

**Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta**

**Larix Sibirica a jeho ekologické nároky ve vztahu k možnostem revitalizace  
odlesněných ploch v severním Mongolsku**

**Bakalářská práce**

**doc. Mgr. Jindřich Kynický, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce**

**Marek Janošník  
Autor práce**

**Brno 2015**

Zadání

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem práci **Larix Sibirica a jeho ekologické nároky ve vztahu k možnostem revitalizace odlesněných ploch v severním Mongolsku** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne .....

Podpis autora .....

Marek Janoščík

## **Poděkování:**

Tímto bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, doc. Mgr. Jindřichu Kynickému Ph.D., za jeho četné rady a pomoc při tvorbě této práce. Dále ing. Davidovi Juříčkovi za spoustu užitečných rad a konzultace týkající se problematiky řešené v této práci. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, ve kterých jsem vždy cítil oporu.

## **Abstrakt**

**Jméno posluchače:** Marek Janoščík

**Název bakalářské práce:** Larix Sibirica a jeho ekologické nároky ve vztahu k možnostem revitalizace odlesněných ploch v severním Mongolsku

### **Abstrakt:**

Tato práce se zabývá ekologickými nároky modřínu sibiřského (*Larix sibirica*) a možností jeho využití jakožto revitalizační dřeviny na degradovaných plochách severního Mongolska v kontextu místních extrémních přírodních podmínek. Za pomoci XRF spektrometrie byl zjištěn chemismus jednotlivých segmentů cílového území, který vypovídá nejen o stavu území, ale také o negativních vlivech na něj působících. XRF analýzou nebyly nalezeny žádné rizikové prvky, které by mohly mít negativní vliv přirozenou obnovu na zájmových lokalitách. Jako hlavní determinující faktor rozšíření i obnovy modřínu nejen na zkoumaných lokalitách je dostatečné rozložení přístupných zásoby vody. Pro úspěšnou realizaci přirozené i umělé obnovy je důležité přistupovat k aktivní ochraně porostů před jejich poškozováním.

**Klíčová slova:** Larix sibirica, Mongolsko, XRF spektrometrie

### **Abstract:**

This work deals with ecological requirements Siberian larch (*Larix sibirica*) and its possible use as a revitalizing trees on degraded areas of northern Mongolia in the context of local extreme natural conditions. Using XRF spectrometry revealed the chemistry of individual segments of the target area, which indicates not only the state of the territory, but also the negative influences acting on it. XRF analysis found no risk elements that could have a negative impact on the natural recovery of the localities of interest. As the main determining factor of the expansion and restoration of larch only at research sites is adequate distribution of available water supplies. For the successful implementation of both natural and artificial regeneration, it is important to look actively protecting the stands before their damage.

**Keywords:** Larix sibirica, Mongolia, XRF spektrometry

## Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce.....	9
3. Literární část.....	10
3.1 Modřín sibiřský.....	10
3.1.1 Morfologie a fyziologie modřínu sibiřského .....	10
3.1.2 Nároky na půdu.....	11
3.1.3 Nároky na světlo.....	11
3.1.4 Nároky na vodu .....	12
3.1.5 Nároky na teplotu a klima.....	12
3.1.6 Rozšíření Modřínu sibiřského.....	12
3.1.7 Klimatotypy modřínu sibiřského .....	14
3.1.8 Využití modřínu sibiřského.....	16
3.1.9 Škůdci na modřínu sibiřském .....	17
4. Charakteristika Mongolska.....	18
4.1 Geografická charakteristika území Mongolska .....	18
4.2 Geologická charakteristika území Mongolska.....	19
4.3 Pedologická charakteristika území Mongolska .....	20
4.4 Klimatická charakteristika Mongolska .....	24
4.5 Hydrosféra na území Mongolska .....	24
4.6 Lesy na území Mongolska .....	25
4.6.1 Problémy Mongolského lesnictví.....	25
5. Charakteristika zkoumaného území.....	28
5.1 Oblast Gorkhi .....	28
5.1.1 Pedologická charakteristika vybraného území.....	28
5.1.2 Geologická charakteristika vybraného území .....	29
5.1.3 Možnosti ohrožení .....	30
5.2. Oblast Barun-Bayan a Dzun-Bayan .....	31
5.2.1 Pedologická charakteristika vybraného území.....	32
5.2.2 Geologická charakteristika vybraného území .....	32
5.2.3 Možnosti Ohrožení.....	34
6. Metodika .....	35
6.1 Výběr lokalit pro odběr vzorků.....	35
6.2 Odběr vzorků a jejich zpracování.....	35

6.3 XRF analýza.....	36
6.3.1 Princip fungování XRF analýzy.....	36
6.3.2 Faktory ovlivňující přesnost měření.....	37
6.4 způsob vyhodnocení vzorků.....	39
7. Výsledky .....	39
7.1 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Goricho.....	39
7.2 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Barun Bayan .....	42
7.3 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Dzun Bayan .....	44
8. Diskuze .....	47
9. Závěr.....	51
10. Summary .....	52
11. Seznam použité literatury .....	53

## 1. Úvod

Zadání této bakalářské práce s názvem *Larix sibirica* a jeho ekologické nároky ve vztahu k možnostem revitalizace odlesněných ploch v severním Mongolsku se odehrálo po návratu s Expedicí Mongolia 2014 které jsem se účastnil. Tato práce se zabývá ekologickými nároky modřínu sibiřského (*Larix sibirica*) a jeho vztahy k prostředí, kde se přirozeně vyskytuje.

Modřín sibiřský se v Mongolsku vyskytuje jako dřevina původní a to s majoritním zastoupením (Dugarjav,2006), na rozdíl od smrku sibiřského (*Picea obovata*) a Borovice sibiřské (*Pinus sibirica*), které modřín jen doprovází. Lesní plochy v severním Mongolsku tvoří jižní hranici sibiřské tajgy, která postupem času ustupuje na sever v důsledku působení člověka a jiných vnějších činitelů. Za posledních 4300 let se jejich hranice posunula o 2° severní šířky. (Dinesman et al. 1989)

Mongolské lesy jsou v současné době stále významněji zasahovány a poškozovány pravidelnými požáry, nelegální těžbou a v neposlední řadě celoročním pastvením dobytka, proto si zaslouží naši pozornost a odbornou péči.

Území, která byla v minulosti odlesněna holosečí, mají díky své poloze a působícímu klimatu své specifické podmínky, z nichž vyplývá spousta obtíží při obnově a s nimiž je třeba se vypořádat.(Pancová Šimková et al. 2008)



## **2. Cíl práce**

Cílem této práce je vytvořit komplexní literární rešerši o ekologických nárocích Modřínu sibiřského (*Larix sibirica*) ve vztahu k možnosti jeho využití jako revitalizační dřeviny na vybraných plochách v severním Mongolsku se zvláštním zaměřením na oblast pohoří Khentii a v něm se nacházející národní park s nejvyšším stupněm ochrany Khan Khentii Strictly protected area..

Dalším z cílů bylo na základě analýz odebraných vzorků získat informace vypovídající o chemismu hornin, půd, dřevin a ze získaných hodnot jakož i z přímého pozorování ekologických nároků modřínu v Mongolsku vyhodnotit potenciál využití modřínu jakožto nenáročné revitalizační dřeviny.

### **3. Literární část**

#### **3.1 Modřín sibiřský**

##### **3.1.1 Morfologie a fyziologie modřínu sibiřského**

Modřín sibiřský (*Larix sibirica* Ledeb.) je statný opadavý strom, který dorůstá výšek až 54 m a průměru kmene až 1,8 m. Koruna stromu je v mládí kuželovitá, s postupujícím věkem se rozrůstá do šířky. Dřevo je jádrové s úzkou bělí. Kůra je silná a hluboce rozpraskaná s šedo-hnědým zbarvením. Dřevo má výborné technické vlastnosti, je odolné vůči hnilobě a houbovým onemocněním. (Koropachinskiy, 2002)

Nové letorosty jsou lysé a leskle žluté, zřídka lehce pýřité. Jehlice jsou sdružovány ve svazečcích po 25-40 kusech. Jehlice jsou 20-40mm dlouhé. V porostech se modřín obvykle dožívá věku 150-200let, jsou však i soliterně rostoucí exempláře u kterých se věk pohybuje okolo 560let. (Koropachinskiy, 2002)

Kořenová soustava modřínu je dosti proměnlivá podle půdně topografických podmínek. Na kamenitých půdách, často velmi mělkých, na půdách s vysokou hladinou vody, nebo trvale zmrzlého horizontu má modřín kořenovou soustavu povrchovou, která se svým vzhledem podobá kořenovému systému smrku. Kdežto na půdách hlubokých a dobře provzdušněných vytváří modřín mocnou a hluboko pronikající kořenovou soustavu. (Svoboda, 1953)

Samčí květenství je oválné nebo téměř kulovité, v průměru 5-6mm široké a žlutého zbarvení. Samičí šištice jsou načervenalé nebo zelené. Zralé šištice jsou světle hnědé, vejčité, 2-4cm dlouhé, 2-3cm široké. Semenné šupiny jsou mírně zvlněné a zahnuté směrem dovnitř. Semenných šupin je 20-40 a v době zralosti jsou široce rozevřené. Semena jsou šikmo obvejčitá 4-5mm dlouhá a 3-4mm široká. Jsou žlutavé barvy s tmavými ploškami a tečkováním. Jejich křídélko z jedné strany téměř přímé, na druhé straně zaoblené, 8-17mm dlouhé a 4-6mm široké. (Koropachinskiy, 2002)

Semena uzrávají téhož roku na podzim, v severních oblastech vypadávají semena až počátkem jara, v některých sušších oblastech se stává, že semena vypadávají již na podzim. Šišky setrvávají na stromě po dobu až 3 let, proto na jedné větévce můžeme najít šišky jak se semeny, tak bez nich. (Svoboda, 1953)

Množství semen v jednom kilogramu se pohybuje v rozmezí od 94 000 až 147 000 kusů, klíčivost se obvykle pohybuje od 30-60%. Semena nejlepší kvality pochází ze sběrů v porostech. Podstatný rozdíl proti evropskému modřínu je ten, že semeno modřínu sibiřského lze vyluštit prostým sušením. Vegetativně se modřín nerozmnožuje (Svoboda,1953)

Plodnost začíná u volně rostoucích stromů ve 12-15 letech, v zapojených porostech ve 20-25 letech. Semenné roky bývají v intervalu po 3-5 letech.(Svoboda, 1953)

### **3.1.2 Nároky na půdu**

Modřín roste na podzolových půdách až středně podzolových půdách vznikajících na různých horninách. Vyhovují mu půdy vzdušné, hlinité až písčitohlinité. Díky nízkým nárokům na živiny roste i chudých suťových stanovištích. Podmáčená stanoviště mu nevyhovují.(Komarov,1949)

Značná část Modřínu sibiřského je na půdách trvale ovlivňovaných trvale zmrzlou vrstvou půdy, sahají však místy až na hranici suché a horké polopustiny. To všechno vyznačuje modřín jako dřevinu nenáročnou na teplou půdy. Nezřídka modřín roste i na mechových bažinách, přesto že mu tyto stanovištní podmínky příliš nesvědčí. Na těchto stanovištích má jeho kořenová soustava zcela jinou stavbu, modřín má tu schopnost vytvářet přídatné kořeny v oblasti nad kořenovým krčkem, která je kryta mechem. S postupným růstem vrstvy mechu a prohlubováním kořenové soustavy, kdy její spodní části odumírají, po tuto dobu se na kmenech v oblasti nad kořenovým krčkem vyrůstají nové přídatné kořeny.(Svoboda,1953)

### **3.1.3 Nároky na světlo**

Modřín je pionýrská, vysoce světlomilná dřevina, která příliš nesnáší zastínění. Jsou však i výjimky. Jak uvádí Svoboda (1953), že je v jižních šířkách evropské části Ruska modřín sibiřský poněkud stinnější, což je známo v podobných podmínkách i u jiných dřevin například u sosny. Příčinou změny nároků na světlo mohou být právě lokální klimatické podmínky, kdy teplé klima má za následek snížení nároků na světlo a chladnější klima právě naopak.

### **3.1.4 Nároky na vodu**

Modřín patří do skupiny stromů se středními nároky jak na vlhkost půdní, tak i na vlhkost vzdušnou. Příliš vlhká stanoviště a stanoviště s vysokou hladinou spodních vod mu příliš nevyhovují. Na těchto stanovištích dochází k povrchovému růstu kořenového systému a nezřídka i odumírání spodních částí. Následkem je nejčastěji zakrnělý růst stromů i případné vývraty.(Svoboda,1953)

### **3.1.5 Nároky na teplotu a klima**

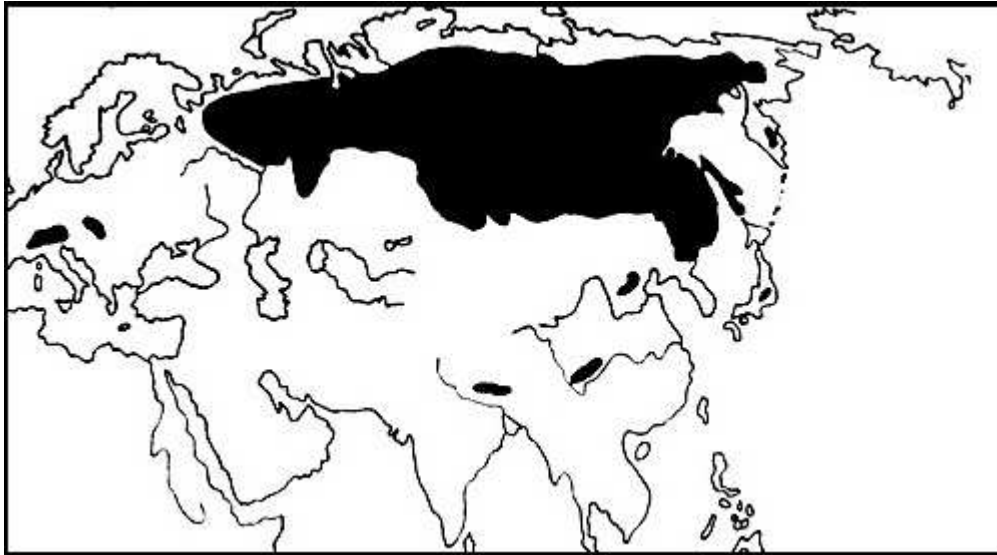
Modřín je dřevinou s poměrně malými nároky na teplotu půdy tak i teplotu vzduchu, dobře zvládá horké letní dny i mrazy. Disponuje schopností dobře odolávat hlubokým mrazům až -60 ° C, které v oblasti jeho rozšíření panují. Roste od nižších poloh až po horní hranici lesa. Vyžaduje stálé proudění vzduchu, stagnující ovzduší mu příliš nevyhovuje. (Koropachinskiy,2002)

### **3.1.6 Rozšíření Modřínu sibiřského**

Modřín sibiřský (*Larix sibirica* Ledeb.)zaujímá celou západní a střední Sibiř a do evropské části Ruska zasahuje v SV části před Ural (Svoboda,1953). V sibiřské oblasti se Modřín sibiřský vyskytuje v oblasti od bílého moře až do zabajkalí a také se vyskytuje v severní část pohoří Altaje. V Číně se nachází v oblasti Xinjang, přesněji v oblasti E Tien Shan.(Farjon 2010) Celkově se rozprostírá na areálu okolo 3,3 miliónů km<sup>2</sup>. Tvoří ať už smíšené tak i čistě modřínové porosty.(Koropachinskiy,2002)

Mimo oblast jeho hlavního rozšíření se modřín sibiřský vyskytuje i na ostrůvkových plochách. Například, plochy čistých modřínových lesů v horách Saura a Tarbogataya jsou odděleny od modřínových lesů v Altaji pásem suchých stepí. Také lesy v jižní části mongolského Altaje a východní oblast Tien Shan jsou lesy od hlavní oblasti výskytu odděleny stovkami km stepí a pouští. (Koropachinskiy,2002)

