra le latifoglie da faggio, quercia e acero (SIDG, 2021), abete rosso e faggio sono stati selezionati quali specie rappresentative dei rispettivi gruppi.

Approccio di stima

Per ciascun albero simulato, Arnič (2023) ha calcolato il volume teorico di assortimenti da sega (TVH) come prodotto tra il volume lordo del fusto e dei rami di maggiori dimensioni (derivato dagli output del MLFS) e un coefficiente di conversione specifico per specie, derivato da dati empirici.

Il volume di assortimenti di qualità inferiore (TVLQ) è stato ottenuto come differenza tra il volume totale del fusto e il volume di assortimenti da sega. I risultati a livello di singolo albero sono stati aggregati alla scala nazionale mediante il fattore di espansione delle aree campionarie (≈ 1.600 ha per area).

Coefficienti di conversione e classi qualitative

Il rapporto di conversione tra volume netto e volume lordo del fusto (II) è stato definito come funzione del diametro a

tega faktorja razširitve so bile simulacije s ploskev prenesene na nacionalno raven.

Analiza je zajemala količino poseka, porazdelitev lesa po debelinskih stopnjah ter deleže kakovostnejših sortimentov (hlodovina za razžagovanje) in nižjekakovostnih sortimentov (les za energijo in les za celulozo). Ker večina predelanega lesa v Sloveniji med iglavci izvira iz smreke in jelke ter med listavci iz bukve, hrasta in javorja (SIDG, 2021), sta bili kot reprezentativni vrsti za posamezni skupini izbrani smreka in bukev.

Metodološki pristop ocenjevanja

Za vsako simulirano drevo je Arnič (2023) izračunal teoretični volumen hlodovine (TVH) kot zmnožek bruto volumna debela in debelejših vej (izhodi iz modela MLFS) ter vrstno specifičnega pretvorbenega koeficienta, pridobljenega na podlagi empiričnih podatkov. Volumen nižjekakovostnega lesa (TVLQ) je bil določen kot razlika med skupnim volumnom debela in volumnom hlodovine. Rezultati na ravni dreves so bili agregirani na nacionalno raven z uporabo faktorja razširitve (≈ 1.600 ha na ploskev).

Pretvorbeni koeficienti in kakovostni razredi

Razmerje med neto in bruto volumnom debela (II) je bilo določeno kot funkcija prsnega premera (DBH) in višine drevesa po Rebuli

petto d'uomo (DBH) e dell'altezza dell'albero, secondo Rebula (2009), separatamente per conifere e latifoglie.

La quota di tronchi da sega sul volume totale (LS) è stata determinata mediante una procedura di sezionamento virtuale del fusto, implementata nel pacchetto R RBDAT (Vonderach et al., 2021), che consente la stima degli assortimenti a partire dalla geometria del fusto e dai dati di chioma rilevati nei cicli NFI 2018 e 2020.

- Conifere (abete rosso) gli assortimenti sono stati definiti da un diametro minimo di testa > 20 cm, diametro massimo dei nodi < 7 cm e lunghezza del tronco pari a 4 m. Le sezioni conformi a tali criteri sono state classificate come tronchi da sega, mentre le restanti sono state attribuite agli assortimenti di qualità inferiore.
- Latifoglie (faggio); gli assortimenti sono stati definiti da un diametro minimo > 25 cm e da una lunghezza utile del fusto (UDH), derivata dalla relazione tra DBH (diametro petto d'uomo) e lunghezza totale dei tronchi (sulla base dell'analisi di 124 alberi). Solo le sezioni comprese entro tale porzione del fusto sono state classificate come tronchi da sega.

Infine, Arnič (2023) ha calcolato la proporzione di tronchi da sega (LS) come rapporto tra il volume dei tronchi e il volume totale degli assortimenti per ciascun albero. Tali parametri hanno consentito la stima della disponibilità complessiva di tronchi e delle quote attese di assortimenti di qualità superiore e

(2009), ločeno za iglavce in listavce. Delež hlodovine v skupnem volumnu (LS) je bil določen z uporabo virtualnega krojenja dreves, implementiranega v programskem paketu RBDAT za okolje R (Vonderach idr., 2021), ki na podlagi geometrije drevesa in podatkov o krošnji, zbranih v ciklih Nacionalne gozdne inventure 2018 in 2020, ocenjuje strukturo sortimentov.

- Za iglavce (smreka): kriteriji za hlodovino so vključevali minimalni srednji premer > 20 cm, največji dovoljeni premer grče < 7 cm ter dolžino hloda 4 m. Segmenti, ki so ustrezali tem pogojem, so bili uvrščeni med hlodovino za žago, ostali pa med sortimente nižje kakovosti.
- Za listavce (bukev): hlodovina je bila določena z minimalnim srednjim premerom > 25 cm ter z uporabno dolžino debla (UDH), izračunano na podlagi povezave med prsnim premerom (DBH) in skupno dolžino hloda (na osnovi analize 124 dreves). Med hlodovino so bili razvrščeni le tisti deli debla, ki so se nahajali znotraj tako opredeljene uporabne dolžine..

Na koncu je Arnič (2023) izračunal delež hlodovine (LS) kot razmerje med volumnom hlodovine in skupnim volumnom sortimentov za vsako posamezno drevo. Ti parametri so omogočili oceno skupne razpoložljivosti okroglega lesa ter pričakovanih deležev kakovostnejših in nižjekakovostnih sortimentov v vseh podnebnih in

inferiore in tutti gli scenari climatici e gestionali simulati mediante il MLFS.

