

## Opis delovnega mesta mladega raziskovalca/ke (*Description of the Young Researcher's position*)

1. Članica UL (*UL member*):

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta University of Ljubljana, Biotechnical Faculty
----------------------------------------------------------------------------------------------

2. Ime, priimek in elektronski naslov mentorja/ice (*Mentor's name, surname and email*):

Gorazd Fajdiga, gorazd.fajdiga@bf.uni-lj.si
---------------------------------------------

3. Raziskovalno področje (*Research field*):

4.01.02	Biotehnika/Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo/Lesarstvo
2.11.03	Tehnika/Konstruiranje/Specialna razvojna znanja

4. Opis delovnega mesta mladega raziskovalca/ke (*Description of the Young Researcher's position*):

Vključuje morebitne dodatne pogoje, ki jih mora izpolnjevati kandidat/ka za mladega raziskovalca/ko, ki niso navedeni v razpisu za mlade raziskovalce.

*slo:*

### Izhodišča

Les je in bo v prihodnje zaradi svojih lastnosti in prehoda na nizkoogljčno družbo vse bolj zanimiva alternativa jeklu in betonu, tudi v konstrukcijske namene. S širšo uporabo lesa in lesnih kompozitov tudi za zahtevnejše konstrukcijske elemente je mogoče v gradbeništvu znatno povečati rabo obnovljivih surovin in s tem izpolniti cilje prehoda v krožno gospodarstvo in nizkoogljčno družbo. V eksploataciji so nosilni konstrukcijski elementi pogosto izpostavljeni dinamičnim obremenitvam. Pri dimenzioniranju takih konstrukcij je potrebno upoštevati različne fizikalne modele, ki lahko povzročijo poškodbo ali celo porušitev celotne konstrukcije. Le ta je lahko posledica trenutne preobremenitve ali pa je vzrok porušitve dinamična obremenitev, ki v določenem časovnem obdobju vodi do utrujanja in utrujenosti materiala in posledično do trajnega loma. Zaradi ponavljajočih dinamičnih obremenitev se v materialu pojavijo trajne deformacije, razpoke in lomi že pri nižjih nivojih napetosti, kot pa bi se to zgodilo pri statični obremenitvi. Trdnost materiala je zaradi pojava utrujenosti pri dinamičnih obremenitvah lahko tudi za 20% do 60% nižja v primerjavi s statično trdnostjo. Odziv materiala na dinamične obremenitve (dinamično trdnost) določamo eksperimentalno z dinamičnim preskušanjem na posebnih preskuševališčih za teste utrujanja materiala. Rezultate preskušanja prikažemo v obliki krivulje zdržljivosti, ki so za določene materiale (kovine, kompozite,...) že znane in uspešno uporabljene v razvojnih fazah izdelka in napovedovanju dobe trajanja dinamično obremenjenih izdelkov. V okviru programske skupine Razvojna vrednotenja, nosilec programa je Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, se že leta ukvarjamo z raziskavami na temo zdržljivosti in zanesljivosti nosilnih struktur (kovine, elastomeri, kompoziti,...), ki so obremenjene z dinamičnimi obremenitvami. Za les (lesne vrste, lesne kompozite) pa je to področje še zelo slabo raziskano tako s stališča primernih modelov za opis krivulj zdržljivosti kot tudi s stališča povezave vplivnih faktorjev (vrsta lesa, obratovalni pogoji, staranje,...) in

rezultirajoče dinamične trdnosti. V Evropi se za konstrukcijske elemente v gradbeništvu večinoma uporablja les iglavcev, bodisi v razžagani obliki ali v obliki lepljencev. Raziskave bomo delali na smrekovini.