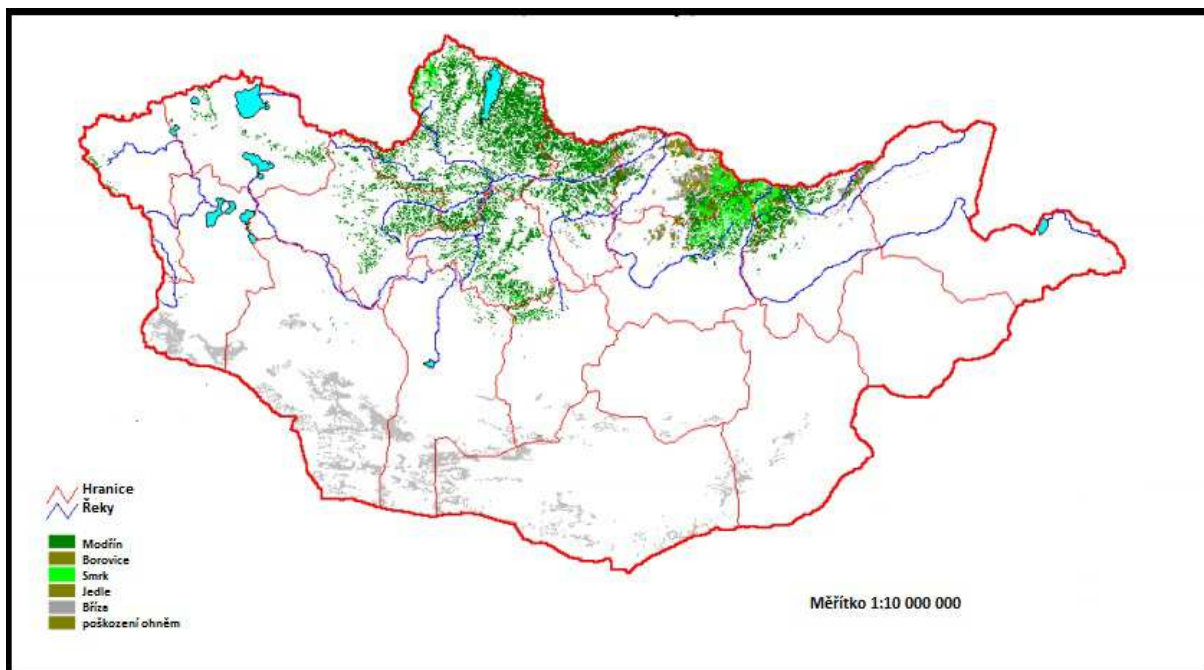
V polovině Sibiře přechází modřín sibiřský v další druh a to v modřín dahurský (*Larix dahurica*), který se opět v horských oblastech na dále na východ rozpadá v řadu drobných druhů.(Svoboda,1953)



**Obr. 1. Rozšíření Modřínu sibiřského (Zlygostev,2001)**

### **3.1.6.1 Rozšíření modřínu sibiřského v lesích Mongolska**

Modřín jako dřevina s dominantním zastoupením 60,8% (Pancová Šimková et al. 2008) zaujímá území převážně při severní hranici území, místně zasahuje i do středu země. Vyskytuje se v oblastech při jezeře Khovsgol, severně od Ulan-Baatar v oblasti Selenge i v přilehlých oblastech tohoto města známých jako Tuv. Východně od města Ulan-Baatar je menší oblast jeho výskytu, která je známá pod názvem Bulgan a jižněji orientovaná oblast Arkhangai, dále jej můžeme naléznout v oblasti pohoří Khentii. Ve východní části země v přilehlém okolí jezer je oblast Zavkhan, kde je modřín také hojně zastoupen. (viz obr. č. 2)



**Obr. 2. Výskyt a složení lesů na území mongolska (Batsukh,2004)**

### 3.1.7 Klimatotypy modřínu sibiřského

Modřín sibiřský zaujímá obrovský areál, jenž zahrnuje nejrozmanitější klimatické podmínky, které stojí za vývojem řady ekotypů lišících se ať už morfologicky nebo ekologicky. V dnešní době modřín sibiřský zahrnuje četné odrůdy, které se hodnotí buď jako ekotypy nebo variety. Především se dělí na klimatypy nížinné a horské.

Jedním z prvních klimatypů je Modřín ruský (*Larix Suaczewii* Dyl.), který se nachází na severovýchodě evropské části Ruska a Ural. Západní hranicí jeho výskytu je linie od Oněžského zálivu Bílého moře k jezeru Vože (v pánvi Oněgy) a poté k hornímu toku řeky Keržence a střednímu toku Veltugy. Dále zaujímá úzký výběžek k jihu na hřebeni Uralu po řeku Belij. V rovinaté oblasti před Uralem je tento modřín vázán převážně na neobvyklé podmínky, zde zaujímá pruhovitý areál, vázány na přilehlé oblasti velkých řek nebo na vápencové půdy. K suchosti půdy zůstává i zde citlivější, vyhýbá se rovněž půdám s nadbytečnou vlhkostí. Je nepatrně náročnější na obsah živin ve srovnání se sosnou, proto je nejčastěji rozšířen na půdách bohatých na vápno, avšak v oblasti za Uralem se těmto půdám vyhýbá. (Svoboda,1953)

Dalším klimatypem je Modřín polární (*Larix sibirica polaris* Dyllis). Tato odrůda se vyskytuje v oblastech blízko polárního kruhu a severní Sibiři, tedy v pásnu leso-tundry. Zde vytváří lesní hranici, která probíhá v blízkosti 65° severní šířky.

V severnějších polohách tvoří porosty bez příměsí jiných dřevin, kdežto v jižnějších částech tvoří porosty s příměsí smrku. Morfologicky se liší šupinami šišek, které jsou křehké, málo se rozvírající, nahoře ven zahnuté, matné a hustě chlupaté. (Svoboda,1953)

Následuje klimatyp známý jako Modřín obsky (*Larix sibirica obensis*), který má původ na západní Sibiři v povodí řeky Obu, Zde je vázán jen na písčité půdy které jsou obklopeny pásmy jižních bažinatých urmanů a středním bažinatým pásmem limby. Jeho nejintenzivnější šíření probíhá po předešlých požárech. Morfologicky nejtypičtější vyvinuty znaky vlastností modřínu sibiřského. (Svoboda,1953)

Modřín Jenisejský (*Larix sibirica jeniseensis*) zaujímá oblast pánve Jeniseje, a to pásmo modřínových a smrkových lesů. Které sahá po Turuchan. Tato forma se shrnuje také jako *Larix Czekanowski Szaf.* (křížencem *Larix sibirica* a *Larix dahurica*). Jejich hranice má probíhat po spodním toku Jeniseje na jihovýchod k Bajkalu. (Svoboda,1953)

V horských oblastech Sibiře jsou zastoupeny modříny, které na rozdíl od výše uvedených, je nutno z ekologického hlediska označit za modříny horské.

Modřín altajský (*Larix sibirica altaica*) je zastoupen na Altaji, v Mongolsku a východním Ťanšanu. Morfologicky se liší šištice, které mají měkké šupiny, kožovité, s přímými nebo lehce dovnitř zahnutými okraji. Roste především ve výškách od 700 m n. m. (nad pásmem sosny) a tvoří zde rozlehlé porosty, které zvláště v suché jihovýchodní části jsou jediným zástupcem horských lesů Altaje. Modřín zde vystupuje do výšek 2000 m n. m. a tvoří zde lesní hranici sám nebo s limbou, ve spodnějších polohách jeho hranice výskytu proniká i do suchých stepí podél říček. K jeho rozšíření významně přispěly požáry. Vytváří většinou rozvolněné a světlé porosty prostoupené polanami s hustým podrostem tvořeným rybízem červeným (*Ribes rubrum*), dřišťálem sibiřským (*Berberis sibirica*), růží jehličkovitou (*Rosa acularis*) a bylinným patrem tvořeným nivovými druhy jako jsou (kosatec) *Iris ruthenica*, úpolín asijský (*Trollinus asiaticus*), hrachor hladký (*Orobus Luteus*) a. j. (Svoboda,1953)

Dalším na horách vyskytujícím se druhem je Modřín bajkalský (*Laris sibirica baicalensis*) jenž se rozrůstá na jihozápadním pobřeží Bajkalu. Dylis (1964) popisuje některé z jeho typických morfologických znaků; šupiny šišek jsou tlusté, křehké a rovnými okraji, vejčité nebo okrouhlé s velikostí do 28 mm.

Jeho blízkým příbuzným je také Modřín lenský (*Larix sibirica lenensis*) který se vyskytuje při horním toku řeky Leny a na severozápadních březích Bajkalu a také na sever od bajkalského ostrova Olchon. Morfologicky se liší velkými šupinami, obvykle tenkými, kožovitými přesto měkkými. Okraje jsou často zubaté, šišky jsou až 60 mm dlouhé. (Svoboda,1953)

Modřín sajanský (*Larix sibirica sajanensis*) je rozšířen v Altaji, Sajanském pohoří, blízko Angary a při středním a horním toku řeky Jenisej. Morfologicky se odlišuje kožovitými nebo slabě zdřevnatělými, tlustšími s okraji šupin slabě dovnitř zahnutými. (Svoboda,1953)

### **3.1.8 Využití modřínu sibiřského**

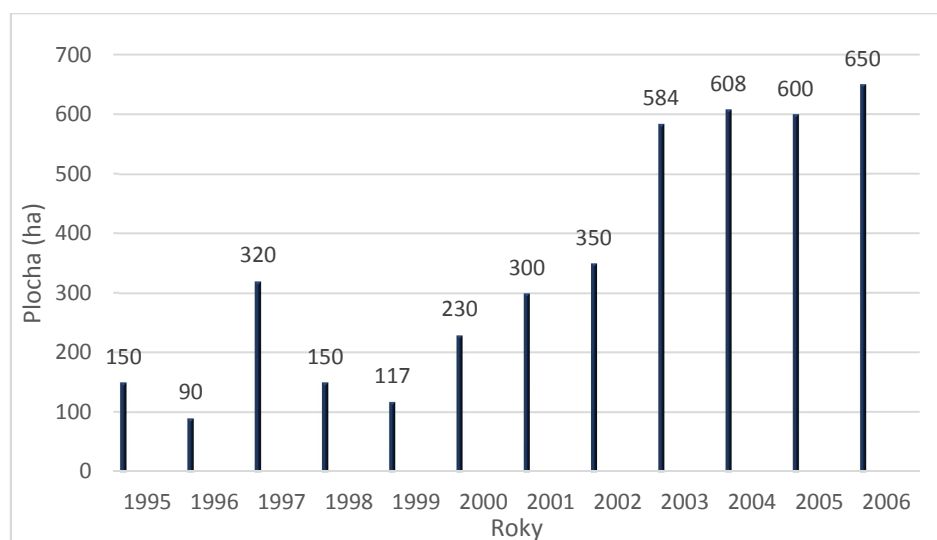
Modřín sibiřský je velice významnou dřevinou v Rusku i mimo něj. Dřevo má díky svému obsahu pryskyřic výbornou odolnost vůči hnilobám a houbovému onemocnění, proto není nutné jej nějak chemicky ošetřovat, také má vysokou mechanickou odolnost, proto si nachází vysoké uplatnění ve stavebnictví. Hojně je používán pro nejrůznější interiérové a exteriérové stavební prvky. Díky své nízké tepelné vodivosti je používán pro izolační obklady, také jsou z něj budovány tradiční srubové domy na území Sibíře. Nadále je používán pro výrobu železničních pražců na trans-sibiřské magistrále. Modřínové dřevo se také mele na drobnou frakci a vyrábí se z něj dýhy a také je používán v papírenském průmyslu. (Farjon,2010)

Modřínové dřevo je také velice odolné vůči vlivům solí a vody, proto byl v minulosti používán pro výrobu lodí, a také z něj byly vybudovány nosné pilíře ve městě Venice.



### 3.1.9 Škůdci na modřínu sibiřském

V Mongolských lesích existuje zhruba 315 druhů lesního hmyzu, mezi tyto druhy patří četné skupiny škůdců na asimilačních aparátech at' už listnatých nebo jehličnatých stromů, také zahrnuje škůdce stonků a podkorní hmyz. Mezi nejškodlivější zástupce patří Bourovec sibiřský (*Dendrolimus superans sibiricus*), Bekyně velkohlavá (*Lymantria dispar*), Píďalka Jacobsonova (*Erannis jacobsoni*), Štětconoš trnkový (*Orgyia antiqua*). (Dugarjav,2007)

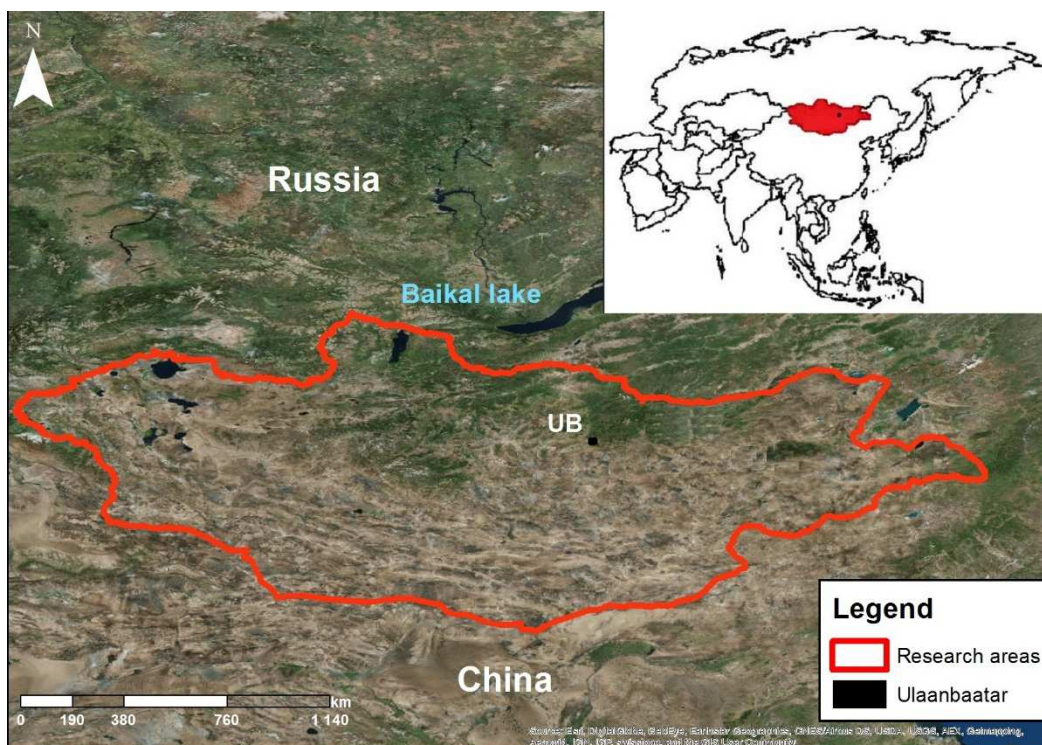


**Graf 1: Oblasti poškozené škodlivým hmyzem (Ykhanbai,2010)**

## 4. Charakteristika Mongolska

### 4.1 Geografická charakteristika území Mongolska

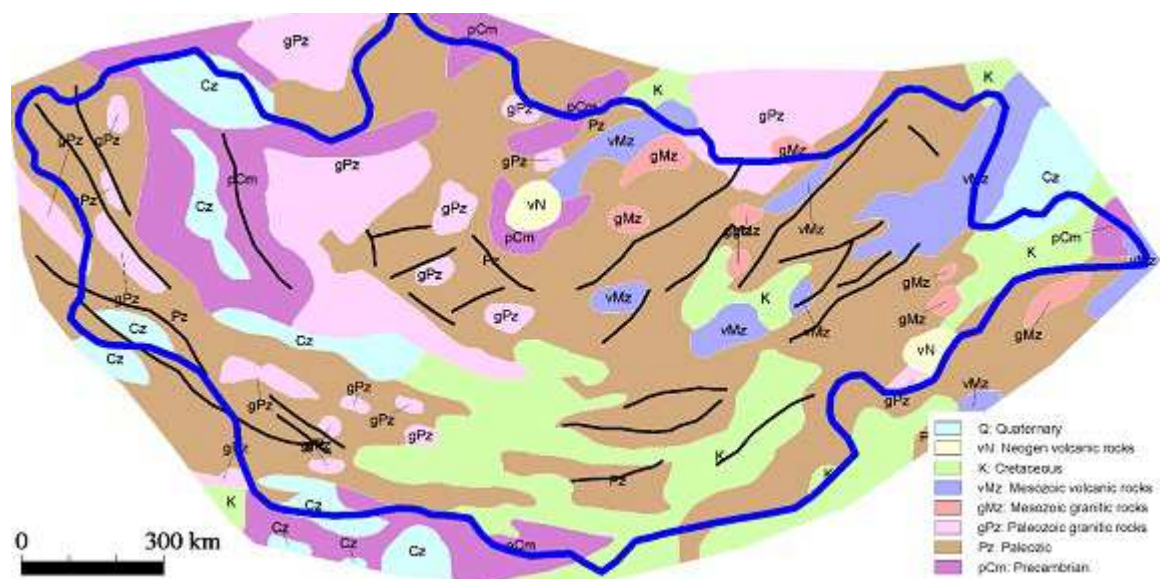
Mongolsko je vnitrozemní stát ležící v severní části centrální Asie mezi 42°-52° severní šířky (Pancová Šimková et al.,2008), sousedící na severu s Ruskem se kterým sdílí pohraničí o délce 3 452 km a na jihu s Čínou se kterou má hranice o délce 4 630 km. Mongolsko se rozprostírá na celkové rozloze 1 564 116 km<sup>2</sup> a z toho zaujímají vodní plochy 10 560 km<sup>2</sup>. Jeho velká část více než 80% je tvořena náhorní plošinou tvořená travnatou stepí (Ykhanbai,2010), která má průměrnou nadmořskou výšku přes 1528 m n. m., nejnižší bod je tvořen hladinou jezera Hoh Nuur s nadmořskou výškou 560 m n. m.. Severní, severozápadní až jihozápadní část Mongolska je lemována vysokými pohořími Khentii, východního Sajanu a Mongolského Altaje s nejvyšším bodem Huyten Orgil o nadmořskou výškou 4 374m n. m.. Na západě je také známá oblast s bezodtokovými jezery, z nichž největší je Uvs nuur. Na jihu a jihovýchodě se rozprostírá rozlehlá pouštní pustina Gobi. Gobi je převážně kamenitá, v severnějších polohách její části volně přechází v travnaté stepi. (The World Factbook,2016)