4.3 Risultati

L'analisi condotta da Arnič (2023) evidenzia che la disponibilità complessiva di legname in Slovenia fino al 2060 risulta influenzata in misura significativamente maggiore dall'intensità della gestione forestale piuttosto che rispetto allo scenario climatico considerato. Le analisi statistiche hanno confermato che le differenze tra gli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 risultano contenute a parità di regime gestionale, mentre le quantità di legname utilizzato aumentano in modo sostanziale al crescere dell'intensità della gestione. Nello scenario rappresentativo delle pratiche gestionali correnti (P50), i prelievi cumulati nel periodo 2024–2060 sono stimati in circa 90 milioni di m³ per le conifere e 110 milioni di m³ per le latifoglie. Un'intensificazione della gestione determinerebbe un incremento significativo dell'offerta di mercato, raggiungendo fino a 135 milioni di m³ per le conifere e 165 milioni di m³ per le latifoglie nello scenario P80, corrispondente a un aumento di circa 45–50 milioni di m³ rispetto ai livelli attuali, entro i limiti della gestione sostenibile.

A livello di gruppi di specie, Arnič (2023) ha distinto tra assortimenti di qualità superiore (tronchi da sega) e assortimenti di qualità inferiore (pasta di cellulosa, legno per pannelli e legna da ardere). Per le conifere, i tronchi da sega si prevede rappresentino il 70–75% del volume totale disponibile, mentre per gli assortimenti di

gozdnogospodarskih scenarijih, simuliranih z modelom MLFS.

4.3 Rezultati

Rezultati analize (Arnič et al 2023) kažejo, da je skupna razpoložljivost lesa v Sloveniji do leta 2060 v večji meri odvisna od intenzivnosti gospodarjenja kot od izbranega podnebne scenarija. Statistična analiza je potrdila, da so razlike med scenarijema RCP 4.5 in RCP 8.5 ob enaki intenzivnosti gospodarjenja zanemarljive, medtem ko se obseg poseka znatno poveča z večjo intenzivnostjo poseganja. Pri obstoječi ravni gospodarjenja (P50) je skupni posek v obdobju 2024–2060 ocenjen na približno 90 milijonov m³ iglavcev ter 110 milijonov m³ listavcev. Ob intenzivnejšem gospodarjenju bi se tržna ponudba povečala do 135 milijonov m³ iglavcev in 165 milijonov m³ listavcev v scenariju P80, kar pomeni dodatnih 45–50 milijonov m³ v primerjavi z obstoječim stanjem, ob upoštevanju načel trajnostnega gospodarjenja.

Na ravni skupin drevesnih vrst je Arnič (2023) ločil med kakovostno hlodovino in nižjekakovostnimi sortimenti (les za celulozo, les za plošče in les za kurjavo). Pri iglavcih naj bi hlodovina predstavljala 70–75 % skupne razpoložljive količine, nižjekakovostni sortimenti pa 25–30 %. Pri listavcih je razmerje obratno: 30–35 % odpade na

qualità inferiore si attestano tra il 25% e il 30%. Per le latifoglie si osserva una distribuzione inversa, con il 30–35% attribuibile ai tronchi da sega e il 65–70% agli assortimenti di qualità inferiore.

Nel regime gestionale P50, i valori medi annui sono stimati in 1,47 milioni di m³ di tronchi da sega di conifere e 0,45 milioni di m³ di assortimenti di qualità inferiore, con incrementi rispettivamente a 2,15 e 0,65 milioni di m³ nello scenario P80. Per le latifoglie, i valori corrispondenti variano da 0,88 e 1,55 milioni di m³ (P50) a 1,25 e 2,28 milioni di m³ (P80) (Figura 1).

Se si considerano anche disturbi naturali quali siccità, infestazioni di bostrico tipografo e gelicidi, la variabilità dei volumi di utilizzazione aumenta considerevolmente. In tali condizioni, i quantitativi complessivamente prelevati possono aumentare fino a 80 milioni di m³ per le conifere e 44 milioni di m³ per le latifoglie nel periodo analizzato, con picchi temporanei di disponibilità a seguito degli eventi di disturbo. Nel lungo periodo, le simulazioni indicano inoltre una progressiva modifica della composizione forestale, in quanto l'aumento delle temperature determina una contrazione della disponibilità delle conifere e un incremento relativo delle latifoglie, fenomeno particolarmente evidente nello scenario RCP 8.5.

hlodovino, 65–70 % pa na nižjekakovostne sortimente. Ob gospodarjenju P50 so letna povprečja ocenjena na 1,47 milijona m³ hlodovine iglavcev in 0,45 milijona m³ nižjekakovostnega lesa, pri čemer se v scenariju P80 povečajo na 2,15 oziroma 0,65 milijona m³. Pri listavcih se vrednosti gibljejo od 0,88 oziroma 1,55 milijona m³ (P50) do 1,25 oziroma 2,28 milijona m³ (P80) (Slika 1).

Če se v simulacije vključijo naravne motnje, kot so suša, prenamnožitev podlubnikov in žledolom, se nihanja v obsegu poseka bistveno povečajo. V teh razmerah se lahko skupna količina poseka v obravnavanem obdobju poveča za do 80 milijonov m³ iglavcev in 44 milijonov m³ listavcev, ob čemer se po motnjah pojavijo kratkotrajni skoki v tržni razpoložljivosti lesa. Na daljši rok rezultati simulacij kažejo na postopno spremembo drevesne sestave, saj višje temperature pospešujejo zmanjševanje deleža iglavcev in povečujejo relativni delež listavcev, predvsem v okviru scenarija RCP 8.5.