## **Cilji**

Les, uporabljen kot konstrukcijski material, je v eksploataciji izpostavljen dinamičnim obremenitvam in tako kot vsak drug material podvržen procesu utrujanja. Podatek o zdržljivosti lesa, tj. dobi trajanja do nastanka kritične poškodbe in verjetnosti njene realizacije v obratovanju, je zato še kako pomemben. Les je naraven material in zato anizotropen. To ima za posledico, da na zdržljivost lesa vpliva veliko parametrov (grče, smolni kanali, zavrtost vlaken, reakcijski les, gostota (vlažnost) lesa, hitrost obremenjevanja,...). Poleg tega je les ob neprimerni zaščiti ali pomanjkljivem vzdrževanju podvržen k hitrejšem propadanju v primerjavi s konkurenčnimi (netrajnostnimi) materiali, kot sta na primer jeklo in beton. Zato je eden od predpogojev za uporabo lesa v trajnejših objektih poznavanje njegovega obnašanja v daljšem časovnem obdobju tudi v primeru delovanja biotskih in abiotskih dejavnikov razkroja. Les kot biološki material se s starostjo spreminja, zato se spreminjajo tudi njegove mehanske lastnosti, torej tudi zdržljivost lesa. S preliminarnimi testi in natančnim pregledom najnovejših dognanj s področja utrujanja lesa bomo določili najbolj vplivne parametre na zdržljivost lesa pri pogojih dinamičnega obremenjevanja. Pri teh robnih pogojih se bodo izvedla testiranja na preskuševališčih za utrujanje materiala (imamo eno komercialno in dve namenski preskuševališči) in z že razvitimi metodami določili krivulje zdržljivosti za les. Le te bodo uporabljene kot vhodni podatek pri numeričnih simulacijah utrujanja lesa in tako v pomoč konstrukterjem pri dimenzioniranju nosilnih lesenih elementov. Poznavanje vplivov na zdržljivost lesa je osnova in prvi korak pri določevanju odziva lesenih kompozitov na dinamične obremenitve.

## **Izobrazba in izkušnje**

Izobrazba tehniške, biotehniške ali naravoslovne smeri.

Zaželene so izkušnje na eksperimentalnem področju, obdelave in statistične analize večje količine podatkov.

Prednost imajo kandidati z znanjem s področja utrujanja materialov in osnov numeričnih simulacij z metodo končnih elementov.

*eng:*

## **Introduction**

Because of its properties and the transition to a low-carbon society, wood is and will be an increasingly attractive alternative to steel and concrete, including for construction purposes. The wider use of wood and wood composites, including for more demanding structural components, can significantly increase the use of renewable resources in construction and achieve the goals of transitioning to a circular economy and a low-carbon society. In service, load-bearing structural components are often subjected to dynamic loads. When designing such structural elements, various physical models must be used to consider the possibility of damage or even collapse of the entire structure. This may be only a short-term overload, or the cause of collapse may be a dynamic load that leads to material fatigue and subsequently to permanent failure. As a result of repeated dynamic loading, permanent deformation, cracks and fractures occur in the material, even at lower stress levels than under static loading. The strength of the material can decrease by

20% to 60% compared to static strength as fatigue occurs under dynamic loading. The response of the material to dynamic loading (dynamic strength) is determined experimentally by dynamic testing in special fatigue testing equipment. The test results are presented in the form of curve of dynamic strength of a material, which are already known for certain materials (metals, composites, etc.) and are successfully used in the product development phases and in predicting the service life of dynamically loaded products. Within the Development Evaluations program group, whose program coordinator is the Faculty of Mechanical Engineering of University of Ljubljana, we have been conducting research on the durability and reliability of load-bearing structures (metals, elastomers, composites, etc.) subjected to dynamic loads for many years. However, for wood (wood species, wood composites) this area is still very little researched, both in terms of appropriate models to describe durability curves and in terms of the relationship between influencing factors (wood species, service conditions, aging,...) and the resulting dynamic strength. In Europe, mainly softwood is used for structural elements in building, either in sawn or glued form. We will deal with spruce.

### **Objectives**

Wood as a building material is exposed to dynamic loads during operation and, like any other material, is subject to a fatigue process. Data on the durability of wood, i.e., the length of time before critical damage occurs and the likelihood of its realization in service, is therefore still important. Wood is a natural material and therefore anisotropic. The durability of wood is therefore influenced by many parameters (knots, resin channels, fibre deviations, reaction wood, density of the wood, loading rate, ...). Moreover, if not properly protected or poorly maintained, wood is subject to faster deterioration than competing (non-sustainable) materials such as steel and concrete. Therefore, one of the prerequisites for using wood in more durable buildings is knowledge of its behaviour over time, even when exposed to biotic and abiotic degradation factors. Wood as a biological material changes with age, so its mechanical properties, i.e., the durability of the wood, also change. Based on preliminary tests and a detailed review of the latest knowledge in the field of wood fatigue, we will identify the most influential parameters for the durability of wood under dynamic loading conditions. Under these boundary conditions, tests will be carried out on material fatigue test rigs (we have one commercially available and two own developed special test rigs) and the durability curves for wood will be determined using methods already developed. Only these serve as input data for numerical simulations of wood fatigue and thus help designers in dimensioning load-bearing wood elements. Knowledge of the effects on the durability of wood is the basis and the first step in determining the response of wood composites to dynamic loads.

### **Education and experiences**

Technical sciences, Wood Science and Technology, Material science

Experience in experimental settings, processing and statistical analysis of large data sets is desirable.

Preference will be given to applicants with knowledge in the field of material fatigue and the fundamentals of numerical simulations using the finite element method.