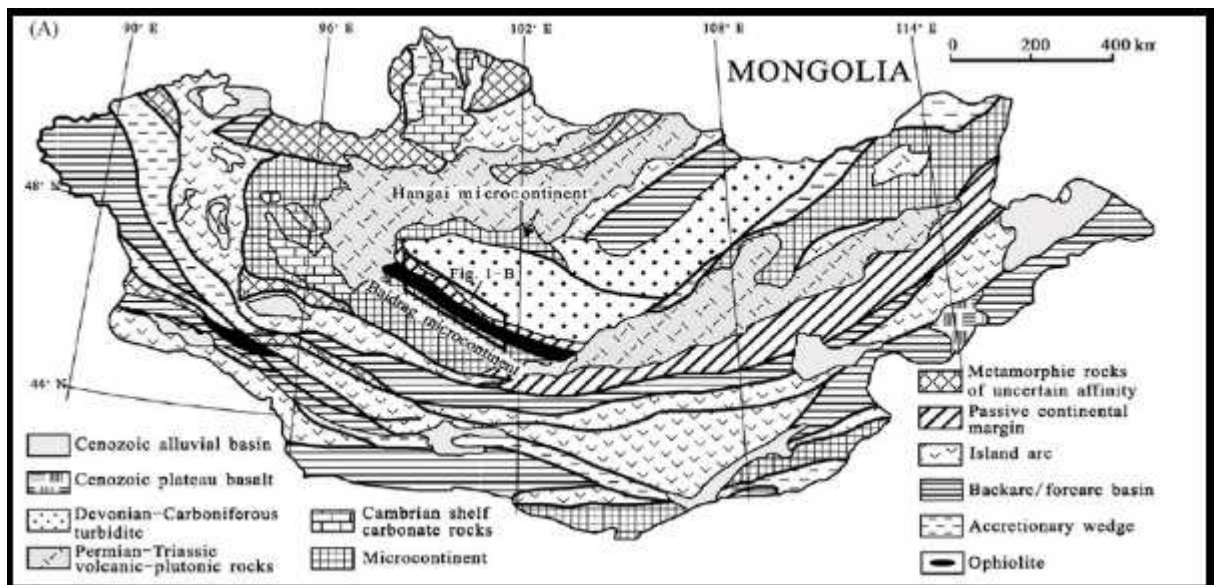
Obr. 3. Mapa Mongolska (Juříčka 2015)

## 4.2 Geologická charakteristika území Mongolska

Mongolsko leží v centrální části euroasijské desky a na oblasti tzv. středoasijského pásu. Většina jeho území se utvářela hlavně v období prvohor, kdy se díky specifickým dějům utvářeli a do kontinentální kůry zabudovávali menší i větší teránové jednotky, které se akretovaly ke starém jádru Sibíře. Prvohorní granitoidy a související vulkanické horniny jsou produktem magmatické a to jak hlubinné tak vulkanické činnosti. Některé z nich jsou spojeny s porfyrovými ložisky mědi a molybdenu, doprovázené rozsáhlými žilníky se zrudněním zlata a jsou významnou součástí těžebního průmyslu i HDP Mongolska. Druhohorní granitoidy jsou převážně alkalického charakteru a některé intruze na severu i na jihu Mongolska mají na sebe vázané prvky vzácných zemin v ložiskově zajímavých koncentracích. Vyvřelé horniny z období druhohor jsou situovány ve východní části Mongolska. Díky své geologické pestrosti tak Mongolsko oplývá obrovskými nerostnými zásobami. Mezi nejvýznamnější zástupce se řadí zlato, měď, molybden, stříbro, fluorit a prvky vzácných zemin. Mezi ne méně významné zdroje patří také uran a fosfáty. (Takahashi, 2004)



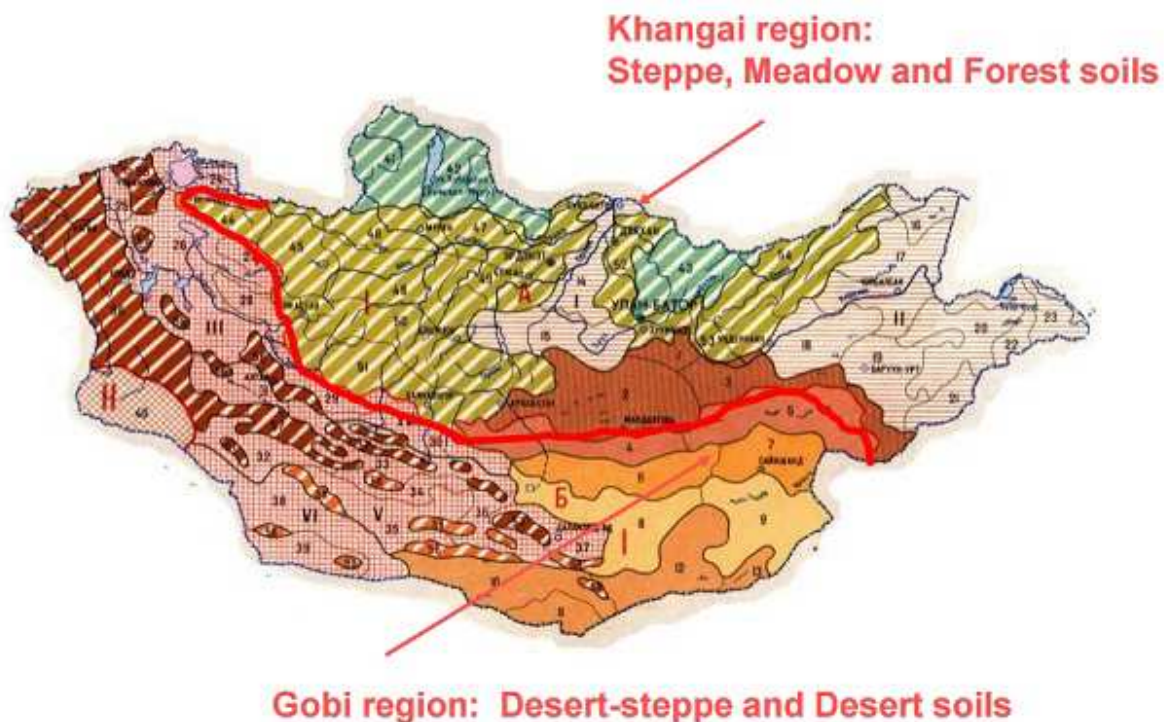
Obr. 4. Zjednodušená geologická mapa mongolska (Takahashi, 2004)



**Obř. 5. Geologická mapa Mongolska (Badarch et al., 2002)**

### **4.3 Pedologická charakteristika území Mongolska**

Pedologická situace na území mongolská má své charakteristické rysy. Důležitým faktorem je, že 80% teritoria je v nadmořské výšce větší než 1000 m n. m. a často ovlivňována vrstvou zmrzlé půdy, která rozmrzá jen v létě v aktivní zóně permafrostu. Převážná část půdotvorných procesů se odehrává v záporných teplotách, krátké biologické období trvá v průměru pouze 3-5 měsíců v roce. Půdy jsou zde reprezentovány horskými, lesními, pouštními a stepními typy. (Orchirbat Batkhishig ,2015)



**Obr. 6. Mapa půdních zeměpisných oblastí (Orchirbat Batkhisig,2015)**

Mongolské půdní oblasti se dají rozdělit do 2 skupin, do skupiny jedné, kterou tvoří horské půdy a do skupiny druhé, která je tvořena půdami plání a mimo-horských údolních půd. Všechny tyto půdy jsou rozlišeny do 36 půdních typů. (Orchirbat Batkhisig,2015)

Nejvýznačnějšími zástupci jsou černozemě, které se nachází obzvláště v údolních polohách okolí řek a sníženin. V oblastech stepí a lesostepí středního Mongolska se nachází hnědozemě, které se vyskytují ve vyšších nadmořských výškách s rozmezím od 1000 – 1200 m n. m.. Tyto půdní typy mají díky rozdílnému obsahu humusu odlišné barevné typy. V oblasti suchých stepí na jihu mají tyto půdy nízký obsah humusu nepřesahující 1,6% a jeví se proto jako světlé, na rozdíl od tmavších půd ze severnějších poloh lesních stepí, kde je obsah humusu až 20 krát vyšší.

Mongolské půdy se podle organizace FAO dají rozlišit do sedmi půdních skupin.

První skupinu představují půdy ze skupiny Leptosoly, které vznikají rozpadem hornin a vyznačují se vysokým podílem skeletu již ve svrchních vrstvách i svou mělkostí. Vyskytují se především v horských oblastech Mongolska.

Druhou skupinou jsou kaštanozemě, jsou charakteristickými půdami suchých stepí Mongolska. Jsou to půdy obohacené o sekundární karbonáty a soli, což zvyšuje

v sušších podmínkách riziko jejich zasolení. Jedná se o půdy poměrně bohaté. Nejvhodnější mateřskou horninou pro vznik kaštanozemě jsou spraše.

Třetí skupinu tvoří Luvisoly, jsou to zonální půdy vznikající často na těžších sedimentech. Typickým znakem je rozpoznávací horizont, kde je menší i větší míra eluviace částic jílu.

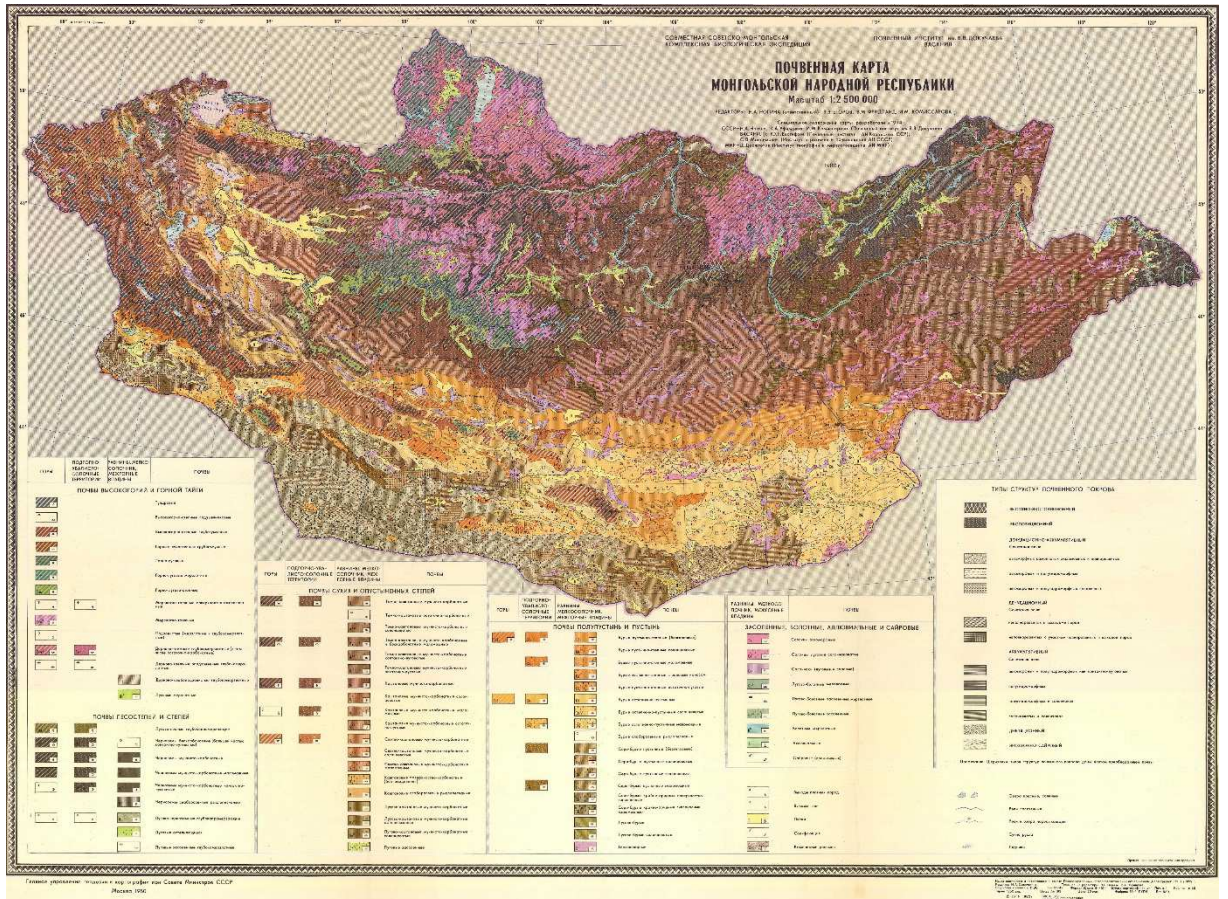
Čtvrtou skupinou jsou Kalcisoly, pro které je typický horizont obohacený o sekundární uhličitán vápenatý. Jsou to půdy rozšířené především v polosuchých a suchých oblastech Mongolska

Pátá skupina je tvořena Salisoly, jež se vyskytují na několika územích v severní části pouště Gobi, kde doprovází také kaštanozemě. Obsahují pro ně charakteristický salický horizont bohatý na rozpustné soli.

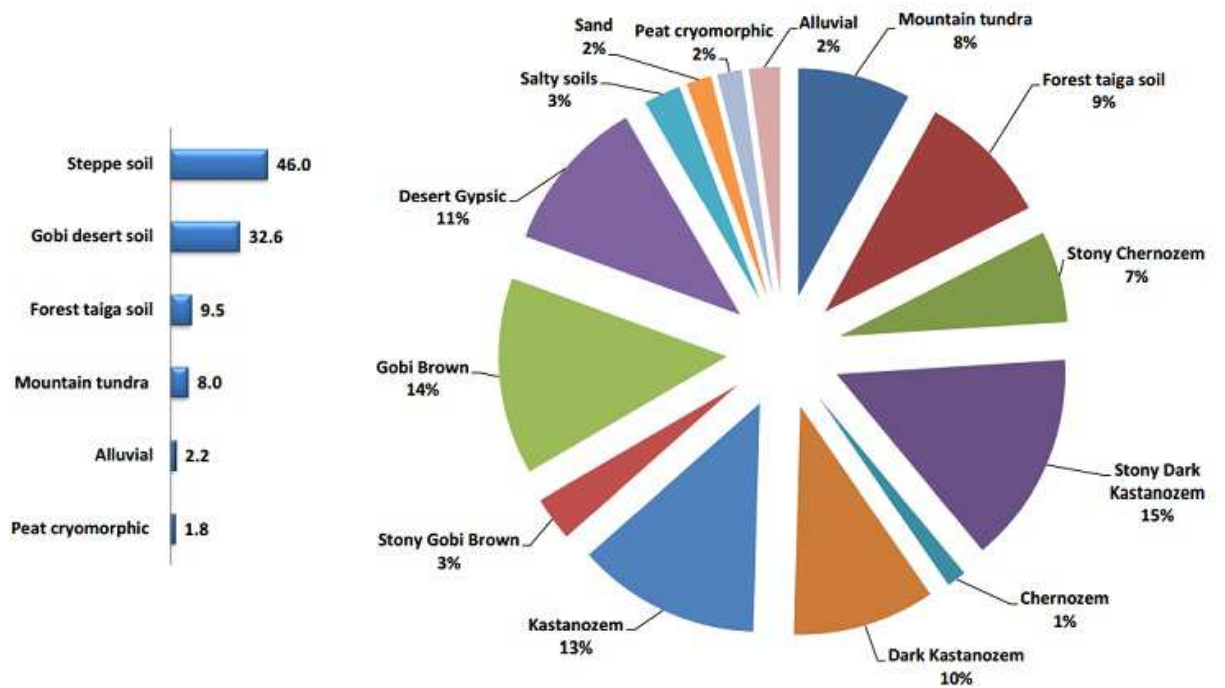
Šestá skupina je tvořena Gypsisoly, které se vyznačují horizontem sekundárně obohaceným o sádrovec. Vyskytují se v nejsušších oblastech pouště Gobi.