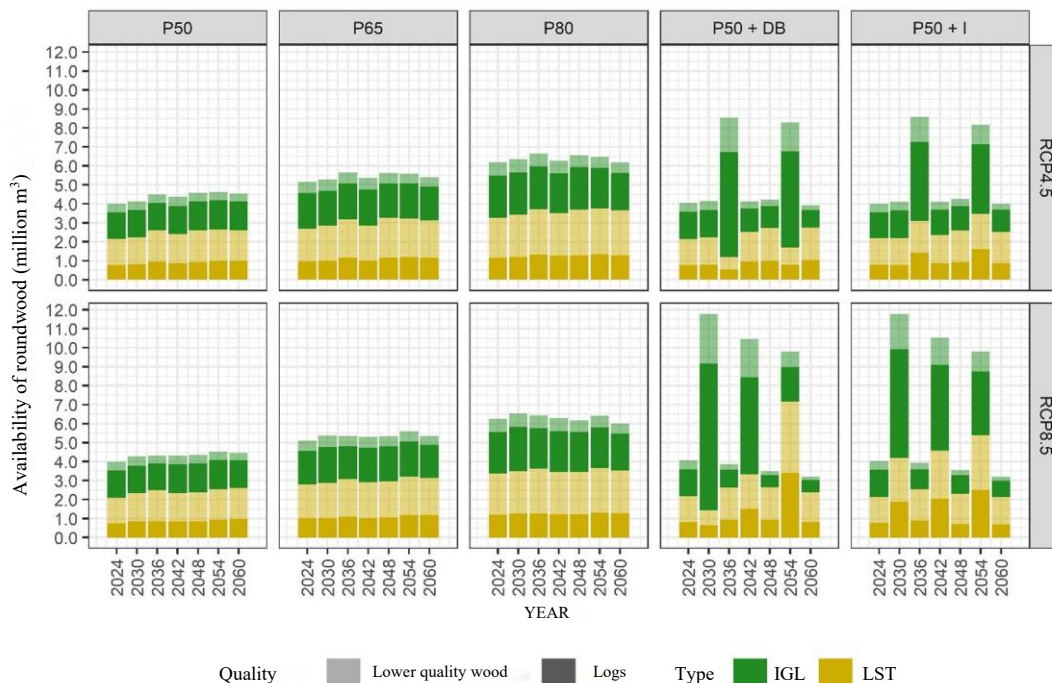


Figure 1: Simulazione della disponibilità di tronchi di qualità superiore e inferiore sul mercato sloveno del legno nel periodo 2014–2060 per tre regimi di gestione ordinaria (P50 – utilizzazione del 50% dell’incremento, P65 – utilizzazione del 65% dell’incremento e P80 – utilizzazione dell’80% dell’incremento) e due modalità di verificarsi di calamità naturali (P50 + DB – utilizzazione del 50% dell’incremento mediante gestione ordinaria con eventi di siccità e di infestazioni di bostrico; P50 + I – utilizzazione del 50% dell’incremento mediante gestione ordinaria con eventi di disturbo analoghi al gelicidio). Per tutte le modalità di gestione sono stati considerati due scenari climatici, RCP 4.5 e RCP 8.5. I quantitativi sono riportati per conifere (IGL) e latifoglie (LST).

Slika 1: Simulirana razpoložljivost kakovostnega in nižjekakovostnega okroglega lesa na slovenskem trgu v obdobju 2014–2060 pri treh ravneh rednega gospodarjenja (P50 – 50 % letnega prirastka, P65 – 65 % letnega prirastka in P80 – 80 % letnega prirastka) ter dveh tipih naravnih motenj (P50 + DB – 50 % letnega prirastka ob rednem gospodarjenju z vključeno sušo in gradacijo podlubnikov; P50 + I – 50 % letnega

4.5 Conclusioni

L'analisi conferma che l'intensità della gestione forestale, unitamente alla frequenza e severità dei disturbi naturali indotti dai cambiamenti climatici, svolge un ruolo determinante nell'evoluzione futura delle foreste slovene. L'ipotesi iniziale, secondo cui il cambiamento climatico avrebbe inciso in modo significativo sulla quantità, sulla composizione e sul potenziale economico della biomassa forestale, può pertanto essere confermata solo parzialmente. In entrambi gli scenari climatici considerati (RCP 4.5 e RCP 8.5), caratterizzati da un incremento della temperatura media annua, le simulazioni non evidenziano variazioni sostanziali nella disponibilità di tronchi qualora vengano mantenute le pratiche di gestione ordinaria. L'assenza di un marcato segnale climatico diretto in condizioni di gestione ordinaria può essere attribuita ai lunghi cicli produttivi tipici del settore forestale. Le modificazioni nei processi di accrescimento e nelle proprietà del legno associate alle recenti tendenze climatiche (Arnič et al., 2021; Jevšenak et al., 2021) diverranno osservabili nell'offerta di mercato solo dopo diversi decenni. La maggior parte del legname attualmente immesso sul mercato proviene da alberi che hanno avviato il proprio ciclo di crescita oltre 50 anni fa; di conseguenza, l'intensificazione dei cambiamenti climatici registrata negli ultimi tre decenni non ha ancora determinato effetti misurabili sulla disponibilità della risorsa.

4.5 Zaključki

Analiza potrjuje, da imata intenzivnost gospodarjenja z gozdovi ter pogostnost in jakost naravnih motenj, povezanih s podnebnimi spremembami, ključno vlogo pri oblikovanju prihodnjega razvoja slovenskih gozdov. Hipoteza, da bodo podnebne spremembe pomembno vplivale na količino, sestavo in ekonomski potencial gozdne biomase, je zato mogoče potrditi le delno. V obeh podnebnih scenarijih (RCP 4.5 in RCP 8.5), ki predpostavljata povišanje povprečne letne temperature, simulacije ob nespremenjenem načinu gospodarjenja niso pokazale večjih sprememb v razpoložljivosti okroglega lesa. azlog za odsotnost izrazitega neposrednega vpliva podnebja je dolga proizvodna doba gozdnih sestojev. Vplivi nedavnih podnebnih sprememb na rast in kakovost lesa (Arnič idr., 2021; Jevšenak idr., 2021) se bodo v tržni ponudbi pokazali šele po daljšem časovnem obdobju. Les, ki trenutno prihaja na trg, večinoma izvira iz dreves, ki so začela rasti pred več kot pol stoletja, zato se intenzivnejše podnebne spremembe zadnjih treh desetletij še niso kvantitativno odrazile v razpoložljivosti lesa.

Tuttavia, qualora la frequenza e l'intensità de disturbi naturali (ad esempio tempeste, eventi siccitosi, infestazioni di bostrico) aumentino quale conseguenza del riscaldamento di origine antropica, la disponibilità di legname risulta fortemente condizionata da tali eventi. Lo studio conferma che i disturbi naturali esercitano un'influenza significativa sulla disponibilità di tronchi in Slovenia, determinando frequentemente incrementi improvvisi dei volumi di utilizzazione e rilevanti squilibri di mercato. Tali fenomeni risultano sempre più diffusi nell'Europa centrale, con implicazioni dirette sulla stabilità dei prezzi e sulla sostenibilità della filiera foresta-legno.