Sedmá skupina je reprezentována půdami ze skupiny Cryosoly. Tato skupina půd vzniká za vlivu permafrostu, jež je příznačný pro severní oblasti Mongolska. (Driessen et al. 2001)

Mongolsko je v dnešní době čím dál tím více ohrožováno degradací půd ať už v důsledku oteplování klimatu, který má za následek vysychání půdního krytu, zrychlení organického rozkladu a následného povrchového transportu, nebo vlivy člověka, který přispívá k degradaci půd především odlesňováním, těžbou a v neposlední řadě nadměrnému vypásání ploch dobyt看kem. (Orchirbat Batkhishig,2015)



Obr. 7. Rozmanitost půd v Mongolsku (Orchirbat Batkhishig, 2015)



Graf 2. Zastoupení půd na území Mongolska (Orchirbat Batkhishig, 2015)

#### **4.4 Klimatická charakteristika Mongolska**

Mongolsko je typický vnitrozemní stát s nepříliš příznivým klimatem. Jeho drsné kontinentální klima je umocněno tím, že je dalece vzdálené moři (700 km) a také je obklopeno vysokým pohořím. Jeho kontinentální klima se projevuje výraznými výkyvy denních teplot a nízkým úhrnem srážek. Vzhledem k vysoké nadmořské výšce, je klima Mongolska chladnější než v ostatních zemích se stejnou šířkou, s průměrnými ročními teplotami mezi  $-6,2^{\circ}\text{C}$  na severu a  $+4^{\circ}\text{C}$  v Gobi. Zvláštním klimatickým jevem je výskyt nesezonních mrazů, zejména na jaře a počátkem podzimu. Z minulosti jsou známy i případy, kdy přišli tyto mrazy již v již v období července. To vše dramaticky snižuje délku vegetačního období o 70 až 130 dnů v různých částech země. (Altansukh,1995) Největšími limitními podmínkami je úhrn srážek, mezi nejsušší místa patří jižní a jihozápadní část a oblast pouště Gobi. Průměrné roční srážky se pohybují v rozmezí od 38,4 mmv oblasti aimag Bayanhongor do 389,3 mmv aimag Netii. Největší úhrn srážek se vyskytuje v období léta mezi měsíci červen a srpen. (Pancová Šimková et al. 2008)

#### **4.5 Hydrosféra na území Mongolska**

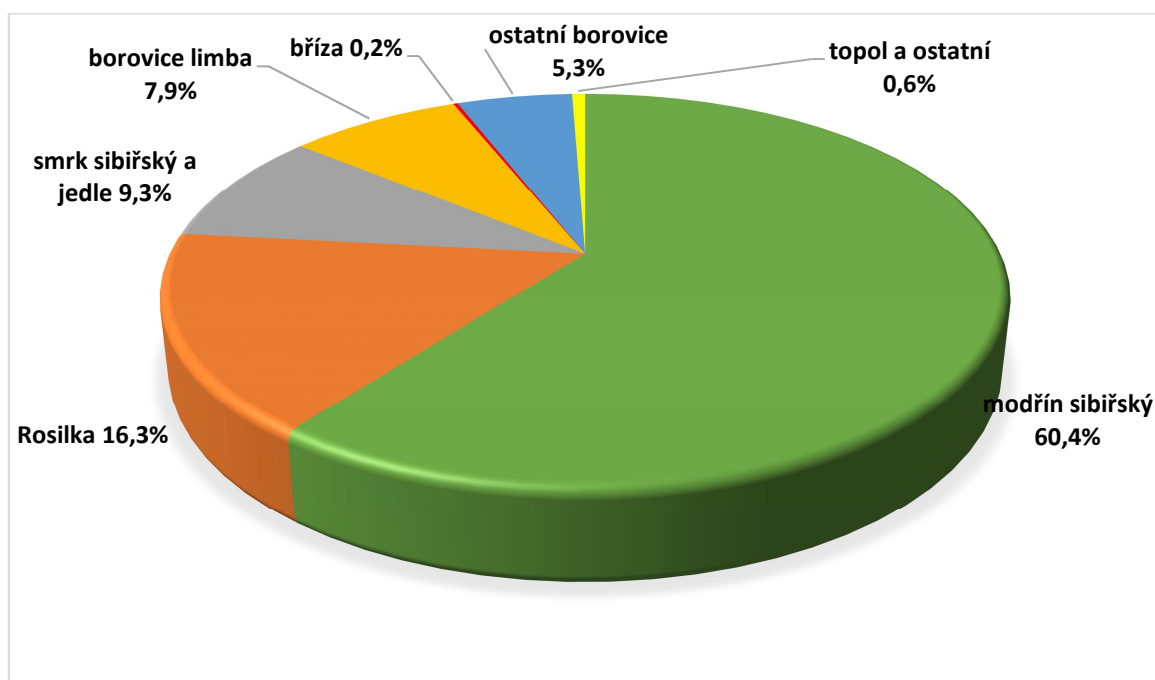
Mongolské vodní zdroje se skládají z 32,7 km<sup>2</sup> povrchových vod, a 6,10 km<sup>2</sup> vod podzemních.. Část podzemních vod (odhadem 4 kilometry čtvereční) se vrací zpět do říčního systému a zbytek vody se odpaří.(Kundell,2007) Mezi hlavní zdroje vod stále patří dešťové srážky, přestože 90% je ztraceno výparem. Jedná se o obrovské ztráty výparem. Zbývajících 10% z celkových srážek není ztraceno, 37% proniká do půdy a přispívá tak k podzemním rezervám a průtoku, zatímco 63% se stává součástí povrchového odtoku. Říční síť je rozvinuta především v oblasti severu. Mezi největší povodí zaujímá řeka Selenge, která teče na sever do jezera Bajkal a spadá do úmoří Severního ledového oceánu. Jejimi dílčími přítoky jsou řeky E'Gyin, Ider, Orkhon a Tuul. Východní část země odvodňuje řeka Kherlen jejíž povodí spadá do úmoří Tichého oceánu. Říčky v jižní oblasti Gobi ztrácí na významu, jelikož se brzy ztrácí v solných pláních pouště.

V Mongolsku existuje zhruba 3500 jezer o celkové ploše 15 600 km<sup>2</sup>. Největší ze sladkovodních jezer je jezero Khuvsgul. Toto hluboké jezero nacházející se v severních horských oblastech, je ceněno jako unikátní zdroj vody.(Altansukh,1995)



#### 4.6 Lesy na území Mongolska

Lesy na území Mongolska se nacházejí převážně v severních pohraničních oblastech, kde tvoří přechodovou zónu mezi boreálními lesy Sibíře a středoasijskou stepí a pouští. Jejich plocha zaujímá areál o rozloze 18,3 miliónů hektarů, neboli 8,14% z celkové plochy. Zalesněné oblasti lze rozdělit do dvou typů, oblast severních jehličnatých lesů a jižních oblastí s charakteristickými porosty tvořenými rosilkou (*Haloxylon ammodendron*). Mezi hlavní dřeviny reprezentující lesy Mongolska patří modřín sibiřský (*Larix sibirica*), smrk sibiřský (*Picea obovata*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice limba (*Pinus cembra*) a bříza s topolem. (Ykhanbai,2010)

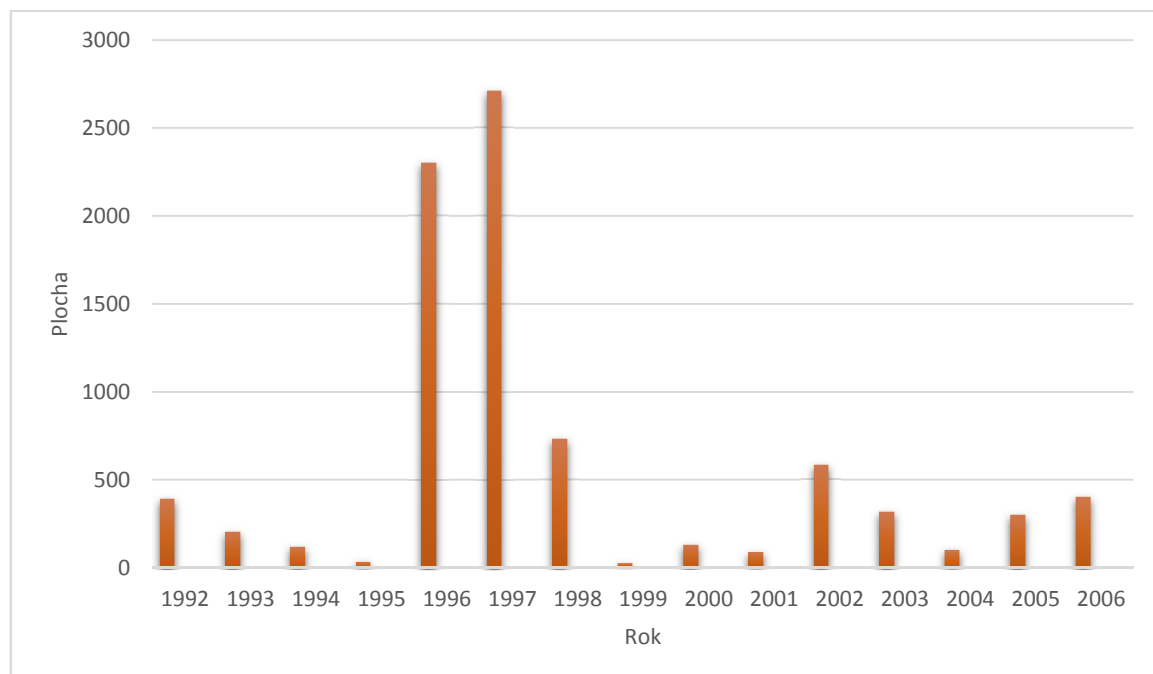


**Graf 3. Procentické zastoupení jednotlivých druhů dřevin** (Pancová Šimková et al. 2008)

##### 4.6.1 Problémy Mongolského lesnictví

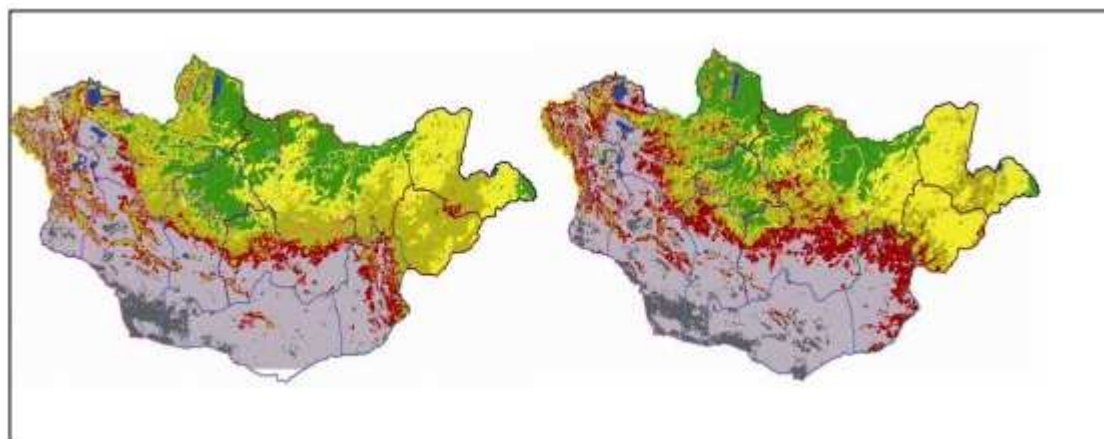
Mongolské lesy jsou v dnešní době stále významněji ohrožovány požáry, pastvením dobytka, ilegální těžbou, klimatickými změnami a následně kalamitami škodlivého hmyzu. Lesní požáry jsou nejčastěji zapříčiněny lidskou činností. Zprávy naznačují, že

nejzávažnější dopad na lesy mají právě požáry. Mezi lety 1974 a 2000 bylo ztraceno zhruba 1,6 miliónů hektarů lesních ploch, kdy nejhorší požáry vypukly v letech 1996 až 1998.(graf 4.)



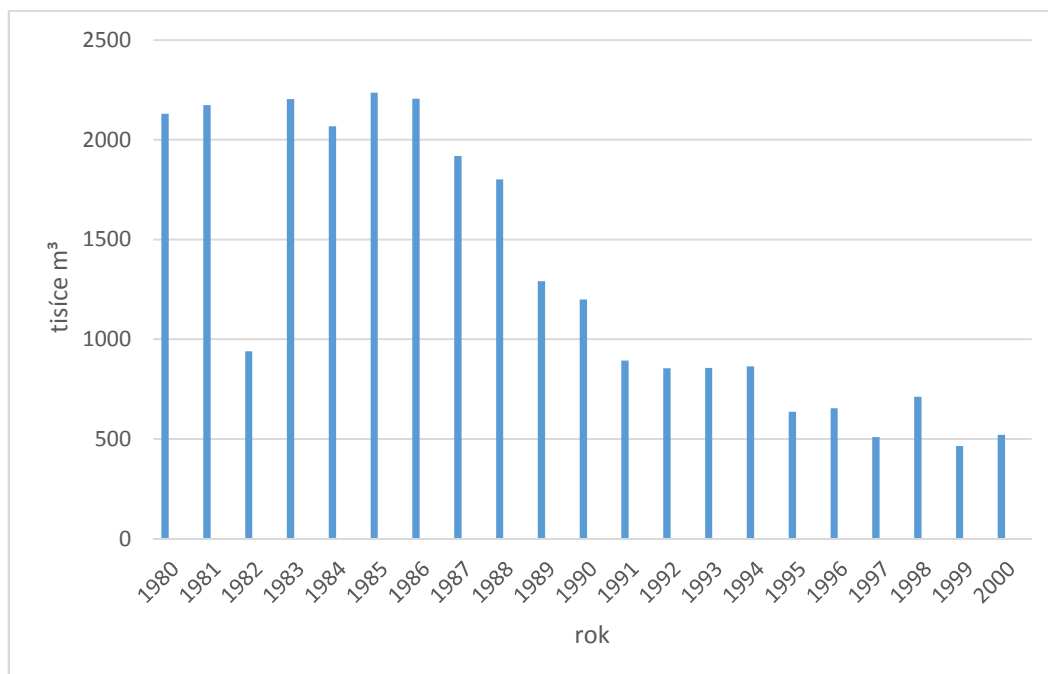
**Graf 4. Plochy postižené lesními požáry, 1992-2006 (Ykhanbai,2010)**

V průběhu posledních 60 let se průměrná roční teplota zvýšila o 1,56 stupňů Celsia. Tento nárůst je přičítán klimatickým změnám. Areál pouště Gobi představuje 42,5 procent země. Zintenzivnění procesu desertifikace má za následek tání permafrostu, vysychání vodních zdrojů, zasolování půd erozi a stím spojené problémy. (Ykhanbai,2010)



**Obr. 8. Změna průběhu desertifikace, 1974 a 2004 (Ykhanbai,2010)**

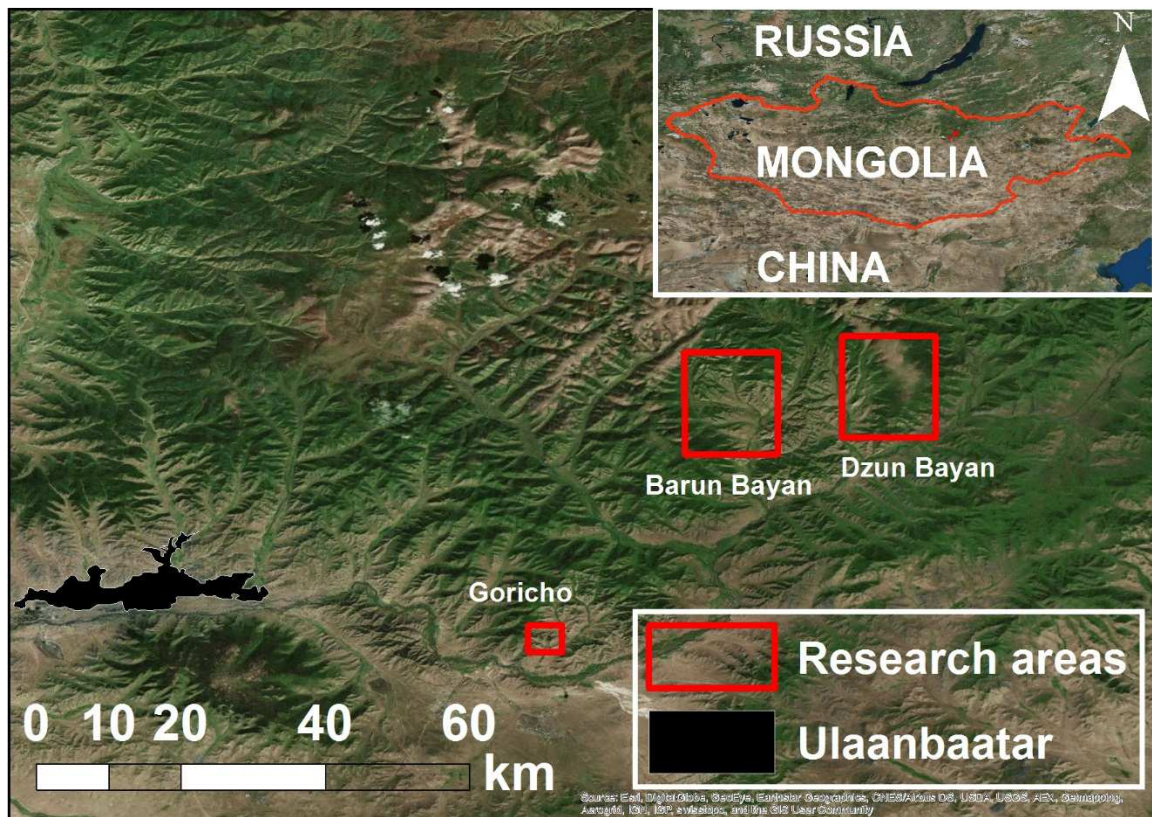
V posledních letech však Mongolské lesy nejvíce trpí nešetrnými způsoby získávání dřevní hmoty a nelegální těžbou, která se pohybuje mezi 36-80% z celkové výše těžeb. Většina dříví co se vytěží spadá do palivového dříví, jenž zaujímá 65-80% z celkové výše těžby. (Ykhanbai,2010)



**Graf 5. Celková výše těžeb v letech 1980 – 2000 (Pancová Šimková et al.2008)**

Další faktor záporně ovlivňující vývoj lesů je celoroční pastvení dobytka, který se nepase pouze na pastvinách, ale i v lese. Jak uvádí Sankeyet (2006), tak jednou z příčin úbytků modřínových lesů je pasení dobytka v zimním období, kde poškozují porosty až do výšky 220 cm.

## 5. Charakteristika zkoumaného území



Obr. 9. Mapa zájmového území (Juříčka 2015)

### 5.1 Oblast Gorkhi

První zkoumaná oblast Gorkhi se nachází zhruba 40 km na východ od hlavního města Ulaan Baataru. Průměrná výška území se pohybuje okolo 1600 m n. m. a nejvyšší polohy sahají do výšek blízkých 2000 m n. m.. Ve vysoké míře jsou zde zastoupeny svahy se sklony od 20 do 30°. Místní oblast je charakterizována ekosystémy horské lesostepi s relikty zapojeného lesa na severních svazích a dále souvislé v nadmořské výšce nad 1700 m n. m. s dominantním zastoupením modřínu sibiřského (*Larix sibirica*).

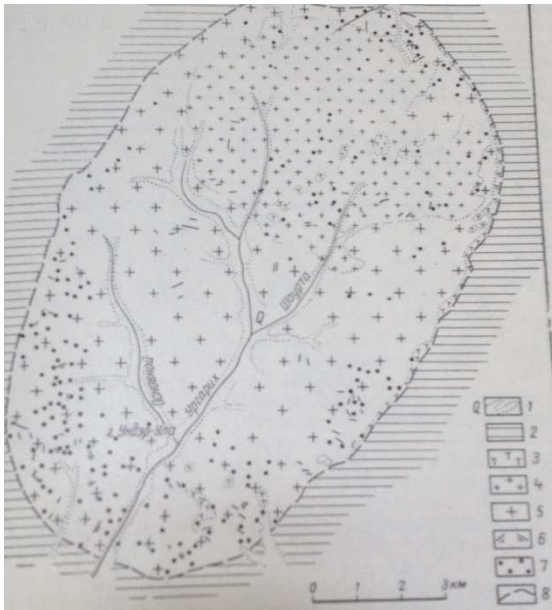
#### 5.1.1 Pedologická charakteristika vybraného území

V nižších polohách údolí a v místech s mírnými svahy převládají kambisolys s dominancí kambizemně modání. Díky dominujícímu zastoupení prudkých svahu se zde vyskytují půdy se středním obsahem skeletu 20-50% a silným obsahem skeletu, který přesahuje 50% a více. Velikost frakcí se zde pohybovala v rozmezí od 5 do 10 mmu drobného štěrku a u hrubého štěrku 10 až 50 mm. Půdním typem převládajícím

v těchto vyšších a exponovaných polohách jsou leptosoly. Při vrcholech geografických dominant se vyskytoval převážně půdní typ ranker.

### **5.1.2 Geologická charakteristika vybraného území**

Gorkhinský masiv je eliptického tvaru, v severo-východním směru je 15 km dlouhý a široký až 9 km a tvoří nápadnou mísovitou depresi ohraničenou erozí odolnějšími horninami. Granitické horniny jsou přítomny v podobě 3 samostatných horninových typů mezi nimiž dominují velmi hrubozrnné alkalikoživcové granity s vysokým zastoupením plášťových a spodnokorových xenolitů, tyto jsou obklopovány a uzavírány ve středně zrnitých alkalikoživcových granodioritech s biotitem a amfibolem a okrajová jednotka je tvořena granodiority, diority a přechody do tonalitů, (viz obr. č. 9) Granitový masiv je tak defacto obklopen kontaktně metamorfovanými horninami, které představují zejména velmi jemnozrnné rohovce a vzácněji jsou přítomny jílovité křemence. Okrajová zóna masivu se skládá z granitových porfyrů s kontaktními aplity oblastí hybridních hornin. Více k centru masivu následují hrubozrnné slabě porfyrické leukokratní granity. Ze všech zón nejvíc převládají středně velké porfyrické granity, šířka okrajových zón složených z porfyrických granitu nepřesahuje 150m.



**Obr. 10. Geologická situace masivu Gorkhi (Marunov,1963)**

(1-aluviální sedimenty, 2-metamorfované pískovce, rohovce, 3-porfyrické granity, 4-středně hrubozrnné granity, 5-hrubozrnné, jemně porfyrické, leukokratní granity,6-žíly aplitu i jemnozrnných aplitických granitů, 7-pegmatitové tělesa, 8-kontaktní zóna granitového masivu s metamorfovanými horninami)

### 5.1.3 Možnosti ohrožení

Lokalita Gorkhi leží v přilehlé oblasti města Ulaan Baatar, kde je zvýšena frekvence pohybu ať už turistů, tak místních obyvatel. S nimi jsou spojovány rizika v podobě požárů a nelegální těžby. V dané oblasti je také nadprůměrný pohyb dobytka, který svou intenzivní pastvou vypásá plochy stepi a poškozují lesní porosty. Jeho nadměrná aktivita v těchto místech má negativní vliv na ztuhnutí půdního krytu, který má za následek zvýšený povrchový odtok a následnou erozi. Tento stav je umocněn faktem, že je zde poměrně svahovitý terén se sklony 20 – 35°.



**Obr. 11. Příklad erozní rýhy.**

### **5.2. Oblast Barun-Bayan a Dzun-Bayan**

Zkoumaná oblast Barun Bayan a Dzun-Bayan leží zhruba 40 km severo-východně od výše uvedené lokality Goricho. Jednotlivé oblasti Dzun bayan a Barun Bayan jsou ve své podstatě sousedící údolími. Dzun bayan reprezentuje údolí stejnojmenné řeky levý Bayan a Barun-Bayan leží napravo v údolí řeky pravý Bayan. Nadmořská výška těchto území se pohybuje okolo 1700 m n. m. Leží na východním břehu řeky Tuul na severu Mongolska.

### **5.2.1 Pedologická charakteristika vybraného území**

Půdy v těchto oblastech reprezentují svahové půdy (v rozmezí 10 – 35°) středně hluboké půdy, mocností organominerálního horizontu s průměrnou mocností 25 cm. Barva těchto horizontů je převážně černá. Množství frakcí v půdě je zde vyhodnocen jako obsah s mírnou skeletností. Pro horizont organominerální je obsah skeletu v rozmezí 0 -50%, což odpovídá až střední míře skeletnosti. Z hlediska velikost zde byly zastoupeny frakce odpovídající velikosti 2-10 mm.

### **5.2.2 Geologická charakteristika vybraného území**

Dzun Bayanský granitový masív je elipsoidní formy, orientován v severoseverozápadním směru, jeho délka je 27 km a šířka 18 km.

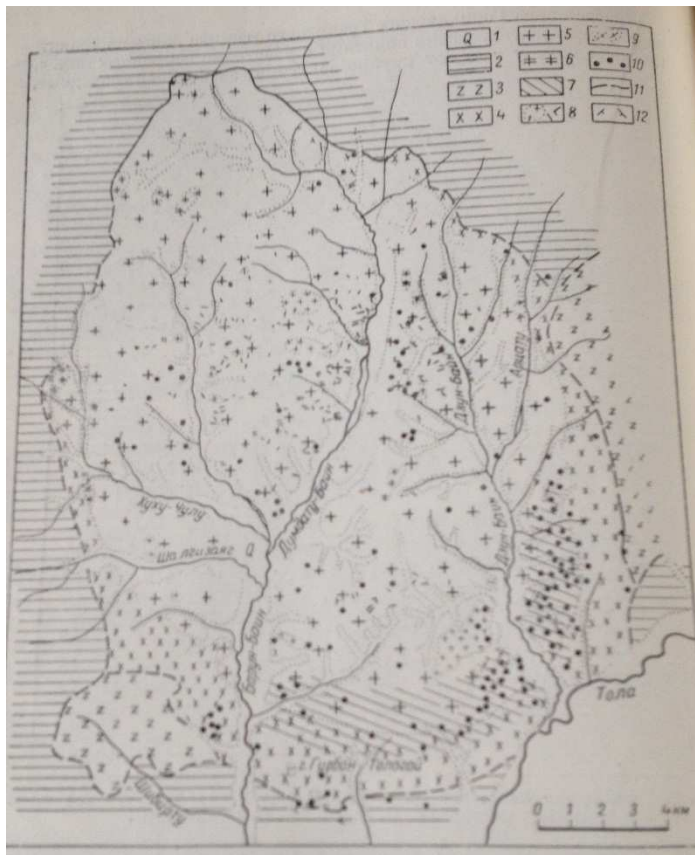
V jižní, severní i západní části má masív ostrý kontakt s rohovci, rohovcovými pískovci a břidlicí, zatímco v jihozápadní a východní části má pozvolný kontakt se středně až hrubozrnnými granity.

Masív má asymetrickou zonální stavbu. Okrajové zóny jeho jižní, západní a severovýchodní části jsou tvořeny středně zrnitými leukokratními granity, centrální část obsahuje biotitové granity s lokálně vystupujícími hrubšími amfibolitickými biotitovými a porfyrickými granity. V severní části masívu je zóna středně zrnitého granitu a hrubozrnného granitu, místy slabě porfyrickými biotitovými a amfibolovými granity, které jsou v kontaktu přímo s břidlicovým souvrstvím středního paleozoika.

Žilné granitické horniny dzumbayanského granitového masívu představují velká tělesa, s převážně čočkovitými tělesy velmi jemnozrnného aplitického granitu, žilami jemnozrnného aplitického granitu, křemennými žilami, středně zrnými žilami leukokratního granitu.

Dzumbayanský granitický masív se liší od gorkhinského více složitým vývojem a rozložením mnoha pestrých strukturních elementů. Tektonickou činností hlavní (tvrdé) fáze intruzivní etapy vývoje masívu vznikaly rozsáhlé praskliny, které se projeví ve vytvoření četných velkých ploch trhlin, následně vyplněných žilnými středně a jemnozrnnými granity a často v zabarvenými do červena hematitem (nejrozšířenějším minerálem mezi pigmentovanými částicemi), což se projevuje zejména podél radiálních trhlin v centrální části masívu, vyplněných jemnozrnnými granity. Občas jsou doprovázeny pórovitými (miaskitickými) červenými granitickými tělesy ve kterých trhlina tvoří souvislou síť po celé ploše těles.





**Obr. 12. Dzumbayanský granitový masiv (Marunov,1963)**

(1-kvarterní aluvialní sedimenty, 2-rohovce a kontaktně metamorfované pískovce, 3-hrubé až středně kataklaz. granity, 4-střednězrnné leukokratické granity, 5-hrubozrnné bitotity a biotit amfibolické granity, 6- hybridní porfyrické granity, 7-zóna rekliktu xenolit hornin , 8-jemné aplitické granity, 9-žilné leukokratické granity, 10- pegmatitové tělesa, 11-intruzivní kontakty, 12-směry úklon)

### **5.2.3 Možnosti Ohrožení**

Místní ekosystému jsou zde ovlivněni podstatně méně vlivem člověka než oblast příměstská. Příčinou je ta skutečnost, že je tato lokalita vzdálena hlavním oblastem výskytu turistického ruchu a pastevců. Lesy zde nejsou tak silně ovlivňovány lesní pastvou. Z globálnějšího pohledu jsou zde zdravější lesy, než tomu bylo v oblasti Goricha. Přesto je zde potenciální riziko výskytu požárů a nelegální těžby.

## **6. Metodika**

### **6.1 Výběr lokalit pro odběr vzorků**

Pro výběr lokalit k odběru reprezentativních vzorků bylo nutné obeznámit se se širokým okolím zkoumané oblasti. Jednotlivé odběrové plochy byly na určeném území rozmístěny tak, aby byly zahrnuty plochy s co nejširším spektrem přírodních podmínek nejbližšího okolí. V jednotlivých oblastech bylo odebráno 10 vzorků z pevného podloží mateční horniny, půdního krytu a nejbližší dřeviny.

### **6.2 Odběr vzorků a jejich zpracování**

Odběr vzorků byl uskutečněn v průběhu expedice Mongolia 2014, jenž se uskutečnila v 6-7 měsíci tohoto roku. Z každé zkoumané plochy bylo odebráno 5 vzorků vegetace z bezprostřední vzdálenosti od půdní sondy. Ze svrchního horizontu sondy se odebíral vzorek půdy a následně po prokopání na pevné neztvrdlé části mateční horniny se odebrala hornina. Kompletně bylo v každé oblasti na 10 plochách odebráno 10 vzorků z půdy, 10 vzorků z horniny a 5 vzorků z nejbližší vegetace

Technologicky nejméně náročným odběrem vzorků byl odběr dřevní hmoty, která se odebírala za pomoci pilky, nebo přírůstového nebozezu. Jednotlivé vzorky byly po odběru popsány a uloženy do polyethylenových sáčků.

Další v pořadí byly odebírány vzorky půd, jejichž odběry se uskutečňovali za pomoci lopatky. Vzorky byly odebírány ze svrchních organominerálních horizontů nacházejících se v hloubkách se rozmezím 10 – 30 cm. Po odběru byly uloženy do polyethylenových sáčků a popsány.

Následně byly odebírány vzorky z neztvrdlé „pevné“ části mateřské horniny, tato část byla technologicky a fyzicky nejnáročnější, jelikož bylo za potřebí odkrýt povrch mateřské horniny, který se nacházel obvykle ve větších hloubkách přesahujících 2 metry. Pro tento proces bylo za potřebí užít lopaty, krumpáče a na závěr kladivo s dlátem. Poté byly vzorky opět popsány a uloženy.

Veškeré vzorky byly zpracovány ještě téhož roku, po návratu z expedice.

### **6.3 XRF analýza**

XRF analýza neboli rentgenová fluorescenční spektrometrie (dále jen XRF) je rychlá a nedestruktivní metoda pro zjišťování kvantity prvků u zkoumaných vzorků. Díky absenci užívání kyselin při zjišťování chemismu je XRF metoda vysoce efektivní z důvodu úspory času a široce užívanou metodou při zjišťování chemismu. (Rumsby,2013)

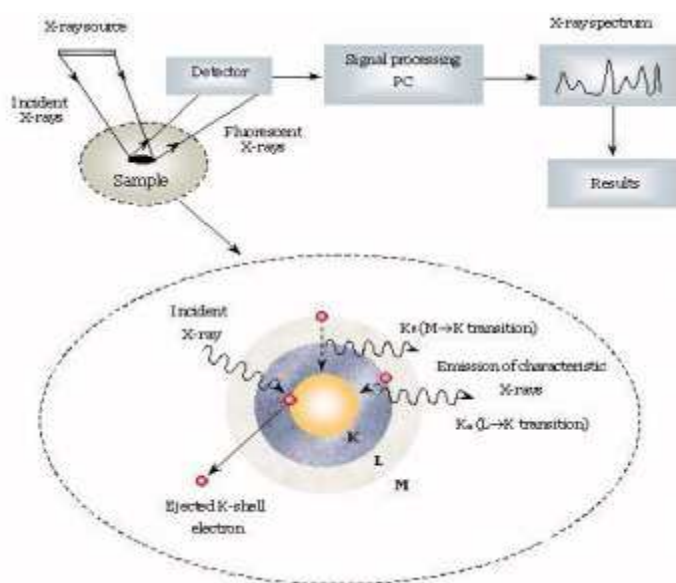
Pro tuto analýzu jsem využíval ruční rentgenový spektrometr delta. S pomocí tohoto přístroje je možné analyzovat prvky titanu, vanadu, chromu, manganu, železa, kobaltu, niklu, mědi, zinku, zirkonia, niobia, molybdenu, hafnia, wolframu, arsenu, tantalu, rhenia, olova, zlata, cínu, bismutu, antimonu a dokáže analyzovat prvky jako stříbro, palladium, platina, iridium, rhodium a dále pak prvek hliníku, křemíku, fosforu a síry a to bez užití vakua či hélia, které by bylo za jiných okolností nutné. Jednotlivá měření byla uskutečněna pod odborným dohledem doc. Mgr. Jindřich Kynického, Ph.D.. Před samotným měřením bylo nutné zredukovat faktory ovlivňující měření, tak aby bylo měření co nejpřesnější. Pro zvýšení přesnosti jsem musel snížit vlhkost, což obnášelo každý z půdních vzorků vysušit v sušárně při teplotě 105°C, u takto vysušených vzorků bylo nutné ještě zredukovat velikost částic, aby plocha měřeného vzorku tvořila celistvou plochu. Každý ze zkoumaných vzorků byl měřen v režimu geochem a to dvakrát po dobu 45 sekund. S rostoucí dobou exponenciálně roste i přesnost měření. Po ukončení měření stačilo data exportovat za pomoci USB portu přímo do počítače.