5. STRATEGIE PER IL RAFFORZAMENTO DELLA COMPETITIVITÀ E DELLA RESILIENZA

Le strategie sono orientate al rafforzamento della competitività e della resilienza della filiera foresta-legno nell'area transfrontaliera Slovenia – Italia, in un contesto caratterizzato da una crescente pressione dei disturbi naturali e da condizioni operative in evoluzione. L'attenzione è rivolta alle principali componenti della filiera foresta-legno, inclusa la gestione forestale, i processi industriali, le strutture di mercato e i meccanismi di cooperazione. Le strategie traducono le criticità individuate in indirizzi operativi concreti.

Kadar pa se zaradi antropogenega segrevanja povečata pogostnost in intenzivnost naravnih motenj (npr. neurja, suše, prenamnožitve podlubnikov), postane razpoložljivost lesa v veliki meri odvisna od teh dogodkov. Raziskava potrjuje, da imajo naravne motnje izrazit vpliv na razpoložljivost okroglega lesa v Sloveniji, saj pogosto povzročijo kratkoročne poraste količin poseka in znatna neravnovesja na trgu. Takšni dogodki so v srednji Evropi vse pogostejši, z neposrednimi posledicami za cenovno stabilnost in trajnost gozdno-lesne bioekonomije.

5. STRATEGIJE ZA KREPITEV KONKURENČNOSTI IN ODPORNOSTI

Strategije so usmerjene v krepitev konkurenčnega položaja in odpornosti gozdno-lesne vrednostne verige na čezmejnem območju med Slovenijo in Italijo v pogojih vse pogostejših motenj ter spremenjenih operativnih razmer. Obravnavajo ključne elemente vrednostne verige, kot so gozdnogospodarsko načrtovanje, industrijska predelava lesa, tržne strukture in institucionalni okviri sodelovanja. Prepoznani izzivi so pretvorjeni v jasne strateške usmeritve. Preventivni in prilagoditveni ukrepi v gozdovih se dopolnjujejo s povečanjem prilagodljivosti

Le misure di natura preventiva e adattativa a livello forestale vengono integrate con un incremento della flessibilità dei processi industriali, delle catene di approvvigionamento e delle dinamiche di mercato. Viene attribuita particolare rilevanza all'azione coordinata e alla cooperazione transfrontaliera, in quanto la resilienza e la competitività di lungo periodo dipendono da decisioni coerenti e allineate tra settori e territori, piuttosto che da interventi isolati.

5.2 Strategie di gestione forestale

Pratiche selvicolturali adattative ai cambiamenti climatici

- Conversione graduale dei popolamenti monoplani e coetanei verso strutture miste e disetanee, con particolare attenzione alla riduzione progressiva della dominanza dell'abete rosso nei siti meno idonei.
- Applicazione sistematica di una copertura forestale continua, evitando ampie superfici soggette a taglio raso, in particolare nelle foreste montane, di protezione e soggette a rischio idrogeologico.
- Adeguamento dei sistemi di utilizzazione al fine di incrementare la stabilità meccanica dei popolamenti (riduzione dei rapporti di snellezza, miglior sviluppo delle chiome) e ridurre la suscettibilità ai danni da vento e neve.
- Identificazione e rimozione preventiva delle piante ad elevato

industrijskih procesov, oskrbnih tokov in tržnega razvoja. Poseben poudarek je na usklajenem ukrepanju ter čezmejnem sodelovanju, saj dolgoročna odpornost in konkurenčnost temeljita na usklajenih odločitvah med sektorji in regijami, ne pa na parcialnih posegih.

5.2 Strategije gospodarjenja z gozdovi

Podnebju prilagojeni gojitveni ukrepi

- *Postopna preobrazba monokultur in enomernih sestojev v mešane in raznomerne strukture s posebnim poudarkom na zmanjševanju deleža smreke na rastiščih, kjer postaja manj primerna.*
- *Sistematična uporaba pristopov neprekinjene pokrovnosti (continuous-cover forestry) z izogibanjem večjim golosekom, zlasti v gorskih, varovalnih in erozijsko ogroženih gozdovih.*
- *Prilagoditev režimov redčenja za povečanje stabilnosti sestojev (zniževanje vitkostnega količnika, izboljšanje razvoja krošenj) ter zmanjšanje občutljivosti na vetrolom in snegolom.*
- *Sistematično prepoznavanje in odstranjevanje dreves z visokim tveganjem pred doseganjem pragov motenj, namesto zanašanja na obsežne sanitarne posege po nastanku škode.*

rischio prima del superamento delle soglie critiche di rischio, riducendo la dipendenza da interventi estensivi post-evento.

- Utilizzo di specie arboree idonee al sito e di provenienze più adatte alle future condizioni climatiche previste.
- Dare priorità agli interventi selvicolturali ordinari rispetto agli interventi fitosanitari su ampia scala.

Species diversification approaches

- Diversificazione della composizione specifica a livello di popolamento e di paesaggio, al fine di ridurre l'esposizione ai rischi associati a fitopatie, eventi siccitosi ed eventi meteorologici estremi.
- Promuovere specie di latifoglie stazionalmente appropriate.
- Integrazione di nuove specie o sottoutilizzate ma potenzialmente adattabili, al fine di incrementare la stabilità ecologica e ampliare la disponibilità futura degli assortimenti legnosi.
- Allineamento delle scelte sulla composizione specifica con le esigenze di mercato di lungo periodo, garantendo che la diversificazione che contribuisca sia alla resilienza sia alla sostenibilità economica.

Misure di mitigazione del rischio

- Implementazione, potenziamento e manutenzione dei sistemi di monitoraggio e rilevamento precoce dei disturbi.
- Dare priorità ai tagli fitosanitari in funzione del rischio ecologico e della capacità di assorbimento del mercato.