#### **6.3.1 Princip fungování XRF analýzy**

XRF metoda funguje na základě vyhodnocování fluorescenčního (nebo sekundárního) vyzařování ze vzorku, jenž je podmíněn primárním zdrojem záření. Každý z těchto prvků přítomných ve zkoumaném vzorku vytváří svůj charakteristický fluorescenční rentgenový paprsek, který je jedinečný pro každý prvek (téměř jako „otisk prstu“), což je důvodem, proč je XRF spektrometrie vhodnou pro kvantitativní i kvalitativní analýzy.

Při vyslání kontrolovaného rentgenového záření z přístroje delta na vzorek dochází ke kontaktu tohoto záření s jednotlivými prvky obsaženými ve vzorku konkrétně s jejich orbitálními zónami, jejichž součástí jsou elektrony různého

uspořádání. Záření by mělo být takové, aby proniklo vnější zónou elektronové orbity k vnitřní orbitě. Při kontaktu rentgenového paprsku a elektronu z vnitřní orbity dojde k jeho vychýlení do zóny s vyšší energií orbitální vrstvy. Po uvolnění tohoto elektronu dojde k jeho následnému nahrazení jiným elektronem z též vyšší vrstvy. V průběhu této výměny se uvolní takzvané fluorescenční záření. Energie tohoto záření je rovna rozdílu mezi dvěma kvantovými stavy elektronu. Díky tomu jsme schopni rozpoznat energii vyzařovanou těmito prvky a na základě toho určit její kvantitativní zastoupení ve vzorku. (Rumsby,2013)



**Obr. 13. Princip fungování XRF analýzy.** (Rumsby,2013)

### 6.3.2 Faktory ovlivňující přesnost měření

Prvním faktorem, který může ovlivnit výsledek, je prolínání vlnových délek fluorescenčního záření. Příkladem tohoto prolínání může být překrytí vlnových délek u síry, molybdenu, chloru, rhodia, arsenu a olova. Běžný případ prolínání můžeme zaznamenat u prvků, které se liší pouze jedním atomovým číslem. Toto je označováno jako Kalfa / Kbeta prolínání. Pokud je rozlišení mezi těmito dvěma prvky nedostatečné, pak je potenciální šance, že přístroj může nadhodnotit jejich míru koncentrace. Jelikož každý prvek vydává specifickou řadu záření o jiné energii. Jiný typ závěru, který může nastat, když některé z vrcholů určitých vlnových délek se překryjí s vrcholy vlnových délek zcela odlišných prvků. Tento typ prolínání je nazýván K/L, K/M a L/M a závisí na jaké úrovni jsou překrývající se vlnění. Nejběžnějším typem tohoto prolínání je

interference mezi arsenem a olova. Takovéto odchylky je však možno v určité míře redukovat pomocí matematického korekčního faktoru zaneseného do softwaru. (Rumsby,2013)

Druhým faktorem je matrice, která se dá rozlišit do dvou hlavních typů. Do matrice adsorpční a do matrice zkreslující. Adsorbční účinek nastává, když prvek zájmu záření pohltí nebo rozptýlí. Výsledkem je nižší hodnota zastoupení prvku ve zkoumaném vzorku. Zkreslení nastává v případě, že prvek zasažený zářením excituje prvek sousední, toto excitované záření uměle navyšuje hodnotu zastoupení zkoumaného prvku, která je v konečném důsledku vyšší, než by ve skutečnosti měla být. Při velmi vysokých koncentracích určitého prvku se může stát, že první atom zasažený zářením zaštití atom stejného prvku a tím pak sníží výslednou hodnotu koncentrace. (Rumsby,2013)

Půdní vlhkost jakožto třetí faktor ovlivňující přesnost měření, má na rozdíl od předešlých dvou případů významnější vliv, protože voda obsažená ve vzorku má schopnost pohltit rentgenové záření. Celková chyba pak spojená s vlhkostí půdy může být nevýznamnou, pokud nepřesáhne vlhkost 5-20%, ovšem stává se významnou v případě, že je půda nasycena.(Kalnický et al. 2001)

Dalším faktorem ovlivňujícím přesnost měření je heterogenita velikost částic obsažených v měřeném vzorku. Aby nedošlo ke zkreslení výsledků, neměla by velikost půdních částic přesáhnout určitou hodnotu. Chybu je možno zredukovat prosetím nebo jiným způsobem zjemnění částic. (Rumsby,2013)

Další faktor je schopnost rentgenového záření proniknout pouze 2 až 5 mm do vzorku (Kalnický et al. 2001), je-li měřeným vzorkem půda pokrytá organickým odpadem například trávou, stává se měření nereprezentativním.(Rumsby,2013)

Interference při měření půdy skrz plastový sáček nemusí mít významný vliv. Však při měření baria, chromu a vanadu může měření koncentrace vykazat hodnoty o 20-30% nižší. Toto je zapříčiněno částečnou absorpcí, proto se měření těchto prvků v sáčku nedoporučuje (Rumsby,2013)

#### **6.4 způsob vyhodnocení vzorků**

Veškeré získané výsledky jsme podrobili statistické analýze, přičemž jsme kladli důraz na nejdůležitější zástupce prvků v půdě a to na zinek, fosfor, železo, vápník, draslík a dále skupinu rizikových prvků tvořeno arsenem, sírou, olovem a chlórem.

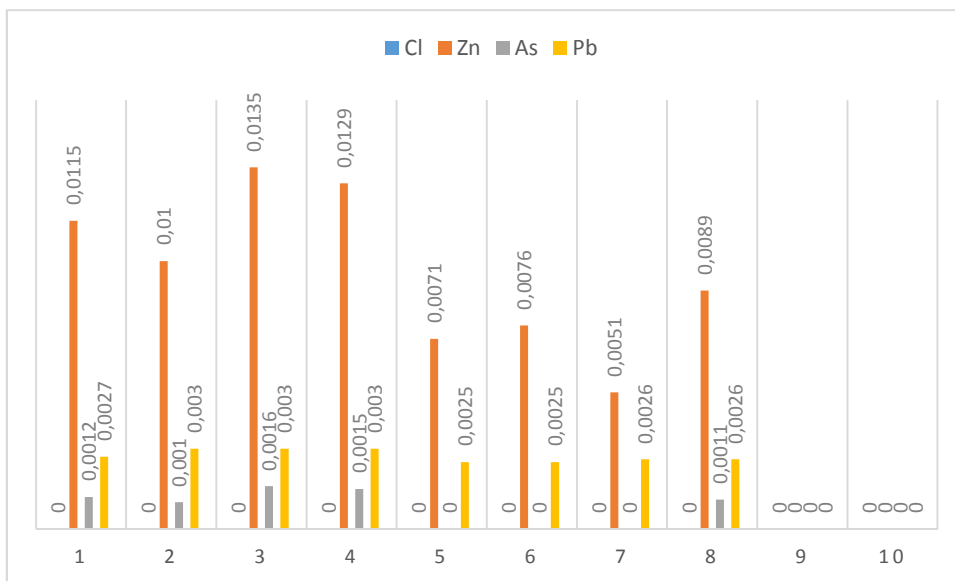
### **7. Výsledky**

Níže uvedené výsledky, které byly zjištěny za pomoci XRF spektrometrie jsou vyjádřeny procenty, přesněji v jednotkách ppm (Parts Per Milion; 0,0001%; 1mg.kg<sup>-1</sup>)

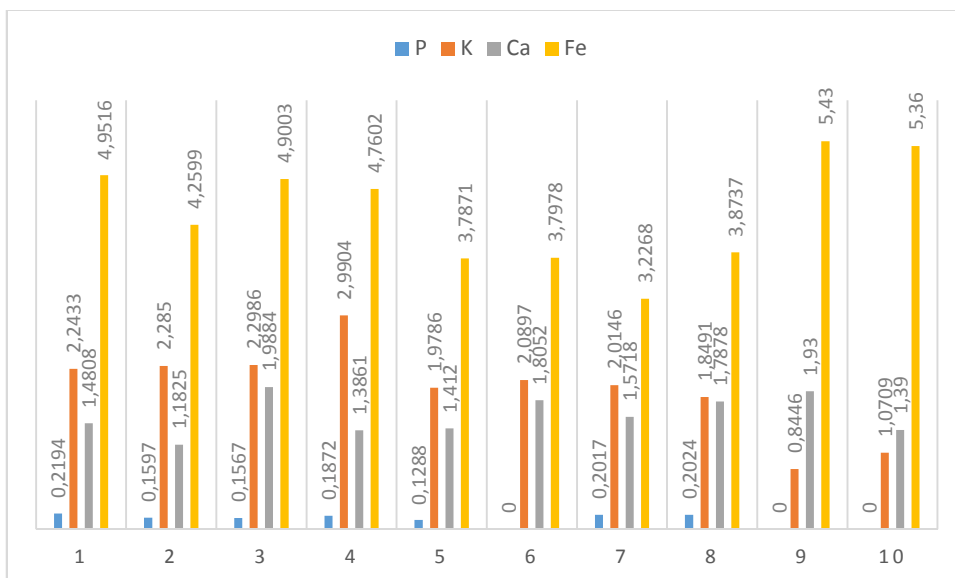
#### **7.1 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Goricho**

U analyzovaných vzorků zkoumané lokality Goricho byly zjištěny zvýšené koncentrace těchto rizikových prvků: As, Pb, Zn. Předpoklad zvýšené koncentrace Cl nebyl potvrzen a chlor na drtivě většině studovaných lokalit nebyl zastoupen vůbec (respektive byl krom jediné anomální analýzy pod mezí detekce použitého přístrojového vybavení).

Mezi analyzovanými těžkými kovy ve zjištěných koncentracích naprosto dominuje zinek. (viz. Graf 6.) Svým množstvím převyšuje ostatní zmiňované prvky, přesto však nedosahuje hodnot, které by mohli negativně působit na místní rostliny. Jedním z důvodů je i fakt, že tento kov se chová nikoliv jako toxický, ale naopak biologicky využitelný a je součástí půd i rostlin na všech studovaných lokalitách. V nízkých koncentracích byl detekován a na většině lokalit se objevuje i arzen společně s olovem, jejichž koncentrace jsou málo nebezpečné až nevýznamné v případě zastoupení olova. Nicméně koncentrace arsenu již dosahují nadlimitních hodnot a vzhledem k jeho vysoké toxicitě mohou dané hodnoty vypovídat o výrazném antropogenním ovlivnění imisemi z hlavního města Ulaan Baataru.



**Graf 6. Zastoupení rizikových prvků v půdách Goricha**

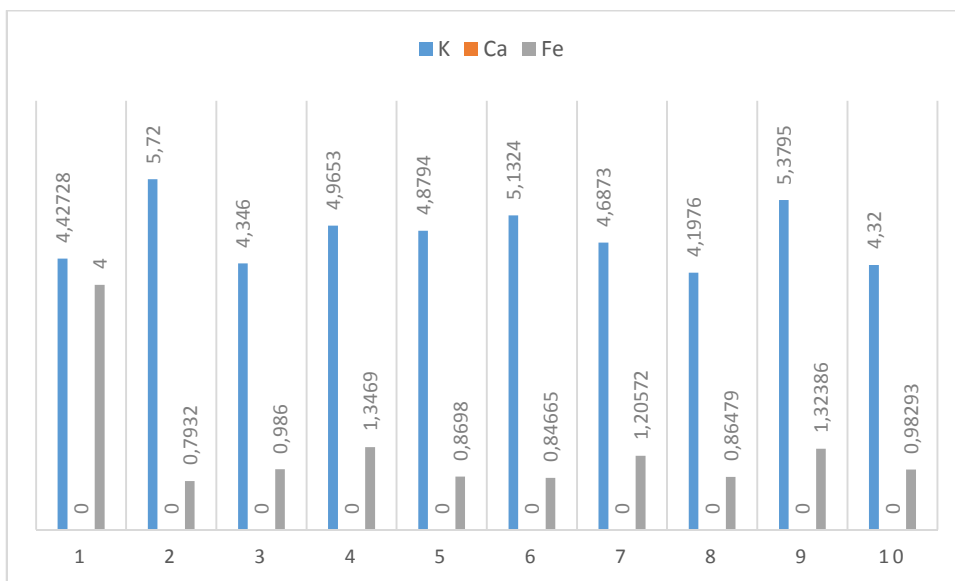


**Graf 7. Zastoupení makroprvků v půdách Goricha**

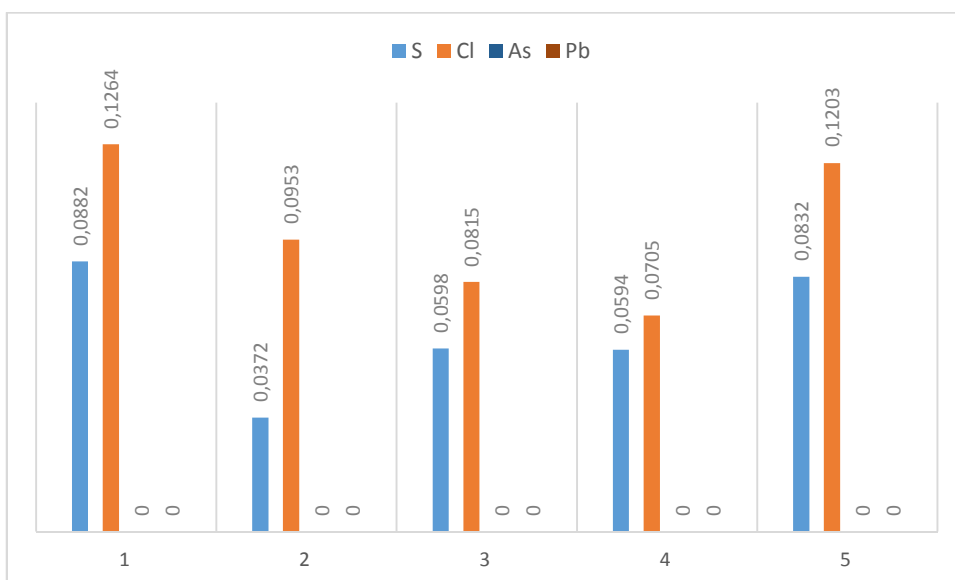
Zastoupení makroprvků v souboru studovaných půd je relativně velmi homogenní. Z čísla grafu 7 je patrné, že obsah železa vykazuje vyšší hodnoty než ostatní zkoumané prvky a jeho zastoupení je nejvíce rozkolísané v celém souboru dat. Jeho koncentrace několiknásobně přesahuje zastoupení ostatních prvků. Z dalších biogenních prvků je zde zastoupen v největší míře draslík, fosfor se zde vyskytuje v nízkých koncentracích. U zkoumaných ploch číslo 9. a 10. (viz Graf 7.) si můžeme všimnout nápadného poklesu fosforu a hlavně draslíku. Příčinou této snížené hodnoty koncentrace by v tomto případě mohl fakt, že v blízkosti lokality 9. a 10. proběhl požár, který zapříčinil



uvolnění draslíku z půdy. Z těchto míst byl následně odnesen za pomoci vody do níže orientovaných terénních depresí kde docházelo k jeho akumulaci (v tomto případě by se jednalo o plochy 3. a 4.). V porovnání s chemismem horniny (viz Graf 8.) je obsah železa nižší než je obsah draslíku, co se týče prvků Ca tak jeho výskyt nebyl v hornině zaznamenán.