- *Uporaba rastišču prilagojenih drevesnih vrst in provenienc, usklajenih s projekcijami prihodnjih podnebnih razmer.*
- *Prednostno izvajanje načrtovanih gojitvenih ukrepov pred obsežnimi sanacijskimi posegi.*

Uravnoteženje vrstne sestave sestojev

- *Povečevanje vrstne pestrosti na ravni sestojev in krajine z namenom zmanjšanja izpostavljenosti škodljivim organizmom, suši in ekstremnim vremenskim pojavom.*
- *Spodbujanje rastišču ustreznih listnatih drevesnih vrst.*
- *Vključevanje novih in manj zastopanih, vendar prilagodljivih drevesnih vrst za povečanje ekološke stabilnosti ter razširitev prihodnje strukture lesnih sortimentov.*
- *Povezovanje izbora drevesnih vrst z dolgoročnimi tržnimi potrebami, da večja vrstna raznolikost prispeva k odpornosti in gospodarski vzdržnosti.*

Ukrepi za zmanjševanje tveganj

- *Vzpostavitev, nadgradnja in vzdrževanje sistemov zgodnjega odkrivanja motenj ter spremljanja njihovega razvoja.*
- *Prednostna izvedba sanitarne sečnje ob upoštevanju stopnje ekološke ogroženosti in sposobnosti trga za prevzem dodatnih količin lesa.*

- Immissione controllata e graduale del legname danneggiato, al fine di prevenire condizioni di sovrapproduzione e crolli dei prezzi.
- Coordinamento della pianificazione temporale delle utilizzazioni, delle capacità di stoccaggio e dei volumi di trasformazione a scala regionale e transfrontaliera.
- Integrazione della gestione dei rischi nelle foreste con la pianificazione della filiera foresta-legno, al fine di garantire la continuità operativa nei periodi di disturbo.
- *Nadzorovano in fazno sproščanje poškodovanega lesa na trg z namenom preprečevanja presežne ponudbe in zloma cen.*
- *Usklajevanje časovnice poseka, skladiščnih zmogljivosti in obsega predelave na regionalni in čezmejni ravni.*
- *Vključevanje upravljanja gozdnih tveganj v načrtovanje celotne gozdno-lesne vrednostne verige z namenom zagotavljanja nemotenega delovanja v kriznih razmerah.*

5.3 Strategie industriali

Innovazioni tecnologiche

- Adozione di strumenti digitali e sistemi basati su sensori per la valutazione rapida, la selezione e la tracciabilità del legname.
- Introduzione di tecnologie di lavorazione flessibili in grado di gestire assortimenti eterogenei e di qualità inferiore.
- Modernizzazione delle operazioni di utilizzazione e di prima trasformazione al fine di incrementare l'efficienza in condizioni di disturbo.

Rafforzamento della flessibilità delle catene di approvvigionamento

- Diversificazione delle aree di approvvigionamento e dei fornitori, al fine di ridurre la dipendenza da singole regioni o tipologie forestali.
- Rafforzamento dei flussi transfrontalieri di legname per

5.3 Strategie na ravni lesnopredelovalne industrije

Tehnološke in procesne izboljšave

- *Uvajanje digitalnih orodij in senzorskih sistemov za hitro ocenjevanje, razvrščanje in sledljivost lesa.*
- *Vpeljava fleksibilnih tehnologij predelave, ki omogočajo obdelavo kakovostno raznolikih in nižjekakovostnih sortimentov.*
- *Tehnološka posodobitev sečnje, spravila lesa in primarne predelave za izboljšanje učinkovitosti v pogojih po ujmi.*

Krepitev prilagodljivosti oskrbnih verig

- *Razpršitev nabavnih območij in dobaviteljev za zmanjšanje vezanosti na posamezne regije in drevesne vrste.*
- *Krepitev čezmejnega pretoka lesa za izravnavo regionalnih neravnovesij v ponudbi in povpraševanju.*

- bilanciare eccedenze e deficit a scala regionale.
- Migliorare il coordinamento tra proprietari forestali, imprese forestali, imprese di prima lavorazione/trasformazione e soggetti responsabili della logistica.
- Okrepljeno sodelovanje med lastniki gozdov, izvajalci gozdarskih del, lesnopredelovalnimi podjetji ter izvajalci logističnih storitev.*

Controllo qualitativo del legname danneggiato

- Lavorazione tempestiva e stoccaggio appropriato del legname danneggiato, al fine di limitarne la degradazione.
- Adeguamento dei criteri di classificazione e degli standard qualitativi per consentire, ove tecnicamente possibile, l'impiego sicuro del materiale alterato.
- Investimenti in tecnologie di selezione e assortimentazione che consentano una destinazione selettiva del legname alle diverse categorie di prodotto.
- Comunicazione chiara delle specifiche qualitative dei prodotti della filiera foresta-legno, al fine di evitare declassamenti non necessari.

Kontrola kakovosti poškodovanega lesa

- Ustrezni skladiščni pogoji ter čimprejšnja predelava poškodovanega lesa z namenom omejitve nadaljnje degradacije.*
- Prilagoditev pravil razvrščanja in standardov kakovosti za varno uporabo poškodovanega lesa, kjer je to tehnično izvedljivo.*
- Vlaganja v napredne tehnologije sortiranja, ki omogočajo ciljno usmerjeno uporabo lesa za različne skupine proizvodov.*
- Jasna komunikacija kakovostnih specifikacij vzdolž vrednostne verige za preprečevanje neupravičenega zniževanja kakovostnega razreda.*

5.4 Strategie di mercato e di business

Diversificazione della gamma dei prodotti

- Ampliamento della gamma di prodotti includendo elementi per le costruzioni, pannelli, imballaggi e componenti per l'industria del mobile.

5.4 Tržne in poslovne strategije

Razširitev proizvodnega programa

- Širitev nabora proizvodov z vključevanjem gradbenih elementov, lesnih plošč, embalažnih rešitev in sestavnih delov za pohištveno industrijo.*

Sviluppo di nuovi mercati per il legname danneggiato

- Sviluppo di mercati di nicchia per prodotti derivanti da legname danneggiato.
- Supporto per materiali di origine vegetale e applicazioni innovative caratterizzate da maggiore tolleranza alla variabilità qualitativa della materia prima.
- Promozione di filiere regionali orientate al mantenimento del legname danneggiato in cicli produttivi.

5.5 Strategie collaborative

Cooperazione transfrontaliera

- Definizione di meccanismi congiunti di coordinamento Slovenia-Italia per la gestione dei disturbi naturali e la mobilitazione del legname.

Condivisione delle conoscenze e rafforzamento delle capacità

- Promozione di approcci di innovazione aperta, progetti pilota congiunti e piattaforme di apprendimento condivise, al fine di favorire l'allineamento tra strategie di gestione forestale e strategie di adattamento industriale.

Razvoj novih trgov za poškodovan les

- Razvoj nišnih trgov za proizvode iz poškodovanega lesa.
- Podpora razvoju lesnih materialov in rešitev, ki omogočajo učinkovito rabo lesa različne kakovosti.
- Spodbujanje regionalnih vrednostnih verig, ki omogočajo produktivno rabo poškodovanega lesa.

5.5 Strateški okviri sodelovanja

Okviri čezmejnega sodelovanja

- Vzpostavitev skupnih mehanizmov usklajevanja med Slovenijo in Italijo za odzivanje na motnje ter mobilizacijo lesa.

Prenos znanja in razvoj kompetenc

- Razvoj odprtih inovacijskih pristopov, izvajanje skupnih pilotnih projektov ter oblikovanje skupnih učnih platform za podporo usklajevanju gozdnogospodarskih ukrepov in industrijskih prilagoditvenih strategij.
-

6. RACCOMANDAZIONI PER L'ADATTAMENTO

Le raccomandazioni affrontano le principali criticità attuative individuate lungo la filiera foresta-legno nell'area transfrontaliera Slovenia-Italia, incluse la frammentazione dei quadri normativi, la limitata dotazione infrastrutturale e capacità di innovazione, nonché l'insufficiente coordinamento tra i principali attori del sistema. Tali vincoli riducono l'efficacia delle risposte attualmente adottate e limitano la capacità del settore di adattarsi alla crescente incidenza dei disturbi causati dai cambiamenti climatici.

Le raccomandazioni proposte, di natura politica, tecnica e di rafforzamento delle competenze, sono orientate alla creazione di condizioni abilitanti per l'adattamento mediante meccanismi mirati di incentivazione, investimenti strategici, rafforzamento del coordinamento politico transfrontaliero e trasferimento sistematico delle conoscenze. Nel loro insieme, esse forniscono un quadro operativo volto a migliorare il livello di preparazione, rafforzare la resilienza di lungo periodo e sostenere la capacità del settore foresta-legno di rispondere efficacemente alle sfide climatiche presenti e future.

6. PRIPOROČILA ZA PRILAGAJANJE IN KREPITEV ODPORNOSTI GOZDNO-LESNE VERIGE

Priporočila obravnavajo ključne vrzeli pri izvajanju ukrepov, prepoznane v gozdno-lesni vrednostni verigi na čezmejnem območju Slovenija-Italija, predvsem na področju razdrobljenih političnih okvirov, omejenih infrastrukturnih in inovacijskih kapacitet ter pomanjkljivega usklajevanja med ključnimi akterji. Te omejitve zmanjšujejo učinkovitost obstoječih odzivnih mehanizmov in omejujejo prilagoditveno sposobnost sektorja v razmerah naraščajočih podnebno pogojenih motenj.

Predlagana priporočila na ravni politik, tehničnih rešitev in krepitve zmogljivosti so usmerjena v vzpostavitev sistemskih pogojev za prilagajanje, in sicer prek finančnih spodbud, strateških vlaganj, okrepljenega čezmejnega usklajevanja ter organiziranega prenosa znanja. Skupaj tvorijo praktičen okvir za izboljšanje pripravljenosti, krepitve dolgoročne odpornosti in podporo učinkovitemu odzivanju gozdno-lesnega sektorja na sedanje ter prihodnje podnebno pogojene izzive.

6.1 Raccomandazioni politiche

Meccanismi di incentivazione per pratiche sostenibili

- Incentivi finanziari mirati a supporto degli investimenti in pratiche selvicolturali adattative al cambiamento climatico, infrastrutture e innovazione.

Coordinamento politico transfrontaliero

- Rafforzamento dell'allineamento delle politiche tra Slovenia e Italia al fine di sostenere attività coordinate di monitoraggio, risposta e stabilizzazione del mercato a seguito di eventi estremi.

6.2 Raccomandazioni tecniche

Priorità di investimento infrastrutturale

- Rendere prioritari gli investimenti in infrastrutture di stoccaggio, essiccazione e trasformazione flessibile, nonché nel potenziamento della viabilità forestale e delle condizioni di accesso sicuro nei contesti montani.

Esigenze di ricerca e sviluppo

- Orientamento delle attività di ricerca e sviluppo verso l'analisi delle proprietà del legno danneggiato, sviluppo di nuove soluzioni prodotti con legno di qualità inferiore e innovazione di tecnologie di trasformazione adattative.