**Graf 8. Zastoupení makroprvků v horninách Goricha**

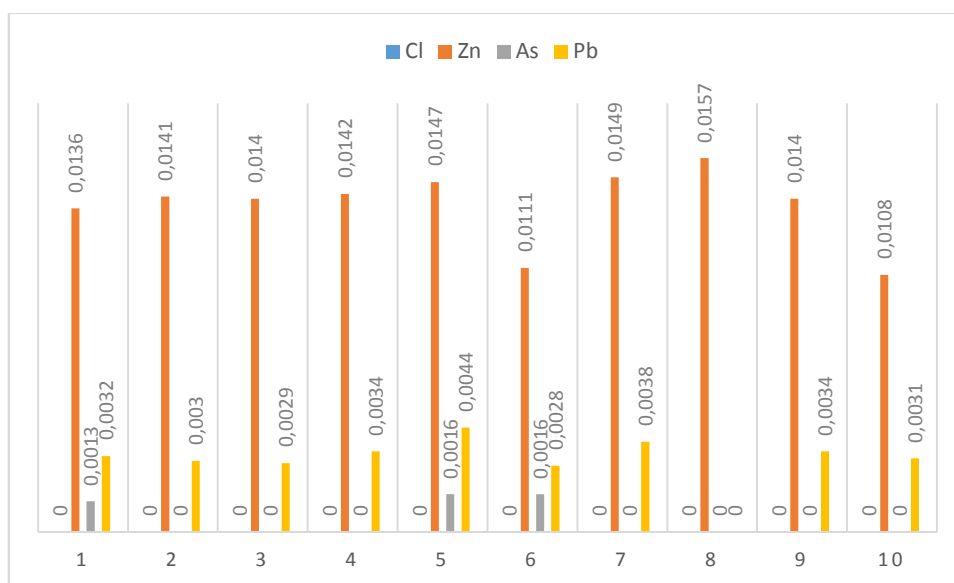


**Graf 9. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Goricha**

Z analyzovaných vzorků dřev byly zjištěny pouze 2 chemické prvky, které ve zvýšených koncentracích mají negativní vliv na rostliny. Zjištěné hodnoty nepřesáhli

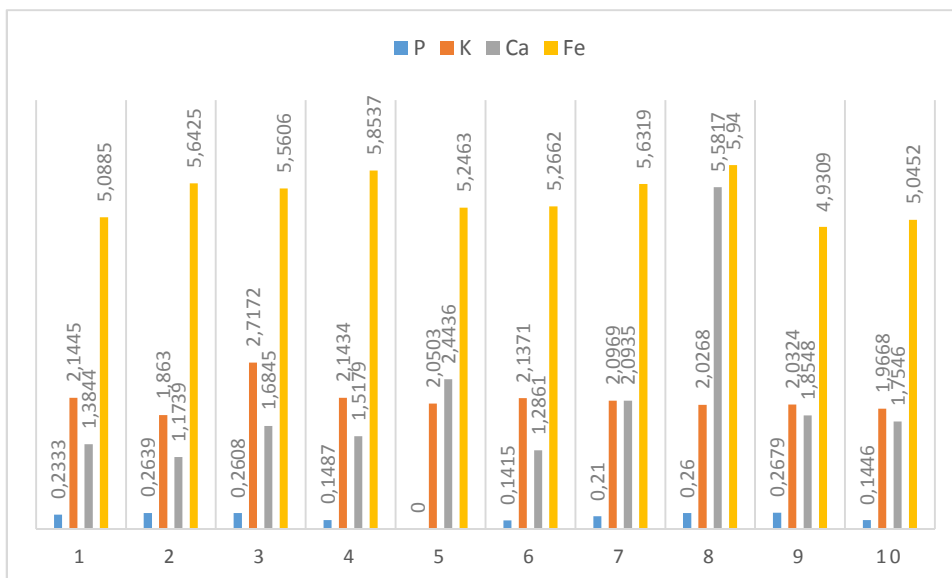
nebezpečné koncentrace prvků, jenž by negativně ovlivňovali místní vegetaci. Předpokládaný obsah arzenu v dřevě nebyl potvrzen.

## 7.2 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Barun Bayan



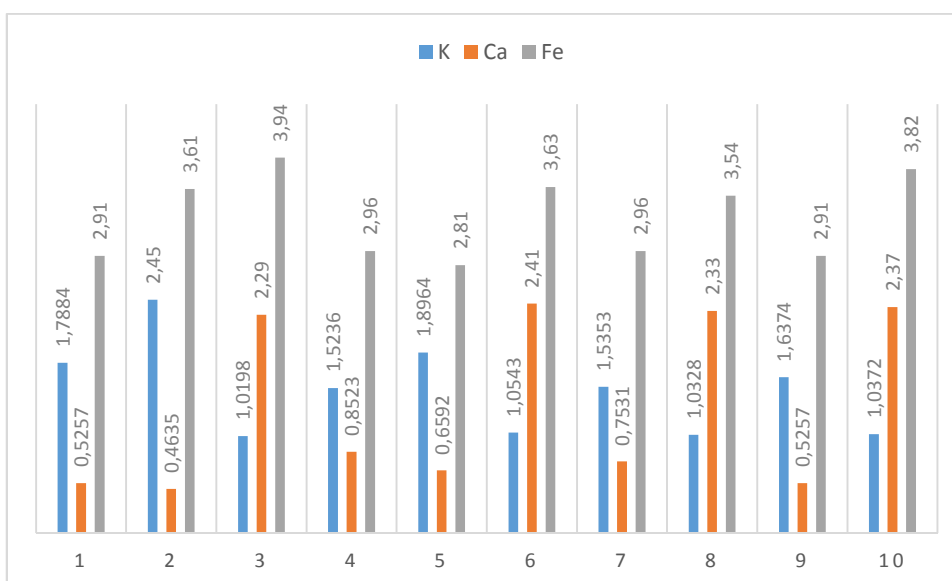
**Graf 10. Rizikové prvky v půdách Barun Bayanu**

Zkoumanými rizikovými prvky v oblasti Barun Bayan jsou Cl, Zn, As a Pb. Koncentrace chlóru zde nedosáhla takových hodnot, aby bylo možné ji zaznamenat za pomoci použitých metod. Z daných prvků je zde v největší míře zastoupen zinek, který svým obsahem převyšuje ostatní analyzované prvky.(viz. Graf 10.) Jeho míra koncentrace vykazuje zvýšenou hodnotu, přesto není v dané koncentraci toxickým pro místní společenstva. S velmi nízkými koncentracemi se zde objevil i arzen a olovo. Zvýšená míra hodnot arsenu je zapříčiněna antropogenní činností.

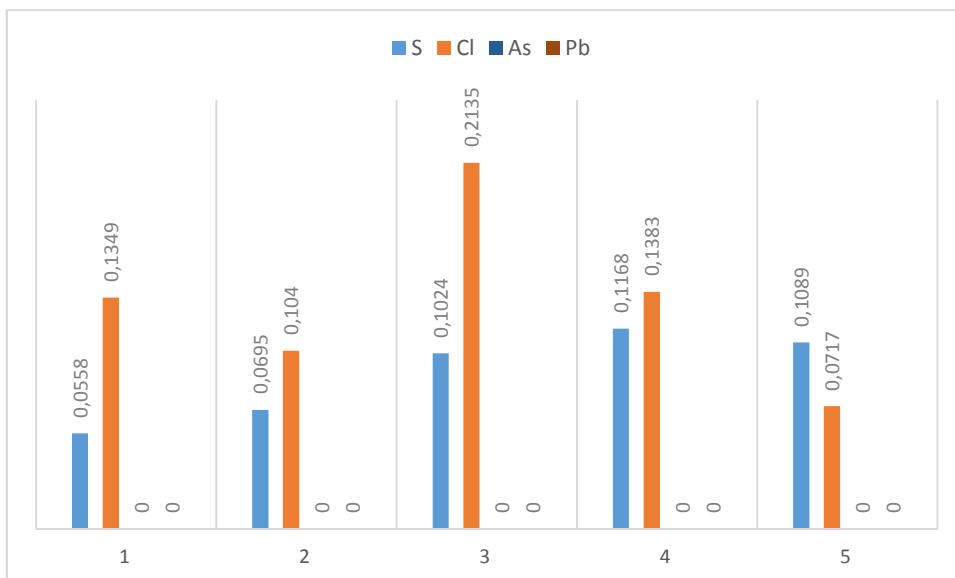


**Graf 11. Zastoupení makroprvků v půdách Barun Bayanu**

Ze zkoumaných makroprvků obsažených v půdách Barun Bayanu je s největší koncentrací zastoupeno železo. Druhým nejvíce zastoupeným prvkem je biogenní draslík, fosfor je zde v malých koncentracích. Vápník se zde pohybuje ve vyšších koncentracích než tomu bylo u půd Goricha, to je dáno pravděpodobně jeho výskytem i v mateční hornině.(viz. Graf 12.)



**Graf 12. Zastoupení makroprvků v horninách Barun Bayanu**

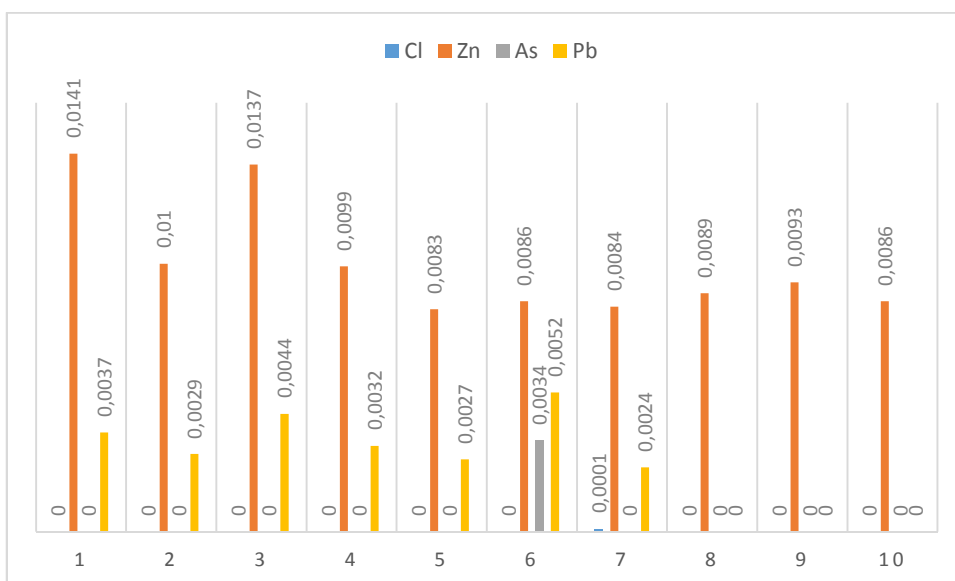


**Graf 13. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Barun Bayanu**

Ve zkoumaných vzorcích dřeva odebraných v lokalitě Barun Bayan byly zjištěny pouze prvky síry a chlóru, jejichž koncentrace by je neměla ohrozit.

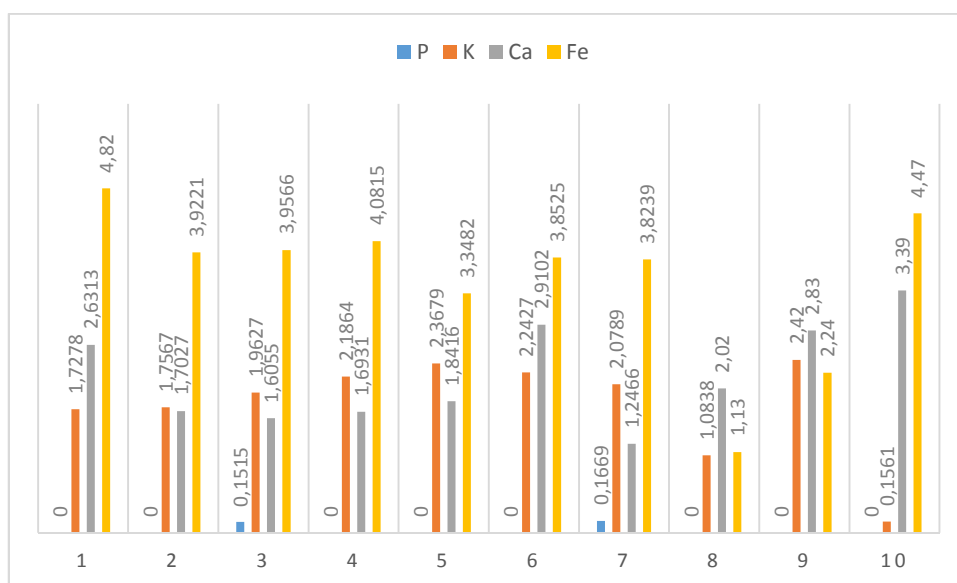
### 7.3 Rozbor chemismu jednotlivých částí zkoumaného území oblasti Dzun Bayan

Ve zkoumaných vzorcích půd byly nalezeny pouze tři zástupci rizikových prvků. V nejvyšší a přesto nikterak toxickou koncentrací se zde objevuje zinek. Ve srovnání s předchozími lokalitami zinek vykazuje nižší hodnoty. Dále se zde vyskytuje olovo a arsen. Jejich koncentrace jsou natolik nízké, že nepředstavují žádná rizika pro zdejší rostliny. Chlor zde nebyl naměřen



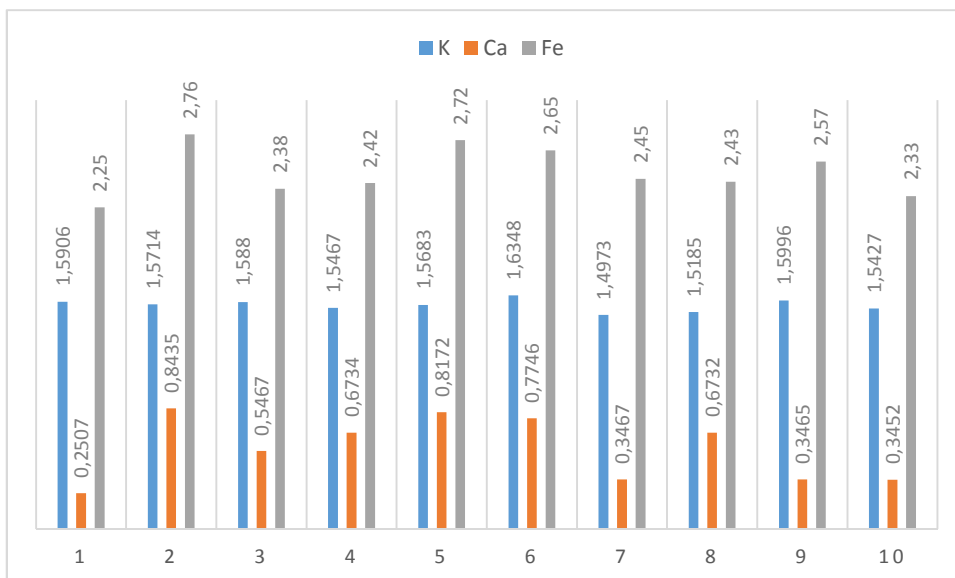
**Graf 14. Rizikové prvky v půdách Dzun Bayanu**

Ze zkoumaných makroprvků půd Dzun Bayanu se s nejvyšší koncentrací objevuje železo, jeho hodnoty jsou ve srovnání s ostatními prvky podstatně vyšší. Na rozdíl od předchozích lokalit je zde ve vyšší míře zastoupen vápník. Z biogenních prvků se zde vyskytuje hlavně draslík a v menší míře fosfor, který byl zaznamenán pouze u dvou zkoumaných ploch této oblasti. Rozkolísané hodnoty draslíku a fosforu nasvědčují tomu, že zde v blízké minulosti proběhl požár, který zapříčinil jejich uvolnění a následný transport za pomoci vody.



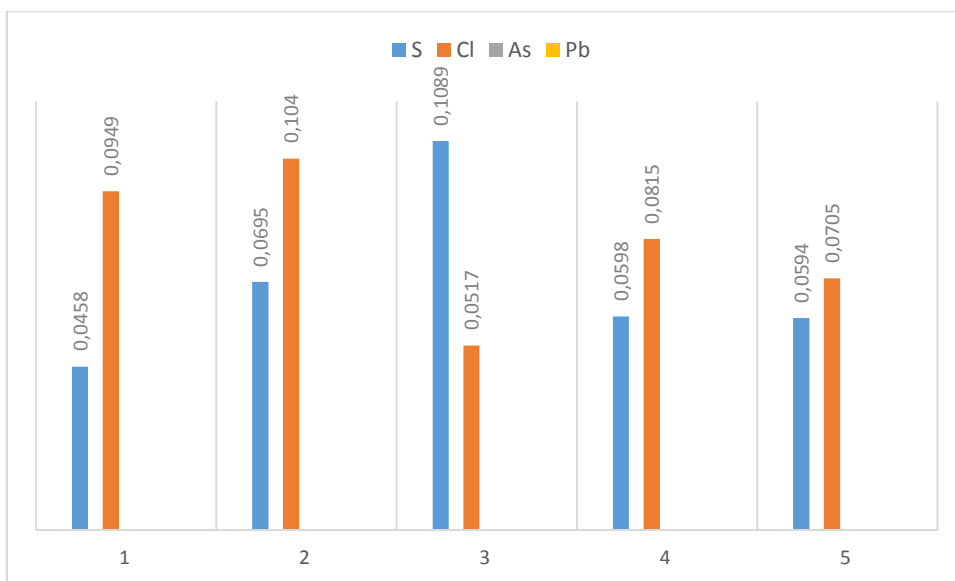
**Graf 15. Zastoupení makroprvků v půdách Dzun Bayanu**

U zjištěných koncentrací prvků hornin Dzun Bayanu je nejvíce zastoupeným prvkem železo. Druhým nejvíce zastoupeným prvkem je biogenní draslík, jehož koncentrace na jednotlivých plochách vykazuje nejméně rozkolísané hodnoty. Vápník byl zde zaznamenán pouze v nízkých koncentracích.