Meccanismi di trasferimento tecnologico

6.1 Usmeritve za oblikovanje politik

Spodbude za trajnostno gospodarjenje

- *Ciljno usmerjene finančne spodbude za podpora naložbam v podnebno prilagojene gojitvene ukrepe, infrastrukturo in inovacije.*

Usklajevanje politik na čezmejni ravni

- *Okrepitev usklajevanja med Slovenijo in Italijo z namenom zagotavljanja skupnega spremljanja razmer, usklajenega odzivanja ter stabilizacije tržnih razmer po izrednih dogodkih.*

6.2 Tehnična priporočila

Prednostne naložbe v infrastrukturo

- *Usmerjanje naložb v skladiščne kapacitete, sušilnice, prilagodljivo predelovalno infrastrukturo ter gozdne prometnice, varne dostope v gorskih, strmih območjih.*

Potrebe na področju raziskav in razvoja

- *Usmerjanje raziskav in razvoja v preučevanje lastnosti lesa po ujmah, razvoj proizvodov iz lesa nižje kakovosti ter prilagoditve tehnologije.*

Prenos rezultatov raziskav v prakso

- Supporto a impianti pilota, progetti dimostrativi e attività di sperimentazione applicata al fine di accelerare l'adozione dell'innovazione, in particolare da parte delle piccole e medie imprese.
- *Podpora vzpostavitvi pilotnih obratov, demonstracijskih projektov in aplikativnega testiranja za pospešitev uvajanja inovacij, zlasti v malih in srednjih podjetjih.*

6.3 Raccomandazioni per il rafforzamento delle competenze

Programmi di formazione e aggiornamento

- Programmi formativi orientati alla gestione del legname danneggiato, alla sicurezza nelle operazioni post-disturbo e all'impiego di nuove tecnologie.

Piattaforme di conoscenza e networks

- Sviluppo di piattaforme di conoscenza transfrontaliere finalizzate allo scambio continuo di dati, esperienze e buone pratiche, rafforzando l'apprendimento collettivo e la capacità di preparazione del settore.

6.3 Priporočila za razvoj kompetenc

Programi usposabljanja in izobraževanja

- *Programi usposabljanja za obdelovanje poškodovanega lesa, zagotavljanje varnosti pri delu po ujmah ter uporabo novih tehnologij.*

Platforme in mreže znanja

- *Vzpostavitev čezmejnih platform znanja za stalno izmenjavo podatkov, izkušenj in dobrih praks z namenom krepitve skupnega učenja in pripravljenosti.*

7.Fonti

7.Viri

- ARSO. 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: sintezno poročilo. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 81 str.
- Arnič D. 2023. Vpliv podnebnih sprememb na prirast lesa navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) in navadne smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) in potencialne posledice za biogospodarstvo v Sloveniji: (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 159 str.
- Arnič D., Humar M., Kržišnik D., Krajnc L., Prisljan P. 2021. Gostota lesa - metode določanja in pomen pri razvoju gozdno lesnega biogospodarstva. *Acta silvae et ligni*, 124, 1-11
- Boisvenue C., Running S. W. 2006. Impacts of climate change on natural forest productivity – evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology*, 12, 5: 862-882
- Bertalanič R., Dolinar M., Lokošek N., Medved A., G. V.in sod. 2017. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 155 str.
- de Luis M., Čufar K., Saz M. A., Longares L. A., Ceglar A.in sod. 2014. Trends in seasonal precipitation and temperature in Slovenia during 1951–2007. *Regional Environmental Change*, 14, 5: 1801-1810
- Jevšenak J., Tychkov I., Gričar J., Levanič T., Tumajner J.in sod. 2021. Growth-limiting factors and climate response variability in Norway spruce (*Picea abies* L.) along an elevation and precipitation gradients in Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 65, 2: 311-324
- Skudnik M., Grah A., Guček M., Hladnik D. J., J., Kovač M.in sod. 2021. Stanje in spremembe slovenskih gozdov med letoma 2000 in 2018. *Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silva Slovenica*. 88 str.
- Vertačnik G., Bertalanič R., Draksler A., Dolinar M., Vlahovič Ž.in sod. 2018. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje. 13 str.

APPENDICE

Questionario per le imprese

Gentili partecipanti,

il presente questionario è rivolto alle aziende della filiera forestale e del legno. Il suo obiettivo è raccogliere informazioni sulle esperienze delle imprese con eventi meteorologici estremi legati ai cambiamenti climatici e valutare i rischi e gli impatti che tali eventi comportano. I dati raccolti serviranno per la mappatura della filiera forestale e del legno, la valutazione dei rischi legati agli eventi estremi e la previsione dei futuri impatti delle calamità sulla filiera forestale e del legno.

Il questionario viene realizzato nell'ambito del progetto WoodInnovate – Affrontare le sfide climatiche attraverso la valorizzazione del legno danneggiato da calamità naturali nella regione Alpe-Adria, finanziato dal programma Interreg Italia-Slovenija.

Le vostre risposte sono estremamente preziose e saranno trattate in modo riservato ed esclusivamente a fini di ricerca.

1. Profilo dell'azienda e attività

- In quale/i regione/i operate principalmente?
- La principale fonte della vostra fornitura di legname è domestica o importata?

PRILOGA

Vprašalnik za podjetja

Spoštovani,

pred vami je vprašalnik, namenjen podjetjem v gozdno-lesni verigi. Njegov namen je pridobiti vpogled v izkušnje podjetij z ekstremnimi vremenskimi dogodki, povezanimi s podnebnimi spremembami, ter oceniti tveganja in vplive, ki jih ti dogodki prinašajo. Zbrani podatki bodo služili za mapiranje gozdno-lesne verige, oceno tveganj, povezanih z ekstremnimi dogodki, in za napoved prihodnjih vplivov ujm na gozdno-lesno verigo.

Anketa poteka za potrebe projekta WoodInnovate – Naslavljanje podnebnih izzivov preko valorizacije lesa, poškodovanega v ujmah, v Alpsko-Jadranski regiji, ki se izvaja v okviru programa Interreg Italia-Slovenija.

Vaši odgovori so izjemno dragoceni in bodo obravnavani zaupno ter izključno za raziskovalne namene.

1. Profil podjetja in dejavnosti

- V kateri regiji/regijah predvsem poslujete?
- Je glavni vir vaše oskrbe z lesom domačega izvora ali iz uvoza?

- Notate differenze tra le regioni in termini di impatto dei disastri o capacità di adattamento?
- Quanta quantità di legno lavorate annualmente (si prega di indicare l'intervallo)?
- Quali tipi di legno utilizzate principalmente?
- Quali sono i principali prodotti finali della vostra produzione?

2. Esperienze con eventi estremi e loro impatti

- In che modo i disastri naturali hanno influenzato i vostri costi di produzione, ricavi o margini di profitto?
- Riscontrate volatilità dei prezzi legata a eventi disastrosi (carenze/eccedenze)?
- Avete sperimentato interruzioni dell'attività (fermi macchina, ritardi nelle consegne, problemi con la forza lavoro) a causa di disastri?
- Come gestite i contratti e le aspettative dei clienti quando l'approvvigionamento viene interrotto?
- Quali impatti dei disastri naturali osservate sulla qualità e sulla disponibilità del legno?
- Utilizzate o considerate di utilizzare strutture di stoccaggio temporanee per gestire la fornitura?
- Quali sfide specifiche avete affrontato nella lavorazione del legno danneggiato da eventi naturali (ad es. schianti da neve/ghiaccio, schianti da vento, bostrico, incendi)?
- Avete dovuto adattare tecnologie e/o processi di lavoro?

- *Ali opazate razlike med regijami glede vpliva ujm ali zmogljivosti prilaganja nanje?*
- *Koliko lesa letno predelate (prosimo, navedite okvirni razpon)?*
- *Katere lesne vrste predvsem uporabljate?*
- *Kateri so glavni končni proizvodi vaše proizvodnje?*

2. Izkušnje z ekstremnimi dogodki in njihovimi vplivi

- *Kako bi opisali vpliv naravnih nesreč na kakovost in razpoložljivost lesa, s katerim delate?*
- *Kakšen delež vaših nabav danes predstavlja sanitarna sečnja?*
- *S kakšnimi posebnimi izzivi ste se srečali pri predelavi lesa, poškodovanega v naravnih nesrečah – na primer zaradi žleda, vetroloma, podlubnikov ali požara?*
- *Ste morali zaradi teh razmer prilagoditi tehnologijo ali delovne procese?*
- *Kakšen je vaš postopek, strategija pri ravnanju s strankami, ko pride do prekinitve dobave?*
- *Kako rešujete vprašanje oskrbe z lesom – na primer, ali uporabljate začasna skladišča ali razmišljate o njihovi uporabi?*
- *Na kakšen način so naravne nesreče vplivale na vaše proizvodne stroške, prihodke ali dobičkonosnost?*
- *Ali opazate, da se v takih obdobjih spreminjajo tudi cene lesa oziroma izdelkov?*
- *Ste ob naravnih nesrečah že doživeli večje motnje v poslovanju – denimo izpade, zamude pri dobavah ali težave z zaposlenimi?*

- Quali sono le principali difficoltà nella vendita di tale legno?
- Quale quota dei vostri acquisti di legname proviene da tagli sanitari?

3. Rete della catena del valore e connessioni

- Con quali fornitori, partner o clienti chiave siete maggiormente collegati?
- Dove vedete le maggiori vulnerabilità nella catena del valore (ad es. approvvigionamento, logistica, clienti)?

4. Preparazione per eventi futuri

- Quanto siete preoccupati per l'aumento della frequenza e della gravità dei disastri legati al clima?
- La vostra azienda dispone di un piano di gestione dei rischi o di un piano di emergenza per affrontare i disastri legati al clima?
- Come valutate i rischi nel breve, medio e lungo termine?
- Come prevedete che cambierà la domanda dei vostri prodotti a causa dei cambiamenti climatici e degli eventi estremi (ad es. maggiore domanda di legno come materiale sostenibile vs. rischi di ridotta disponibilità)?
- Quali strategie a lungo termine state considerando o già attuando (ad es. diversificazione delle fonti di legname, specie alternative, investimenti in tecnologia)?
- Quali forme di sostegno politico sarebbero più utili per le aziende (incentivi finanziari, misure normative, servizi informativi)?

- *Kje pa vidite največje težave pri prodaji lesa, ki je bil poškodovan v naravnih nesrečah?*

3. Mreža in povezave v verigi vrednosti

- *S katerimi ključnimi dobavitelji, partnerji ali odjemalci ste najbolj povezani?*
- *Kje v gozdno-lesni verigi vrednosti vidite največje ranljivosti (npr. pri dobavi, logistiki, kupcih)?*

4. Pripravljenost na prihodnje dogodke

- *Kako močno vas skrbi vse pogostejše in intenzivnejše pojavljanje podnebno pogojenih nesreč?*
- *Ali ima vaše podjetje že pripravljen načrt za upravljanje tveganj oziroma krizni načrt za odzivanje na podnebno povezane nesreče?*
- *Kako ocenjujete tveganja, ki jih prinašajo podnebne spremembe – kratkoročno, srednjeročno in dolgoročno?*
- *Kako menite, da bodo podnebne spremembe in ekstremni dogodki vplivali na povpraševanje po vaših izdelkih – morda z večjim zanimanjem za les kot trajnostni material, a hkrati z izzivi zaradi omejene razpoložljivosti?*
- *Katere dolgoročne strategije že izvajate ali načrtujete, na primer diverzifikacija virov lesa, uporabo alternativnih vrst ali vlaganja v nove tehnologije?*
- *Kje vidite največje priložnosti in kje največje ovire pri dolgoročni prilagoditvi na podnebne spremembe?*
- *Katere oblike podpore politike bi bile za vaše podjetje najbolj koristne –*

- Dove vedete le maggiori opportunità e i principali ostacoli per l'adattamento a lungo termine?

Grazie per aver dedicato il vostro tempo e per le vostre risposte. La vostra esperienza e le vostre riflessioni saranno molto utili per comprendere come le imprese del settore del legno adattino le proprie attività alle sfide poste dai disastri naturali e dai cambiamenti climatici, nonché come sviluppino strategie per il futuro.

finančne spodbude, regulativni ukrepi, informacijske storitve ali kaj drugega?

Hvala, ker ste si vzeli čas in hvala za vaše odgovore. Vaše izkušnje in vpogledi bodo zelo koristni za razumevanje, kako podjetja v lesni industriji prilagajajo svoje poslovanje na izzive naravnih nesreč in podnebnih sprememb ter kako razvijajo strategije za prihodnost.