**Graf 16. Zastoupení makroprvků v horninách Dzun Bayanu**

V analýze odebraných vzorků dřeva z oblasti Dzun Bayan byly zaznamenány pouze dva rizikové prvky a to síra a chlór. Jejich koncentrace by neměli být rizikové.



**Graf 17. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Dzun Bayanu**

## 8. Diskuze

Po vyhodnocení obsahu kritických prvků na zkoumaných plochách zájmového území byly zjištěny koncentrace u zinku, arsenu a olova, jejich míra koncentrace však nedosáhla kritických hodnot, které by mohli negativně ovlivnit místní vegetaci. (Tlustoš et al., 2007) Dále byly zkoumány koncentrace makroprvků, jejichž koncentrace nevykazovali žádné extrémní hodnoty, jen drobné místní odchylky.

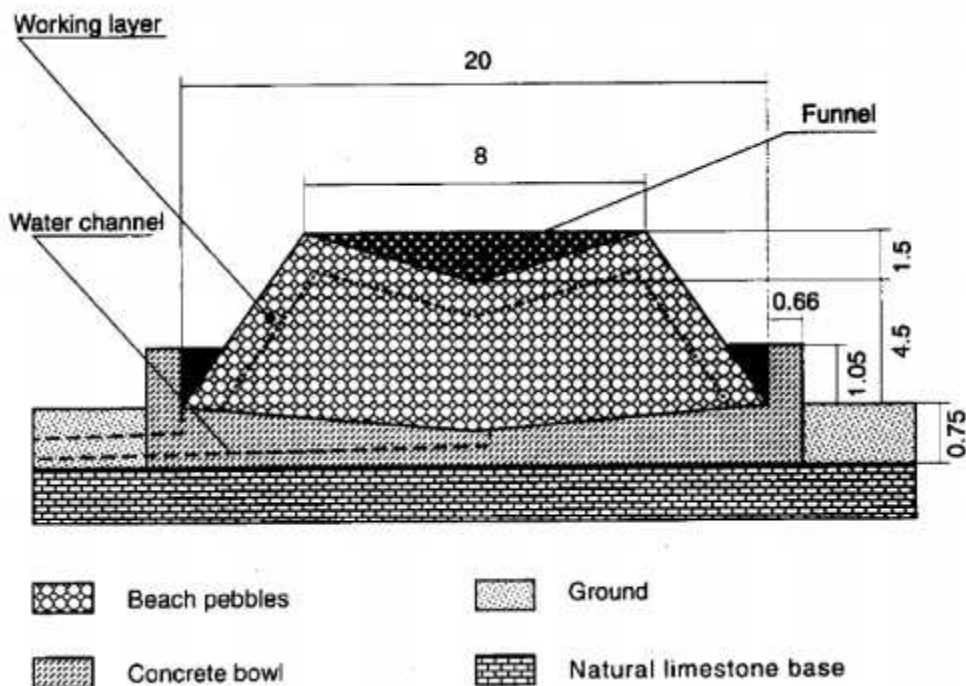
Modřín a jeho relikty porostů se na území zkoumané oblasti vyskytují převážně na severních svazích v údolích a terénních sníženinách. Společným znakem těchto ploch jsou příznivé vlhkostní podmínky, které jsou předpokladem pro vyrovnání se se zdejšími extrémními podmínkami (aridním klimatem) (Juříčka, 2015) (viz obr. 16.)



**Obr. 14. Výskyt modřínu v na svazích se severní expozicí**

Přirozená obnova na daných lokalitách má díky svým specifickým podmínkám vvelmi nízkou úspěšnost, s nejvyšší mírou se uskutečňuje v horských oblastech a v přilehlých oblastech horní hranice lesa (přibližně se jedná o 6% rozlohy země). Zde je ovlivňována především přírodními podmínkami (Tsogtbaatar, 2004). Ve zkoumané oblasti byla pozorována přirozená obnova ve zvýšené míře v oblasti terénních sníženin (přirozená akumulace srážkových a podzemních vod) a v oblasti po historické těžbě. Místa po těžbě pegmatitů, resp. Jejich odvaly jsou ve vztahu k obnově modřínu nově popsaným fenoménem (Juříčka, 2016). Přesto že se tyto místa jeví jako nepříznivá, díky

absenci organominerálního horizontu, je modřín poměrně úspěšně kolonizuje. Tento stav je vysvětlen tím, že dané místa jsou dobře zásobeny vodou. Akumulace zbytků minerální země společně s četným zastoupením větší frakce tvoří tzv. kondenzační kupy. Tyto kupy jsou zásobeny vláhou především formou kondenzace vzdušné vlhkosti. Množství kondenzátu se odvíjí především od toho, jaký je teplotní rozdíl mezi kondenzační plochou a jejím okolím, dalším faktorem je stupeň nasycení vzduchu vodními parami. Díky místnímu klimatu, jsou zde velké rozdíly mezi denní a noční teplotou vzduchu, což může být i 24 stupňů Celsia. Toto vytváří přímo ideální podmínky pro proces kondenzace v těchto plochách. Kondenzační kupa s plochou 50 m<sup>2</sup>, by podle Nikolayeva (1996) vyprodukovala až 40 l vody za den, a plocha 100 m<sup>2</sup> zhruba 70 l. Odvaly a kanavy by tedy mohli zásobovat kořenový systém na nich rostoucích dřevin i v době bez dešťů. (Juříčka,2015)



**Obr. 15. Schématické dělení kondenzační kupy** (Nikolayev et al., 1996)

Obdobným řešením by mohl být i jistý druh terénního zásahu, který by se blížil svými podmínkami podobal těmto kondenzačním kupám. Samozřejmě by byly co nejlépe přizpůsobeny místním podmínkám tak, aby zde nedocházelo k erozi. Nevýhodou takto vytvořených odvalů, by mohlo mít nadměrně zvýšenou koncentraci chemických prvků ze zvětrávajících hornin a následnou kontaminaci prostředí.



Přirozená obnova je v daných oblastech nejvíce ohrožována nadměrným pastvením dobytka, požáry a stále více se projevujícími klimatickými změnami a sní spojeným procesem desertifikace. Předpokladem pro zachování takto nově vzniklých společenstev je nezbytná ochrana. Ochranu je nutné koncipovat ve smyslu zamezení přístupu dobytka do lesních porostů. Dobytek, zejména kozy, ovce a krávy mladé kultury devastuje svým okusem. Dalším z významných faktorů, který způsobuje u těchto mladých kultur vysokou mortalitu je nedostatek vody. S tímto se dokážou vyrovnat pouze jedinci s dostatečně vyvinutým kořenovým systémem.

Před veškerou připravovanou obnovou je důležité zhodnotit široký rozsah možného ohrožení, s přihlednutím na fakt, že zdejší ekosystémy vykazují vysokou dynamiku změn. Nejvýznamnější je zde v krajínotvorných procesech je stav dostupné vody, která je zde jasným determinujícím faktorem. Nutností je také poučit místní obyvatelstvo které může přímo ovlivovat některé z výše uvedených



**Obr. 16. Výskyt modřínu v oblasti údolí**



**Obr. 17. Výskyt modřínu na plochách kanav po historické těžbě**

## 9. Závěr

Tato bakalářská práce byla vypracována jako literární rešerše zabývající se ekologickými nároky modřínu sibiřského a charakteristikou podmínek zkoumaných ploch v severním Mongolsku. V praktické laboratorní části byly pomocí XRF spektrometrie detekovány koncentrace chemických prvků při rozbořech vzorků hornin, půd a dřevní hmoty. Ze vzorků hornin a půd byly vyhodnocovány koncentrace nejdůležitějších zástupců z rizikových prvků, jako jsou arzen, síra, olovo a chlor, a dále prvky nezbytné pro růst rostlin, jsou to draslík, fosfor, železo, vápník a zinek. Z informací které jsme získali pomocí XRF spektrometrie, nebyly překročeny kritické koncentrace rizikových prvků, které by mohli negativním způsobem ovlivnit vývoj místních společenstev.

Z informací uvedených v literárním přehledu a informací získaných z praktické části můžeme vyhodnotit, že použití modřínu sibiřského jakožto rekultivační dřeviny by bylo vhodné. Za předpokladu užití geneticky vhodného materiálu a eliminace nebo snížení negativně působících faktorů, by měla být rekultivace modřínem úspěšná. Mezi nejvýznamnější faktory, které by mohli negativním způsobem ovlivnit vývoj a úspěšnost obnovy je dostupnost vody, pastvení dobytka a v neposlední řadě antropogenní činnost.

## **10. Summary**

This thesis has been developed as a literature review dealing with ecological requirements and characteristics of Siberian larch conditions investigated areas in northern Mongolia. In the practical part of the laboratory using XRF spectrometry detected concentrations of chemical elements in the analysis of samples of rocks, soils and wood. From samples of rock and soil were evaluated concentrations of the most important representatives of hazardous elements, such as arsenic, sulfur, lead and chlorine, and further elements necessary for plant growth are potassium, phosphorus, iron, calcium and zinc. From the information that we obtained using XRF spectrometry, not to exceed a critical concentration of risk elements that could adversely affect the development of local communities.

The information referred to in the literature review and the information gained from the practical part, we can evaluate that using Siberian larch wood as a reclamation would be appropriate. Assuming the use of genetically suitable material and eliminate or reduce the negatively acting factors to be successful reclamation larch. Among the important factors that could negatively affect the development and success of recovery is the availability of water, pastvení cattle and ultimately anthropogenic activities.

## 11. Seznam použité literatury

- BADARCH, G., Cunningham D.W., Windley B.F. (2002): A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the phanerozoic crustal growth of Central Asia, *Journal of Asian Earth Sciences*, v.21, no. 1
- BROŽ, Miroslav a Petr Kyncl, *Země světa, díl (1)*. Praha., 1987
- DUGARJAV Ch. 2006 *Larch forests of Mongolia*. Ulan Bator: Bembi San;
- DUGARJAV, J. (2007). Trend of Change of Mongolian Forest Ecosystem (Mongolian Forest Outlook Study: National Stakeholders Workshop, 9 August 2007, Ulaanbaatar, MNE)
- FARJON, Alois, 2010., *Handbook of the world's conifers.*, volume I.,
  - JUŘIČKA, 2015 *Scientific research of Mongolia and Central Asia 2015*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 86 s. 1. ISBN 978-80-7509-313-4.
  
- KOMAROV 1949., *Stromy a kroviny SSSR část I.*, Akademie nauk
- KOROPACHINSKIY, I.Yu., Vstovskaya T.N., 2002., *Woody plants of the Asian part of Russia*. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, Branch. 707p.
- MARUNOV, N.A., 1963 *Materialy na geologii monoglské narodny repubilky*, Moskva., 285s.
- PANCOVÁ ŠIMKOVÁ., 2008., P., Kynický J., Samec P., Vavříček D., *Obnova lesních porostů v extrémních oblastech Mongolska za využití znalostí podmínek obnovy v Kralickém Sněžníku*. Sborník
- SUKACHEV, V.N & N. V. Dylis, 1964 *Fundamentals of forest biogeocoenology*, Moscow.,
- SVOBODA, Pravdomil., 1953., *Lesní dřeviny a jejich porosty, část I.*,

## Internetové zdroje

- ALTANSUKH norovyn, National Plant Genetic resources Research and extension programme, Ulan Bataar 1995 Dostupné z :  
<http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/SoW1/east/MONGOLIA.pdf>
- BATSUKH,. mongolian forests ecosystems, 2004 dostupné z:  
[http://assets.panda.org/downloads/forest\\_ecosystems\\_in\\_mn\\_march04.pdf](http://assets.panda.org/downloads/forest_ecosystems_in_mn_march04.pdf).
- DRIESEN, Paul. FAO. Lecture notes on the major soils of the world [online]. 2001 Dostupné z: <http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1899E/y1899e00.htm#toc>
- KALČÍK, J., (2001): Článek v odborném periodiku Lesnická práce: Koloběh fosforu v lesních půdách, Ochrana lesa. Roč. 80, č. 11. Dostupné z:  
<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-80-2001/lesnicka-prace-c-11-01/kolobeh-fosforu-v-lesnich-pudach>
- KALNICKY, D., a SINGHVI, R. Field portable XRF analysis of environmental samples. Journal of Hazardous Materials, 2001, č. 83, pp 93-122.Dostupné z:  
<http://faculty.rmu.edu/~short/research/antimony/references/Kalnicky-DJ-and-Singhvi-R-2001.pdf>
- KUNDEL jim, Water profile of Mongolia. Source of FAO. 2007, dostupné z:  
<http://www.eoearth.org/view/article/156972/>
- ORCHIBAT Batkhishig, Soil Science Society of Mongolia, bangkok 2015 dostupné z:  
[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/docs/asia\\_2015/Mongolia\\_2015a.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/asia_2015/Mongolia_2015a.pdf)

- RUMSBY, A., (2013): Analysis of Soil Samples Using a Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF). In: Marlborough District Council. Dostupné na:  
[http://www.marlborough.govt.nz/YourCouncil/Meetings/2014CouncilMeeings/~/\\_media/Files/MDC/Home/Your%20Council/Order%20Papers%20and%20Minutes/2014/Attachments/AnalysisofSoilSamplesUsingaPortable%20XRay%20FluoresenceSpectrometryXRFPDPLtd2013.ashx](http://www.marlborough.govt.nz/YourCouncil/Meetings/2014CouncilMeeings/~/_media/Files/MDC/Home/Your%20Council/Order%20Papers%20and%20Minutes/2014/Attachments/AnalysisofSoilSamplesUsingaPortable%20XRay%20FluoresenceSpectrometryXRFPDPLtd2013.ashx)
  
- TAKAHASHI, Y. (2004) Introduction to Geology of Mongolia based upon GIS. GSJ Open File, no.413. () geolog mng
  
- The World Factbook 2016 dostupné z:  
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mg.html>
  
- YKHANBAI, Hijaba. Mongolia forestry outlook study, 2010 dostupné z:  
<http://www.fao.org/3/a-am616e.pdf>
  - TLUSTOŠ, rizika kovů v půdě v agrosystémech v ČR, 2007,dostupné z:  
[http://www.phytosanitary.org/projekty/2007/VVF\\_08\\_2007.pdf](http://www.phytosanitary.org/projekty/2007/VVF_08_2007.pdf)
  
- ZLYGOSTEV, Alexej, knihovna lesa, 2001 dostupné z:  
<http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000034/st020.shtml>

## **12. Seznam obrázků**

- Obr. 1. Rozšíření Modřínu sibiřského (Zlygostev,2001)
- Obr. 2. Výskyt a složení lesů na území mongolska (Batsukh,2004)
- Obr. 3. Mapa Mongolska (Juříčka,2015)
- Obr. 4. Zjednodušená geologická mapa mongolska (Takahashi, 2004)
- Obr. 5. Geologická mapa Mongolska (Badarch et al., 2002)
- Obr. 6. Mapa půdních zeměpisných oblastí (Orchirbat Batkhishig,2015)
- Obr. 7. Rozmanitost půd Mongolska (Orchirbat Batkhishig,2015)
- Obr. 8. Změna průběhu desertifikace, 1974 a 2004 (Ykhanbai,2010)
- Obr. 9. Mapa zájmového území (Juříčka 2015)
- Obr. 10. Geologická situace masivu Gorkhi
- Obr. 11. Příklad erozní rýhy
- Obr. 12. Dzum-bayanský granitový masiv
- Obr. 13. Princip fungování XRF analýzy. (Rumsby,2013)
- Obr. 14. Výskyt modřínu v na svazích se severní expozicí
- Obr. 15. Schématické dělení kondenzační kupy (Nikolayev et al., 1996)
- Obr. 16. Výskyt modřínu v oblasti údolí
- Obr. 17. Výskyt modřínu na plochách kanav po historické těžbě



### **13. Seznam Grafů**

Graf 1: Oblasti poškozené škodlivým hmyzem (Ykhanbai,2010)

Graf 2. Zastoupení půd na území Mongolska (Orchirbat Batkhashig,2015)

Graf 3. Procentické zastoupení jednotlivých druhů dřevin (Pancová Šimková et al. 2008)

Graf 4. Plochy postižené lesními požáry, 1992-2006 (Ykhanbai,2010)

Graf 5. Celková výše těžeb v letech 1980 – 2000 (Pancová Šimková et al.2008)

Graf 6. Zastoupení rizikových prvků v půdách Goricha

Graf 7. Zastoupení prvků v půdách Goricha

Graf 8. Zastoupení makroprvků v horninách Goricha

Graf 9. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Goricha

Graf 10. Rizikové prvky v půdách Barun Bayanu

Graf 11. Zastoupení makroprvků v půdách Barun Bayanu

Graf 12. Zastoupení makroprvků v horninách Barun Bayanu

Graf 13. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Barun Bayanu

Graf 14. Rizikové prvky v půdách Dzun Bayanu

Graf 15. Zastoupení makroprvků v půdách Barun Bayanu

Graf 16. Zastoupení makroprvků v horninách Barun Bayanu

Graf 17. Rizikové prvky obsažené v dřevinách Barun Bayanu

